

ダイナミックイオンミキシング法による AlN 形成薄膜と Si 基板界面近傍のオージェ解析

大阪大学接合科学研究所

高橋康夫, 井上勝敬

大阪大学大学院

○田邊雄志

三菱電機(株)生産技術センター

石井宏之

Auger Analysis of AlN/Si Interface Formed by Dynamic Ion Mixing Method
by Yasuo TAKAHASHI, Yuji TANABE, Katsunori INOUE and Hiroyuki ISHII

1. 緒言

ダイナミックイオンミキシング法では, 成膜時に基板表面に高速粒子が衝突するため, 基板と形成膜間にブロードな界面(ミキシング層)が形成される. このような界面における化学結合状態を知ることは, 形成膜の高機能化を図る上で重要な指針となる. 本研究では, ダイナミックイオンミキシング法によって形成される AlN 薄膜と Si 基板との界面近傍に, オージェ分光法(AES)を適用し, ケミカルシフト及びスペクトル形状変化よりその化学結合状態の情報を得ることを試みる.

2. 実験方法

AlN 膜表面から深さ方向にアルゴンイオンガンでスパッタし, SEM 像と吸収電流から界面近傍の遷移域と思われる箇所数点を分析点として選択した. 選択した分析点の各々で一次電子の焦点を定め, オージェスペクトルの計測を行った.

3. 実験結果及び考察

Fig. 1 に AES による AlN/Si 界面の深さ方向元素分布を示す. 左側が AlN 膜表面側, 右側が基板側である. AlN 膜中に 10% 程度の酸素が混入している. Fig. 2 は界面近傍における深さ方向のオージェスペクトルの変遷の測定結果である. a~j は Fig. 1 右上に示される a~j の範囲に対応している. 57eV に Al の LVV ピーク, 92eV に Si の LVV ピークが見られる. Si 基板から AlN 膜方向に従い Si-LVV が白矢印で示される様にピーク形状が変化している. このようなピーク形状の差異を検討するために界面近傍で予測される個々の結合状態について Al-LVV, Si-LVV ピーク形状変化を検討した. それらの結果を Fig. 3, Fig. 4 に示す.

Fig. 3 において (i) は純 Al から, (ii) は Si 基板に Al を蒸着させた試料の界面から, (iii) は AlN/Si 界面(Fig. 1 の e) からそれぞれ得られたものである. 形状を比較し易いようにそれぞれのエネルギー強度を揃えている. (i) と (ii) のピークには大きな差異は認められず, Si との結合の Al ピーク形状への影響は非常に小さいと言

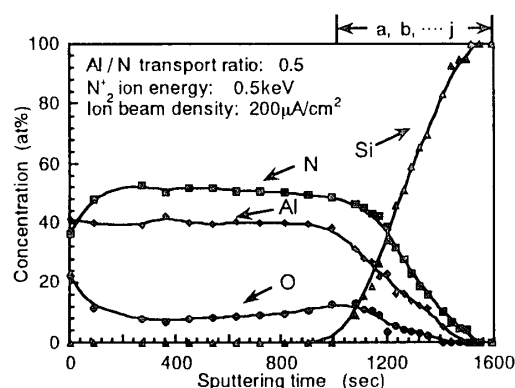


Fig. 1 Depth profile of AlN/Si resulted from AES analysis

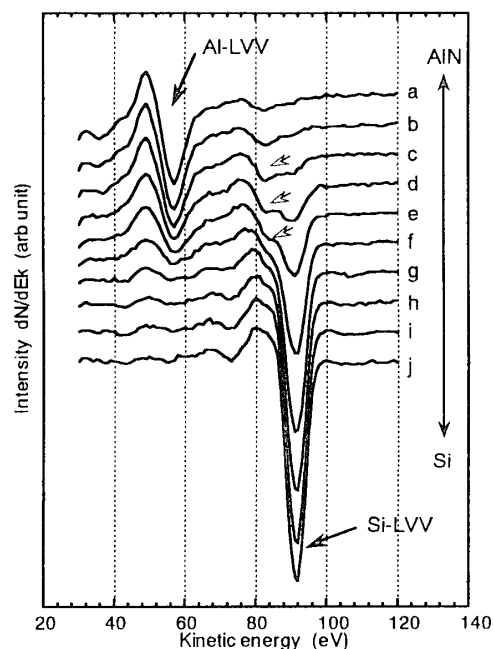


Fig. 2 Auger spectra obtained from AlN/Si interface

える。一方, (iii) のピーク形状は (i) とはかなり異なり純 Al から得られるピークに比べて 10eV ほどマイナス側へシフトしている。このピーク形状は AlN のみから得られるピークに酷似している[1]。これは Al と N のバンドギャップの違いによるエネルギー差であり, Al-N 結合によるものである。他の文献[2], [3] では 54eV 及び 38eV 付近に Al の酸化物のピークが観察されるが, 本研究で計測された (iii) のオージェスペクトルには観察されず, 酸素が混入しているにも関わらず Al と酸素の結合によるピーク形状への影響は検出されなかった。

Fig. 4 において, (i) は Si 基板から, (ii) は Si 基板に Al を蒸着させた試料の界面から, (iii) は窒素をイオン注入した Si 基板から, (iv) は AlN/Si 界面 (Fig. 1 の e) からそれぞれ得られたものである。形状を比較し易いようにそれぞれのエネルギー強度を描いている。(i) と (ii) のピークには大きな差異は認められず, Al との結合における Si のピーク形状への影響は非常に小さいと言える。(i) と (iii) を比較するとわかるように (iii) には, 黒矢印で示される 84eV 付近にサブピークが観察される。これは N イオン注入することによる Si-N 結合によるものと考えられる。さらに (iv) のピーク形状を検討すると, 白矢印で示した箇所に (iii) と同様のサブピークが観察される。イオンミキシングで形成された AlN/Si 界面にも, Si-N 結合の存在が示唆できる。他の文献[4] では, 78eV 付近に Si の酸化物のピークが観察されるが, 本研究で観察された (iv) のオージェスペクトルには観察されず Si と酸素の結合によるピーク形状への影響は検出されなかった。

4. 結論

AlN/Si 界面において Al-N 結合, S-N 結合が確認された。ダイナミックイオンミキシング法では形成膜に数%の酸素が混在してしまうが, 本研究で計測されたオージェスペクトルによる分析では混在する酸素の影響は検出されなかった。このように界面近傍で予測される個々の結合状態についてのオージェスペクトルと界面近傍で実測したオージェスペクトルを比較検討することにより, 界面近傍における化学結合状態の情報を得ることは可能である。

参考文献

- [1] K.Takahashi et al: Vacuum, Vol.44, No.8, (1992), 793
- [2] R. Shinar: J. Vac. Sci. Technol. A, Vol.10, (1992), 139
- [3] K.Takahashi et al: Thin Solid Film, 216, (1992), 241
- [4] 西口公之ら, 溶接学会論文集, Vol.9, No4, (1991), 76

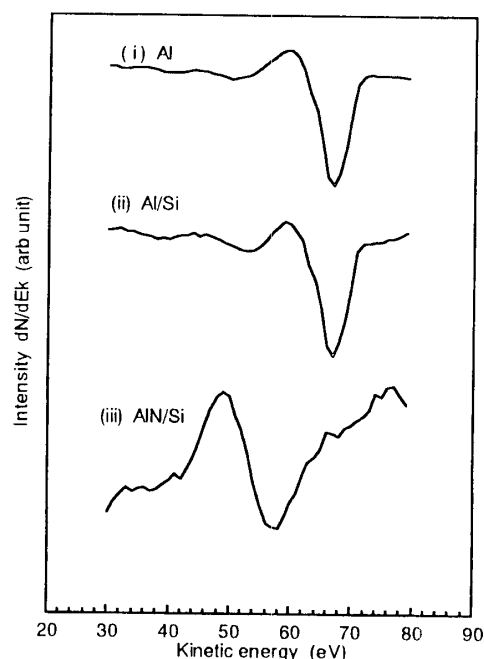


Fig. 3 Al-LVV peaks obtained from (i) Al, (ii) Al/Si interface, (iii) AlN/Si interface

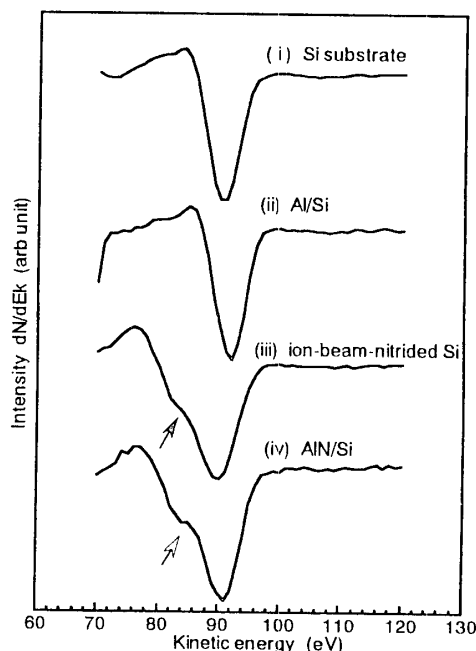


Fig. 4 Si-LVV peaks obtained from (i) Si substrate, (ii) Al/Si interface, (iii) ion-beam-nitrided Si, (iv) AlN/Si interface