

ポリシリコン半導体薄膜の作製とその評価

電子技術部 電子材料チーム 黒内正仁
湯浅宏康
小沢武

ポリシリコン半導体薄膜は大規模集積回路(以下, LSI とする)を構成する上で重要な材料で知られ, その用途は広い. 本研究では熱 CVD (Chemical Vapor Deposition)法でのボロンドープのポリシリコンの成膜条件を最適化した. その結果, 3 インチウェハにてシート抵抗で 10~12%程度, 膜厚で 3%程度の均一性のあるポリシリコン膜の作製に成功した.

キーワード: 半導体, ポリシリコン, 熱 CVD

1 はじめに

ポリシリコン半導体薄膜は LSI を構成する上で重要な電子材料であり, 素子の活性層だけでなく, MOS (Metal Oxide Semiconductor)トランジスタのゲート電極, 素子間の配線, コンタクト材料など幅広い用途がある¹⁾. 最近, ポリシリコンの成膜依頼はウェハ全面からチップ状試料への例がみられるが, 当センターの熱 CVD 装置は基板を縦置きにする設計であり, チップ状の試料に対応するために横置きで従来の条件にて成膜すると, その面内分布が大きくなり, 利用可能な領域が狭いという問題があった. そこで本研究では, この問題を解決するために試料を横置きにしたときの成膜条件の最適化を行った.

面内分布を改善するには炉内のガスの濃度分布をできるだけ均一にする必要がある. マスフローコントローラからのガスの供給量が一定の下で炉内の圧力を下げた場合を考えると, 供給されたガスは炉内の圧力の低下量に応じて炉内で膨張するので, 流速が上昇し, 試料面上でのガスの滞留時間が短くなる. それに加え, 圧力を下げると平均自由行程は長くなるなどの理由で面内均一性の改善が期待されるので²⁾, 圧力を下げたときの面内均一性の効果を検討した.

2 実験方法

ホットウォール型の熱 CVD 装置内に絶縁層としての酸化膜付きの 3 インチシリコンウェハを石英製のボート上に横置きにして, これまでの条件(67 Pa (0.5 Torr))と圧力を下げた条件(27 Pa (0.2 Torr))を用いてボロンドープのポリシリコンを成膜した. 成膜時のモノシランとジボラン(3%水素希釈), アルゴンの流量はそ

れぞれ, 15 sccm, 30 sccm, 60 sccm であり, 炉の加熱機構の設定温度は 650 °C(炉内温度は 680 °C~690 °C 程度)である.

成膜した試料について 4 探針法によってシート抵抗の評価を行った. その後, ドライエッチング処理によってポリシリコン薄膜を除去して段差を形成し, 触針式段差計で膜厚を測定した.

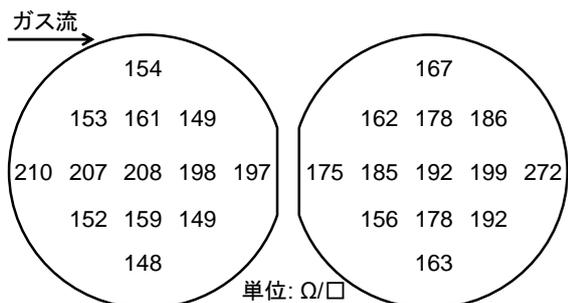
3 結果

67 Pa で成膜した試料は表面の荒れが原因と思われる曇った表面が見られたが, 27 Pa で成膜した試料は全面的にミラーライクな表面となり, 表面平坦性の改善が見られた.

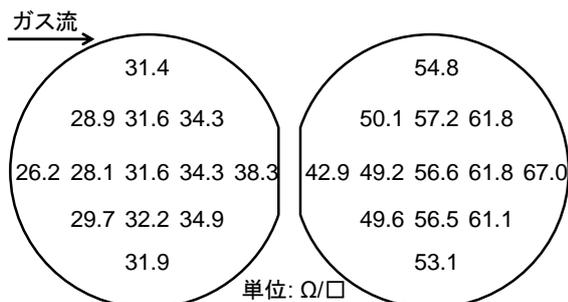
シート抵抗の面内分布を評価した結果を図 1 に示す. この結果をもとに, シート抵抗について平均値 A , 標準偏差 σ を統計処理して σ/A を求めたところ, 表 1 に示す結果が得られた. 圧力を 67 Pa から 27 Pa にすることによって, シート抵抗は大きく下がるとともに, σ/A が 15%程度から 10~12%程度になり, 面内分布がより均一になったことを確認した.

図 2 にガス流に平行な方向におけるシート抵抗の分布を示す. 67 Pa で成膜した試料は下流に向かうにつれてシート抵抗がいったん減少して, その後増加する傾向が見られた一方で, 27 Pa で成膜した試料では単調にシート抵抗が増加する傾向が見られ, またその振れ幅が小さくなっていった.

次に, 図 3 にガス流に垂直な方向におけるシート抵抗の分布を示す. 67 Pa で成膜した試料では上に凸の左右対称な分布が見られていたが, 27 Pa で成膜した試料ではほぼフラットな分布となり, 極めて高い均一性が見られた. これらの結果から, チップ状の試料は



(a) 67 Paでの成膜結果



(b) 27 Paでの成膜結果

図1 作製した試料のシート抵抗の評価結果

表1 シート抵抗の統計処理結果

	(a) 67 Paでの成膜結果		(b) 27 Paでの成膜結果	
	上流	下流	上流	下流
A(平均)	173	185	31.8	55.5
σ (標準偏差)	26.3	29.2	3.20	6.56
σ/A	15.2%	15.8%	10.1%	11.8%

ガス流に垂直な方向に並べて配置した上で 27 Pa での成膜条件を用いることで、均一性が極めて高い膜が得られることが期待できる。

膜厚を評価した結果、27 Pa で成膜した試料の膜厚の σ/A は上流側で 3.0%、下流側で 2.8%となり、膜厚についても均一性の高い膜であった。

4 まとめ

既存の縦置き方式の熱 CVD 装置でチップ状試料上への成膜に適した横置き構成における成長条件の最適化を行った。成膜時の圧力を下げることで平坦性が改善するとともに、面内分布はシート抵抗で 10~12%程度、膜厚で 3%程度となり、均一性の高い膜を得ることに成功した。また、ガス流に垂直な方向の位置では非常に均一性の高い膜が得られることが確認された。

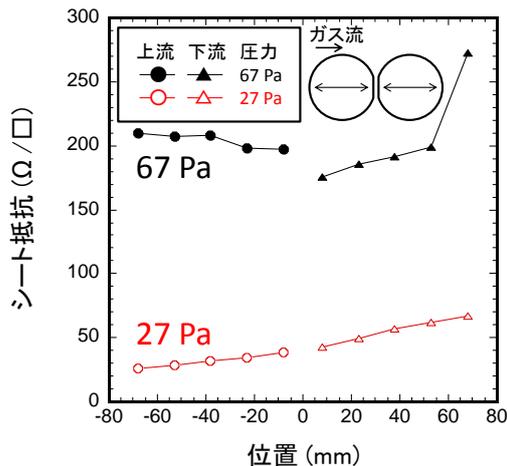


図2 ガス流に平行な方向におけるシート抵抗の分布

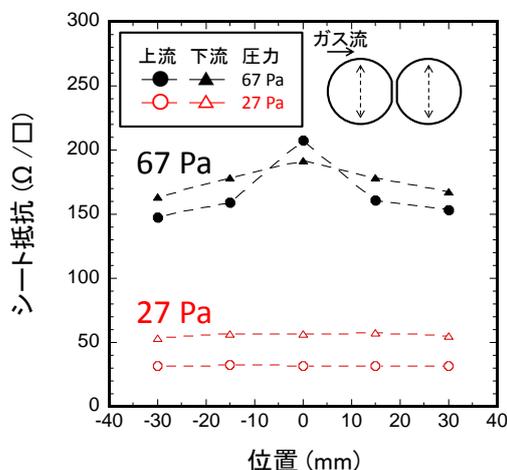


図3 ガス流に垂直な方向におけるシート抵抗の分布

文献

- 1) 化学工業会編, “CVD ハンドブック”, 朝倉書店, P. 120 (1991) .
- 2) 黒河 治重, 赤井 康亮, 安田 斌 ; 電子材料, Dec., 95-101 (1976) .