導電性ラバーボンド砥石を用いたELID研削による半導体ウェーハの超鏡面加工

茨城工業高等専門学校

電子制御工学科　永堀（ながほり）　拓也（たくや）／永長（ながおさ）　晃一（こういち）／益子（ましこ）　雄行（ゆうき）／准教授　長谷川（はせがわ）　勇治（ゆうじ）

はじめに

本研究室ではELID研削による超精密加工に関する研究を行っています。本年度、半導体材料であるシリコンウェーハを加工対象としていることもあり、株式会社アドバンテスト様のご支援を受けTHE高専@SEMICONの場をお借りして研究成果を発表させていただけることとなりました。

ELID研削とは

ELID研削法は理化学研究所大森整主任研究員により開発された研削技術です。**図１**に示すように、導電性砥石と電極、電解電源を用いて行うため、既存の研削機に適用が可能です。砥石表面の電解により、砥石表面に不導体被膜が生成され、砥石の目立て（電解ドレッシング）が完了します。この不導体皮膜により加工中も常に砥粒の突出を維持し、微細砥粒砥石でも目づまりのない安定した高能率・高品位加工が可能です。#3,000,000メタルボンド砥石を用いた単結晶シリコンウェーハの研削加工では0.2～0.3nmRaという極めて優れた加工面を得ています。

新しい環境調和型のELID研削

本研究室ではELID研削用の砥石の開発を行ってきました。半導体材料のウェーハや金型材料、バイオマテリアルであるチタンやセラミックスは、研削加工時におけるメタル砥石のボンド材の金属成分の影響やメタル砥石の金属成分が廃液に含まれることが問題となっています。そこで本研究では、加工材料だけでなく、人体や自然界にも優しい環境配慮型メタルレス砥石を用いた新しいELID研削システムの構築を目的として研究を行っています。

この問題を解決するために開発された砥石が導電性ラバーボンド砥石です。ELID研削法を適用させるためにラバーにカーボンブラックを配合しています。通常のELID研削法では砥石表面に不導体皮膜が生成されますが、導電性ラバーボンド砥石では砥石表面に電解によって酸化架橋が起こり硬化層が生成されます。この硬化層が砥粒を保持し、ラバーの弾性により砥粒先端を平面状態で突出させることが可能となっています。これにより砥粒サイズの同じメタル系固定砥粒砥石に比べ加工面粗さは格段に良くなっています。

さらなる環境調和を目指して、ウェーハの洗浄などで使用されている電解還元水（強アルカリイオン水）が高い導電率を持つためELID研削用の研削液として適用し、さらにラバーの酸化架橋反応の促進のため、ウェーハの洗浄として使用されているオゾンバブルを酸素ナノバブルとして電解還元水に適用したものを研削液としています。

導電性ラバーボンド砥石と酸素ナノバブル含有電解還元水を用いてシリコンウェーハのELID研削を行った結果、**図２**に示すように超鏡面加工が実現できており、#1000D砥石で25.3nmRa、#8000WA砥石で5.0nmRaの面粗さを得ることに成功しています。

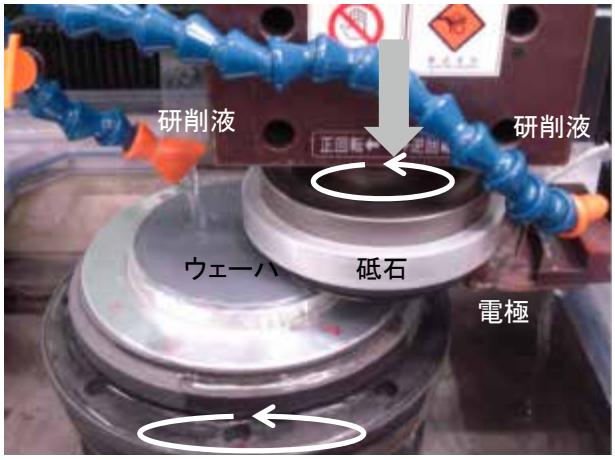


図１　ELIDラップ研削盤の加工中の様子

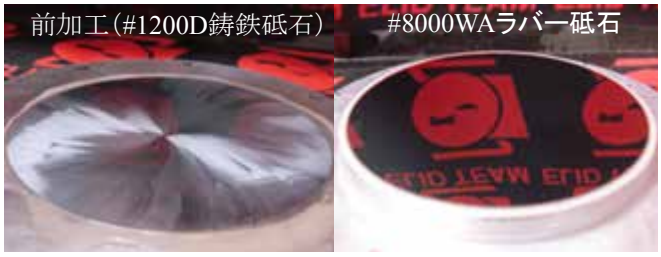


図２　ELID研削加工後の表面の様子

参加学生の感想

専攻科機械システムコース　２年　永堀　拓也

今回THE高専@SEMICONならびにSEMICON Japan

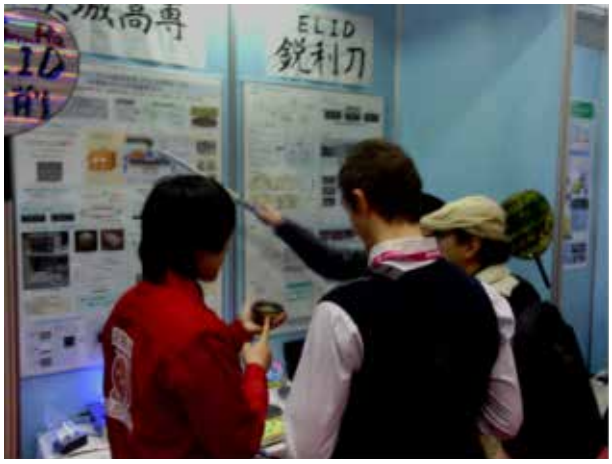
に参加し貴重な経験を積み、知識を培うことができました。一番に感じたことは、これまでに参加してきたスライドと口頭だけのお堅い学会発表とはまったくの別物であることです。いかに見やすく伝わりやすくそして来場者の興味を惹く出展物を作るかがカギであると感じました。という訳で、我々は堅苦しくない雰囲気作りとグループの一体感を作るため、ロゴをプリントした作業着を用意しました。また肝心の展示物は加工機モデルの製作やあえてLEDをあしらい、目を惹く工夫をし、大きな文字の看板を掲げました。その甲斐があり、非常に多くの方に訪れていただきたくさんのプレゼンの機会を得ることができたと感じています。中でも、企業の方々との意見交換をして、当研究を関心、評価する言葉をいただいたことで自分がしてきた研究活動に自信を持つことができました。

電子制御工学科　５年　永長　晃一

セミコンジャパンでの出展を通して最も勉強になったことは人に何かを伝えることの難しさです。自分ではしっかりと説明できたつもりでも聞き手にはよく伝わっていないことや、専門的な言葉を使い過ぎていたことがありました。また、説明する相手も深い専門知識を持っている方や異なる分野の方など色々な方がおり、一様な説明では伝わらないのだと痛感しました。そのような中で、どのように説明したらわかってもらえるのか、相手は何を知りたいのか察しながら説明することは大変貴重な勉強になりました。加えて、発表の中で聞きに来てくださった多くの方からお褒めの言葉や厳しい叱咤をいただきよい刺激になりました。このような経験は研究室に篭っていては得られないと思うので、今回セミコンジャパンに参加できたことは自分にとって大きなプラスとなりました。今後人前で発表や説明を行う機会は多いと思うので、今回の出展で得られた教訓を活かしてがんばっていきたいと思います。

電子制御工学科　５年　益子　雄行

今回参加させていただいたThe 高専@セミコンでは普段研究室に籠っているだけでは得ることのできない大変貴重な体験をさせていただきました。今回はポスターセッションでしたが、説明といっても全て人に一様に話すのではなく相手の年齢や知識に合わせて説明を変える必要があり説明する言葉を細かく変えていきながら話す必要がありました。しかし、自分でも驚いたこと思っていたよりも得意なようで楽しんで説明することができ、聞いていった方々に満足していただけお褒めの言葉をいただくこともできました。その中で、それぞれの分野で活躍される方のさまざまな視点からの意見、指摘を受け、自分自身でも気づかなかった問題点や改善方法をみつけることが出来、さらに研究を進めていこうという意欲が湧きました。また、何度も足を運んでくださり熱心に耳を傾けてくれる企業さんもあり自分の研究に自信と誇り持つことが出来ました。このような機会がなければ実際に自分の研究が実用化されたときのことを考えることはなかったと思います。



永堀君の砥石メーカー外人技術者へのプレゼンの様子

プレゼン担当学生（左から益子君、永堀君、永長君）

謝辞

これまで学会発表での研究発表を行ってきましたが、今回の展示では実際の加工技術を目にすることができ、また現場の技術者の方々から直接助言をいただき、今後の研究にとってとても有意義なものとなりました。

最後になりましたが、ご支援・ご指導いただいた株式会社アドバンテスト様、およびこのような機会を提供していただいたThe 高専@セミコンの関係者の皆様に感謝いたします。