

CMP スラリー用 フィルターの試験

AccuSizer® (アキュサイザー)

CMP スラリー用 フィルターの試験

歩留まりを低下させるウェーハ表面のマイクロクラッチを低減するために、化学的機械的平坦化 (CMP: Chemical Mechanical Planarization) スラリーの制御が必要です。その目的は、主要なパーティクルはそのままに、粗大粒子 (LPC: Large Particle Count) を減少させることにあります。これは、ろ過とモニタリングの組み合わせによって達成することができます。インテグリスは、CMP スラリーの粒度分布を適切に制御して歩留まりを最大化するために必要なフィルターと粒度分布測定装置の両方を提供しています。

はじめに

歩留りを最大化するためには、CMP スラリーの粒度分布 (PSD) を厳密に管理する必要があります。これは、ろ過と PSD のモニタリングの組み合わせによって達成することができます。主要なパーティクルを変化させることなく LPC 成分を除去するには、適切なフィルターの選択と配置が必要です。LPC スラリーがウェーハ表面に触れないようにするためには、ラボまたはプロセスモニタリングと粒子径測定装置/分析装置の組み合わせによって達成することができます。この実験では、インテグリスの Planargard® (プレナガード) NMB CMP スラリー フィルターを 2 種類のスラリーで試しました。粒度分析にはアキュサイザー液中パーティクル カウンター システムを使用しました。スラリーの物理的特性を図 2 に示します。

材料

スラリー

多くのろ過試験はポリスチレン ラテックス (PSL) 標準粒子を使用しますが、本試験では実際の製造工場の条件により近づけるために、実際の CMP スラリーを使用しました。この試験ではシリカ (平均 30 ~ 80 nm) とセリア (平均 50 ~ 100 nm) の CMP スラリーを使用しました。図 1 は、Nicomp® (ナイコンプ) 動的光散乱 (DLS) システムで測定したシリカ CMP スラリーの主分布を示したものです。次に、アキュサイザーを使用してテール、つまり LPC 濃度を測定しました。

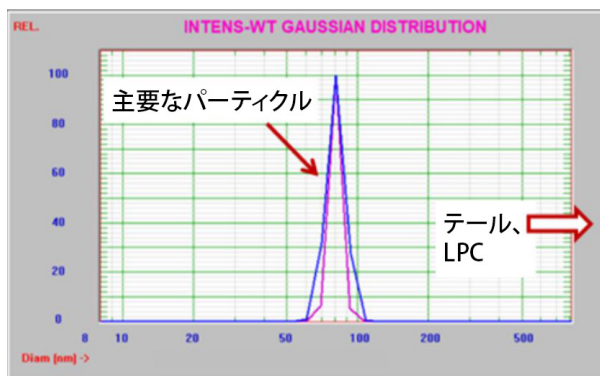


図 1 : 主要なパーティクルとテール (LPC)

	コロイダルシリカ (CS)	セリア (CE)
濃度 %	20	30
形状	球状	不定形
pH	7.3	6.6
pH @ 1 %	6.8	6.4

図 2 : スラリーの物理的特性

フィルター

この実験で使用したフィルターは、インテグリスのスラリー用フィルターであるプレナガード NMB01 (公称孔径 0.1 μm) と NMB03 (公称孔径 0.3 μm) です。このフィルターは、除粒子性能と流路が改善されたナノファイバー連続メルトブロー (NMB: Nanofiber continuous Melt-Blown) を用いたデプス構造の新しいポリプロピレン膜技術で作られています。プレナガード フィルター (図 3) は、すべての粒子を除去するわけではなく、CMP 工程の支障になる粒子のみを除去します。目的のスラリー粒子の粒度分布は、ろ過後も変わりません。



図 3 : プレナガード NMB フィルター

測定装置

アキュサイザー (図 4) は、光学的粒子検出 (SPOS: Single Particle Optical Sizing) 技術を用いて懸濁液中の粒子の個数と粒度分布測定を行う装置です。システム構成により、アキュサイザーは 0.15 ~ 400 μm の粒子を測定することができます。この実験で使用したシステムはアキュサイザー FX Nano ですが、0.5 ~ 400 μm の LE400 センサーレンジのみを利用して測定しました。この実験における焦点は LPC であり、通常、1 mL 当たり存在する 1 μm 以上の粒子数 (粒子の個数/mL) と定義されます。

注：アキュサイザーには、図 4 に示すようなプロセスでの設置が可能なアキュサイザー ミニ タイプもあります。



図 4：アキュサイザー FX Nano (左) とアキュサイザー ミニ (右)

フィルター実験スタンド

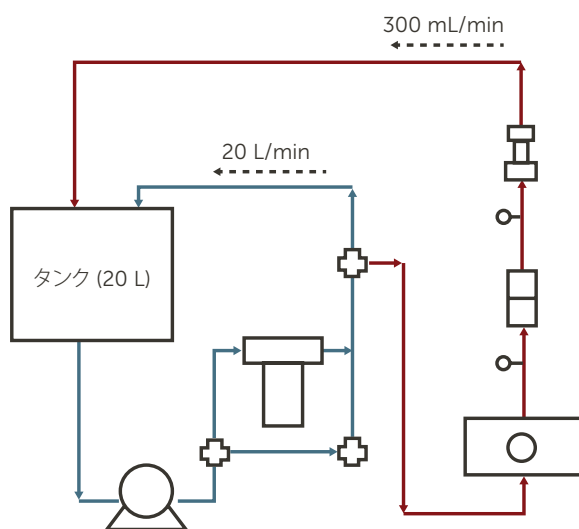


図 5：フィルター実験スタンド

試験手順：

- スラリーを濃度 1% に希釈する。
- フィルターを CMP 試験スタンドに取り付ける。
- 圧力を加えオペレーションを行う。*
- フィルターおよびすべての配管を 5 分間洗浄する。
- 下流側のサンプルの LPC を測定する。
- 上流側のサンプルの LPC を測定する。
- 時間の経過による圧力上昇を継続的に記録する。

*ナノファイバーの製造プロセスで、フィルターのメルトブロー構造内の小さな空隙にマイクロバブル (空気) を閉じ込めてしまい、初期圧力が通常のレベルより高くなる場合があります。これに対処するため、使用前にフィルターを液体で洗浄し、メディアからマイクロバブル (空気) を追い出すことで、フィルター性能を向上させることができます。0.14 MPa (20 psi) の圧力で純水をフィルターに流し、数回振動させることで、初期圧力が大幅に低下します。

LPC の結果

2 つのスラリーは異なる LPC 曲線モデルを示します。図 6 にみられるように、コロイダルシリカ粒子は、検出されたサイズ分布全体にわたって過後に著しいサイズ減少を示します。これは、すべての大きなサイズの粒子が捕捉されたことを示しています。

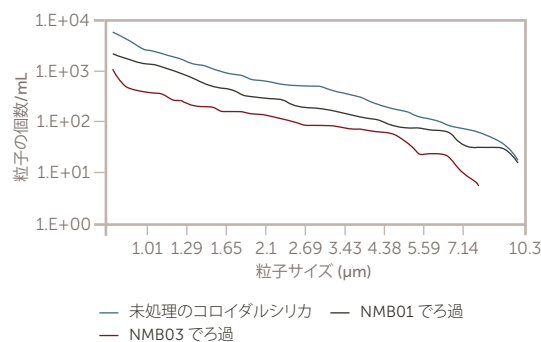


図 6：コロイダルシリカの LPC。NMB01 と NMB03 の比較

図 7 に示すセリアスラリーの結果は、2 μm 以下で僅かながら LPC の差が確認できることを示しています。2 μm 以上では、基本的にすべての LPC が除去されています。

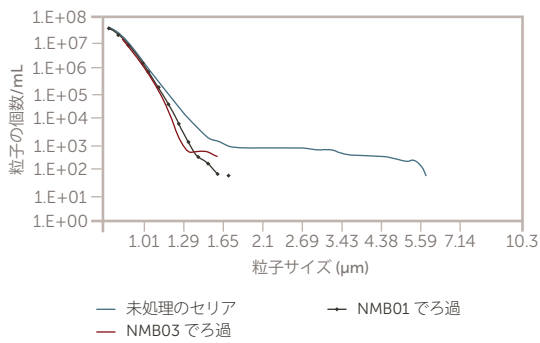


図 7：セリアスラリーのLPC。NMB01とNMB03の比較

せん断応力による影響

スラリーのLPCカウントは通常、サンプルがポンプによるせん断力に曝されるにつれて増加します。次の実験では、シリカとセリアのスラリーをフィルターを設置せずにフィルター実験スタンドに送液しました。せん断力がポンプ速度 (rpm) の変化やスラリーが実験ループを循環する回数によって増加することを検出、追跡しました。T0は試験開始時、T300はループを300回循環させた時点を示します。

結果の表記で「せん断応力が小さい場合」とはポンプ速度 2500 rpm で循環させた場合のことであり、「せん断応力が大きい場合」とはポンプ速度 5500 rpm で循環させた場合のことです。結果を図 8～11 に示します。

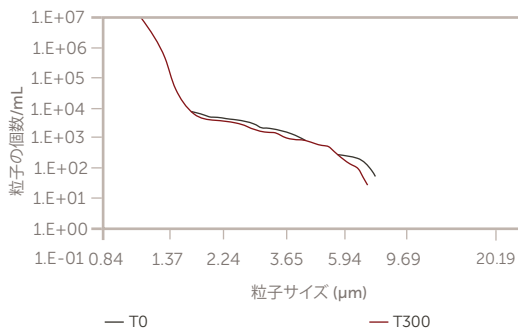


図 8：セリアスラリーでせん断応力が小さい場合

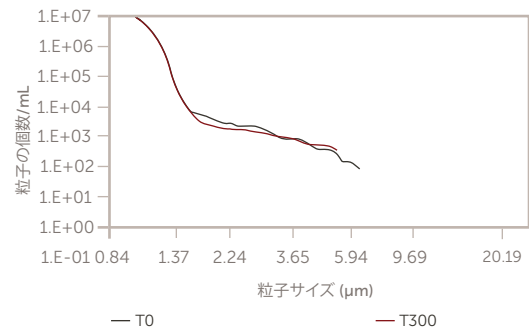


図 9：セリアスラリーでせん断応力が大きい場合

これらの結果から、セリアスラリーの場合は、ポンプ速度や実験ループの循環回数を変えても、凝集に大きな違いは生じなかったことが分かります。

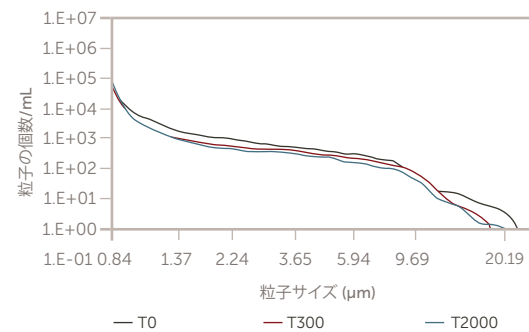


図 10：シリカスラリーでせん断応力が小さい場合

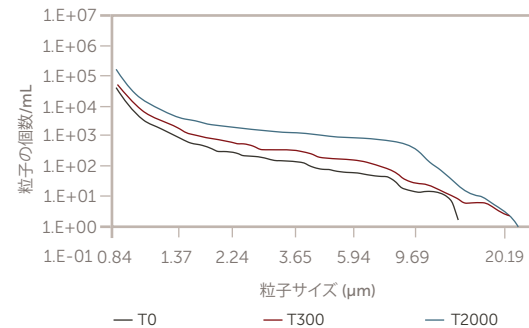


図 11：シリカスラリーでせん断応力が大きい場合

このデータから、シリカスラリーの場合はせん断応力が大きいと凝集が起こることが分かります。

フィルターのオンラインモニタリング

アキュサイザー ミニは、多くの半導体工場の CMP 供給システムにおいて、フィルター後の LPC データを連続的に取得追跡するために使用されています。お客様で評価いただいた結果を図 12 に示します。

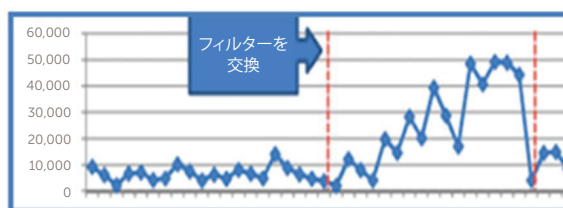


図 12 : ろ過後の LPC のオンラインモニタリング結果

結論

CMP スラリーは、プロセスで使用される材料のフィルター性能を評価するのに適していることが分かりました。アキュサイザーは、実験室用の機器を使用して LPC の数と粒子サイズを正確に測定できます。アキュサイザー ミニは、世界中の半導体工場でプロセスの LPC モニタリングに使用されています。インテグリスは、CMP スラリーのろ過とモニタリングのための最も完全なソリューションを提供するためのろ過技術、粒度分布測定技術、および専門知識を有しています。

謝辞：本アプリケーション ノートのほとんどのデータの収集にあたってくれた Yi-Wei Lu、Bob Hshie、Steven Hsiao、HJ Yang、Sherly Lee、Dean Tsou に謝意を表します。

詳細情報

詳細情報および最新情報については、インテグリスまでお問い合わせください。
www.entegris.com の「[お問い合わせ](#)」ページから最寄りのインテグリスをご確認いただけます。

販売条件

全ての購入は、インテグリスの「販売条件」に従うものとします。インテグリスの「販売条件 (Entegris Terms and Conditions of Sale)」は、www.entegris.com のホームページのフッターにある「[販売条件](#)」をクリックすると、閲覧または印刷することができます。



日本インテグリス合同会社

本社 | 〒108-0073 東京都港区三田 1-4-28 三田国際ビルディング TEL (03)5442-9718 FAX (03)5442-9738

Entegris®、Entegris Rings Design®、およびその他の製品名は Entegris, Inc. の商標です。詳細は www.entegris.com の [規定/商標](#) をご覧ください。全てのサードパーティの製品名、ロゴ、企業名、商標、登録商標は、それぞれその所有者に帰属します。それらの使用は、商標権所有者との提携、同者による支援、推奨を示すものではありません。

©2018-2019 Entegris, Inc. | All rights reserved. | 7127-10550TAN-0719