

# 令和2年度福岡県リサイクル総合事業化センター 研究成果発表会プレゼン資料

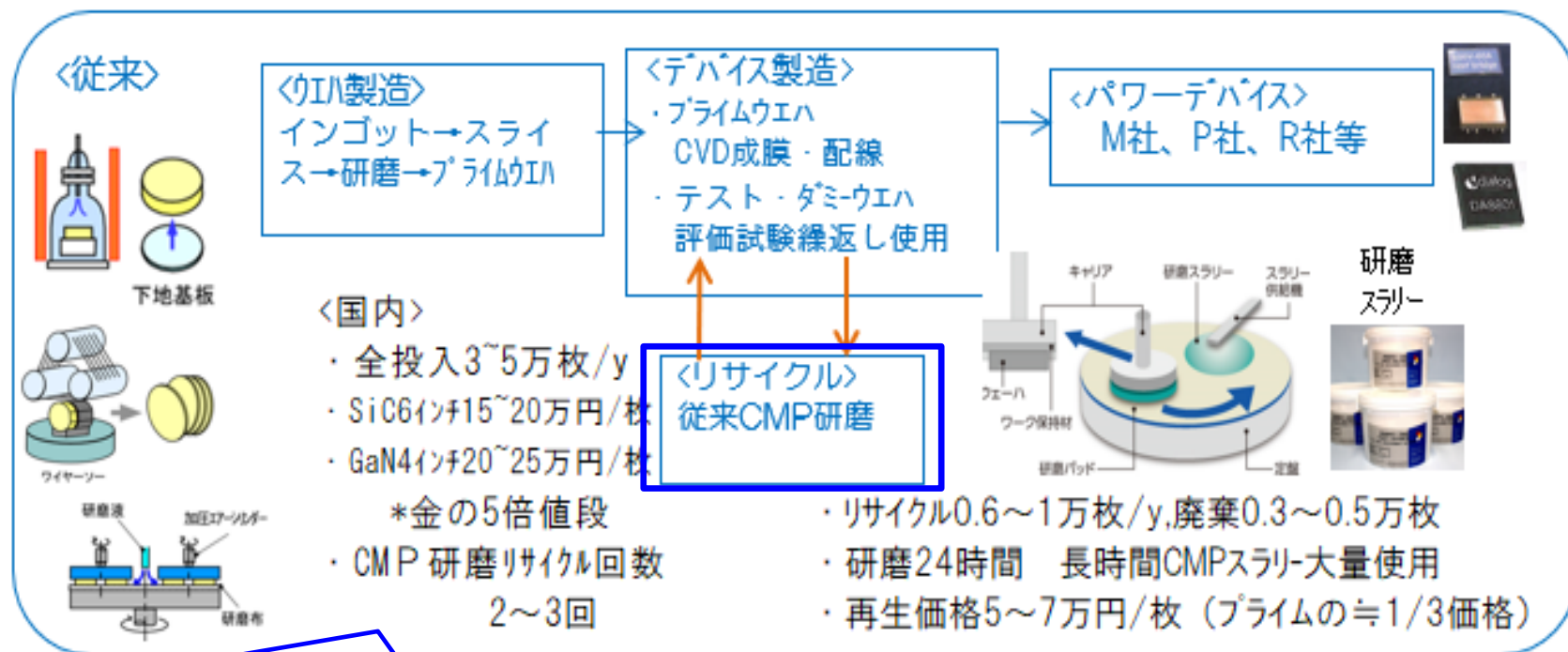
研究会名称：「パワーデバイス用硬脆ウエハリサイクル研究会」

2020年 10月 29日

研究代表者 : (株)新菱  
共同研究者 : 熊本大学

# 1. 目的<背景>

## ・硬脆ウエハのマテリアルフロー



- ・長時間研磨でコロイダルシリカスラリー使用量多い→コスト高
- ・研磨時間長く、研磨機台数多い→工数増、設置クリーンルーム広い→コスト高
- ・廃スラリー(強酸・強アルカリ)廃液処理→コスト高

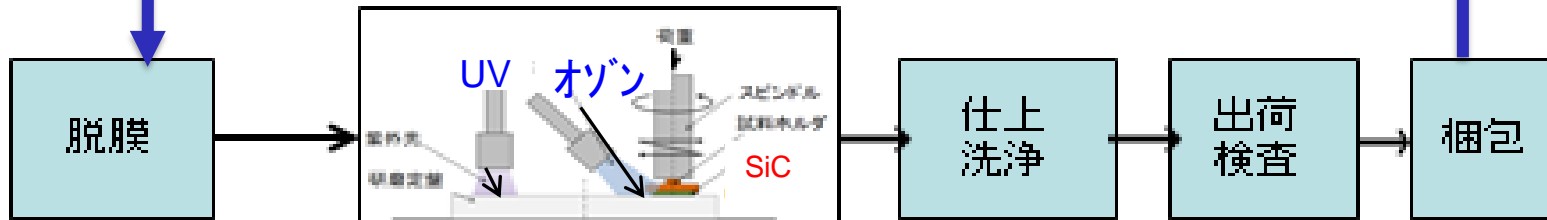
# ・硬脆ウエハリサイクルシステム

パワデバイス  
工場



とても硬い  
物質です。

SiC、GaNウエハリサイクル研磨



顧客デバイス工程の  
製膜物のケミカル除去

・研磨テスト  
研磨速度、粗度、ダメージ

・本格機の設計課題研究



熊本大学と共同開発

脱膜と洗浄工程は既存  
シリコンウエハの技術を利用

テクスチャール加工ガラス定盤/UV/UVI  
援用でスラリーレスが目標  
研磨レートを従来の2倍にして  
コストダウン

| 硬度 | 物質      |
|----|---------|
| 10 | ダイヤモンド  |
| 9  | SiC GaN |
| 9  | サファイア   |
| 7  | Si      |
| 5  | ナイフ刃    |
| 4  | ガラス     |

# ・リサイクル事業化時の効果

| 研究アイテム  | 発生元業種                | 対象廃棄物                         | リサイクル製品   | 備考   |
|---|----------------------|-------------------------------|---|------|
| 硬脆ウエハリサイクル<br> | ・次世代高性能<br>パワーデバイス各社 | テスト・ダミーウエハ<br>エピ、イオン注入<br>不良品 | SiC、GaNウエハ<br> | 熊大共研 |

事業化時の研磨工程スラ-及び廃液削減量（年間）\*2025年

従来技術:  
大量使用の  
コロイダルシリカ



|           | CMP研磨廃液性状              | トライボケミカル<br>研磨廃液性状   | CMP研磨廃液量          | トライボケミカル<br>研磨廃液量 | スラ-・廃液削減金額<br>(百万円) |
|-----------|------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| SiC（令和6年） | コロイダルシリカを<br>含んだアルカリ廃液 | ウエハー研磨削り層<br>のみを含む廃液 | 350m <sup>3</sup> | 32m <sup>3</sup>  | 66                  |
| GaN（令和6年） | 同上                     | 同上                   | 13m <sup>3</sup>  | 1m <sup>3</sup>   | 23                  |

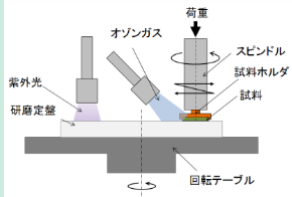

事業化時のパワーデバイステストダミーウエハ廃棄削減量（年間）

早期に廃棄される  
SiCテストウエハ

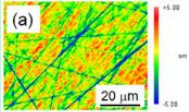
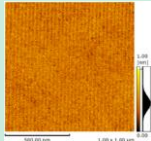
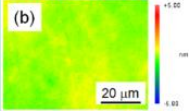
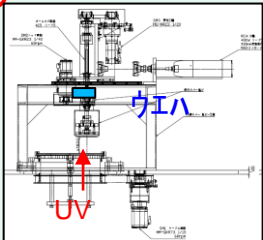
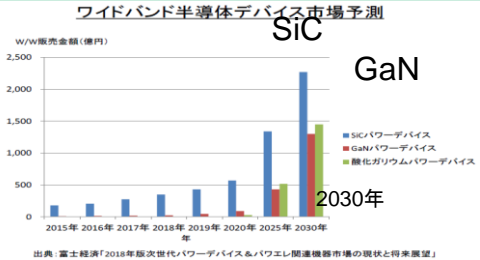


|           | CMP研磨廃棄枚数<br>(研磨剤使用)   | トライボケミカル<br>研磨廃棄枚数 | 削減枚数   | 削減金額<br>(百万円) |
|-----------|--|--------------------|--------|---------------|
| SiC（令和6年） | 0.58万枚   | 0.29万枚             | 0.29万枚 | 580           |
| GaN（令和6年） | 0.24万枚   | 0.12万枚             | 0.12万枚 | 180           |
| 備考        | ○CMP研磨リサイクル回数 2~3回<br>○トライボケミカル研磨リサイクル回数 4~6回<br>※新研磨法と当社脱膜技術で倍のリサイクルが可能 |                    |        |               |

# ・リサイクル研磨機実用化への必要事項

|   | 必要事項  | 目的・目標  | 取り進め  |
|---|---|--|---|
| 1 | 研磨速度のアップ<br> | ①研磨時間短縮: 1/2以下<br>②スラリーレス  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・原理的な性能確認<br/>10mm□チップ研磨</li> <li>・GaN研磨速度:<br/>従来≒0.3μm/h×2倍以上</li> </ul> |
| 2 | 研磨表面品位の維持   | ①現CMP並み仕上げ粗度Ra=0.2nm<br>②スクラッチ(研磨傷)発生無し<br>③平坦度(反り): 25μ以下(4“)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・原理的な性能確認<br/>: 0.2nm確保</li> <li>・平坦度は大口徑で<br/>確認要</li> </ul>              |
| 3 | コストダウン  | ①作業工数削減 Δ3人/日<br>②スラリーコスト削減: Δ1億円/y<br>③廃棄物削減 : Δ300t/y<br><div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>従来技術: 大量<br/>使用のコロイダル<br/>シリカスラリー</p> </div>  </div> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・研磨速度上げる事<br/>で実現させる。</li> </ul>   |
| 4 | 本格機の実現<br>(GaN、SiC適用機)  | ①大口徑化 10mmチップ→4~6インチ<br>②機器信頼性: 品質、剛性、保安安全性  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロト機で実証要<br/>Si研磨機での知見<br/>生かす。</li> </ul>                                |

## 2. 課題-目標と結果

|      | 研究課題   | 到達目標  | 結果   |
|------|--|---|--|
| 課題A: | <ul style="list-style-type: none"> <li>・オゾン/UV援用のトライボケミカル研磨のGaN研磨速度、面精度への影響確認</li> <li>・SiC研磨への適用性評価</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・研磨回転数・荷重・O3供給量、UV照度等影響の明確化</li> <li>・目標粗度Ra: <u>0.2nm以下</u></li> <li>・目標研磨速度: <u>従来法(コロイダルシリカ湿式法)の2倍以上</u><br/>(GaN: 0.3<math>\mu</math>m/h、SiC: 0.012<math>\mu</math>m/h)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・回転数(200rpm(定盤)、31rpm(GaN))、荷重(0.5kg/cm<sup>2</sup>)で研磨可能。</li> <li>・O3濃度: 27g/m<sup>3</sup>以上、照度: 318mW/cm<sup>2</sup>以上で、Ra: <u>0.15nm</u>、<br/><b>GaN研磨速度: <u>4.6<math>\mu</math>m/h</u>を達成。</b><br/><b>SiC研磨速度: <u>1.3<math>\mu</math>m/h</u>を達成。</b></li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>研磨前→</p>  </div> <div style="margin-right: 10px;"> <p>原子ステップ確認→</p>  </div> <div> <p>研磨後→</p>  </div> </div> |
| 課題B: | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化に向けての課題検討</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・装置設計の課題(基板の耐熱固定方法、基板/定盤間安定接触、振動・剛性対策)</li> <li>・UVレスGaN研磨の可能性検討</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計課題を網羅した<b>プロト機の設計図</b>までは出来た。</li> <li>・GaN: <b>UV有が品質高</b><br/><b>研磨速度も速い。</b></li> </ul>   |
| 課題C: | <ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーデバイス市場調査</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・硬脆ウエハ利用の顧客先、時期、採用枚数、リサイクル枚数、要求再生ウエハ品質、価格の把握。</li> <li>・SiC再生市場規模の把握</li> <li>・GaNのレーザ、高周波デバイス利用拡大時期の把握</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・GaN系PDの拡大は2025年以降。</li> <li>・LD用展開がその前で面品質要求高い。製造メーカーでの新研磨技術活用可能性有。</li> <li>・現状SiC再生≒200枚/m、2025年≒1000〃。シェア考え合わせ事業化</li> <li>・GaN: 20年後半より高品位4インチウエハ。ヒ<sup>o</sup>不良品の研磨再生可能性</li> </ul>  |

# 課題A: GaN、SiC研磨への適用評価

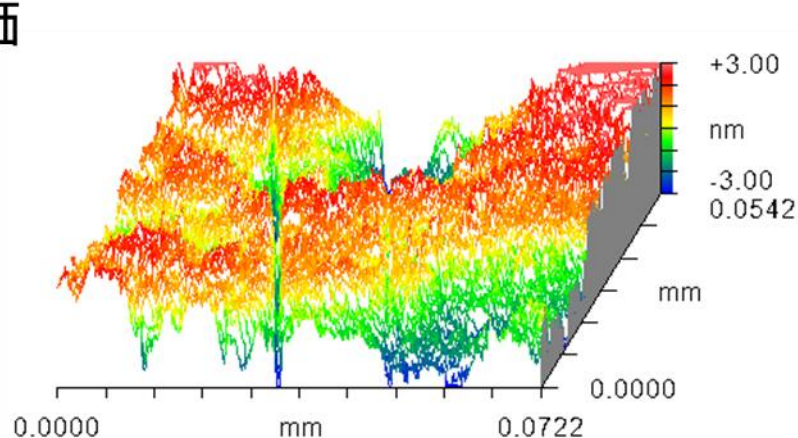
|   | GaN  | SiC   | Si   |
|---|--|---|--|
| ヤング率[GPa]                                       | 150  | 400   | 170  |
| ビッカース硬さ[MPa]                                    | 14980  | 24510   | 9804   |
| 融点[°C]  | >2500  | 2830  | 1410   |
| コロイダルシリカによる研磨速度(pH11)[ $\mu\text{m}/\text{h}$ ] | 0.3  | 0.012   | 60   |
| 研磨条件  | 定盤: 合成石英<br>定盤回転数: 200rpm<br>ホルダ回転数: 31rpm<br>荷重: 0.5kg/cm <sup>2</sup><br>ガス: オゾン+KOH<br>裏面UV: あり<br><br>※GaNは脆く傷つきやすいため、裏面UV照射による酸化の促進が必須。 | 定盤: ソーダ石灰ガラス<br>定盤回転数: 200rpm<br>ホルダ回転数: 31rpm<br>荷重: 0.5kg/cm <sup>2</sup><br>ガス: オゾン<br>裏面UV: なし<br>表面UV: なし<br>ブラシ: あり | CMP研磨: コロイダルシリカ<br>(アルカリ性)<br>荷重: 0.2~0.25kg/cm <sup>2</sup> |
| 研磨結果  | Ra: 0.15nm<br>研磨速度: 4.6 $\mu\text{m}/\text{h}$   | Ra: 0.18nm<br>研磨速度: 1.3 $\mu\text{m}/\text{h}$  | Ra: 0.2nm<br>研磨速度: 60 $\mu\text{m}/\text{h}$                 |

SiCは化学的に安定していて 硬いウエハである。このSiCへの適用を検討した結果は 研磨速度は従来のコロイダルシリカCMP研磨法よりも上げられる。

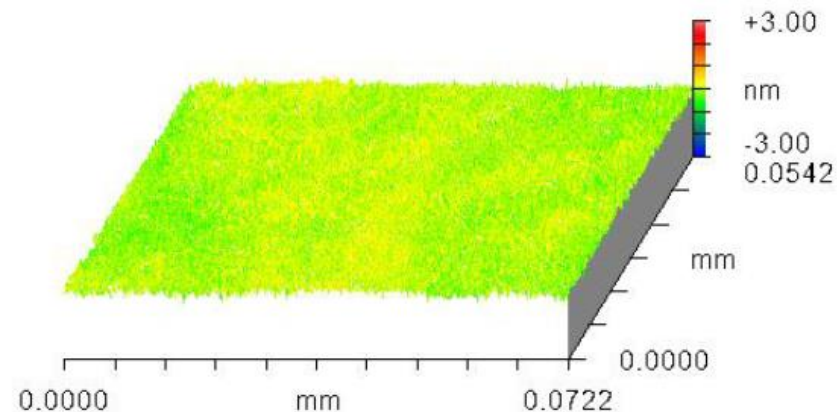


# オゾン援用研磨によるSiCウエハ研磨

粗度評価  
(Zygo)



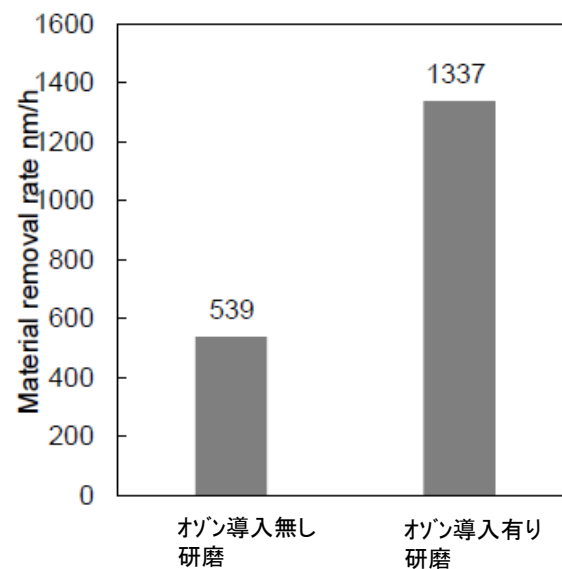
(a) 加工前(機械研磨)



(b) 加工後(オゾン援用研磨)

オゾン援用研磨により、  
SiC基板を高精度・高加工能率  
で研磨できることを確認。  
装置コスト考えUV無しで確認

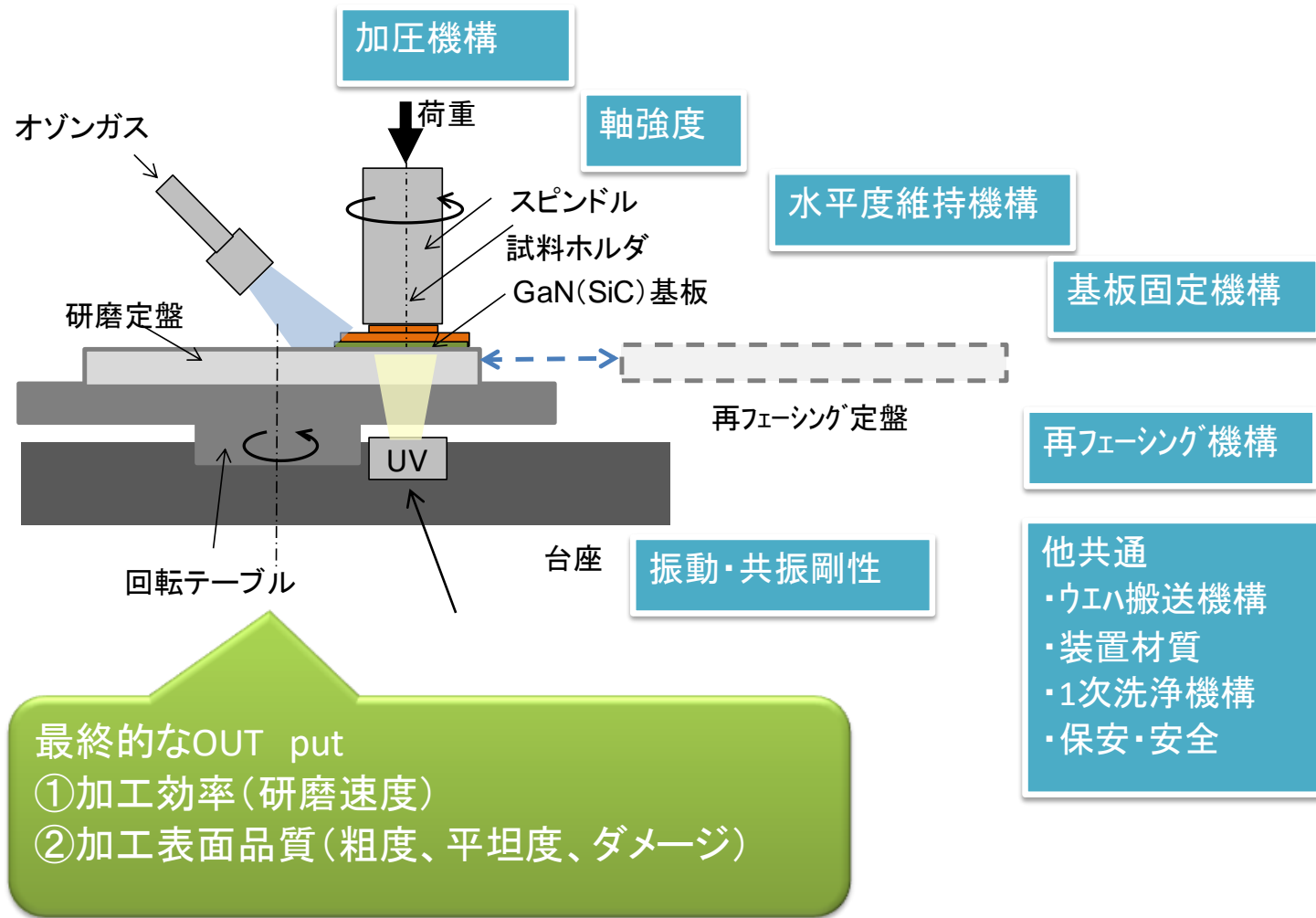
表面粗度Ra: 0.18 nm  
研磨速度: 1.3 $\mu$ m/h





# 課題B： 実用化に向けての課題検討

## 大口径化への課題検討ー



# 課題C: 市場調査 (最新状況報告)

## 富士経済、パワー半導体の世界市場調査結果を発表

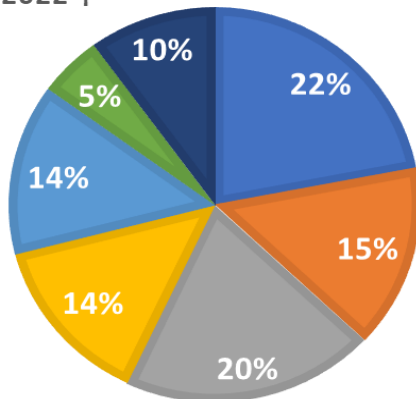
■次世代 (S) | 2019/6/5 16:55



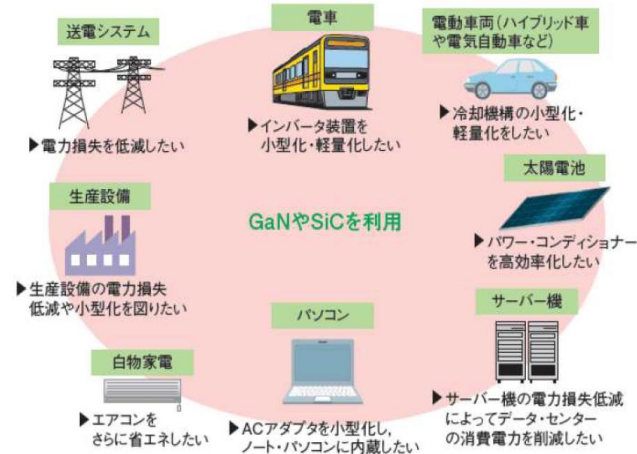
※出典をベースに当社が作成

## 国内PDシェア

2022年

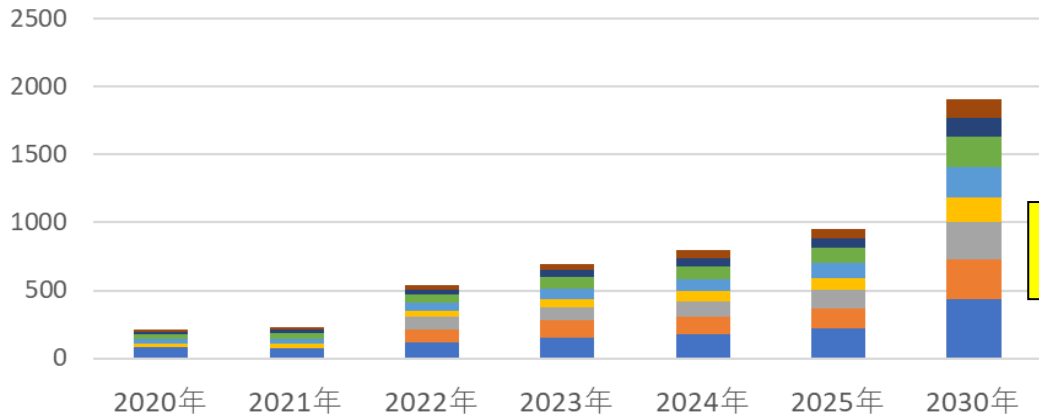


- M社
- R社
- L社
- T社
- F社
- S社
- その他



出典: ローム(株)HP

## 枚/月 国内PD各社SiCウエハ再生見込み



- M社
- R社
- T社
- P社
- F社
- L社
- D社
- その他

・パワーデバイス工程でのSiCテスト・  
 ダミーウエハは市場拡大し、再生量が増える。  
 2025年:1.4億円 27年:2億円

・EPC不良品等再生ビジネスチャンス  
 拡大。

### 3. 今後の課題と取り組み

| 項目       | 内容       | 詳細                            | 日程     |
|----------|----------|-------------------------------|--------|
| 1.プロト機製作 | ・基本設計    | ・サイズ、定盤、UV、回転数・               | 2020年～ |
|          | ・詳細設計    | ・加圧軸径、定盤固定法、強度・               |        |
|          | ・発注、製作   | ・メーカー納期確認中                    | 2020年～ |
|          | ・納入立上げ   | ・メカラン                         |        |
| 2.フォロー試験 | ・設計フォロー  |                               | 2020年～ |
| 3.プロト機試験 |          | ・研磨速度、表面品位(粗度、傷)、<br>平坦度、板厚精度 | 2021年～ |
|          |          |                               |        |
| 4.改善検討   |          | ・不具合点を特定し改良検討しテスト             |        |
| 5.顧客対応   | ・試作・評価   | ・実際の顧客SiCを再生し評価受ける。           | 2022年  |
| 6.市場調査   | ・顧客コンタクト | ・増産-採用時期、数量、品質、価格調査           | (継続)   |
|          | ・競合調査    | ・技術レベル、加工能力、運営力、価格競争力         |        |
| 7. F/S   | ・事業化策定   | ・全体建設費集計/販売計画/感度分析→判断         | 2022年～ |
| 8. 他     | ・受託加工    | ・Gr会社内での加工ビジネス展開              | 2024年～ |