

金属触媒層を用いた AlN 層上への hBN 薄膜スパッタ成長 Growth of hBN films on AlN layers with metal catalysts by sputtering

東大生研¹, JST-さがけ², JST-ACCEL³

○太田 実雄^{1,2}, 藤岡 洋^{1,3}

IIS, The Univ. of Tokyo¹, JST-PRESTO², JST-ACCEL³

Jitsuo Ohta^{1,2}, Hiroshi Fujioka^{1,3}

E-mail: johta@iis.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに 六方晶窒化ボロン(hBN)はグラフェンに類似する2次元層状物質であり、約6.0eVのバンドギャップを有することから、深紫外域の受発光素子用材料や、グラフェン系素子の絶縁層や基板用の材料として有望である。hBN薄膜を作製する手法として、多結晶バルクを出発材料に用いた機械的剥離法が現在主に用いられているが[1]、この手法ではマイクロからミリメートルの小面積しか利用できないという本質的な問題があった。この問題を解決するためには、ウェハスケールでhBN薄膜成長を行う技術の開発が不可欠である。これまで化学気相成長(CVD)法を用いたhBN薄膜成長が主に試みられており、NiやFeなどの金属触媒を用いることが結晶性向上に有効であることが知られている[2]。一方、我々は大面積化が容易なパルススパッタ法によるGa系窒化物薄膜のエピタキシャル成長技術の開発を行ってきた[3]。今回、パルススパッタ法によるhBN薄膜成長を行い、金属触媒層の効果を調べたので報告する。

2. 実験方法 基板にはc面サファイアを用いた。バッファ層として100 nm厚のAlN層をエピタキシャル成長した後、金属触媒層(Fe)をスパッタ法によって200 nm堆積した。BN薄膜の成長はパルススパッタ法によって行い、成長温度は800~900°Cに設定した。作製した試料は、ラマン分光、X線回折(XRD)、光学顕微鏡によって評価した。

3. 結果と考察 金属触媒層無しでAlN層上に成長したBN薄膜試料のラマン分光測定を行ったところ、Fig.1(a)に示すように1360 cm⁻¹付近にsp²結合に由来するE_{2g}ピークが観測され、hBN薄膜の形成が示唆された。しかしながら、その半値幅は22 cm⁻¹と大きく、結晶性が低いことが分かった。続いて、AlN層上にFe触媒層を堆積し、hBN薄膜を成長した。ラマン分光測定を行ったところ、Fe触媒層の表面上だけでなく、AlN層上でもhBNのE_{2g}ピークが観測された。これは、供給したBN原料原子がFe触媒層を拡散してFe/AlN界面にも析出し、AlN層上にhBN薄膜が形成されていることを示している。E_{2g}ピークの半値幅を調べたところ、Fe触媒層表面上のhBN層は15 cm⁻¹であったのに対し、AlN層上に形成されたhBN層では5.4 cm⁻¹と小さく、結晶性が向上していることが明らかになった。この値は、バルクでの報告値(8~9 cm⁻¹)と比較しても遜色なく、本研究で用いた手法が高品質hBN薄膜成長に有効であることを示している。XRD測定を行ったところ、hBNの0002回折が観測され、c軸配向成長していることが分かった。以上の結果から、hBN薄膜成長では、金属触媒層とAlN層の利用が結晶性向上に寄与することが明らかになった。

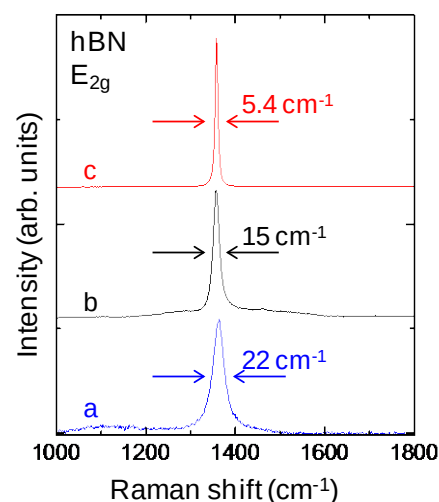


Fig.1 hBN 薄膜のラマンスペクトル：
(a) AlN 層上(金属触媒無し)、(b) Fe 触媒層上、(c) Fe 触媒層/AlN 層界面

- Ref. [1] Y. Kubota *et al.*, Science 317, 932 (2007). [2] S. M. Kim *et al.*, Nat. Commun. 6: 8662 (2015).
[3] J. W. Shon *et al.*, Sci. Rep. 4, 5325 (2014).