

# CMPコスト削減のための銅配線めっきの平坦化技術

倉科 敬一\* 中田 勉\* 辻村 学\*\*

## Cu Planer Plating for CMP Cost Reduction

by Keiichi KURASHINA, Tsutomu NAKADA, & Manabu TSUJIMURA

A novel Cu planer plating technique which enables CMP cost reduction has been proposed and investigated. A finding was made that pressing a porous pad with through-holes against the wafer surface while plating results in the suppression of Cu growth on the field area, as well as a growth of Cu posts only in the through-holes. These Cu posts could be easily and selectively removed by chemical etching, and thus enabling planer Cu plating films with less overburden than that of conventional plating methods. Cu CMP of these films took less time and better step height reduction property could be attained.

**Keywords:** Plating, Etching, CMP, Semiconductor, Wafer, Copper, Planarity, Overburden, Pad, Porous material

### 1. 緒言

半導体デバイスの積層構造の製造工程には、各層に銅配線を形成する工程がある。図1に一般的な配線形成のフロー図を示す。まず、シード層が全面に形成されている絶縁膜で作られた配線パターンに銅配線めっき装置を使って銅を埋め込む。この際にめっき膜には余剰めっきが発生する。次に、CMP装置を使って表面を平坦化するとともに、余剰めっきを除去することによって、銅配線が形成される。

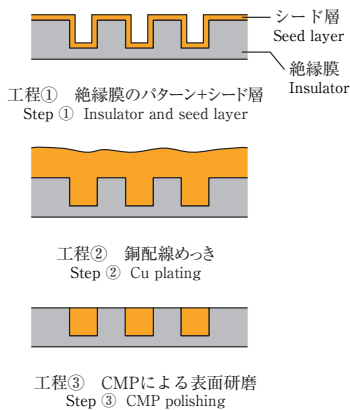


図1 配線形成のフロー  
Fig. 1 Flow of Cu interconnection form

しかし、図2に示すように銅配線めっき膜の表面は一般的に平坦ではない。配線幅が広い部分は周囲よりも低くなり、逆に配線幅が狭く密集している部分は電流集中などが原因で膜厚が厚く周囲よりも高くなる。また、配線内部を埋め込む時には、CMPの研磨代を含めて配線深さの1.5倍程度のめっきを行う。このため、余剰めっき膜厚はパターン深さの1.5倍程度になる(図2①)。

このようなめっき膜をCMPで研磨すると、配線幅が広い部分などの余剰めっき膜厚が薄い部分は過剰に研磨されディッシング形状(皿状)になってしまい、逆に余剰めっき膜厚が厚い部分にはめっき膜の研磨残りが発生してしまう。

これらの課題とともに、近年、配線パターンの微細化がますます進み、また絶縁膜材料が従来よりもやわらかい材料であるLow-k材に置き換わってきており、その対

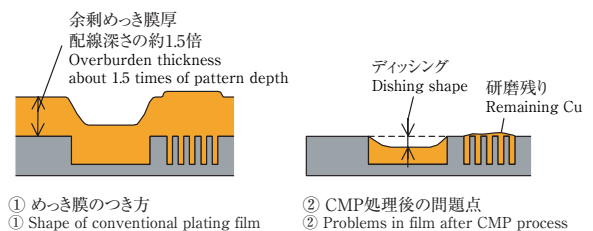


図2 一般的なめっき膜  
Fig. 2 Normal plated Cu film

\* 精密・電子事業カンパニー 技術統括部 装置技術開発グループ  
\*\* 同 装置事業部 工学博士

応策としてCMP研磨圧力の低圧化が進んでいる。このため、銅配線めっき膜に対する研磨時間が長くなり、CMPの負担が非常に大きくなっている。

本研究の目的は、CMPの削りやすい銅配線めっき膜、つまり表面が平坦なめっき膜、更には余剰めっきが薄いめっき膜を作るめっきプロセスを考案し検証することである。

本研究により、CMPと銅配線めっき装置の両方の処理時間短縮、スループット向上、薬液使用量削減、ランニングコスト低減が期待される。

## 2. PPプロセスのコンセプト

ここで本研究において考案したPPプロセス（=銅配線めっきの平坦化技術）のコンセプトについて説明する。PPプロセスという名称は、プロセス途中で、めっき表面にハリネズミ（Porcupine）のような柱状めっき物が析出することに由来する。

### 2-1 全体コンセプト

図3にPPプロセスの概念図を示す。PPプロセスは①めっき工程と②エッチング工程からなり、そのコンセプトは「①貫通直孔を有する表面平滑なPadを押し当ててめっきの成長を抑制することにより、平坦で薄い余剰めっきの上に無数の柱状めっき物を有するめっき膜をめっきし、②その柱状めっき物を等方的エッチングにより除去して、表面が平坦なめっき膜を得る」ことである。

図4にPadのイメージを、図5にPPプロセスのフロー図を示す。

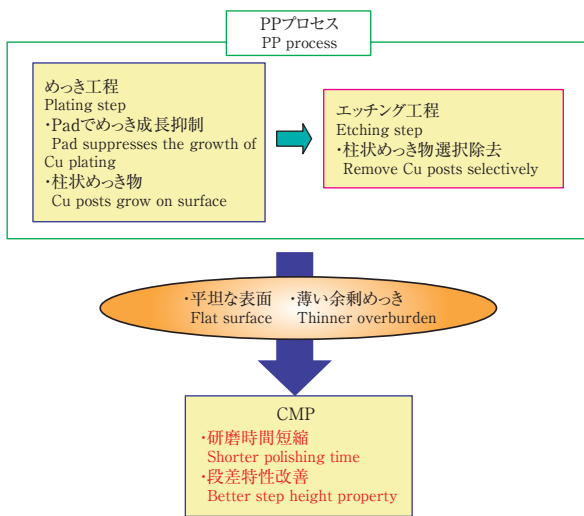


図3 PPプロセスの概念図  
Fig. 3 Basic concept of PP process

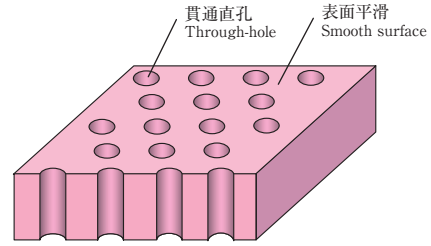


図4 Padのイメージ  
Fig. 4 Outline drawing of pad

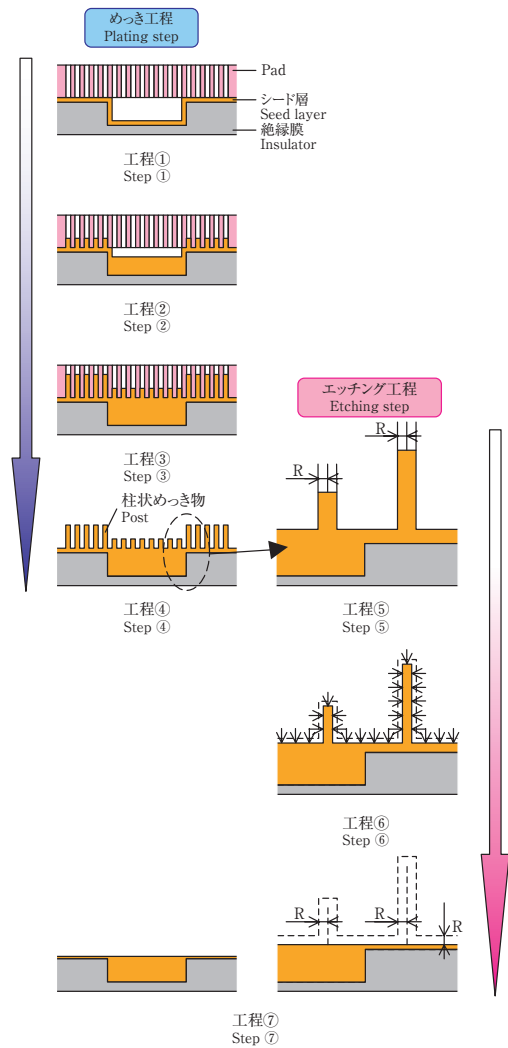


図5 PPプロセスのフロー  
Fig. 5 Flow of PP process

### 2-2 めっき工程

PPプロセス前半のめっき工程について説明する。

貫通直孔を有する表面が平滑なPadをウェーハ表面に押し当てる（工程①）。

めっき前半において、配線内部は通常どおりめっきが

析出し、Padで押えられている部分はPadの形状に沿ってめっきが成長する（工程②）。

めっき後半において、配線内部の埋め込みが完了し、配線上部もPadに沿っためっき成長に移行する（工程③）。

Padをウェーハから離すと、表面に無数の柱状めっき物を有するめっき膜が得られる（工程④）。

このようにしてできためっき膜は、見方を変えると、平坦なめっき表面に無数の柱状めっき物が存在するめっき膜である。この無数の柱状めっき物だけを選択的に除去することができれば、表面が平坦なめっき膜を得ることができる。また、柱状めっき物以外の余剰めっき膜厚は、Padとウェーハの密着度合いに依存し、めっき開始時点で完全に密着している場合には余剰めっき膜は析出しない。このため、PPプロセスにおいては、余剰めっき膜厚はパターン深さには依存せず、Padの密着度合いと後述するエッチング量だけで決まる。したがって、パターン深さが比較的深い場合には、従来の技術に比べ、余剰めっき膜厚を薄くすることができる。

### 2-3 エッチング工程

次に後半のエッチング工程について説明する。

銅めっき膜の除去方法としては、研磨などの機械的方法、薬液を使用する化学的方法、電解などの電気化学的方法、スパッタなどの物理的方法など様々な方法が考えられる。本研究においては、等方的エッチングが期待できる、薬液によるケミカルエッチングを検討する。

平坦なめっき表面に無数の柱状めっき物が存在するめっき膜を薬液に浸漬させる（工程⑤）。

平坦な部分のめっき膜表面、柱状めっき物の表面が共に同じ速度で等方的にエッチングされていく（工程⑥）。

最終的に、柱状めっき物の断面半径分の厚さがエッチングされた時点で、柱状めっき物は完全に無くなり、表面が平坦なめっき膜が得られる（工程⑦）。

エッチング工程を終えた時点で、平坦な部分のめっき膜がエッチングされた厚さも柱状めっき物の断面半径と等しい。そのため、先述したようにPPプロセスにおける余剰めっき膜厚は、Padとウェーハの密着度合いとケミカルエッチングによるエッチング量（＝柱状めっき物の断面半径）で決まる。また、柱状めっき物は、断面半径以上の高さのものであれば、その高さに関係なく断面半径分のエッチングにより消失する。

## 3. 検証実験

PPプロセスを検証するために検討した実験の内容は次のとおりであり、これらを順次説明する。

- (1) めっき工程の検証  
→ Padによりめっきの成長が抑制され、表面に無数の柱状めっき物を有するめっき膜ができるか
- (2) PPプロセスによるめっき膜の膜質評価  
→ PPプロセスによるめっき膜の膜質が従来技術のめっき膜と比較してそん色無いか
- (3) エッチング工程の検証  
→ 柱状めっき物を選択的に除去できるか
- (4) CMP処理による評価  
→ PPプロセスによるめっき膜が従来のめっき膜と比較して優位性があるか

### 3-1 めっき工程の検証

実験条件は次のとおりである。

ウェーハ：Sematech トレンチウェーハ（φ 200 mm）  
Cu（60 nm）/Ta（20 nm）/SiO<sub>2</sub>

めっき液：エバトロンフィルKH（硫酸銅めっき液）  
エバトロンフィルA（サプレッサ）  
エバトロンフィルB（アクセラレータ）  
エバトロンフィルC（レベラ）

（株）荏原ユーザライト製

Pad：ニュクリポアフィルタ

野村マイクロ・サイエンス（株）製

電流条件：10 mA/cm<sup>2</sup> 225 s

実験手順：

- (1) 微細配線を埋め込むため、通常めっき膜を0.06 μmつける。
- (2) Padをウェーハ表面に押し当てながらめっきする。
- (3) Padをウェーハから離し、ウェーハを純水で洗浄後乾燥する。

評価方法：ウェーハセンター及びエッジの計5点を走査型電子顕微鏡（SEM）により観察する。

### 3-2 PPプロセスによるめっき膜の膜質評価

PPプロセスではPadという異質の物をウェーハ表面に接触させるため、配線内のめっき膜質への影響が懸念される。

また、貫通直孔を有するPadという複雑な形状をもったものがめっき面近傍に存在するため、局所的に電流不足や電流集中が起こる可能性や、Cuイオンや添加剤の供給が妨げられる可能性も考えられる。

これらのことを考慮し、本研究では一般的なVoid（空孔、めっき膜中の欠陥）評価に、密度評価、結晶性評価を加えた3種類の評価を行い、PPプロセスによるめっき膜の膜質が従来のめっき膜と比較してそん色無いことを確認する。

### 3-2-1 Void 評価

Void 評価によりめっき膜中に欠陥ができていないかを確認する。

まず、集束イオンビーム (FIB) を使って、観察する配線パターン周辺の垂直断面を切り出す。

次に FIB で切り出した断面を SEM で観察し、めっき膜中に欠陥ができていないかを確認する。

### 3-2-2 密度評価

PP プロセスによるめっき膜の密度が、従来の技術によるめっき膜の密度と同等かどうかを評価する。

評価方法としてはエッチングレートを利用する。

同じ膜厚のめっき膜を数サンプル用意し、それぞれ異なるエッチング時間で薬液に浸漬する。エッチング後のそれぞれの膜厚からエッチングレートを算出し、レートが速ければ密度が小さく、遅ければ密度が大きいと判断される。

薬液には硫酸過水 (硫酸と過酸化水素水の混合液) を用いる。濃度は、 $H_2SO_4$ ,  $H_2O_2$  を共に 0.2 wt% に調整して使用する。

サンプルは、① Blanket ウェーハに通常めっきを行ったものと、② Sematech トレンチウェーハに通常めっきを  $1\ \mu m$  行った後に PP プロセスのめっき工程だけを施したものの 2 種類のサンプルを用意する。サンプル②で最初に通常めっきを  $1\ \mu m$  つけるのは、エッチング途中で下地が露出しエッチング面積が変わってしまうことを防ぐためである。図 6 にサンプル②の膜構造を示す。

膜厚の測定は、SEM を使った断面観察で行う。

### 3-2-3 結晶性評価

PP プロセスによるめっき膜の結晶性について、配向性、結晶粒の大きさを電子線後方散乱回折 (EBSD) によって測定する。一般的に銅めっき膜では、主に  $\langle 100 \rangle$ ,  $\langle 110 \rangle$ ,  $\langle 111 \rangle$  の 3 種類の結晶方位が観察される。そこで、配向性の評価では、これら 3 種類の結晶方位に注目する。

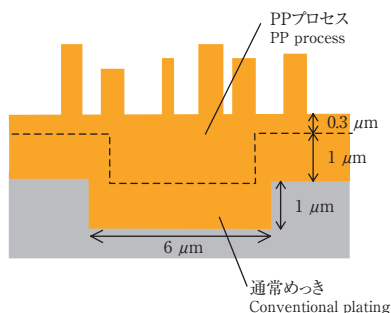


図 6 サンプル②の膜構造  
Fig. 6 Film structure of sample ②

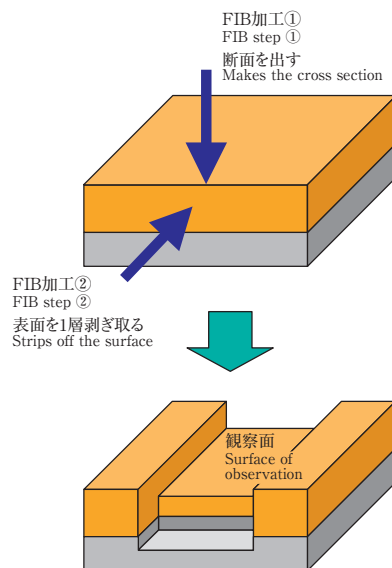


図 7 EBSD サンプルの加工方法  
Fig. 7 Method of making sample for EBSD

ウェーハは Sematech トレンチウェーハを使う。サンプルは、① 通常めっき膜と② PP プロセスのめっき工程だけ施しためっき膜の 2 種類のサンプルを用意する。

EBSD は平滑な表面でないと測定ができない。PP プロセスのめっき工程後のめっき膜は表面に無数の柱状のめっき物があるため、そのままでは測定不可能である。

そこで、図 7 に本研究で行った EBSD サンプルの加工方法を示す。

まず、FIB を使い、配線パターンの垂直断面を切り出す。次に、そのサンプルを垂直に立てて、先ほど切り出した断面に対して垂直にめっき膜表面を一層削り取る。このようにして得られた平滑表面を EBSD で測定する。

### 3-3 エッチング工程の検証

ケミカルエッチングの薬液として硫酸過水を使用し、等方的エッチングによる柱状めっき物の除去が実際に可能を確認する。

ケミカルエッチングにより柱状めっき物が除去される様子を観察するため、硫酸過水の濃度は 3-2-2 項と同様に 0.2 wt% とする。エッチング時間を変化させてサンプルを作成し、SEM を使ってエッチング過程を観察する。

### 3-4 CMP 処理による評価

PP プロセスによって得られた表面が平坦で余剰めっきが薄いめっき膜を CMP で処理し、従来のめっき膜よりも処理時間が短縮できるかを検証する。

また、PP プロセスによって得られためっき膜が、CMP 処理の段差特性において従来技術のめっき膜よりも優位であるかを検証する。なお、本研究においては段

差特性の差を見やすくするため、CMPのスラリーとしてディッシング形状の発生しやすいものを選択する。

### 3-4-1 CMP処理時間の短縮

ウェーハは配線パターンの無いBlanketウェーハを使用する。サンプルは、①他社めっき装置によるめっき膜、②通常めっきを行った後に硫酸過水によるケミカルエッチングを施しためっき膜、③通常めっきを行った後にPPプロセスを施しためっき膜の3種類を用意する。

サンプル②を用意したのは、ケミカルエッチングによる表面荒れが、どの程度のCMP処理時間で解消されるかを確認するためである。

サンプル③でPPプロセスの前に通常めっきを行っているのは、PPプロセスによるめっき膜の表面荒れがどの程度で解消されるかを確認する際に、長時間かかる場合でも下地が露出しないようにマージンをもたせるためである。

それぞれのサンプルをCMPで研磨し、処理時間に沿って表面粗さとうねりを接触式段差計で測定する。サンプル①の30 s研磨後を基準として比較する。

### 3-4-2 CMP処理後の段差特性

ウェーハはSematechトレンチウェーハを使用する。サンプルは、①通常めっき膜と②PPプロセスによるめっき膜の2種類のサンプルを用意する。

CMPを使って研磨し、余剰めっきを除去した後の表面を接触式段差計で測定する。測定箇所は、 $80\ \mu\text{m} \times 80\ \mu\text{m}$ のCMP評価用パッドとする。

## 4. 結果と考察

### 4-1 めっき工程の検証結果

図8にめっき工程後のめっき膜のSEM写真を示す。めっき膜表面全体に柱状のめっき物が無数に存在しており、Padの形状に沿ってめっきが成長したことが分かる。柱状めっき物の太さは、使用したPadの貫通直孔のサイズとほぼ同じである。

幅が広い配線部分では柱状めっき物の高さが周囲のものより低いことが分かる。これは、配線内部を埋め込むのに時間がかかり、その後Padの形状に沿っためっき成長に移行するため、柱状めっき物が少ししか成長していない結果である。

また、柱状めっき物を除いためっき膜表面（柱状めっき物の根元、図8左図の青い破線で示したものは配線幅によらず平坦である。余剰めっき膜厚は約 $0.3\ \mu\text{m}$ であり、これはシード層 $0.06\ \mu\text{m}$  + 通常めっき $0.06\ \mu\text{m}$  =  $0.12\ \mu\text{m}$ の他に、Padとウェーハの微細な隙間に約 $0.2\ \mu\text{m}$

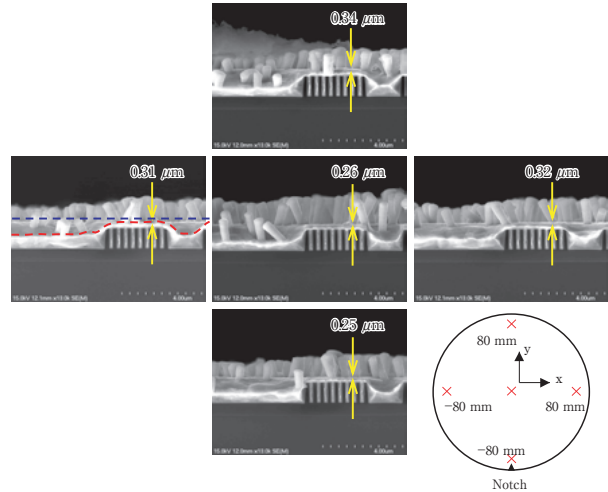


図8 PPプロセスのめっき工程後のめっき膜  
Fig. 8 Plated Cu film by plating step of PP process

程度のめっきが成長したと考えられる。

余剰めっき膜厚のウェーハ面内均一性は、 $(\text{Max} - \text{Min}) \div (\text{Max} + \text{Min}) = 15.3\%$ であり、 $\pm 0.05\ \mu\text{m}$ におさまっている。

なお、配線内部に埋め込まれためっき膜に白く光る線（図8左図の赤い破線で示したものは、ウェーハを切断した時にめっき膜が引きちぎられてできた破断線である。また、切断の際に、切断面付近のめっき膜表面が斜め下方（紙面手前下方）に引っ張られており、一部の柱状めっき物が配線内部に析出しているように見える。

### 4-2 PPめっきの膜質評価結果

#### 4-2-1 Void評価結果

図9に断面FIB-SEM写真を示す。写真中、柱状めっき物の上に堆積しているのは、FIBの際にめっき膜表面を保護するためのタングステン膜である。PPプロセスによるめっき膜断面にはVoidは観察されず、緻密なめっき膜となっていることが分かる。

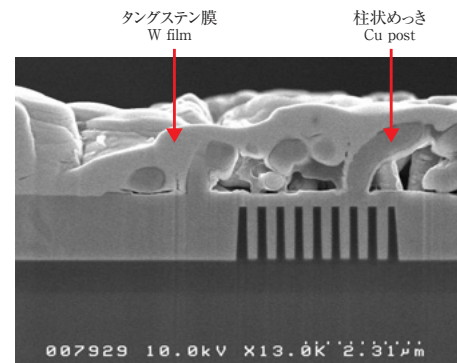


図9 断面FIB-SEM  
Fig. 9 Cross section of FIB-SEM

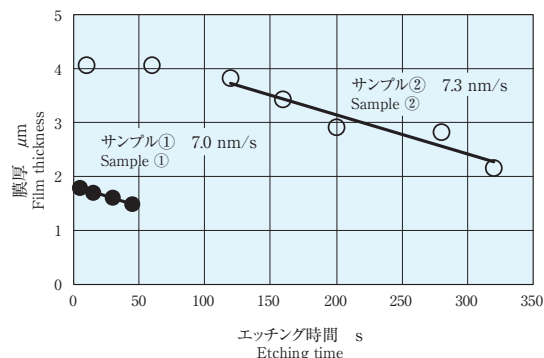


図10 エッチング時間と膜厚の関係

Fig. 10 The relationship between etching time and film thickness

#### 4-2-2 密度評価結果

図10にめっき膜をエッチングした時の時間と膜厚のグラフを示す。

サンプル① (Blanketウェーハに通常めっき) では、グラフの傾きからエッチングレートが7.0 nm/sであることが分かる。

サンプル② (Sematechトレンチウェーハに通常めっき+PPプロセス) では、エッチング初期の約100 sの間、ほとんど膜厚は変化していない。エッチング時間120 s以降のエッチングレートは7.3 nm/sである。

サンプル②でエッチング初期に膜厚がほとんど変化していないのは、無数の柱状めっき物がありエッチング面積が大きいためにレートが下がったと考えられる。

サンプル①のエッチングレートとサンプル②で柱状めっき物が消失した後のエッチングレートを比較すると、 $(7.3 - 7.0) \div (7.3 - 7.0) \div 2.1\%$ となる。この差は、実験誤差、測定誤差の範囲内と考えられ、サンプル①とサンプル②のエッチングレートはほぼ等しく、すなわちめっき膜の密度は等しいと言える。

#### 4-2-3 結晶性評価結果

図11にめっき膜のEBSD結果を示す。

サンプル①の結晶配向性は、 $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ の配向がやや強い。

サンプル②の結晶配向性は、 $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ が均等に見られる。

全体的に測定されない部分が多いが、測定された範囲で見ても評価対象とする3種類の結晶方位の占める割合が低い。これは、FIB加工で観察面を出す際に、FIBによって観察面にダメージが残ったためと考えられる。

3種類の結晶方位の比率に違いはあるものの、両サンプルとも、3種類の結晶方位が全体に占める割合はほぼ

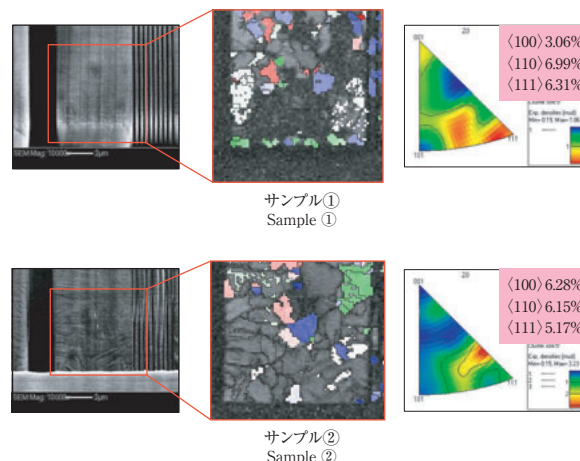


図11 EBSD結果

Fig. 11 EBSD results

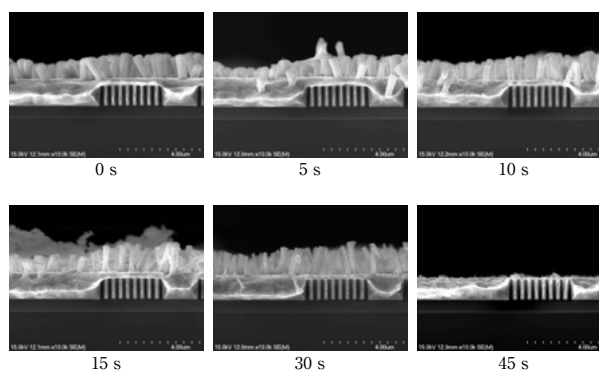


図12 エッチング工程のSEM写真

Fig. 12 SEM images of chemical etching step

同じである。

また、観察された結晶粒の大きさもほぼ同じである。

これらの結果から、配線内部に埋め込まれたPPプロセスによるめっき膜は、通常のめっき膜と比較して、ほぼ同じ結晶性を有すると言える。

#### 4-3 エッチング工程の検証結果

図12にPPプロセスのめっき工程後のめっき膜を硫酸過水でケミカルエッチングした時のSEM写真を示す。エッチング時間が進むにつれて、柱状めっき物が細くなっていく様子が分かる。

エッチング時間45 sでは柱状めっき物が完全に消失しているが、それまでの間、柱状めっき物の高さにはほとんど変化が見られない。また、余剰めっき膜厚 (柱状めっき物の根元の高さ) は徐々に薄くなっていくことが分かる。

これらのことから、硫酸過水によるエッチングが等方的エッチングであり、その結果柱状めっき物が除去されたことが分かる。

#### 4-4 CMP処理による評価結果

##### 4-4-1 CMP処理時間の短縮の評価結果

図13にめっき膜をCMP処理した時の段差計結果を示す。

サンプル②(通常めっき+ケミカルエッチング)では、20 s研磨後に表面粗さ、表面のうねりが共に基準と同等になっている。

サンプル③(通常めっきの後、PPプロセス)では、20 s研磨後に表面粗さが基準と同等になっているが、表面のうねりは解消されていない。

サンプル③で残っていたうねりの原因としては、PPプロセスのめっき工程で、Padのウェーハ表面への密着度合いにムラがあったためと思われる。

これらの結果から、ケミカルエッチングにより荒れた表面は、CMPによって20 s研磨程度で平滑になることが分かる。逆にこのことは、PPプロセスの余剰めっき膜厚として、最低20 s研磨分の厚さが必要であることを示している。通常、銅めっき膜に対するCMPの研磨レートは約 $0.66 \mu\text{m}/\text{min}$ なので、20 s研磨分の厚さは約 $0.22 \mu\text{m}$ である。

ここで、PPプロセスにより得られるめっき膜の余剰めっき膜厚を見積もる。

まず、めっき前のウェーハには通常 $0.02 \sim 0.1 \mu\text{m}$ 程度のシード層が形成されている。その上に、めっき工程でめっき膜をつけるが、Padとウェーハの微細な隙間のため、 $0.2 \mu\text{m}$ 程度の余剰めっきがつく。そして、柱状め

き物を除去する際に、Padの貫通直孔の半径分に相当する膜厚がエッチングされる。貫通直孔のサイズが $\phi 0.4 \mu\text{m}$ であればエッチング量は $0.2 \mu\text{m}$ であるが、余裕を持って $0.3 \mu\text{m}$ と見積もる。ここまでの見積りでは、最終的な余剰めっき膜厚がマイナスになってしまう。そこで、PPプロセスを行う前に、通常めっきをある程度行い、最終的な余剰めっき膜厚を調整する。

通常めっきの膜厚と、ケミカルエッチングの量を調整することにより、余剰めっき膜厚を自由に設定することができる。ケミカルエッチングによる表面荒れを解消するのに必要な研磨代を考慮すると、PPプロセスの最低余剰めっき膜厚は $0.3 \mu\text{m}$ 程度である。前記の見積り条件の場合には、PPプロセス直前に通常めっきを $0.34 \mu\text{m}$ つけておけば、PPプロセス完了後の余剰めっき膜厚が $0.3 \mu\text{m}$ となる。

次に、CMP処理時間の短縮の可能性について、一般的なめっき膜と比較して考える。

CMP処理時間は余剰めっき膜厚に比例する。また、冒頭で述べたように、一般的なめっき膜の場合、余剰めっき膜厚は配線パターンの深さに比例する。つまり、一般的なめっき膜の場合、CMP処理時間は配線パターン深さに比例する。一方、PPプロセスによるめっき膜の場合、余剰めっき膜厚は配線パターン深さには依存しないので、CMP処理時間も配線パターン深さに依存せず一定である。

実際にはCMP処理時間はCMPのプロセス条件によっても変わってくる。使用する薬液の種類によっては、研磨初期に一定の不研磨時間が存在する場合もある。また、めっき膜表面の凹凸の度合いにより研磨レートが変わってくるため、ウェーハ1枚の処理を通して研磨レートは常に一定というわけではない。しかし、ここではCMPプロセスの詳細には触れず、CMP処理時間が余剰めっき膜厚に比例すると仮定して比較を行う。

図14に配線パターン深さが $2 \mu\text{m}$ の場合のCMP処理時間を示す。通常めっきでは余剰めっき膜厚 $2 \times 1.5 = 3 \mu\text{m}$ 、PPプロセスについては余剰めっき膜厚 $0.3 \mu\text{m}$ とし、研磨レート $0.66 \mu\text{m}/\text{min}$ として計算した。

PPプロセスによるめっき膜では通常めっきに比べ研磨時間が10分の1になり、約4 min短縮できることが分かる。

ちなみに、PPプロセスのプロセス時間を通常めっきと比較すると、エッチング工程がある分長くなってしまう。本研究においては、柱状めっき物が除去される様子を観察しやすくするため、意図的に薬液濃度を低くし、

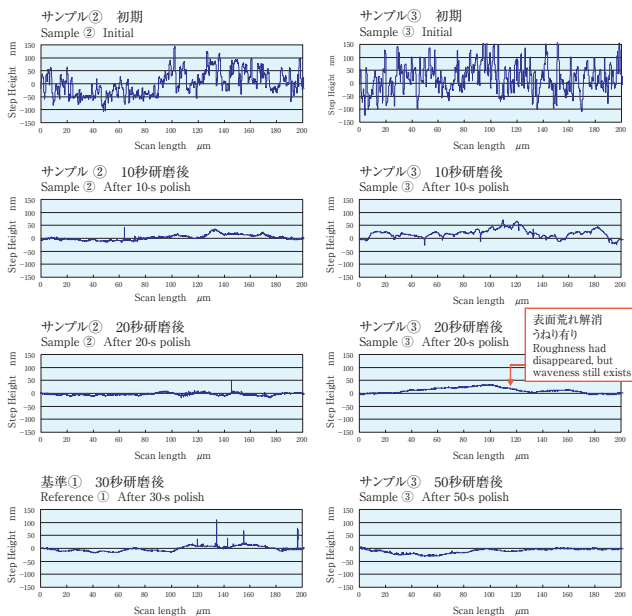


図13 CMP処理後の表面粗さ  
Fig. 13 Surface roughness after CMP process

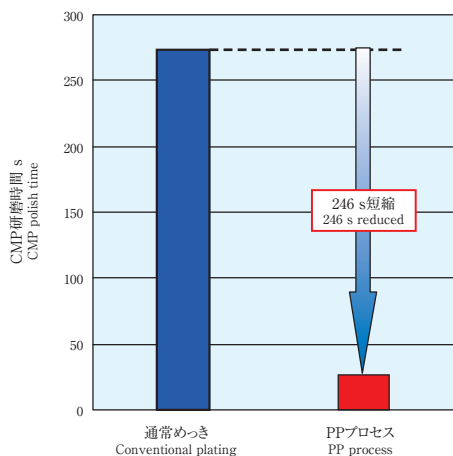


図14 パターン深さ2 μmの場合のCMP処理時間

Fig. 14 CMP process time for plated film on 2 μm deep pattern

エッチングレートを下げています。実用的には、硫酸過水濃度5 wt%であれば0.025 μm/s程度の速さでエッチングできるので、φ0.5 μmの柱状めっき物を除去するケースを考えると、エッチング時間は約10 sとなる。このことを考慮しても、PPプロセスによる優位性は十分にあると考えられる。

#### 4-4-2 CMP処理後の段差特性の評価結果

図15にCMP処理後の段差測定結果を示す。

サンプル①(通常めっき膜)では、80 μm × 80 μm × 深さ1 μmのパッドに対して、深さ約100 nmのディッシング形状となっている。

これに対し、サンプル②(PPプロセスによるめっき膜)では、深さ約30 nmのディッシング形状となっており、従来の30%に軽減されている。PPプロセスによるめっき膜の表面が平坦で、場所によらず余剰めっき膜厚が一定であるため、オーバーポリッシュが起りにくくなっていると考えられる。

## 5. 結論

前項の結果と考察を基に、本研究の結論を述べる。

(1) 貫通直孔を有する表面平滑なPadをウェーハ表面に押し当ててめっきの成長を抑制することにより、平坦で薄い余剰めっき膜の上に、無数の柱状めっき物があるめっき膜を得ることができる。

(2) 硫酸過水によるケミカルエッチングを使うことで、PPプロセスのめっき工程で得られためっき膜の柱状め

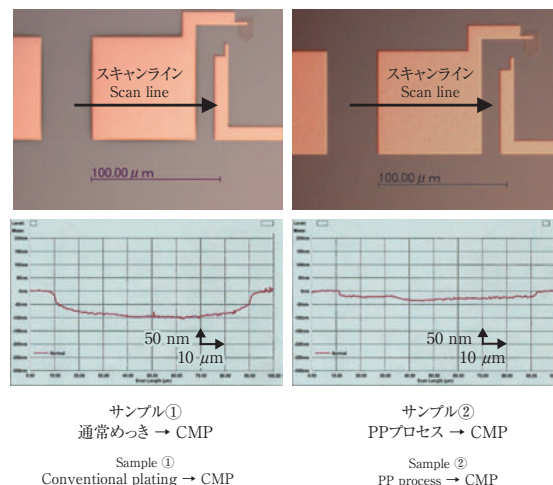


図15 CMP処理後の表面形状

Fig. 15 Surface profiles after CMP process

き物を選択的に除去することができる。

(3) 余剰めっき膜厚は配線パターンの深さによらず、Padの貫通直孔のサイズとケミカルエッチング量で決まる。

(4) PPプロセスによるめっき膜の膜質は、Voidの発生も無く、密度、結晶性ともに通常めっき膜と同等である。

(5) PPプロセスによるめっき膜では、従来のめっき膜に比べCMP研磨時間を短縮することができ、2 μm深さの配線パターンの場合約4 min短縮できる。

(6) PPプロセスによるめっき膜では、CMP処理後の段差特性が改善し、ディッシング形状の深さが従来めっき膜の場合の30%程度に軽減する。

## 6. 今後の課題

4項で挙げた課題及び今後更にプロセスを改善するために必要と考えられる項目をまとめると以下のとおりになる。

- ・ Padとウェーハ表面の密着度の均一化
- ・ Padの最適化(表面平滑性、強度、貫通直孔の規則配列化、テーパ状貫通孔)

これらについても、今後積極的に取り組んでいく考えである。

## 7. 特許出願

特開2007-009241 (出願日2005年6月28日)  
めっき装置及びめっき方法