

令和 3 年度 ■ 当初予算 □ 補正予算 ( 月) 確定日 令和3年8月18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	システム制御グループ						
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。一例として、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最終的な目標とする。

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、近年、あらゆる機械製品に搭載される「半導体」不足が世界的に深刻化し、さまざまな影響を起しつつある。深刻な半導体不足を解消するため、世界ではさまざまな対策が動きだしており、半導体産業に従事する大手各社が巨額投資の投入計画を発表している。本テーマが関係する半導体材料切断装置も大口受注が続いており、活況を呈している。

#### 6 本県産業や県民生活への向上への貢献の見込み

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、条件によってはばらつきがあるが、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

また、平成30年度に設備導入した電界印加可能な形に絶縁対策を施したワイヤーソーを用い、令和2年度に初めて、実機ベースにおける電界スライシング技術の検証実験を行い、シリコン材料(半導体)とガラス材料(絶縁材)に対して10%の切断速度向上効果を得た。

#### 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。そこで、令和2年度にJST A-STEPTライアウト事業に電界スライシング技術向け絶縁材コーティングワイヤーの開発を申請したところ、採択された。本テーマとも連携して電界スライシング専用のワイヤー工具開発を行い、県内企業への技術移転を目指す。

9 評価

<p>観点</p> <p>1 ニーズの状況変化</p>	<p>○ A ● B ○ C ○ D</p> <p>・電気自動車はガソリン・軽自動車に比べ大きな電力を必要とするためパワー半導体基板を用いるが、パワー半導体基板を製造する際のインゴットをウエハに切断する工程での加工コストや加工時間が負担となっており、短時間・低コストで切断できる加工技術へのニーズは依然として高い。</p> <p>・脱炭素化に向けた自動車のEV化の研究開発は加速しており、パワー半導体基板の需要は益々高まっている。本研究課題が着目している電界スライシング技術は、パワー半導体基板、特にSiCを短時間かつ低コストで切断する技術であり、本技術の開発の成果は強く望まれている。</p> <p>・昨今の半導体不足・リスクを回避するため半導体の国産化の動きが活発化しており、本研究課題に関係する切断装置も大きな需要が見込まれている。</p> <hr/> <p>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</p> <p>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</p>												
<p>2 効果</p>	<p>○ A ● B ○ C ○ D</p> <p>・パワー半導体基板に用いられる炭化ケイ素などの高硬度で化学安定性の高い難加工材料に対して、電界スライシング技術を導入することで切断工程の加工負担が軽減される効果が期待される。</p> <p>・本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、パワーデバイス分野への貢献は大きい。</p> <p>・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。</p> <hr/> <p>A. 大きな効果が期待される C. 小さな効果が期待される</p> <p>B. 効果が期待される D. 効果はほとんど見込めない</p>												
<p>3 進捗状況</p>	<p>○ A ● B ○ C ○ D</p> <p>・卓上試験においては、砥粒径と周波数の最適条件により、無電界と比較して切断速度が30%向上することが確認され、また、電界スライシング技術を適用した加工実機においても、半導体シリコン材料と絶縁材ガラス材料に対する加工試験の結果として、切断速度が10%向上することが確認されるなど、全体として計画通りに進んでいる。</p> <p>・卓上型原理実験用の試作機により、本技術の特徴である電界の効果として、10～30%の切断速度の向上を確認できている。さらに、実機レベルの装置において、半導体シリコンと絶縁材ガラスに対する切断速度の向上効果として10%の向上を確認できている。以上から、全体として計画通りに進んでいるといえる。</p> <hr/> <p>A. 計画以上に進んでいる C. 計画より遅れている</p> <p>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</p>												
<p>4 目標達成の状況</p>	<p>○ A ● B ○ C ○ D</p> <p>・昨年度に危惧された絶縁樹脂コーティングワイヤーの安定供給については、JSTのA-STEPによる資金支援を受け開発に着手し、想定リスクは大幅に軽減されており、今後の開発進捗と将来における県内企業への技術移転にわずかなリスクを残すだけとなっている。</p> <p>・装置の実用化に必要な部材(樹脂コーティングワイヤー)の供給リスクを回避するため、JSTのA-STEPの資金による部材開発を始めている。これは当初の計画にない、本政策研究の次のステップとも考えられるが、計画期間内での実用化技術の構築も可能とすべく検討が進められている。</p> <hr/> <p>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</p> <p>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いにある</p>												
<p>総合評価</p>	<p>○ A 当初計画より大きな成果が期待できる</p> <p>○ B+ 当初計画より成果が期待できる</p> <p>● B 当初計画どおりの成果が期待できる</p> <p>○ C さらなる努力が必要である</p> <p>○ D 継続する意義は低い</p> <table border="1" data-bbox="750 1467 1340 1736"> <thead> <tr> <th colspan="2">判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>全ての評価項目が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つ又は3つの課題</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+評価に該当する課題を除く)</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評価に該当する課題を除く)</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>いずれかの評価項目でD評価がある課題</td> </tr> </tbody> </table>	判定基準		A	全ての評価項目が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つ又は3つの課題	B	各評価項目がB評価以上である課題 (A評価、B+評価に該当する課題を除く)	C	いずれかの評価項目でC評価がある課題 (D評価に該当する課題を除く)	D	いずれかの評価項目でD評価がある課題
判定基準													
A	全ての評価項目が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つ又は3つの課題												
B	各評価項目がB評価以上である課題 (A評価、B+評価に該当する課題を除く)												
C	いずれかの評価項目でC評価がある課題 (D評価に該当する課題を除く)												
D	いずれかの評価項目でD評価がある課題												
<p>評価を踏まえた研究計画等への対応</p> <p>・パワー半導体向けに限らず、一般的な半導体需要が増大している中、半導体用基板の安定供給に向けた技術として、引き続き研究活動を推進する。</p> <p>・本技術のコア素材の一つである樹脂コーティングワイヤーの供給不安についての課題に対して、JSTのA-STEPによる資金支援を受けることができたため、より積極的な電界スライシング技術向けの新たなワイヤー工芸開発と位置づけた研究活動を推進する。</p>													
<p>(参考) 過去の評価結果</p>	<table border="1"> <tr> <td>事前</td> <td>中間(R1年度)</td> <td>中間(R2年度)</td> <td>中間(年度)</td> <td>中間(年度)</td> <td>中間(年度)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	事前	中間(R1年度)	中間(R2年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)		B	B			
事前	中間(R1年度)	中間(R2年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)								
	B	B											

令和 3 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	R2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。実機ベースで実証実験を開始。
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						当初の予定になし	モデル実験並びに実機ベースでの実証実験を前倒しして開始
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	・電界印加可能な改造したワイヤーソー(H30導入)にて、R2に電界印加切断実験を実施。 ・電界印加用ワイヤー工具の開発を開始。
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	2,563		14,000	
財源内訳	一般財源	3,187	3,035	2,897	2,563		11,682	
	国費						11,682	
	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)



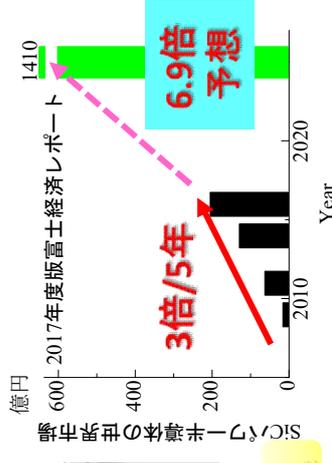
LED照明(Panasonic)



SiCパワー半導体の適用車両(IR東日本、東海)



N700S(2020)

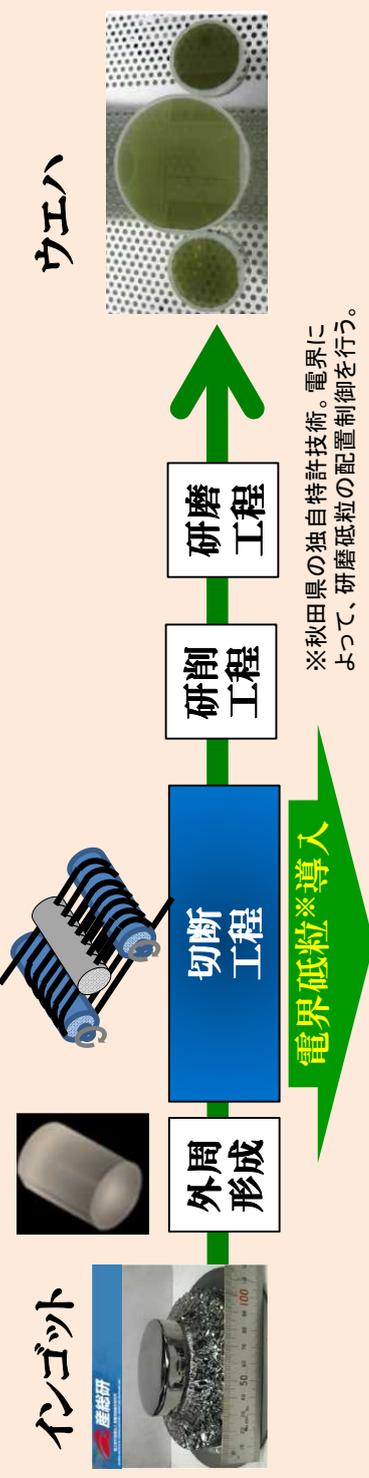


## ワイドギャップ半導体：省エネに必須な次世代半導体デバイス

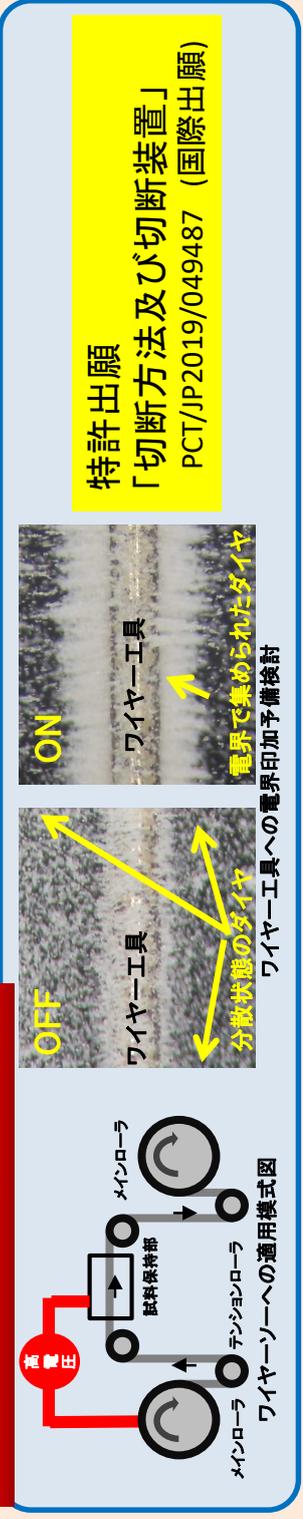
## 【研究内容】

- ～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

## ～半導体用ウエハ製造プロセスと研究開発の狙い～



## 「電界スライシング技術」の開発



## 【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。