

## 硬 X 線光電子分光による GaInAsP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 界面の評価 HX-PES Analysis for GaInAsP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Interface

齋藤吉広, 飯原順次, 山口浩司, 市川弘之

Yoshihiro Saito, Junji Iihara, Koji Yamaguchi, Hiroyuki Ichikawa

住友電気工業 (株)

Sumitomo Electric Industries, LTD

GaInAsP/InP 端面発光型レーザでは、GaInAsP 端面保護のため形成されるコーティング膜が信頼性に大きな影響を与える。我々は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> コーティング膜と GaInAsP 半導体の界面に極薄の Al 膜を挿入することで、大幅な信頼性向上を実現している。今回、硬 X 線光電子分光によりコーティング界面の化学結合状態を分析した結果、Al 膜挿入による GaInAsP 酸化抑制効果を確認した。この酸化抑制が、端面の非発光準位を低減し、デバイスとしての信頼性向上をもたらすと考えられる。

キーワード： 光通信、光源、GaInAsP 系レーザ、発光端面、コーティング、硬 X 線光電子分光

### 背景と研究目的：

GaInAsP/InP 端面発光型レーザは光通信システムの光源として賞用されており、高い信頼性が要求される。レーザ端面に非発光準位が多いと、活性層を導波した光が吸収されて発熱し、故障に至る危険性がある。従って、端面保護のためのコーティング膜は、信頼性を左右する重要な要素である。

我々はこれまでの実験から、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などのコーティング成膜前に極薄の Al 薄膜を堆積させることでレーザの信頼性が向上することを確認した[1]。しかし、そのメカニズムは解明されていない。

本研究では、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜と GaInAsP 半導体の界面について、硬 X 線光電子分光 (HX-PES) を用いて分析した。特に、Al 薄膜挿入の有無による化学結合状態の違いを詳しく評価し、信頼性向上のメカニズムを検証した。

### 実験：

図 1 にサンプルの断面を示す。n 型の InP 基板上に、i 型の GaInAsP を 100nm 成長させ、その上に厚み 10nm の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を堆積した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の形成には、Al 金属を O<sub>2</sub> 雰囲気中でスパッタリングし、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> として成膜させるというプロセスを用いた。サンプル(b)では、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成膜前に厚さ約 2nm の Al 薄膜を堆積する前処理を施した。

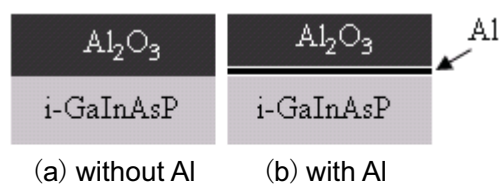


図 1. サンプル断面図

HX-PES 測定は BL46XU にて実施した。励起 X 線エネルギーは 7.9keV、入射角は 15 度を用いた。光電子検出には半球型電子アナライザを用い、50meV ステップでスイープした。

#### 結果および考察：

図 2 に、O 1s の光電子スペクトルを示す。Al 薄膜堆積により低エネルギー側へのシフトが見られた。これは、Al 堆積有りでは低エネルギー側にピークが現れる O-Al 結合が支配的であるのに対し、Al 堆積無しでは高エネルギー側にピークが現れる O-M (M=Ga, In, As) 結合が加わるためと考えられる。

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成膜は O<sub>2</sub> 雰囲気下で行うため、GaInAsP 表面が露出していると、不可避免的に酸化されてしまう。しかし、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成膜前に極薄の Al 膜を挿入することで GaInAsP の露出が抑制できる。これにより Al は酸化されるものの、GaInAsP の酸化が抑制できたと考えられる。

結論として、半導体表面の酸化は容易に非発光準位となり得るが、Al 薄膜の挿入で半導体表面の酸化が抑制され、非発光準位が低減でき、信頼性が向上すると考えられる。

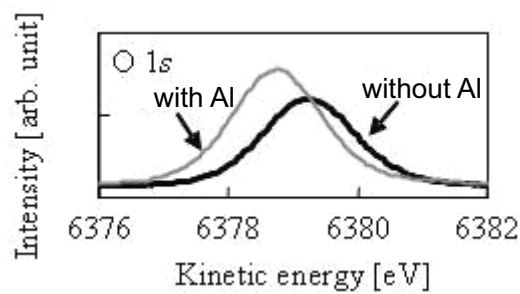


図 2. O 1s の光電子スペクトル

#### 今後の課題：

今後、非発光準位の密度の差に応じて GaInAsP のバンドベンディングに差が生じているか否かを検証する必要がある。

#### 参考文献：

[1] H. Ichikawa et al., to be published in JJAP.