

【基盤研究(S)】

理工系(工学I)



研究課題名 究極デバイスとしてのダイヤモンド基板の 革新的超精密加工プロセスへのブレークスルー

九州大学・産学連携センター・特任教授 どい としろう
土肥 俊郎

研究分野：超精密加工学

キーワード：特殊加工、CMP, P-CVM

【研究の背景・目的】

半導体薄膜下地としてのサファイア基板や、SiCやGaNなどの半導体材料によるLED、パワーデバイスなどが注目される中、“半導体ダイヤモンドによる究極デバイス”がある。特に機械的・化学的に極めて安定しているダイヤモンド結晶に関しては、本研究開発に関係する超精密加工研究は手付かずの状況にある。

本研究では、SiC、GaNをはじめとする半導体ダイヤモンド基板を研究対象として、当該研究グループによるこれまでの成果を踏まえて、超微小欠陥種疑似ラジカル場の形成法を検討するとともに、密閉式研磨/CMP(Chemical Mechanical Polishing)法とPCVM(Plasma Chemical Vaporization Machining)法を融合させた革新的密閉式CMP/P-CVM融合装置を提案・試作する。そして、高圧～準高圧の酸素雰囲気環境下で光触媒反応とプラズマを援用することによって、従来の10～数10倍の加工能率を狙う高品位面加工法を開発する。本研究によって、次世代グリーン・デバイス用の難加工材料基板の超精密加工の体系化を図り、低炭素化社会に向けたデバイスの早期実用化の起爆剤とする。

【研究の方法】

難加工材料の超精密加工プロセスを設計に当たり、次の二つの加工工程を基本とする。まず、前処理工程では、疑似ラジカル場を形成し、次工程で仕上げ加工し易い状況を醸成することを重点に検討する。仕上げ加工工程では、密閉式研磨/CMP法と高圧酸素下でプラズマを使うP-CVM法を融合させた装置を設計・試作して適用する。ここでは、(a)前処理工程を基板表面に与える場合、(b)加工中に与える場合を考える。

前加工工程の検討;加工対象基板の極表層(数～100原子層)に限定してフェムト秒レーザーなどの超短パルスレーザーによる超微小欠陥種(疑似ラジカル場)を形成する。この疑似ラジカル場を形成することによって、機械的な研磨あるいはCMPにて摩擦磨耗をとまなう化学反応とラジカル場の強力なメカノケミカル的反応を誘起させ、大気圧下での研磨/CMPを容易にする。

仕上げ加工工程の検討;高能率・高品位加工を可能にする密閉式CMP/PCVM融合装置を提案する。設計・試作した本融合装置の最もキーとなる加工箇所には、物理的作用を与える特殊パッドやスラリーを配置し、トライボロジカル摩擦磨耗をとまなう化学

反応とラジカル場の強力なメカノケミカル的反応を誘起させる。より効果的なエッチング作用を誘発させるため、融合装置内を高圧酸素雰囲気環境下にすることも考える。

以上を骨子とする研究から、難加工材料基板の高効率の革新的超精密加工プロセス技術を確立し、グリーンデバイスの実現に貢献する。

【期待される成果と意義】

グリーンデバイスの開発・応用研究そして低コスト化の熾烈な戦いが展開される中で、革新的融合加工技術導入がブレークスルーとなり、生産性・低コスト化を実現できる。

本研究は、究極のグリーンデバイスに貢献できるのみならず、日本が得意とするモノづくり先端産業への貢献ができるもので、日本の活性化の起爆剤になると考える。本研究開発によって、難加工材料のSiC、GaN基板はじめダイヤモンド基板の加工を可能とする。とくにダイヤモンド基板については、従来研磨の数1000分の一以下の加工時間で高品位面が得られることを目指す。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] O. Ohnishi, T. Doi, S. Kurokawa et al.: Effect of Atmosphere and Ultraviolet Light Irradiation on Chemical Mechanical Polishing Characteristics of SiC Wafers, JJAP, 51(2012)05EF05-1
- [2] Y. Sano, T. Kato, T. Hori, K. Yamamura, H. Miura, Y. Katsuyama, K. Yamauchi, K. Aida et al.: Thinning of 2-inch SiC Wafer by Plasma Chemical Vaporization Machining Using Cylindrical Rotary Electrode, Materials Science Forum, 679-680 (2011) pp. 481-484.
- [3] T. Doi, I. Marinescu and S. Kurokawa: Advances in CMP/Polishing Technologies, Elsevier (2011)

【研究期間と研究経費】

平成24年度～27年度
165,600千円

【ホームページ等】

<http://premach903.mech.kyushu-u.ac.jp/> (当面)
(新たにホームページを構築する予定。)