

令和 2 年度 ☒ 当初予算 ☐ 補正予算 (月) 記入日 令和 2 年 6 月 26 日

機 関 名	産業技術センター		課題コード	H300901	事業年度	H30	年度	～	R4	年度
課 題 名	電界砥粒制御技術を用いた新たな切断技術の開発									
機関長名	佐藤 明				担当(班)名	医工連携グループ				
連 絡 先	018-862-3414				担当者名	久住孝幸、中村竜太				
政策コード	2	政 策 名	社会の変革へ果敢に挑む産業振興戦略							
施策コード	1	施 策 名	成長分野の競争力強化と中核企業の創出・育成							
指標コード	1	施策の方向性	競争力強化による航空機産業と自動車産業の成長促進							
種 別	重点(事項名)		地域の独創性を高め世界に通用する企業を育成する研究開発						基盤	
	研究	○	開発		試験		調査		その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評 価 対 象 課 題 の 内 容										
1 研究の目的・概要										
半導体基板を製造する過程において、「半導体インゴット(円柱状のもの)」を、「ウエハ(薄い円盤状のもの)」に切断する技術が必要となるが、この切断技術に秋田県の特許技術である「電界砥粒制御技術」を導入し、新たな「電界スライシング(切断)技術」を開発する。 省エネに必須な次世代パワー半導体基板に用いられるSiC(炭化ケイ素)、GaN(窒化ガリウム)、ダイヤモンドは、高硬度で高い化学的安定性を有する難加工材料であり、素材コスト及び加工コストが高い。「電界スライシング技術」では、切断工程に用いるワイヤー部分に「電界砥粒制御技術」を展開導入することにより、高い切断速度と良好な表面品位の両立を図り、後の研磨工程の負荷低減を図る。										
2 課題設定時の背景(問題の所在、市場・ニーズの状況等)										
地球温暖化対策の一つとして、電力消費量を抑える次世代パワー半導体、特に自動車に搭載される高効率なパワー半導体の必要性が高まっている。 これらの半導体の基板素材は硬く、脆いため、多くの加工時間を要しており、特に切断工程は全工程中の加工時間の6～7割を占めることから、迅速化が求められている。 本技術開発を通して、秋田県内の半導体基板製造関連メーカーや、精密部品加工メーカーへの技術支援を進め、県内企業が県外・国外企業に対して高付加価値・技術的優位性を打ち出し、新たな市場に進出できるよう支援していく。										
3 課題設定時の最終到達目標										
①研究の最終到達目標										
電界砥粒制御技術を切断工程へ導入した『電界スライシング技術』の確立を目的とする。最終的には、例えばφ2インチSiC基板において、切断面精度SORIを30μm以下に維持しつつ、現状10時間程度かかる切断時間を30%低減する技術の確立を目標とする。										
②研究成果の受益対象(対象者数を含む)及び受益者への貢献度										
研究成果を技術移転することで、県内の半導体、電気部品、光学部品、精密部品製造関連企業が新たな市場に進出できるようになり、新製品販売による売上増と新規雇用創出に貢献できる。										

4 全体計画及び財源 別紙のとおり。
5 課題設定時からの市場・ニーズの変化等 概ね、「2 課題設定時の背景」と同じだが、競合技術としてDisco社製「KABRA」の普及版が登場し、市場にて評価が始まった。
6 本県産業や県民生活への向上への貢献の見込み 平成30年度に、ワイヤーソーを設備導入し、これに電界印加可能な形の絶縁対策を施した。今後、本設備を用いて、実機ベースにおける問題点等の検証実験を行う。 また、「8 残る課題・問題点・リスク等」にて記載するとおり、絶縁性ワイヤー工具の調達先を検討する必要があることから、電界スライシング技術専用のワイヤー工具の開発を新たに行うことで、県内企業への技術移転が可能となり、県内企業の優位性が高まる。
7 これまでに得られた成果 電界スライシング技術の卓上型原理実験装置を製作し、モデル実験を実施した。被削材をシリコン材、ワイヤー工具には樹脂コーティングワイヤーを用い、10分間の加工でできた溝深さを比較測定したところ、条件によってばらつくが、無電界に比べ、概ね80%前後の切断速度向上効果を確認した。また、砥粒径と周波数の組合せ条件によっては、110～130%の向上効果が得られた。これらの知見を「切断方法及び切断装置」として特許出願を行った。 ○「切断方法及び切断装置」 特願2018—243799 平成30年12月26日出願 PCT/JP2019/049487 (2019年12月17日国際出願) 発明者：久住孝幸、赤上陽一、越後谷正見 平成30年度に、ワイヤーソーを設備導入し、これに電界印加可能な形の絶縁対策を施した。今後、本設備を用いて、実機ベースにおける問題点等の検証実験を行う。
8 残る課題・問題点・リスク等 ニーズに関しては高いままであるが、平成31年にコベルコ科研が電界スライシングに必要な樹脂コーティングワイヤーの製造から撤退、別企業も撤退済み、製造を行っている別企業では特許関係で購入不可能になるなど、今後絶縁を有するワイヤー工具の調達が困難になる恐れがある。金沢工業大学諏訪部教授より絶縁材コーティングワイヤーの内製を助言されており、今後は本研究テーマと関連して電界スライシング専用のワイヤー工具開発の検討を新たに実施し、県内企業への技術移転を目指す。

9 評価

観点															
1 ニーズの状況変化	○ A ● B ○ C ○ D ・パワー半導体のコストダウンを図るための半導体基板素材の加工時間短縮が強く求められていることから、依然としてニーズは高いが、競合としてレーザースライス(ディスク)の普及版が登場したことから差別化が必要である。 ・SiCの大口径化に対するニーズは高まる一方、コスト低減技術の開発が遅れていることから、本政策課題に係る期待は研究開始当初に比べ高くなっていると判断される。 ・近年実用化されたレーザースライス法に比べ、本政策研究の電界スライシング技術は、設備導入およびランニングコスト、さらに切断面の結晶性の観点から優位性が期待されることから、本技術の開発の成果が強く望まれる。 A. ニーズの増大とともに研究目的の意義も高まっている C. ニーズの低下とともに研究目的の意義も低くなってきている B. ニーズに大きな変動はない D. ニーズがほとんどなく、研究目的の意義がほとんどなくなっている														
2 効果	○ A ● B ○ C ○ D ・電界砥粒制御を切断工程へ導入した電界スライシング技術は秋田オリジナルであり、技術確立により、φ2インチSiC基板において、切断面精度SORIを30μm以下に維持しつつ、現状10時間程度かかる切断時間を30%低減することが可能となる。 ・県内への技術移転先を確保しているため、県内企業のコストダウン並びに高付加価値・技術的優位性確保に大きく貢献することが期待される。 ・切断時間を30%低減する技術開発の成果により、SiCデバイスのコストダウンを図ることができることから、本政策研究による成果物のパワーデバイス分野への貢献は大きい。 ・本政策研究の電界スライシング技術は、設備導入に係るコストと技術の両面から、県内企業が導入できる技術であり、県内の半導体、電子・光学部品関連企業への直接的な効果が期待される。 A. 大きな効果が期待される C. 小さな効果が期待される B. 効果が期待される D. 効果はほとんど見込めない														
3 進捗状況	● A ○ B ○ C ○ D ・試作した卓上型実験装置では無電界に比べ、モデル実験ではあるが、令和2年度の目標30%に対し既に約80%の向上効果を確認し、条件によっては、110～130%の向上効果が得られている。 ・卓上型の実験装置の試作を予定より早く完成し、既に、モデル実験で切断速度の80%向上の原理確認ができています。 A. 計画以上に進んでいる C. 計画より遅れている B. 計画どおりに進んでいる D. 計画より大幅に遅れている														
4 目標達成の状況	○ A ● B ○ C ○ D ・樹脂コーティングワイヤーの安定供給が危惧されたところであるが、研究開発での必要分は確保されており、また、将来に県内企業が本研究成果の活用に必要なとされる部材については、既に対応策として他社による製造供給の計画があり、加えてレジンボンドワイヤーによる代替技術の開発も検討中である。 ・予定の前倒しで、原理確認のための検討は進捗している。 ・一方、装置の実用化に必要なとる部材(樹脂コーティングワイヤー)の供給に不安要因があるとのことで、部材代替案の遂行、さらには新しい部材製造技術に関する開発等、当初計画にない開発に取り組む必要性が生じている。これらは本政策研究の次のステップとも考えられるが、既に検討に着手されており、計画期間内での実用化技術の構築も可能な計画が進められている。 A. 目標達成を阻害する要因がほとんどない C. 目標達成を阻害する要因がある B. 目標達成を阻害する要因が少しある D. 目標達成を阻害する要因が大きいにある														
総合評価	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>各評価項目が全てA評価である課題</td> </tr> <tr> <td>B+</td> <td>各評価項目がB評価以上であり、A評価が2つ以上の課題 (A評価を除く)</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>各評価項目がB評価以上である課題 (A評価、B+評価を除く)</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>いずれかの評価項目でC評価がある課題 (D評価を除く)</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>いずれかの評価項目でD評価があり、評価要因が改善不可能で、研究継続が困難と認められる課題</td> </tr> </tbody> </table> ○ A 当初計画より大きな成果が期待できる ○ B+ 当初計画より成果が期待できる ● B 当初計画どおりの成果が期待できる ○ C さらなる努力が必要である ○ D 継続する意義は低い	判定基準		A	各評価項目が全てA評価である課題	B+	各評価項目がB評価以上であり、A評価が2つ以上の課題 (A評価を除く)	B	各評価項目がB評価以上である課題 (A評価、B+評価を除く)	C	いずれかの評価項目でC評価がある課題 (D評価を除く)	D	いずれかの評価項目でD評価があり、評価要因が改善不可能で、研究継続が困難と認められる課題		
判定基準															
A	各評価項目が全てA評価である課題														
B+	各評価項目がB評価以上であり、A評価が2つ以上の課題 (A評価を除く)														
B	各評価項目がB評価以上である課題 (A評価、B+評価を除く)														
C	いずれかの評価項目でC評価がある課題 (D評価を除く)														
D	いずれかの評価項目でD評価があり、評価要因が改善不可能で、研究継続が困難と認められる課題														
評価を踏まえた研究計画等への対応 ・ワイヤーソーの高効率化のニーズはテーマ開始時期より格段に高まっており、引き続き研究活動を推進する。 ・原理実験で効果を見出し、国際特許出願につなげることができた。さらに電界印加可能な実証実験用のワイヤーソーも導入できたため、実用化に向けた検討を実施して更なる研究の推進を図るが、近年実用化されたレーザースライス法など競合技術も出てきており、当初目標の効率向上を30%から40%へ上方修正し、また、新たにカーフロスという指標を設け、現状の200μmからの低減を今後図ることとした。 ・樹脂コーティングワイヤーの内製化は、困難度は高いが、電界スライシングの必須副資材の一つである樹脂コーティングワイヤーの研究の第一人者と密に連携をとって、より最適なコート剤の探索にもつなげたい。															
(参考)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>事前</th> <th>中間(R1年度)</th> <th>中間(年度)</th> <th>中間(年度)</th> <th>中間(年度)</th> <th>中間(年度)</th> <th>中間(年度)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>過去の評価結果</td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	事前	中間(R1年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)	過去の評価結果	B					
事前	中間(R1年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)									
過去の評価結果	B														

令和 2 年度 ■ 当初予算 □ 補正予算 (月)

機 関 名	産業技術センター	課題コード	H300901	事業年度	H30	年度 ~ R4	年度
課 題 名	電界砥粒制御技術を用いた新たな切断技術の開発						

4 全体計画及び財源									
(全体計画において 計画 実績)									
実施内容	到達目標	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度	R1到達目標	到達状況	
電界スライシング技術実験装置の試作	実験装置の試作	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	H30にて装置の試作が終了し、目標達成済。	原理実験装置の試作を実施。 一次モデル実験可能なレベルに試作完了。	
電界スライシング技術の基礎検討①	導電性材料向け技術の確立	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	導電性材料向け技術の確立に向けた検討	モデル実験を通して、切断速度向上効果(80%向上)を確認。各種知見を国内特許出願及び国際出願済。	
電界スライシング技術の基礎検討②	絶縁性材料向け技術の確立	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	
電界スライシング技術の企業への展開	企業への展開と実用化検討	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	―― ―― ――	当初の予定になし	市販のワイヤソーを電界印加可能に改造したモデルを製造し、H30に導入した。R1は無電界下の加工条件出しを実施。ただし、電界印加用ワイヤー工具調達先が難航中。	
計画予算額(千円)		2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	合計		
当初予算額(千円)		3,187	3,035	2,897			14,000		
財源内訳	一般財源	3,187	3,035	2,897			9,119		
	国 費						9,119		
	そ の 他								

電界砥粒制御技術を用いた新たな切断技術の開発（産業技術センター、H30～R4）

半導体基板を製造する加工工程において、「半導体インゴット」を「ウエハ」状に切断する工程に、秋田県の特許技術である「電界砥粒制御技術」を導入して、新たな「電界スライシング（切断）技術」を開発する。

【次世代半導体デバイス】

- ・ SiC（炭化ケイ素）
- ・ GaN（窒化ガリウム）
- ・ ダイヤモンド…など

ワイドギャップ
半導体

【問題点】

高硬度・高い化学的安定性

⇒素材・加工コストが高い

低炭素社会、電気エネルギーの効率運用



青色LED（日亜化学）



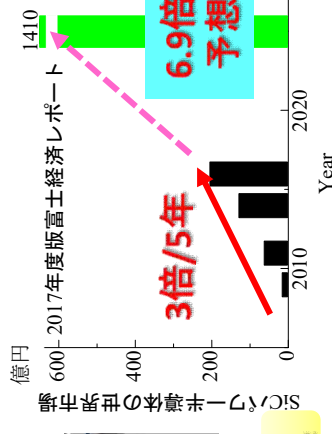
LED照明（Panasonic）



SiCパワー半導体の適用車両（JR東日本、東海）



N700S（2020）



ワイドギャップ半導体：省エネに必須な次世代半導体デバイス

【研究内容】

～狙い～

- ・ インゴットからウエハへの加工時間のうち、6～7割を占める切断工程の迅速化・高品位化

～手法～

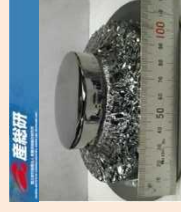
- ・ 遊離砥粒方式のワイヤソーにおいて、電界砥粒制御を導入し、切断効率の向上効果を狙う

～最終到達目標～

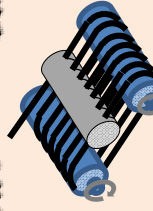
- ・ 「電界スライシング技術」の確立
- ・ $\phi 2$ インチ SiC 基板の切断時間の30%低減

～半導体用ウエハ製造プロセスと研究開発の狙い～

インゴット



外周形成



切断工程

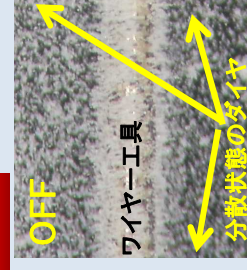
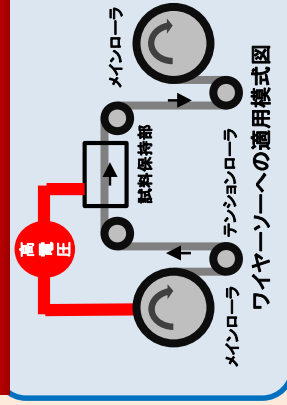
研削工程

研磨工程

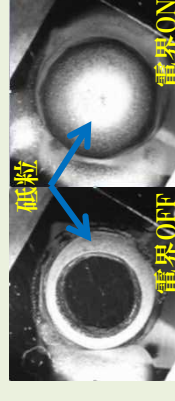
ウエハ



「電界スライシング技術」の開発



電界砥粒制御技術



秋田県の特許技術。電界によって、研磨砥粒の配置制御を行い、研磨加工の効率を向上させる。小径ボールエンドミルの刃先仕上などで実用化済。

【研究成果の受益対象及び受益者への貢献度】

- ・ 研究成果を技術移転することで、市場規模の拡大が予想される次世代半導体デバイス製造参入の支援を行う。