40 TR-O-0079 スペクトル領域法を用いたスロット結合 円形マイクロストリップアンテナの解析 村上 康

1995. 3. 23

ATR光電波通信研究所

あらまし:

本テクニカルレポートはマイクロストリップ線路、コプレーナ線路などの多層 構造の伝送線路あるいはマイクロストリップアンテナなどの解析に用いられるス ペクトル領域法を用いて、スロット結合型円形マイクロストリップアンテナの解 析を行ったものである。

解析例としては、スロット結合型円形マイクロストリップアンテナのうち、ス ロットをX軸方向にオフセットした直線偏波アンテナの解析を行い、実験値との 比較を行っている。また、プログラムの解説などは省略させていただくが、Y軸 にオフセットしたアンテナについても解析を行っている。これら自体はすでに多 くの論文が出されているが、本テクニカルレポートでは初心者にもわかるように、 基礎的・理論的な側面を中心に述べたものである。より高度な解析を行おうとさ れる方々には多くの参考文献を挙げておくのでそちらを参照されたい。

日	次
	ーク

-	1. スペクトル領域法	•••••	1
	1.1スペクトル領域法の特徴		1
	 2 多層基板内の電磁界 (一般解) 		2
	1.3 グリーン関数の導出例	•••••	5
-	2. 解析例 I(Y 軸オフセット MSA)	•••••	8
	2.1 モデリング		8
	2.2 定式化		9
	2.3 使用されるグリーン関数と展開関数について		13
	2.4 励振方法とSパラメータの導出		17
	2.5 数值積分	•••••	18
	2. 6 励振モードとスロットの関係		22
	2.7計算結果	•••••	25
	3. 解析例 II(X 軸オフセット MSA)	•••••	27
	4. まとめ	•••••	28
	5. 謝辞		29
	参考文献		29
	付録		3 1
	解析プログラムソース	•••••	32

1 スペクトル領域法 [1][2]

1.1 スペクトル領域法の特徴

アンテナ解析で用いられるスペクトル領域法は、モーメント法の一種あるいはモー メント法そのものといっても過言ではないと思われる。通常、線状アンテナなどで用 いられるモーメント法との相違点はグリーン関数の表式である。線状アンテナ解析等 ではグリーン関数が空間領域において比較的容易に定式化が出来る。一方、スペクト ル領域法を用いる解析の対象物はマイクロストリップアンテナ等多層構造を持つもの である。この場合、空間領域においてグリーン関数を定式化することが非常に困難と なる。一方層の平面内で2次元 Fourier 変換を行い、波数空間で Maxwell の方程式を 考察すると、層の法線方向に対する2つの伝送方程式 (TE,TM)となる。このため多 層構造のグリーン関数も容易に求めることができる。

その他に長所して以下に示す特徴をもっている。

(1)積分方程式ではなく代数方程式を解くことになる

(2) ガラーキン法を用いるため、用いられる行列を大きくすることにより解の精度を あげることができる

(3)多層基板を用いても、数値処理にあまり影響を与えない(数式的には多少複雑になる)

(4) 解の物理的性質を解法中に用いるため、解の収束性、得られたモードの確定について不安をもつことが少ない

逆に以下に示すような短所もある。

(5) 基板は横方向に無限長でなければならない (面内では一応であることが求められる)

(6) ストリップ導体は無限に薄くなければならない

(7)ストリップ導体は完全導体でなければならない (誘電体の損失についてはその限り ではない)



1.2 多層基板内の電磁界 (一般解)

図1に示すような多層基板内のi番目の層内の電磁界について考察する。ここで

$$A_{z}^{i} = \frac{\Pi_{mz}^{i}}{j\omega\varepsilon_{i}} \tag{1}$$

$$F_z^i = \frac{\Pi_z^i}{j\omega\mu_i} \tag{2}$$

とする。ここで Π_{mz}^i は i 層での Magnetic Hertz vecor の z 成分、 Π_z^i は Electric Hertz vecor の z 成分である。この2つの成分で層内の電磁界は表記され、次のように表される。

$$E_x^i = \frac{1}{j\omega\varepsilon_i} \frac{\partial^2 A_z^i}{\partial x \partial z} - \frac{\partial F_z^i}{\partial y}$$
(3)

$$E_y^i = \frac{1}{j\omega\varepsilon_i} \frac{\partial^2 A_z^i}{\partial y \partial z} + \frac{\partial F_z^i}{\partial x}$$
(4)

$$E_z^i = \frac{1}{j\omega\varepsilon_i} \left[\frac{\partial^2 A_z^i}{\partial z^2} + k^2 A_z^i \right]$$
(5)

$$H_x^i = \frac{1}{j\omega\mu_i} \frac{\partial^2 F_z^i}{\partial x \partial z} + \frac{\partial A_z^i}{\partial y}$$
(6)

$$H_{y}^{i} = \frac{1}{j\omega\mu_{i}} \frac{\partial^{2} F_{z}^{i}}{\partial y \partial z} - \frac{\partial A_{z}^{i}}{\partial x}$$
(7)

$$H_z^i = \frac{1}{j\omega\mu_i} \left[\frac{\partial^2 F_z^i}{\partial z^2} + k^2 F_z^i \right] \tag{8}$$

となる。一方、各成分を x、 y について Fourier 変換すると、

$$\tilde{E}_x^i = \frac{k_x}{\omega\varepsilon_i} \frac{\partial \tilde{A}_z^i}{\partial z} - jk_y \tilde{F}_z^i$$
(9)

$$\tilde{E}_{y}^{i} = \frac{k_{y}}{\omega\varepsilon_{i}} \frac{\partial \tilde{A}_{z}^{i}}{\partial z} + jk_{x} \tilde{F}_{z}^{i}$$
(10)

$$\tilde{E}_{z}^{i} = \frac{1}{j\omega\varepsilon_{i}} \left[\frac{\partial^{2}\tilde{A}_{z}^{i}}{\partial z^{2}} + k^{2}\tilde{A}_{z}^{i} \right]$$
(11)

$$\tilde{H}_x^i = \frac{k_x}{\omega\mu_i} \frac{\partial F_z^i}{\partial z} + jk_y \tilde{A}_z^i \tag{12}$$

$$\tilde{H}_{y}^{i} = \frac{k_{y}}{\omega\mu_{i}} \frac{\partial \tilde{F}_{z}^{i}}{\partial z} - jk_{x}\tilde{A}_{z}^{i}$$
(13)

$$\tilde{H}_{z}^{i} = \frac{1}{j\omega\mu_{i}} \left[\frac{\partial^{2}\tilde{F}_{z}^{i}}{\partial z^{2}} + k^{2}\tilde{F}_{z}^{i} \right]$$
(14)

となる。ここで

$$\tilde{A} = \int \int_{-\infty}^{\infty} A e^{-jk_x x - jk_y y} dx dy$$
⁽¹⁵⁾

一方、 A_z^i 、 F_z^i とも source free の Maxwell の方程式を満足することより、

$$\nabla^2 A_z^i + k^2 A_z^i = 0 \tag{16}$$

$$\nabla^2 F_z^i + k^2 F_z^i = 0 \tag{17}$$

となる。 (16)(17) 両式の両辺に Fourier 変換を行うと、

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2} \tilde{A}_z^i + (k^2 - k_x^2 - k_y^2) \tilde{A}_z^i = 0$$
(18)

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2} \tilde{F}_z^i + (k^2 - k_x^2 - k_y^2) \tilde{F}_z^i = 0$$
(19)

を得る。 (18)(19) 式は z 方向への伝送方程式である。このことより、 i 層での A_z^i 、 F_z^i の一般解は次のように表される。

$$\tilde{A}_z^i = a_i (e^{-jk_{zi}z} + \Gamma_{mi} e^{jk_{zi}z}) \tag{20}$$

$$\tilde{F}_z^i = f_i(e^{-jk_{zi}z} + \Gamma_{ei}e^{jk_{zi}z})$$
(21)

$$k_{zi} = \sqrt{k_i^2 - k_x^2 - k_y^2}$$

 Γ_{mi} は \tilde{A}_{z}^{i} に関する反射係数、 Γ_{ei} は \tilde{F}_{z}^{i} に関する反射係数である。 ここで、

$$k_x = \beta \cos \alpha$$
$$k_x = \beta \sin \alpha$$

とし、座標変換

 $u = x \cos \alpha + y \sin \alpha$ $v = -x \sin \alpha + y \cos \alpha$

を行うと、

$$\tilde{E}_{u}^{i} = \frac{\beta}{\omega\varepsilon_{i}} \frac{\partial A_{z}^{i}}{\partial z}$$
(22)

$$\tilde{E}_v^i = j\beta \tilde{F}_z^i \tag{23}$$

$$\tilde{E}_{z}^{i} = \frac{1}{j\omega\varepsilon_{i}} \left[\frac{\partial^{2}\tilde{A}_{z}^{i}}{\partial z^{2}} + k^{2}\tilde{A}_{z}^{i} \right]$$
(24)

$$\tilde{H}_{u}^{i} = \frac{\beta}{\omega\mu_{i}} \frac{\partial \tilde{F}_{z}^{i}}{\partial z}$$
(25)

$$\tilde{H}_v^i = -j\beta \tilde{A}_z^i \tag{26}$$

$$\tilde{H}_{z}^{i} = \frac{1}{j\omega\mu_{i}} \left[\frac{\partial^{2}\tilde{F}_{z}^{i}}{\partial z^{2}} + k^{2}\tilde{F}_{z}^{i} \right]$$
(27)

となる。 (22)-(27) 式を比較すると、 $(\tilde{E}_u^i, \tilde{H}_v^i, \tilde{E}_z^i)$ は \tilde{A}_z^i のみで記述されることになり、 一方、 $(\tilde{H}_u^i, \tilde{E}_v^i, \tilde{H}_z^i)$ は \tilde{F}_z^i のみで記述されることになる。それぞれは Z 方向への TM モード、TE モードに対応する。よって、電流源、磁流源のない場合の多層基板内の 電磁界は TE,TM モードに分離されており、各々 1 次元伝送線路で記述されることに なる。これを等価回路表示すると図 2 のようになる。但し、実際の計算では、TE、TM 両モードが励振されるため、TE モード、TM モードの重ね合わせで表記されること になる。



1.3 グリーン関数の導出例 [3][4]





実際のグリーン関数の導出の例として、図3に示すようなマイクロストリップタイプの基板についてグリーン関数を求める。電流源としては、誘電体と空気の境界面にx 方向を向いた無限小の電流源を考える。これを数式で表すと、

$$\vec{J}_x = \delta(x)\delta(y)\delta(z-d)\hat{x}$$
(28)

となる。このように多層基板構造では、境界面上に電流源あるいは磁流源があること

が多いため、デルタ関数を直接解法するよりもこれらを面電流 $n \times H$ あるいは面磁流 $-n \times E$ で表すことが多い。この場合には source free のグリーン関数の解と境界条件 だけからグリーン関数を導出することができるので非常に有効である。

まずはグランド板での境界条件は

$$\frac{\partial E_z}{\partial n} = 0$$
$$H_z = 0$$

より、領域 I における \tilde{A}^i_z および \tilde{H}^i_z は次のように表される。

$$\tilde{A}_{z}^{I} = a_{1} \cos k_{z1} z \tag{29}$$

$$\tilde{F}_z^I = f_1 \sin k_{z1} z \tag{30}$$

$$k_{z1} = \sqrt{\varepsilon_r k_0^2 - k_x^2 - k_y^2}$$

領域 II については、空気が $z = \infty$ まであるために、無限遠からの反射を考える必要はない。よって、

$$\tilde{A}_{z}^{II} = a_2 e^{-jk_{z2}(z-d)} \tag{31}$$

$$\tilde{F}_{z}^{II} = f_2 e^{-jk_{z2}(z-d)} \tag{32}$$

$$k_{z2} = \sqrt{k_0^2 - k_x^2 - k_y^2}$$

となる。次に、z = dにおける境界条件 1) $\tilde{E}_x, \tilde{E}_y, \tilde{H}_x$ の連続性、 2) $\tilde{H}_y^I - \tilde{H}_y^{II} = 1$ のもとに a_1 、 a_2 、 f_1 、 f_2 を解くと、

$$a_{1} = \frac{j\varepsilon_{\tau}}{k_{x}^{2} + k_{y}^{2}} \frac{k_{z2}k_{x}}{\varepsilon_{\tau}k_{z2}\cos k_{z1}d + jk_{z1}\sin k_{z1}d}$$
(33)

$$f_1 = \frac{\omega k_y}{k_x^2 + k_y^2} \frac{1}{k_{z1} \cos k_{z1} d + j k_{z2} \sin k_{z1} d}$$
(34)

を得る。 (33)(34) 式を (9)-(14) 式に代入することで波数空間でのグリーン関数を求めることができる。ここでは例として、 $\tilde{E}_x|_{z=d}$ を求める。このグリーン関数はマイクロストリップアンテナの解析に必ずといっていいほど現れるグリーン関数である。

$$\begin{split} \tilde{E}_{x}|_{z=d} &= \tilde{E}_{x}^{I} \\ &= \tilde{G}_{xx}^{EJ}(k_{x}, k_{y}) \\ &= -j \frac{Z_{0}}{k_{0}} \frac{(\varepsilon_{r}k_{0}^{2} - k_{x}^{2})k_{z1}\cos k_{z1}d + jk_{z2}(k_{0}^{2} - k_{x}^{2})\sin \cos k_{z1}d}{T_{e}T_{m}} \sin k_{z1} (35) \\ &T_{e} = k_{z1}\cos k_{z1}d + jk_{z2}\sin k_{z1}d \end{split}$$

 $T_m = \varepsilon_r k_{z2} \cos k_{z1} d + j k_{z1} \sin k_{z1} d$

となる。これを実空間上で表すと、

$$G_{xx}^{EJ} = \frac{1}{4\pi^2} \int \int_{-infty}^{\infty} \tilde{G}_{xx}^{EJ}(k_x, k_y) e^{jk_x(x-x')+jk_y(y-y')} dk_x dk_y$$
(36)

となる。これより以降では G_{xx}^{EJ} はx方向の単位電流により励振される電界のx成分を表すものとする。

 T_e 、 T_m はスラブ導波路の特性方程式である。つまりこの2つの方程式の解が表面 波モードの伝搬定数である。特にマイクロストリップアンテナでは、アンテナ基板は 低い誘電率、給電線路基板は薄くすることが一般的であり、2つ以上の表面波が同一 基板上に励振されることは少ない。ただ、このうち TM モードの最低次モード TM_0 モー ドはゼロカットオフのために常に存在する。このモードはアレーアンテナでビームを 走査する場合には、隣合う素子との励振差がちょうど表面波の伝搬位相と一致する時、 表面波のみが励振され、スキャンプラインドネス [5] – [6] という現象を起こすことが知 られている。

また、この極の扱い方については次の章で述べることとする。

2 解析例 I(Y 軸オフセット MSA)

2.1 モデリング



図5:スロット結合型円形マイクロストリップアンテナのモデル化

この章では、実際に図4に示すようにY方向にオフセットしたスロット結合型マイク ロストリップアンテナの解析を行い、実験結果との比較を行う。まず、アンテナのモ デル化であるが、これはSchaubert[7]のモデリングを用いるものとする。モデル化さ れたアンテナを図5に示す。マイクロストリップ線路上の電流としては、伝搬方向(x 方向)のみを考え、円形アンテナ上ではx方向、y方向両方を考える。矩形アンテナの 場合には、流れる電流の方向は1方向であるためx方向のみで十分であるが、円形の

場合には両方考える必要がある。またスロット上の磁流はアンテナ方向とマイクロス トリップ線路方向で等振幅、逆位相で励振するものとして、電界の接線成分の連続性 を満足させている。また、この磁流源の導入によりアンテナ部と線路部を別けて考え ることができる。

2.2 定式化

図5に示されるモデルに必要とされる境界条件は次の3つである。

マイクロストリップ線路上で電界の接線成分が0
 マイクロストリップアンテナ上で電界の接線成分が0
 スロット上で磁界の接線成分の連続性

まず始めに 1) について考察する。磁流源の導入によりアンテナ部と線路部を別々 に考えることができるため、マイクロストリップ線路上で電界は、

$$E_x^{ml} = \int_{ml} G_{xx}^{EJ(I)} J_x^{ml} dS_{ml} - V_a \int_{slot} G_{xy}^{EM(I)} M_{ay} dS_{slot}$$
(37)

ここで、マイクロストリップ上の電流をある関数系で展開すると、

$$J_x^{ml} = \sum_{n=1}^{M} I_x J_{xn}^{ml}$$
$$E_x^{ml} = \sum_{n=1}^{M} I_x \int_{S_n} G_{xx}^{EJ(I)} J_{xn}^{ml} dS_{S_n} - V_a \int_{slot} G_{xy}^{EM(I)} M_{ay} dS_{slot}$$
(38)

 S_n は J_{xn}^{ml} が定義されている領域である。ここにガラーキン法をすると、

$$\int_{S_m} J_{xm}^{ml} E_x^{ml} dS_n$$

$$= \sum_{n=1}^M I_n \int_{S_m} \int_{S_n} J_{xm}^{ml} G_{xx}^{EJ(I)} J_{xn}^{ml} dS_n dS_m - V_a \int_{S_m} \int_{slot} J_{xm}^{ml} G_{xy}^{EM(I)} M_{ay}^{ml} dS_s dS_m^{Q}$$

これを行列表示をすると、

$$[V_m] = [Z_{mn}^{ml}][I_n] - [C_m^{ml}]V_a$$
(40)

$$z_{nm} = \int_{S_m} \int_{S_n} G_{xx}^{EJ(I)}(x, y; x', y') \cdot J_{x'm}(x', y') \cdot J_{xn}(x, y) dS_m dS_n$$

$$= \frac{1}{4\pi^2} \int_{S_m} \int_{S_n} \left[\int \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{G}_{xx}^{EJ(I)}(k_x, k_y) e^{jk_x(x-x')+jk_y(y-y')} dk_x dk_y \right]$$

$$J_{x'n}^{ml}(x', y') \cdot J_{xm}^{ml}(x, y) dS_m dS_n$$
(41)

ここで、パーセバルの定理を用いて、積分順番を入れ換えると、

$$z_{nm} = \frac{1}{4\pi^2} \int \int_{-\infty}^{\infty} \left[\int_{S_n} J_{x'n}^{ml} e^{-jk_x x' - jk_y y'} dS_n \right] \left[\int_{S_m} J_{xm}^{ml} e^{jk_x x + jk_y y} dS_m \right] \\ \times \tilde{G}_{xx}^{EJ(I)}(k_x, k_y) dk_x dk_y \\ = \frac{1}{4\pi^2} \int \int_{-\infty}^{\infty} F^*(J_{xn}^{ml}) \tilde{G}_{xx}^{EJ(I)}(k_x, k_y) F(J_{xm}^{ml}) dk_x dk_y$$
(42)

 $F(\cdot)$: Fourier 変換 $F^*(\cdot)$: $F(\cdot)$ の複素共役

となる。同様に、

$$C_m = \frac{1}{4\pi^2} \int \int_{-\infty}^{\infty} F^*(J_{xn}^{ml}) \tilde{G}_{xy}^{EM(I)}(k_x, k_y) F(M_{ay}) dk_x dk_y$$
(43)

 $[V_m]$ は $1 \times M$ の電圧源ベクトル、 $[Z_{mn}^{ml}]$ は $M \times M$ のインピーダンス行列、 $[C_m^{ml}]$ は $1 \times M$ の変換ベクトル (無次元)である。

次に、境界条件2)について考える。アンテナ上の電流を

$$\vec{J} = \sum_{n=1}^{N} A_n [J_{xn}^{(p)}(x, y)\hat{x} + J_{yn}^{(p)}(x, y)\hat{y}]$$
(44)

と展開すると、アンテナ上の電界 E_x^P 、 E_y^P は次のように表される。

$$\vec{E_x}^P = \sum_{N}^{n=1} A_n \int_{patch} \left(G_{xx}^{EJ(II)} J_{xn}^{(p)} + G_{xy}^{EJ(II)} J_{yn}^{(p)} \right) dS_{patch} + V_a \int_{slot} G_{xy}^{EM(II)} M_{ay} dS_{slot}$$
(45)

$$\vec{E_y} = \sum_{N}^{r} A_n \int_{patch} \left(G_{yx}^{EJ(II)} J_{xn}^{(p)} + G_{yy}^{EJ(II)} J_{yn}^{(p)} \right) dS_{patch} + V_a \int_{slot} G_{yy}^{EM(II)} M_{ay} dS_{slot}$$
(46)

境界条件1)と同様にガラーキン法を適用すると、

$$\int_{patch} (J_{xm}^{(p)} E_x^P + J_{ym}^{(p)} E_y^P) dS_{patch}
= \sum_{n=1}^N A_n \int_{patch} \int_{patch} (J_{xm}^{(p)} G_{xx}^{EJ(II)} J_{xn}^{(p)} + J_{xm}^{(p)} G_{xy}^{EJ(II)} J_{yn}^{(p)}
+ J_{ym}^{(p)} G_{yx}^{EJ(II)} J_{xn}^{(p)} + J_{ym}^{(p)} G_{yy}^{EJ(II)} J_{yn}^{(p)}) dS_{patch} dS_{patch}
+ V_a \int_{patch} \int_{slot} (J_{xm}^{(p)} G_{xy}^{EM(II)} + J_{ym}^{(p)} G_{yy}^{EM(II)}) M_{ay} dS_{slot} dS_{patch}$$
(47)

これを行列表示すると、

$$[0] = [Z_{nm}^{P}][A_{n}] + [C_{m}^{P}]V_{a}$$
(48)

ここで、

$$z_{mn}^{P} = \int_{patch} \int_{patch} (J_{xm}^{(p)} G_{xx}^{EJ(II)} J_{xn}^{(p)} + J_{xm}^{(p)} G_{xy}^{EJ(II)} J_{yn}^{(p)} + J_{ym}^{(p)} G_{yx}^{EJ(II)} J_{xn}^{(p)} + J_{ym}^{(p)} G_{yy}^{EJ(II)} J_{yn}^{(p)}) dS_{patch} dS_{patch} = \frac{1}{4\pi^{2}} \int \int_{-\infty}^{\infty} [F^{*}(\vec{J}_{m})]^{t} [\tilde{G}^{EJ(II)}] [F(\vec{J}_{n})] dk_{x} dk_{y}$$
(49)

ここで

$$[F(\vec{J_n})] = [F(J_{xn}^{(p)}), F(J_{yn}^{(p)})]$$
$$\tilde{G}^{EJ(II)} = \begin{bmatrix} \tilde{G}_{xx}^{EJ(II)} & \tilde{G}_{xy}^{EJ(II)} \\ \tilde{G}_{yx}^{EJ(II)} & \tilde{G}_{yy}^{EJ(II)} \end{bmatrix}$$

$$c_{m}^{p} = \int_{patch} \int_{patch} (J_{xm}^{(p)} G_{xy}^{EM(II)} + J_{ym}^{(p)} G_{yy}^{EM(II)}) M_{ay} dS_{slot} dS_{patch}$$

$$= \frac{1}{4\pi^{2}} \int \int_{-\infty}^{\infty} F^{*} (J_{xm}^{(p)}) \tilde{G}_{xy}^{EM(II)} + F^{*} (J_{ym}^{(p)}) \tilde{G}_{yy}^{EM(II)} F(M_{ay}) dk_{x} dk_{y}$$
(50)

である。ここで、 [0] は 1 × N の零ベクトルである。これはアンテナ上には電圧源、 電流源、磁流源が存在しないことによる。また、 $[Z_{nm}^{P}]$ は N × N のインピーダンス行 列、 $[C_{m}^{P}]$ は 1 × N の変換ベクトルである。

最後に、3)の境界条件について考える。領域 I、 II 側の磁界 H_y^I 、 H_y^{II} は次のように表される。

$$H_{y}^{I} = \sum_{n=1}^{M} I_{n} \int_{S_{n}} G_{yx}^{HJ(I)} J_{xn} dS_{n} - V_{a} \int_{slot} G_{yy}^{HM(I)} M_{ay} dS_{slot}$$
(51)

$$H_{y}^{II} = \sum_{n=1}^{M} A_{n} \int_{patch} (G_{yx}^{HJ(II)} J_{xn}^{(p)} + G_{yy}^{HJ(I)} J_{yn}^{(p)}) dS_{n} + V_{a} \int_{slot} G_{yy}^{HM(II)} M_{ay} dS_{slot}$$
(52)

ここにガラーキン法を適用すると、

$$\int_{slot} M_{ay} (H_y^{II} - H_y^{I}) dS_{slot}
= \sum_{n=1}^{N} A_n \int_{patch} \int_{slot} M_{ay} (G_{yx}^{HJ(II)} J_{xn}^{(p)} + G_{yy}^{HJ(II)} J_{yn}^{(p)}) dS_{slot} dS_{patch}
- \sum_{n=1}^{N} I_n \int_{S_n} \int_{slot} M_{ay} G_{yx}^{HJ(I)} J_{xn} dS_{slot} dS_n
+ V_a \int_{slot} \int_{slot} M_{ay} (G_{yy}^{HM(I)} + G_{yy}^{HM(II)}) M_{ay} dS_{slot} dS_{slot}
= 0$$
(53)

これを行列表示すると、

$$[D_m]^t [A_m] - [E_m] [I_m] + Y_a V_a = 0$$
(54)

ここで、

$$D_{m} = \int_{patch} \int_{slot} M_{ay} (G_{yx}^{HJ(II)} J_{xn}^{(p)} + G_{yy}^{HJ(II)} J_{yn}^{(p)}) dS_{patch} dS_{slot}$$

$$= \frac{1}{4\pi^{2}} \int \int_{-\infty}^{\infty} F^{*}(M_{ay}) (\tilde{G}_{yx}^{HJ(II)} F(J_{xn}^{(p)}) + \tilde{G}_{yy}^{HJ(II)} F(J_{yn}^{(p)})) dk_{x} dk_{y}$$
(55)

$$E_m = \int_{patch} \int_{slot} M_{ay} G_{yx}^{HJ(I)} J_{xn} dS_n dS_{slot}$$
$$= \frac{1}{4\pi^2} \int \int_{-\infty}^{\infty} F^*(M_{ay}) \tilde{G}_{yx}^{HJ(I)} F(J_{xn}) dk_x dk_y$$
(56)

$$Y_{a} = \int \int_{slot} M_{ay} (G_{yy}^{HM(I)} + G_{yy}^{HM(II)}) M_{ay} dS_{slot} dS_{slot}$$
$$= \frac{1}{4\pi^{2}} \int \int_{-\infty}^{\infty} F^{*}(M_{ay}) (\tilde{G}_{yy}^{HM(I)} + \tilde{G}_{yy}^{HM(II)}) F(M_{ay}) dk_{x} dk_{y}$$
(57)

 $[D_m]$ 、 $[E_m]$ は $1 \times N$ 、 $1 \times M$ の変換行列であり、 Y_a はスロットのアドミタンスである。

以上の3つの境界条件をまとめて、1つの行列で表現すると次のようになる。

$$\begin{bmatrix} [Z_{nm}^{P}] & [C_{m}^{P}] & [0] \\ \hline [D_{m}]^{t} & Y_{a} & -[E_{m}]^{t} \\ \hline [0] & -[C_{nm}^{ml}] & [Z_{nm}^{ml}] \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [A_{m}] \\ \hline V_{a} \\ \hline [I_{m}] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [0] \\ \hline 0 \\ \hline [V_{m}] \end{bmatrix}$$
(58)

2.3 使用されるグリーン関数と展開関数について

まず、2.2節の定式化で用いられたグリーン関数を列挙する。これらの導出は1.3 節で行われた導出例と同様に行うことによって得られる。本レポートでは各グリーン 関数の導出は省略し、結果のみを挙げておくことにする。

$$G_{xx}^{EJ(I)} = -j \frac{Z_0}{k_0} \frac{(\varepsilon_{rs} k_0^2 - k_x^2) k_{z2} \cos k_{z1} d_s + (k_0^2 - k_x^2) k_{z1} \sin k_{z1} d_s}{T_e^{(I)} T_m^{(I)}} \sin k_{z1} d_s \quad (59)$$

$$G_{yx}^{HJ(I)} = -j \frac{(\varepsilon_{rs} - 1)k_x^2 \sin k_{z1} d_s}{T_e^{(I)} T_m^{(I)}} + \frac{k_{z1}}{T_e^{(I)}}$$
(60)

$$k_{z1} = \sqrt{\varepsilon_{rs}k_0^2 - k_x^2 - k_y^2}$$

$$k_{z2} = \sqrt{k_0^2 - k_x^2 - k_y^2}$$

$$T_e^{(I)} = k_{z1}\cos k_{z1}d_s + jk_{z2}\sin k_{z1}d_s$$

$$T_m^{(I)} = \varepsilon_{rs}k_{z2}\cos k_{z1}d_s + jk_{z1}\sin k_{z1}d_s$$

$$G_{xx}^{EJ(II)} = -j \frac{Z_0}{k_0} \frac{(\varepsilon_{rp} k_0^2 - k_x^2) k_{z3} \cos k_{z3} d_p + (k_0^2 - k_x^2) k_{z3} \sin k_{z3} d_p}{T_e^{(II)} T_m^{(II)}} \sin k_{z3} d_p \quad (61)$$

$$G_{yx}^{EJ(II)} = j \frac{Z_0}{k_0} \frac{k_x k_y (k_{z2} \cos k_{z3} d_p + j k_{z3} \sin k_{z3} d_p)}{T_e^{(II)} T_m^{(II)}} \sin k_{z3} d_p$$

= $G_{xy}^{EJ(II)}$ (62)

$$G_{yy}^{EJ(II)} = -j \frac{Z_0}{k_0} \frac{(\varepsilon_{rp} k_0^2 - k_y^2) k_{z3} \cos k_{z3} d_p + (k_0^2 - k_y^2) k_{z3} \sin k_{z3} d_p}{T_e^{(II)} T_m^{(II)}} \sin k_{z3} d_p \quad (63)$$

$$G_{yx}^{HJ(II)} = -j \frac{(\varepsilon_{rp} - 1)k_x^2 \sin k_{z3} d_p}{T_e^{(II)} T_m^{(II)}} + \frac{k_{z3}}{T_e^{(II)}}$$
(64)

$$G_{yy}^{HJ(II)} = -j \frac{(\varepsilon_{rp} - 1)k_x k_y \sin k_{z3} d_p}{T_e^{(II)} T_m^{(II)}}$$
(65)

$$k_{z3} = \sqrt{\varepsilon_{rp}k_0^2 - k_x^2 - k_y^2}$$

$$T_{e}^{(II)} = k_{z3} \cos k_{z3} d_{p} + j k_{z2} \sin k_{z3} d_{p}$$
$$T_{m}^{(II)} = \varepsilon_{rp} k_{z2} \cos k_{z3} d_{p} + j k_{z3} \sin k_{z3} d_{p}$$

$$G_{yy}^{HM(I)} + G_{yy}^{HM(II)} = -\frac{1}{k_0 Z_0} \left[\frac{(\varepsilon_{rs} - k_y^2)(k_{z1} \cos k_{z1} d_s + j\varepsilon_{rs} k_{z2} \sin k_{z1} d_s)}{k_{z1} T_m^{(I)}} - \frac{(\varepsilon_{rs} - 1)k_{z1} k_y^2}{T_e^{(I)} T_m^{(I)}} \right] \\ -\frac{1}{k_0 Z_0} \left[\frac{(\varepsilon_{rp} - k_y^2)(k_{z3} \cos k_{z3} d_p + j\varepsilon_{rp} k_{z2} \sin k_{z3} d_p)}{k_{z3} T_m^{(II)}} - \frac{(\varepsilon_{rp} - 1)k_{z3} k_y^2}{T_e^{(II)} T_m^{(II)}} \right]$$
(66)

次にマイクロストリップ線路上、スロット上、円形マイクロストリップアンテナ上 の展開関数について述べる。第一にマイクロストリップ線路上の展開関数について述 べる。マイクロストリップ線路は進行波型関数で展開する場合 [7]、区分正弦波関数 (PWS モード)で展開する場合 [8] の2つが考えられる。進行波型関数では行列が小さくて済 むという長所をもつものの、マイクロストリップ線路に関するインピーダンス行列の すべての成分について計算を行わなければならないという欠点をもつ。一方、PWS モー ドの場合には全体の行列はおおきくなるという欠点をもつが、その性質上

$$Z_{nm} = Z_{n'm'}$$
 if $|n-m| = |n'-m'|$

という等式が成り立つ。そのため、 $M \times M$ の行列のうち、 Z_{1m} または Z_{n1} のみを計算すれば、行列のすべての成分が計算されることになり、時間的には短縮できる。また、この方法を採用することにより励振源が簡単になる。そのため本レポートにおいては PWS モードを用いた解析を行っている。また、電流は X 方向のみに流れるものと仮定する。この PWS モードを数式で表すと、

$$J_{xn} = \hat{x} \frac{1}{w_s} \frac{\sin k_e (h_s - |x - x_n|)}{\sin k_e h_s}$$
(67)
$$|x - x_n| < h_s$$
$$|y - y_n| < w_s/2$$

となる。ここで、 k_e : マイクロストリップ線路の伝搬定数 (quasi-TEM) h_s : セグメント長 w_s : マイクロストリップ線路幅



である。また、この関数を Fourier 変換すると、

 $F(J_{xn}) = \frac{\sin\frac{k_y w_s}{2}}{\frac{k_y w_s}{2}} \frac{2k_e [\cos k_x h_s - \cos k_e h_s]}{\sin k_e h_s (k_e^2 - k_x^2)} e^{-jk_x x_n - jk_y y_n}$ (68)

スロット上の磁流についても PWS モードで展開する。 [9] にも述べられているように、スロットは放射素子として動作しているわけではなく結合素子として用いられているために、その長さは半波長よりも十分に小さい。そのために1 PWS モードのみで表すと、

$$M_{ay} = \hat{y} \frac{1}{w_a} \frac{\sin k_a (h_a - |y - y_a|)}{\sin k_a h_a}$$

$$|y - y_a| \le h_a$$

$$|x - x_a| \le w_a/2$$
(69)

$$k_a: スロット上の波数 \left(= \sqrt{\frac{\varepsilon_{rs} + \varepsilon_{rp}}{2}} \cdot k_0 \right)$$

 $h_a: スロット長の1 / 2$

wa:スロット幅

この関数の Fourier 変換は次のようになる。

$$F(M_{ay}) = \frac{\sin\frac{k_x w_a}{2}}{\frac{k_x w_a}{2}} \frac{2k_a [\cos k_y h_a - \cos k_a h_a]}{\sin k_a h_a (k_a^2 - k_y^2)} e^{-jk_x x_a - jk_y y_a}$$
(70)

最後に円形マイクロストリップアンテナ上を流れる電流について考察する。円形ディ スク上の境界条件はエッジでの径方向成分がゼロになることである。円形マイクロス トリップアンテナのキャビティモデルからの類推により以下に示す関数系での展開を 行う。この関数系は参考文献 [10] から引用した。

$$\vec{J}^{p}(\rho,\phi) = \sum_{n,m} \left[\hat{\rho}\beta_{mn} J'_{m}(\beta_{mn}\rho) \cos m\phi - \hat{\phi}\frac{m}{\rho} J_{m}(\beta_{mn}\rho) \sin m\phi \right]$$
(71)

$$\vec{J}^{o}(\rho,\phi) = \sum_{n,m} \left[\hat{\rho}\beta_{mn} J'_{m}(\beta_{mn}\rho) \sin m\phi + \hat{\phi}\frac{m}{\rho} J_{m}(\beta_{mn}\rho) \cos m\phi \right]$$
(72)
$$J'_{m}(\beta_{mn}R_{p}) = \frac{\partial J_{m}}{\partial \rho}|_{\rho=R_{p}} = 0$$

 $J_m(\cdot): m$ 次第1種 Bessel 関数 $R_p:$ 円形ディスクの半径





ここで2つの関数系を用いているが、 \bar{J}^p は図7に示すようにX軸上で同軸給電した際に励振されるモードに対応し、便宜上本レポートでは、 TM_{mn}^p モードと呼ぶことにする。また、 \bar{J}^o は \bar{J}^p に直交するモードであり、 TM_{mn}^o モードと呼ぶことにする。また、これらのモードのFourier変換は次のように表されることになる。

$$F(\vec{J}_{mn}^{p}) = 2\pi j^{-m+1} J_{m}(\beta_{mn}R_{p}) \\ \times \left[\hat{x} \left(\frac{\beta_{mn}^{2}}{\beta_{mn}^{2} - \beta^{2}} J_{m}'(\beta R_{p}) \cos m\alpha \cos \alpha + \frac{m J_{m}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}} \sin m\alpha \sin \alpha \right) \right. \\ \left. - \hat{y} \left(\frac{\beta_{mn}^{2}}{\beta_{mn}^{2} - \beta^{2}} J_{m}'(\beta R_{p}) \cos m\alpha \sin \alpha - \frac{m J_{m}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}} \sin m\alpha \cos \alpha \right) \right]$$
(73)

$$F(\vec{J}_{mn}^{o}) = 2\pi j^{-m+1} J_m(\beta_{mn}R_p) \times \left[\hat{x} \left(\frac{\beta_{mn}^2}{\beta_{mn}^2 - \beta^2} J'_m(\beta R_p) \sin m\alpha \cos \alpha - \frac{m J_m(\beta R_p)}{\beta R_p} \cos m\alpha \sin \alpha \right) + \hat{y} \left(\frac{\beta_{mn}^2}{\beta_{mn}^2 - \beta^2} J'_m(\beta R_p) \sin m\alpha \sin \alpha + \frac{m J_m(\beta R_p)}{\beta R_p} \cos m\alpha \cos \alpha \right) \right]$$

$$(74)$$

また、前節で得られた行列の要素のうち、グリーン関数と展開関数の性質より、

$$[C_m^P] = -[D_m^P] \tag{75}$$

$$[E_m] = -[C_m^{ml}] \tag{76}$$

が成り立つ。この証明は省略させてもらうが、この関係式が成り立つのは電磁界の双 対性による。

2.4 励振方法とSパラメータの導出[8]

マイクロストリップ線路上ので電流分布を PWS モードで展開したために、電圧源 としてはデルタ関数を用いる。これは一般的に用いられるモーメント法のデルタギャッ プ励振に対応している。この励振電圧源はアンテナあるいはスロットの影響がないよ うに、これらから十分離れたところに置くものとする。

その結果得られる電流値より、電流の最大値 I_{max} 、最小値 I_{min} 、及びそれらの座 標 $x_{max}x_{min}$ が分かる。よって、これらより、反射係数 Γ 、入力インピーダンス Z_{in} は

次のように求まる。

$$VSWR = \frac{|I_{max}|}{|I_{min}|} \tag{77}$$

$$|\Gamma| = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \tag{78}$$

$$\arg \Gamma = -2k_e x_{min} \tag{79}$$

$$Z_{in} = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \tag{80}$$

2.5 数值積分

(58) 式の各行列要素は (42)(43)(49)(55)(56)(57) 各式に示す通り、2重の無限積分 で定義されている。そこで、以下に示すように座標変換を行うと、

$$k_{x} = \beta \cos \alpha$$

$$k_{y} = \beta \sin \alpha$$

$$\beta = \sqrt{k_{x}^{2} + k_{y}^{2}}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{k_{y}}{k_{x}}\right)$$

$$\frac{1}{4\pi^{2}} \int \int_{-\infty}^{\infty} (\cdot) dk_{x} dk_{y} = \frac{1}{4\pi^{2}} \int_{0}^{\infty} \int_{0}^{2\pi} (\cdot) \beta d\beta d\alpha \qquad (81)$$

となる。またαによる対称性を用いることにより、 解析例の場合には、

$$[*]_{nm} = \frac{1}{4\pi^2} \int_0^\infty \int_0^{2\pi} (\cdot)\beta d\beta d\alpha$$
$$= \frac{1}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^{\pi/2} (\cdot)\beta d\beta d\alpha \tag{82}$$

と、第一象限のみの積分で十分になる。この導出は簡単なのでここでは省略する。こ こで注意して欲しいのは、すべてのアンテナに対してこの対称性により積分が第一象 限に限定されるわけでない。場合によっては第一象限と第二象限の積分、あるいは四 象限すべての積分が必要な場合がある。それは個々について、グリーン関数と展開関 数の性質をきちんとみる必要がある。

一方、β方向への積分は大きく分けて4つの領域に分離することができる。

$$[*]_{nm} = \frac{1}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^{\pi/2} (\cdot)\beta d\beta d\alpha$$

$$= \frac{1}{\pi^2} \int_0^{k_0} \int_0^{\pi/2} (\cdot)\beta d\beta d\alpha$$

$$+ \frac{1}{\pi^2} \int_{k_0}^{\varepsilon_r k_0 |_{max}} \int_0^{\pi/2} (\cdot)\beta d\beta d\alpha$$

$$+ \frac{1}{\pi^2} \int_{\varepsilon_r k_0 |_{max}}^\infty \int_0^{\pi/2} (\cdot)\beta d\beta d\alpha$$

$$+ \sum \frac{1}{\pi^2} \int_0^{\pi/2} (\cdot) |_{\beta = pole} \beta d\alpha$$
(83)

ここで、1つ目は放射に関する積分、2つ目、3つ目はリアクタンスに関する積分、 4つ目はグリーン関数の極、つまり表面波モードによる損失に関する積分である。ま た各領域において、

$$k_{z1} = \sqrt{\varepsilon_{rs}k_0^2 - \beta^2} \quad RegionI \& II$$
$$= -j\sqrt{\beta^2 - \varepsilon_{rs}k_0^2} \quad Region \ III \qquad (84)$$

$$k_{z2} = \sqrt{k_0^2 - \beta^2} \quad RegionI$$
$$= -j\sqrt{\beta^2 - k_0^2} \quad RegionII \& III \tag{85}$$

となる。ここで、マイナス符号は放射条件を満足するようにつけられている。

次に極の取り扱いについて述べる。(42)(43)(49)(55)(56)(57)各式に示す通り、各 行列要素には必ずTEまたはTMのモード特性方程式が分母に来ている。そのため、 特性方程式の解が被積分関数の極になる。そのため、積分ではこの極の取り扱いに注 意をしなければならない。一般にアンテナで用いる基板は使用する波長に比較して非 常に薄い基板を用いるために、TEモードについては普通はカットオフ以下であり問 題ない(しかしながら確かめる必要はある)。一方TMモードについては高次モードに ついては普通はカットオフ以下なので問題とはならない。しかしながら、TM₀モード はカットオフがないために常に存在する。このモードがフェーズドアレーアンテナの スキャンブラインドネスの原因となる。

ここで、 TM モード、 TE モードの特性方程式であるが、 それぞれ β の関数であり、 α には無関係である。よって、極の取り扱いは β についてのみでよいことになる。



この極の計算は次のように行う。 TM_0 モードの極が $\beta = \beta_{m0}$ に存在すると仮定する。そうすると、積分路 C_1 は $\beta = \beta_{m0}$ 以外では実軸上を通り、 $\beta = \beta_{m0}$ 付近では極を避けるように極から R だけ離れた積分路 C_2 を通るものとする。この C_2 について、複素関数の積分に関する定理:

定理: $\beta = \beta_0$ が一位の極である時、積分路を

$$C_r : \beta = \beta_{m0} + Re^{j\theta}$$
$$\theta_1 \le \theta \le \theta_2, 0 \le \theta_1 - \theta_2 \le 2\pi, R \ge 0$$

とすれば、

$$\lim_{R \to 0} \int_{C_r} f(\beta) d\beta = j(\theta_1 - \theta_2) \operatorname{Res} f(\beta)$$
(86)

となる。



図9: 複素積分の定理の説明

ここで、 $Resf(\beta)$ は $f(\beta)$ の留数であり、次のように定義される。

留数の定義: z₀の近傍で z₀自身を除く領域で成立するローラン展開を

$$f(z) = \sum_{-\infty}^{\infty} A_n (z - z_0)^n \tag{87}$$

とする。そのうち、 $(z - z_0)^{-1}$ の係数を留数という。 上の定義は数学的に厳密な定義であるが、実際には

$$f(z)=rac{f_1(z)}{f_2(z)}$$

で、 $f_2(z)$ の解 z_2 のまわりでテイラー展開すると、

$$f_2(z) = \sum_n \frac{f_2^n(z_2)}{n!} (z - z_2)^n \tag{88}$$

となる。ここで、

$$f_2^n = \frac{\partial^n f_2}{\partial z^n}$$

である。よって、この場合の留数は

$$Resf(z) = \frac{f_1(z_2)}{\frac{\partial f_2}{\partial z}|_{z=z_2}}$$
(89)

よって、(83)式の最後の積分は積分定理(86)式より、

$$\frac{1}{\pi^2} \int_0^{\pi/2} (\cdot)|_{\beta=\beta_{m0}} \beta d\alpha = -j \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi/2} \operatorname{Res}(\cdot)|_{\beta=\beta_{m0}} \beta d\alpha \tag{90}$$

2.6 励振モードとスロットの関係



図10:Yオフセットした円形パッチ

図10に示しているようにスロットを Y 軸に沿ってオフセットした際の円形パッチ 上のモードとの関係を求める。まずは Y 方向にオフセットしたスロットと TM_{1n}^p モー ドとの関係を求める。各展開関数の Fourier 変換は以下のように表される。

$$F(J_{1x}^{p}) = 2\pi R_{p} J_{1}(\beta_{1n} R_{p}) \left[\frac{\beta_{1n}^{2}}{\beta_{1n}^{2} - \beta^{2}} J_{1}'(\beta R_{p}) \cos^{2} \alpha + \frac{J_{1}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}} \sin^{2} \alpha \right]$$
(91)

$$F(J_{1y}^p) = 2\pi R_p J_1(\beta_{1n} R_p) \left[\frac{\beta_{1n}^2}{\beta_{1n}^2 - \beta^2} J_1'(\beta R_p) - \frac{J_1(\beta R_p)}{\beta R_p} \right] \sin \alpha \cos \alpha$$
(92)

$$F(M_{ay}) = \frac{\sin\frac{k_x w_a}{2}}{\frac{k_x w_a}{2}} \frac{2k_a [\cos k_y h_a - \cos k_a h_a]}{\sin k_a h_a (k_a^2 - k_y^2)} e^{-jk_y y_0}$$
(93)

よって、

$$\begin{split} &[F(J_{1x}^{p})G_{xy}^{EM(II)}F(M_{ay})] \\ &= \frac{1}{4\pi^{2}}\int_{0}^{\infty}\int_{0}^{2\pi}2\pi R_{p}J_{1}(\beta_{1n}R_{p})\left[\frac{\beta_{1n}^{2}}{\beta_{1n}^{2}-\beta^{2}}J_{1}'(\beta R_{p})\cos^{2}\alpha + \frac{J_{1}(\beta R_{p})\sin^{2}\alpha}{\beta R_{p}}\right] \\ &\times \left[\frac{jk_{x}^{2}(\varepsilon_{rp}-1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}}\right]\frac{\sin \frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}}\frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a}-\cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2}-k_{y}^{2})}e^{-jk_{y}y_{0}}\beta d\beta d\alpha \\ &= \frac{1}{\pi^{2}}\int_{0}^{\infty}\int_{0}^{\pi/2}2\pi R_{p}J_{1}(\beta_{1n}R_{p})\left[\frac{\beta_{1n}^{2}}{\beta_{1n}^{2}-\beta^{2}}J_{1}'(\beta R_{p})\cos^{2}\alpha + \frac{J_{1}(\beta R_{p})\sin^{2}\alpha}{\beta R_{p}}\right] \\ &\times \left[\frac{jk_{x}^{2}(\varepsilon_{rp}-1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}}\right]\frac{\sin \frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}}\frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a}-\cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2}-k_{y}^{2})}\cos(k_{y}y_{0})\beta d\beta d\alpha \end{split}$$

$$\begin{split} &[F(J_{1y}^{p})G_{xy}^{EM(II)}F(M_{ay})] \\ &= \frac{1}{4\pi^{2}}\int_{0}^{\infty}\int_{0}^{2\pi}2\pi R_{p}J_{1}(\beta_{1n}R_{p})\left[\frac{\beta_{1n}^{2}}{\beta_{1n}^{2}-\beta^{2}}J_{1}'(\beta R_{p}) + \frac{J_{1}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}}\right]\sin\alpha\cos\alpha \\ &\times \frac{jk_{x}k_{y}(\varepsilon_{rp}-1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}}\frac{\sin \frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}}\frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a}-\cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2}-k_{y}^{2})}e^{-jk_{y}y_{0}}\beta d\beta d\alpha \\ &= \frac{1}{\pi^{2}}\int_{0}^{\infty}\int_{0}^{\pi/2}2\pi R_{p}J_{1}(\beta_{1n}R_{p})\left[\frac{\beta_{1n}^{2}}{\beta_{1n}^{2}-\beta^{2}}J_{1}'(\beta R_{p}) + \frac{J_{1}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}}\right]\sin\alpha\cos\alpha \\ &\times \frac{jk_{x}k_{y}(\varepsilon_{rp}-1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}}\frac{\sin \frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}}\frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a}-\cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2}-k_{y}^{2})}\cos(k_{y}y_{0})\beta d\beta d\alpha \end{split}$$

となる。よって、 $y_0 = 0$ 、つまりスロットがパッチ直下にあるときに結合が一番強くなることがわかる。

次にセカンドモードについて考える。まず、 TM_{2n}^p モードとの関係を求める。

$$F(J_{2x}^p) = -j2\pi R_p J_2(\beta_{2n} R_p) \left[\frac{\beta_{2n}^2}{\beta_{2n}^2 - \beta^2} J_2'(\beta R_p) \cos 2\alpha \cos \alpha + \frac{2J_2(\beta R_p)}{\beta R_p} \sin 2\alpha \sin \alpha \right]$$
(96)

$$F(J_{2y}^p) = -j2\pi R_p J_2(\beta_{2n} R_p) \left[\frac{\beta_{2n}^2}{\beta_{2n}^2 - \beta^2} J_2'(\beta R_p) \sin \alpha \cos 2\alpha - \frac{2J_2(\beta R_p)}{\beta R_p} \sin 2\alpha \cos \alpha \right]$$
(97)

$$[F(J_{2y}^p)G_{xy}^{EM(II)}F(M_{ay})]$$

$$= \frac{1}{4\pi^2} \int_0^\infty \int_0^{2\pi} -j2\pi R_p J_2(\beta_{2n} R_p) \left[\frac{\beta_{2n}^2}{\beta_{2n}^2 - \beta^2} J_2'(\beta R_p) \cos 2\alpha \cos \alpha + \frac{2J_2(\beta R_p)}{\beta R_p} \sin 2\alpha \sin \alpha \right] \\ \times \left[\frac{jk_x^2(\varepsilon_{rp} - 1) \sin k_{z1} d_p}{T_e^{(II)} T_m^{(II)}} \right] \frac{\sin \frac{k_x w_a}{2}}{\frac{k_x w_a}{2}} \frac{2k_a [\cos k_y h_a - \cos k_a h_a]}{\sin k_a h_a (k_a^2 - k_y^2)} e^{-jk_y y_0} \beta d\beta d\alpha$$

$$= 0$$
(98)

$$\begin{aligned} [F(J_{2y}^{p})G_{xy}^{EM(II)}F(M_{ay})] \\ &= \frac{1}{4\pi^{2}} \int_{0}^{\infty} \int_{0}^{2\pi} -j2\pi R_{p}J_{2}(\beta_{2n}R_{p}) \left[\frac{\beta_{2n}^{2}}{\beta_{2n}^{2} - \beta^{2}} J_{2}'(\beta R_{p}) \sin \alpha \cos 2\alpha - \frac{2J_{2}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}} \sin 2\alpha \cos \alpha \right] \\ &\times \left[\frac{jk_{x}^{2}(\varepsilon_{rp} - 1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}} \right] \frac{\sin \frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}} \frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a} - \cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2} - k_{y}^{2})} e^{-jk_{y}y_{0}}\beta d\beta d\alpha \\ &= 0 \end{aligned}$$
(99)

この結果より、 TM_{2n}^p モードは励振されないことになる。一方 TM_{2n}^o モードについては、

$$F(J_{2x}^{o}) = -j2\pi R_p J_2(\beta_{2n} R_p) \left[\frac{\beta_{2n}^2}{\beta_{2n}^2 - \beta^2} J_2'(\beta R_p) \sin 2\alpha \cos \alpha - \frac{2J_2(\beta R_p)}{\beta R_p} \cos 2\alpha \sin \alpha \right]$$
(100)

$$F(J_{2y}^{o}) = -j2\pi R_p J_2(\beta_{2n}R_p) \left[\frac{\beta_{2n}^2}{\beta_{2n}^2 - \beta^2} J_2'(\beta R_p) \sin\alpha \sin 2\alpha + \frac{2J_2(\beta R_p)}{\beta R_p} \cos 2\alpha \cos\alpha \right]$$
(101)

$$\begin{aligned} &[F(J_{2x}^{o})G_{xy}^{EM(II)}F(M_{ay})] \\ &= \frac{1}{4\pi^{2}} \int_{0}^{\infty} \int_{0}^{2\pi} -j2\pi R_{p}J_{2}(\beta_{2n}R_{p}) \left[\frac{\beta_{2n}^{2}}{\beta_{2n}^{2} - \beta^{2}} J_{2}'(\beta R_{p}) \sin 2\alpha \cos \alpha - \frac{2J_{2}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}} \cos 2\alpha \sin \alpha \right] \\ &\times \left[\frac{jk_{x}^{2}(\varepsilon_{rp}-1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}} \right] \frac{\sin \frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}} \frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a} - \cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2} - k_{y}^{2})} e^{-jk_{y}y_{0}}\beta d\beta d\alpha \\ &= \frac{1}{\pi^{2}} \int_{0}^{\infty} \int_{0}^{\pi/2} -j2\pi R_{p}J_{2}(\beta_{2n}R_{p}) \left[\frac{\beta_{2n}^{2}}{\beta_{2n}^{2} - \beta^{2}} J_{2}'(\beta R_{p}) \sin 2\alpha \cos \alpha - \frac{2J_{2}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}} \cos 2\alpha \sin \alpha \right] \\ &\times \left[\frac{jk_{x}^{2}(\varepsilon_{rp}-1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}} \right] \frac{\sin \frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}} \frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a} - \cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2} - k_{y}^{2})} \sin (k_{y}y_{0})\beta d\beta d\alpha \end{aligned} \tag{102}$$

$$\begin{aligned} [F(J_{2y}^{o})G_{xy}^{EM(II)}F(M_{ay})] \\ &= \frac{1}{4\pi^{2}}\int_{0}^{\infty}\int_{0}^{2\pi} -j2\pi R_{p}J_{2}(\beta_{2n}R_{p}) \left[\frac{\beta_{2n}^{2}}{\beta_{2n}^{2}-\beta^{2}}J_{2}'(\beta R_{p})\sin\alpha\sin2\alpha + \frac{2J_{2}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}}\cos2\alpha\cos\alpha\right] \\ &\times \left[\frac{jk_{x}^{2}(\varepsilon_{rp}-1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}}\right]\frac{\sin\frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}}\frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a}-\cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2}-k_{y}^{2})}e^{-jk_{y}y_{0}}\beta d\beta d\alpha \\ &= \frac{1}{\pi^{2}}\int_{0}^{\infty}\int_{0}^{\pi/2} -j2\pi R_{p}J_{2}(\beta_{2n}R_{p})\left[\frac{\beta_{2n}^{2}}{\beta_{2n}^{2}-\beta^{2}}J_{2}'(\beta R_{p})\sin\alpha\sin2\alpha + \frac{2J_{2}(\beta R_{p})}{\beta R_{p}}\cos2\alpha\cos\alpha\right] \\ &\times \left[\frac{jk_{x}^{2}(\varepsilon_{rp}-1)\sin k_{z1}d_{p}}{T_{e}^{(II)}T_{m}^{(II)}}\right]\frac{\sin\frac{k_{x}w_{a}}{2}}{\frac{k_{x}w_{a}}{2}}\frac{2k_{a}[\cos k_{y}h_{a}-\cos k_{a}h_{a}]}{\sin k_{a}h_{a}(k_{a}^{2}-k_{y}^{2})}\sin(k_{y}y_{0})\beta d\beta d\alpha \end{aligned} \tag{103}$$

よって TM_{2n}^{o} モードは、スロットが円形マイクロストリップアンテナの中心にあると きには励振されず、スロットが Y 軸に沿ってオフセットされることにより発生するこ とがこの数式から得られる。

2.7 計算結果

次に実際の計算結果について述べる。計算に用いた Y 軸に沿ったオフセット結合マ イクロストリップアンテナの各パラメータを表1に示す。また、円形ディスク上の展 開関数としては解の収束性をみながら、 TM_{11}^p 、 TM_{12}^p 、 TM_{31}^p 、 TM_{21}^o 、 TM_{41}^o の 5つのモードで展開している。スロット上は1つの PWS モード、マイクロストリップ 線路上は解析領域として開放スタブを含めて1管内波長とし、その中を40 個の PWS モードで展開している。よって各 PWS モードの間隔 h_s は $\lambda_g/40$ としている。いずれ も解の収束性をみながら決定している。

誘電体の比誘電率 (給電線路)	$\varepsilon_{rs} = 2.60$
誘電体の厚さ (給電線路)	$d_s = 0.78 \text{ mm}$
誘電体の比誘電率 (アンテナ)	$\varepsilon_{rs} = 2.60$
誘電体の厚さ (アンテナ)	$d_p = 3.16 \text{ mm}$
マイクロストリップ幅	$w_s = 2.24 \operatorname{mm}(Z_m = 50\Omega)$
スロット長	$L_a = 20.0$ mm
スロット幅	$w_a = 1.5 \text{ mm}$
スロットオフセット	$y_0 = 20.0 \text{ mm}$
円形ディスク半径	$R_p = 32.0 \text{ mm}$
開放スタブ長	18.0 mm

表1:Yオフセット円形パッチのパラメータ



図11:計算値と測定値の比較(反射損失)

図11に計算した反射損失と実測値との比較を行っている。図中、計算値が2つ出ているが、そのうちー点鎖線が誘電体の比誘電率をカタログ値 $\epsilon_{rp} = 2.60$ にした場合の計算値、実線は $\epsilon_{rp} = 2.64$ とした場合の計算値である。 $\epsilon_{rp} = 2.60$ の計算値では実測値との間で周波数シフトがみられるが、 $\epsilon_{rp} = 2.64$ とすることによりこの周波数シフトがなくなっている。この原因のひとつとしては、実際に使用した誘電体の比誘電率がカタログ値と異なることが考えられる。

また、付録に解析に用いた Fortran プログラムを添付したので、具体的な計算のや り方はそちらを参照されたい。

3 解析例 II(X 軸オフセット MSA)



図12:Xオフセットした円形パッチ

次にスロットをx軸に沿ってオフセットした場合 (図12)について、結果だけを述べる。定式化は2章で述べたものとほぼ同一であり、唯一異なる点は円形ディスク上に励振されるモードが異なることである [12][13]。2章の2.6節と同様の計算を行うと励振されるモードは、

 $TM_{1n}^p, TM_{3n}^p, \cdots, TM_{(2N-1)n}^p, \cdots,$

 $TM_{0n}, TM_{2n}^p, \cdots, TM_{(2N)n}^p, \cdots,$

となる。奇数次モードは y 軸オフセットの場合と同様であるが、偶数次モードが y 軸 オフセットの場合のモードに直交するモードが励振されることになる。

解析及び実験に用いたアンテナのパラメータを表2に示す。ここでも前節同様 $\varepsilon_{rp} = 2.60 \rightarrow 2.62$ としている。図13にその結果を示す。両者はほぼ一致していることがわかる。前章と本章の結果より、プログラムの有効性が示された。

誘電体の比誘電率(給電線路)	$\varepsilon_{rs} = 2.60$
誘電体の厚さ (給電線路)	$d_s = 0.78 \text{ mm}$
誘電体の比誘電率 (アンテナ)	$\varepsilon_{rs} = 2.60$
誘電体の厚さ (アンテナ)	$d_p = 3.16 \text{ mm}$
マイクロストリップ幅	$w_s = 2.24 \mathrm{mm}(Z_m = 50\Omega)$
スロット長	$L_a = 25.0 \text{ mm}$
スロット幅	$w_a = 1.5 \text{ mm}$
スロットオフセット	$x_0 = -20.0 \text{ mm}$
円形ディスク半径	$R_p = 32.0 \text{ mm}$
開放スタブ長	24.5 mm



図13:計算値と測定値の比較(反射損失、X-offset)

4 まとめ

スロット結合マイクロストリップアンテナの解析としてスペクトル領域法について、 定式化を中心として述べた。また簡単な計算例として、x軸及びy軸にスロットをオ フセットした場合の特性について計算を行い、実測値との比較を行った。その結果、 両者とも良好な結果を得た。本レポートにおいて示した定式化は一番簡単ではあるが 基本となるものであり、この定式化を応用して直交2点給電スロット結合マイクロス トリップアンテナ [12][13] などへの拡張も容易である。また今回は定式化及び計算を行 わなかったが、スペクトル領域法は無限アレーアンテナの解析にも適用することがで きる。無限アレーへの拡張も数学的には(無限積分)→(無限級数)となるだけであり、 数値計算自体も簡単になる。無限アレーアンテナの解析に関する参考文献 [5][6][14][15] も挙げておくので、興味があった場合には参照されたい。

5 謝辞

本研究を行うにあたりご指導・御助言戴いた猪股社長、唐沢室長はじめ無線通信第 一研究室の各位に深謝致します。

[参考文献]

参考文献

- [1] 伊藤龍雄, "11章 スペクトル領域法"電磁波問題の基礎解析法, 電子情報 通信学会編、1987.10.
- [2] A. K. Bhattacharyya, "Electromagnetic Fields in Multilayered Structures - Theory and Applications-" Artech House, 1994.
- [3] N. K. Das and D. M. Pozar, "A Genralized Spectral-Domain Gresn's Function for Multilayer Dielectric Substrates with Application to Multilayer Transmission Lines" IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol. MTT-35, pp.326-335, Mar. 1987.
- [4] R. W. Jackson and D. M. Pozar, "Full-Wave Analysis of Microstrip Open-End and Gap Discontinuities" IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol. MTT-33, pp.1036-1042, Oct. 1985.
- [5] D. M. Pozar and D. H. Schabert, "Scan Blindness in Infinite Phased Arrays of Printed Dipoles" IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-32,pp.602-610, Jun. 1984.
- [6] D. M. Pozar, "Analysis of an Ininite Phased Array of Aperture Coupled Microstrip Patches" IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-37,pp.418-425, Apr. 1989.
- [7] D. H. Schaubert, "Analysis of an Aperture Coupled Microstip Antenna" IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-34, pp.977-984, Aug. 1986.

- [8] M. Davidovitz and Y. T. Lo, "Rigonous Analysis of a Circular Patch Antenna Excited by a Microstrip Transmission Line" IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-37, pp.949-958, Aug. 1989.
- [9] D. M. Pozar, "Reciprocity Method of Analysis of Printed Slots and Slot Coupled Microstrip Antennas" IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-34,pp.1439-1446, Apr. 1987.
- [10] J. T. Aberle and D. M. Pozar, "Analysis of Infinite Arrays of One and Two-Probe-fed circular Patches" IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-38,pp.421-432, Apr. 1990.
- [11] 廣池,守田,田中,"応用解析学"共立出版、 1982.
- [12] Y. Murakami, W. Chujo, I. Chiba, and M. Fujise, "A Study on Mutual Coupling between Two Ports of Dual Slot-Coupled Microstrip Antennas" IEICE Trans. Commun. Vol. E77-B, pp.815-822, June 1994.
- [13] 村上, "スロット結合型円形マイクロストリップアンテナの端子間相互結合 特性" ATR テクニカルレポート、TR-O-0067.
- [14] N. Das and D. M. Pozar, "Multiport Scattering Analysis of General Multilayered Printed Antennas Fed by Multiple Feed Ports: Part I - Theory-" IEEE Trans. Antennas Propagat. Vol. AP-40, pp.469-481, May 1992.
- [15] N. Das and D. M. Pozar, "Multiport Scattering Analysis of General Multilayered Printed Antennas Fed by Multiple Feed Ports: Part II -Applications-" IEEE Trans. Antennas Propagat. Vol. AP-40, pp.482-491, May 1992.

付録:

Yオフセットスロット結合マイクロストリップアンテナの解析プログラム

Fortran source プログラムとして、

·yoff_lp.f ·besjt.f

 \cdot tledc. f

を添付する。このうち、yoff___1p.fは、

メインプログラム

サブルーチン swave:表面波 TM_0 モードの極を求めるサブルーチン

(Newton 法を用いている)

サブルーチン expans1:円形パッチ上の TM_{1n}^p 、 TM_1^o を求めるサブルーチン

サブルーチン expans2:円形パッチ上の TM_{2n}^p 、 TM_2^o を求めるサブルーチン

サブルーチン expans3:円形パッチ上の TM_{3n}^p 、 TM_3^o を求めるサブルーチン

サブルーチン expans4:円形パッチ上の TM_{4n}^p 、 TM_4^o を求めるサブルーチン から構成される。一方、besjt.f、tledc.f はそれぞれ Bessel 関数を求めるサブルーチン、 複素数の連立一次方程式を消去法を用いて解法するサブルーチンであり、それぞれ自 作したものである。これらのサブルーチンは IMSL などの既存のサブルーチンで置き 換えてもらっても構わない。

メインプログラムについて、多少述べておくと、このプログラムはきちんと階層構 造になるように組まれていない。どちらかというと、手計算の手法をそのまま計算機 に持ち込んだものであり、そのためメインプログラムが非常に長くなっており、読み にくくなっていることは確かである。また、数値積分でも一番単純な0次近似つまり、

$(積分) = \Sigma$ (関数値) × (面積)

という近似をしている。これを一次あるいは高次の近似を用いて計算の精度を挙げる ことが可能である。しかしながら、これには計算機のパワーが必要であり、また時間 が0次近似に比べて相当掛かるにもかかわらずあまり精度がよくならなかったので、 本レポートではやっていない。

これが、現段階でのこのプログラムが解決すべき課題である。本解析に興味を持た れ、より見やすいあるいはより精度の高いプログラムにして戴ければ幸いである。

Mar 15	1995 1	18:22:38	yoff_lp.f	Pag
1	С	########## FILE_NAME YOFF	LP.F ##########	
2	С			
د .	C	- CIRCULAR PATCH	ANTENNA =	
. 4	c	= using SPECTRUM DOMAIN	MOMENT METHOD =	
6	c	= (epsrs > e	psrp) =	
7	c	= yoffset	case =	
8	С	=	=======================================	
9	С	= programmed by Y	asushi Murakami =	
10	С	=	4 22 =	
11	С	= first ed. : 1992	. 4. 23. =	
13	C	+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++		
14	c	+ epsrs : relative permit	tivity of feed substrate +	
15	С	+ epsrp : relative permit	tivity of patch substrate +	
16	С	+ ds : feed side substra	te thickness +	
17	С	+ dp : patch side substra	te thickness +	
18	С	+ wa : slot width	+	
19	С	+ ala : slot length		
20	С	+ rad : circular patch ra	4145 +	
21	C	+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++	******	
22	c	- ak0 : wave number in fr	ee space -	
24	c	- aks : wave number in th	e feed side substrate	
25	c	- akr : wave number in th	e patch side substrate -	
26	c	- ake : effective wave nu	mber in the line -	
27	С	- aka : effective wave nu	mber in the aperture -	
28	с	- z0 : characteristic im	pedance in free space -	
29	С	- ha : segment length of	aperture -	
30	С			
31	С	nkogram meg		
22		parameter (nn=49.n=6.na=1	$n_{s}=40$	
34		implicit double complex (c)	
35		implicit double precision	(a,b,d-h,o-y)	
36		character mode(n)*6		
37		dimension ca(nn,nn),cb(nn),cc(nn),zbes(0:10)	
38	С			
39		data mode/'TM11p:','TM12p	:','TM31p:',	
40		& 'TM210:','TM410	:','Vx :'/	
41	С	de i-1 ee		
42		do i=1, nn		
4.5		ca(i,i) = (0,0d0,0,0d)	0)	
45		enddo	.,	
46		enddo		
47		do i=1,nn		
48		cb(i) = (0.0d0, 0.0d0)		
49		cc(i) = (0.0d0, 0.0d0)		
50		enddo		
51	С	-i - 2 - 0 = 0 = 0 = i = (1 - 0)	1 mi-2 1415026	
52		$p_1=2.000^{asin(1.0)}$	$p_{1=3.1413926}$	
54		acc = 0.2333ac	. light verocity	
55		$c_{1} = (0, 0d0, 1, 0d0)$! complex unit	
56		mm=ns+n		
57	с			
58		epsrp=2.60d0	!dielctric constant(line)	
59		epsrs=2.60d0	!dielctric constant(patch)	
60	С			
61		ds=0.80d-3	substrate thickness(line)	
62		dp=3.20d-3	substrate thickness (patch)	
63		WS=2.25Q-3	(unit:m)	
64		wa = 1.5u = 5 ala=20.0d=3	Islot length (unitim)	
66	C	ara=20.04°5		
	-			

je 1

á

Mar 15	1995 1	8:22:38)	/off_lp.f	Page 2
67		rad=32.0	d-3	<pre>!patch radius (unit:m)</pre>	
68 69		y0=20.0d	-3 0d-3	!offset in y-direction(unit:m)	
70	с	Stub-10.	04-5	open stub lengen (unit.m)	
71 72	с	fre=1.58	5d0	!frequency(unit:GHz)	
73 74 75 76 77 78 79 80		epse=0.50 & /dso ak0=2.0d0 aks=dsqrt ake=dsqrt aka=dsqrt z0=120.00	d0*(epsrs+1.0d0)+0.5 qrt(1.0d0+12.0*ds/ws 0*pi*fre/ac0 t(epsrs)*ak0 t(epsrp)*ak0 t(epse)*ak0 t(0.5d0*(epsrs+epsrp d0*pi	<pre>d0*(epsrs-1.0d0)) !effective dielectric const. ! wavenumber in free space ! wavenumber in line subst. ! wavenumber in patch subst. ! propagat. const. in MSL))*ak0 ! wavenumber in slot !120*pi</pre>	
81	с				
82 83		ha=ala/(r hf=0.04d0	na+1) D*ac0/fre/dsqrt(epse	<pre>! segment length(slot)) ! segment length(line)</pre>	
84 85 86 87 88 89	c	ir1=200 ir2=1500 ir3=1200 it=90	division no. in division no. in division no. in division no. of	regin 1 and 2 regin 3-1 regin 3-2 alpha	
90 91 92	c	bt11=1.84 call besj bja=dble(112d0/rad jt(1.8412e0,zbes,9,i (zbes(1)) !eige	nd) envalue of TM11	
94 95 96		bt21=3.05 call besj bjb=dble(542d0/rad jt(3.0542e0,zbes,9,in (zbes(2)) !eige	nd) envalue of TM21	
98 99 100 101 (c	bt31=4.20 call besj bje=dble(012d0/rad it(4.2012e0,zbes,9,ir (zbes(3)) !eige	nd) envalue of TM31	
102 103 104 105 d	c	bt12=5.33 call besj bjc=dble(14d0/rad t(5.3314e0,zbes,9,ir zbes(1)) !eige	nd) envalue of TM12	
106 107 108 109 d		bt41=5.31 call besj bjd=dble(.76d0/rad t(5.3176e0,zbes,9,ir zbes(4)) !eige	nd) envalue of TM41	
110 111 112 113		rint=ak0/ tint=0.5d rr=0.5d0* ma=ns+1	irl 10*pi/it rint		
114 c 115 c 116 117	==	==== Integ do 1 i=1, area=r	ral in the first rec ir1 r*rint*tint	jion =====	
118 119 120 121 122 123 124		tt=0.5 do 2 j akx aky akz akz akz	d0*tint =1,it =rr*dcos(tt) =rr*dsin(tt) 1=dsqrt(aks*aks-rr*r 3=dsqrt(akr*akr-rr*r 2=dsqrt(ak0*ak0-rr*r	rr) rr) rr)	
125 126 127 128 129 130 131 132		fys fxs fya fxa cte cte ctm ctm	=2.0d0*dsin(0.5d0*ak =2.0d0*dsin(0.5d0*ak =2.0d0*dsin(0.5d0*ak s=akz1*dcos(akz1*ds) p=akz3*dcos(akz3*dp) s=epsrs*akz2*dcos(ak	<pre>xy*ws)/(aky*ws) xx*ws)/(akx*ws) yy*wa)/(akx*wa) xx*wa)/(akx*wa) +cj*akz2*dsin(akz1*ds) +cj*akz2*dsin(akz3*dp) zz1*ds)+cj*akz1*dsin(akz1*ds) z3*dp)+cj*akz3*dsin(akz3*dp)</pre>	

Γ

Mar 15	1995	18:22:38	yoff_lp.f	Page 3
133	C			
134	c		areen's function for strip (x) to strip (x)	
135			cfgs1=(aks*aks-akx*akx)*akz2*dcos(akz1*ds)	
·136		&	+cj*(ak0*ak0-akx*akx)*akz1*dsin(akz1*ds)	
137			cgsxx=-cj*z0*cfgs1*dsin(akz1*ds)/(ak0*ctes*ctms)	
138	С		green's function for slot(y) to strip (x)	
140			cigs2=cj^akx^akx^(epsis=1.0d0)^dsin(akzi^ds)/(cles*clms)	
140			cigs)=ak21/cles	
142	с		CG3XY-C1G32 C1G33	
143	c		green's function for slot(y) to slot(y)	
144			cgsy1=akz1*dcos(akz1*ds)+cj*epsrs*akz2*dsin(akz1*ds)	
145			cgsy2=(aks*aks-aky*aky)/(akz1*ctms)	
146			cgsy3=aky*aky*akz1*(epsrs-1.0d0)/ctes/ctms	
147			cgpy1=akz3*dcos(akz3*dp)+cj*epsrp*akz2*dsin(akz3*dp)	
148			cgpy2 = (akr*akr-aky*aky) / (akz3*ctmp)	
149			$cgpys=aky^aky^akzs^a(epsip=1.000)/ccep/ccmpcabmar=-(casy1*casy2=casy3+cany1*cany2=cany3)/(ak0*z0)$	
151	с		CGIMAAA CG2AAT CG2AAT CG2AAT CG5AAT CG5AAT CG5AAA CG4AAA	
152	c	-	green's function for patch (X) to patch (X)	
153			cfgp1=(akr*akr-akx*akx)*akz2*dcos(akz3*dp)	
154		&	+cj*(ak0*ak0-akx*akx)*akz3*dsin(akz3*dp)	
155			cgejxx=-cj*z0*cfgp1*dsin(akz3*dp)/(ak0*ctep*ctmp)	
156	С		green's function for patch (Y) to patch (Y)	
157			cigp2 = (akr*akr-aky*aky)*akz2*dcos(akz3*dp)	
150		à	$+c_{1}^{(ak_{1},ak_{2},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3},ak_{3$	
160	~		$cge_Jyy=-c_J^2z^{-}c_Jgpz^{-}dsin(axz^{-}dp)/(axt^{-}ccep)$	
161	C		cfgp3=akz2*dcos(akz3*dp)+cj*akz3*dsin(akz3*dp)	
162			cgejxy=cj*z0*akx*aky*cfgp3*dsin(akz3*dp)/(ak0*ctep*ctmp)	
163	С			
164	С		green's function for slot(y) to patch (x)	
165			cfgp4=cj*akx*akx*(epsrp-1.0d0)*dsin(akz3*dp)/(ctep*ctmp)	
166			cfgp5=akz3/ctep	
167			cgemxy=cigp4-cigp5	
160	С		green's function for slot(y) to patch (y)	
170	C		cyemyy-cj akk aky (epsip-1.000) usin(akz) up//(ccep comp/	
171	c		Piecewise sinusoidal mode	
172			f0=2.0d0*ake*(dcos(ake*hf)-dcos(akx*hf))	
173		&	/(akx*akx-ake*ake)/dsin(ake*hf)	
174			fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha))	
175		&	/(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha)	
177			call expansi(rad, btil, rr, tt, bja, pi, ixpli, iypli, ixoli, iyoli)	
178			call expansi(rad, btl2, rr, tt, bjc, pi, 1xp12, 1yp12, 1xo12, 1yo12) call expans2(rad, bt21, rr, tt, bjb, pi, fxp21, fxp21, fxp21, fxp21)	
179			call expans3(rad,bt31,rr,tt,bje,pi,fxp31,fxp31,fxo31,fxo31)	
180			call expans4(rad, bt41, rr, tt, bjd, pi, fxp41, fyp41, fxo41, fyo41)	
181	С			
182			cgal=fxpll*fxpll*cgejxx+2.0d0*fxpll*fypll*cgejxy	
183		&	+fyp11*fyp11*cgejyy	
184			cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy	
185		& .	+fyp12*fyp12*cgejyy	
107		C -	<pre>cgas=rxpl1^rxpl2^cgejxx+(rxpl1^rypl2+rxpl2^rypl1)^cgejxy +fxpl1*fxpl2*cgejxy</pre>	
188		CC .	cgbl=fxo21*fxo21*cgejxy+2 0d0*fxo21*fvo21*cgejxy	
189		æ	+fvo21*fvo21*cgejvv	
190		-	cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgeixv	
191		&	+fyo41*fyo41*cgejyy	
192			cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy	
193		&	+fyo21*fyo41*cgejyy	
194			cgcl=fxp31*fxp31*cgejxx*2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy	
195		8	+IYD31*tyD31*cgeJyy	
107		£.	<pre>cgcz=ixpii^ixpji^cgejxx+(ixpii^iypji+ixpji^iypii)^cgejxy +fum11*fum31*cgejuy</pre>	
198		u	cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fvp12+fxp12*fvp31)*cgejxy	

Mar 15	1995	18:22:38	yoff_lp.f
199		&	+fyp31*fyp12*cgejyy
200	С		
201			ca(1, 1)=ca(1, 1)+cgal*area
202			ca(1, 2)=ca(1, 2)+cga3*area
204			ca(3, 3)=ca(3, 3)+cgc1*area
205			ca(1, 3)=ca(1, 3)+cgc2*area
206			ca(2, 3)=ca(2, 3)+cgc3*area
207			$ca(4, 4)=ca(4, 4)+cgpl^area$ ca(5, 5)=ca(5, 5)+cgb2*area
209			ca(4, 5)=ca(4, 5)+cgb3*area
210			<pre>ca(6, 6)=ca(6, 6)+fxa*fxa*fay*fay*cghmyy*area</pre>
211	С		
212		£	<pre>ca(1,0)=ca(1,0)+ixa^iay^(cgemxy^ixpii+cgemyy^iypii) *dcos(akv*v0)*area</pre>
214		u	ca(2,6)=ca(2,6)+fxa*fay*(cgemxy*fxp12+cgemyy*fyp12)
215		&	*dcos(aky*y0)*area
216		-	<pre>ca(3,6)=ca(3,6)+fxa*fay*(cgemxy*fxp31+cgemyy*fyp31)</pre>
217		à	$\alpha \cos(\alpha Ky^{y})$ area ca(4, 6) = ca(4, 6) = fxa*fav*(ccemyv*fxo2) + ccemyv*fyo2)
219		&	*dsin(aky*y0)*area
220			<pre>ca(5,6)=ca(5,6)-fxa*fay*(cgemxy*fxo41+cgemyy*fyo41)</pre>
221	_	&	*dsin(aky*y0)*area
222	С		do 101 k=1.ns
224			xm = (k-1) * hf
225			xn=stub-(ns-k+1)*hf
226		c	ca(n+k, n+1) = ca(n+k, n+1) + fys*fys*f0*f0*cgsxx
227		à	ca(6.n+k)=ca(6.n+k)-fys*f0*fya*fay*cgsxy
229		&	*dcos(akx*xn)*area
230	101		continue
231	С		++_++ + + + + + + + + + + + + + + + + +
233	2	cor	tinue
234	-	rr=	rr+rint
235	1	contin	ue
236	~	print	*,' Integral 1 finished.'
238	C	call s	wave(epsrs.ak0.ds.poles.inds)
239		if(ind	ls.ne.0) go to 91
240	~ 1	print	*,' (poles/ak0) = ',poles/ak0
241	91	call s	wave(epsrp,ak0,dp,polep,indp)
242		print	*,' $(polep/ak0) = ', polep/ak0$
244 0	C	-	
245	92	contin	ue
246 0		======	= Integral in the second region (2-1) ======
248	0	tint=0	.5d0*pi/it
249		rint=(akr-ak0)/ir1
250		rr=ak0	+0.5d0*rint
251 252		do 3 1 are	=1,1r1 a=rr*rint*tint
253		tt=	0.5d0*tint
254		akz	1=dsqrt(aks*aks-rr*rr)
255		akz	3=dsqrt(akr*akr-rr*rr)
257		do	4 i=1.it
258			akx=rr*dcos(tt)
259			aky=rr*dsin(tt)
260 0	2		f_{xa-2} $dd_{xd_{xin}}(0.5d0_{xa}+x_{xin})/(x_{xin})$
262			fva=2.0d0*dsin(0.5d0*akv*wa)/(akv*wa)
263			fys=2.0d0*dsin(0.5d0*aky*ws)/(aky*ws)
264			fxs=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*ws)/(akx*ws)

Page 4

Mar 15 1	995 18:22:3	yoff_lp.f	Page 5
265 266 267 268 269		tes=akz1*dcos(akz1*ds)+akz2*dsin(akz1*ds) tep=akz3*dcos(akz3*dp)+akz2*dsin(akz3*dp) tms=epsrs*akz2*dcos(akz1*ds)-akz1*dsin(akz1*ds) tmp=epsrp*akz2*dcos(akz3*dp)-akz3*dsin(akz3*dp)	
270 c 271 272 273 274 c 275 276	۔ سے	<pre> green's function for strip(x) to strip(x) fgs1=(aks*aks-akx*akx)*akz2*dcos(akz1*ds) -(ak0*ak0-akx*akx)*akz1*dsin(akz1*ds) cgsxx=-cj*z0*fgs1*dsin(akz1*ds)/(ak0*tes*tms) green's function for slot(y) to strip(x) fgs2=-akx*akx*(epsrs-1.0d0)*dsin(akz1*ds)/tes/tms fgs3=-akz1/tes</pre>	
277 278 c 279 c 280		gsxy=fgs2+fgs3 green's function for slot(y) to slot(y) gsy1=akz1*dcos(akz1*ds)+epsrs*akz2*dsin(akz1*ds)	
281 282 283 284 285 286		gsy2=(aks*aks-aky*aky)/(akz1*tms) gsy3=aky*aky*akz1*(epsrs-1.0d0)/tes/tms gpy1=akz3*dcos(akz3*dp)+epsrp*akz2*dsin(akz3*dp) gpy2=(akr*akr-aky*aky)/(akz3*tmp) gpy3=aky*aky*akz3*(epsrp-1.0d0)/tep/tmp cghmyy=-cj*(gsy1*gsy2-gsy3+gpy1*gpy2-gpy3)/(ak0*z0)	
287 c 288 c 289 290	 &	green's function for patch(x) to patch(x) fgp1=(akr*akr-akx*akx)*akz2*dcos(akz3*dp) -(ak0*ak0-akx*akx)*akz3*dsin(akz3*dp)	
291 292 c 293 294	 &	cgejxx=-cj*z0*fgp1*dsin(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp) green's function for patch(y) to patch(y) fgp2=(akr*akr-aky*aky)*akz2*dcos(akz3*dp) -(ak0*ak0-aky*aky)*akz3*dsin(akz3*dp)	
295 296 c 297 298		<pre>cgejyy=-cj*z0*fgp2*dsin(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp) green's function for patch(x) to patch(y) fgp3=akz2*dcos(akz3*dp)-akz3*dsin(akz3*dp) cqejxy=cj*z0*akx*aky*fgp3*dsin(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp)</pre>	
299 c 300 c 301 302		<pre> green's function for slot(y) to patch(x) fgp1=-akx*akx*(epsrp-1.0d0)*dsin(akz3*dp)/tep/tmp fgp2=-akz3/tep</pre>	
303 304 c 305 306 c		<pre>gemxy=fgpl+fgp2 green's function for slot(y) to patch(y) gemyy=-akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsin(akz3*dp)/tep/tmp Discourses since since and set of the s</pre>	
307 C 308 309 310	- &	<pre>fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) f0=2.0d0*ake*(dcos(ake*hf)-dcos(akx*hf))</pre>	
311 312 313 314 315 316 317	۵	<pre>call expans1(rad,bt11,rr,tt,bja,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) call expans1(rad,bt12,rr,tt,bjc,pi,fxp12,fyp12,fxo12,fyo12) call expans2(rad,bt21,rr,tt,bjb,pi,fxp21,fyp21,fxo21,fyo21) call expans3(rad,bt31,rr,tt,bje,pi,fxp31,fyp31,fxo31,fyo31) call expans4(rad,bt41,rr,tt,bjd,pi,fxp41,fyp41,fxo41,fyo41)</pre>	
318 319 320	ê	<pre>cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy +fyp11*fyp11*cgejyy cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy</pre>	
321 322 323 324	۶. ۶	<pre>+iyp12*iyp12*cgejyy cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+(fxp11*fyp12+fxp12*fyp11)*cgejxy +fyp11*fyp12*cgejyy cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy</pre>	
325 326 327	& &	+fyo21*fyo21*cgejyy cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy +fyo41*fyo41*cgejyy csb2=fxo21*fyo41*cgejyy	
329 330	&	<pre>+fyo21*fyo41*cgejyy cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy</pre>	

Mar 15	1995	18:22:38	yoff_lp.f	Page 6
331		æ	+fyp31*fyp31*cgejyy	
332			cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy	
333		&	+fypll*fyp3l*cgejyy cgc3=fyp3l*fypl2*cgejyy+(fyp3l*fypl2+fypl2*fyp3l)*cgejyy	
335		æ	+fvp31*fvp12*cgejyy	
336	С		-11 11 0 011	
337			ca(1, 1)=ca(1, 1)+cgal*area	
338			ca(2, 2)=ca(2, 2)+cga2 area ca(1, 2)=ca(1, 2)+cga3 area	
340			ca(3, 3)=ca(3, 3)+cgc1*area	
341			ca(1, 3)=ca(1, 3)+cgc2*area	
342			ca(2, 3)=ca(2, 3)+cgc3*area	
343			ca(5, 5) = ca(5, 5) + cgb2 * area	`
345			ca(4, 5)=ca(5, 5)+cgb3*area	
346			ca(6, 6)=ca(6, 6)+fxa*fxa*fay*fay*cghmyy*area	
347	С		<pre>ca(1,6)=ca(1,6)+fxa*fav*(gemxv*fxp11+gemvv*fvp11)</pre>	
349		æ	*dcos(aky*y0)*area	
350			<pre>ca(2,6)=ca(2,6)+fxa*fay*(gemxy*fxpl2+gemyy*fypl2)</pre>	
351		æ	*dcos(aky*y0)*area (2, 5) = co(2, 5) + fx = x + fx = x + (comv(x + fx = 3) + comv(x + fx = 3))	
352		£	*dcos(akv*v0)*area	
354		~	<pre>ca(4,6)=ca(4,6)-fxa*fay*(gemxy*fxo21+gemyy*fyo21)</pre>	
355		&	*dsin(aky*y0)*area	
350		£	<pre>ca(5,6)=ca(5,6)-ixa*iay*(gemxy*ix04i+gemyy*iy04i) *dsin(akv*v0)*area</pre>	
358	С	a	doin(dky yo) area	
359			do 102 k=1,ns	
360			xm = (k-1) * hf	
362			ca(n+k,n+1)=ca(n+k,n+1)+fvs*fvs*f0*f0*cqsxx	
363		&	*dcos(akx*xm)*area	
364			ca(6,n+k)=ca(6,n+k)-fys*f0*fxa*fay*gsxy	
365	102	&	*dcos(akx*xn)*area	
367	C 102		concinde	
368			tt=tt+tint	
369	4	cor	htinue	
370	3	contir		
372	-	print	*,' Integral 2-1 finished.'	
373	С			
374	C	1f(eps	srs.eq.epsrp) go to 90	
376	C	tint=0).5d0*pi/it	
377		rint=((aks-akr)/irl	
378		rr=akr	r+0.5d0*rint	
379		are	earr*rint*tint	
381		tt=	=0.5d0*tint	
382		akz	1=dsqrt(aks*aks-rr*rr)	
383		akz akz	zj=dsgrt(rr*rr-akr*akr) v2=dsgrt(rr*rr-ak0*ak0)	
385		do	6 j=1, it	
386			akx=rr*dcos(tt)	
387			aky=rr*dsin(tt)	
389	C		<pre>fxa=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*wa)/(akx*wa)</pre>	
390			fya=2.0d0*dsin(0.5d0*aky*wa)/(aky*wa)	
391			fys=2.0d0*dsin(0.5d0*aky*ws)/(aky*ws)	
392			fxs=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*ws)/(akx*ws)	
393			<pre>tes=akz1*dcosh(akz1*ds)+akz2*dsinh(akz1*ds) ten=akz3*dcosh(akz3*dp)+akz2*dsinh(akz3*dp)</pre>	
395			tms=epsrs*akz2*dcos(akz1*ds)-akz1*dsin(akz1*ds)	
396			<pre>tmp=epsrp*akz2*dcosh(akz3*dp)+akz3*dsinh(akz3*dp)</pre>	

<pre>397 c 398 c 399 c 390 c 391 c 391 c 392 c 3</pre>	Mar 15	1995	18:22	2:38 yoff_lp.f	Page 7
<pre>199 C 199 c 199</pre>	207				
<pre></pre>	397	С			
<pre>333</pre>	398	С		green's function for strip(x) to strip(x)	
<pre>40</pre>	299		~	Igsi=(aks^aks_akx^akx)^akz2^adcos(akzi^ds)	
<pre>411</pre>	400		čć.	$= (ak0 \cdot ak0 - akx \cdot akx) \cdot akz1 \cdot as1n(akz1 \cdot as)$	
<pre>422 c</pre>	401	_		cgsxx=-cj*z0*IgsI*dsin(akzI*ds)/(akU*tes*tms)	
<pre>133</pre>	402	С		green's function for slot(y) to strip(x)	
<pre>1937-14.1/163 9 gsy2-(at/fs)*fgs1 10 gsy2-(at/fs)*fgs1 10 gsy2-(at/fs)*fgs1 11 gsy2-(at/fs)*fgs1 12 gsy2-(at/fs)*fgs1 13 gsy2-(at/fs)*fgs1 14 gsy2-(at/fs)*fgs1 15 gsy2-(at/fs)*fgs2 16 gsy2-(at/fs)*fgs2 17 gsy2-(at/fs)*fgs2 18 gsy2-(at/fs)*fgs2 19 gsy2-(at/fs)*fgs2 10 gsy2-(at/fs)*fgs2 11 gsy2-(at/fs)*fgs2 12 gsy2-(at/fs)*fgs2 13 gsy2-(at/fs)*fgs2 14 cghmy2-cj*(gsy1'gsy2-gsy3)gsy1'gsy2-gsy3)/(at0*z0) 15 c 16 c 17 fgp1=(at/fs)*fgs2 18 c 19 cgeixx-cj*20*fgs1'dsy2/gsy3/gsy2/gsy3/gsy2/gsy3/(at0*z0) 19 cgeixx-cj*20*fgs1'dsy2/gsy3/gsy2-gsy3)/(at0*z0) 19 cgeixx-cj*20*fgs1'dsinh(at/fs)*dp) 19 cgeixx-cj*20*fgs1'dsinh(at/fs)*dp) 10 cgeixx-cj*20*fgs1'dsinh(at/fs)*dp) 11 fgp2=(at/fs)*at/fs)*dsinh(at/fs)*dp) 12 c 19 cgeixy-cj*20*fgs2'dsinh(at/fs)*dp) 10 cgeiyy-cj*20*fgs2'dsinh(at/fs)*dp) 10 cgeiyy-cj*20*fgs2'dsinh(at/fs)*dp) 11 fgp2=(at/fs)*at/fs)*dsinh(at/fs)*dp) 12 c 10 cgeiyy-cj*20*fgs2'dsinh(at/fs)*dp) 11 fgp2=(at/fs)*at/fs)*dsinh(at/fs)*dp) 12 c 11 fgp2=(at/fs)*at/fs)*dsinh(at/fs)*dp) 12 c 11 fgp2=(at/fs)*at/fs)*dsinh(at/fs)*dp) 12 c 12 c 12 c 12 c 12 c 12 gfgs2-at/fs)*fgs2 13 gemyy-ext*at/f(epsp1).0d0)*dsinh(at/fs)*dp)/tg0/tmp 14 fgp2-at/fs)*fgs2 14 fgs2-at/fs] 15 c 16 fay=2.0d0*at/fs(ds(at/fs)) 16 gfg2-at/fs] 17 gemy-ext*at/f(epsp1).0d0)*dsinh(at/fs)*dp)/tg0/tmp 16 fgg2-at/fs] 17 gemy-ext*at/fs] 18 f1 fx-2.0d0*at/fs](ds(at/fs)) 18 (/(at/fs)*ds/fs)/fs] 19 (/(at/fs)*ds(at/fs)) 10 fgg2-at/fs] 10 call expans1(rad,bt1,rr,tt,bj,ej,f,sp11,fsp11,fs011,fs011) 10 cg12</pre>	405			Igs2=-akx^akx^(epsrs-1.0d0)^dsin(akz1^ds)/tes/tms	
<pre>433 436 c 436 c</pre>	404			Igs3=-akz1/tes	
<pre>400 c 407 c 408 gsyl=akz!*doos(akz!*ds)+epsrs*akz?*dsin(akz!*ds) 409 gsyl=akz!*doos(akz!*ds)+epsrs*akz?*dsin(akz1*ds) 409 gsyl=aky*aky*aky!*(epsrs-1.0d0)/tes/tmp) 411 gsyl=aky*aky*aky!*(epsrs-1.0d0)/tes/tmp) 412 gsyl=aky*aky*aky*aky!*(epsrs-1.0d0)/tes/tmp) 413 gsyl=aky*aky*aky*aky!*(epsrs-1.0d0)/tes/tmp) 414 gsyl=aky*aky*aky*aky!*(epsrs-1.0d0)/tes/tmp) 415 c 415 c 416 c 417 fggl=(ak*akr=aky*aky)/(akz!*tms) 418 4 418 (ak0*ak0-akx*aky*aky)*akz?*dssin(akz3*dp) 419 cgeixx=-cj*z0*fggl*dsin(akz1*dp)/(ak0*tes)*tmp) 419 cgeixx=-cj*z0*fggl*dsin(akz1*dp)/(ak0*tes)*tmp) 420 c 421 fggl=(ak*akr=aky*aky)*akz?*dsosh(akz3*dp) 423 cgeiyy=-cj*z0*fggl*dsin(akz1*dp)/(ak0*tes)*tmp) 424 c(ak0*ak0-aky*aky*akz3*dsin(akz3*dp) 425 fggl=akz2*dcosh(akz3*dp)/ak23*dsin(akz3*dp) 426 cgeiyy=-cj*z0*fggl*dsin(akz1*dp)/(ak0*tes)*tmp) 427 c 427 fggl=akz?*dcosh(akz3*dp)/akz3*dsin(akz3*dp) 428 c 429 fggl=akz2*dcosh(akz3*dp)/akz3*dsin(akz3*dp)/(ak0*tes)*tmp) 427 c 429 fggl=akz?*dcosh(akz3*dp)/akz3*dsin(akz3*dp)/(ak0*tes)*tmp) 427 c 431 gemsy=fgpl*fgp2 441 gemsy=fgpl*fgp2 452 c 455 fggl=akz2*dcosh(akz3*dp)/akz3*dsin(akz3*dp)/tes/tmp 456 fggl=akz2*dcosh(akz3*dp)/ak23*dsin(akz3*dp)/tes/tmp 457 fggl=akz3*dcosh(akz3*dp)/ak23*dsin(akz3*dp)/tes/tmp 458 c 459 fggl=akz3*dcosh(akz3*dp)/akz3*dsin(akz3*dp)/tes/tmp 450 fggl=akz3*dcosh(akz3*dp)/akz3*dsin(akz3*dp)/tes/tmp 451 gemsy=fgpl*fgp2 451 ca=cs=cs=cs=cs=cs=cs=cs=cs=cs=cs=cs=cs=cs=</pre>	405	-		gsxy=Igs2+Igs3	
<pre>c</pre>	400	C		r_{1}	
100 Use of a start of the star	407	С		green's function for slot(y) to slot(y)	
<pre>133</pre>	400			$g_{SY1} = d_{XZ1} \circ d_{COS} (d_{XZ1} \circ d_{S}) + e_{STS} \circ d_{XZ2} \circ d_{STR}(d_{XZ1} \circ d_{S})$	
<pre>411 gpyJ=akj*dcosh(akz*dp)+eparp*akz*dsinh(akz*dp) 412 gpyJ=(akr*akr-aky*aky)/(akz*tmp) 413 gpyJ=(akr*akr-aky*aky)/(akz*tmp) 414 gfy=(akr*akr-aky*aky)/(akz*tmp) 415 c 416 c</pre>	409			$g_{SYZ} = (a_{KS} - a_{KS} - a_{KY} - a_{KY}) / (a_{KZ} - c_{KS})$	
<pre> gpy2=(akr akr=aky*aky) (akr2*mp) fgp1=(akr*akr=aky*aky)*akr2*dosh(akr2*dp) fgp1=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (akr akr=aky*aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp)) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp)) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp)) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp))(akr*tep*tmp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp))(akr*tep*tmp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp))(akr*tep*tmp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp))(akr*tep*tmp) (gpr=(akr*akr=aky*aky*akr2*dosh(akr2*dp))(akr*tep*tmp) (gpr=(akr*akr=akr*aky*(spr=))(akr*tep*tm) (gpr=(akr*akr=akr*akr*(spr=))(akr*tep*tm) (gpr=(akr*akr=akr*akr*(spr=))(akr*tep*tm)) (gpr=(akr*tep*tep*tep*tep*tep*tep*tep*tep*tep*tep</pre>	410			$y_{Sy3-aKy} = a_{Ky} = a_{K21} = (a_{S1S-1}, a_{U}) + (a_{S2}, a_{U}) + (a_{S2}, a_{U})$	
<pre>113</pre>	412			$gpy1 = axz^{-1} (cost (axz) - dp) + epstp^{-} axz^{-1} (stim(axz) - dp)$	
<pre>414 cghyy=-cj*(gsyl gsy2-gsyl+gpl*gpy2-gy)/(ak0*z0) 415 c 416 c 417 fgpl=(ak*akr-akx*akx)*akz2*dcosh(akz2*dp) 418</pre>	/13			$gpy_2 = (aki^{-}aki^{-}akj^{-}aky) / (ak_2)^{-}(lp)$	
<pre>climiy=c] (gy/ gy/ gy/ gy/ gy/ gy/ gy/ gy/ gy/ gy/</pre>	414			gpy = axy axy axz = (epsile = 1.000) (epsile = 1.000) (epsile = (epsile = 2.000) (epsile	
<pre>11 c c green's function for patch(x) to patch(x) 11 fgpl=(akr*akr-akx*akx)*ak2?dcosh(ak2?dp) 12 cqejxx-cj*20*fgpl*dsinh(ak2?dp)(40°tep*tmp) 13 cqejxx-cj*20*fgpl*dsinh(ak2?dp)(40°tep*tmp) 14 cqejxx-cj*20*fgpl*dsinh(ak2?dp) 15 cqejyy-cj*20*fgp2*dsinh(ak2?dp) 16 cqejyy-cj*20*fgp2*dsinh(ak2?dp) 17 c 18 cqejyy-cj*20*fgp2*dsinh(ak2?dp)(ak0°tep*tmp) 18 cqejyy-cj*20*akx*aky*(psrp-1.0d0)*dsinh(ak2?dp)(tep/tmp 19 fgp1=ak2/tep 11 gemy=fgp1*fgp2 12 c green's function for slot(y) to patch(y) 13 gemy=akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsinh(ak2?dp)/tep/tmp 13 cgmyy=akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsinh(ak2?dp)/tep/tmp 14 cquares function for slot(y) to patch(y) 16 fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 17 á (aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 18 f0x=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*h)) 17 á (aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 18 f0x=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*h)) 18 á (alax*akx-aka*aka)/dsin(aka*ha) 19 á (alax*akx-aka*aka)/dsin(aka*ha) 10 call expans1(rad,bt1,rr,tt,bja,pi,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 11 call expans1(rad,bt1,rr,tt,bja,pi,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 12 call expans2(rad,bt2,rr,tt,bjb,pi,fxp2,fyp1,fx01,fy01) 13 call expans1(rad,bt1,rr,tt,bjd,pi,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 14 call expans1(rad,bt2,rr,tt,bjb,pi,fxp2,fyp1,fx01,fy01) 15 c 16 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 16 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 17 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 18 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 19 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 19 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 19 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 19 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 10 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 11 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 12 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 13 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 14 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 15 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 15 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 15 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 15 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 15 cg=fxp1*fxp1*cgejyy 15 cg=fxp1*fxp1*c</pre>	414	C		cdim(XAc) (d2A1.d2A7_d2A2+dDA1.dDA5_dDA2)) (qx0_50)	
<pre>417 fgpl=(akr*akr=akx*akx)*akz3*dcosh(akz3*dp) 418</pre>	416	c		respective function for patch(x) to patch(x) respectively	
<pre>11. (a) (a) (a) (a) (a) (a) (a) (a) (a) (a)</pre>	417	C		fan = (abr + abr - abr + abr) + abr (abr + abr - abr + abr + abr - abr + ab	
<pre>113</pre>	118		۶.	$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2$	
<pre>12.</pre>	410		œ	f(a,b) = a,b = a	
<pre>421 fgp2=(akr*akr-aky*aky)*akz?*dcosh(akz3*dp) 422 & +(ak0*ak0-aky*aky)*akz?*dcosh(akz3*dp) 423 cg:yy=-cj*z0*fgp2*dsinh(akz3*dp)(ak0*tep*tmp) 424 c green's function for patch(x) to patch(x) 425 fgp3-akz2*dcosh(akz3*dp)+akz3*dsinh(akz3*dp) 426 cgejxy=cj*z0*akx*aky*fgp3*dsinh(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp) 427 c green's function for slot(y) to patch(x) 429 fgp1=-akx*akx*(epsrp-1.040)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 430 fgp2-akx2/tep 431 gemxy=fgp1+fgp2 432 c green's function for slot(y) to patch(y) 433 gemyy=-akx*aky*(epsrp-1.040)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 434 c 435 c green's function for slot(y) to patch(y) 436 fay=2.040*ak*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 437 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 438 f0x=2.040*ak*(dcos(ake*hf)-dcos(aky*ha)) 440 call expansl(rad,btl],rr,tt,bjc,pj,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 439 & /(akx*ak*ak*ak)/dsin(aka*hf) 440 call expansl(rad,btl],rr,tt,bjc,pj,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 441 call expansl(rad,btl],rr,tt,bjc,pj,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 442 call expansl(rad,btl],rr,tt,bjc,pj,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 444 call expansl(rad,btl],rr,tt,bjc,pj,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 445 c 446 cga=fxp1!*fxp1*cgejxx+2.0d0*fxp1*fyp1*cgejxy 447 & +fyp1*fyp1*cgejxy 447 & +fyp1*fyp1*cgejxy 448 cga=fxp1*fxp1*cgejxx+2.0d0*fxp1*fyp1*cgejxy 449 & +fyp1*fyp1*cgejxy 450 cga=fxp1*fxp1*cgejxx+2.0d0*fx01*fy02*cgejxy 451 & cgb=fx01*fxp1*cgejxx+2.0d0*fx01*fy01*cgejxy 452 cgb=fx01*fx01*cgejxy 453 & cgb=fx01*fx01*cgejxy 454 cgb=fx01*fx01*cgejxy 455 & +fy01*fy01*cgejxy 456 cgb=fx01*fx01*cgejxx+(fx01*fy01*fy01*cgejxy 457 & +fy01*fy01*cgejxy 458 cgb=fx01*fx01*cgejxy 459 & +fy01*fy01*cgejxy 450 cgb=fx01*fx01*cgejxy 451 & cgb=fx01*fx01*cgejxy 452 cgb=fx01*fx01*fy01*cgejxy 453 & cgb=fx01*fx01*fy01*fy01*fy01*fy01*cgejxy 454 cgb=fx01*fx01*cgejxy 455 & +fy01*fy01*cgejxy 456 cgb=fx01*fx01*cgejxy 457 & +fy01*fy01*cgejxy 458 cgc=fxp1*fy01*cgejxy 459 & +fy01*fy01*cgejxy 450 cgc=fxp1*fxp1*cgejxx+(fx01*fy01*fy01*fy01*cgejxy 450 cgc=fxp1*fxp1*cgejxy+fxp1*fy01*fy01*cgejxy 451 & fy0</pre>	120	~		$cge_{j,k,k} = c_{j,k} = $	
<pre>422 &</pre>	421	C		fan2-(abraburaburaburaburaburaburabaraburabura	
<pre>123</pre>	422		Γ.	$\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}$	
<pre>121 Ciggiya-Cj 20 tggz tggatam(tatz) (tat) (tat)</pre>	423		œ	$f(a,b) = c_1 + c_2 + c_3 + c$	
125 fgD3akz2*dcosh(akz3*dp)+akz3*dsink(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp) 126 cgejxy=cj*z0*akx*aky*fgD3*dsinh(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp) 127 c 128 c 129 fgD1a-akx*akx*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 130 fgD2a-akz3/tep 141 gemxy=fgD1+fgD2 142 c 142 c 143 gemxy=cgb1+fgD2 143 gemyy=-akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 144 gemyy=-akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 145 c 145 c 146 fgy2=.0d0*akx*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 147 c 148 f0x=2.0d0*akx*(dcos(aka*ha)-dcos(akx*hf)) 149 call expans1(rad,bt1,rr,tt,bja,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 140 call expans1(rad,bt2,rr,tt,bjb,pi,fxp21,fyp21,fxo21,fyo21) 141 call expans2(rad,bt2,rr,tt,bjb,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 142 call expans3(rad,bt31,rr,tt,bja,ji,fxp31,fyp31,fxo31,fyo31) 144 call expans3(rad,bt21,rr,tt,bjd,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 142 call expans1(rad,bt21,rr,tt,bjd,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo21) 144 call ex	424	C		cgegyg = -cg zo tgyz dsim(azz) dg/(azo tep tmp)	
125 1951-422 (05):(4X)*4x**4x* (05) / 14X)*4x3*4p) / (4X)*tep*tmp) 126 cejxyrcj*20*akx*aky* (psp*dsinh(akz3*dp) / (4x)*tep*tmp) 127 fgp1=-akx*akx* (epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp) / tep/tmp 128 c 129 fgp1=-akx*akx* (epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp) / tep/tmp 130 gemxy=fgp1+fgp2 131 gemyy=-akx*aky* (epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp) / tep/tmp 133 gemyy=-akx*aky* (dos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 143 c 150 Piecewise sinusoidal modes 161 fay=2.0d0*aka* (dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 143 x 143 f0x=2.0d0*aka* (dcos(aka*ha)-dcos(akx*hf)) 143 x 144 call expansl(rad,btl2,rr,tt,bja,pi,fxp1,fyp1,fx01,fy01) 143 call expansl(rad,bt1,rr,tt,bje,pi,fxp2,fyp2,fx02,fy02) 144 call expans4(rad,bt1,rr,tt,bje,pi,fxp1,fy31,fx031,fy031) 144 call expans4(rad,bt1,rr,tt,bje,pi,fxp1,fy91,fx01,fx01,fy041) 145 c 146 cga1=fxp11*fxp1*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp1*cgejxy 147 & +fy01*fyp1*cgejyx 148 cga2=fxp12*fxp1*cgejxx+2.0d0*fxo1*fyo21*cgejxy 149 cga1=fxp1*	425	C		$f_{ab} = k_{a}^{2} f_{ab} = k_{a}^{2} f_{a} =$	
<pre>125</pre>	426			$\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}$	
<pre>428 c 429 fgp1=-akx*akx*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 430 fgp2=-akz3/tep 431 gemxy=fgp1+fgp2 432 c 433 gemxy=fgp1+fgp2 434 c 435 c 436 fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 437 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 438 f0x=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 439 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 439 & /(akx*akx-ake*ake)/dsin(aka*hf) 440 call expans1(rad,bt12,rr,tt,bja,pi,fxp11,fxp11,fxo11,fyo11) 441 call expans1(rad,bt12,rr,tt,bja,pi,fxp12,fyp12,fxo12,fyo12) 442 call expans2(rad,bt21,rr,tt,bja,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 444 call expans1(rad,bt12,rr,tt,bja,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 445 c 446 cga1=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy 447 & +fyp11*fyp1*cgejxy 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+(fxp11*fyp12*cgejxy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp21*fyp1)*cgejxy 451 & +fyp12*fyp12*cgejxy 452 cgb2=fxo21*fxo21*cgejxx+(fxp11*fyp12*fxp12*fyp1)*cgejxy 453 & +fyo21*fyo21*cgejxx+2.0d0*fxo1*fyo21*cgejxy 454 cgb2=fxo11*fxp12*cgejxy 455 & cgb2=fxo11*fxo12*cgejxx+(fxp11*fyp12*fxp12*fyp1)*cgejxy 456 cgb2=fxo21*fxo12*cgejxy 457 & +fyo21*fyo21*cgejxy 458 cgb2=fxo21*fxo12*cgejyy 459 & +fyo21*fyo21*cgejyy 450 cgb2=fxo21*fxo12*cgejyy 451 & efyb2=fyb2=fxo21*fxo12*fyo21*fyo21*cgejxy 452 cgb2=fxo21*fxo12*cgejyy 453 & efyb2=fxo21*fxo12*cgejyy 454 cgb2=fxo11*fxo12*cgejyy 455 & efyb2=fxo21*fxo12*cgejyy 456 cgb2=fxo21*fxo12*cgejyy 457 & efyb2=fyb1*fyb1*cgejyy 458 cgb2=fxo11*fxp11*cgejxx+(fxo11*fyb11*fyb11*cgejxy 459 & efyb2=fxb11*fxp12*cgejyy 450 cgb2=fxo11*fxo11*cgejxx+(fxo11*fyb11*fyb11*cgejxy 451 & efyb11*fyb11*cgejyy 452 cgb3=fxc11*fxp11*cgejxx+(fxo11*fyb11*fyb11*cgejxy 453 & efyb11*fyb11*cgejyy 454 cgb2=fxp11*fxp11*cgejxx+(fxp11*fyb11*fyb11*cgejxy 455 & efyb11*fyb11*cgejyy 456 cg2=fxp11*fxp11*cgejxx+(fxp11*fyb11*fyb11*cgejxy 457 & efyb11*fyb11*cgejxy 458 cg2=fxp11*fxp11*cgejxx+(fxp11*fyb11*fyb11*cgejxy 459 & efyb11*fyb11*cgejxy 450 cg2=fxp11*fxp11*cgejxx+(fxp11*fyb11*fyb11*cgejxy 451 & efyb11*fyb11*cgejxx+(fxp11*fyb11*fyb11*cgejxy 452 cg2=fxp11*fxp11*cgej</pre>	420	C		cgejxy=cj zo akx aky igps dsim(akzs dp)/(ako tep cmp)	
129 fypl=-akx*akx* (epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 130 fgpl=-akx3/tep 131 gemxy=fgpl+fgp2 132 c 133 gemxy=akx*aky* (epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 134 gemy=akx*aky* (epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 135 c 143 gemy=akx*aky* (epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 143 gemy=akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 144 fgp1=akx*aka*aka/dsin(aka*ha) 145 call expans1(rad, bt1,rr,tt, bje,pi,fxp11,fxp11,fxo11,fyo11) 144 call expans1(rad, bt1,rr,tt,bje,pi,fxp11,fxp31,fxo31,fyo31) 144 call expans1(rad, bt1,rr,tt,bje,pi,fxp11,fxp41,fxo41,fyo41,fyo41) <	428	c		=	
<pre>430 fgp2=-akx3/tep 431 gemxy=fgp1+fgp2 432 c green's function for slot(y) to patch(y) 433 gemyy=-akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 434 c 435 c Piecewise sinusoidal modes 436 fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 437 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 438 f0x=2.0d0*ake*(dcos(aka*hf)-dcos(akx*hf)) 439 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*hf) 440 call expans1(rad,bt12,rr,tt,bjc,pi,fxp12,fxp11,fxo11,fyo11) 441 call expans1(rad,bt12,rr,tt,bjc,pi,fxp12,fxp11,fxo21,fyo21) 442 call expans2(rad,bt21,rr,tt,bjc,pi,fxp21,fyp21,fxo21,fyo21) 443 call expans2(rad,bt21,rr,tt,bjc,pi,fxp21,fyp31,fxo31,fyo31) 444 call expans3(rad,bt11,rr,tt,bjd,pi,fxp41,fyp41,fxo41,fyo41) 445 c 446 cga1=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy 447 & +fyp11*fyp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 449 & +fyp12*fyp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp21*cgejxy 451 & +fyp11*fyp12*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejyy 453 & efyo21*fxo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 456 cgb2=fxo41*fxo41*cgejyy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 459 & +fyo21*fyo41*cgejyy 450 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 451 & efyb11*fyo41*cgejyy 452 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*fyo41*cgejxy 453 & efyb11*fyo41*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*fyo41*cgejxy 455 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*fyo41*cgejxy 456 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxo41*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41*fxo41*fyo21)*cgejxy 459 & efyb11*fyb31*cgejyy 450 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxy 451 & cgc2=fxp11*fxp31*cgejxy 452 cgc3=fxp11*fxp31*cgejxy 454 cgc3=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp11*fxp31*fyp11)*cgejxy 455 cgc3=fxp31*fxp31*cgejxy 456 cgc3=fxp31*fxp31*cgejxy 457 & efyb11*fyp31*cgejxy 458 cgc3=fxp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31*fxp31*fyp31*cge</pre>	420	C		f_{res}	
<pre>131</pre>	430			fgpl-aka/top	
<pre>432 c geen's function for slot(y) to patch(y) gemyy=-akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp 434 c 435 c Piecewise sinusoidal modes 436 fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 437 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 438 f0x=2.0d0*ake*(dcos(ake*hf)-dcos(akx*hf)) 439 & /(akx*akx-ake*ake)/dsin(ake*hf) 440 call expans1(rad,bt1,rr,tt,bjc,pi,fxp11,fxp11,fxo11,fyo11) 441 call expans2(rad,bt21,rr,tt,bjc,pi,fxp21,fyp21,fxo21,fyo21) 442 call expans2(rad,bt21,rr,tt,bjc,pi,fxp31,fyp31,fxo31,fyo31) 444 call expans3(rad,bt31,rr,tt,bjd,pi,fxp31,fyp31,fxo31,fyo31) 445 c 446 cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 447 & +fyp11*fyp11*cgejyy 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 451 & +fyp11*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo12*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 457 & +fyo21*fyo1*cgejyy 458 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 459 & +fyo21*fyo1*cgejyy 450 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 451 & +fyo1*fy01*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 453 & +fyo21*fyo1*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fy041*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 457 & +fyo21*fy041*cgejxx+2.0d0*fxo41*fy041*cgejxy 458 cgd3=fx01*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fy041*cgejxy 459 & +fy031*fy031*cgejyy 450 cgd3=fx01*fx041*cgejxx+(fx011*fy031*fy031*cgejxy 451 & +fy031*fy031*cgejyy 452 cgd3=fx01*fx01*cgejxx+(fx011*fy031*fy031*cgejxy 453 & cgd2=fx01*fx01*cgejxx+(fx011*fy031*fy031*cgejxy 454 cgd3=fx021*fx041*cgejxx+(fx011*fy031*fy031*cgejxy 455 & eff(fx011*cgejxx+(fx011*fy031*fy031*cgejxy 456 cgd3=fx01*fx01*cgejxx+(fx011*fy031+fy031*fy031*cgejxy 457 & eff(fx01*cgejxx+(fx011*fy031+fy031*fy031*cgejxy 458 cgd3=fx031*fx01*cgejxx+(fx011*fy031+fy031*fy031*cgejxy 459</pre>	431				
433 gemyy=-akx*aky* (epsrp-1.0d0)*dsinh (akz3*dp)/tep/tmp 434 c 435 c 436 fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 437 & 438 f(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 439 & 438 f(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 439 & 440 call expans1(rad,btl1,rr,tt,bjc,pi,fxpl1,fypl1,fxol1,fypl1) 441 call expans2(rad,bt21,rr,tt,bjc,pi,fxpl2,fypl2,fxol2,fyol2) 442 call expans3(rad,bt31,rr,tt,bjc,pi,fxpl1,fxol1,fyol1) 444 call expans4(rad,bt41,rr,tt,bjc,pi,fxpl1,fxol1,fyol1) 445 c 446 cgal=fxpl1*fxpl1*cgejyx 447 & 448 cga2=fxpl2*fxpl2*cgejyy 449 & 450 cga3=fxpl1*fxpl2*cgejyy 451 & 452 cgb1=fxo21*fxpl2*cgejyy 453 & 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & 456 cgb1=fxo21*fxpl2*cgejyy 451 & 452 cgb1=fxo21*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*f	432	C		g_{case} green's function for slot(y) to patch(y)	
434 c Piecewise sinusoidal modes 435 c Piecewise sinusoidal modes 436 fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) ////////////////////////////////////	433	Ŭ		g_{rem}	
435 c Piecewise sinusoidal modes 436 fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha)) 437 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 438 f0x=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*hf)) 439 & /(akx*akx-ake*aka)/dsin(aka*hf) 440 call expansl(rad,btl),rr,tt,bja,pi,fxpl1,fypl1,fxol1,fyol1) 441 call expansl(rad,btl2,rr,tt,bjc,pi,fxpl2,fxol2,fyol2) 442 call expans3(rad,bt3,rr,tt,bjc,pi,fxp31,fyo31,fxo31,fyo31) 444 call expans4(rad,bt41,rr,tt,bjd,pi,fxp41,fyp41,fxo41,fyo41) 445 c 446 cgal=fxp11*fxp1*cgejyx 447 & +fyp11*fyp1*cgejyy 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*fxp12*cgejxy 449 & +fyp11*fyp1*cgejyy 450 cga1=fxp11*fxp1*cgejxy+2.0d0*fxp12*fyp12*fyp11)*cgejxy 451 & +fyp12*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyp11*fxp12*cgejyy 454 cgb2=fxo21*fxo21*cgejyy 455 & +fyp14*fyp12*cgejyy 456 cgb2=fxo21*fxo41*cgejyy 451 & efyo21*fyo41*cgejyy 452 cgb2=fxo41*fxo41*cgejyy 453	434	c		gengy and any (epsile 1.000) abilin(anz) ap; (ep) emp	
436 fay=2.0d0*aka* (dcos (aka*ha)-dcos (aky*ha)) 437 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin (aka*ha) 438 f0x=2.0d0*ake* (dcos (ake*hf)-dcos (akx*hf)) 439 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin (aka*ha) 440 call expans1 (rad, bt11, rr, tt, bja, pi, fxp11, fyp11, fxo11, fyp11) 441 call expans1 (rad, bt11, rr, tt, bjc, pi, fxp12, fyp21, fxo21, fyo21) 442 call expans3 (rad, bt21, rr, tt, bjc, pi, fxp11, fyp11, fxo11, fyo11) 443 call expans4 (rad, bt21, rr, tt, bjc, pi, fxp21, fyp21, fxo21, fyo21) 444 call expans4 (rad, bt21, rr, tt, bjd, pi, fxp41, fyp41, fxo41, fyo41) 445 c 446 cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 447 & 448 cgal=fxp12*fyp12*cgejxy 449 & 450 cgal=fxp11*fxp12*cgejxy 451 & 452 cgbl=fxo21*fxo21*cgejxy 453 & 454 cgbl=fxo21*fxo21*cgejyy 455 & 456 cgbl=fxo21*fxo21*cgejyy 451 & 452 cgbl=fxo21*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 453 & <td>435</td> <td>c</td> <td></td> <td> Piecewise sinusoidal modes</td> <td></td>	435	c		Piecewise sinusoidal modes	
<pre>437 & /(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha) 438 f0x=2.0d0*ake*(dcos(ake*hf)-dcos(akx*hf)) 439 & /(akx*akx-ake*ake)/dsin(aka*hf) 440 call expans1(rad,btl1,rr,tt,bja,pi,fxpl1,fypl1,fxol1,fyol1) 441 call expans1(rad,btl1,rr,tt,bja,pi,fxpl1,fypl1,fxol1,fyol1) 442 call expans2(rad,bt21,rr,tt,bje,pi,fxp21,fyp21,fxol1,fyol1) 443 call expans3(rad,bt31,rr,tt,bje,pi,fxp31,fyo31,fyo31) 444 call expans4(rad,bt41,rr,tt,bje,pi,fxp11,fyp11,fxo41,fyo41) 445 c 446 cgal=fxpl1*fxpl1*cgejxy+2.0d0*fxpl1*fyp11*cgejxy 447 & +fypl1*fyp12*cgejxy+2.0d0*fxpl2*fyp12*cgejxy 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxy+(fxp11*fyp12*fxp12*fyp11)*cgejxy 450 cga3=fxp11*fxpl2*cgejyy 451 & +fyp11*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxy+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyo21*fxo21*cgejyy 454 cgb2=fxa41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 456 cgb3=fxa21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41*fyo41*cgejxy 457 & +fyo41*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+(fxo21*fyo31*fyp31*cgejxy 459 & +fyo31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyo31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31*fyp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyo31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31*fyp31*fyp31)*cgejxy 451 & +fyp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31*fyp31*fyp31)*cgejxy 455 & +fyo31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31*fyp31*fyp31)*cgejxy 456 cgc3=fxp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 457 & +fyo31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 458 cgc3=fxp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 459 & +fyp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 451 & +fyp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 451 & +fyp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 452 cgc3=fxp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 453 & cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 454 dc cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 455 & +fyp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 456 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 457 dc cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp31+fxp31*fyp31)*cgejxy 458 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp31*fyp31</pre>	436			fav=2,0d0*aka*(dcos(aka*ba)-dcos(akv*ba))	
438 f0x=2.0d0*ake*(dcos(ake*hf)-dcos(akx*hf)) 439 & /(akx*akx-ake*ake)/dsin(ake*hf) 440 call expans1(rad,bt11,rr,tt,bjc,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 441 call expans1(rad,bt12,rr,tt,bjc,pi,fxp12,fyp12,fxo12,fyo12) 442 call expans3(rad,bt21,rr,tt,bje,pi,fxp31,fyp31,fxo31,fyo31) 443 call expans3(rad,bt31,rr,tt,bje,pi,fxp31,fyp31,fxo31,fyo31) 444 call expans4(rad,bt41,rr,tt,bjd,pi,fxp41,fyp41,fxo41,fyo41) 445 c 446 cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy 447 & 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejyy 448 cga2=fxp11*fxp12*cgejyy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejyy 451 & +fyp12*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fyo21*cgejyy 453 & +fyp11*fyp12*cgejyy 454 cgb2=fxo11*fxo12*cgejyy 455 & +fyp11*fyp12*cgejyy 456 cgb1=fxo21*fyo21*cgejyy 455 & +fyo21*fyo21*cgejyy 456 cgb2=fxo41*fxo41*cgejyy 457 & +fyo21*fyo21*cgejyy 458 cgb2=fxo21*fxo41*cgejyy	437		۶.	/(akv*akv-aka*aka)/dsin(aka*ba)	
439 & /(akx*akx-ake*ake)/dsin(ake*hf) 440 call expans1(rad,bt11,rr,tt,bja,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 441 call expans1(rad,bt12,rr,tt,bjc,pi,fxp12,fyp12,fxo21,fyo21) 442 call expans2(rad,bt21,rr,tt,bjb,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 443 call expans3(rad,bt1,rr,tt,bjc,pi,fxp12,fyp21,fxo21,fyo21) 444 call expans4(rad,bt1,rr,tt,bje,pi,fxp11,fyp11,fxo11,fyo11) 445 c 446 cga1=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy 447 & 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 449 & 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 451 & 452 cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 cga3=fxp12*fxp12*cgejyy 454 cga3=fxp11*fxp12*cgejyy 455 & 454 cgb2=fxo21*fxo21*cgejyx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 455 & 456 cgb2=fxo41*fxo41*cgejyy 457 cgb2=fxo14*fxo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejyy 459	438			f(x=2, 0d0*ake*(dcos(ake*hf)-dcos(akx*hf))	
440 call expans1 (rad, bt11, rr, tt, bja, pi, fxp11, fyp11, fxo11, fyo11) 441 call expans1 (rad, bt12, rr, tt, bjc, pi, fxp12, fyp12, fxo12, fyo12) 442 call expans2 (rad, bt21, rr, tt, bjc, pi, fxp21, fyp21, fxo21, fyo21) 443 call expans3 (rad, bt31, rr, tt, bje, pi, fxp31, fyp31, fxo31, fyo31) 444 call expans4 (rad, bt41, rr, tt, bje, pi, fxp31, fyp31, fxo31, fyo31) 444 call expans4 (rad, bt41, rr, tt, bje, pi, fxp41, fyp41, fxo41, fyo41) 445 c 446 cgal=fxp11*fxp11*cgejyx 447 & 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp12*cgejxy 449 & 450 cga3=fxp12*fxp12*cgejyx 451 & 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & 454 cgb2=fxo11*fxo12*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo11*cgejxy 455 & 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41*fyo41*cgejxy 455 & 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejyy 457 & 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgej	439		æ	/(akx*akx-ake*ake)/dsin(ake*bf)	
441 call expans1(rad, btl2, rr, tt, bjc, pi, fxpl2, fypl2, fxol2, fyol2) 442 call expans2(rad, bt21, rr, tt, bjc, pi, fxpl1, fypl1, fxol1, fyol1) 443 call expans3(rad, bt31, rr, tt, bjc, pi, fxpl1, fypl1, fxol1, fyol1) 444 call expans4(rad, bt41, rr, tt, bjd, pi, fxpl1, fypl1, fxol1, fyol1) 445 c 446 cgal=fxpl1*fxpl1*cgejxx+2.0d0*fxpl1*fypl1*cgejxy 447 & +fypl1*fypl1*cgejxx+2.0d0*fxpl2*fypl2*cgejxy 448 cga2=fxpl1*fxpl2*cgejxx+2.0d0*fxpl2*fypl2*cgejxy 450 cga3=fxpl1*fxpl2*cgejxx+2.0d0*fxpl2*fypl2*cgejxy 451 & +fypl1*fypl2*cgejyy 450 cgb1=fxol1*fxpl2*cgejxx+2.0d0*fxpl2*fypl2*cgejxy 451 & +fypl1*fypl2*cgejyy 452 cgb1=fxol1*fxol1*cgejxy+2.0d0*fxol1*fyol1*cgejxy 453 & +fypl1*fypl2*cgejyy 454 cgb2=fxol1*fxol1*cgejyy 455 & +fyol1*fyol1*cgejyy 456 cgb2=fxol1*fxol1*cgejxx+(fxol1*fyol1*cgejxy 457 & +fyol1*fyol1*cgejyy 458 cgcl=fxpl1*fxpl1*cgejyx 459 & +fyol1*fyol1*cgejxy 459 & +fyol1*fxpl1*cgejxx+(fxpl1*fypl1*fxpl1*fypl1)*cgejxy 450 cgc2=fxpl1*fxpl3*cgejxx+(fxpl1*fyp	440			call expans1 (rad.bt11, rr.tt.bia.pi,fxp11,fxp11,fxo11,fvo11)	
442 call expans2(rad, bt21, rr, tt, bjb, pi, fxp21, fyp21, fxo21, fyo21) 443 call expans3(rad, bt31, rr, tt, bje, pi, fxp31, fyp31, fxo31, fyo31) 444 call expans4(rad, bt41, rr, tt, bjd, pi, fxp41, fyp41, fxo41, fyo41) 445 c 446 cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy 447 & +fyp11*fyp11*cgejyy 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 449 & +fyp11*fyp12*cgejyy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejyy 451 & +fyp12*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+(fxp11*fyp12+fxp12*fyp11)*cgejxy 453 & +fyp11*fyp12*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo21*fyo21*cgejyy 456 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 456 cgb2=fxo41*fxo41*cgejyy 456 cgb2=fxo21*fxo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy	441			call expans1 (rad. bt12, rr.tt. bic. pi, fxp12, fxp12, fxo12, fyo12)	
443 call expans3 (rad, bt31, rr, tt, bje, pi, fxp31, fyp31, fxo31, fyo31) 444 call expans4 (rad, bt41, rr, tt, bjd, pi, fxp41, fyp41, fxo41, fyo41) 445 c 446 cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy 447 & +fyp11*fyp11*cgejyy 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxy+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 449 & +fyp12*fyp12*cgejyy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejyy 451 & +fyp11*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxy+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyp11*fyp12*cgejyy 454 cgb2=fxo21*fxo21*cgejxy+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 455 & +fyo21*fyo21*cgejyy 456 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo21*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxy+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyo21*fxp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejyy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy	442			call expans2(rad.bt21.rr.tt.bib.pi,fxp21.fyp21.fxo21.fyo21)	
444 call expans4 (rad, bt41, rr, tt, bjd, pi, fxp41, fyp41, fxo41, fyo41) 445 c 446 cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy 447 & +fyp11*fyp11*cgejyy 448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxy+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 449 & +fyp11*fyp12*cgejyy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 451 & +fyp11*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyp11*fyp12*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo11*fyo41*cgejyy 456 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejyx 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxy 451 & +fyp31*fyp31*cgejyy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp11)*cgejxy	443			call expans3(rad.bt31,rr,tt,bje,pi,fxp31,fvp31,fxo31,fvo31)	
445 c 446 cgal=fxpl1*fxpl1*cgejxx+2.0d0*fxpl1*fypl1*cgejxy 447 & +fypl1*fypl1*cgejyy 448 cga2=fxpl2*fxpl2*cgejxx+2.0d0*fxpl2*fypl2*cgejxy 449 & +fypl2*fypl2*cgejyy 450 cga3=fxpl1*fxpl2*cgejyy 451 & +fypl1*fypl2*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgcl=fxp31*fxp31*cgejyy 459 & +fyo31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	444			call expans4(rad, bt41, rr, tt, bid, pi, fxp41, fyp41, fxo41, fyo41)	
446 cgal=fxpl1*fxpl1*cgejxx+2.0d0*fxpl1*fypl1*cgejxy 447 & +fypl1*fypl1*cgejyy 448 cga2=fxpl2*fxpl2*cgejxx+2.0d0*fxpl2*fypl2*cgejxy 449 & +fypl2*fypl2*cgejyy 450 cga3=fxpl1*fxpl2*cgejyy 451 & +fypl1*fypl2*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejyy 459 & +fyo21*fyo41*cgejyy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	445	C			
447 & +fypl1*fypl1*cgejyy fit fit fit 448 cga2=fxpl2*fxpl2*cgejyy cga3=fxpl1*fxpl2*cgejyy 449 & +fypl2*fypl2*cgejyy 450 cga3=fxpl1*fxpl2*cgejyy 451 & +fypl1*fypl2*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejyy 453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejyy 459 & +fyo31*fyo31*cgejyy 459 & +fyp31*fxp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	446			cgal=fxpl1*fxpl1*cgejxx+2.0d0*fxpl1*fvpl1*cgejxy	
448 cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy 449 & +fyp12*fyp12*cgejyy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+(fxp11*fyp12+fxp12*fyp11)*cgejxy 451 & +fyp11*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejyy 453 & +fyp21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejyy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	447		æ	+fvpl1*fvpl1*cgejvy	
449 & +fyp12*fyp12*cgejyy 450 cga3=fxp11*fxp12*cgejyx+(fxp11*fyp12+fxp12*fyp11)*cgejxy 451 & +fyp11*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo21*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejyy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	448			cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy	
450 cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+(fxp11*fyp12+fxp12*fyp11)*cgejxy 451 & +fyp11*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	449		&	+fvp12*fvp12*cgejvy	
451 & +fyp11*fyp12*cgejyy 452 cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejyy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgb1=fxp31*fyo41*cgejyy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	450			cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+(fxp11*fyp12+fxp12*fyp11)*cgejxy	
452 cgbl=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy 453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejyy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	451		&	+fyp11*fyp12*cgejyy	
453 & +fyo21*fyo21*cgejyy 454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejyy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	452			cgb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy	
454 cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy 455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejyy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	453		&	+fyo21*fyo21*cgejyy	
455 & +fyo41*fyo41*cgejyy 456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	454			cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy	
456 cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy 457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	455		&	+fyo41*fyo41*cgejyy	
457 & +fyo21*fyo41*cgejyy 458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	456			cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy	
458 cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy 459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	457		&	+fyo21*fyo41*cgejyy	
459 & +fyp31*fyp31*cgejyy 460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	458			cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy	
460 cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy 461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	459		&	+fyp31*fyp31*cgejyy	
461 & +fyp11*fyp31*cgejyy 462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	460		-	cgc2=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fyp31+fxp31*fyp11)*cgejxy	
462 cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	461		&	+fyp11*fyp31*cgejyy	
	462			cgc3=fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	

Mar 15 1995	8:22:38 yoff_lp.f
463	& +fyp31*fyp12*cgejyy
464 c 465	ca(1, 1)=ca(1, 1)+cgal*area
466	ca(2, 2)=ca(2, 2)+cga2*area
467	ca(1, 2)=ca(1, 2)+cga3*area
468	ca(3, 3)=ca(3, 3)+cgc1*area
469	ca(1, 3)=ca(1, 3)+cgc2*area
470	ca(4, 4) = ca(4, 4) + cgb1 * area
472	ca(5, 5)=ca(5, 5)+cgb2*area
473	ca(4, 5)=ca(4, 5)+cgb3*area
474	<pre>ca(6, 6)=ca(6, 6)+ixa*ixa*iay*iay*cghmyy*area</pre>
475 C	<pre>ca(1.6)=ca(1,6)+fxa*fay*(gemxy*fxpl1+gemvy*fvpl1)</pre>
477	<pre>& *dcos(aky*y0)*area</pre>
478	ca(2,6)=ca(2,6)+fxa*fay*(gemxy*fxp12+gemyy*fyp12)
479	$\& \qquad \qquad$
481	*dcos(aky*v0)*area
482	<pre>ca(4,6)=ca(4,6)-fxa*fay*(gemxy*fxo21+gemyy*fyo21)</pre>
483	& *dsin(aky*y0)*area
484	ca(5,6)=ca(5,6)-fxa*fay*(gemxy*fxo41+gemyy*fyo41)
485 486 c	a dsin(aky yu) alea
487	do 103 k=1,ns
488	xm=(k-1)*hf
489	xn=stub-(ns-k+1)*ht
490	ca(n+k, n+1)=ca(n+k, n+1)+1ys*1ys*10x*10x*cgsxx *dcos(akx*xm)*area
492	<pre>ca(6,n+k)=ca(6,n+k)-fys*f0x*fxa*fay*gsxy</pre>
493	*dcos(akx*xn)*area
494 103	continue
495 C 496	tt=tt+tint
497 6	continue
498	rr=rr+rint
499 5	continue
501 c	print , integral 2-2 rinished.
502 96	continue
503 c	
504 c	===== Integral surface wave pole resisitance(strip side) =====
506	tt=0.5d0*tint
507	rr=poles
508	akz1=dsqrt(aks*aks-rr*rr)
509	akz2=dsqrt(rr*rr-ak0*ak0)
511	do 11 j=1.it
512	akx=rr*dcos(tt)
513	aky=rr*dsin(tt)
514	$f_{xa=2}.0d0*dsin(0.5d0*akx*wa)/(akx*wa)$
516	$fy_{a=2}.0d0^*dsin(0.5d0^*aky^*wa)/(aky^*wa)$
517	fxs=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*ws)/(akx*ws)
518	tes=akz1*dcos(akz1*ds)+akz2*dsin(akz1*ds)
519	tms=epsrs*rr*dcos(akzl*ds)/akz2
520 521	$\frac{1}{2} + akz1 * ds * dcos(akz1 * ds))$
522	*rr/akz1
523 c	green's function for strip(x) to strip(x)
524	fgsl=(aks*aks-akx*akx)*akz2*dcos(akz1*ds)
525	<pre>c +(aKU^aKU~aKX^aKX)^aKZI^aSIN(aKZI^aS) ccevy=-ci*z0*fgs1*dsin/akz1*ds)/(ak0*tpe*tme)</pre>
527 c	green's function for slot(y) to strip(x)
528	fgs2=-akx*akx*(epsrs-1.0d0)*dsin(akz1*ds)/tes/tms

Page 8

Mar 15	5 1995	18:22:	38 yoff_lp.f
529			fgs3=-akz1/tes
530			gsxy=fgs2+fgs3
531	С		
532	С		green's function for slot(x) to slot(x)
533			gsyl=akzl*dcos(akzl*ds)+epsrs*akz2*dsin(akzl*ds)
535			$gsy_3 = aky^* aky^* aky / (akz1 cms)$
536			gsys=aky aky akza (epsils 1:000)(eks) cghmvv=-cj*(gsv1*gsv2-gsv3)/(ak0*z0)
537	С		
538	С		Piecewise sinusoidal mode
539			fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha))
540		ά	/(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*na)
542		æ	/(akx*akx-ake*ake)/dsin(ake*hf)
543	С		, (2001 2001 2001 2007, 2012)
544			ca(6, 6)=ca(6, 6)-cj*fxa*fxa*fay*fay*cghmyy*area
545	С		
546			do 104 K=1,ns
548			$x_{n} = (k-1)^{n} + 1$ $x_{n} = s_{n} + 1$ + hf
549			ca(n+k,n+1)=ca(n+k,n+1)-cj*pi*fys*fys*f0x*f0x*cgsxx
550		&	*dcos(akx*xm)*area
551			<pre>ca(6,n+k)=ca(6,n+k)+cj*pi*fys*f0x*fxa*fay*gsxy</pre>
. 552	104	æ	*dcos(akx*xn)*area
553	204 C		concinue
555	•		tt=tt+tint
556	11	con	tinue
557	0.0	pri	nt *,' Integral surface finised(strip side)'
559	99	con	cinue
560	c :		== Surface wave resistance (patch side) =======
561		if(indp.ne.0) go to 97
562		tin	t=0.5d0*pi/it
564		tt=	v.Sau*tint
565		are	a=rr*tint
566		akz	3=dsqrt(akr*akr-rr*rr)
567		akz	2=dsqrt(rr*rr-ak0*ak0)
568		do	13 j=1,it
570			axx=11 dcus(cc) aky=rr*dsin(tt)
571			fxa=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*wa)/(akx*wa)
572			fya=2.0d0*dsin(0.5d0*aky*wa)/(aky*wa)
573			tep=akz3*dcos(akz3*dp)+akz2*dsin(akz3*dp)
5/4		۰ ·	tmp=epsrp*rr*dcos(akz3*dp)/akz2+rr/akz3*
576		× م	$(epsip^a a k z z^a dp^a ds in (a k z z^a dp) + dc os (a k z z^a dp) + a k z z^a dp * dc os (a k z z^a dp))$
577	с		
578	C		Green's function for slot(x) to slot(x)
579			<pre>gpy1=akz3*dcos(akz3*dp)+epsrp*akz2*dsin(akz3*dp)</pre>
581			jpy2=(akr^akr-aky^aky)/(akzj^lmp) mpy3=akv*akv*akzj*(epsrp=1_0d0)/ten/tmp
582			cghmyy=-cj*(gpy1*gpy2-gpy3)/(ak0*z0)
583	С		
584	С		Green's function for patch(x) to patch(x)
586		£	Lypi=(akirakirakirakirakirakirakirakirakirakir
587		α (cgeixx=-ci*z0*fgp1*dsin(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp)
588	с		Green's function for patch(y) to patch(y)
589			fgp2=(akr*akr-aky*aky)*akz2*dcos(akz3*dp)
590		&	-(ak0*ak0-aky*aky)*akz3*dsin(akz3*dp)
591 592	C		<pre>sgejyy=-cj*z0*igp2*dsin(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp) Creen(s function for patch(x) to patch(x)</pre>
593	C		fgp3=akz2*dcos(akz3*dp)-akz3*dsin(akz3*dp)
594			<pre>cgejxy=cj*akx*aky*z0*fgp3*dsin(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp)</pre>

Page 9

Mar 15	1995	18:22:38	yoff_lp.f	Page 10
595	с		,	
596	С		green's function for slot(y) to patch(x)	
597	_	gemx	y=-akx*akx*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp	
598	С		green's function for slot(y) to patch(y)	
600	С	geniy		
601	С	P	iecewise sinusoidal modes	
602		fay=	2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha))	
603		čall	(aky^aky-aka^aka)/dsin(aka^na)	
605		call	expans1(rad, bt12, rr, tt, bjc, pi, fxp12, fyp12, fxo12, fyo12)	
606		call	<pre>expans2(rad, bt21, rr, tt, bjb, pi, fxp21, fyp21, fxo21, fyo21)</pre>	
607		cal1	expans3(rad, bt31, rr, tt, bje, pi, fxp31, fyp31, fxo31, fyo31)	
608	C	, Call	expans4(rad,bt41,rr,tt,bjd,p1,rxp41,ryp41,rxo41,ryo41)	
610	•	cgal:	=fxpl1*fxpl1*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy	
611		&	+fyp11*fyp11*cgejyy	
612		cga2:	=txp12*txp12*cgejxx+2.0d0*txp12*typ12*cgejxy	
614		cga3:	=fxp11*fxp12*cgejxx+(fxp11*fvp12+fxp12*fvp11)*cgejxv	
615		& -	+fyp11*fyp12*cgejyy	
616		cgb1=	=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy	
617		& -	+iyo21*iyo21*cgejyy -fxo41*fxo41*cgejyy+2_0d0*fxo41*fyo41*egejyy	
619		-2022- &	+fvo41*fvo41*cgejxx+2.0d0*fx041*fy041*cgejxy	
620		cgb3=	=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy	
621		& +	+fyo21*fyo41*cgejyy	
622		cgcl=	<pre>rixp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy fyp31*fyp31*fyp31*cgejxy</pre>	
624		° cac2=	=fxp11*fxp31*cgejxx+(fxp11*fvp31+fxp31*fvp11)*cgejxv	
625		ب <u>م</u>	fyp11*fyp31*cgejyy	
626		cgc3=	fxp31*fxp12*cgejxx+(fxp31*fyp12+fxp12*fyp31)*cgejxy	
628	C	àc T	typir typiz cgelyy	
629	•	ca(1	1, 1)=ca(1, 1)+cga1*area	
630		ca(2	2, 2)=ca(2, 2)+cga2*area	
631		ca(1	(1, 2) = ca(1, 2) + cga3*area	
633		ca(1	(3) = ca(3), 3) + cgc2 * area	
634		ca(2	2, 3)=ca(2, 3)+cgc3*area	
635		ca(4	1, 4)=ca(4, 4)+cgbl*area	
637		ca(5	$(5) = ca(5, 5) + cgD2^area$	
638		ca(6	5, 6)=ca(6, 6)+fxa*fxa*fay*fay*cghmyy*area	
639	С			
640 641		ca(1,	6)=ca(1,6)-cj*pi*fxa*fay*(gemxy*fxp11+gemyy*fyp11)	
642		ca(2,	$6) = ca(2,6) - ci^*pi^*fxa^*fav^*(gemxv^*fxp12+gemvv^*fvp12)$	
643		&	*dcos(aky*y0)*area	
644		ca(3,	6)=ca(3,6)-cj*pi*fxa*fay*(gemxy*fxp31+gemyy*fyp31)	
645 646		& C = (1	*dcos(aky*y0)*area 6)=ca(4,6)+ci*pi*fxa*fax*(gemyar*fxo21+gemyar*fxo21)	
647		& Ca(4,	*dsin(akv*y0)*area	
648		ca(5,	<pre>6)=ca(5,6)+cj*pi*fxa*fay*(gemxy*fxo41+gemyy*fyo41)</pre>	
649	_	æ	*dsin(aky*y0)*area	
650 0	C	tt=tt	+tint	
652	13	continue		
653		print *,	' Integral surface(patch) finished'	
654 (C 07	Continue		
656 4	5/	continue		
657	c :	===== In	tgral in the third region $(3-1) =====$	
658		tint=0.5	d0*pi/it	
659 660		rint=0.0	Z5dU*akU	
000		LI-ars+U	· 240 · 1 · 140	

Page 11

661			do	7 i=1,ir2
662				area=rr*rint*tint
663				tt=0.5d0*tint
664				akz1=dsqrt(rr*rr-aks*aks)
665				akz3=dsqrt(rr*rr-akr*akr)
666				akz2=dsqrt(rr*rr-ak0*ak0)
667				do 8 j=1,it
668				akx=rr*dcos(tt)
669				aky=rr*dsin(tt)
670				fxa=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*wa)/(akx*wa)
671				fya=2.0d0*dsin(0.5d0*aky*wa)/(aky*wa)
672				fys=2.0d0*dsin(0.5d0*aky*ws)/(aky*ws)
673				fxs=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*ws)/(akx*ws)
674				tes=akz1*dcosh(akz1*ds)+akz2*dsinh(akz1*ds)
675				tep=akz3*dcosh(akz3*dp)+akz2*dsinh(akz3*dp)
676				tms=epsrs*akz2*dcosh(akz1*ds)+akz1*dsinh(akz1*ds)
677				tmp=epsrp*akz2*dcosh(akz3*dp)+akz3*dsinh(akz3*dp)
678	С			
679	С		-	green's function for strip(x) to strip(x)
680				fgs1=(aks*aks-akx*akx)*akz2*dcosh(akz1*ds)
681		&		+(ak0*ak0-akx*akx)*akz1*dsinh(akz1*ds)
682				cgsxx=-cj*z0*fgs1*dsinh(akz1*ds)/(ak0*tes*tms)
683	С		-	green's function for slot(y) to patch(x)
684				fgs2=-akx*akx*(epsrs-1.0d0)*dsinh(akz1*ds)/tes/tms
685				fgs3=-akz1/tes
686				gsxy=fgs2+fgs3
687	С			
688	С		-	green's function for slot(y) to slot(y)
689				gsy1=akz1*dcosh(akz1*ds)+epsrs*akz2*dsinh(akz1*ds)
690				gsy2=(aks*aks-aky*aky)/(akz1*tms)
691				gsy3=aky*aky*akz1*(epsrs-1.0d0)/tes/tms
692				gpy1=akz3*dcosh(akz3*dp)+epsrp*akz2*dsinh(akz3*dp)
693				gpy2=(akr*akr-aky*aky)/(akz3*tmp)
694				<pre>gpy3=aky*aky*akz3*(epsrp-1.0d0)/tep/tmp</pre>
695				cghmyy=-cj*(asy1*asy2-asy3+apy1*apy2-apy3)/(ak0*z0)
696	С			
697	С			green's function for patch(x) to patch(x)
698				fgp1=(akr*akr-akx*akx)*akz2*dcosh(akz3*dp)
699		&		+ $(ak0*ak0-akx*akx)*akz3*dsinh(akz3*dp)$
700				cgeixx=-ci*z0*fgp1*dsinh(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp)
701	С		_	green's function for patch(v) to patch(v)
702	-			fgp2=(akr*akr-aky*aky)*akz2*dcosh(akz3*dp)
703		&		+(ak0*ak0-aky*aky)*akz3*dsinh(akz3*dp)
704		-		cgeivy=-ci*z0*fgp2*dsinh(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp)
705	С			green's function for patch(x) to patch(x)
706	•			fgp3=akz2*dcosh(akz3*dp)+akz3*dsinh(akz3*dp)
707				$cgeixy=ci^*z(*akx*aky*fgp3*dsinh(akz3*dp)/(ak0*tep*tmp)$
708	С			
709	c		_	green's function for $slot(v)$ to $patch(x)$
710	0			$fgn_{=-akx*akx*(ensrp_1,0d0)*dsinh(akz_3*dp)/tep/tmp$
711				$fgp_2 = a_2 c_3 c_4 c_5 c_5 c_5 c_5 c_5 c_5 c_5 c_5 c_5 c_5$
712				aemyz=fan1+fan2
713	C		-	$g_{circle} = g_{circle} = g_{$
714	C			g_{rem}
715	C			gemyy- and any (cpsip 1.000) asimilanzo ap//ccp/cmp
716	c			Precewise sinusoidal modes
717	C			$f_{av} = 2 \left[\frac{d}{dv_{av}} + \frac{d}{dv_{av}} + \frac{d}{dv_{av}} - \frac{d}{dv_{av}} + \frac{d}{dv_{av}} $
718		г.		(1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 +
719		, ot		$f_{0x=2}$ 0d0*ake*(dcos(ake*hf)-dcos(akx*hf))
720		1		/(aky*aky-ako*ako)/dsin(ako*hf)
721		οč		call expansi(rad.btll.rr.tt.bia.pi_fxpl1.fvpl1.fvpl1.fvpl1)
722				call expansi(rad ht12 rr tt bic ni fxn12 fxn12 fxn12 fxn12
723				call expansi(rad, bt2) rr tt hih ni fvn21 fvn21 fvn21 fvn21
724				call expanse (rad ht31 rr tt hig ni fyn31 fyn31 fyn31 fyn31
725				call expanse (rad, best, tr, ee, bje, pr, txpst, typst, txost, typst)
726	C			carr expanse(rau, b(er, rr, cc, b)u, pr, rxper, ryper, rx041, ry041)

Mar 15	1995 18:22:38	yoff_lp.f	Page 12
727		cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy	
728	&	+fyp11*fyp11*cgejyy	
729		cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy	
730	&	+fyp12*fyp12*cgejyy	
731	r	cgaj=ixpll*ixpl2*cgejxx+(ixpl1*iypl2+ixpl2*iypl1)*cgejxy	
732	à	+IypII ~IypIZ ~CgeJyy cch1=fxo21 *fxo21 *ccejyy+2 0d0 *fxo21 *fyo21 *ccejyy	
734	Γ.	$f_{vo21} f_{vo21} f_{vo21} cge_{vo21}$	
735	a.	cab2=fxo41*fxo41*caeixx+2.0d0*fxo41*fxo41*caeixy	
736	æ	+fvo41*fvo41*cgejvv	
737		cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy	
738	&	+fyo21*fyo41*cgejyy	
739		cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy	
740	&	+fyp31*fyp31*cgejyy	
741	_	cgc2=txpl1*txp31*cgejxx+(txpl1*typ31+txp31*typl1)*cgejxy	
742	&	+IYPII^IypiI^Cgejyy	
745	r.	<pre></pre>	
745	<u>م</u>	tibbit tibit cdelik	
746	C	ca(1, 1)=ca(1, 1)+cgal*area	
747		ca(2, 2)=ca(2, 2)+cga2*area	
748		ca(1, 2)=ca(1, 2)+cga3*area	
749		ca(3, 3)=ca(3, 3)+cgc1*area	
750		ca(1, 3)=ca(1, 3)+cgc2*area	
751		ca(2, 3)=ca(2, 3)+cgc3*area	
752		ca(4, 4)=ca(4, 4)+cgbl*area	
753		$ca(5, 5)=ca(5, 5)+cgb2^{-}area$	
754		ca(6, 6)=ca(6, 6)+fxa*fxa*fav*fav*cohmvv*area	
756	c	cal of of-cal of of the the tay tay compy area	
757	0	ca(1,6)=ca(1,6)+fxa*fav*(gemxv*fxp11+gemvv*fvp11)	
758	æ	*dcos(aky*y0)*area	
759		ca(2,6)=ca(2,6)+fxa*fay*(gemxy*fxp12+gemyy*fyp12)	
760	۵.	*dcos(aky*y0)*area	
761		<pre>ca(3,6)=ca(3,6)+fxa*fay*(gemxy*fxp31+gemyy*fyp31)</pre>	
762	&	*dcos(aky*y0)*area	
763		ca(4, 6)=ca(4, 6)-IXa*Iay*(gemxy*IXo21+gemyy*Iyo21)	
764	œ	ca(5, 6) = ca(5, 6) - fxa*fav*(gemxy*fxo41+gemyy*fxo41)	
766	s.	*dsin(akv*v0)*area	
767	c	abin(anj jo) area	
768		do 106 k=1,ns	
769		xm=(k-1)*hf	
770		xn=stub-(ns-k+1)*hf	
771		ca(n+k,n+1)=ca(n+k,n+1)+fys*fys*f0x*f0x*cgsxx	
772	۵.	* dcos(akx*xm) * area	
773	5	$Ca(6, n+k) = Ca(6, n+k) = Iys^{I}Ux^{I}xa^{I}ay^{g}Sxy$	
775	106	continue	
776	c	CONCINC	
777	· .	tt=tt+tint	
778	8 cc	ontinue	
779	rı	=rr+rint	
780	7 conti	nue	
781	rinto	p=rint	
782	C	+ (Tubaunal 2 1 finished)	
783	print	, Integral 3-1 finisned	
784	C =======	Integral in the third region (3-2) ======	
786	tint=	0.5d0*pi/it	
787	rint=	0.06d0*ak0	
788	rr=ak	s+rinto*ir2+0.5d0*rint	
789	do 9	i=1,ir3	
790	ar	ea=rr*rint*tint	
791	tt	=0.5d0*tint	
792	ak	zl=dsqrt(rr*rr-aks*aks)	

Mar 15	1995	5 18:2	2:38	yoff_lp.f	P
793			ak:	z3=dsqrt(rr*rr-akr*akr)	
794			ak:	z2=dsqrt(rr*rr-ak0*ak0)	
795			do	10 j=1,it	
. 796				akx=rr*dcos(tt)	
797				aky=rr*dsin(tt)	
798				fxa=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*wa)/(akx*wa)	
799				fva=2.0d0*dsin(0.5d0*aky*wa)/(aky*wa)	
800				fvs=2.0d0*dsin(0.5d0*akv*ws)/(akv*ws)	
801				fxs=2.0d0*dsin(0.5d0*akx*ws)/(akx*ws)	
802				tes=akz1*dcosh(akz1*ds)+akz2*dsinh(akz1*ds)	
803				tep=akz3*dcosh(akz3*dp)+akz2*dsinh(akz3*dp)	
804				tms=ensrs*akz2*dcosh(akz1*ds)+akz1*dsinh(akz1*ds)	
805				tmp = psrp*akz2*dcosh(akz3*dp)+akz3*dsinh(akz3*dp)	
806	c				
807	ĉ			green's function for strip(x) to strip(x)	
808	C			fact = (akc * akc - akx * akx) * akz 2 * dcosh (akz 1 * dc)	
800		۶.		(ak) (ak) (ak) (ak) (ak) (ak) (ak) (ak)	
Q10		CX.		$a = \frac{1}{2} $	
011	~			$c_{y} = c_{y} c_$	
011	C			$f_{ac} = -a_{b} + a_{b} + a_{c} + a_{c} = 1$ (d0) + dc in b (a b c) (tac / the c)	
012				$f_{ac} = -2k_1/t_{c}$	
017				$r_{\rm SD} = -a_{\rm SD}/c_{\rm SD}$	
014	-			22XA-122241222	
010	C ~			$\frac{1}{2}$	
010	C			r_{r} r_{r	
817				$g_{y1}=a_{x21}$ d_{y21} d_{x21} d_{y1} d_{y1} d_{x21} d_{y1} d_{x21} d_{y1}	
818				gsy2=(aks^aks-aky^aky)/(akz1° tms)	
819				gsys=aky^aky*akz1*(epsis=1.000)/(es/tms	
820				gpy1=akz3^dcosn(akz3^dp)+epsrp^akz2^dsinn(akz3^dp)	
821				gpy2=(akr^akr-aky^aky)/(akz3^tmp)	
822				gpy3=aky*aky*akz3*(epsrp-1.000)/tep/tmp	
823				cdumλλ≈-c]、(dzλ1*dzλ7-dzλ3+dbλ1、dbλ7-dbλ3)\(gk0.z0)	
824	с				
825	С			green's function for patch(x) to patch(x)	
826				igpl=(akr*akr-akx*akx)*akz2*dcosh(akz3*dp)	
827		£		+ (ak0*ak0-akx*akx)*akz3*dsinh(akz3*dp)	
828				cgejxx=-cj*z0*igpl*dsinh(akz3*dp)/(ak0*tmp*tep)	
829	С			green's function for patch(y) to patch(y)	
830				fgp2=(akr*akr-aky*aky)*akz2*dcosh(akz3*dp)	
831		&		+ (ak0*ak0-aky*aky)*akz3*dsinh(akz3*dp)	
832				cgejyy=-cj*z0*fgp2*dsinh(akz3*dp)/(ak0*tmp*tep)	
833	С			green's function for patch(x) to patch(y)	
834				fgp3=akz2*dcosh(akz3*dp)+akz3*dsinh(akz3*dp)	
835				cgejxy=cj*z0*akx*aky*fgp3*dsinh(akz3*dp)/(ak0*tmp*tep)	
836	С				
837	С			green's function for slot(y) to patch(x)	
838				fgp1=-akx*akx*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp	
839				fgp2=-akz3/tep	
840				gemxy=fgp1+fgp2	
841	С			green's function for slot(y) to patch(y)	
842				gemyy=-akx*aky*(epsrp-1.0d0)*dsinh(akz3*dp)/tep/tmp	
843	С				
844	C .			- Piecewise sinusoidal modes	
845				fay=2.0d0*aka*(dcos(aka*ha)-dcos(aky*ha))	
846		&		/(aky*aky-aka*aka)/dsin(aka*ha)	
847				f0=2.0d0*ake*(dcos(ake*hf)-dcos(akx*hf))	
848		&		/(akx*akx-ake*ake)/dsin(ake*hf)	
849				call expans1(rad, bt11, rr, tt, bja, pi, fxp11, fyp11, fxo11, fyo11)	
850				<pre>call expans1(rad,bt12,rr,tt,bjc,pi,fxp12,fyp12,fxo12,fyo12)</pre>	
851				call expans2(rad, bt21, rr, tt, bjb, pi, fxp21, fyp21, fxo21, fyo21)	
852				<pre>call expans3(rad,bt31,rr,tt,bje,pi,fxp31,fyp31,fxo31,fyo31)</pre>	
853				call expans4(rad, bt41, rr, tt, bjd, pi, fxp41, fyp41, fxo41, fyo41)	
854	с				
855				cgal=fxp11*fxp11*cgejxx+2.0d0*fxp11*fyp11*cgejxy	
856		&		+fypl1*fypl1*cgejyy	
857				cga2=fxp12*fxp12*cgejxx+2.0d0*fxp12*fyp12*cgejxy	
858		&		+fyp12*fyp12*cgejyy	

Page 13

\$ ····

Mar 15	1995 18:	22:38 yoff_lp.f	Page 14
859		cga3=fxp11*fxp12*cgejxx+(fxp11*fvp12+fxp12*fvp11)*cgejxy	
860	æ	+fyp11*fyp12*cqejvy	
861	-	cqb1=fxo21*fxo21*cgejxx+2.0d0*fxo21*fyo21*cgejxy	
862	æ	+fyo21*fyo21*cgejyy	
863		cgb2=fxo41*fxo41*cgejxx+2.0d0*fxo41*fyo41*cgejxy	
864	&	+fyo41*fyo41*cgejyy	
865		cgb3=fxo21*fxo41*cgejxx+(fxo21*fyo41+fxo41*fyo21)*cgejxy	
866	&	+fyo21*fyo41*cgejyy	
867		cgc1=fxp31*fxp31*cgejxx+2.0d0*fxp31*fyp31*cgejxy	
868	&	+fyp31*fyp31*cgejyy	
869	_	cgc2=ixpli^ixp31^cge]xx+(ixpli^iyp31+ixp31*iyp11)*cge]xy	
870	ά.	+iypi1*iypi1*cgejyy	
8/1	c	<pre>cgcs=txps1*txp12*cgejxx+(txps1*typ12+txp12*typ51)*cgejxy +fxm31*fxm12*cgejxx</pre>	
672 873	~ ~	tropit robis cdeloù	
871	C	ca(1 1)=ca(1, 1)+cgal*area	
875		ca(2, 2)=ca(2, 2)+cga2*area	
876		ca(1, 2)=ca(1, 2)+cga3*area	
877		ca(3, 3)=ca(3, 3)+cgcl*area	
878		ca(1, 3)=ca(1, 3)+cgc2*area	
879		ca(2, 3)=ca(2, 3)+cgc3*area	
880		ca(4, 4)=ca(4, 4)+cgb1*area	
881		ca(5, 5)=ca(5, 5)+cgb2*area	
882		ca(4, 5)=ca(4, 5)+cgb3*area	
883		ca(6, 6)=ca(6, 6)+ixa^ixa^iay^iay*cgnmyy*area	
884	С	a_{1} (1) a_{2} (1) b_{1} (b_{2}) (b	
885 002	· 6.	<pre>*dcos(aky*y0)*area</pre>	
800	à	(ca)(2 - 6) = ca)(2 - 6) + fxa*fav*(gemxv*fxp12) + gemvv*fvp12)	
888	3	*dcos(akv*v0)*area	
889	u	ca(3,6)=ca(3,6)+fxa*fav*(gemxv*fxp31+gemvv*fvp31)	
890	&	*dcos(aky*y0)*area	
891		ca(4,6)=ca(4,6)-fxa*fay*(gemxy*fxo21+gemyy*fyo21)	
892	&	*dsin(aky*y0)*area	
893		<pre>ca(5,6)=ca(5,6)-fxa*fay*(gemxy*fxo41+gemyy*fyo41)</pre>	
894	3	*dsin(aky*y0)*area	
895	С		
896		do 107 k=1,ns	
897		xm = (K-1) * nI	
898		xn=stud=(ns-k+1)=nt	
000	c	(a(11+k,11+1)-ca(11+k,11+1)+1ys 1ys 10 10 cysxx * $dcos(sky*ym)*area$	
900	α	ca(6.n+k) = ca(6.n+k) - fvs*f0*fxa*fav*gsxv	
902	2	*dcos(akx*xn)*area	
903	107	continue	
904	с		
905		tt=tt+tint	
906	10	continue	
907		rr=rr+rint	
908	9 c	ontinue	
909	F	rint *,'All integral finished.'	
910	с	·	
911	c =	==== matrix construction =====	
912 010	C	a(2,1) - ca(1,2)	
51J 011	- -	a(3, 1) = ca(1, 3) a(3, 2) = ca(2, 3)	
915		a(5,4) = ca(4,5)	
916	с		
917	- C	a(6,1) = -ca(1,6)	
918	c	a(6,2) = -ca(2,6)	
919	C	a(6,3)=-ca(3,6)	
920	c	a(6,7) = -ca(7,6)	
921	c	a(6,8) = -ca(8,6)	
922	с		
923	d	o 20 i=2,ns	
924	20	ca(n+i,n+i)=ca(n+1,n+1)	

Mar 15	1995	18:22:38 yoff_lp.f
925		do 21 i=1,ns-1
926		do 22 j=1,ns-i
. 927		ca(n+i, n+i+i) = ca(n+i+1, n+1)
929	22	continue
930	21	continue
931		do 23 $1=1, ns$
933	23	continue
934	С	
935	-	cb(n+1) = (1.0d0, 0.0d0)
936	С	call tledc(mm,ca,cb,cc,nn,eps,ind)
938	С	
939		write(6 , *) 'Freq.[GHz] = ', fre
940		$d_{0} = 31 i=1.n$
942	31	write(6,*) mode(i),cc(i)
943	С	
944		amax=0.0d0
946		ss=-3*hf
947		do 40 i=n+3,ns+n
948		xm=stub-(ns-(i-n)+1)*hf
949		$d_0 = 43 = 0.39$
951		s=0.025d0*j
952		cjx=cc(i)*dsin(ake*hf*(1-s))/dsin(ake*hf)
953 954		<pre>& +cc(1+1)*dsin(ake*nI*s)/dsin(ake*nI) acc=cdabs(cix)</pre>
955		if(acc.gt.amax) then
956		amax=acc
957		else if(acc.lt.amin) then
958 959		xmin=xm+hf*s
960		endif
961	43	continue
962	40 201	continue
964	c	- Concernation
965		vswr=amax/amin
966		write(6, *) VSWR = ', VSWr
968		agmd=-20.0d0*dlog10(agm)
969		write(6,*)'Return Loss(dB)=',agmd
970		dst=-xmin
972		cam=agm*cdexp(ci*phi)
973		cz2 = (1.0d0 + cgm) / (1.0d0 - cgm)
974		write(6,*) ' S11 = ',cgm
975	c	write(6, $^{\prime}$) $\sim \Sigma III (Horm. by 50 Ohm) = , C22$
977	-	stop
978		end
980 (C C	
981 0	с С	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
982 (C	* Subroutine:swave *
983 (2	* Finding of the TMU surface wave mode * * pole using Newton Lapson Method *
985 (2	**************************************
986 (2	
987		subroutine swave(epsr,ak0,d,pole,ind)
980 V 788	~	double precision epsr,aku,d,pole,xu,aks,akzi,akz2,f,df,aa
990	-	$x_{0=1} 00001d0 * ak_{0}$

Page 15

年ーーー

Mar 15 19	95 18:22:38	yoff_lp.f
Mar 15 19 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1 1004 1005 1006 1 1007 1008 1007 1008 1009 1 1010 1011 1012 c 1013 c 1014 c	95 18:22:38 aks=ds do 100 akz akz f=e df= & + & + & aa= if(x0= if(.00 contin ind=-1 return .02 pole=x ind=0 return .01 ind=1 return end ************************************	<pre>yoff_lp.f gqrt(epsr)*ak0) i=1,200 :1=dsqrt(aks*aks-x0*x0) :2=dsqrt(x0*x0-ak0*ak0) epsr*akz2*dcos(akz1*d)-akz1*dsin(akz1*d) :epsr*dcos(akz1*d)*x0/akz1 epsr*akz2*d*dsin(akz1*d)*x0/akz1 :x0*dsin(akz1*d)/akz1+x0*d*dcos(akz1*d) :dabs(f/df) a.lt.1.0d-4) go to 102 :x0-f/df x0.lt.ak0.or.x0.gt.aks) go to 101 ue </pre>
1014 c	* sub	routine: expans 1 *
1015 C 1016 c	* Expa	(dominant TM11 mode)
1017 c	* * * * * * * *	***************************************
1018	subrou & fxo11	fine expansi(rad, betail, beta, aira, besja, pi, ixpii, iypii,
1020	implic	it double precision (a,b,d-h,o-y)
1021	dimens	ion zbes(0:5)
1022	rm=4 zbeta=	sngl(beta*rad)
1023 c	200004	Sug (Deca Taa)
1025	call b	esjt(zbeta,zbes,mm,ind)
1026	ial=0. & /(b	etall*betall-beta*beta)
1028	fa2=db	le(zbes(1))/beta/rad
1029	fx1=fa	1*dcos(alfa)*dcos(alfa)+fa2*dsin(alfa)*dsin(alfa) 1*dcin(alfa)*dcos(alfa)-fa2*dcos(alfa)*dsin(alfa)
1030	fx3=fa	1*dsin(alfa)*dcos(alfa)-fa2*dcos(alfa)*dsin(alfa) 1*dsin(alfa)*dcos(alfa)-fa2*dcos(alfa)*dsin(alfa)
1032	fx4=fa	1*dsin(alfa)*dsin(alfa)+fa2*dcos(alfa)*dcos(alfa)
1033	fxp11=	2.0d0*pi*rad*besja*fx1
1034	fxol1=	2.0d0*pi*rad*besja*ix2 2.0d0*pi*rad*besja*fx3
1036	fyo11=	2.0d0*pi*rad*besja*fx4
1037	return	
1038 1039 c	end	
1040 c	* * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
1041 c	* sub	routine: expans2 *
1042 C 1043 C	* Expa	(TM21 mode) *
1044 c	******	****
1045	subrou	tine expans2(rad,beta21,beta,alfa,besjb,pi,
1048	implic	it double precision (a,b,d-h,o-v)
1048	dimens	ion zbes2(0:6)
1049	mm=5	
1050 1051 c	zbeta=	sng1(beta*rad)
1052	call b	esjt(zbeta,zbes2,mm,ind)
1053	fa1=0.	5d0*dble(zbes2(1)-zbes2(3))*beta21*beta21
1054	& /(b	eta21*beta21-beta*beta)
1055	ra2=2. fxl=fa	udu^dDie(ZDes2(2))/Deta/rad 1*dcos(alfa)*dcos(2*alfa)+fa2*dsin(alfa)*dsin(2*alfa)

Page 16

Mar 15 199	5 18:22:38	yoff_lp.f
1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064	<pre>fx2=fa1*dsin(alfa)*dcos(2 fx3=fa1*dcos(alfa)*dsin(2 fx4=fa1*dsin(alfa)*dsin(2 fxp21=2.0d0*pi*rad*besjb* fyp21=2.0d0*pi*rad*besjb* fxo21=2.0d0*pi*rad*besjb* fyo21=2.0d0*pi*rad*besjb* return end</pre>	*alfa)-fa2*dcos(alfa)*dsin(2*alfa) *alfa)-fa2*dsin(alfa)*dcos(2*alfa) *alfa)+fa2*dcos(alfa)*dcos(2*alfa) fx1 fx2 fx3 fx4
1066 c 1067 c 1068 c 1069 c 1070 c 1071 c 1072 1073 1074	<pre>************************************</pre>	x p a n s 3 * ircular patch * * ta31,beta,alfa,besjb,pi, (a,b,d-h,o-y)
1076 1077 1078 c 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087	<pre>mm=5 zbeta=sngl(beta*rad) call besjt(zbeta,zbes2,mm, fa1=0.5d0*dble(zbes2(2)-zl & /(beta31*beta31-beta*be fa2=3.0d0*dble(zbes2(3))/l fx1=fa1*dcos(alfa)*dcos(3) fx2=fa1*dsin(alfa)*dcos(3) fx3=fa1*dcos(alfa)*dsin(3) fx4=fa1*dcos(alfa)*dsin(3) fx4=fa1*dcos(alfa)*dsin(3) fx3=fa1*dcos(alfa)*dsin(3)</pre>	<pre>ind) bes2(4))*beta31*beta31 eta) beta/rad ralfa)+fa2*dsin(alfa)*dsin(3*alfa) ralfa)-fa2*dcos(alfa)*dsin(3*alfa) ralfa)-fa2*dsin(alfa)*dcos(3*alfa) ralfa)+fa2*dcos(alfa)*dcos(3*alfa) rfx1</pre>
1088 1089 1090 1091 1092 1093 c 1094 c 1095 c 1096 c 1097 c 1098 c	<pre>fyp31=-2.0d0*pi*rad*besjby fxo31=-2.0d0*pi*rad*besjby fyo31=-2.0d0*pi*rad*besjby return end **********************************</pre>	fx2 fx3 fx4 x p a n s 2 * .rcular patch * *
1100 1101 1102 1103 1104 1105 c 1106 1107 1108 1109 1110 1111	<pre>& fxp41, fyp41, fxo41, fyo41) implicit double precision dimension zbes2(0:10) mm=9 zbeta=sng1(beta*rad) call besjt(zbeta, zbes2, mm, fa1=0.5d0*dble(zbes2(3)-zh & /(beta41*beta41-beta*befa2=4.0d0*dble(zbes2(4))/h fx1=fa1*dcos(alfa)*dcos(4* fx2=fa1*dsin(alfa)*dcos(4* fx2=fa1*dsin(alfa)*dcos(4*)</pre>	<pre>ind) bes2(5))*beta41*beta41 tta) beta/rad alfa)+fa2*dsin(alfa)*dsin(4*alfa) alfa) - fa2*dcos(alfa)*dsin(4*alfa) alfa) - fa2*dcos(alfa)*dsin(4*alfa)</pre>
1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119	<pre>ix3=fal*dcos(alfa)*dsin(4* fx4=fal*dsin(alfa)*dsin(4* fxp41=-2.0d0*pi*rad*besjd* fyp41=-2.0d0*pi*rad*besjd* fxo41=-2.0d0*pi*rad*besjd* fyo41=-2.0d0*pi*rad*besjd* return end</pre>	alfa) + fa2*dcos(alfa)*dcos(4*alfa) fx1 fx2 fx3 fx4

Page 17

Mar 15 1995	5 18:33:00 besjt.f	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
1 c 2 c - 3 c - 4 c 5 c 6 C 7 c	<pre>= B E S J T : subroutine header = First kind Bessel function table = (single precision) = by YASUSHI MURAKAMI = DATE 1992.3.10</pre>	
9 10 11 12 13 14 c	<pre>subroutine besjt(x,besjn,nn,ind) double precision ja0,ja1,ja2,ja3,ja4, & c0,c1,c2,c3,c4,c5, k0,k1,k2,k3,k4,k & aj0,aj1,aj2,aj3,aj4,aj5,aj6,aj7,ac0 & ac5,ak0,ak1,ak2,ak3,ak4,ak5</pre>	ja5,ja6,ja7, 5, ,ac1,ac2,ac3,ac4,
15 16 c 17 c 18 19 20 21 22 23 23 24 25 26 27 26	<pre>dimension besjn(0:nn+1) data for 0th order Bessel funct data aj0,aj1,aj2,aj3,aj4,aj5,aj6,aj7 & / 1.00000 0000d0 , -3.99999 9872d0 & -1.77775 6060d0, .44435 84263d0 & .00767 71853d0,00001 144115d data ac0,ac1,ac2,ac3,ac4,ac5 & / .39884 22793d0 ,00175 30620d0 &00004 87613d0 , .00001 73565d0 data ak0,ak1,ak2,ak3,ak4,ak5 & /01246 69944d0 , .00045 64324d0 & .00003 42468d0 ,00001 42078d0</pre>	<pre>ion , 3.99999 7302d0, ,07092 53492d0, 0/ , .00017 34300d0, ,00000 37043d0/ ,00008 69791d0, , .00000 32312d0/</pre>
28 c 29 c 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 c	<pre> data for 1st order Bessel func data ja0,ja1,ja2,ja3,ja4,ja5,ja6,ja7 & / 2.00000 00000d0 , -3.99999 99710d &88888 39649d0 , .17775 82922d & .00220 69155d0 ,00012 89769d data c0,c1,c2,c3,c4,c5 & / .39894 22819d0 , .00292 18256d & .00005 80759d0 ,00002 00920d data k0,k1,k2,k3,k4,k5 & / .03740 08364d0 ,00063 90400d &00003 98708d0 , .00001 62200d</pre>	tion 0 , 2.66666 6054d0, 0 , .02366 16773d0, 0 ,00022 32030d0, 0 , .00000 42414d0/ 0 , .00010 64741d0, 0 ,00000 36594d0/
41 c 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 10 52 53 53 54 11	<pre>y=abs(x) y4=y*y/16.0 if(x.eq.0.0) go to 10 if(y.ge.4.0) go to 11 besjn(0)=aj0+y4*(aj1+y4*(aj2+y4*(aj3+y & (aj6+y4*aj7))))) besjn(1)=(ja0+y4*(ja1+y4*(ja2+y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja1+y4*(ja2+y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-y4*(ja3-</pre>	y4*(aj4+y4*(aj5+y4* +y4*(ja4+y4*(ja5+y4*
55 56 57 58 60 61 62 63 64 65 66	<pre>p0=ac0+x4*(ac1+x4*(ac2+x4*(ac3+x4*(ac4 q0=4.0*(ak0+x4*(ak1+x4*(ak2+x4*(ak3+x4* w0=cos(y - 0.78539 81634d0) z0=sin(y - 0.78539 81634d0) sx=2.0/sqrt(y) besjn(0)=sx*(p0*w0-q0*z0) p1=c0+x4*(c1+x4*(c2+x4*(c3+x4*(c4+x4*c q1=4.0*(k0+x4*(k1+x4*(k2+x4*(k3+x4*(k4*x4*(k4*x4*(k3+x4*(k4*x4*(k3+x4*(k4*x4*(k3+x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*(k4*x4*x4*(k4*x4*(k4*x4*x4*(k4*x4*x4*(k4*x4*x4*(k4*x4*x4*x4*(k4*x4*x4*x4*x4*x4*x4*x4*x4*x4*x4*x4*x4*x4</pre>	4+x4*ac5)))) 4*(ak4+x4*ak5)))))/y c5)))) 4+x4*k5)))))/y

Page 1

Mar 15 1995 18:33:00

67 68	C	besjn(1)=sx*(pl*wl-ql*zl) if(x.lt.0.0) besjn(1)=-besjn(1)
. 70	12	continue if(nn.lt.1) return
72	С	
73 74 75	С	<pre>do 20 i=2,nn besin(i)=2.0*(i-1)*besin(i-1)/x-besin(i-2)</pre>
76	20	continue
78 79	С	return end

Mar 15 1995 1	8:32:52 tledc.f	Page 1
1 c		
2 c	= LIBRARY HEADER : TLEDC.F =	
· 3 c	= linear equation : elimination =	
4 C	= (double precision complex) =	
5 c	= = =	
6 C	= programmed by rasushi Murakami =	
8 6		
9 C		
10	<pre>subroutine tledc(n,a,b,x,nn,e,inder)</pre>	
11 c		
12 c	Linear equation $A * X = B$	
13 c	n: to be considered, nn: definition matrix size	
14 C 15	double complex a b x pmax as f work	
15	double precision niv nive e eps	
17	dimension a(nn.n), b(n), x(n)	
18 c		
19	inder=0	
20	nml=n-1	
21	if(nm1) 40,41,42	
22 40	inder = -1000	
23	Write(0,040) n format(160 / N =/ i5 / N should be positive in TLEDC()	
24 040	return	
26 41	if(a(1,1),eg.(0.0d0,0.0d0)) go to 21	1
27	x(1) = b(1)/a(1,1)	
28	return	
29 42	if(n.le.nn) go to 43	
30	inder= -1001	
31	write $(6, 642)$ n, nn format (150 / N = / if / NN = / if / NN should be less than N/)	
32 042	rofmat(Ino, N = ,15, NN = ,15, NN Should be less than N)	
34 43	piv=0.0d0	
35	do 1 i=1,n	
36	do 1 j=1,n	
37	if(cdabs(a(i,j)).le.piv) go to 1	
38	piv=cdabs(a(i,j))	
39	1=1	
40	m=j	
41 1	if(niv eq 0.000) go to 21	
43	eps=e*piv	
44	do 2 $k=1, nm1$	
45	kk=k+1	
46	x(k) = dcmplx(float(m), 0.0d0)	
47	if(k.eq.1) go to 4	
48	do $3 j=k,n$	
49	work=a(k,j)	
51 3	a(t, j) = a(t, j)	
52	work=b(k)	
53	b(k) = b(1)	
54	b(1)=work	
55 4	if(k.eq.m) go to 6	
56	do $5 i=1,n$	
57	WORK=a(1, K)	
59 5	a(1, k) = a(1, m)	
60 6	pmax = (1.0d0, 0.0d0) / a(k, k)	
61	piv=0.0d0	
62	do 7 i=kk,n	
63	aa=a(i,k)*pmax	
64	do 8 j=kk,n	
65	a(1,j)=a(1,j)-a(K,j)*aa	
00	prvw=cdabs(a(r,j))	

Mar 15	5 1995	18:32:52 tledc.f	_
67	,	if(pivw.le.piv) go to 8	
68	3	piv=pivw	
-69	;)	m=j l=i	
71	. 8	continue	
72	7	b(i)=b(k)*aa	
74	2	continue	
75		go to 10	
76 77	22	do 20 i=kk,n if(cdabs(b(i)) at eps) ao to 25	
78		b(i) = (0.000, 0.000)	
79	20	x(i) = dcmplx(float(i), 0.0d0)	
80		write(6.510) k	
82		1=n-k+2	
83		b(k) = b(k)/a(k,k)	
85		go to 16	
86	21	k=0	
87	25	KK=1 inder=-(n-kk+1)	
89		write(6,611) k	
90	610	return	
92	611	format(1h , 'Ill conditioned.Rank=', i5, 'No further calculation')	
93	С		
94	10	b(n) = b(n) / a(n, n) 1=2	
96	16	do 11 ii=l,n	
97		i=n+1-ii f=h (i)	
98		i=D(1) i=1+1	
100		do 12 j=im1,n	
101	12 11	f=f-a(i,j)*b(j) b(i)=f/a(i,i)	
103	15	do 13 $ii=2,n$	
104		i=n+1-ii	
105		work=b(i)	
107		b(i) = b(m)	
108	13	b(m)=work	
110	15	if(inder.ne.0) go to 30	
111	17	do 14 $i=1,n$	
112	14	x(1)=b(1) return	
114	30	do 50 j=kk,n	
115		do 52 $ii=1,k$	
117		f=a(i,j)	
118		im1=i+1	
119		$d_0 = 1 \text{ m} + 1 \text{ m} $	
121	51	f=f+a(i,m)*a(m,j)	
122	52 50	a(i,j)=-f/a(i,i)	
124		do 31 i=1,n	
125	2.2	do 32 j=1,n	
126 127	32	ir(i.ge.kk.or.j.it.kk) = a(i,j) = (0.0d0, 0.0d0) if(i.ge.kk) $a(i,i) = (1.0d0, 0.0d0)$	
128	33	m=real(x(k))	
129		if(m.eq.k) go to 35	
131		work= $a(k,i)$	
132		a(k,i)=a(m,i)	

\$ ~ ~ T

Page 2

÷. .

Mar 15	1995	18:32:52		tledc.f	Page 3
133 134	34 35	a(m,i)=wor k=k-1	k		
136 137		go to 17 end	jo co ji		