

低温原子層堆積法による窒化アルミニウムの試作と評価

Fabrication of aluminum nitride with low-temperature atomic layer deposition

山形大院理工¹, 山形大院有機²,

○^(D)齋藤健太郎¹, 吉田一樹¹, 三浦正範², 鹿又健作², 有馬ボシールアハンマド¹,

久保田繁¹, 廣瀬文彦 (山形大)¹

Yamagata Univ.¹, ROEL Yamagata Univ.²

E-mail: fhirose@yz.yamagata-u.ac.jp

窒化アルミニウム(AIN)は、AlGaIn/GaN 高電子移動度トランジスターのパッシベーション層として期待される。従来の AIN 薄膜の製膜法は原子層堆積法(Atomic Layer Deposition)等であり、通常 300 °C 以上の高温で行われる。パッシベーション層界面の固相拡散反応を防ぐために、成膜温度の低温化が求められるが、低温 AIN ALD の詳細な報告は少ない。前回の学会では、我々はこのメカニズムの解明のために 160 °C での AIN ALD の素反応のメカニズムを提案した。しかし、その薄膜の内部や基板との界面付近の化学組成や結晶状態の観察はできていなかった。本研究では、160 °C の低温 ALD で成膜した AIN 膜の内部や界面の化学組成や結晶状態を、それぞれ二次イオン質量分析や断面透過電子顕微鏡画像で観察したので報告する。

窒化ガスとして、4.2 sccm の NH₃ と 1.8 sccm の Ar を混合した気体に 13.56 MHz、250 W の高周波磁界を印加することで形成されるプラズマ励起アンモニアを使用し、原料ガスにトリメチルアルミニウム (TMA)を使用した。成膜条件は、連続した TMA 照射量 1×10^5 L (1L = 1×10^{-6} Torr · s)、排気 30 s、窒化 180 s、排気 15 s を 1 サイクルとした。

図 1 は、150 サイクルの AIN ALD で成膜された AIN の断面透過電子顕微鏡画像である。垂直方向に結晶成長した結晶子の存在を図 1 の破線部分に確認できる。これは c 軸方向に結晶成長する可能性を示唆する。図 2 は、図 1 の AIN 薄膜の二次イオン質量分析結果を示す。深さ 10 nm の薄膜内部の酸素原子濃度は、薄膜表面の 10% 程度であることが分かった。この結果から、薄膜表面の酸素原子は大気暴露によって混入するが、薄膜内部の酸素原子濃度は十分に小さいと考えられる。学会では、低温 AIN ALD で成膜した膜のガスバリア性能も報告する。

本研究に関して有益な議論をワッティー株式会社 牛川治憲様にいただきました。加え、本研究は JSPS 科研費 19H01884 及び 20J21809 の支援の下で行われました。心より感謝申し上げます。

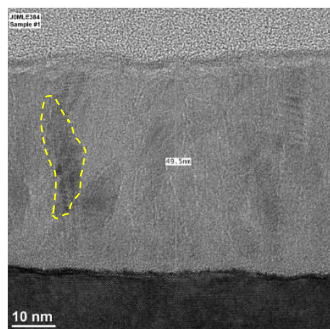


Fig. 1. Cross-sectional TEM image obtained from the AlN film.

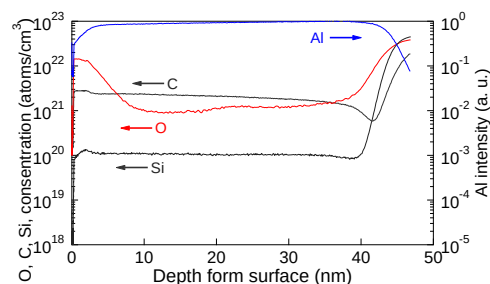


Fig. 2. O, C, Si concentration and Al intensity in the deposited film as a function of the depth from the surface.