The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	光放射圧制御CMP加工に関する基礎的研究
Author(s)	木村, 景一
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27635
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【12】

氏　　名	木村景一（きむらけいいち）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　１７２９４　号
学位授与年月日	平成 14 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科機械システム工学専攻
学　位　論　文　名	**光放射圧制御 CMP 加工に関する基礎的研究**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　三好　隆志 （副査） 教　授　花崎　伸作　　教　授　竹内　芳美　　助教授　高谷　裕浩

論　文　内　容　の　要　旨

本論文では、層間絶縁膜におけるグローバル平坦性向上を図るために、スラリー中にレーザ光を照射したときに発生するレーザ微粒子集積現象を利用して高度の平坦化を実現する新しい CMP 加工技術を提案し、基礎的実験を行ない、本技術の実現の可能性を検証した。

第１章では、ますます開発が加速されている超LSIのプロセス技術におけるLSI製造プロセス技術について概観し、平坦化技術、CMP 技術の重要性、必要性を確認した。また、本研究の目的、概要について述べた。

第２章では、平坦化技術として広く採用されている CMP 技術について概観し、CMP 技術の現状について述べた。さらに、その理解を深めるため、CMP 加工における材料除去機構を化学的、機械的観点から明確にし、さらに平坦化プロセスについて検討を行い、その問題点を明らかにした。

第３章では、光放射圧制御により粒子に作用する力の発生を理解し、その力による粒子の捕捉現象を検討した。誘電体粒子にレーザ光が入射すると、光の反射、屈折による運動量変化により力が発生する。これが光放射圧による力であり、粒子を常に光軸上に位置させるような捕捉力が作用する。

第４章では、シリコンウエハ表面の平坦化プロセスについて検討し、さらに、光放射圧による微粒子集積を利用してどのように平坦化を行うかについてその基本概念を検討した。

第５章では、スラリーのようなコロイド溶液中にレーザ光を照射した場合のレーザ微粒子集積実験を行った。その結果、スラリー中に置いたシリコンウエハ表面をレーザ光で走査すると、そのレーザ走査軌跡上にレーザ微粒子集積痕が形成されることを確認した。

第６章では、シリコンウエハ平面上に形成したレーザ微粒子集積痕をポリシングし、その挙動を実験的に確認した。

第７章では、シリコンウエハ表面に FIB 加工によりトレンチ加工を行い、その凹部に集積痕を形成して、ポリシングを行った。この結果、本平坦化法が新しい平坦化法として大きな可能性を持っていることが確認できた。

第８章においては、全体の総括をした。

論文審査の結果の要旨

超 LSI の集積度の向上はムーアの法則にしたがって着実に進展し、超 LSI パターンの微細化、多層配線化が進んでいる。多層配線を実現するためのプロセス技術として層間絶縁膜の平坦化技術が重要な要素技術となっている。現状の平坦化技術に関しては CMP 加工が主流の技術であり生産工程においても広く利用されているが、グローバル平坦性においてはサイトフラットネス 200 nm/□30 mm 程度が限界であり、今後、集積度がさらに向上し、要求されるサイトフラットネスが 100 nm/□30 mm 以下になると現在の CMP 加工では対応できないという問題がある。

この問題を解決する方法として、シリコンウエハ表面の凹凸パターンの凹部を埋め立て、その後ポリシングを行うことにより平坦化を進めるという新しい手法がある。層間絶縁膜と類似の材質でパターン凹部を埋め立て、シリコンウエハ表面を平面に近い状態にして、そこをポリシングすることができれば、より高精度の平坦化加工が可能になる。この結果、グローバル平坦性の向上に大きく貢献すると考えられる。

本論文は、光放射圧に基づいてレーザ微粒子集積痕を形成し、凹部を埋め立ててからポリシングすることにより、CMP 加工技術の高精度化を図り、超 LSI の高集積化の実現を目指したものである。主な成果を要約すると次の通りである。

(1) メタル配線構造の上に形成された層間絶縁膜は、配線パターンの転写によって凹凸を有している。この凹凸を平坦化するには凸部の選択的材料除去を効率よく進める以外に方法はない。従来のポリシング加工法においても凸部の選択的除去を目指していたが、実際は凸部と同時に凹部も除去されるため平坦化には長時間を要する。本研究では、この過程を詳細に検討し、ポリシング実験により問題点を明確にしている。さらに、その問題点を克服する手法を考案し、CMP 加工の新しい概念を確立している。

(2) スラリー中に含まれる微粒子は光の波長よりも小さいため、従来の光放射圧による粒子捕捉の考え方はそのまま適用できない。本研究では、Maxwell の応力による光放射圧の発生機構に基づいて、レーザ光の焦点位置に集積痕が形成される可能性を示唆している。その考察に従い、シリコンウエハ表面にレーザ光を照射し走査することにより、スラリー中の微粒子を凝集させ、集積痕を形成することが可能であることを実験的に確認している。

(3) 平面状のシリコンウエハ表面に形成したレーザ微粒子集積痕をポリシングしてその材料除去過程を観察し、さらに材料除去機構について考察している。また、集積痕周辺部が選択的に除去されるという新しい現象も確認している。

(4) 光放射圧に基づくレーザ微粒子集積現象を利用した平坦化法として、凹凸を持つシリコンウエハ表面にレーザ光を照射し、120 nm 程度の深さを有する凹部にレーザ微粒子集積痕を形成した後ポリシングを行い、0.53 nmRq の表面粗さのみを持つ良好な平坦面を得ることができることを実験的に検証している。これにより、100 nm 以下のグローバル平坦性の要求に対応する新しい CMP 加工法の可能性が示唆されている。

以上のように、本論文は光放射圧に基づくレーザ微粒子集積現象を利用した超 LSI の平坦化技術の新しい試みについて述べたもので、その成果は CMP 加工技術に関する貴重な知見を与えるものであり、生産工学・機械工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。