

膜厚変調 DBR による VCSEL の電気抵抗低減

Electric Resistance Reduction of VCSELs by Thickness-Modulated DBR

東工大未来研 (M2)須原 壮, °宮本 智之

FIRST, Tokyo Tech, Masashi Suhara and °Tomoyuki Miyamoto

E-mail: tmiyamot@pi.titech.ac.jp

1. 背景

我々は、光無線給電システムの実現を目指している。電力伝送においては伝送効率が重要なため、光無線給電に適する光源である VCSEL アレイの高効率化が重要である。そのためには、個々の VCSEL の高効率化が必要であり、特に、VCSEL の効率低下の主因である電気抵抗の低減が重要である。

そこで本研究では、光無線給電実用化を加速するために重要な高効率 VCSEL アレイの実現を目標に、低電気抵抗化を目的に膜厚変調 DBR (TM-DBR)を適用した GaAs 系 VCSEL の検討を行ったので報告する。

2. 膜厚変調 DBR

TM-DBR の概念図を Fig. 1 に示す。通常の DBR では、光の反射特性のみに着目して各層の厚さを波長 λ に対して光路長 $\lambda/4$ に設定する。しかし、VCSEL の DBR には電気特性や熱特性なども求められるため、これらの特性も考慮した DBR 構造の設計が有効である[1]。特に、電気抵抗率は AlGaAs 組成により大きく異なるため、低抵抗率の GaAs 層を厚くし、高抵抗率の AlGaAs 層を薄くして、1 ペアを光路長 $\lambda/2$ とする、TM-DBR を提案する。これにより DBR 全体の抵抗低減が可能となる。

3. AlGaAs の電気抵抗率

GaAs/AlGaAs ペアの TM-DBR の設計には、任意の Al 組成とドーピング量に対する電気抵抗率が必要である。今回、参考文献[2], [3]をもとに、Al 組成とドーピング量の移動度への影響を考慮した AlGaAs の抵抗率を算出する関係式を準備した。具体的には合金散乱、光学フォノン散乱、イオン化不純物散乱の効果を取り入れた。式に基づく抵抗率の計算例を Fig. 2 に示す。ドーピング量が同じ場合、 $\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$ の抵抗率は GaAs に比べて 10 倍程度大きく、p 型でも数倍の違いがある。これは Al 組成による合金散乱が原因である。

4. 膜厚変調 DBR の反射率

TM-DBR では、通常 DBR と同じペア数では反射率が低下するため、ペア数を増加する必要がある。膜厚の変調比率 (通常 DBR の GaAs 層

厚からの増加率) に対する n 型 GaAs/ $\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$ の TM-DBR の反射率を Fig. 3 に示す。吸収係数を 10 cm^{-1} とした。例えば通常 DBR の 35 ペアの反射率を達成するには、変調比率 0.18 では 1 ペア増の 36 ペアが必要になる。このように、変調比率を増加するとペア数が増えるため、DBR 全体の電気抵抗が増加することから、最適な変調比率の選択が必要である。

TM-DBR-VCSEL のデバイス電気抵抗等の解析結果については、当日報告する。

参考文献

- [1] T Miyamoto et al., JJAP 47, 6772 (2008).
- [2] 赤崎勇, III-V 族化合物半導体, 1994.
- [3] S. Adachi, Properties of Semiconductor Alloys, 2009.

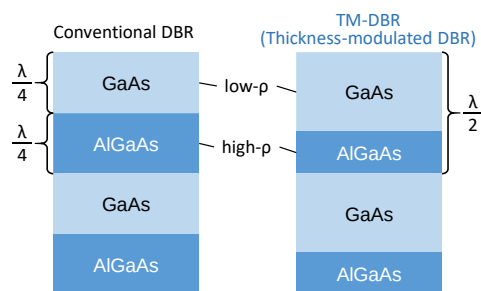


Fig. 1 Concept of TM-DBR (thickness-modulated DBR).

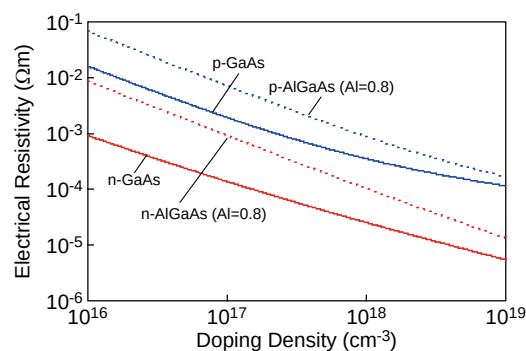


Fig. 2 Calculated electrical resistivity.

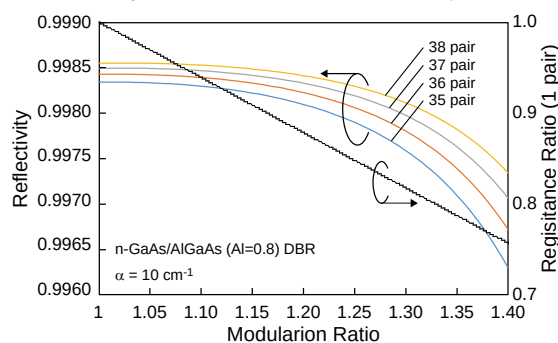


Fig. 3 Reflectivity of TM-DBR.