

ALD(Atomic Layer Deposition)装置によるHfO₂、ZrO₂の成膜

【サムコ(株) 開発部】

■はじめに

HfO₂やZrO₂はAlOxやSiO₂よりも高い誘電率を持ち、high-k材料としてゲート絶縁膜によく用いられてきた。また、優れた耐薬品性を示すことから、薬品に対する保護膜として利用されたり、AlOx膜と積層して防湿膜として利用されたりもしている。更に、近年HfO₂膜やHfO₂とZrO₂の混晶膜が10nm程度の極薄膜においても強誘電性を有することが報告され、強誘電性HfO₂膜を用いた研究も活発になっている。

ALDは優れた膜厚制御性やピンホールフリーといった特徴を持った、これらの極薄膜の成膜に適した成膜手法であり、実際にゲート絶縁膜の成膜によく利用されている。今回、当社のAL-1にて成膜したALD-HfO₂及びALD-ZrO₂の成膜結果を紹介する。

■膜厚制御性

今回、有機金属原料としてTEMAHf(テトラキスエチルメチルアミノハフニウム)及びTEMAZr(テトラキスエチルメチルアミノジルコニウム)を、反応剤としてH₂Oを用い、Si基板上にHfO₂膜とZrO₂膜の成膜を行った。膜厚はエリプソメーターを用いて測定した。図1に250℃で成膜した際のサイクル回数と膜厚の関係を示す。サイクル回数に比例して、膜厚が増大する様子が見られた。1サイクル当たりの膜厚は0.08~0.10nm/cycleであり、nmオーダーでの膜厚制御が可能であることが分かる。

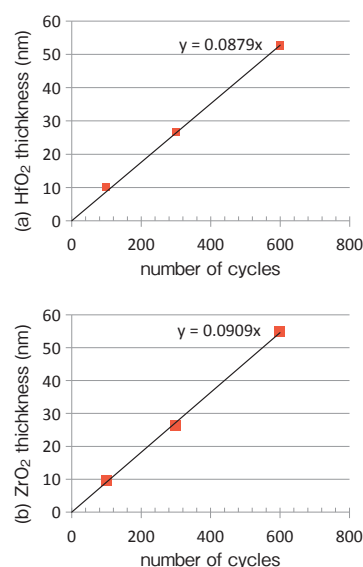
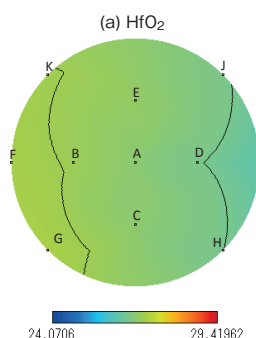
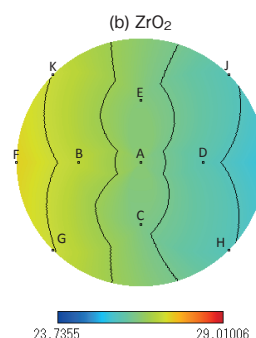


図1. (a)HfO₂及び(b)ZrO₂のサイクル回数と膜厚の関係



	膜厚	屈折率
A	26.7nm	2.093
B	27.0nm	2.092
C	26.8nm	2.087
D	27.0nm	2.092
E	26.8nm	2.086
F	27.1nm	2.093
G	27.1nm	2.083
H	26.5nm	2.080
I	26.2nm	2.088
J	26.5nm	2.082
K	27.0nm	2.077
average	26.7nm	2.087
Unif.	±1.7%	±0.5%



	膜厚	屈折率
A	26.4nm	2.149
B	27.0nm	2.149
C	26.2nm	2.142
D	25.8nm	2.155
E	26.3nm	2.153
F	27.3nm	2.149
G	27.1nm	2.137
H	25.7nm	2.149
I	25.3nm	2.141
J	25.7nm	2.135
K	27.1nm	2.153
average	26.4nm	2.147
Unif.	±3.8%	±0.5%

図2. (a)HfO₂及び(b)ZrO₂の面内分布

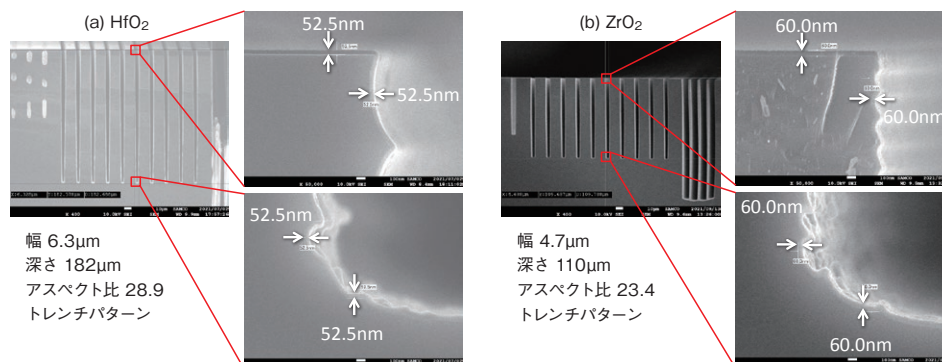


図3. (a)HfO₂及び(b)ZrO₂を高アスペクト比サンプルに成膜した際の断面SEM画像

次に、φ220mmのエリアにSiチップサンプルを設置し、トレー内の膜厚分布の測定を行った。測定結果を図2に示す。HfO₂膜を成膜した際の平均膜厚が26.7nm、均一性が±1.7%、ZrO₂膜を成膜した際の平均膜厚が26.4nm、均一性が±3.8%となった。λ=633nmにおける屈折率はHfO₂膜が2.077~2.093、ZrO₂膜が2.135~2.155となり、ZrO₂の方がわずかに高い屈折率を示している。

■カバレッジ性

最後に、高アスペクト比サンプルへの成膜結果を示す。サンプルとして、ボッシュプロセスに対応した当社のRIE-800iPBを用いてアスペクト比20以上のトレンチパターンを形成したSi基板を使用した。サンプルにHfO₂及びZrO₂を250℃にて50~60nm成膜し、断面SEMを測定した結果を図3に示す。HfO₂、ZrO₂いずれもトレンチパターンの上部から底部まで均一に成膜されていることが分かる。また、ボッシュプロセスでは側壁にスカロップが形成されるが、スカロップの形状に沿うように膜が付着しており、ALDの特徴である非常に優れたカバレッジ性が確認された。

■おわりに

今回、当社のAL-1を用いてHfO₂及びZrO₂を成膜した結果を紹介した。いずれの膜もALDの特徴である優れた「膜厚制御性」と「カバレッジ性」が確認された。今後各種デバイスに応用した際の性能評価等にも取り組み、報告していく。