

次世代CMP用高性能パッド

JSR CMP Pad

光・電子材料事業開発部/精密電子研究所 機能材料開発室

Opto-Electronic Materials Business Development/Fine Electronic Research Laboratories Specialty Materials Laboratory

1 はじめに—半導体のトレンドとCMPの動き—

1.1 微細化する半導体

パソコンは毎年新しい製品が出て処理速度は早くなりメモリーの容量は大きくなっています。性能向上のためにパソコンの頭脳に相当する半導体(LSI: Large Scale Integration(大規模集積回路))は微細化しています。一個当たりのトランジスタが小さくなるとともに配線は細くなっています。微細化に伴いLSIを加工するためにCMP(Chemical Mechanical Planarization: 化学機械研磨)というウエハーを研磨して平坦化する手法が使われてきました。かつては配線幅もミクロンオーダーの太さをしていましたが現在では0.25 μm から0.13 μm とサブミクロンの線幅になっています。また、集積度を上げるために配線は多層化され、最先端のLSIでは配線は7から8層形成されています。図1に0.13 μm 銅配線の絶縁材料としてLow-k材料を使用したデバイスの断面図を示します。この図1に示したデバイスでは銅配線のデュアルダマシシ工程、タングステンプラグ工程、プリメタル(BPSG)工程やSTI工程などで銅配線、タ

ングステンプラグや絶縁材料のCMPが行なわれています。

1.2 多様化するCMP

CMPは当初絶縁膜を削る工程に主に使用されましたが現在ではSTIやアルミや銅配線、さらに貴金属を研磨するなど新しい工程に拡大しています^{*1)}。また、当初CMPはChemical Mechanical Polishingと言われ研磨を主体に言われていましたが現在ではChemical Mechanical Planarizationと平坦化に重点が移っています。

1.3 次世代CMPの要求

今後のCMP工程で重要なのはITRS(International Technology Roadmap for Semiconductors)のロードマップに示されているようにディッシングやエロージョンはより小さくして、平坦化性能を向上させるとともにCMP工程での傷(スクラッチ)を少なくすることが重要になってきています。微細化することによって今まで問題にならなかった傷(スクラッチ)が致命的なディフェクト(欠陥)となります。そのために如何に傷を付けずに平坦化するかということが重要な課題になってきています。

今後のCMPの課題として平坦化性能とスクラッチを生じない研磨が非常に重要になってきています。

2 パッドの状況—なぜ新しいパッドが必要なのか—

今後の微細化に対応して傷を付けずに高い平坦化性能を得るためにCMPスラリー、パッドと装置の改良が行われています。

パッドに関しては現在R社の発泡ポリウレタンが最も多く使用されています。発泡ポリウレタンはグローバルスタンダードとして使われはじめてすでに約10年になります。現在までのところR社の発泡ポリウレタンに取って代わる材料は出てきていません。しかし発泡ポリウレタンでは次世代のCMPの目標を達成するための平坦化特性を得ることが次

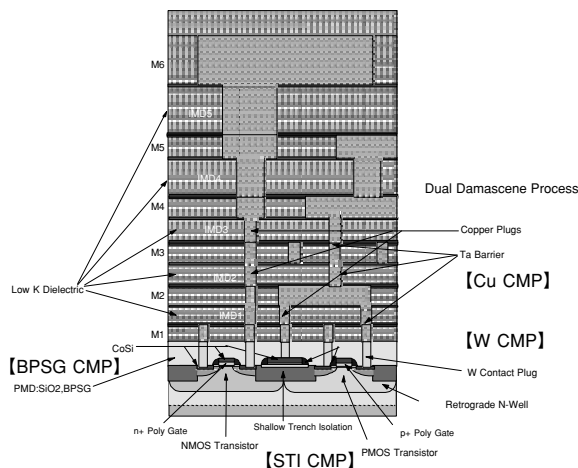


図1 0.13 μm デバイスの断面図

第に難しくなっています。ウレタンであるために水と接触することで弾性率が変わり、研磨特性が変わります*2)。また、発泡であるためにパッド毎の比重(発泡倍率)が変わり、研磨性能も変化するとされています*3)。高性能で安定したCMP工程を確立するには水に対して安定した材料と安定した性能が得られる品質設計が重要になります。

3 JSRパッドのコンセプト—ファイラーパッド—

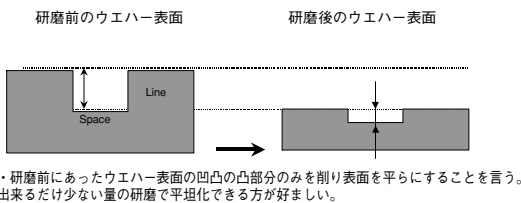
JSRでは次世代CMPに要求される平坦化性能の向上、スクラッチのより少ないCMP、水によって特性が変わらずパッド毎の品質の安定した性能を発揮させるために特殊なファイラーを充填したパッドを開発しました。(図2参照)

今までの発泡ポリウレタンパッドでは硬くすると平坦化特性は改善されますがスクラッチは多くなり平坦化特性とスクラッチの二律背反する問題を解決することはできませんでした。ファイラーパッドは平坦化特性とスクラッチの問題を同時

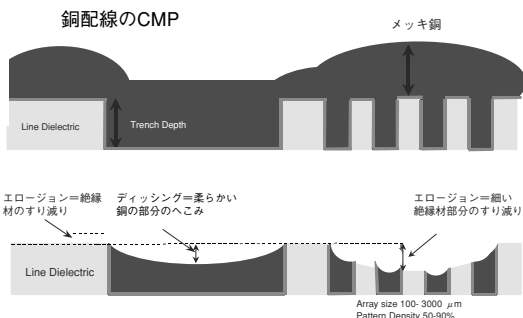


For 12inch Wafer (上) For 8inch Wafer (下)
JSR CMP PAD

平坦化とは



○各層毎の平坦性がデバイスの微細化の動きの中で重要になってきています。



に解決する新しい概念の高性能CMPパッドです。

JSRパッドは図2から分かるように発泡ではなくソリッド構造をしています。そのため発泡とはことなり凹部の上から押さえられてもパッド自体がへこみの中にほとんど入ることが無く凹部の底を削ってディッシングやエロージョンが大きくなることはありません。

また、発泡ポリウレタンパッドでは発泡状態を均一に作る事が難しくパッド内とパッド間の物性が変化し安定した研磨性能を得ることが困難です。JSRファイラーパッドではファイラーの分散を制御することでパッド内とパッド間の品質を安定化することが可能でありその結果安定した研磨性能が得られています。

研磨時の傷(スクラッチ)についてはパッドの基材そのものを柔らかくすることによって研磨時の局部微小領域での応力を分散させることによってスクラッチを少なくするように設計されています。

また、発泡ポリウレタンパッドはウレタンでできています。ウレタンは耐久性能の優れた材料ですが水分により弾性率が変わるという性質を持っています。CMP工程では水を使用するためにJSRではウレタンではなく水分によって性質が変わらない特殊なエラストマーを素材に選びました。このために水によって性能が変化することは無くなりました。また、廃棄処理方法として焼却を行っても環境に悪影響を及ぼすNO_xやSO_xを排出することはありません。

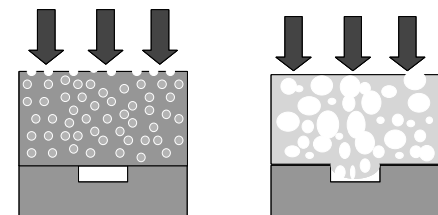
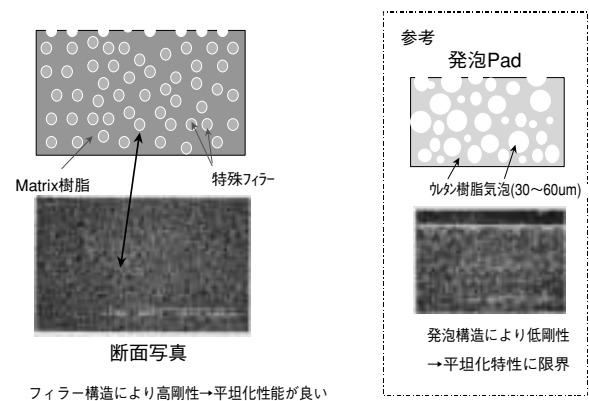


図2 JSRファイラーパッドの概念図

4 JSRファイラーパッドの物性と性能

4.1 物性

JSRファイラーパッドと発泡ポリウレタンパッドの比較

パッド		硬度(ショワ-D)
JSRファイラーパッド	JSR FP4000	73
R社 発泡ポリウレタンパッド		57

4.2 研磨性能(平坦化性能)

図3にJSRファイラーパッドと発泡ポリウレタンパッドを用いた研磨性能の比較を示します。

絶縁材料(TEOS)の凸部の高さに相当する部分を削ったときの残存絶縁材料の高さを図にしています。理想的には900 μ m削ったときに絶縁材料の高さはゼロになりますが実際には凹部分の底を削りゼロにはなりません。この値が小さいほど研磨性能は優れています。図3より明らかにJSRファイラーパッドは発泡ポリウレタンパッドより優れた研磨性能を示しています。

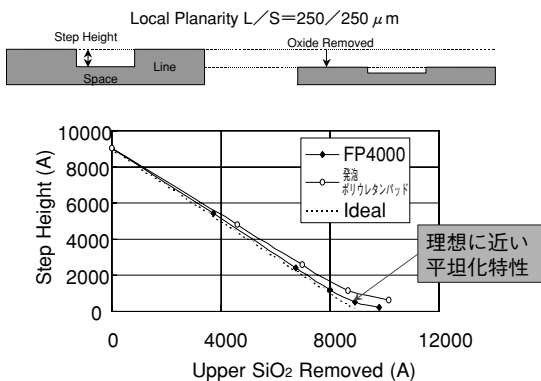


図3 ファイラーパッドの平坦化性能

4.3 耐久性性能

JSRパッドを使用して500枚のウエハーを連続研磨した結果を図4に示しました。研磨速度は安定していることがこの図4から分かります。

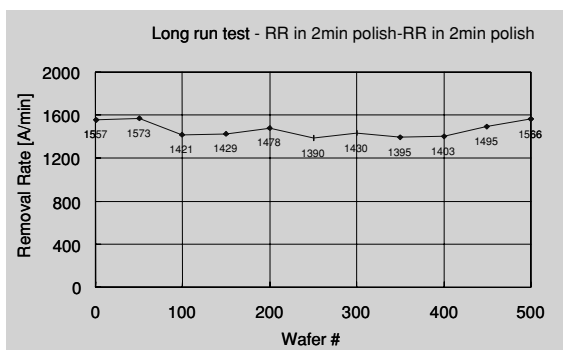
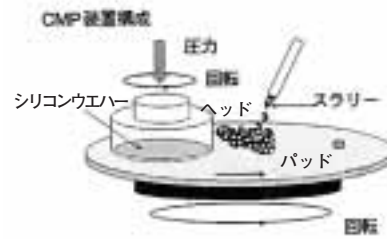


図4 ファイラーパッドの耐久性テスト

スクラッチについてはユーザーの評価で発泡ウレタン以下になっていることが確認されています。

CMP (Chemical Mechanical Planarization) とは

LSIを形成していく工程で、配線やその間を埋めている絶縁材料などを化学的な作用 (Chemical) と機械的な力 (Mechanical) を使って平坦にすること (Planarization) を言います。LSIの世代が進むにつれて、配線は微細化するとともに多層化していきますが、各層が平坦であることが、より一層求められるようになります。そのため図のようにCMPパッドとCMPスラリー (砥粒) を用いて、平坦化する工程をCMPと呼んでいます。



5 あとがき

ファイラーパッドの性能については数社の半導体メーカーなどで確認されたためJSRでは工場の建設に着手し、今年秋には生産を開始し本格的な供給を行います。

JSRでは今後本格的に実施される超高平坦性能が要求されるSTI工程や銅配線用CMPのためのパッドを開発し次世代の高性能パッドとしてグローバルスタンダードを目指します。また、CMP工程は導入されてから日が浅く今までに使用されている工程と比べて安定せず歩留まりが悪いと言われていています。そのためにパッドとスラリーのコンビネーションで安定したCOO (Cost of Ownership) の低いプロセスを提案して行きます。

引用文献

- 1) The Global Outlook for Chemical Mechanical Planarization Technology and Materials, 2000-2005, Kline & Company, Inc (2001)
- 2) a: S. P. Murarka and R. Gutmann, 1994 Annual Report of the New York State SCOE, Semiconductor Research Triangle Park, NC (1994)
b: J. M. Morgan, C. J. Pearson, T. H. Roger and J. R. White, J. Cell. Plast., September/October, 219 (1973)
- 3) 小森谷和雄, CMP研磨パッドの現状と開発動向、(CMPプロセスにおける材料の開発と洗浄技術、技術情報協会主催講演会テキスト)、P12-13(2001)