

機械工学科

キーワード

トライボロジー、摩擦、摩耗、潤滑、砥粒加工、研磨、エロージョン、MSE、半導体製造プロセス、化学的機械研磨、CMP



教授 / 博士 (工学)

西岡 岳

Takeshi Nishioka

学歴

東京大学 工学部 航空学科、東京大学大学院 工学系研究科 航空学専攻 修士課程、
東北大学大学院 工学研究科 機械電子工学専攻 博士課程

経歴

株式会社東芝 研究開発センター 主任研究員、半導体研究開発センター 主幹
米国バンダービルト大学 客員研究員

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

機器の摩擦、摩耗、潤滑および研磨加工に関する相談、共同研究
半導体製造プロセス開発における機械工学の応用に関する講演

メールアドレス

t-nishioka@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「化学的機械研磨 (CMP) におけるスラリー流体圧の影響」

LSIにおいて素子や配線の微細化による高集積化が進められているが、複雑化する回路形成に対応するためには素子や配線の多層化が必要となっている。微細な多層構造をウエハ上に形成するには、下地の素子や配線に起因したサブミクロンオーダーの凹凸を各層毎に平坦化していく必要があり、研磨加工(CMPプロセス)が適用されている。研磨は接触する砥粒や研磨布と被加工物の相対運動により表面を除去していく加工であり、LSIの製造に適用される研磨加工では、微細化、高集積化にともない加工精度の向上、欠陥の低減が求められている。

図1はウエハと研磨布の接触状態を調べるために、面圧、速度およびウエハと研磨布間の流体を変えて摩擦係数を調べた結果である。実線は研磨布の表面あらし形状に流体潤滑(HDL)モデルを適用して摩擦係数を算出した結果を示す。横軸の対数目盛はすべり軸受における軸受特性数に相当し、速度と粘度が高いほど、また面圧が低いほど大きくなる無次元量である。同図から、シリカスラリーによる研磨では、発生する流体圧は小さく、付加される面圧はほとんど固体接触で支持されていることがわかる。一方、フッ素油(PFPE)の結果のように軸受特性数が二桁大きくなると流体潤滑状態に移行していくことが想定される。研磨時の接触状態の解析が必要となる今後のCMPプロセスの設計に流体潤滑理論が有効であることが示された。

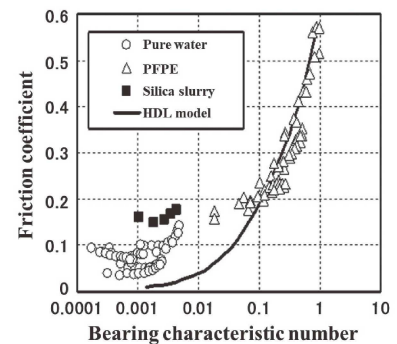


図1. ウエハと研磨布間の摩擦係数

「SiO₂ 膜のマイクロスラリージェットエロージョン (MSE) におけるスラリー pH の影響」

MSE法は微細な砥粒を懸濁させたスラリーを硬質薄膜表面に高速で衝突させ、その機械的效果により発生するエロージョンの進行状態により膜の強度を評価する試験法であるが、微細加工への応用も期待される。MSEにおいても、機械的作用に加え化学的作用を組み込むことにより、加工能率の向上、加工欠陥の低減などを実現し、微細加工への適用性が増すことが期待される。本研究では、MSEを微細加工へ応用するための基礎的検討として、スラリーpHがエロージョンレートに及ぼす影響について実験により調べた。被加工材には、絶縁材料としてLSIに広く用いられているSiO₂膜を用いた。

図2にスラリーpHによるエロージョンレートの変化を示す。スラリーpHの増加とともにエロージョンレートが上昇することが確認された。SiO₂膜の摩耗や研磨においても雰囲気pHの上昇により摩耗率や研磨レートが上昇することが確認されており、pH上昇によるSi-O結合力の低下が影響していると考えられる。エロージョンにおいても同様の効果が作用していると考えられ、化学的作用によるMSE加工性能向上の可能性が期待される。

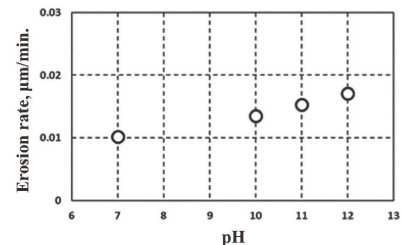


図2. スラリーpHによるエロージョンレートの変化

今後の展望

『トライボロジー』は、摩擦や摩耗など『相対運動をする二面間の現象に関する科学・技術』である。摩擦や摩耗は機械の効率や寿命に大きな影響を及ぼすため、それらを低減する『潤滑技術』を柱として発展してきた。摺動面では、力学的(機械的)な効果に加え、化学的な現象が広く生じることが知られており、摩擦や摩耗のメカニズムの解明には、機械的および化学的両面からのアプローチが進められてきた。

一方、研磨をはじめとする砥粒加工は、接触する砥粒と被加工物の相対運動により表面を除去していく加工プロセスであり、摩耗を制御して利用する技術と考えられる。LSIの製造プロセスにも適用されるようになった砥粒加工技術の精度向上には、トライボロジーで培われた機械的および化学的両面からのアプローチが必須であると考えられ、トライボロジー技術の砥粒加工技術への活用を推進していきたい。

所属学会

一般社団法人 日本トライボロジー学会会員 (昭和56年～現在まで)
一般社団法人 日本機械学会会員 (平成4年～現在まで)
公益社団法人 砥粒加工学会会員 (平成29年～現在まで)

主要論文・著書

T. Nishioka, K. Sekine, and Y. Tateyama
"Modeling on Hydrodynamic Effects of Pad Surface Roughness in CMP Process"
Proc. of International Interconnect Technology Conf., IEEE 89 (1999)

T. Nishioka, S. Iwami, T. Kawakami, Y. Tateyama, et. al.
"Modeling on Mechanical Properties of Polishing Pads in CMP Process"
Material Research Society Symposium 613, E1.5.1 (2000)