

氏 名 坂本 武司

主論文審査の要旨

本学位論文は紫外光を用いた先進的な研磨法（以下、UVアシスト研磨）の実用化技術を開発することを研究目的とし、ダイヤモンド基板およびSiC基板のUVアシスト研磨の研磨機構を明確にしたのち、4インチサイズのSiC基板および1インチサイズのダイヤモンドウェハをUVアシスト研磨し、全面研磨を達成している。さらに、この研磨技術を切削工具や砥石などのダイヤモンド工具の高度化に応用展開し、既存の工具を上まわる高い加工性能が達成されていることを実験的に確認し、UVアシスト研磨が実用的な技術となり得ることを示している。

取り上げた材料は次世代パワーデバイス材料として単結晶炭化ケイ素（SiC）および単結晶ダイヤモンド、切削加工用ダイヤモンド工具として焼結ダイヤモンド（PCD）およびCVDダイヤモンド膜付き超硬であり、ダイヤモンド砥石は電着および砥粒単層固着砥石である。ダイヤモンドやSiCは非常に硬く、加工には多大の時間を要する。このため、加工表面上にダメージのない超平坦基板表面を高能率・高精度に作製可能な新しい加工プロセスの開発が求められている。本学位論文では、半導体基板材料への紫外光照射による光化学反応を応用した新しい超精密加工技術（UVアシスト研磨）を開発している。取り扱ったすべての材料は、開発したUVアシスト研磨によりサブナノメートルの鏡面が得られており、極表面近傍の結晶の乱れや加工ひずみは発生していないことを明確に示している。また、UVアシスト研磨における加工メカニズムも十分に考察しており、炭化ケイ素では加工により発生した酸化物層を定盤上に塗布した酸化セリウム粒子により効率よく除去し、4インチ径のSiC基板の全面研磨に成功している。ダイヤモンドではCOあるいはCO₂として除去することが示されている。これらの成果は次世代パワーデバイス材料である炭化ケイ素およびダイヤモンド基板、ダイヤモンド工具であるPCD、CVDダイヤモンド膜付き超硬工具およびダイヤモンド砥石の高度化技術として産業技術に貢献し、工学的価値は非常に高いと考えられる。

本論文は、6章より構成されている。

第1章では、研究の背景、既往の研究、本研究の目的を明確に示し、本論文の構成について記述している。

第2章では、SiC基板およびダイヤモンド基板におけるUVアシスト研磨の研磨メカニズムを検証する実験を行い、ダイヤモンド基板ではダイヤモンド中の炭素原子が紫外光により励起されて酸化されること、SiC基板では紫外光照射により生成した酸化膜を酸化セリウムで除去する研磨モデルを提案し、研磨中のCOガスの検出、XPSによる酸化膜の生成の確認などにより、研磨モデルの正当性を確認している。

第3章では4インチサイズの大口径SiC基板に対する新しいUVアシスト研磨法を提案、開発し、高い研磨レートと1μm以下の優れた平坦性のもとで、Ra : 0.2 nm以下の非常に平滑な研磨面が基板全面において得られることを示している。

第4章では、産総研で開発されたデバイス用1インチサイズのダイヤモンドウェハのUV

アシスト研磨技術を開発し、欠陥などを導入することなく超平滑、超平坦な研磨が可能であることを示している。

第5章では、UVアシスト研磨技術をPCD製切削工具やCVDダイヤモンド膜付工具の鋭利化や高度化、ダイヤモンド砥粒整列砥石の精密ツルーイングに応用展開し、得られた切削加工用工具や砥石が高い加工性能を有していることを示している。

第6章は、各章で得られた結果をまとめ、本論文の総括としている。

本研究の成果により、世の中でもっとも硬いダイヤモンド基板、化学的に安定でダイヤモンドやCBNに次ぐ硬度を有するSiC基板を、高効率で残留ひずみのない高品位な研磨面が獲得できる新しい技術として半導体業界や産業界への応用展開が十分に可能なことを示しており、高く評価される内容になっている。

以上の通り、UVアシスト研磨により次世代パワーデバイス材料およびダイヤモンド関連材料を鏡面研磨できる産業的に有用な超精密加工技術を確立している。以上の成果は、審査付き国内学術誌に第一著者として3編（内1編は掲載決定）、査読付きの国際誌2編を含む論文5編、国際会議プロシーディングスに2編などの論文として公表済みであり、十分な研究業績を有している。また、国際会議での発表経験もあり、英語の能力も高い。これらは専攻の学位審査基準を満たしている。さらに、本論文の内容について口頭試問を行ったところ、満足な回答が得られた。以上より、本審査委員会は、本学位論文が学位を授与すべき十分な学術的・工学的内容を有しているものと判断した。

最終試験の結果の要旨

本審査委員会は、学位論文提出者に対して論文の内容および関連分野全般に関する事項について総合理解力試験を行った。その結果、論文提出者は本論文内容ならびに関連分野に関して、学位授与に値する十分な知識と理解力を有していると判断した。

以上の結果の基づき、最終試験の結果は合格と判断した。

審査委員	産業創造工学専攻先端機械システム講座	教授	峠 睦
審査委員	産業創造工学専攻先端機械システム講座	教授	中西 義孝
審査委員	産業創造工学専攻先端機械システム講座	准教授	久保田 章亀
審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座	教授	外本 和幸