

X線リソグラフィー使用100nm加工の300mmウエハ供給

300-mm wafer supply with 100-nm featured films
by using the X-ray lithography

古村雄二

Yuji Furumura

株式会社フィルテック

Philtech Inc.

〒102-0083 東京都千代田区麹町5 - 7 秀和紀尾井町TBRビル401

Shyuwakioicho TBR Bldg. 401
5-7 Koujimachi Chiyoda-ku Tokyo,
102-0083 Japan

e-mail: furumurayu@philtech.co.jp

1. 背景

先端のプロセス技術・装置技術・材料技術の開発には先端テストウエハが必要である。テストウエハを作製するために使用するリソグラフィーの装置と転写技術も先端領域の技術を必要とする。しかし、この転写技術と装置は高価であるために専用で使用するのには開発費の負担を巨額にさせる。また転写技術自体も開発であり多量に先端加工の300mmウエハを供給するのは困難である。しかし、少量であるなら開発済みの装置システムを用いて産業界に供給することは可能である。

2. 先端加工300mmウエハの供給の体制

開発済みリソグラフィーとして、ASETで開発した近接X線リソグラフィーPXLを選んだ。その微細加工装置システムは文部科学省東北大学の所有であり、(株)フィルテックで維持管理されて、現在300mmのウエハ上にレジストパターンを作製できる。X線源として三菱電機先端技術総合研究所のSR施設を利用している。レジストの塗布現像には東京エレクトロン製のACT12を使用し、解像度80nm以上のパターンを作製できる。フィルテックは微細パタ

ン技術研究コンソーシアムを2001年8月27日に設置して、本微細加工システムを用いて利用会員にレジストパタン付300mmウエハ供給を2003年12月から開始している。

3. 微細加工300mmウエハの応用

材料と装置開発の応用

エッチング装置の開発などにはレジストパタン付ウエハが用いられる。バリアーメタル装置開発やCuシード・Cuめっき・CMP・Via洗浄の装置開発にはそれぞれの前までの工程が終了したウエハが必要であるので、リソグラフィ以外の工程も同じ技術のレベルで必要になる。新しい材料、たとえばLOW-K層間膜の開発のためには、その上にレジストパタンを作製してそれをエッチングし、via工程と配線工程を終了させて断面を観察するウエハを作製する。必要なら電気特性を測定するための重ね合わせのパタン作製を行う。図1にバリアーメタル評価のための酸化膜エッチ済ウエハの断面SEM写真を示す。Viaとline & spaceが同じ層内に形成されていて120nmから500nmまでが存在する。これにTaのバリアとCuのシードを形成させるとCuめっきやCuのCMP装置開発や評価に用いることが可能である。供給されるこれらの300mmウエハを用いることで、先端半導体開発を進めるための産官学連携の環境が整備されたと言える。

プロセス開発の応用

X線は焦点深度が深いのでデュアルダマシン(DD)構造作製に利用できる。深い焦点深度のおかげでviaに埋まったレジストが感光するのでvia中のレジストを表面から底まで完全に除去してから配線トレンチパタンレジストをマスクに直接エッチできる。この工程とそれで作製したDDウエハの断面を図2に示す。比較のために一般的と考えられる従来工程も示しておく。従来と比較して工程数を約半分にできる。コントロールエッチが正確であれば、ストップ膜(p-SiN、SiC)が不要であるので工程数が減るばかりでなく、ストップ膜による総合的誘電率の上昇も避けることができる。このことは、高速配線が低コストでできることを意味している。通常の方法では3層ハードマスク(SiO₂/SiN/SiO₂)とストップ膜が必要であり、焦点深度の制限からSFQR = 0.09μm以下の平坦ウエハが必須であるのに対して、X線リソグラフィー応用ではそれら制約が無く工程数削減と製造余裕が得られる。X線リソグラフィーを微細化技術として扱うだけでなく、低コストを目指す高速配線技術として見直す必要があるだろう。

製造管理の応用

装置やプロセスの管理は製造現場で重要であるが、製造技術レベル以上の微細なパタン加工ウエハでそれを管理することができる。たとえば、単層80nmの櫛歯電極でゴミのレベルを管理したり、層間膜のリークを調べる管理ができる。抵抗値や層内キャパシタンスの管理でプロセスと材料の安定を確認することもできる。これは、管理ソフトと組み合わせて製造歩留まり向上や障害の検出も可能にさせるので管理ウエハとしての応用になる。微細なウエハは高価になるが、この応用であれば、試作レベルの枚数で使用できるので、先端微細加工ウエハの応用として現実的であろう。

4. まとめ

X線リソグラフィーは第二世代の開発がすすみ、35nmの解像も視野に入った。量産のための技術が今後進歩すれば、大きな開発リスクなしにn+2世代の半導体開発が可能になる。日本の技術として更にブラシアップして半導体の開発推進にこれを役だてていきたい。

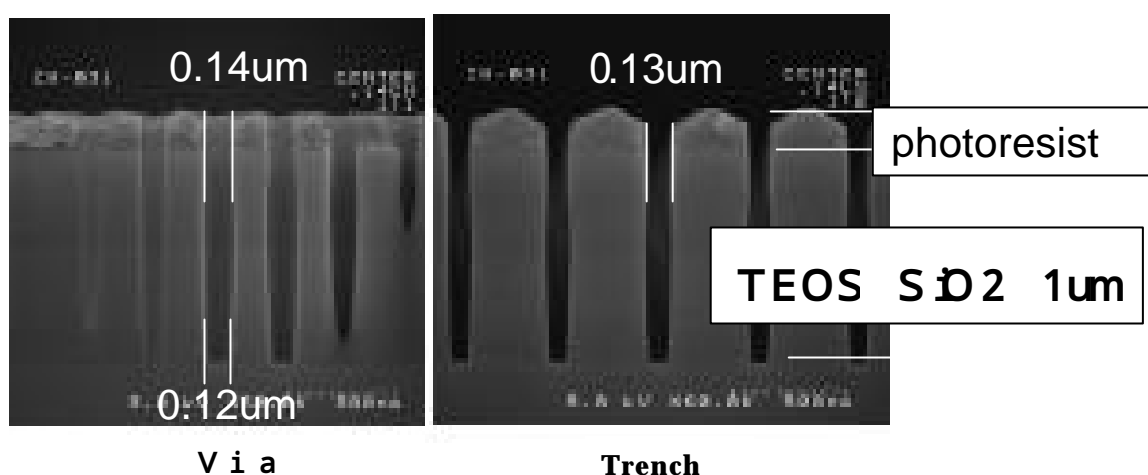
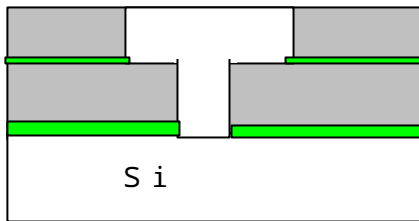


図1 酸化膜付300mmウエハのエッチ後の断面SEM写真
500nmのUV-2レジストを用いたが、十分な余裕でそれが残っている。ハードマスクなしで深いエッチングが可能である。

(a)従来の露光技術を用いたDD 作製工程例

番号	工程	仕様
1	Si ウエハ	
2	p-SiN	30nm
3	p-SiO ₂	300nm
4	p-SiN	50nm
5	p-SiO ₂	300nm
6	p-SiN H1	20nm
7	P-SiO ₂ H2	20nm
8	P-SiN H3	20nm
9	露光(M2)	M2 マスク
10	etching	H3
11	etching	H2
12	露光(via)	V1 マスク
13	etching	H1
14	via etching	SiO ₂ - 300nm
15	etching	SiN-50nm & H1
16	ashing	
17	etching	M2/Via SiO ₂
18	etching	p-SiN



(b)X 線露光を用いたDD 作製実験工程例

番号	工程	仕様
1	Si ウエハ	300mm
2	p-SiO ₂	1μm
3	X-ray 露光(via)	V1 マスク
4	etching	via SiO ₂ 1μm
5	ashing	
6	X-ray 露光(M2)	M2 マスク
7	etching	Trench SiO ₂ .0.25μm
8	ashing	

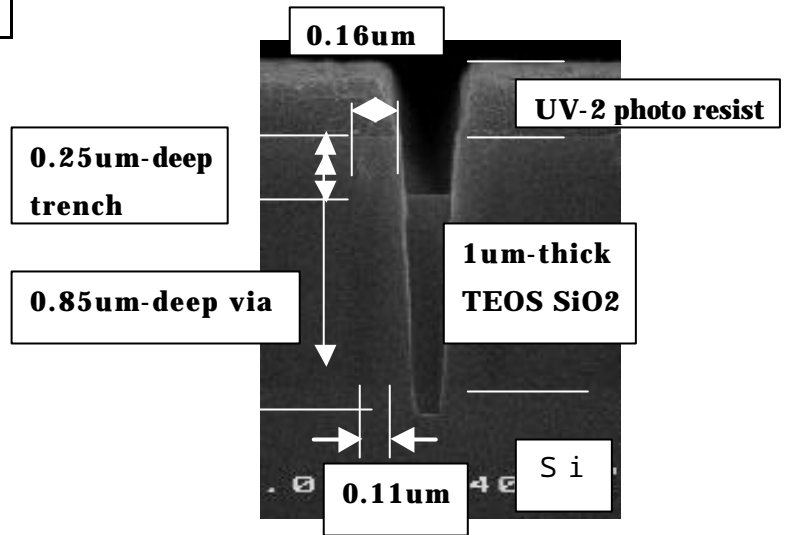
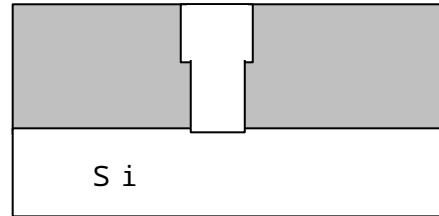


図3 Dual Damascene の作製工程の比較
 (a)従来例、(b) X線露光を利用した例。