



## 族窒化物薄膜の結晶性の測定

盧 翌、岩本 一希、高井 慎之介、小田 修、近藤 博基、堀 勝  
名古屋大学 工学研究科

### 1. 測定実施日

2014年11月6日 10時 18時30分 (2シフト) , BL8S1  
2015年3月17日 10時 18時30分 (2シフト) , BL8S1

### 2. 概要

族窒化物薄膜をシンクロトロン励起 X 線回折装置を利用して測定する。

### 3. 背景と研究目的

通常の X 線回折装置では X 線のエネルギーが弱く、薄膜の結晶性を測定できなかった。そのため、シンクロトロン励起 X 線回折装置を利用することによって薄膜の結晶性や薄膜と基板との界面特性を評価することを目的とする。

### 4. 実験内容

多結晶基板・シリコン基板・サファイア基板上に我々の REMOCVD 法のエピタキシャル成長技術によって成長した 族窒化物薄膜をシンクロトロン励起 X 線回折装置の BL8S1 を用いて X 線ロックアップカーブ (2 - scan mode, 2 scan mode and scan mode) を測定した。

## 5. 結果および考察

図1にInN薄膜について、(a)シンクロトロンXRDを用いた場合、(b)通常のXRDを用いた場合の2θ-強度プロットの測定結果を示す。(a)では27.4°の位置にInN(0002)に起因するピークが観測されたが、(b)では31.3°の位置にInN(0002)に起因するピークは観測されなかった。この結果からシンクロトロンXRDではX線強度が非常に強いため、通常のXRDでは測定できなかったSi(111)基板上に成長したかなり薄いInN薄膜の結晶性測定が可能であることがわかった。

図2にシンクロトロン微小角入射X線回折(GIXRD)の2θ-強度プロットのスペクトルを示す。このGIXRD方法で入射角を減少させることにより、基板に由来した回折強度を減少させることができる。(0002)回折ピークが顕著に観察され、また低い入射角のほうがその強度は比較的高かった。REMOCVD法を用いてpoly-AlN基板上に(0002)配向性の高いAlN膜が成長できることがわかった。

GaNテンプレート基板上に $Al_xIn_{1-x}N$ 薄膜を成長した試料のシンクロトロンX線回折ピーク位置からAlの組成比を計算すると80.5%である $Al_{0.805}In_{0.195}N(0002)$ のピークが観測された。図3にシンクロトロンX線2θ-強度プロットによる測定結果を示す。半値幅が483秒の鋭い回折ピークが観察できた。これらのピークは通常のXRDではほとんど観測できなかった。このことから、シンクロトロンXRDを用いることで、成長した $Al_xIn_{1-x}N$ 薄膜の結晶性とAl組成比が分かった。この測定により、REMOCVD法を使用することで、アンモニアを使用せずに極めて結晶性のよい $Al_{0.805}In_{0.195}N$ 薄膜の成長できることが分かった。

以上より、我々のREMOCVD法のエピタキシャル成長技術によって成長させた窒化物の結晶性の正確な観測には、通常のXRDよりもシンクロトロンXRDが適していることがわかった。

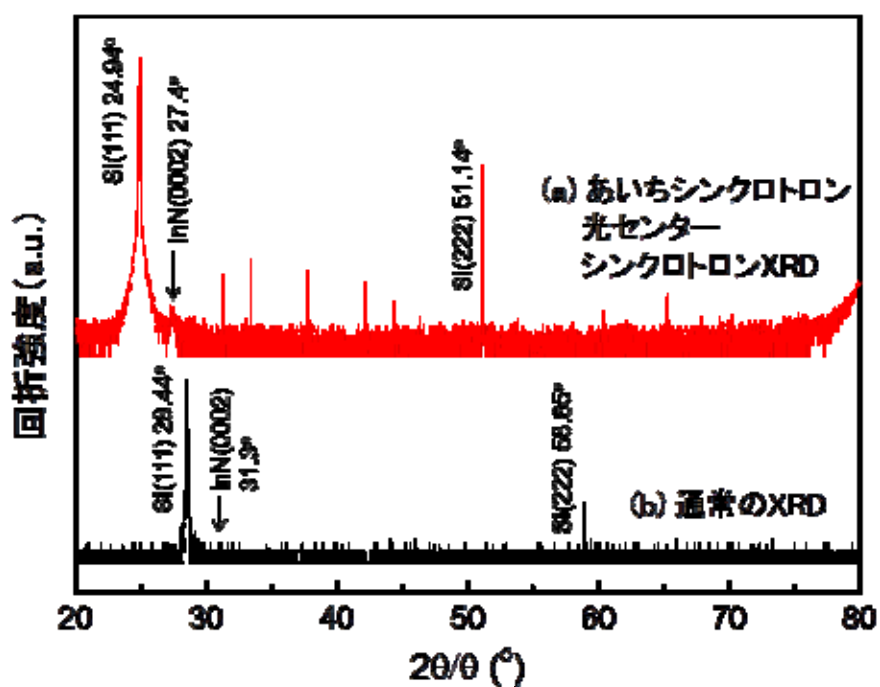


図.1 (a)あいちシンクロトロン光センターのシンクロトロン XRD を用いた場合、(b)通常の XRD を用いた場合の Si (111) 上に成長した InN の X 線回折プロファイル<sup>[1]</sup>

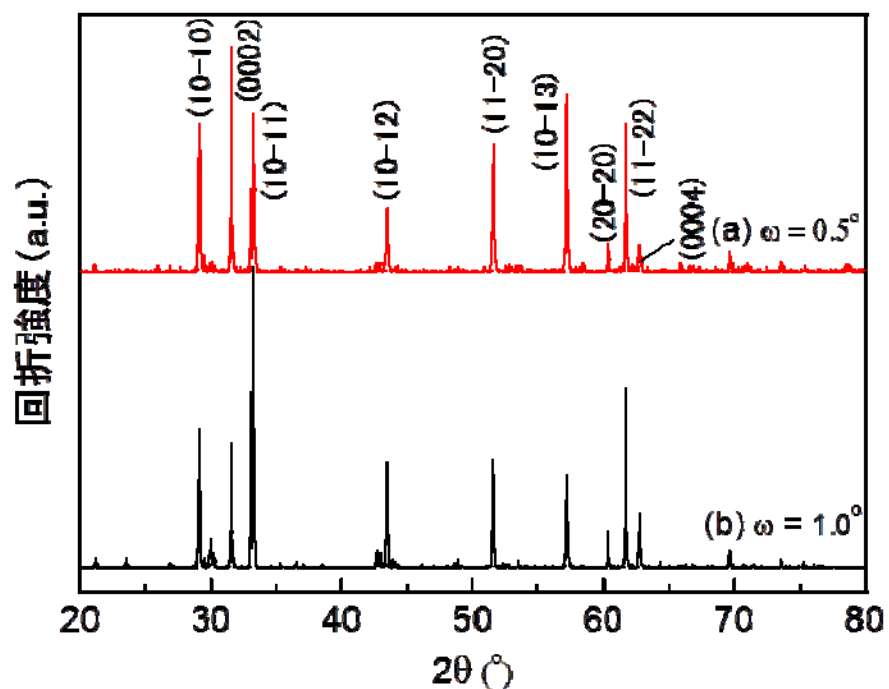


図.2 あいちシンクロトロン光センターのシンクロトロンの微小角入射 XRD を用いた poly-AlN 上に成長した AlN の X 線  $2\theta$  回折プロファイル。入射角度は(a)の場合に  $0.5^\circ$ 、(b)の場合に  $1.0^\circ$ <sup>[2]</sup>

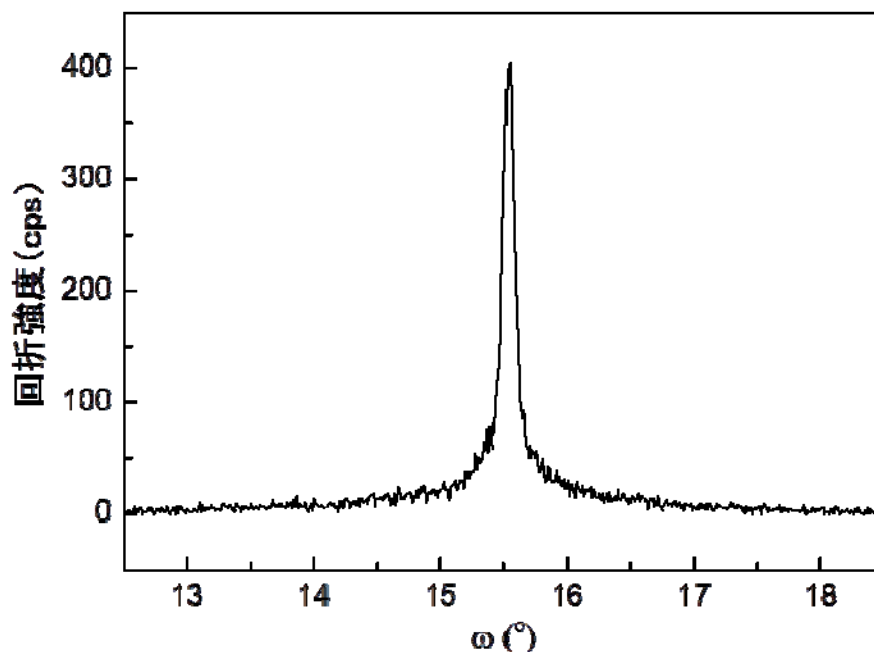


図.3 あいちシンクロトロン光センターのシンクロトロン XRD を用いた場合の成長した  $\text{Al}_{0.805}\text{In}_{0.195}\text{N}$  の  $\text{Al}_{0.805}\text{In}_{0.195}\text{N}$  (0002)面の X線 スキャンのプロファイル<sup>[3]</sup>

## 6. 今後の課題

今回の実験によって我々のエピタキシャル成長技術 REMOCVD 法を用いて成長させた 族窒化物薄膜の結晶性が、シンクロトロン XRD (BL8S1) を使用することによって、通常の XRD よりも高感度で測定できることがわかった。シンクロトロン XRD を用いた特性評価の有効性が確認できたので、今後とも研究に利用したいと考えている。

## 7. 参考文献

[1] 「ラジカル励起 MOCVD による Si (111) 上に InN 薄膜の低温成長に関する研究」、盧 翌、小田 修、近藤 博基、石川 健治、関根 誠、堀 勝、, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 東海大学 湘南キャンパス, 2015 年 3 月 11 日 -14 日, 12p-P16-5.

[2] “ AlN Deposition on Polycrystalline AlN Substrates by Radical Enhanced

Metal Organic Chemical Vapor Deposition”, Kazuki Iwamoto, Yi Lu, Osamu Oda, Kenji Ishikawa, Hiroki Kondo, Makoto Sekine, Masaru Hori, 7th International Symposium on Advanced Plasma Science and Its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 8th International Conference on Plasma Nanotechnology and Science, Nagoya University, Aichi, Japan, March 26-31, 2015, B1-P-09L.

[3] 「ラジカル支援有機金属化学気相成長法によるAlInNの成長」, 岩本 一希, 盧 翌, 小田 修, 近藤 博基, 石川 健治, 関根 誠, 堀 勝, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集掲載予定, 名古屋国際会議場, 2015 年 9 月 13 日-16 日.