

2周波CVD装置によるTEOS-SiO₂成膜プロセスの安定性について

[サムコ(株) 開発部 CVDグループ]

■はじめに

当社はプラズマCVD装置とプロセスの開発を手掛ける装置メーカーとして創業以来、独自性と実用性を兼ね備えた製品を提供してきた。このプラズマCVDにおいては、一般的なSiH₄を用いるSiO₂成膜技術に加え、液体原料を用いるプラズマCVD技術(LS-CVD[®])にも取り組み、より安全性を考慮した成膜技術を開発してきた。近年では、さらに13.56MHzと400kHzの周波数を用いる2周波CVD技術を組み合わせることで成膜技術を進展させ、化合物半導体や電子デバイスの分野に貢献している。本稿では、2周波CVD技術とLS-CVD技術によるSiO₂成膜データの中から、生産ラインへの装置導入において重要な要素となる成膜プロセスの繰り返し安定性について紹介する。

■装置構成と検証方法

SiO₂成膜は、液体原料にTEOSを用いて、当社デモ機「PD-220L」にて行った。図1にデモ機の装置構成を示す。上部電極に13.56MHz、400kHzの各電源と整合器を接続し、これら2周波を重畳してプラズマを発生させている。サンプル加熱用ヒーターの温度は高温、低温いずれの温度域も用いるケースを想定し、400℃と150℃の2水準を用いることとした。また、本実験では図2に示すように3インチSiウエハをSiCトレイ上に5枚均等配置し、各ウエハ上9点の膜厚を測定して、膜厚均一性を評価した。なお、膜応力は①のウエハで得られたデータを用いた。

成膜プロセスの繰り返し安定性は、10バッチ分を1サイクルとして前述の各温度条件にて1サイクルずつ交互に成膜を繰り返し、膜厚均一性と膜応力の推移を評価に用いた。各サイクル間では反応室内のドライクリーニングと1μm程度のプレコート処理(ダミーラン)を行っている。

なお、今回実験に用いたデモ機の反応室は当社のアノードカップリング方式CVD装置である「PD-220シリーズ」と同構造であり、今回紹介する内容は、「PD-220シリーズ」のオプションである400kHzを追加した装置仕様により得られたデータである。

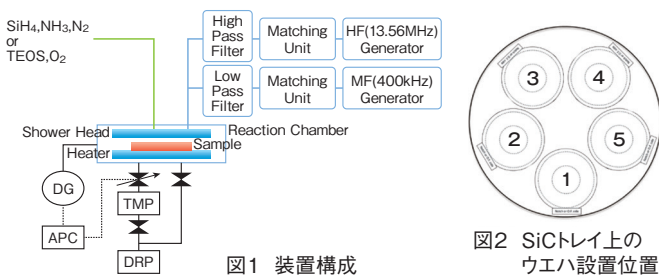


図1 装置構成

図2 SiCトレイ上のウエハ設置位置

■2周波CVD技術によるTEOS-SiO₂成膜の繰り返し安定性

図3にSiO₂成膜を130バッチ(13サイクル)繰り返した際の膜厚均一性の数値の推移を示す。

2つの温度水準の条件を交互に繰り返し、各サイクル間で反応室内クリーニングとプレコートを行った場合でも、400℃条件では±3.5%以下、150℃条件では±3.0%以下の良好な膜厚均一性の値が安定的に得られている。また、反応室内の構成部品のうち、半年～年1回程度の交換を推奨しているシャワー板(ガスマニホールド)の新品への交換前後でもほとんど膜厚均一性は変化していなかった。このデータが示すように、装置を長期間運用する中で反応室内

部品の交換が必要になった場合でも、当社の装置では部品交換の前後で良好な再現性を容易に得ることが可能である。

また、図4は膜厚均一性の評価を行ったSiO₂膜と同じサンプルの膜応力を測定し、その数値の推移をプロットしたデータである。なお、今回採用した成膜温度の異なる2水準の成膜条件で得られるSiO₂膜の膜応力はほぼ同等であるため、1つのグラフの中にまとめている。

図4に記載している膜応力データの平均値は-39MPaであり、その平均値に対して±50MPaの範囲内にすべての数値が収まっていた。当社では膜応力の測定原理等から±50MPaを応力測定における再現性判断基準の1つとしている。また、膜応力はSiO₂膜の膜質を表す指標の1つであり、その数値はSiO₂膜の成膜プロセスの再現性を確認する際に用いている成膜特性である。そのため、今回の結果は膜厚均一性だけでなく膜質についても良好な繰り返し安定性が得られることを示していると考えられる。

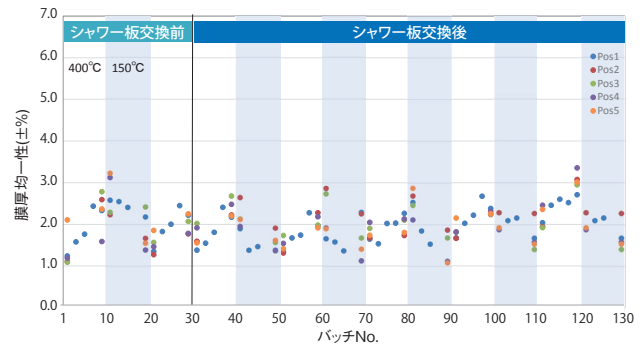


図3 130バッチ分の繰り返し成膜における膜厚均一性の推移

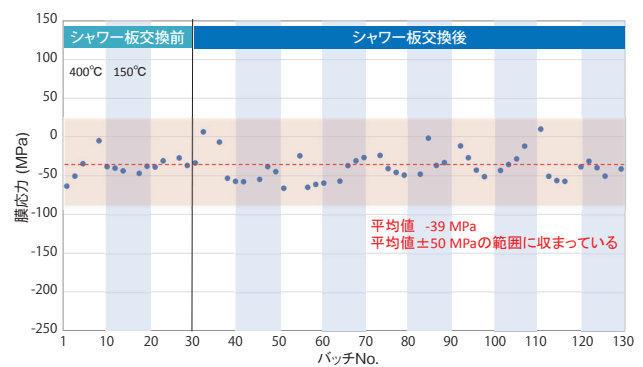


図4 130バッチ分の繰り返し成膜における膜応力の推移

■終わりに

2周波CVDによるTEOS-SiO₂膜の成膜プロセスの繰り返し安定性について紹介した。

今回紹介したデータを取得した「PD-220シリーズ」では、2周波CVDによるTEOS-SiO₂成膜に加え、生産機として納入実績のある派生系「PD-220Xシリーズ」で最大3室まで反応室数を拡張するオプションを用意している。

当社の経営理念である「薄膜技術で世界の産業科学に貢献する」に基づき、今後も科学技術、産業技術の発展に貢献できるよう、装置およびプロセスの開発を継続していく。

[LS-CVD装置] 商標登録(サムコ):液体原料を用いる気相成長装置