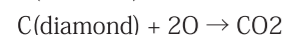


一方、中間生成物の生成については、プラズマによるダイヤモンド表面での反応系全体として下式のような反応が想定される。ここで、COやCO₂へと変化する際に、軟質な中間生成物を介在し、この層がCMPにより優先研磨されるというモデルが考えられる。



このメカニズムモデルを検証・評価するため、P-CVM処理(250W, He:O₂ = 99.5:0.5)前後でのダイヤモンド基板のXPS分析を行った。図6にC(1s)及びO(1s)のスペクトルを示す。Cのスペクトルからは、処理前の基板では285eVにシャープなC(-C-C-)のスペクトルが見られる。他方、P-CVM処理後の基板では285eVのピークが相対的に小さくなり、新たに286.4eV付近に強いピークが見られる。このピークはアルコールに見られるもので、C原子とOH基を含む化合物が生成されていることを意味する。また、Oのスペクトルについても、P-CVM処理前に比べてP-CVM処理後はブロードなピークとなっており、その位置も531.5eVあたりにシフトしている。このピークは水酸化物や炭酸塩であることを意味し、ダイヤモンド表面に生成物が存在していることを示唆する。これらのことは、ダイヤモンドのP-CVMでは中間生成物を介在して気化していることを実証するものである。

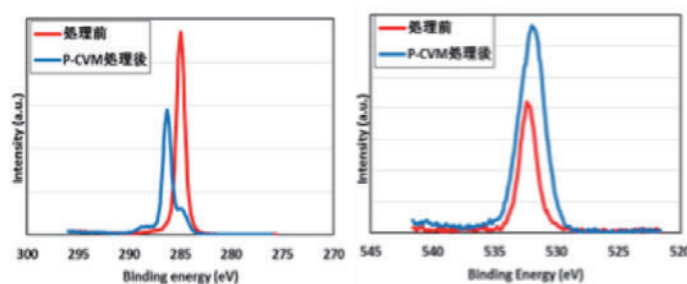


図7 P-CVM前後でのダイヤモンド基板のXPSスペクトル

【むすび】

各種加工材料に対し、P-CVMとCMPを融合させたPlasma fusion CMP装置を設計・試作し、従来では考えられなかった優れた加工特性の発露を実現した。現在、更なる高電力の印加やプラズマガス中の酸素濃度を変化させることでダイヤモンド基板の加工効率の向上が得られている。

今後、開発したPlasma fusion CMP装置のスペックを最大限に活かし、本プロジェクトの集大成としてまとめていく。近い将来において、本研究が革新的な材料加工法として産業界に貢献できる日が来ることを期待する。

活動報告(2015.4~2015.11)

A 研究論文等

Numerically controlled atmospheric-pressure plasma sacrificial oxidation using electrode arrays for improving silicon-on-insulator layer uniformity, H. Takei, K. Yoshinaga, S. Matsuyama, K. Yamauchi, and Y. Sano, Japanese Journal of Applied Physics, 54, 01AE03 (2015)

Consideration of Femtosecond Laser-induced Effect on Semiconductor Material SiC Substrate for CMP Processing, Chengwu Wang, Syuhei Kurokawa, Toshiro Doi, Yasuhisa Sano, Hideo Aida, Osamu Ohnishi, Michio Uneda, Koki Ohyama, Terutake Hayashi, Ji Zhang, Asakawa Eiji, Applied Mechanics and Materials Vols. 799-800, (2015), pp 458-462

B 国際会議発表等

Ultra-Precision Polishing/CMP Technology and Applications - Hard-to-process materials and its polishing trends -, Toshiro K. Doi and Hideo Aida, 2015 Internationals Green Device Chemical Mechanical Polishing Latest Application Technology Symposium(台湾)【招待講演】2015.5.20

Effect of crystal orientation of single crystalline diamond

on its process properties in precise polishing, Y. Kimura, K. Oyama, H. Aida, S. W. Kim, T. Doi, Y. Sano, S. Kurokawa, The 9th International Conference on New Diamonds and Nano Carbons 2015, 4-6 pp59, 24 - 28 May 2015, 静岡県コンベンションアーツセンター

High efficiency surface planarization of single crystalline diamond by innovative plasma fusion chemical mechanical polishing, H. Aida, T. Doi, Y. Sano, S. Kurokawa, K. Oyama, S. W. Kim, T. Miyashita, H. Nishizawa, The 9th International Conference on New Diamonds and Nano Carbons 2015, 6-6 pp72, 24 - 28 May 2015, 静岡県コンベンションアーツセンター

Plasma fusion chemical mechanical polishing of ultra-hard-to-process materials -Basic process characteristics for GaN substrate and prospective application toward diamond substrate-, K. Oyama, T. K. Doi, Y. Sano, S. Kurokawa, H. Aida, S. Kim, H. Nishizawa, C. Wong and T. Miyashita, 2015 JSME-IIP/ASME-ISPS Joint Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment, WeC-2-4, June 14-17, 2015, 神戸国際会議場

Proposal for Innovative Processing Technology : "Plasma Fusion CMP" for Diamond Single Crystals, Hideaki Nishizawa, Toshiro K. Doi, Koki Oyama, Hideo Aida, Yasuhisa Sano, Syuhei Kurokawa, Seong Woo Kim, Daizo Ichikawa, Chengwu Wang and Masaharu Shiratani, WUPP for Wide Band Gap Semiconductors, 2015(福岡), 2015.8.20 - 21

Study on innovative plasma fusion CMP and its application to processing of diamond substrate, Hideaki Nishizawa, Koki Oyama, Toshiro K. Doi, Hideo Aida, Seongwoo Kim, Yasuhisa Sano, Syuhei Kurokawa and Chengwu Wan, International Conference on Planarization/CMP Technology 2015 (ICPT2015), I3 pp. 298-301, 2015.9.30-10.2

Study on innovative plasma fusion CMP and its application to processing of diamond substrate, Hideaki Nishizawa, Koki Oyama, Toshiro K. Doi, Hideo Aida, Seongwoo Kim, Yasuhisa Sano, Syuhei Kurokawa and Chengwu Wan, International Conference on Planarization/CMP Technology 2015 (ICPT2015), I3 pp. 298-301, 2015.9.30-10.2

Damage-induced increase of removal rate of atmospheric-pressure plasma etching of diamond substrate, Y. Sano, K. Shiozawa, T. Doi, S. Kurokawa, H. Aida, K. Oyama, T. Miyashita, H. Sumizawa, K. Yamauchi, The 9th International Conference on New Diamonds and Nano Carbons 2015, 6-3, 24 - 28 May 2015, 静岡県コンベンションアーツセンター

High-efficiency planarization method for hard-to-machine semiconductor substrates combining mechanical polishing and atmospheric-pressure plasma etching, Yasuhisa Sano, Kousuke Shiozawa, Toshiro Doi, Syuhei Kurokawa, Hideo Aida, Tadakazu Miyashita, and Kazuto Yamauchi, 2015 JSME-IIP/ASME-ISPS Joint Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment, WeC-2-5, June 14-17, 2015, 神戸国際会議場

Optimization of Machining Conditions of Basic-Type CMP/P-CVM Fusion Processing Using SiC Substrate, Yasuhisa Sano, Kousuke Shiozawa, Toshiro Doi, Syuhei Kurokawa, Hideo Aida, Koki Oyama, Tadakazu Miyashita, Haruo Sumizawa, and Kazuto Yamauchi, 2015 International Conference on Planarization/CMP Technology (ICPT2015), September 30-October 2, 2015, Chandler, AZ, USA.

Proposal of Cleanliness Evaluation Method of CMP Pad, and Investigation of Cleaning Effect by the High-Pressure Jet, Masashi Kitamura, Syuhei Kurokawa, Yuta Tokumoto, Terutake Hayashi, Hirokuni Hiyama, Yutaka Wada, Chikako Takato, 2015 International Conference on Planarization/CMP Technology (ICPT2015), September 30- October 2, 2015, Phoenix, AZ, USA, pp24-27.

Brownian Diffusion Analysis for Nano-abrasives in CMP Slurry by Using Fluorescence Polarization Method, Terutake Hayashi, Seri Toshiki, and Syuhei Kurokawa, 2015 International Conference on Planarization/CMP Technology (ICPT2015), September 30- October 2, 2015, Phoenix, AZ, USA, pp89-92.

Brownian Diffusion Analysis for Nano-abrasives in CMP Slurry by Using Fluorescence Polarization Method, Terutake Hayashi, Seri Toshiki, and Syuhei Kurokawa, 2015 International Conference on Planarization/CMP Technology (ICPT2015), September 30- October 2, 2015, Phoenix, AZ, USA, pp89-92.



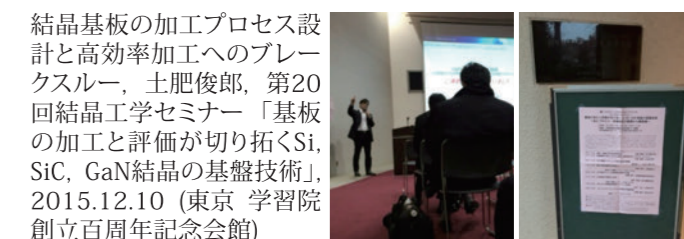
ICPT2015フェニックスでのbanquetの一コマ。黒河と佐野先生他

C 著作等

Advances in Chemical Mechanical Planarization (CMP), Chemical and physical mechanisms of CMP of gallium nitride, Elsevier, pp.188-214 (in press).

D 国内口頭発表

革新的"Plasma fusion CMP装置"の設計・試作(第9報) -ダイヤモンド単結晶基板の加工特性-, 西澤秀明, 大山幸希, 土肥俊郎, 曾田英雄, 金聖祐, 佐野泰久, 黒河周平, 王 成武, 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会, 2015.9.4~6



結晶基板の加工プロセス設計と高効率加工へのブレークスルー, 土肥俊郎, 第20回結晶工学セミナー「基板の加工と評価が切り拓くSi, SiC, GaN結晶の基盤技術」, 2015.12.10 (東京 学習院創立百周年記念会館)

GaN結晶の研磨加工技術, 曾田英雄, 第20回結晶工学セミナー「基板の加工と評価が切り拓くSi, SiC, GaN結晶の基盤技術」, 2015.12.10 (東京 学習院創立百周年記念会館)

フェムト秒レーザーを用いたダブルパルスビームによる表面励起現象を利用した表面加工に関する研究, 横尾英昭, 林照剛, 松永啓悟, 王成武, 松川洋二, 黒河周平, 精密工学会九州支部飯塚地方講演会, p.115, 2015/12/5, 九州工業大学飯塚キャンパス

フェムト秒レーザーを用いた単結晶SiC表面改質による高効率研磨の実現, 吹春昇, 王成武, 精密工学会九州支部飯塚地方講演会, p.166, 2015/12/6, 九州工業大学飯塚キャンパス

サブ大気圧プラズマを用いたプラズマエッチングによる2インチSiC基板の高効率加工, 田尻光毅, 岡田悠, 佐野泰久, 松山智至, 山内和人, 精密工学会関西支部2015年度関西地方定期学術講演会, 32-G, 2015/06/03, 京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス

革新的CMP/P-CVM融合装置の設計・試作(第8報) -基本型装置(A型)によるダイヤモンド加工の基礎検討-, 佐野泰久, 塩澤昂祐, 土肥俊郎, 黒河周平, 曾田英雄, 大山幸希, 宮下忠一, 山内和人, 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会, H15, 2015/09/04-06, 東北大学川内北キャンパス

数値制御大気圧プラズマ犠牲酸化法における酸化特性, 武居弘泰, 栗生賢, 松山智至, 山内和人, 佐野泰久, 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会, L44, 2015/09/04-06, 東北大学川内北キャンパス

数値制御大気圧プラズマ犠牲酸化法における酸化膜厚制御の精度向上, 栗生賢, 武居弘泰, 松山智至, 佐野泰久, 山内和人, 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会, L45, 2015/09/04-06, 東北大学川内北キャンパス

SF6ガスを用いたサブ大気圧プラズマエッチングによる SiC 基板の高効率加工, 田尻光毅, 井上裕貴, 佐野泰久, 松山智至, 山内和人, 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 16p-4C-2, 2015/09/13-16, 名古屋国際会議場

触媒表面基準エッチング法によるSiCおよびGaN基板の平坦化, 佐野泰久, 有馬健太, 山内和人, 表面技術協会第132回講演大会, 2015/9/9, 信州大学 長野(工学)キャンパス【招待講演】

SF6ガスを用いたサブ大気圧プラズマエッチングによるSiC基板の高効率加工, 田尻光毅, 井上裕貴, 佐野泰久, 松山智至, 山内和人, 応用物理学会 先進パワー半導体分科会第2回講演会, P-41, 2015/11/9-10, 大阪国際交流センター

E 解説等

大気圧プラズマを用いた超精密加工, 佐野泰久, 機械の研究, Vol. 67, pp. 832-838 (2015)

革新的プラズマ融合CMP加工技術とそのダイヤモンド基板加工への応用, New Diamond, 曾田英雄, 土肥俊郎, 佐野泰久, 黒河修平, 大山幸希, 金聖祐 (2016年1月号予定).

