

課題番号 : F-20-UT-0133
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : Si 深溝 Pattern
Program Title (English) : Si Deep trench patterning
利用者名(日本語) : 渡邊大輔、上馬俊之
Username (English) : Daisuke Watanabe, Toshiyuki Kamiyama
所属名(日本語) : 芝浦メカトロニクス株式会社
Affiliation (English) : SHIBAURA MECHATRONICS Coporation
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、深溝 Etching、Si、Bosch、Aspect 比

1. 概要(Summary)

半導体 Device 製造過程において、Trench や Hole などの Pattern 構造は今後高 Aspect 比になっていく傾向があり、現行の加工 Process では対応が難しくなってきた。高 Aspect 比となった構造に対応可能な加工 Process を検討評価していくための試料として、線幅 0.1 ~ 1.0 μm での高 Aspect 比の Sample と条件評価を行った。

※Aspect 比:Trench の開口幅と深さの比。

本稿では Al Mask-Si 界面の開口幅/Si 深さで算出。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

8 インチ汎用スパッタ装置(ULVAC SHI-450)、マスク・ウエーハ自動現像装置群(EVG101、SAMCO FA-1)、高速大面積電子線描画装置 (ADVANTEST F5112+VD01)、汎用高品位 ICP エッチング装置 (ULVAC NE-550)、高速シリコン深堀りエッチング装置 (SPTS MUC-21 ASE-Pegasus)

【実験方法】

Si Wafer 上に Al 層(122 nm)、Resist 層を形成し、線幅 0.1~1 μm の Pattern を露光した。現像後に Al 層を Etching し Mask を作製したものを、深堀り Etching 装置を用いた Bosch 法にて Etching 処理を行い Trench を作製、線幅 0.1、1.0 μm について形状を SEM 観察した。処理条件は以下の通り。

Etching:SF₆ 300 sccm、10 Pa、

Platen LF/Coil RF=80/1800 W、処理時間 2.5 秒

Passivation:C₄F₈ 150 sccm、3 Pa、

Platen LF/Coil RF=0/1800 W、処理時間 2.1 秒
上記を基準とし下記条件振りを行った。

- (1) Etching 時 Platen LF(Bias)を 120 W に強化
- (2) Etching/Passivation 各処理時間を 1 秒に短縮
- (3) Etching 時圧力を 4 Pa に低圧化

3. 結果と考察(Results and Discussion)

各条件の Si 深さと Aspect 比結果表を Table1 に、SEM 観察結果を Fig. 1 に示す。Scallop の大きさ、深さは Trench 上部側面にて凸部間の距離を大きさ、凸部と凹部の差を深さとした。

高 Bias 出力とすることで Etching の異方性が強化され、Aspect 比を向上できた。各処理時間を短縮した場合には 0.1 μm 幅溝では保護膜形成が追い付かず Mask 直下が大きく Under Cut して Aspect 比が悪化するが 1.0 μm 溝では深く Etching が進むとともに開口部付近にのみ保護膜ができることで Aspect 比は向上するが中膨れ形状になる。低圧化することで保護膜が深くまで形成され、特に 0.1 μm 溝開口部の形状の改善効果が得られ、Aspect 比が向上した。

4. その他・特記事項(Others)

無し

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

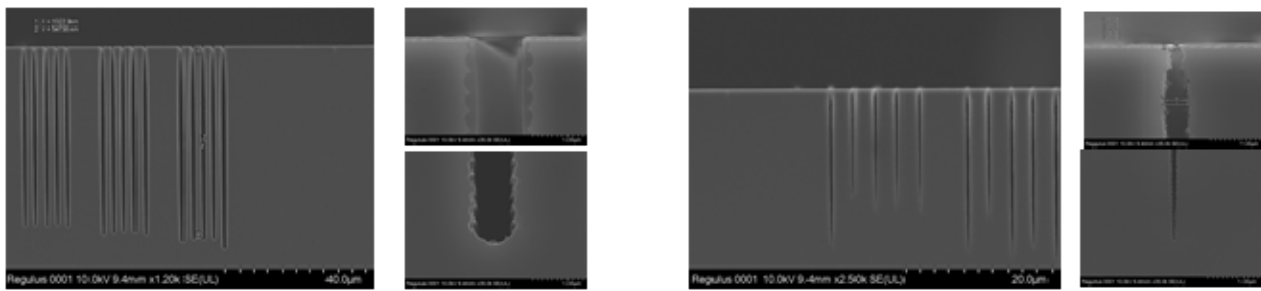
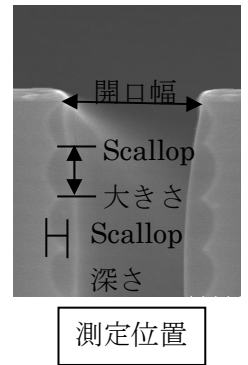
無し

6. 関連特許(Patent)

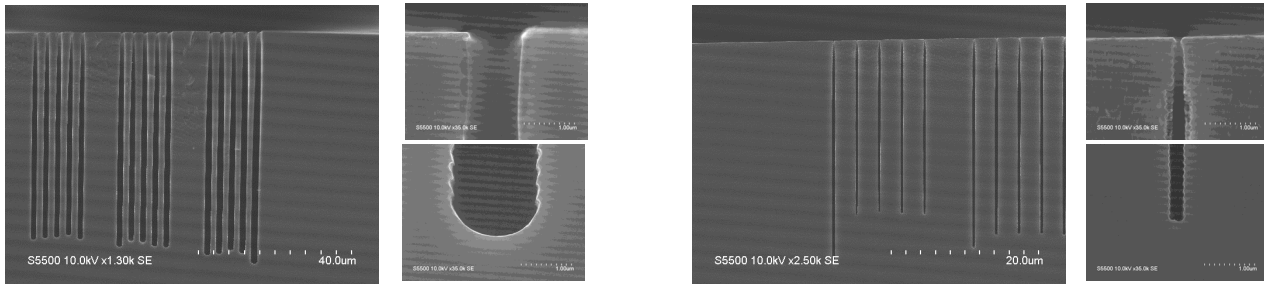
無し

Table 1 Trench depth, aspect ratio and Scallop size(0.1、1.0 μm)

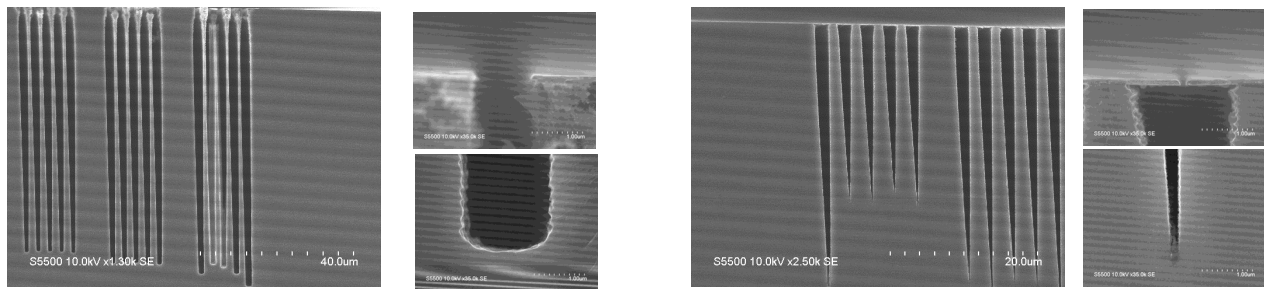
	条件	基準	(1)Bias 強化	(2)処理時間短縮	(3)低圧化
0.1 μm Trench	Si 深さ(μm)	17.3	23.2	23.9	17.1
	Aspect 比	57.6	174.5	10.8	112.3
	Scallop 大きさ(nm)	405	401	201.6	297.6
	Scallop 深さ(nm)	125	89.6	82.8	135.6
1.0 μm Trench	Si 深さ(μm)	54.7	57.1	63.9	45.6
	Aspect 比	43.8	48.4	51.5	42.3
	Scallop 大きさ(nm)	76.5	109.1	199.2	187.3
	Scallop 深さ(nm)	53.9	19.8	108.8	74.1
	Al 層減少量(nm)	11.4	15.4	26.2	22.8



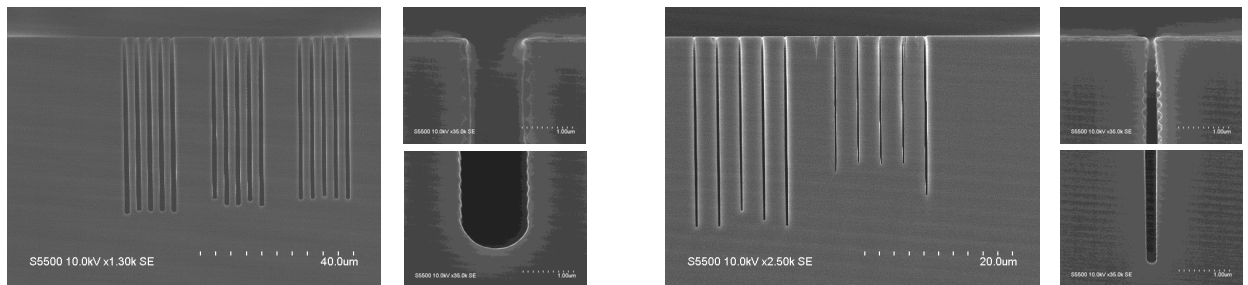
基準条件: 1.0 μm 幅 Trench(右端 5 本)と 0.1 μm 幅 Trench(左端 5 本)全体及び Top/Bottom 部



(1)Bias 強化: 1.0 μm 幅 Trench(右端 5 本)と 0.1 μm 幅 Trench(左端 5 本)全体及び Top/Bottom 部



(2)処理時間短縮: 1.0 μm 幅 Trench(右端 5 本)と 0.1 μm 幅 Trench(左端 5 本)全体及び Top/Bottom 部



(3)低圧力化: 1.0 μm 幅 Trench(右端 5 本)と 0.1 μm 幅 Trench(左端 5 本)全体及び Top/Bottom 部

Fig. 1 SEM observation results (1.0 μm and 0.1 μm Trench)