

平成 27 年度
革新的ものづくり産業創出連携促進事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「車載用 SiC 及び GaN 基板の実用化を目指す
CARE 法加工技術の開発」

研究開発等報告書概要版

平成 28 年 3 月

委託者 中部経済産業局

委託先 公益財団法人三重県産業支援センター

目次

第1章 研究開発の概要.....	3
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	3
1-2 研究体制.....	5
1-3 成果概要.....	8
1-4 当該研究開発の連絡窓口	10
第2章 本論.....	11
【1. 新たな加工方式の開発】	11
【1-1】 加工液を保持できる基板回転ヘッドの開発	11
【1-2】 紫外線を照射する方式の開発	13
【1-3】 超音波振動を利用した加工方式の開発（追加検討項目）	15
【2. 触媒定盤の開発】	16
【2-1】 安価な定盤基材と触媒材料の検討.....	16
【2-2】 加工効率向上を図る定盤加工方法の開発	18
【3. 基板洗浄と評価技術の開発】	18
【3-1】 洗浄技術の開発.....	18
【3-2】 量産に対応した洗浄装置の開発	20
【3-3】 洗浄後の評価技術の検討	21
第3章 全体総括.....	22

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1) 研究の目的

[特定ものづくり基盤技術の種類]

主たる技術：(十四) 切削加工に係る技術に関する事項

[川下製造業者等の課題・ニーズ]

ア. 燃費向上

地球温暖化の抑制に向け、CO₂をはじめとした温室効果ガスの排出削減が世界共通の課題となっている。加えて、石油価格が高騰を続けており、自動車業界においては、いかに燃費性能を向上させるかが最大の課題となっている。近年、エンジンに代えてモータを利用することにより、エネルギー効率を高める取り組みがなされており、従来に増して効率の良い次世代半導体基板の開発要請が高まっている。

イ. ハイブリッド化、EV (Electric Vehicle) 化、燃料電池化

現在、多様な次世代自動車が開発されており、今後の厳しい自動車排気ガス規制の導入を考慮すると、「排気ガス・ゼロ (ゼロ・エミッション)」の実現が必要である。ゼロ・エミッションを実現する自動車技術としては、EV化、燃料電池化が有力である。

いずれの方式においても、電力の変換が必要であるため、高効率インバータの開発が必須条件となる。近年急速に普及しているHVの例では、201.6Vのニッケル水素 (Ni-H) 電池を最大650Vまで昇圧し、インバータで三相交流に変換してモータを駆動している。このインバータには、現在シリコン (Si) の縦型IGBT (絶縁ゲートバイポーラトランジスタ: Insulated Gate Bipolar Transistor) を使用しているが、Si半導体デバイスの性能は、その材料特性に基づく理論的限界に近づきつつあり、より効率の高い材料の開発が要請されている。

[高度化指針に定める高度化目標]

ア. 高硬度材料対応

従来の砥粒を使用するCMP (Chemical Mechanical Polishing: 化学機械的研磨) 法*法では炭化ケイ素 (SiC) や窒化ガリウム (GaN) のような高硬度材

料を平坦化するには、Siの100倍以上の加工時間を要し、傷も発生する為、コストに問題があった。CARE (CAlyst-Referred Etching : 触媒基準エッチング) 法*は砥粒を使用しない為、傷の無い高品位面が得られ、デバイス性能が格段に向上し有利である。川下企業は、SiCやGaNの基板のコストを従来のSi並みにすることを要請している。川下企業や大学その他の協力先と緊密に連携して研究開発を行い、高硬度材料 (SiC及びGaN) の平坦化加工コストを、3年以内に現状の5分の1以下にして、車載用パワーデバイスとして実用化することを高度化目標とする。

[具体的内容]

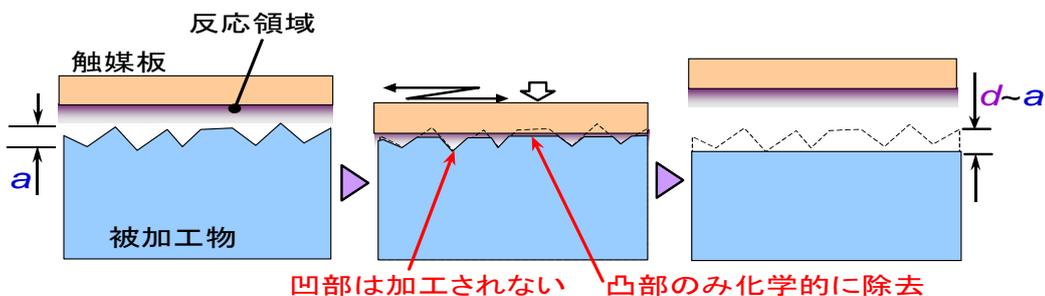
川下企業は、SiCもしくはGaN基板による車載用デバイスを実用化して、電力損失の少ない次世代エコカーを試作することを求めている。これを実現するには信頼性やデバイス特性の高い基板を安定して経済的に量産できる基板の加工技術の確立が必須である。本研究開発において、SiC及びGaN基板のCARE法による量産加工技術を開発することにより、大幅なコスト削減、安全性の向上を達成し、早急にSiC及びGaNによる車載用デバイスを実現させることを目的とする。

*CMP法

研磨液が持つ化学作用と、研磨液に含まれる砥粒の機械作用を併用することにより、基板を平坦化する技術。1995年米IBMより発表され、半導体平坦化の世界標準技術になっている。

*CARE法

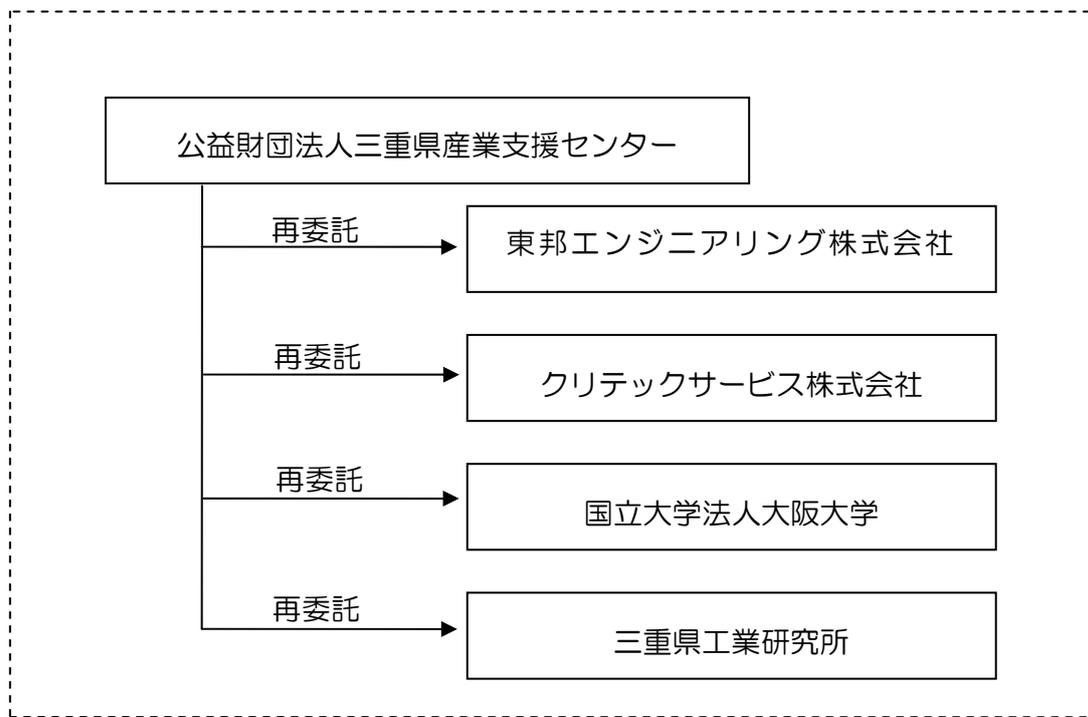
触媒作用により、被加工物との接触部のみナノレベルで平坦化できる加工方法。



1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

1) 研究組織（全体）

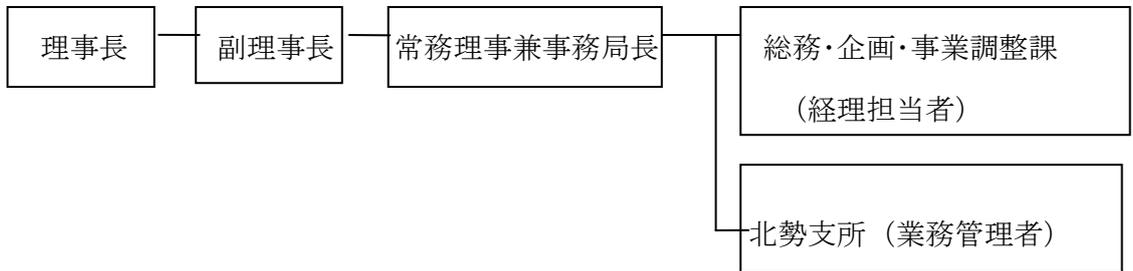


総括研究代表者（PL）		副総括研究代表者（SL）	
所属	東邦エンジニアリング株式会社	所属	国立大学法人大阪大学 大学院工学研究科
役職	代表取締役社長	役職	教授
氏名	鈴木 辰俊	氏名	山内 和人

2) 管理体制

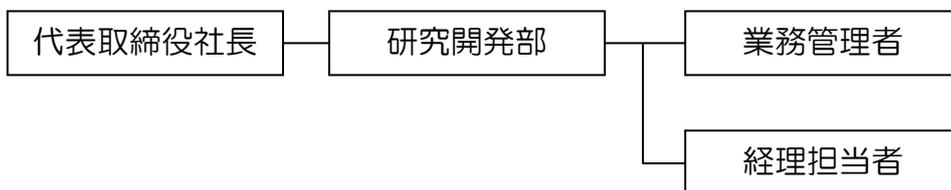
①事業管理機関

公益財団法人三重県産業支援センター

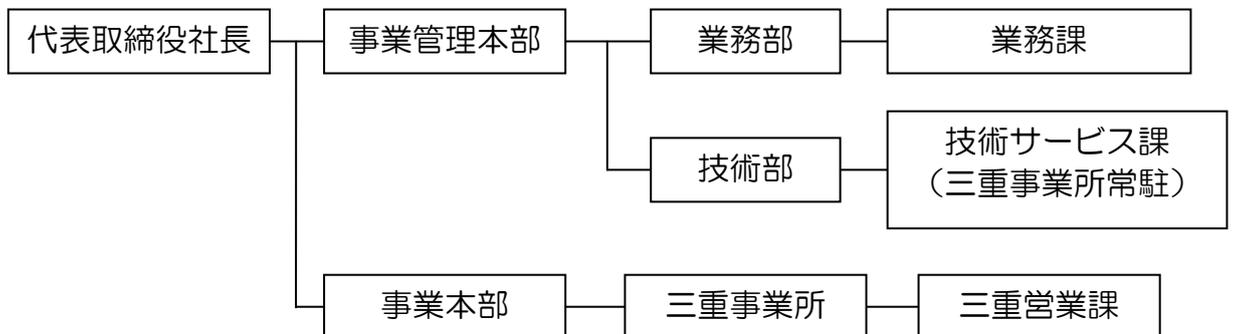


② (再委託先)

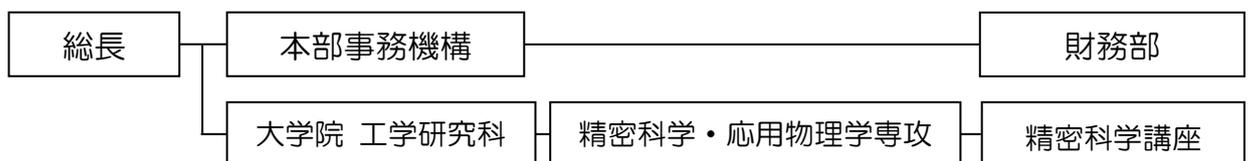
東邦エンジニアリング株式会社



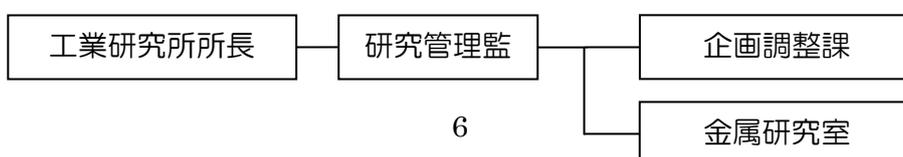
クリテックサービス株式会社



国立大学法人大阪大学



三重県工業研究所



(2) 管理員及び研究員

【事業管理機関】 公益財団法人三重県産業支援センター

管理員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
田中 幹也	北勢支所 センター事務局長	【5-1】
岩崎 美奈子	総務・企画・事業調整課 総務財務班 主事	【5-1】
菊田 繁樹	北勢支所 主任技師	【5-1】
渡部 吉之	北勢支所 技術支援コーディネーター	【5-1】
水谷 克己	北勢支所 技術支援コーディネーター	【5-1】

【再委託先】

研究員

東邦エンジニアリング株式会社

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
鈴木 辰俊	代表取締役社長	【1-1】
鈴木 英資	取締役	【1-2】
松本 英次	研究開発部部长	【2-1】
鈴木 大介	研究開発部 主任研究員	【2-2】
杉本 浩彰	製造・技術部 パッド係リーダー	【3-1】
三井 克義	製造・技術部 研削係リーダー	【3-2】 【3-3】

クリテックサービス株式会社

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
小寺 啓雅	事業本部 技術課 技術サービス課	【3-1】 【3-2】 【3-3】

国立大学法人大阪大学

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
山内 和人	大学院工学研究科 精密科学・応用物理学専攻 精密科学講座 教授	【1-1】 【1-2】 【2-1】
佐野 泰久	大学院工学研究科 精密科学・応用物理学専攻 精密科学講座 准教授	【2-2】 【3-1】 【3-2】 【3-3】

三重県工業研究所

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
稲垣 順一	（金属研究室）主幹研究員	【2-1】 【3-1】 【3-2】 【3-3】

1-3 成果概要

現状のCARE法加工装置は、加工液（HF：フッ化水素酸）の大量消費及び加工液使用による作業員への危険性があり、触媒定盤が高価（定盤基材：フッ素ゴム、触媒材料：白金）で寿命が短く、CARE法により研磨後の基板洗浄方法は、約70℃の王水を使用する為、危険且つ高コストであり、更に基板の汚染除去評価が困難であることに課題がある。これらの課題を解決すれば、量産化が可能になることから、以下の研究開発を行った。

1. 新たな加工方式の開発
2. 触媒定盤の開発
3. 基板洗浄と評価技術の開発

上記項目のサブテーマの目標値及び成果は以下のとおり。

【1. 新たな加工方式の開発】

【1-1】加工液を保持できる基板回転ヘッドの開発

加工液を桶に溜める方式から、基板回転ヘッド内に加工液を保持できる方式に変更することで、研磨液の消費量を現状の1/10以下に削減することを目標とした。開発した加工液保持方式は消費量を現状の1/3以下にでき、一般のCMP装置では有効であるため今後商品化を進める。しかし目標値の1/10に対しては、不十分であったため、別途方式の開発に取り組んだ。追加研究項目【1-3】

【1-1-1】加工液保持型基板回転ヘッドの加工液挙動評価

【1-1-2】加工液保持型基板回転ヘッドの基板への影響

【1-1-3】CMP研磨装置における加工液保持型基板回転ヘッドの検討

【1-2】紫外線を照射する方式の開発

現状 SiC や GaN 基板は、極めて加工能率が低い。基板表面に紫外線を照射する

ことにより、加工量を従来の10倍以上に上げることを目標とした。

【1-2-1】紫外線照射方式の開発

大阪大学において、SiC や GaN 基板のステップテラス上に紫外線によって小さなピットを多数設け、そこを起点に加工を進行させることで、従来 CARE 法の10倍以上の加工量を達成できた。

【1-3】小振幅加工方式の開発（追加開発項目）

CARE 法においては、基板表面と触媒面が小さな振幅で相対運動することで加工が進行することを発見した。実験により従来と同等の加工品質が得られることを確認できた。この結果、危険な加工液である HF（フッ化水素）の使用量を従来の1/10以下に削減することができた。

【2. 触媒定盤の開発】

【2-1】安価な定盤基材と触媒材料の検討

定盤基材と触媒を安価でより高性能な材料を検討することにより、コストを1/2以下に削減することを目標とした。

【2-1-1】安価な定盤基材の検討

安価な材料の検討を進めた。その結果コストを1/2以下に削減できる、材料が見い出された。

【2-1-2】触媒材料の検討

高価な白金（¥4700/g）に代わる触媒材料としてニッケル（¥2.5/g）（白金コストの約1/2000）が有望であることが発見された。

【2-2】加工効率向上と長寿命化を図る定盤加工方法の開発

定盤表面から触媒が剥離しやすく加工中に基板が破損する問題が発生している。新たな表面と溝の加工方法を開発して加工効率を30%以上向上させ、さらに触媒定盤の寿命を2倍以上長くすることを目標とした。

【2-2-1】加工効率向上を図る定盤加工方法の開発

従来の加工方式に比べて【1-3】小振幅運動による加工効率が高いことが分かった。この方式に適した溝仕様のパッド開発し、時間あたりの加工量を20%以上向上できた。

【2-2-2】長寿命化を図る定盤加工方法の開発

触媒を成膜する前の表面を適切な粗さにすることで、膜が剥離しにくいことが分かった。また溝形状を最適化して剥離を減らすことができた。この結果、加工中の触媒剥離はほとんど無くなった。

【3. 基板洗浄と評価技術の開発】

【3-1】洗浄技術の開発

従来王水を加温しつつ洗浄する方式に代わる安全性の高い洗浄技術を開発し、コストを1/2以下に削減することを目標とする。

【3-1-1】金属汚染を除去する洗浄技術の開発

王水に代わる新たな洗浄液を開発し、実験段階でのコストを20%削減できた今後量産できればバッチ処理することにより、さらにコスト削減ができる見込みである。

【3-1-2】乾燥技術の開発

洗浄後の基板品質を確保できる、乾燥方法が確立できた。

【3-2】量産に対応した洗浄装置の開発

従来の枚葉処理から、基板の大口径化及び量産に対応した洗浄装置を開発して、従来のSi基板と同等の洗浄時間を達成する。

【3-2-1】量産に対応した洗浄乾燥装置の開発

バッチ処理による洗浄・乾燥方式を確立し、一般洗浄に関してはSiと同等の時間で洗浄できるが、触媒除去部分に関しては余分な時間を要している。今後検討を重ねて時間短縮を図る。

【3-2-2】洗浄乾燥装置の性能評価

【3-3】洗浄後の評価技術の検討

基板表面の触媒金属汚染を短時間で経済的に確認できる方法を検討する。

【3-3-1】基板評価技術の検討

安定した品質を維持できる洗浄技術が開発できたことにより、全数検査をしなくても、基板洗浄品質が維持できる体制が確立できた。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

事業全般について

公益財団法人三重県産業支援センター 三重県四日市市塩浜町1-30

担当者 ものづくり支援課 主任技師 菊田 繁樹

TEL 059-349-2205 FAX 059-349-2206

e-mail sh-kikuta@miesc.or.jp/

技術的内容について

東邦エンジニアリング株式会社 三重県四日市市山分町字川之下443

担当者 取締役 鈴木英資

TEL 059-364-3811 FAX 059-364-3912

e-mail suzuki-e@tohokoki.jp

第2章 本論

【1. 新たな加工方式の開発】

【1-1】 加工液を保持できる基板回転ヘッドの開発

CARE法でSiC基板を加工するのに使用する加工液のフッ化水素酸(HF)は、定盤が回転する際の遠心力により外側に偏り、基板にHFが接触しなくなることを防ぐ為、5L以上大量に使用しなければならない。加工効率を上げる為には、回転速度を上昇させ、基板が大口径化すると更に量を増やす必要があることから、装置の安全対策や廃液処理コストが問題になっている。この問題を解決する為、基板回転ヘッド内部に加工液を溜められるようにし、HFの使用量を現状の10分の1の500mL以下に削減できる新たな機構を開発することを目標とした。

【1-1-1】 加工液保持型基板回転ヘッドの加工液挙動評価

CARE法加工装置の基板回転ヘッドにリング状のキャップ構造を設け、加工液を保持できるヘッド(図1右)を開発した。基板回転ヘッドの回転による加工液の液面と基板への接触状態を確認する為に、基板回転ヘッドの回転数に対する加工液の挙動を評価した結果、問題無く使用できることが分かった。

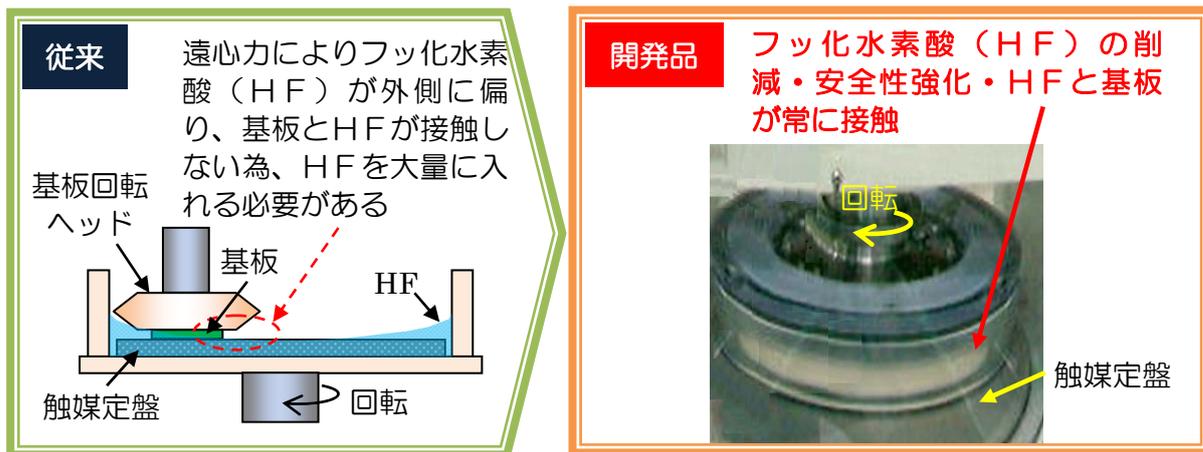
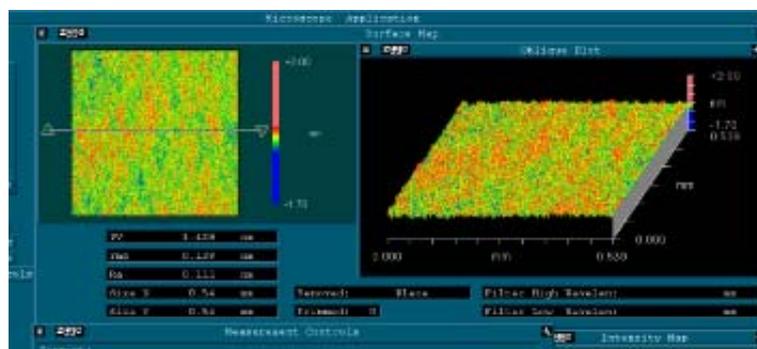


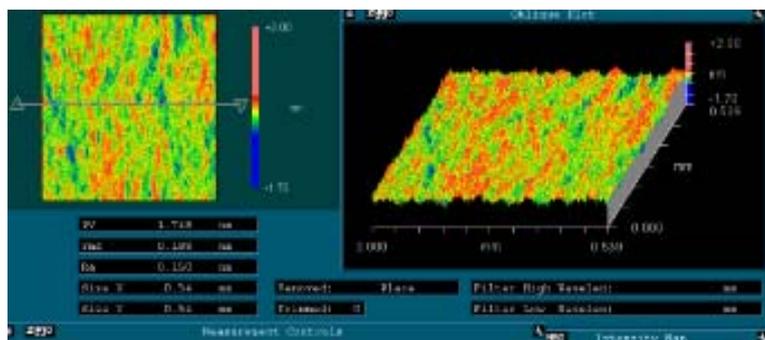
図1 従来型CARE法研磨装置（左）と開発した加工液保持型基板回転ヘッド（右）

【1-1-2】 加工液保持型基板回転ヘッドの基板への影響

開発した加工液保持型基板回転ヘッドにより純水を使用した3インチSi基板とSiC基板のCARE加工表面状態を観察した。従来型と加工液保持型基板回転ヘッドを交換装着し、繰り返し試験を行った。(図2-1)が従来型ヘッドのSi基板表面検査結果、(図2-2)が開発したヘッドのSi基板表面検査結果を示す。表面状態に差は見られなかった。SiC基板は純水では表面状態が加工前後で変化が見られなかった。



(図2-1 従来型ヘッド)



(図2-2 開発したヘッド)

【1-1-3】CMP研磨装置における加工液保持型基板回転ヘッドの検討

加工液保持型基板回転ヘッドを開発して、CMP 研磨装置に装着して研磨試験を実施した。



CMP 研磨装置での実験状況、リングの内部に研磨液が保持されている。

実験結果

スラリー滴下方式	毎分 50cc 60分 3L (加工液代 ¥6,000)	レート 32nm
ヘッド内液保持方式	1回 200cc 4回 0.8L (加工液代 ¥1,600)	レート 32nm

ヘッド内液保持方式は、消費量を3分の1以下にすることができた。 SiC や GaN 基板は Si 基板に比べて硬いため、100 倍程度の加工時間を要することがあるため、この方式により、加工液の大幅な削減が可能になる。

しかし、本事業で目標とする従来方式の10分の1にすることが困難であることが分かった。そのため、項目【1-3】を追加して開発を行った。

【1-2】 紫外線を照射する方式の開発

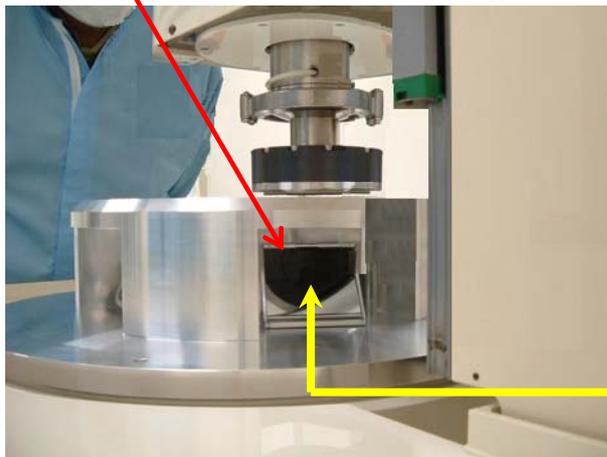
東邦エンジニアリング株式会社では、平成25年からGaN結晶の従来法によるCAREの加工試験に着手しているが、従来のCARE加工方法では、極めてGaN基板の加工量が小さい。そこで、国立大学法人大阪大学の知見を元に、紫外線を照射しながら加工する方式を従来の研磨装置に追加し、加工量を10倍以上向上させることを目標値とした。

【1-2-1】 紫外線照射方式の開発

CMP装置に研磨装置用治具と紫外線照射装置を製作して装着し、基板の表面に紫外線を照射しながら加工できる方式を完成した。定盤本体上に紫外線を通す穴付触媒定盤と、その下に水漏れを防止のための透明な石英ガラスを載置し、定盤は回転するが、紫外線の光源と基板の位置は一定であるため、常に紫外線を照射しながら加工できる

図3に示すように、定盤上部に研磨装置用治具と共に回転する4枚の紫外線反射ミラーを取り付け、紫外線装置により照射された紫外線を基板に反射させる。反射した紫外線は、触媒定盤の穴から、基板表面に照射され、触媒定盤の触媒により、化学反応を促進させつつ、基板を効率的に研磨できる装置を試作した。大阪大学の研究において加工速度が7倍になることが確認できた。

紫外線反射ミラー



紫外線装置

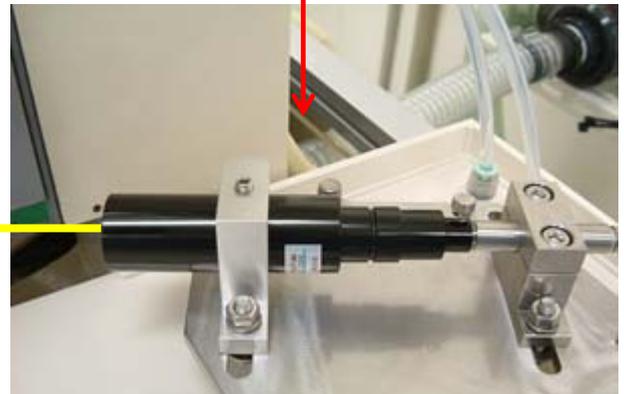
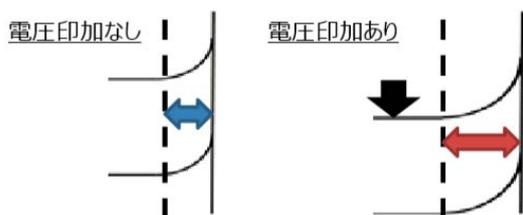


図3 開発した紫外線照射方式の研磨装置
(黄色の線は、紫外線照射のイメージを示す)

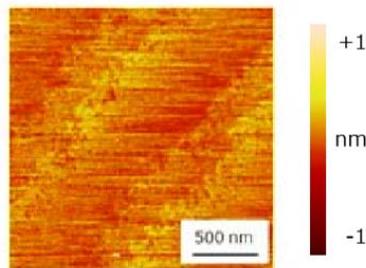
【1-2-2】 電流を付加する方式の開発

紫外線照射をしながら基板に電流を流すと研磨効率が上がることが、大阪大学におけるこれまでの実験で確認されているが、SiC基板が水のみでも加工できることが確認できた。

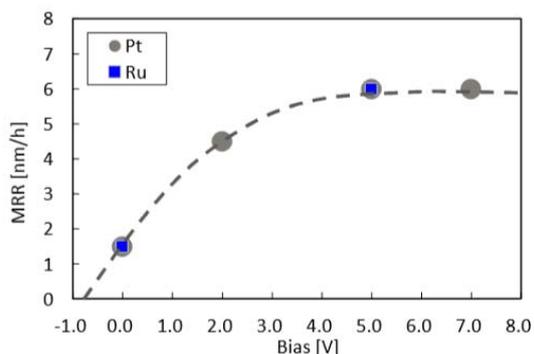
電圧印加による加工速度の向上



電圧印加によって空間電荷層の幅を広げる



BPEC CARE (2 V) : 4.5 nm/h



加工条件

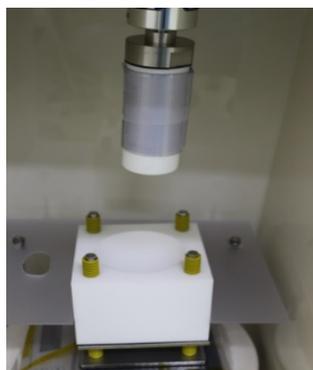
Substrate	SiC (0001) on-axis n-type
Pressure	200 hPa
Rotational speed	15 rpm
Processing time	90 min
Illumination	13.3 mW/cm ² @365 nm
Etchant	Pure water

紫外光照射とバイアス電圧印加により
CARE加工速度が向上

【1-3】超音波振動を利用した加工方式の開発（追加検討項目）

従来のCARE加工装置は、CMP装置をベースにしたもので、加工する基板に対して装置が大型で高価なものである。また基板の加工に要する時間も長いことから実用化を目標にするには、採算性の確保が難しい。

超音波振動を利用した方式による加工方式の開発と試験装置の完成を目標として実験を行ったが、良好な結果は得られなかった。そこで、振幅をやや大きくし振動数を下げた装置を試作して実験を行った結果、CARE加工ができることを確認できた（図4）（平成26年度特許出願）。この方式では触媒定盤を加工する基板よりも、少し大きくすれば加工できるので、加工液の量を1/10以下にすることができた。



(図4) (小振幅実験装置)



(加工した2インチ GaN 基板)

【2. 触媒定盤の開発】

【2-1】 安価な定盤基材と触媒材料の検討

定盤基材は、触媒を成膜する前の母材であるが、HF等に対する耐薬品性があり、塑性変形しにくく、弾力性のある材料が望ましい。現在使用しているフッ素ゴムは高価である為、代替材質による試作を行い、加工への影響を検討した。

また触媒材料として白金（Pt）を使用しているが、非常に高価であることから、安価であり且つ剥離及び摩耗の起こりにくい触媒材料（ニッケル等）の検討を行った。

以上の対策によりコスト低減1/2以下を目標とした。

【2-1-1】 安価な定盤基材の検討

化学薬品耐性で安価な発泡ウレタンでの検討を実施した。しかしながら、発泡ウレタンは、図5の丸印に示すように表面に貫通穴がみられる。このような発泡ウレタンを粘着テープで固定し、CARE法研磨試験を行えば、成膜を行った場合であっても、フッ化水素酸が粘着テープまで含浸し、触媒定盤が回転定盤から剥離するおそれがある。図6に、発泡ウレタンの凹凸を強調したフッ化水素酸が含浸する例を断面図で示す。



図5 使用を検討した発泡ウレタン（丸印は、発泡ウレタンの表面の貫通穴を示す）

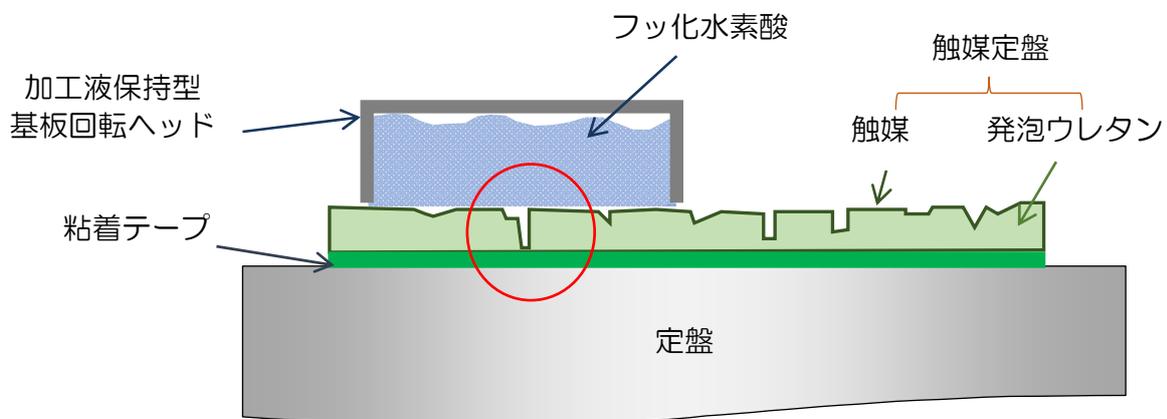
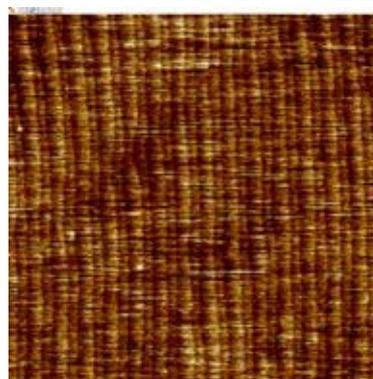
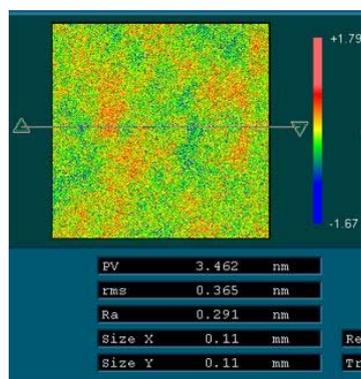


図6 発泡ウレタンの凹凸によるフッ化水素酸が含浸する例（赤丸部分）

最適化な材料を選択することにより、CARE 加工の品質を向上でき、コストを従来の1/10以下にすることが可能になった。以下は新基材で加工した基板の表面。

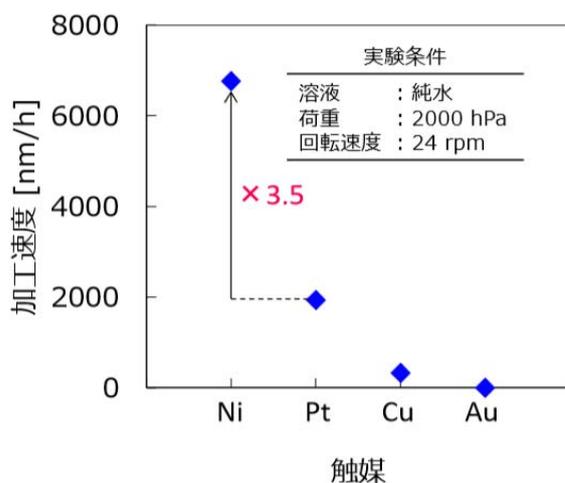


(6 インチサファイア基板表面粗さ Ra0.29nm)と AFM 像 (視野 1 μ 角)

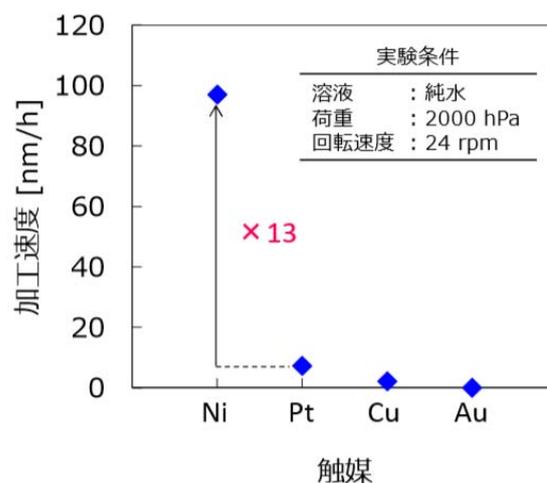
【2-1-2】 触媒材料の検討

SiC 基板においてニッケル (Ni) が有望であることが分かった。

石英基板



4H-SiC (0001)



【2-2】 加工効率向上と長寿命化を図る定盤加工方法の開発

加工効率を向上し、触媒の剥離を防止できる表面と溝の加工方法を開発する。予備実験により成膜面の粗さや加工方法を変更すると、膜の剥離やCARE加工に影響があることが確認された。また、溝の形状によっても影響を受ける為、加工方法を開発して加工効率の30%向上と2倍以上の長寿命化を目標とした。

【2-2-1】 加工効率向上を図る定盤加工方法の開発

加工効率を向上させるためには、基板全面均一に加工液を供給する必要がある。【1-1】、【1-2】及び【2-1】の結果を考慮し、加工効率の高い溝形状を決定した。

溝の働きについての検討を行った。溝形状は、平面的な全体形状（同心円、スパイラル、格子）のみではなく、個々の溝断面形状（凹型、V字型）の検討が必要である。また、溝は触媒定盤と基板との吸着防止の目的も含まれることから、吸着による基板への負荷を低減できる溝幅を決定する必要がある。次に成膜前の定盤の表面粗さについて検討を行った。その結果、CARE加工においては、触媒定盤と加工する基板の界面に加工液を供給することの重要性が見いだされた。触媒定盤の表面粗さが細かいと基板との接触面積が増えて時間当たりの加工量が増えるが、短時間の間に界面の加工液が無くなり、加工量が下がってしまい、界面の加工液が無くなると基板が触媒定盤に吸い付き脱落してしまう。触媒定盤の表面粗さが粗いと基板との接触面積が少なくなり時間当たりの加工量が減るものの、界面の加工液は長時間保持されるため、安定した加工ができる。小振幅運動に適した溝パターンを設定することにより、加工効率を20%向上できた。

【2-2-2】 長寿命化を図る定盤加工方法の検討

触媒定盤の性能が1時間程度の使用で劣化することが明らかになった。定盤の表面加工や溝エッジの処理を最適化してパッドの寿命延長について検討を行ったが効果が低く、触媒表面の活性維持が重要であることが分かった。

【3. 基板洗浄と評価技術の開発】

【3-1】 洗浄技術の開発

将来の大量処理を見据え、触媒（白金）が基板表面に付着するメカニズムを解明して、危険な王水を使用しないことを目標に洗浄技術を開発し、洗浄コストを1/2以下に削減することを目標とした。

【3-1-1】 金属汚染を除去する洗浄技術の開発

CARE法による研磨後の基板に見られる、白金（Pt）の汚染に対し、現在行われている約70℃の王水に代わる、安全で安価な汚染除去技術を開発した。川下事業者から要請されている全反射蛍光X線分析装置（図7）における重金属の付着量の値が $1.1 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-2}$ 未

満を除去基準とした。



図7 全反射蛍光X線分析装置（大阪大学）

以下の検討を行い、王水を使用しない洗浄技術を開発した。その結果コストを20%削減できた。

良好な結果が出たKF-T830を主体とした洗浄フローを改良し、より効果的でPt除去効果の高い洗浄フローを検討した。

		RUN7-1	RUN7-2	RUN7-3	RUN7-4	RUN7-5	RUN7-6
洗浄フロー	薬品処理	KF-T001	KF-T001	KF-T001	KF-T001		KF-T001
	表面処理						
	薬品処理	KF-T830	KF-T830	KF-T830 (条件変更)	KF-T830 (条件変更)	KF-T830	KF-T830
	仕上げ						仕上げ (条件変更)
Pt検出量 ($\times 10^{10}$ atoms/cm ²)	洗浄前	3.23	60.48	7.75	4.84	2.58	14.15
	洗浄後	0.32	9.66	3.42	1.83	0.31	0.00
評価		◎	×	×	×	◎	◎

RUN7-5,7-6でPt除去が確認できた。

※各検出量は、n=3測定平均値

→当初の洗浄フローから薬品前処理を削減、仕上げ方法を変更

【3-1-2】 乾燥技術の開発

基板を研磨後、スピン乾燥装置で基板を乾燥させ、ウォーターマークの発生状態をマイクロスコップで観察し、基板の乾燥技術の確立に向けたデータ収集を行う。そのデータを元に、洗浄後における基板のウォーターマークの課題を解決した乾燥技術開発の開発を行なった。

【3-2】 量産に対応した洗浄装置の開発

量産に対応できるように、Si基板の洗浄と同等の洗浄処理時間を目標として、本研究開発の洗浄方式においても、同時に多数の基板を同時に処理するバッチ処理できる洗浄装置を開発し試作した（図8）。

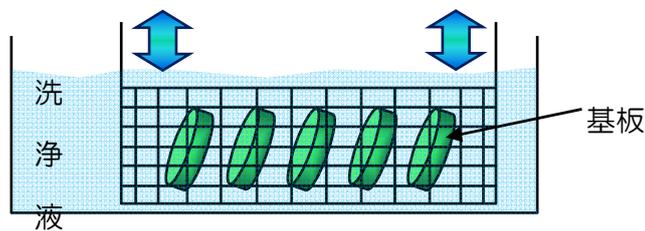


図8 バッチ処理洗浄装置のイメージ図

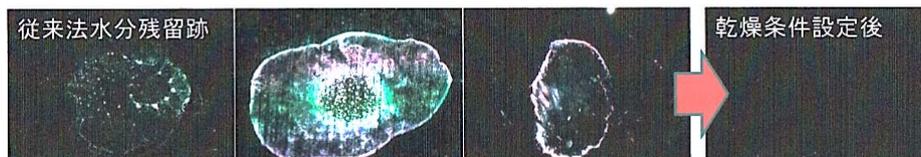
【3-2-1】 量産に対応した洗浄乾燥装置の開発

基板評価を基に、SiC基板や GaN 基板に適した乾燥装置を検討した結果、適した乾燥装置が外部調達できることが分かり製作を依頼した。実験の結果は良好であった。

ウエハ用乾燥機を導入
(2014/11)



・6インチSiウエハで、水洗→乾燥試験を実施、条件を検討
最適条件で処理後、光学顕微鏡で表面を確認



→ ウォーターマークの発生しない乾燥条件を確立
試験研究、及び初期量産対応可能(~500枚/月)

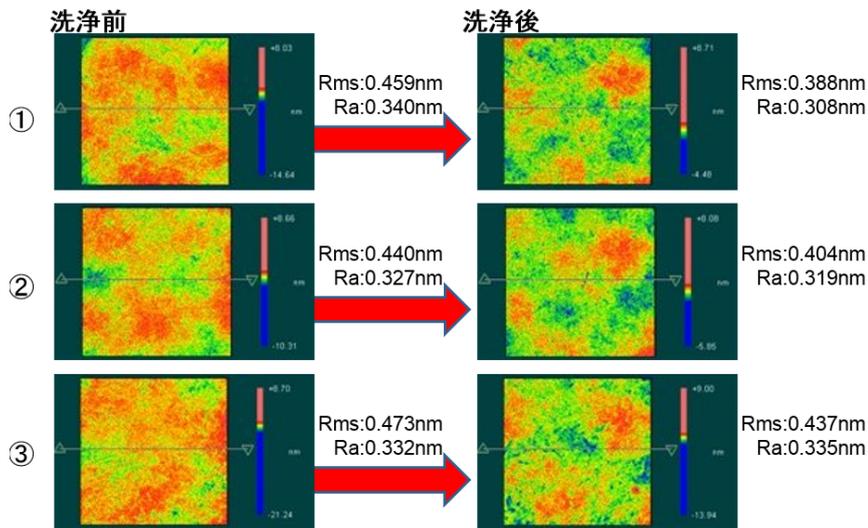
【3-3】 洗浄後の評価技術の検討

【3-3-1】 基板評価技術の検討

洗浄後の汚染除去評価については、一定の洗浄プロセスを実施することで、確実に触媒（白金）の除去が可能な技術が確立できたため、全反射蛍光 X 線分析装置による全数検査が不要になった。また洗浄による基板へのダメージも無いことから洗浄後の検査も省略できる目途が立った。

SiC 基板における、洗浄ダメージの確認

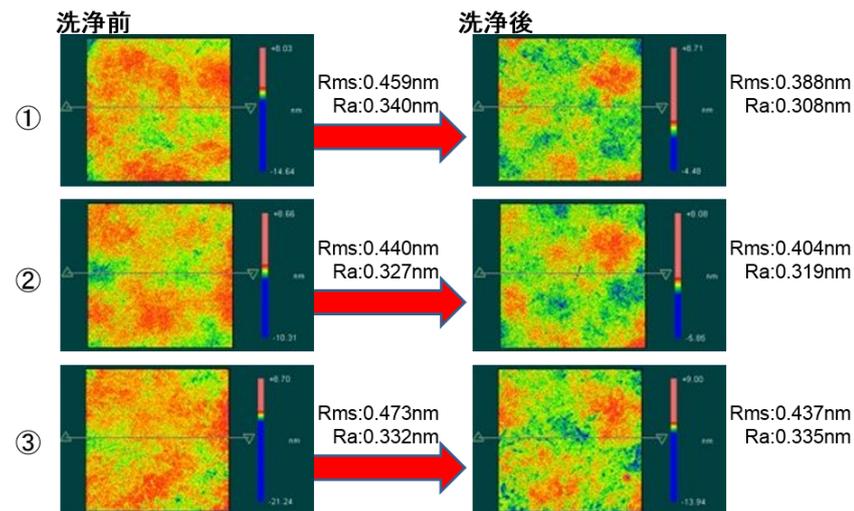
レーザー干渉計を用い、洗浄による基板表面の変化を確認した。



→ 荒れや傷(スクラッチ)の発生は確認されなかった。

GaN 基板における洗浄ダメージの確認

レーザー干渉計を用い、洗浄による基板表面の変化を確認した。



→ 荒れや傷(スクラッチ)の発生は確認されなかった。

第3章 全体総括

各研究開発内容について概ね当初計画通り実施することができた。東邦エンジニアリングにおいて、小振幅による新たな加工方式が考案された。大阪大学において白金に代わる新規触媒や紫外線照射による高能率化が実現できた。クリテックサービスにおいて王水洗浄に代わる新たな洗浄方法が開発できた。6インチSiC基板において、小振幅と新洗浄技術を組み合わせた基板の評価が、川下ユーザーで始まっている。新規触媒や紫外線照射技術を加えたものも平成28年度には評価を受けられる見通しである。またGaN基板については、Si基板の表面にGaNを成膜した6インチ基板へのテストを実施している。CARE法はナノ単位の加工が可能な唯一の技術であり、薄膜の仕上げ加工に適している。今後は本事業の成果を基にサンプル加工を進め、早期の事業化を目指す。