

原子層堆積法による厚膜 BN の Si 基板への直接成長

Direct growth of BN thick film on Si substrate by atomic layer deposition

産総研, °宇佐美 潤, 岡本 有貴, 藤井 健志

AIST, °Jun Usami, Yuki Okamoto, Takeshi Fujii

E-mail: t-fujii@aist.go.jp

近年、六方晶窒化ホウ素 (BN) 薄膜は 2 次元材料の基材として広く使用されている。また、その絶縁性や熱伝導性も興味深く、これらの特性を生かし Si ベースのトレンチ構造デバイスや MEMS などに組み込むことで新規デバイスへの応用が期待できる。これらのデバイスでは基板に垂直な側壁への成膜が必要であり、さらに、産業応用には Si をベースとした一般的なプロセスで作製できることが好ましい。そこで、カバレッジや層数制御性の高い原子層堆積法 (ALD) が BN 形成[1,2]の有用な成膜方法であると考えられる。今回、ALD によって Si 基板上に数 10nm の厚膜で層状構造を持つ BN 膜が成長かの確認を目的に、成膜条件の検討を行った。

基板は有機洗浄を行った 15 mm 角の Si(001)基板を用いた。ALD は横型炉を用い、ボロンのプリカーサーとして BCl_3 、窒素のプリカーサーとして NH_3 、キャリアガスとして Ar を用いた。成膜条件として、流量、供給時間、パージ時間を BCl_3 : 3 sccm、7 sec、10 sec、 NH_3 : 70 sccm、5 sec、10 sec とし、200 サイクル成膜を行った。また、成膜温度を 800°C から 1150°C まで変化させ、成長される BN 膜の膜質について赤外分光 (IR) 及び透過電子顕微鏡 (TEM) の評価を行った。

ALD にて成長した BN 膜の IR スペクトルは図 1 に示すように B-N 結合の面内伸縮モードである 1370 cm^{-1} 付近に強いピークが得られ、すべての温度域で BN が形成されていることが示唆された。また、TEM 観察の結果、図 2(a)に示すように 900°C では積層構造は見られるものの連続性が見られず 3 次元的に成長しているのに対し、 1100°C では連続の高い層構造が確認された。この温度による膜構造の違いは、熱エネルギーによる 2 次元的な結晶化が促進されたためであると考えられる。以上より、ALD によって 20 nm 以上の厚膜 BN 膜が形成されていることを確認し、更なる成膜条件の最適化により、より連続性の高い層状の BN 膜の形成が期待される。

【参考文献】

- [1] H. Park et al., Scientific Reports **7**, 40091 (2017).
- [2] N. Uene et al., Computational Materials Science **217**, 111919 (2023).

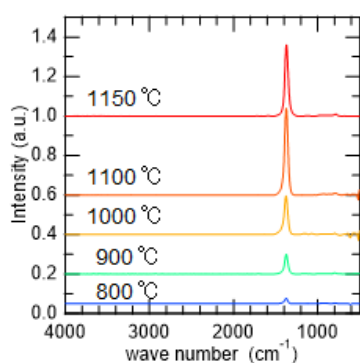


図 1. BN 膜の IR スペクトル

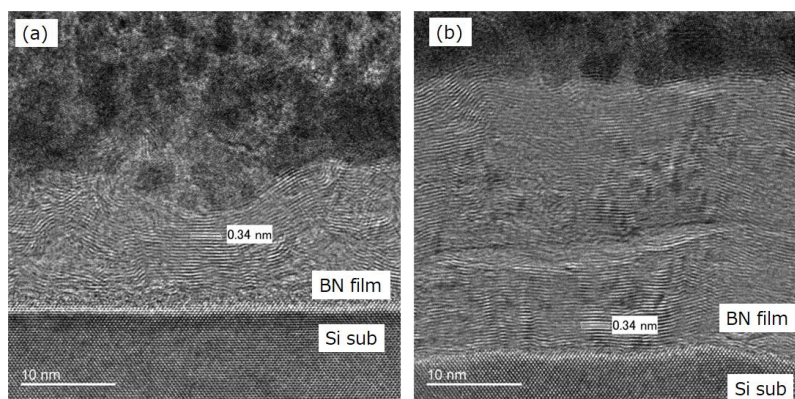


図 2 BN 膜の断面 TEM 像 成膜温度(a)900°C、(a)1100°C