

室温 ALD によるシリカ-アルミノシリケート多層膜の試作とイオン吸着性評価

Room-temperature atomic layer deposition of silica and aluminosilicate multiple layers and its application for ion sorption

山形大院理工¹, 学振特別研究員², 山形大 ROEL³

○齋藤 尊¹, 齋藤 健太郎^{1,2}, 三浦 正範³, 鹿又 健作³, 廣瀬 文彦¹

Yamagata Univ.¹, JSPS Research Fellow², ROEL Yamagata Univ.³, ○Takeru Saito¹,

Kentaro Saito^{1,2}, Masanori Miura³, Kensaku Kanomata³, Fumihiko Hirose¹

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

[あらまし] 近年アルミノシリケート薄膜は、イオン吸着など様々な分野で応用されている。我々はこれまでに室温原子層堆積法(Room temperature atomic layer deposition : RT-ALD)によるアルミノシリケートの成膜プロセスを開発し、陽イオンを選択的に吸着する特性を報告した[1]。アルミノシリケートは、3 価である Al 原子が 4 つの O 原子に囲まれることで表面が負に帯電し、陽イオンを吸着する。しかし膜内に Al-O-Al 結合が生じると AlO_4 四面体が形成できない問題がある(Loewenstein 則)。そこで本研究では、図 1 に示すようなアルミノシリケートの間にシリカを挟んだ多層膜構造にすることで、Al-O-Al 結合を抑制し吸着性能の向上を狙った。

[実験方法] 当研究室で開発した RT-ALD 装置を用いて、p 型 Si(100)基板上にシリカとアルミノシリケートの多層膜を成膜した。シリカの原料ガスには tris(dimethylamino)silane (TDMAS) を用いた。アルミノシリケートの原料ガスには TDMAS と、trimethylaluminum (TMA)の二つの原料ガスを用いた。酸化ガスにはプラズマ励起加湿アルゴンを用いた。陽イオン吸着性は、成膜したサンプルを NaCl 溶液に浸漬させた後に、X 線光電子分光法(XPS)を用いて表面吸着物の組成分析を行うことで観察した。

[実験結果] 室温 ALD で成膜したシリカとアルミノシリケートの多層膜を NaCl 溶液に浸漬させた後、X 線光電子分光法(XPS)を用いて Na 1s の組成分析を行った。本研究では、多層膜を構成するシリカの ALD サイクル数を変化させた複数の条件において、Na 吸着性能を調査した。図 2 は変化させたシリカの ALD サイクル数に対する、Na 1s のピーク面積と膜の表面粗さの関係を示している。多層膜にすることで、アルミノシリケート単層(横軸 0 の結果)よりも Na の吸着量が増加した。特に ALD15 サイクルのシリカと、アルミノシリケートの多層膜構造はアルミノシリケート単層と比較して、約 4.5 倍の吸着性能が得られた。膜の表面粗さと吸着量の相関関係が見られないことから、吸着性能の向上は膜構造の違いによるものだと考えられる。

[1]第 81 回応用物理学会秋季学術講演会
講演予稿集, 8p-Z26-12, 2020

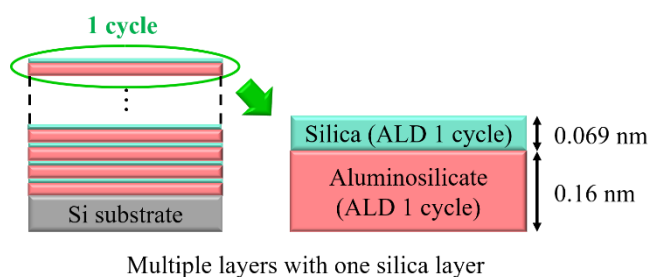


Fig.1 Schematic of silica and aluminosilicate multiple layers.

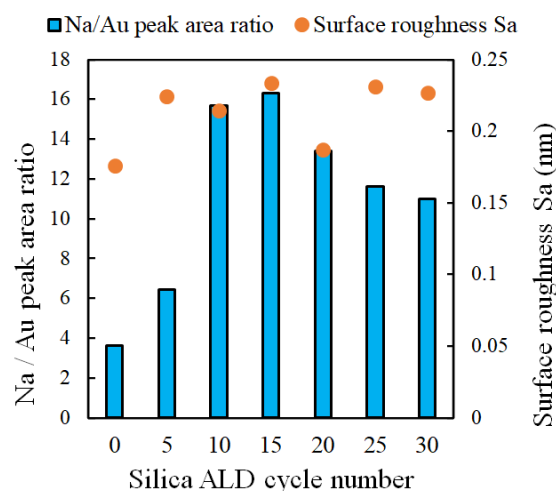


Fig.2 Na absorption densities and surface roughness as a function of silica thicknesses.