17p-C5-16

パルススパッタ法による hcp 金属基板上への窒化物薄膜成長

Growth of group III nitrides on hcp metals by pulsed sputtering deposition

東大 [1]，JST-CREST[2]
○金惠蓮 [1]，太田実雄 [1]，田中龍太 [1]，小林篤 [1]，上野耕平 [1]，藤岡洋 [1,2]
The Univ. of Tokyo[1], JST-CREST[2]
H. Kim[1], J. Ohta[1], R. Tanaka[1], A. Kobayashi[1], K. Ueno[1], and H. Fujioka[1,2]
E-mail: hrkim@iis.u-tokyo.ac.jp

１．はじめに　III 族窒化物半導体は 0.65 ~ 6.0 eV の Eg を持つ直接遷移型のバンド構造を有しており、深紫外から近赤外域までの波長に対応する高輝度発光デバイスへの応用が期待されている。これまで窒化物系光デバイスは MOCVD を用いてサファイア基板上に作製されてきたが、サファイア基板には高価で大面積化が困難、絶縁体である、硬くて脆い、熱伝導率が低いといった本質的な問題があった。一方、金属は圧延処理によって安価に大面積シートを得ることができる。また、金属シートは電気伝導率や熱伝導率が高く、フレキシブルであるといった利点も有しており、金属上に III 族窒化物半導体薄膜の成長が可能となれば、柔軟な大面積高出力面発光デバイスが実現すると期待できる。ところが、現在窒化物薄膜成長手法として最も一般的な MOCVD 法においては、原料ガスと金属が高温で高い反応性を示すため、金属シートを基板として用いることはできない。我々は最近、パルス励起源を用いたパルス励起堆積法を用いれば窒化物結晶成長温度を大幅に低減でき、金属板と窒化物薄膜との界面反応を抑制できることを見出した[1,2]。本研究では、窒化物半導体と類似の結晶構造を有する hcp 金属基板上に、PSD 法による低温成長技術を用いて III 族窒化物薄膜を成長し、その構造特性の解析を行ったので報告する。

２．実験方法　窒化物薄膜成長用の基板として、Hf や Sc などの hcp 金属箔を用いた。1000℃以上の真空中アニールによって、金属基板の表面酸化膜除去と結晶グレインサイズの増大を行った後、パルススパッタ堆積 (PSD)法によって窒化物薄膜の成長を行った。成長した薄膜は反射高速電子線回折(RHEED)、後方散乱電子回折法(EBSD)、X 線回折(XRD)、フォトルミネッセンス(PL)等を用いて評価した。

３．結果と考察　アニール処理を施した Sc と Hf 箔の構造評価を EBSD 測定によって行ったところ、高い *c* 軸配向性と 200 μm 以上のグレインサイズが観測された。これらの金属箔上に、780℃の高温で膜厚 30 nm の AlN 薄膜成長を行ったところ、RHEED 観察においてリングパターンが観測されたことから多結晶成長していることが分かった。XPS 測定を行ったところ、この試料表面から Hf *4f* のシグナルが検出され、基板金属原子が AlN 薄膜中に拡散していることが明らかになった。これは、AlN/Hf 界面での反応に起因したものと考えられる。そこで、AlN 成長温度を 430℃に低減し界面反応の抑制を試みた。XPS 測定において Hf *4f* のシグナルは検出限界以下となり、RHEED 観察では明瞭なストリークパターンが得られた。100×100μm^2 の範囲で AlN 薄膜の EBSD 測定を行ったところ、図 1(a)に示すように高い *c* 軸配向性が確認され、<10$\bar{1}$1>極点図においては六回対称性が観測された。また、Hf の EBSD 極点図との比較から、AlN/Hf のエピタキシャル関係は$(0001)_{AlN}//(0001)_{Hf}$、$[11\bar{2}0]_{AlN}//[11\bar{2}0]_{Hf}$であった。Sc 箔上でも同様の結果が得られており、金属基板上への窒化物薄膜成長では成長温度の低減による界面反応の抑制が極めて重要であることが示唆された。続いて、低温成長した AlN 層をバッファー層として用い、GaN 薄膜成長を行った。成長した GaN 薄膜は AlN 層の結晶方位を引き継いでエピタキシャル成長しており、室温 PL 測定においてバンド端近傍からの強い発光を示すことが分かった。以上の結果から、本技術を用いることによって hcp 金属基板上への良質な窒化物薄膜エピタキシャル成長を実現でき、大面積でフレキシブルな窒化物素子開発が可能になると期待できる。

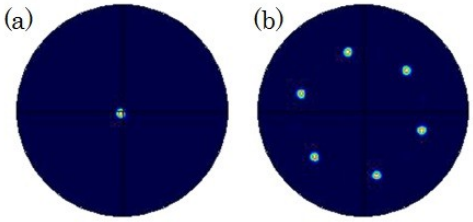

Fig.1 Hf 箔上に作製した AlN 薄膜の EBSD 極点図：(a) {0001}, (b) {10$\bar{1}$1}.

[参考文献]　[1] S. Inoue *et al*., Appl. Phys.Lett. **91**, 131910 (2007). [2] K. Sato *et al*., Appl. Phys. Exp. **2**, 011003 (2009).

© 2014 年　応用物理学会