

はじめに

Introduction

○宮嶋 孝夫¹、片山 竜二² (1. 名城大理工、2. 東北大金研)

○Takao Miyajima¹ and Ryuji Katayama² (1.Meijo Univ. , 2.Tohoku Univ.)

E-mail: mtakao@meijo-u.ac.jp

窒化物半導体レーザーは、ブルーレイディスクによる高密度光記録[1]のみならず、広い色再現範囲を有するレーザーディスプレイ[2]の実用化を可能にし、今日のデジタル情報社会を支える主要技術となりました。このデバイスは、2014 年ノーベル物理学賞を受賞された赤崎先生、天野先生、中村先生らが切り開かれた窒化物系青色発光ダイオードの技術を基に、多くの人々の努力により発展したのですが、最大のブレークスルーは“電流注入による誘導放出[3]と室温パルス発振[4]”にありました。その世界初の実証が行われたのが 1995 年。今年で 20 年目を迎えます。

そこで、本シンポジウムでは、当時の大変困難でかつ激しい競争を伴った研究開発の様子を振り返るとともに、今後の進展が期待される新機能半導体レーザーの研究開発成果を様々な分野の研究者と議論して頂いて、新しい研究開発と産業の創生の一助として頂ければと考えます。新機能半導体レーザーとしては、“超短パルスレーザー”と“面発光レーザー”を取り上げました。

現在、市販されている窒化物半導体レーザーの主要技術は、1995 年から 2000 年の 5 年間で集中的に作り上げられました。その技術の原型は、GaAs系半導体やInP系半導体から類推することができましたが、まだいくつかの物性値すら知られていないGaN系半導体に応用するには、諦めない継続的な研究と柔軟な発想が必要であったと考えます。初期のレーザーダイオードはサファイア基板上に作製されたために、その内部に 10^8 - 10^{10} cm⁻² もの大量の欠陥が存在していました。ここに大量の電流注入を行うことでレーザー発振に成功したわけですが、これまでの半導体から考えると非常に驚くべきことで、GaNの強い結合力和高い熱伝導性がなければ、このような結果は得られなかったと考えます。柔軟な発想が必要であった技術の 1 つは、“いかにして平坦な共振器を簡単に形成するか”ということでした。格子定数が 16%も異なるサファイア上にGaNを成長した場合、結晶格子がc軸を中心にして 60 度回転してしまいます。その結果、GaNの劈開面であるm面(1100)で端面形成を行おうとしても厚いサファイア基板の影響を受けて平坦な共振器を形成することが困難でした。このために、初期にはRIEによる端面形成が行われていましたが、生産工程には使えない技術ではありませんでした。その後、マスクを使わない横方向成長技術[5]の導入により、初めて解決の糸口が見え、最終的にはHVPE成長によるGaN基板の登場により大きく改善されていくことになります。

[1] 小川博司、田中伸一 著、“図解 ブルーレイディスク読本”、オーム社、2006

[2] 黒田和男、山本和久、栗村直 編、“解説 レーザーディスプレイ”、オプトロニクス社、2010

[3] I. Akasaki et al., Jpn. J. Appl. Phys. 34 (1995) L1517.

[4] S. Nakamura et al., Jpn. J. Appl. Phys. 35 (1996) L74.

[5] T. Zheleva et al., MRS Internet J. Nitride Semicond. Res. 4S1, G3.38 (1999).