

TR-O-0036

48

テラヘルツ・イメージング・レーダ

飯塚啓吾
藤井智史

1990. 12. 14.

ATR光電波通信研究所

テラヘルツ・イメージング・レーダ

1. はじめに

ATR の得意とする情報処理の能力とトロント大学で十数年来築いてきたレーダ技術の融合に依り、超解像度を誇るテラヘルツ・レーダが誕生した。

現行のレーダの最高解像度は数 mm 程度とされているが、本方式ではその約 1,000 倍の $3\mu\text{m}$ の解像度まで出すことができ、光の波長に迫る解像度を持っている [1]。

レーダの解像度としては世界最高である。

本レーダが超解像度を持つため、今まで考えられなかった様な用途が次々に表れた。例えば、髪の毛のように細い光ファイバの断面の測定や、IC 基板中の欠陥検査等にも使用出来ることがわかった。

2. 実験結果

Fig. 1 は、厚さ $147\mu\text{m}$ の内部が均一なガラス板をターゲットとした結果である。表面と裏面の位置が正しく得られている。Fig. 2 のターゲットは、同様なガラス板であるが内部に $27\mu\text{m}$ の空隙を持っている。

Fig. 3 は、直径 $250\mu\text{m}$ のマルチモードファイバ (Photo. 1) の断面である。このファイバのコア径は $200\mu\text{m}$ であり、クラッドとコアの屈折率はそれぞれ 1.52, 1.59 である。

また、レーダから出るレーザの偏光軸に対して、光学的異方性を持つ LiNbO_3 (Photo. 2) の結晶軸を回転させてデータを取得し、見かけの厚さの変化を見たのが Fig. 4 である。結晶軸方向によって屈折率が異なるため、結晶軸と並行か垂直かにより、見かけの厚さが異なる。また、 45° では両方の屈折率に対応した見かけ距離にピークが出る。しかしながら、光学的異方性を持たない GaAs ではそのような変化はおきない。

3. 本レーダの応用

1) 製造行程中の光ファイバの検査装置 (Fig.5)

通信用に使われる光ファイバは、断面が均一である事が必要である。しかも、特に長い継ぎ目のないファイバーが必要な場合がある。(長いものでは 50km)

従来の方式では光ファイバを製造行程中一旦切断してからでないと、光ファイバの断面は測定可能でなかった。

本レーダを使用すれば、側面から非接触で光ファイバの断面を測定することが出来るので、製造行程の無駄がはぶける。

Fig. 3 は光ファイバの断面を本装置で測定する場合の例である。

2) IC 基板中の欠陥検査装置への応用

現在、ICの基板としてシリコン又は、ガリウム砒素が主に使われている。両基板共に普通の光を透過しないが、赤外線は透過する。本装置は赤外線を使用するので、ICの基板中の欠陥を検査するのに図に示す様に使用すれば、基板中に潜在する欠陥の大きさのみならず、その深さをも測定する事が出来るので、X線の透視像より更に次元多い探索が出来る。

半導体産業への応用が期待される。

3) 多層薄膜の厚さの測定への応用 (Fig.6)

現在、薄膜厚は段差を利用して、高い精度で測定する技術が存在する。しかし、2層以上の多重膜である場合、その奥の膜厚を上部より測定する方式はまだ存在しない。本装置を使えば、多層膜でも μm の精度で測定する事が出来る。

4. 可搬型モデルの作製

現装置は重い光学ベンチの上に組まれていて、移動が不可能であるが、この装置の移動化を計るために光ファイバを使って組み立てた。Fig.7に示す様な可搬型装置の製作は終わり、目下調整中である (Photo. 3)。

参考文献

- [1] 飯塚啓吾：“Tera Hertz Coherent Radar”，ATR テクニカルレポート，TR-o-0012, Oct., 1989.

Vglass11.fft

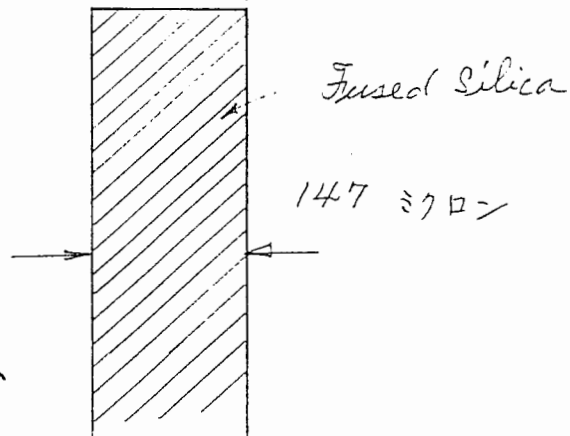
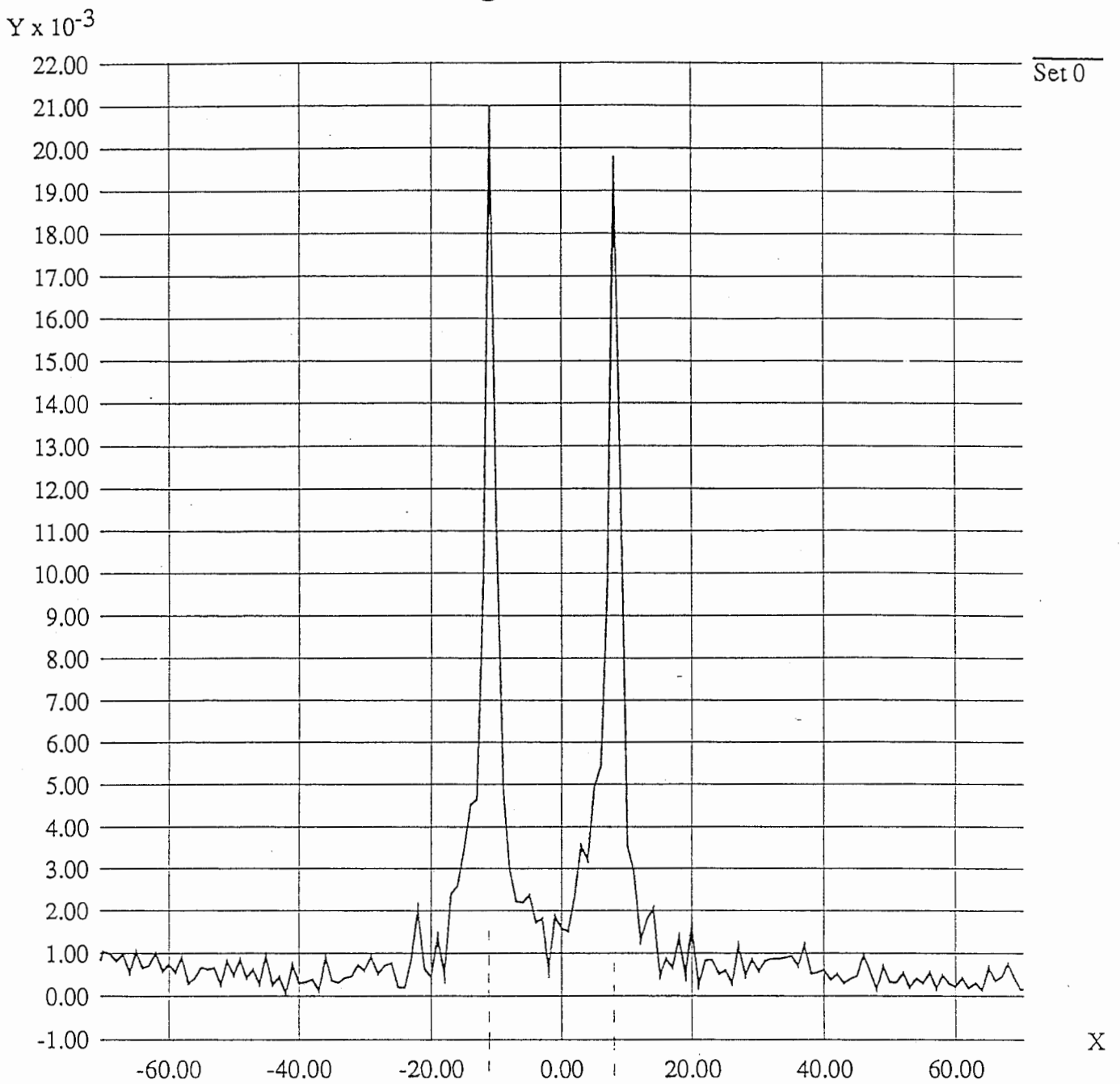


Fig. 1 板ガラス

VGlass71.fft

Y x 10⁻³

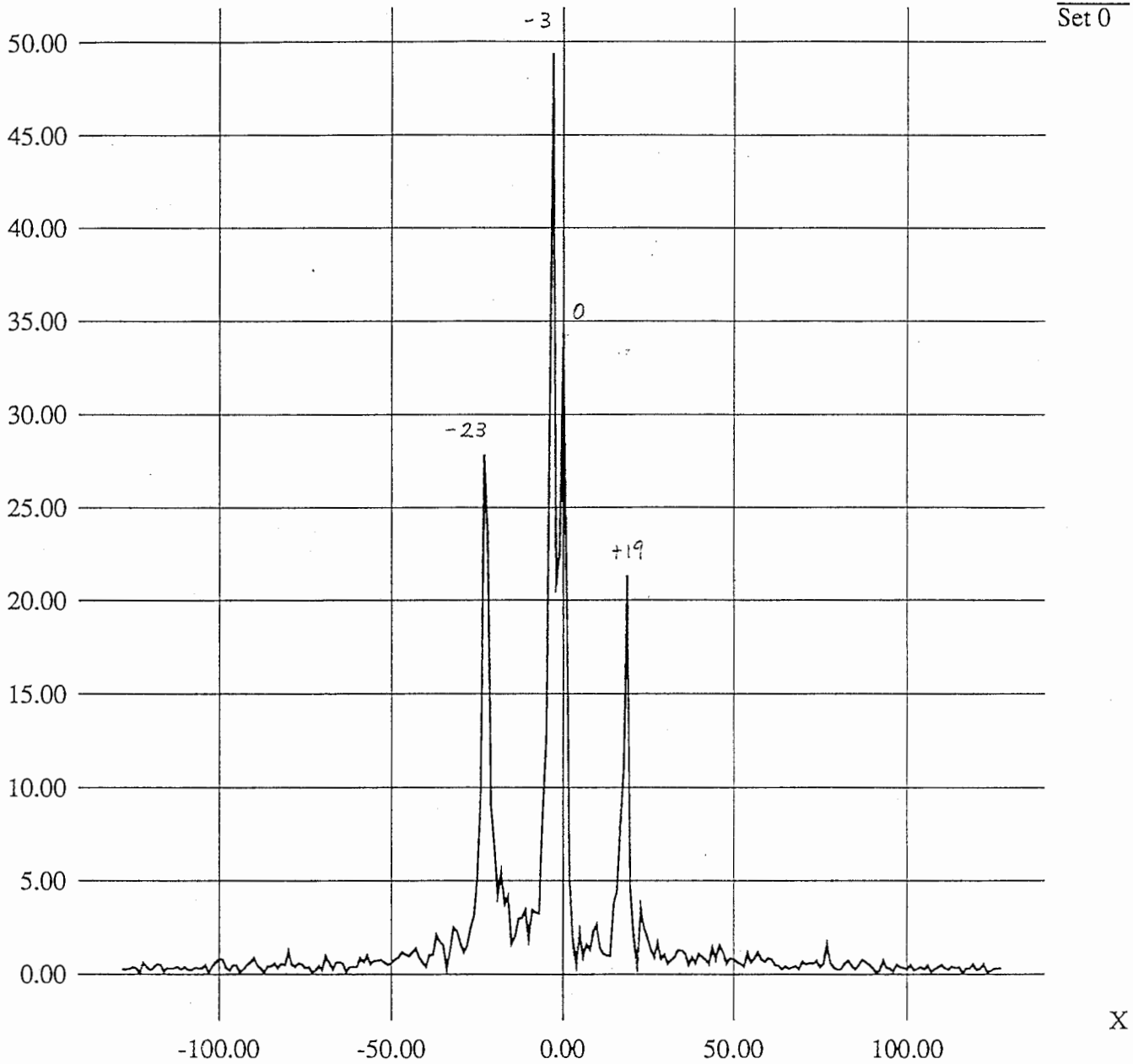
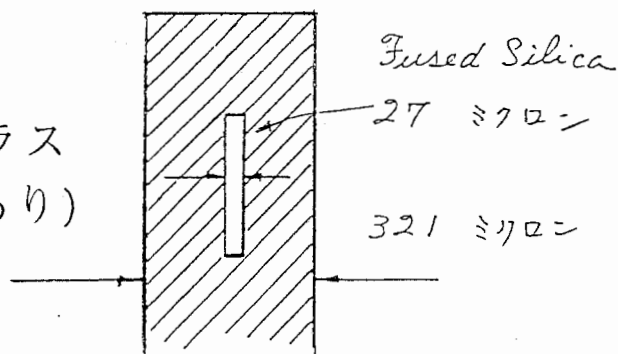


Fig. 2

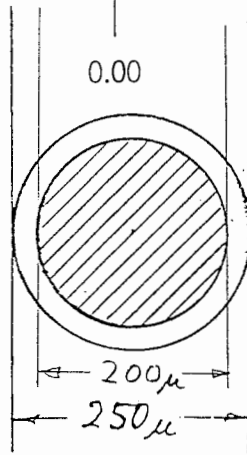
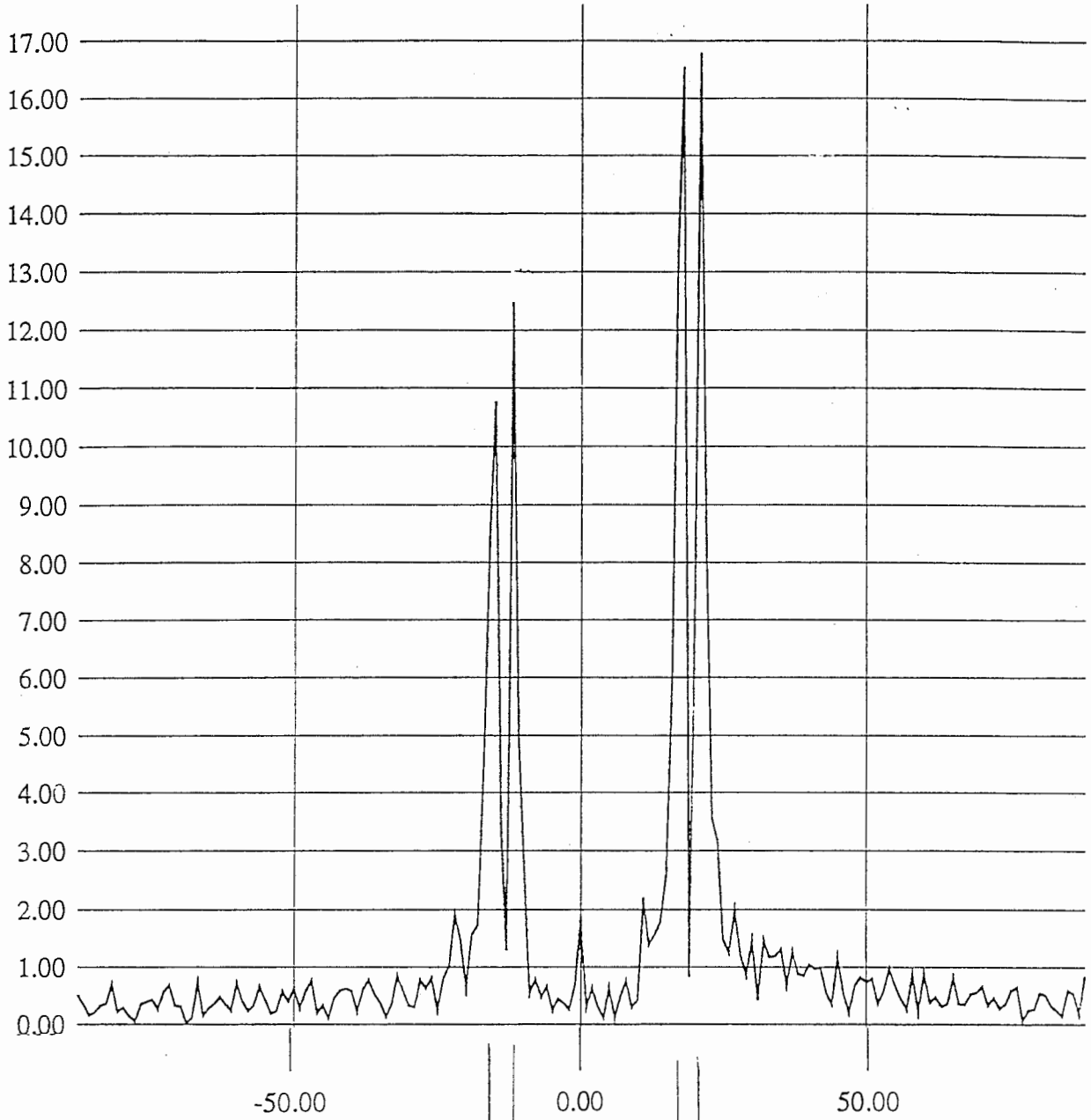
板ガラス
(空隙あり)



Fiber151.fft

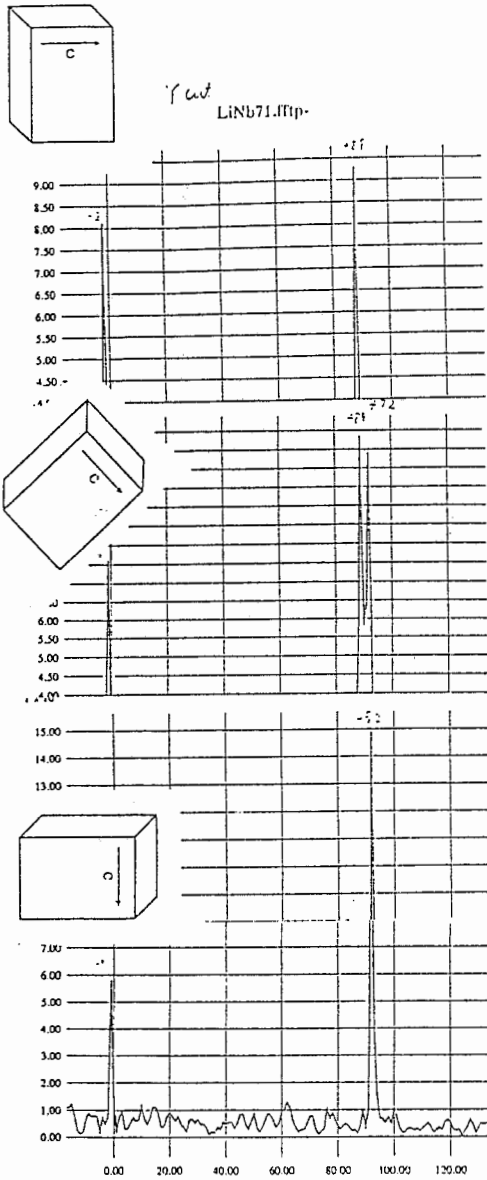
Y x 10⁻³

Set 0

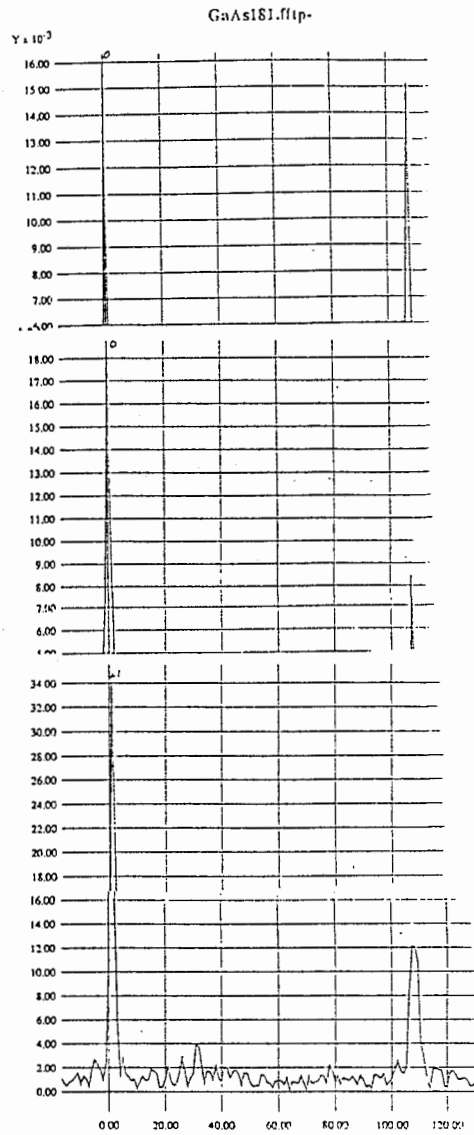


NSG 製
光ファイバ

Fig. 3 光ファイバ



Optical axis of LiNbO₃ Wafer was oriented at $\theta=0$ (top), $\theta=45^\circ$ (middle) and $\theta=90^\circ$ (bottom)



Optical axis of GaAs Wafer was oriented at $\theta=0$ (top), $\theta=45^\circ$ (middle) and $\theta=90^\circ$ (bottom)

Fig.4 Determination of Birefringence of LiNbO₃

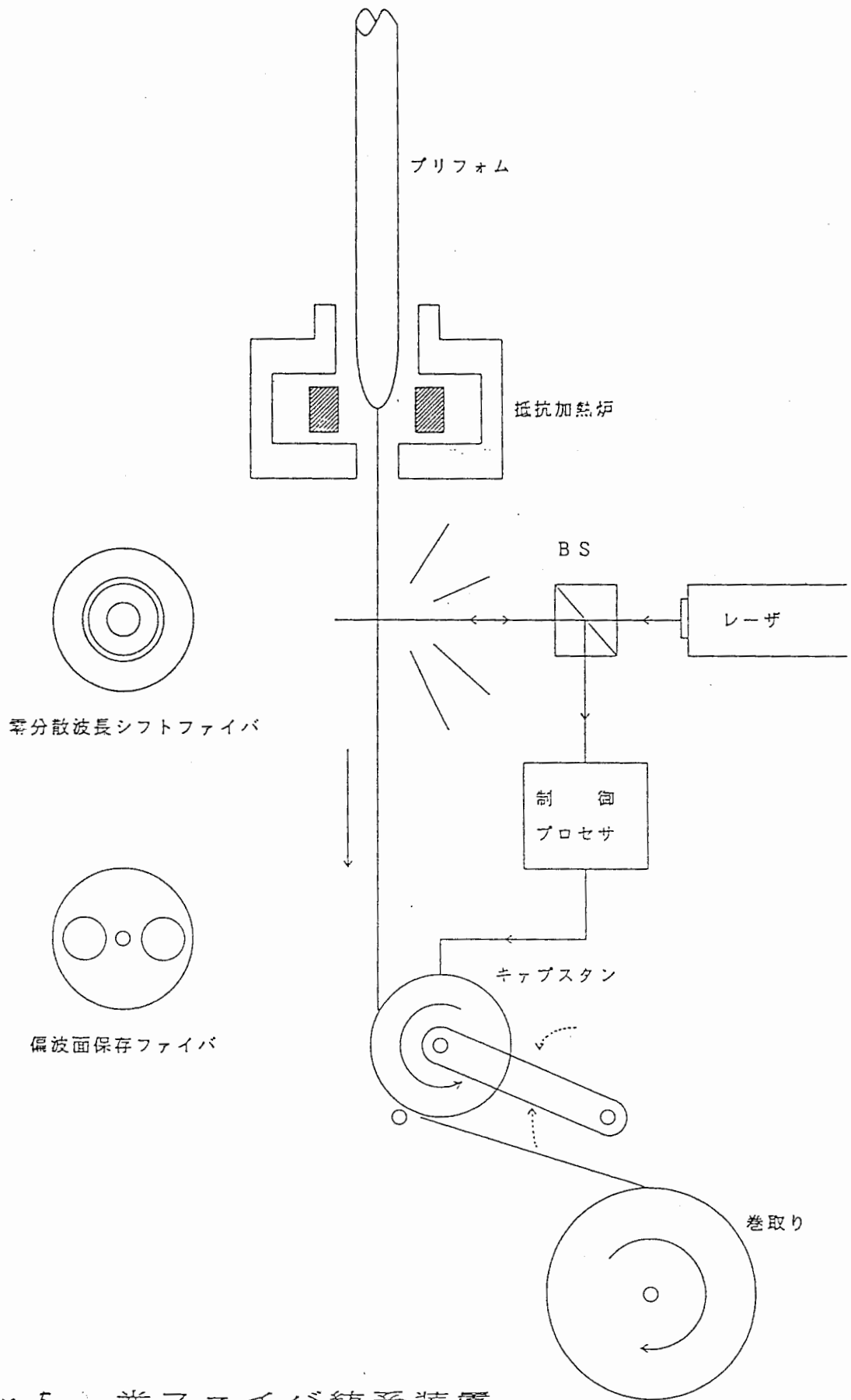


Fig. 5 光ファイバ紡糸装置

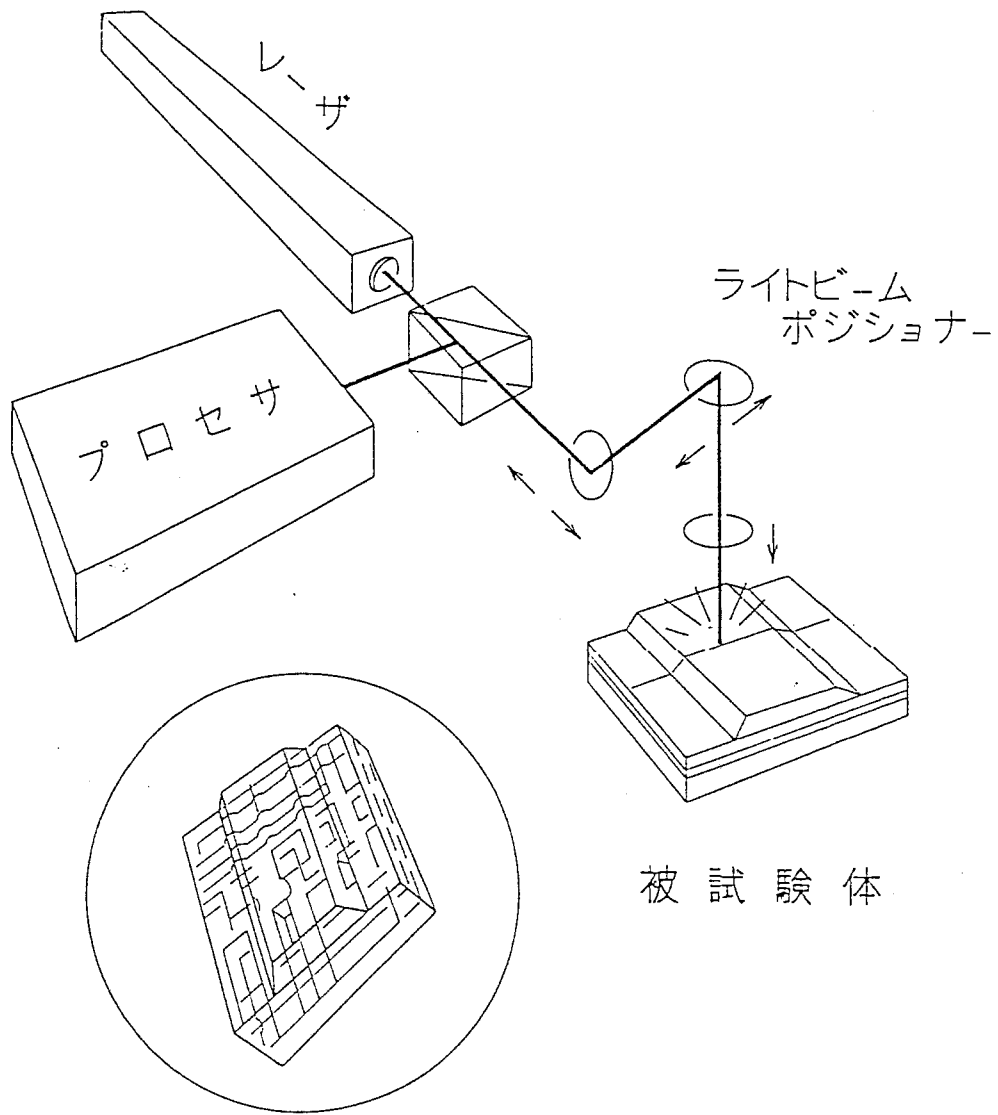


Fig. 6 マイクロチップ透視写真機

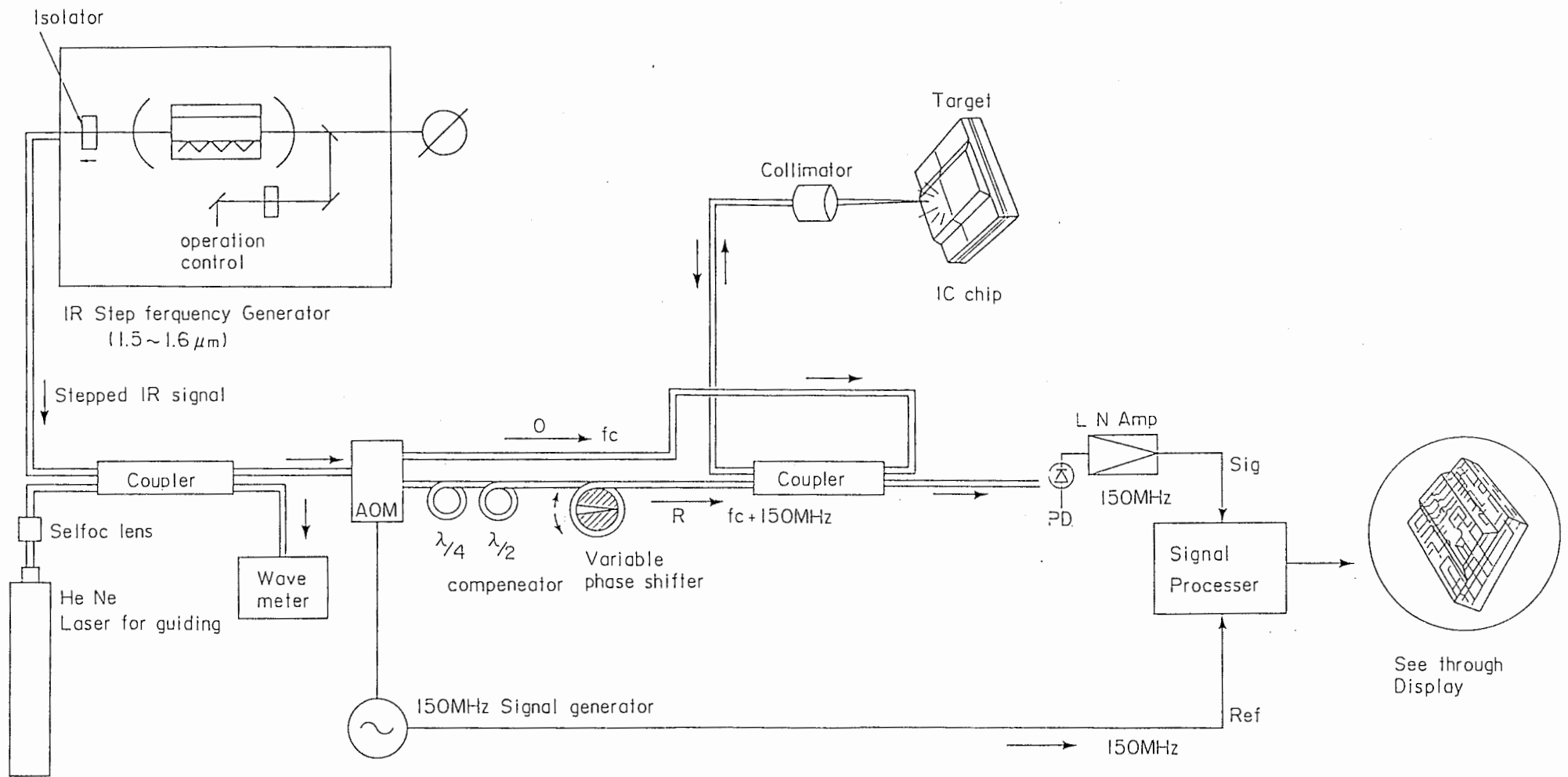


Fig. 7 可搬型モデル ブロック図

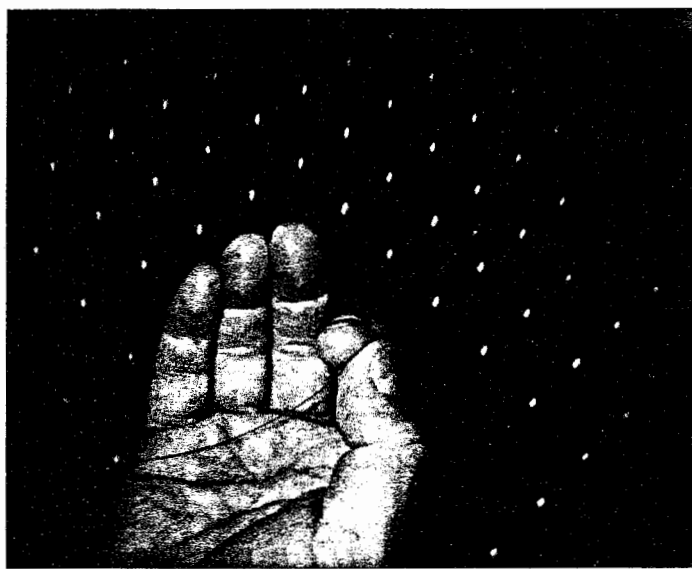


Photo. 1 光ファイバ

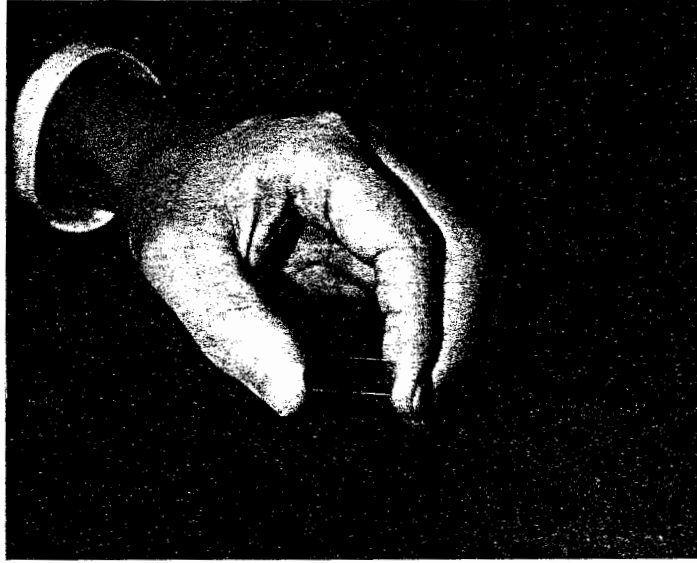


Photo. 2 LiNbO_3 基板

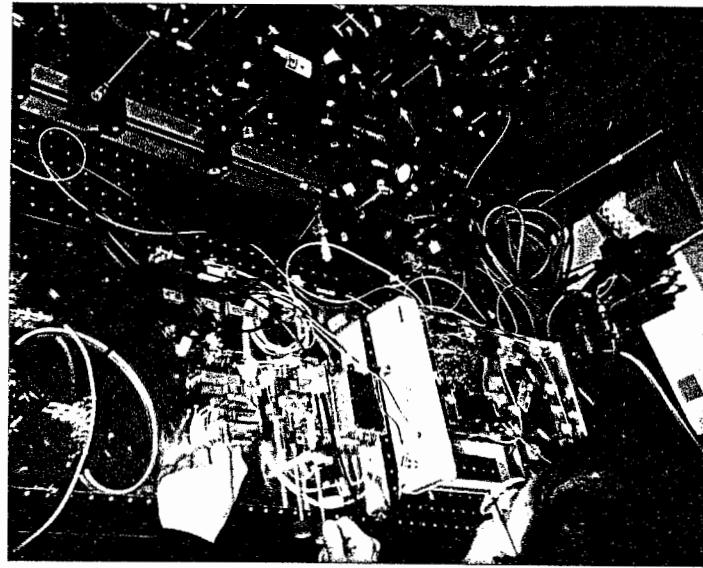


Photo. 3 可搬型モデル