

TR-AC-0021

003

Lateral p-n Junction Light Emitting Diodes Grown by
MBE on GaAs (111)A and (311)A Patterned Substrates

Pablo O. Vaccaro

1998. 4.21

ATR環境適応通信研究所

要旨

横型p-n接合を用いた新しい構造の発光ダイオード(LED)に関する研究を行った。シリコンドーパントは、GaAs基板の面方位によって異なる伝導型を示す両性不純物として働き、この性質を活用することによって横型p-n接合を作製できる。特に本研究では、GaAs(111)A面及び(311)A面の一部に異なる面方位の斜面をパターニングした段差基板上に、SiをドーブしたGaAs層を分子線エピタキシー(MBE)成長することによって横型p-n接合を形成し、次の3種類のMBE構造のLEDの作製と評価を行った。

まず、SiをドーブしたGaAsの単一レイヤーのみからなる最も単純な構造のLEDを(311)A面上に作製した。次に、SiドーブGaAsとAlGaAsで形成される多重量子井戸(MQW)構造を(111)A面と(311)A面の両方の基板上に作製した。さらに、(311)A面上にSiドーブGaAsとInGaAsを用いた単一量子井戸(SQW)構造のLEDを作製し、これらのデバイスの光学特性をエレクトロルミネッセンス測定によって評価した。その結果、(311)A面を用いたMQW構造のLEDが、室温での強い発光強度など最も良い特性を示したことより、横型p-n接合発光デバイスにおいて単一レイヤー構造よりもMQW構造が優位であり、さらに(111)A面よりも(311)A面が適していることを確認した。また、InGaAsを用いたSQW LEDからはGaAsを用いたLEDよりも長波長側での発光がみられ、横型p-n接合のMBE成長層の材料と構造を変えることによって様々な発光波長のデバイスが容易に実現できることを示した。

Abstract

Light emitting diodes (LED) of an unconventional structure using lateral p-n junctions have been studied. The lateral p-n junctions can be formed by taking advantage of the crystal orientation-dependent amphoteric nature of the silicon dopant in GaAs. In this research, the lateral p-n junctions were fabricated with Si-doped GaAs epilayers grown by molecular beam epitaxy (MBE) on GaAs (111)A and (311)A-oriented substrates which were patterned before growth to alternately expose slopes of different orientations.

Three MBE layer structures have been proposed. The most simple structure with only a Si-doped GaAs single layer was formed on a (311)A-oriented substrate. Secondly, a Si-doped GaAs/AlGaAs multiple quantum well (MQW) structure was fabricated on both (311)A and (111)A-oriented substrates. The third MBE layer structure consisted of an InGaAs/Si-doped GaAs single quantum well (SQW) on a (311)A-oriented substrate. The electroluminescence characteristics observed from the MQW LED fabricated on a (311)A surface showed the strongest light output power at room temperature. Thus the MQW structure was proven to be superior to the single layer structure, and the (311)A surface was found to be more suitable than the (111)A surface for lateral p-n junction LEDs. In addition, the LED using an InGaAs SQW showed light emission at a longer wavelength than the GaAs LEDs, demonstrating the different light emission wavelengths obtainable by simply changing the material and structure of the MBE layers forming the lateral p-n junction.