InP 基板上Ⅱ-Ⅵ族半導体レーザ構造における p 側ヘテロ接合の基礎検討

Fundamental investigation of p-side hetero-junctions in II-VI compound semiconductor laser diode structures on InP substrates

上智大理工、°(M2)米国シン、野村一郎
Sophia Univ., °GUOXIN MI, and Ichirou Nomura
E-mail: i-nomura@sophia.ac.jp

はじめに：InP 基板上Ⅱ-Ⅵ族半導体は黄色/緑色レーザ材料として期待される。我々はこれまで当該材料を用いて低温（77K）でのレーザ発振を得ているが[1]、室温発振等の特性向上には至っていない。その原因の一つとして p 側のヘテロ接合における価電子帯でのヘテロ障壁が挙げられる。即ち、材料の組み合わせや各層の組成に依っては価電子帯に、p クラッド層から活性層への正孔注入に対して障壁が生じ、特性劣化の原因になっていると考えられる。ここでは、上述のヘテロ障壁や光閉じ込め等の特性を考慮しながら各層の組成や層厚との関係を調べ、レーザ構造の最適化について検討したので報告する。

結果と考察：ここでは図 1 に示したレーザ構造について検討した。活性層は ZnCdSe とし、n 及び p 側バリア層と n クラッド層は MgZnCdSe、p クラッド層は MgZnSeTe とした分離閉じ込めヘテロ（SCH）構造を用いた。この構造において、p 側バリアと p クラッド層とのヘテロ接合における価電子帯バンド不連続（ΔEv）に注目した。このヘテロ接合では両側層の価電子帯端の位置関係が組成に依って変化し、クラッド層からバリア層への正孔注入に対し障壁となる場合がある（図 1、p クラッド層中の点線で示した場合）。しかし、実際のレーザではこの障壁は回避しなければならない。そこで、ΔEv の組成依存性を計算により求め、バリア層及び p クラッド層に適した組成について検討した。図 2 に ZnCdSe の価電子帯端を基準とした MgZnCdSe 及び MgZnSeTe のΔEv の Mg 組成依存性を示した。ここで、ΔEv が負の場合は価電子帯端が ZnCdSe に対し上側にあることを示している。図 2 より、ZnCdSe/MgZnSeTe ヘテロ接合では、ΔEv を正にするには Mg 組成が 0.13 以上でなければならないことが分かった。次に、レーザの p 側構造である MgZnCdSe/MgZnSeTe ヘテロ接合では、MgZnCdSe バリア層の Mg 組成を 0.15 とした場合、ΔEv を正にするには MgZnSeTe の Mg 組成を 0.22 以上にする必要がある。実際には、キャリア閉じ込めや光閉じ込め、またドーピング特性等を考慮すると MgZnSeTe クラッド層の Mg 組成として 0.5 程度が適していると考えられる。この時、ΔEv＝0.18eV と見積もられた。

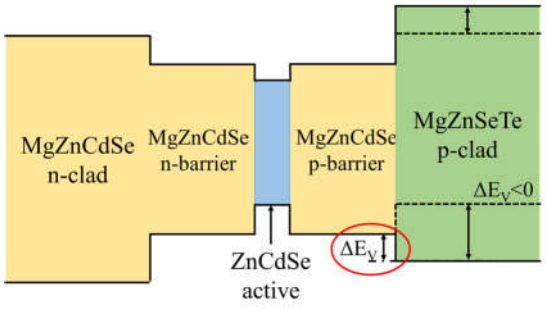

Fig.1 Energy band structure of the ZnCdSe/ MgZnCdSe/MgZnSeTe SCH laser diode structure.

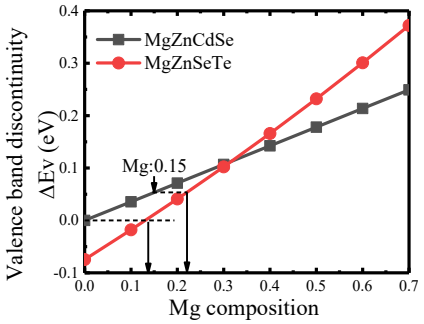

Fig.2 Calculated valence band discontinuities (ΔEv) of MgZnCdSe and MgZnSeTe to ZnCdSe as a function of Mg composition.

[1] S.-B. Che, I. Nomura, A. Kikuchi, and K. Kishino, APL 81, p. 972 (2002).

謝辞：本研究の一部は文科省科研費基盤 C(#18K04243)の援助を得て行われた。

© 2020年 応用物理学会