

# 事業戦略ビジョン

プロジェクト名：高品質8インチSiC単結晶・ウェハの製造技術開発

実施者名：セントラル硝子株式会社

代表名：代表取締役 社長執行役員 前田 一彦

---

# 目次

## 1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

## 2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

## 3. イノベーション推進体制 (経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

## 4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

# 1. 事業戦略・事業計画

# 1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

## 環境・エネルギー問題、社会経済等の変化により半導体産業(とりわけパワー半導体)が急拡大すると予想

### カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

- (社会面)
  - COP26での2030年までの温暖化ガスの削減目標の引き上げ
  - コロナ後のデジタル化の進展と脱炭素社会の構築
  - デジタル化の進展、脱炭素に伴う電力消費量と電力依存度の増大
- (経済面)
  - 米中を中心とした経済摩擦、経済ブロック化の加速
  - 石炭火力発電を減らし再生可能エネルギーを増やす動き
- (政策面)
  - 脱炭素社会に向けたエネルギー政策の見直し
  - 各国が半導体＝国家競争力と位置づけ、産業を保護
  - 半導体生産サイトの国内回帰の動き
- (技術面)
  - 低CO<sub>2</sub>排出、低消費電力を指向したデバイス、電子機器への要求
  - 社会インフラへの実装のための高信頼性／高耐久性かつ低コストな量産技術への要求の高まり

### ● 市場機会

- 脱炭素、低消費エネルギー社会を支えるパワエレ機器を構成するパワー半導体需要が増大

### ● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト

- 脱炭素を加速させつつ、新たなデジタル社会、市民生活の構築に貢献

### カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

#### 目指すシステムと必要技術



#### 再生可能エネルギーの主力電源化のための取組

- ・風力発電（洋上）・地熱・海洋エネルギー発電・太陽光発電・バイオマス・CCS 等

#### エネルギー利用効率の向上と消費の削減に資する取組

- ・生産プロセス・燃料電池 等

#### エネルギー共通基盤技術

- エネルギー・システム全体を横断して各分野の機能を維持・向上しつつ大幅な省エネルギーへ貢献する取組
- ・パワーエレクトロニクス・電子デバイス・構造材料・革新的触媒・機能性材料

#### ・パワーエレクトロニクス

#### ・エネルギー・マネジメント

#### ・ワイヤレス電力伝送

上図：エネルギー戦略協議会事務局資料（平成29年3月22日）第4回研究会資料を加工して作成

### ● 当該変化に対する経営ビジョン

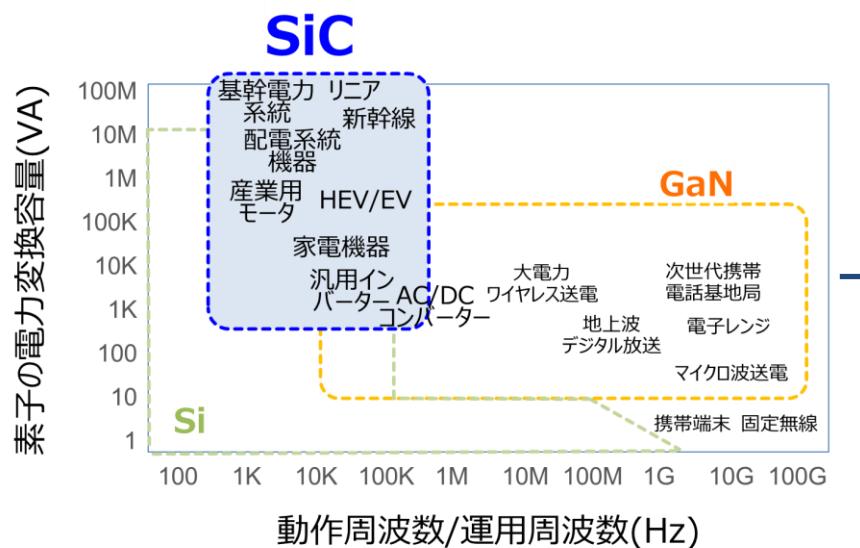
- 社会全体のGHG削減に寄与する「環境貢献製品」の開発・販売に注力。ライフサイクル全体でのGHG削減において、当該事業も重要な研究テーマとして位置づけ、製品開発を行う。
- 弊社設定のマテリアリティ特定プロセスにて、SiC事業を「自社にとっての重要度」と「ステークホルダーにとっての重要度」の両面からリスク・機会の観点で評価し、マテリアリティ及びKPIを特定する。

## 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

パワー半導体市場のうち高品質／低コストなSiCウェハ(ベア／エピ)をターゲットとして想定

## セグメント分析

- SiCは他デバイスでは実現不可能な高耐圧領域に強みがあり、既にGaNやGa2O3に先駆けて市場が拡大、2025年以降EVへの搭載により、更なる加速が期待される。
  - SiCパワー半導体の普及の足枷は、ウェハの高品質化（欠陥密度低減）と大口径化への技術的ハードルの高さ。また、同ウェハ市場は中国メーカーの台頭により、米2社（Wolfspeed, Coherent）による寡占が崩れつつある。中国は政策的に12インチに力を入れている。Wolfspeedは2025年に破産申請。
  - 高品質／低価格なウェハの市場投入により、社会実装の更なる加速が期待できる。



## パワーデバイスに使われる材料の応用分野別棲み分け

上図：経産業省電気機器性能の向上に向けた次世代パワーエレクトロニクス技術開発事業 平成31年度予算説明資料を加工して作成

## ターゲットの概要

## 市場概要と目標とするシェア・時期

- 2024年は主要用途であるBEV向けの需要が減退し市場成長率が鈍化したものの、2035年に向けて自動車・電装分野以外の用途でSiC市場は拡大する見込み(ただし、2030年のSiCウェハ市場予想は5,390億円(2025年の予想))。  
(括弧内記載の出所：富士経済「2025年版 次世代パワーデバイス＆パワーレンダム機器市場の現状と将来展望－18. SiC ウェハ」)
  - 現在流通しているSiCウェハは全て昇華法で製造され、中国メーカーの台頭により米2社による寡占が崩れつつある。中国メーカーのSICCは2024年末に12インチウェハの開発についても発表している。Wolfspeedは2025年に破産申請。
  - 弊社溶液法による8インチウェハを2030年までに市場投入し、高シェアの獲得を目指す。

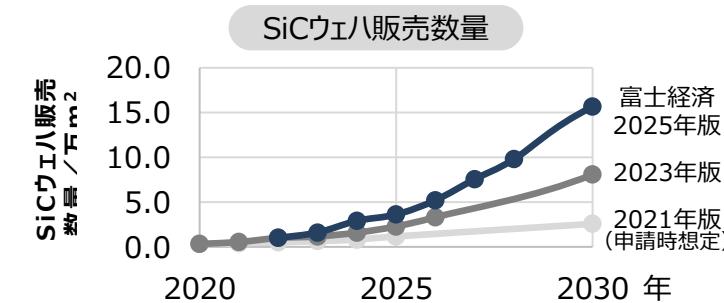
(括弧内記載の出所: 富士経済「2025年版 次世代パワーデバイス & パワーエレ関連機器市場の現状と将来展望 -18. SiC ウェーハ-」)

需要家	消費量 (2024年)	課題	想定ニーズ
<b>SiCデバイス メーカー</b>	<b>36,100m<sup>3</sup></b> (1,436億円)	<ul style="list-style-type: none"> <li>結晶欠陥低減</li> <li>高コスト</li> <li>大口径化による 歩留まり低下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基底面内転位などの 結晶欠陥低減</li> <li>コストダウン</li> <li>高品質8インチウェハ</li> </ul>

- 事業申請（21年12月）以降の市場変化

SiCウェハ市場：「SiCパワーデバイスの電動車向けの需要が活況となっている影響で急激に拡大し、「2035年まで堅調に伸長していくと予測」

(括弧内記載の出所:富士経済「2023年版 次世代パワーデバイス&パワーエレガント機器市場の現状と将来展望-18. SiC ウェーハ」)



富士経済「2021年、2023年度、2025年度版 次世代パワーデバイス＆パワエレ関連機器市場の現状と将来展望－18. SiC ウィハリに掲載された情報を元に作図

# 1. 事業戦略・事業計画／(3) 提供価値・ビジネスモデル

## 現行昇華法に比べ、溶液法技術を用いて高品質／低コストなウェハ(ベア/エピ)を提供する事業を創出/拡大

### 社会・顧客に対する提供価値

- 溶液法SiCウェハ 高品質、低コスト



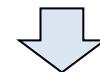
### ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

#### (ビジネスモデル)

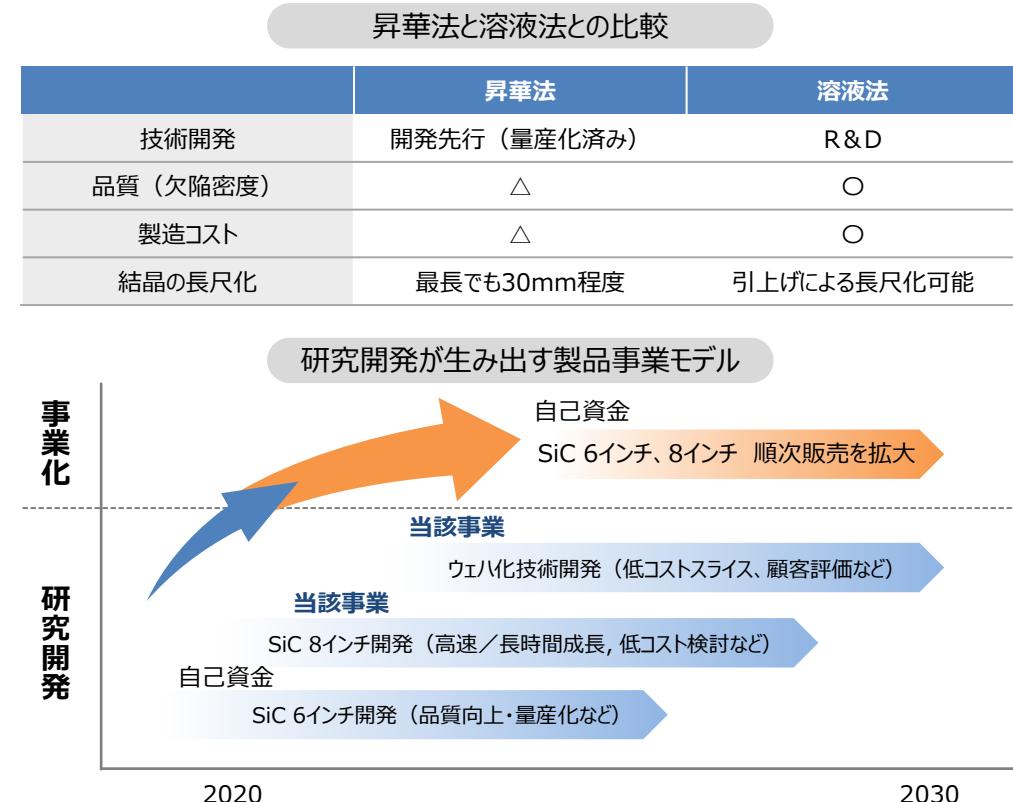
- 溶液法で製造したベアウェハまたはエピウェハをSiCデバイスメーカーへ販売。

#### (独自性・新規性・有効性・実現可能性・継続性・価値提供・収益化の方法)

- 「溶液法」は現在主流となっている昇華法に比べ欠陥低減が容易であり、また大口径化、長尺化に優位な製法であり、将来的なコストダウンのポテンシャルは高い。



- 長尺化、昇華法比の原燃料コスト削減効果を販売価格へ還元する。
- 品質・価格インセンティブを梃にシェア拡大を図る。
- 結晶品質面での優位性で溶液法結晶の品質水準をデファクトスタンダード化させる。
- EV市場における日本と欧米中の外部環境分析を実施し、短期・中期の事業展開を明確化し、グローバルにおける市場性と競合優位性の分析の検証を行う。
- 標準化戦略として、ウェハ規格やその分析、評価方法などの標準化に関する最新動向が収集できる体制を構築。



# 1. 事業戦略・事業計画／(3) 提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

溶液法SiC結晶／ウェハを市場投入し、シェアを獲得するために、SiC結晶／ウェハの特性評価を推進し、標準化に向けたパートナーシップの構築を検討・実施

## 標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

昇華法SiC	溶液法SiC
<ul style="list-style-type: none"><li>中国メーカーの台頭により、米2社(CREE、Coherent)による寡占が崩れつつあるが、昇華法ウェハの品質水準をベースにデバイスを作らざるを得ない情報(ヒアリング結果)。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>製品化したメーカーは未だ出現せず</li><li>国際的に日本が大きく先行する技術</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>TSD、BPDなどのデバイスキラー欠陥の低減が困難(<math>10^2 \sim 10^3 \text{cm}^{-2}</math>)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>デバイスキラー欠陥の低減が容易 → (目標)TSD, BPD共に<math>&lt;10^2 \text{cm}^{-2}</math> 【品質面でのアドバンテージ】</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>結晶長尺化困難(&lt;4cm厚)/ 低歩留まり(高コストの要因)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>結晶長尺化の可能性(&gt;5cm)/高歩留り【コスト面でのアドバンテージ】</li></ul>
(取組方針) 結晶品質面での優位性と低コスト化でデバイスメーカーの信頼を勝ち取り、溶液法結晶の品質水準でウェハ規格化⇒昇華法で寡占化されたSiC市場を席巻	

## 国内外の動向・自社のルール形成（標準化等）の取組状況

### (クローズ戦略／知財)【情報更新】

- 名古屋大学との共願特許（現在は不使用）
- 2015年以降は弊社独自で技術／ノウハウの積上げを推進  
製造技術・ノウハウは社内に秘匿し、出願は溶液法により得られた結晶品質・特徴を規定した物質特許中心

### (オープン戦略)【情報更新】

- SiCアライアンスに加入し、ウェハ規格やその分析、評価方法などの標準化に関する最新動向が収集できる体制を構築。
- 23年6月に「SiC標準化戦略の推進プロジェクト」社内に発足、研究開発成果を着実に社会実装に結びつけるために、SiCウェハの標準化に向けた取組を推進。溶液法ウェハのデバイス実装に向けた信頼性向上のため、時機を見てJEITAなどでの国際標準化活動の参画も検討する。
- 溶液法SiCウェハを用いたデバイス試作・性能評価結果を積極的に公開する。  
→ 超高品質ウェハによりデバイス信頼性を向上させるという観点でウェハ品質規格の標準化を推進する方針。

### ●本事業期間におけるオープン戦略(標準化等)またはクローズ戦略(知財等)の具体的な取組内容

(※推進体制については、3. (1) 組織内の事業推進体制に記載)

～'23（委託事業期間）

開発ステージ

溶液法SiCのウェハレベルでの品質実証

クローズ戦略

- 製造技術のノウハウ化／物質特許出願

オープン戦略

- SiCアライアンスに加入

‘24～‘26（助成事業期間）

デバイスメーカーでの試作品評価

‘27～‘29（助成事業期間）

量産化に向けた研究開発

- 国際規格に沿った欠陥評価

- 標準化コンソーシアム

● デバイス性能評価と、その評価結果の積極的公開

# 1. 事業戦略・事業計画／(4) 経営資源・ポジショニング

溶液法、前工程材料開発・販売実績の強みを活かして、SiCウェハの提供を通じて  
社会・顧客に対して高品質／高信頼／廉価なパワエレ機器の社会実装の促進という価値を提供

## 自社の強み、弱み（経営資源）

### ターゲットに対する提供価値

- 高品質／低コストなSiCウェハの提供
- SiCデバイスの低価格化と社会実装の促進
- SiCデバイスを搭載した自動車、産業機器、充電インフラ等  
再生エネルギー機器の普及によるカーボンニュートラル社会  
実現への貢献



### 自社の強み

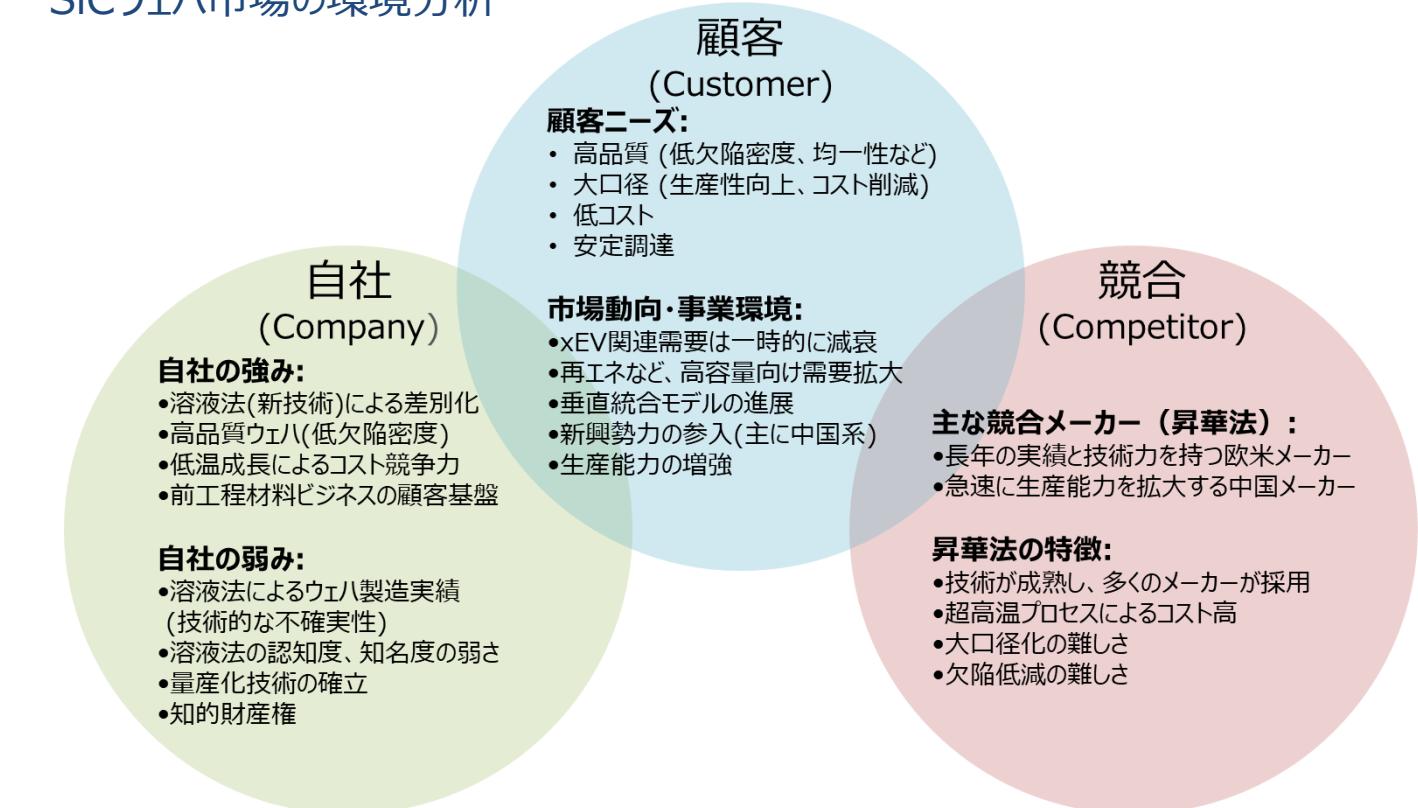
- 保有するSiC溶液法技術と特許
- 国内外の複数のデバイスメーカーとNDAを締結済み、  
顧客要求スペックを製品開発に反映
- 半導体前工程製品の既存販売網の活用
- 8インチの量産検討用拠点を確保

### 自社の弱み及び対応

- 8インチウェハまでの開発実績はあるも、これまでウェハの販売実績は無い。そのため高シェアを持つ半導体前工程製品  
(半導体用材料ガス、薬液) の自社国内外の販売チャネルを  
活用する。

## 競合との比較

### SiCウェハ市場の環境分析

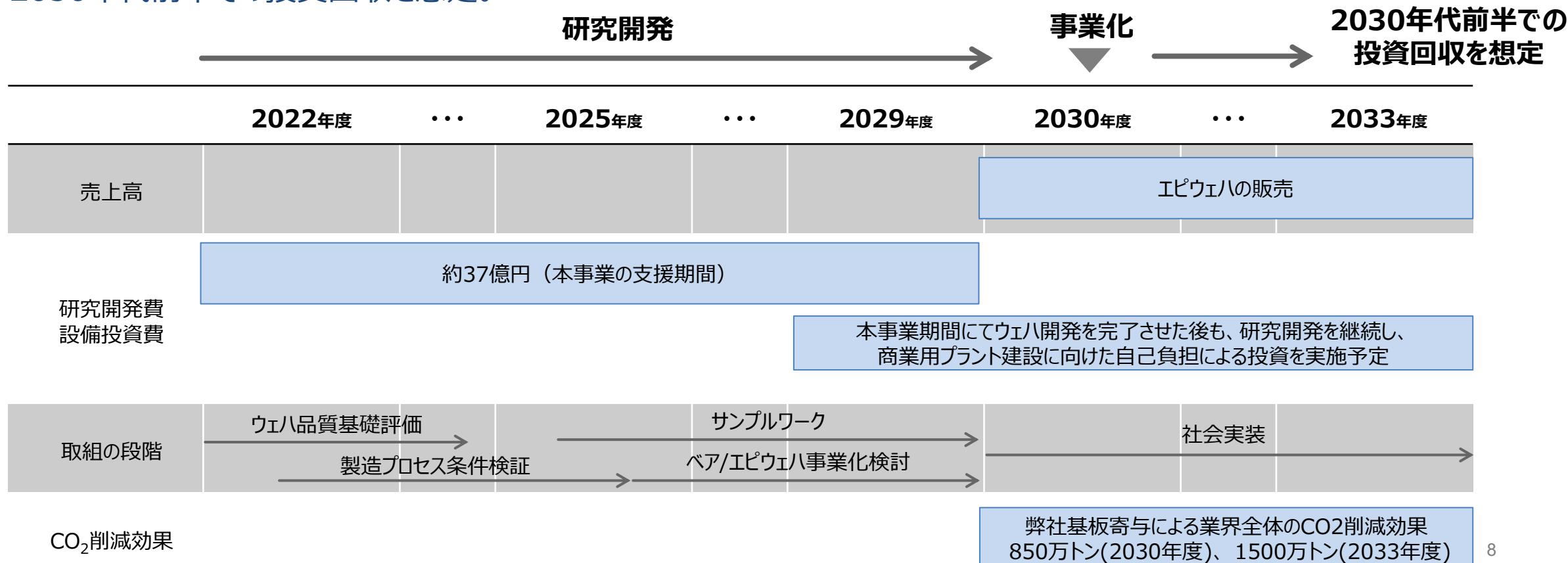


# 1. 事業戦略・事業計画／(5) 事業計画の全体像

## 8年間の研究開発の後、2030年頃にウェハ事業化

### 投資計画

- ✓ 本事業中に、自己負担によりベア/エピウェハの事業化を目指し、本事業終了後も継続してベア/エピウェハ研究開発を実施し、2030年頃のウェハ事業化を目指す。
- ✓ 2030年代前半での投資回収を想定。



# 1. 事業戦略・事業計画／(6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画

## 研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

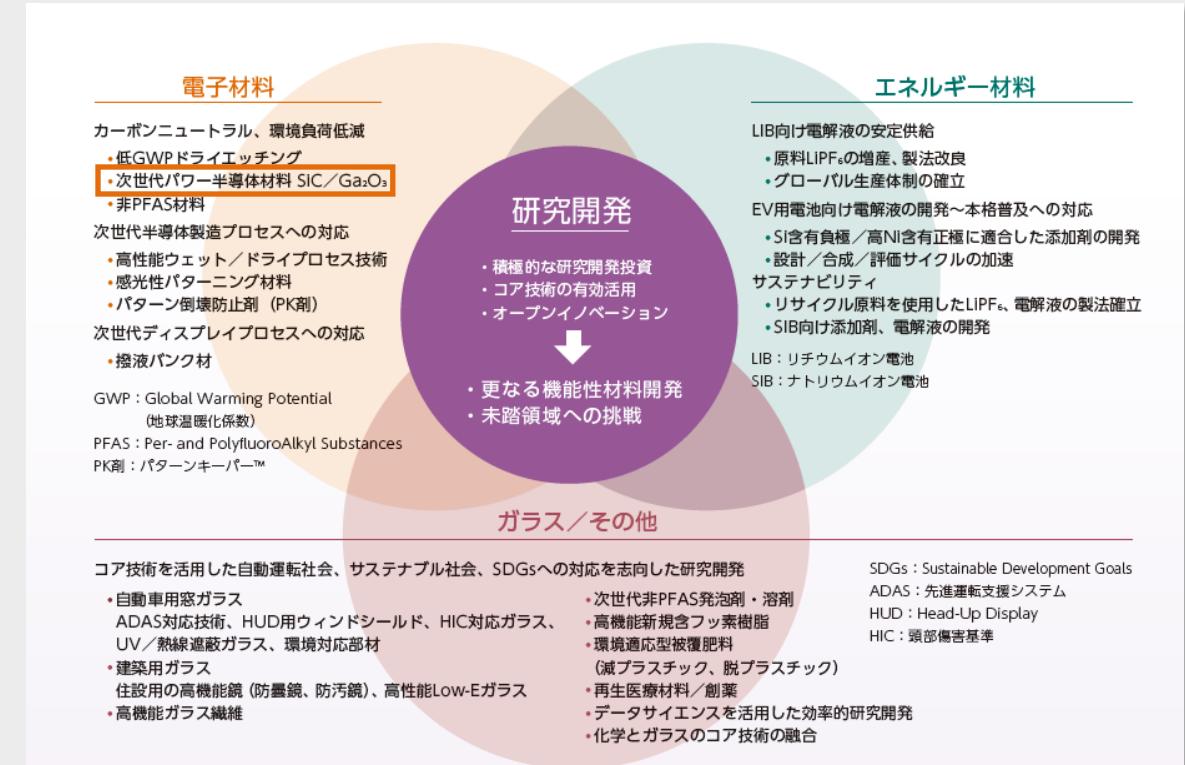
	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針 および 進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>国内外のデバイスマーカーと緊密に連携し、顧客ニーズを研究開発に反映</li><li>大学等の学術機関との連携による昇華法製品との性能比較評価</li><li>国内外デバイスマーカーによる実装評価</li><li>国内外のデバイスマーカーと8インチの開発状況等や基板に関する要望について情報交換。顧客要望を把握し研究開発に活用。</li><li>標準化戦略として、ウェハ規格やその分析、評価方法などの標準化に関する最新動向が収集できる体制を構築。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>原材料調達からウェハ製造～出荷までをワンストップで完結</li><li>量産ラインでの不良品の発生時にも工場併設のパイロット設備を使った原因究明、対策の有効性確認が可能であり、早期に量産ラインの改善対策が可能</li><li>当該事業の量産検討用拠点を確保。8インチの事業化を目指す。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>自社工場敷地内に倉庫・物流機能を保有するため、余裕を持った在庫運用が可能。また国内外のセールスチャネルを活用した販促、広報活動が可能。</li><li>工場併設の研究開発部門にて最新の研究開発の成果を量産ラインに適用可能</li><li>24年5月発表の「パーパス」および長期ビジョン「VISION 2030」、「統合報告書2024」において、当該事業を重点研究と位置づける。</li><li>24年4月の当該事業の助成事業移行に伴い、弊社ホームページにてプレスリリースを行う。また24年6月に日経新聞他にて当社溶液法SiCの記事が掲載され、各業界からの問い合わせを多数受ける。</li></ul>
国際競争上 の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>競合他社に先行し、溶液法による6、8インチ結晶の製造技術開発に着手</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>自己資金、社有土地・建屋、社内エンジニアリング体制、前工程材料の分析開発体制・高純度化技術の有効活用</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>既存の半導体前工程材料の拡販において複数顧客での採用実績あり</li><li>弊社国外のセールスチャネル（欧州、米国、韓国、中国、台湾、シンガポールなど）による当該主要市場の情報収集力と販促力</li></ul>

# 1. 事業戦略・事業計画／将来の社会実装を見据えて行う、事業化面の取組内容に関する参考資料

23年9月発行の「統合報告書2023」において、研究開発型企業として事業を通じ、持続可能な社会の実現に貢献するため、当該事業を重点研究と位置づける。



- 統合報告書2023（23年9月発行）



- 統合報告書（P12）「研究開発」

# 1. 事業戦略・事業計画／将来の社会実装を見据えて行う、事業化面の取組内容に関する参考資料

24年5月発表の「パーカス」および長期ビジョン「VISION 2030」において、当該事業を重点研究と位置づける。

## 4 研究開発の取組み (2)研究開発トピックス②SiCウェハ

新規製造技術である「溶液法」を確立して、パワーハーフド体向けSiCウェハ事業へ参入

半導体・  
パワー半導体分野

### 当社製造技術(溶液法)の特長

#### 他社製造法と比較し、低欠陥で低成本

	他社法(昇華法)	当社法(溶液法)
SiC単結晶	昇華	Si + 金属溶媒
技術開発	開発先行	後発
欠陥数(品質)	低減困難	低減容易
製造コスト	高	低(低温・高速成長)

#### 溶液法6インチ 試作結晶

### 研究開発の方針・進捗状況

#### 研究開発方針

溶液法独自技術の深化	▪ 高品質と低成本の両立 ▪ 大口径化技術(8インチ)
計算科学を活用した 量産技術開発	▪ 機械学習による最適条件判定 ▪ 工程自動化
溶液法SiCウェハの デバイス実証	▪ 溶液法SiCの規格標準化 ▪ NEDO-GI基金の活用

#### 進捗状況

- 急速な結晶口径拡大の進展
- 低欠陥(高品質)を実証
- 溶液法ウェハのデバイス実証試験へ
- 機械学習を活用した製造工程最適化
- NEDO-GI基金採択

セントラル硝子

Copyright (C) Central Glass Co., Ltd. All Rights Reserved. 26

11

## 1. 事業戦略・事業計画／(7) 資金計画

国の支援に加えて、本事業期間後も継続して自己負担によるプラント建設を予定

	2022年度	…	2029年度	…	2035年度
事業全体の資金需要		約37億円 <sup>※1</sup>			
うち研究開発投資		約37億円			
国費負担 <sup>※2</sup> (委託および補助)		約28億円			本事業期間にてウェハ開発を完了させた後も、研究開発を継続し、また商業用プラント建設に向けた自己負担による投資を実施予定。
自己負担		約9億円			

※1量産設備投資含まず

※2インセンティブが全額支払われた場合

## 2. 研究開発計画

## 2. 研究開発計画／(1) 研究開発目標

### 高品質8インチSiC単結晶・ウェハ製造技術を確立するためのKPI設定

#### 研究開発項目

8インチSiC単結晶/ウェハ製造

#### アウトプット目標

8インチのn型高品質SiC単結晶ウェハの量産製造技術を溶液法で確立する

#### 研究開発内容

1 結晶口径の拡大

2 溶媒取込の抑制と  
欠陥密度低減

3 成長速度向上と  
長時間連続成長

4 8インチウェハ加工とエピ  
成膜

#### KPI

8インチSiC単結晶の実現

BPD, TSD密度を昇華法高品質グ  
レード品以下まで低減

現行の昇華法と同水準以上の  
成長速度・成長時間

市販 6 インチウェハと同水準の反り、  
エピ膜のキャリア濃度分布

#### KPI設定の考え方

高品質な昇華法6インチSiCを上回る水準を  
ベンチマークとする。

量産時のコスト競争力を有する水準

昇華法6インチSiCウェハの水準をベンチマーク  
とする。

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容

### 各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

	KPI	現状	達成レベル
1 結晶口径の拡大	結晶径の8インチ化	溶液法により大口径成長が可能であることは示されている (提案時TRL 3 → 現状TRL4)	口径8インチまでの結晶径制御技術を確立する (TRL8)
解決方法	・ 溶液法の特長(温度・流体マネジメント)を最大限に活用した大口径化検討	実現可能性	自社開発(6インチ)での知見あり (80%)
2 溶媒取込の抑制と欠陥密度低減	BPD, TSD密度を昇華法高品質グレード品以下まで低減	6インチでの実績に加え、8インチでの低減効果も検証 (提案時TRL 5 → 現状TRL5)	8インチ結晶でのKPI設定値の実現 (TRL7)
解決方法	・ 溶液法特有の結晶成長挙動を最大限に活かした欠陥の低減 ・ 成長界面形状の高精度制御	実現可能性	口径拡大時も低減効果確認済み (80%)

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容

### 各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

KPI	現状	達成レベル	実現可能性
			解決方法
3 成長速度向上と長時間連續成長	現行の昇華法と同水準以上の成長速度・成長時間	現行の昇華法と同水準以上の成長速度。(TRL4) ↔ 表面荒れを抑制しながら高成長速度を達成させ、量産製造に資する水準とする (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 坩堝環境の最適化と炭素輸送効率の向上</li><li>・ 溶媒組成変化の抑制</li></ul>
4 8インチウェハ加工とエピ成膜	現行昇華法 6 インチウェハと同水準の反り、エピ膜のキャリア濃度分布、デバイス試作評価	溶液法 8 インチ結晶を用いたデバイス実証が未完了 (TRL 4) ↔ 昇華法6インチウェハと同等の水準とする(TRL8)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ SiCウェハ加工工程に習熟したキャリア人材登用による加工技術開発加速</li><li>・ エピタキシャル成膜用原料ガスのスクリーニング &amp; 他社エピタキシャル成膜技術導入</li><li>・ デバイスメーカーとのコラボレーションや産学連携を活用した溶液法SiCウェハのデバイス試作・実証</li></ul>

## 2. 研究開発計画／研究開発内容の詳細

### 研究開発内容①：結晶口径の拡大

溶液法は昇華法と比較して短期間で結晶口径の拡大が進展。

当社においても6インチ製造技術の水平展開により8インチ溶液法結晶製造に成功。

#### 結晶口径

#### 報告例

3-inch

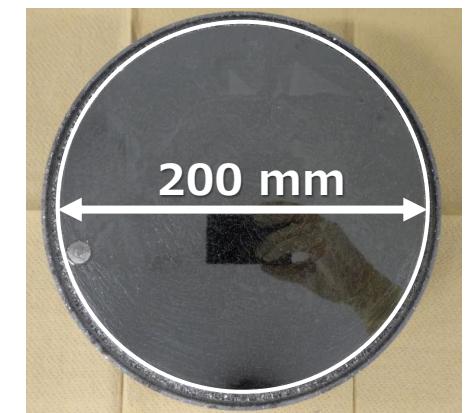
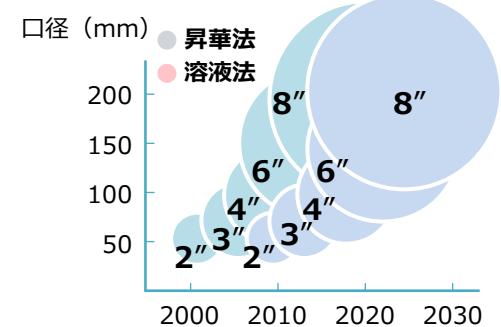
Kusunoki, Kazuhiko, et al. "Growth of large diameter 4H-SiC by TSSG technique." Materials Science Forum. Vol. 740. Trans Tech Publications Ltd, 2013.

4-inch

Kusunoki, Kazuhiko, Yutaka Kishida, and Kazuaki Seki. "Solution growth of 4-inch diameter SiC single crystal using Si-Cr based solvent." Materials Science Forum. Vol. 963. Trans Tech Publications Ltd, 2019.

6-inch

C, Chu, et al. "6-inch SiC crystal growth by solution method assisted with AI technology." European Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2020-2021.



8インチ溶液法結晶

## 2. 研究開発計画／研究開発内容の詳細

### 研究開発内容②：溶媒取込の抑制と欠陥密度の低減

溶液法では気相法(昇華法、CVD法)と比較して成長界面におけるステップバンチングが進行しやすい

(メリット) 貫通転位低減による結晶品質の向上

(デメリット) 溶媒法では溶媒取り込みが発生し得る

#### 貫通転位変換による結晶品質の向上

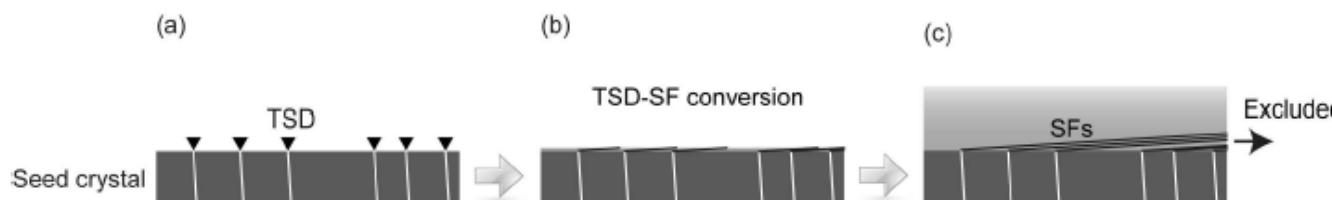


Figure 1. Schematic illustration of the solution growth on an off-axis seed crystal. (b) TSDs in the seed crystal were converted to SFs. (c) As the growth proceeds, the SFs will be excluded from the lateral face of the crystal and finally high quality SiC crystal without TSDs will be obtained.

Type of dislocation	Commercial wafers	Solution growth wafer
TSD	2,000 [cm <sup>-2</sup> ]	30 [cm <sup>-2</sup> ]
TED	10,000 [cm <sup>-2</sup> ]	2,000 [cm <sup>-2</sup> ]
BPD	2,000 [cm <sup>-2</sup> ]	500 [cm <sup>-2</sup> ]

#### 溶媒取込のないSiCウェハ製造を達成



## 2. 研究開発計画／研究開発内容の詳細

### 研究開発内容③：成長速度向上と長時間連続成長

量産を見据えた8インチSiCの製造技術開発においては  
成長速度向上と長時間連続成長技術の確立が必須

成長速度向上

溶質(炭素)濃度向上

溶質(炭素)輸送促進

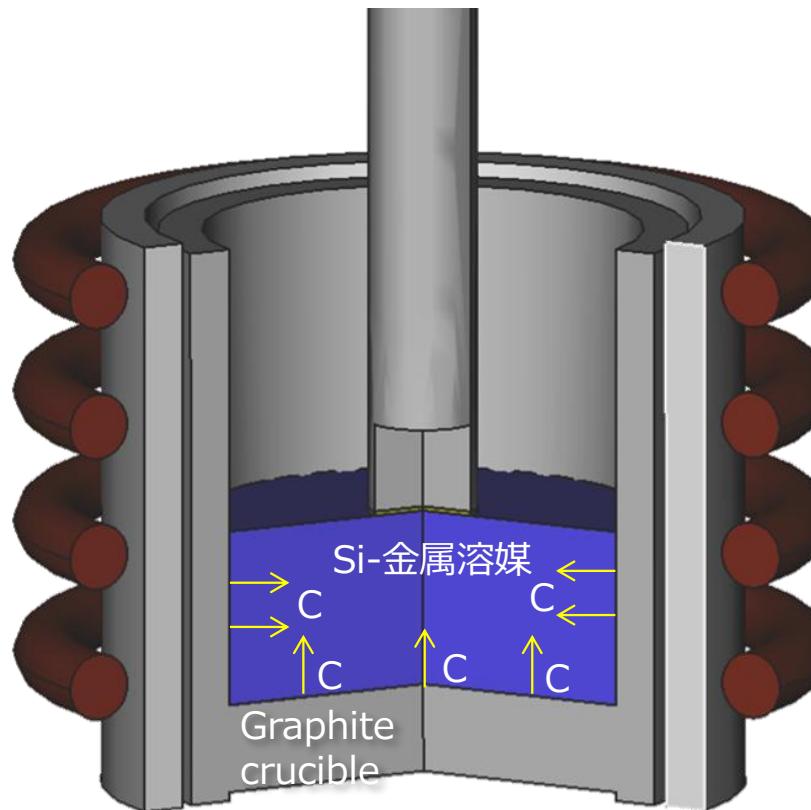
溶質(炭素)過飽和度  
制御

長時間連続成長

溶媒組成の維持

液面位置変動の抑制

坩堝溶解の制御



結晶品質を維持しながら、成長速度  $>150\mu\text{m}/\text{h}$ 、連続成長時間  $>50\text{h}$ を達成

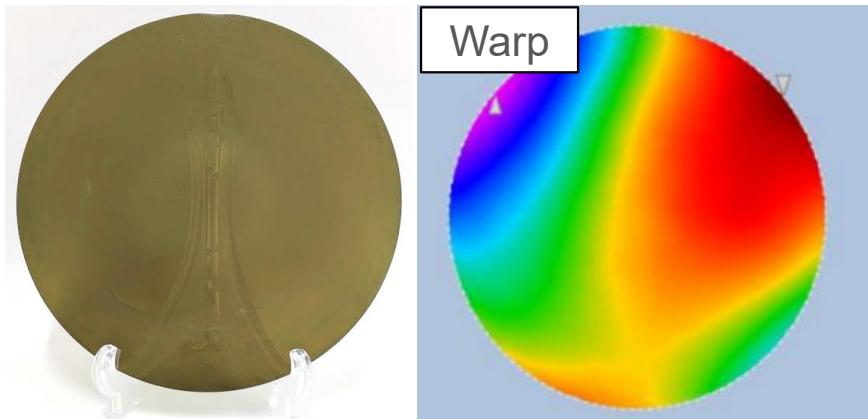
## 2. 研究開発計画／研究開発内容の詳細

### 研究開発内容④：ウェハ加工とエピ成膜

溶液法インゴットからのウェハ加工試験を実施。昇華法結晶と遜色のない加工特性を確認

#### 溶液法SiCインゴットからのウェハ加工

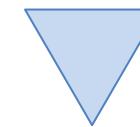
加工特性(ウェハTTV, Warpなど)において  
昇華法SiCと遜色がないことを確認。  
スライス・研磨技術を中心に加工コスト低減  
技術を開発中。



基板加工した溶液法SiC結晶

#### 溶液法SiCウェハからのエピ成膜とデバイス試作

溶液法SiCインゴットからのウェハ加工技術を獲得



溶液法ウェハへのエピ成膜試験、  
デバイス実証試験を実施中

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（これまでの取組）

### 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 大口径化	8インチ結晶品質向上	坩堝サイズ拡大後のホットゾーンの改良により6インチ品と同等レベルで表面荒れのない8インチ結晶製造技術を獲得	○ (理由)現時点での設定目標は達成済み。
2 溶媒取込抑制と欠陥密度低減	・低欠陥実証 ・長尺成長時の特性維持	溶液法6インチウェハの転位密度評価の結果、TSD, TED, BPDがいずれも極めて低密度であることを確認。	○ (理由)高品質化(低欠陥密度化)の最大の障害であった溶媒取込を解決
3 成長速度向上と長時間連続成長	成長厚さ15mm以上の単結晶を1バッチで製造	1バッチで製造可能な結晶厚さが最終目標値の約3割まで到達。結晶品質と高成長速度を両立する多目的最適化技術開発も進展。	○ (理由)成長速度、連続成長時間ともに当初設定した目標水準に沿って進展
4 8インチウェハ加工とエピ成膜	溶液法ウェハへのエピタキシャル成膜とデバイス実証	ウェハ加工した溶液法結晶の反り指標がステージゲート1目標値を達成。ウェハ加工コスト低減のための独自技術開発も進行中。	△ (理由)溶液法ウェハの加工技術開発に目途デバイス実証試験を急ぐ

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（今後の取組）

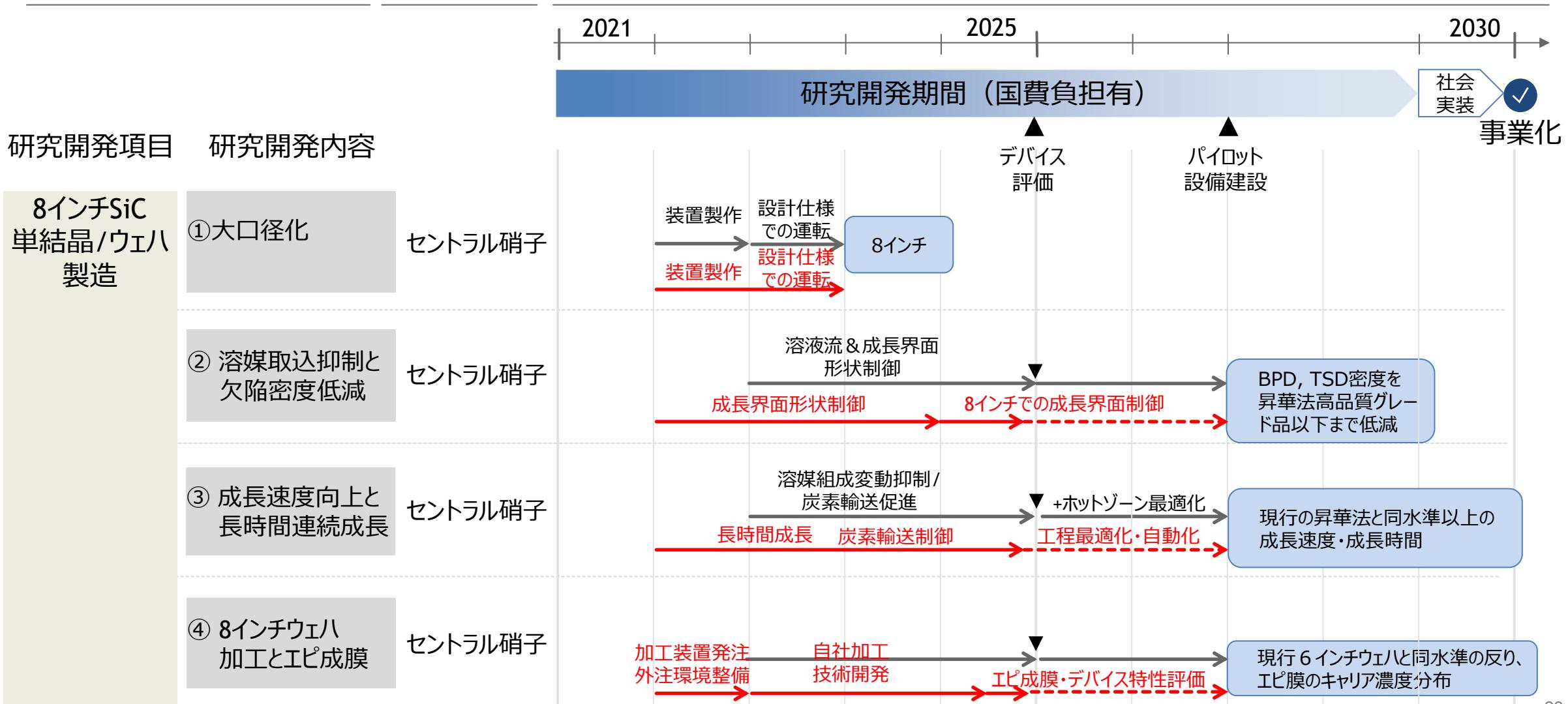
### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 結晶口径の拡大	8インチ長尺成長(2025/12)	長尺成長時の同径維持技術の実証と、結晶品質維持	○ (理由)6インチ技術の延長線上で解決する見通し
2 溶媒取込抑制と欠陥密度低減	・低欠陥実証 ・長尺成長時の特性維持(2025/12)	・ウェハ全面に渡る詳細な品質特性評価と、結果のフィードバック ・長尺成長時に結晶特性が維持可能な制御技術のブラッシュアップ	○ (理由)6→8インチ口径拡大においても低欠陥密度であることを確認
3 成長速度向上と長時間連続成長	成長厚さ15mm以上の単結晶を1パッチで製造(2026/3)	・高速化達成のための工程条件の改良 ・ベース最適化を用いた最適製造条件の導出の精度向上 ・装置間機差の解消	○ (理由)工程条件の改良により成長速度向上が進んでいる
4 8インチウェハ加工とエピ成膜	溶液法ウェハへのエピタキシャル成膜とデバイス実証(2025/12)	溶液法SiCウェハへのエピ成膜、デバイス特性評価の実施と昇華法SiC結晶との特性比較	○ (理由)溶液法ウェハへのエピ成膜が遅延。デバイス試作は2025年度内完了を目指に進行中

## 2. 研究開発計画／(3) 実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

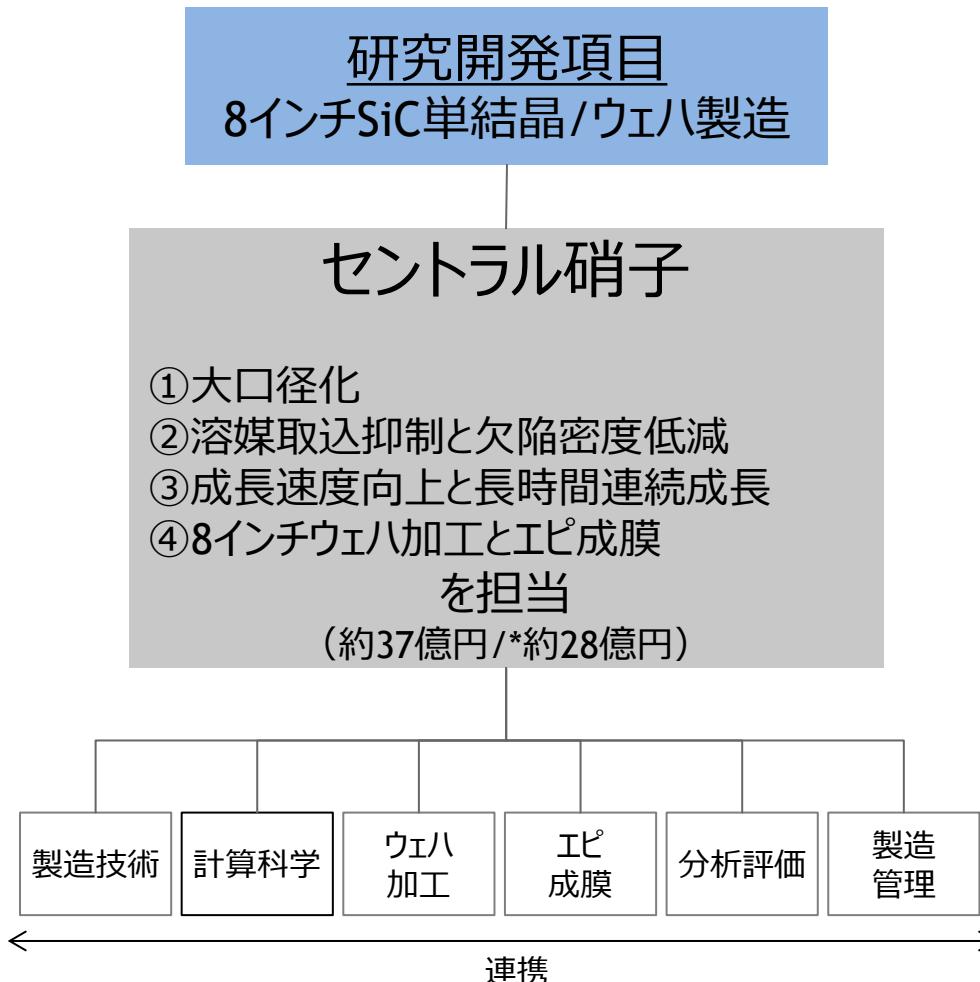
研究開発項目・事業規模 実施主体 実施スケジュール



## 2. 研究開発計画／(4) 研究開発体制

### 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図 ※金額は、総事業費/国費負担額  
(インセンティブが全額支払われた場合)



### 役割と連携方法

#### 各主体の役割

- 開発内容①～④に対し、セントラル硝子にて一貫して研究開発を実施する

#### 研究開発における連携方法

- 各チーム間での定例の打合せの実施
- 実験データのリアルタイムな共有

#### 共同提案者以外の本プロジェクトにおける他実施者等との連携

- 学会や展示会等の機会を通じて、スタートアップ企業や大学研究機関の若手研究者と共同研究を推進
- SiCアライアンスに加入し、標準化戦略の取り組みに関する情報収集開始。

## 2. 研究開発計画／(5) 技術的優位性

### 国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

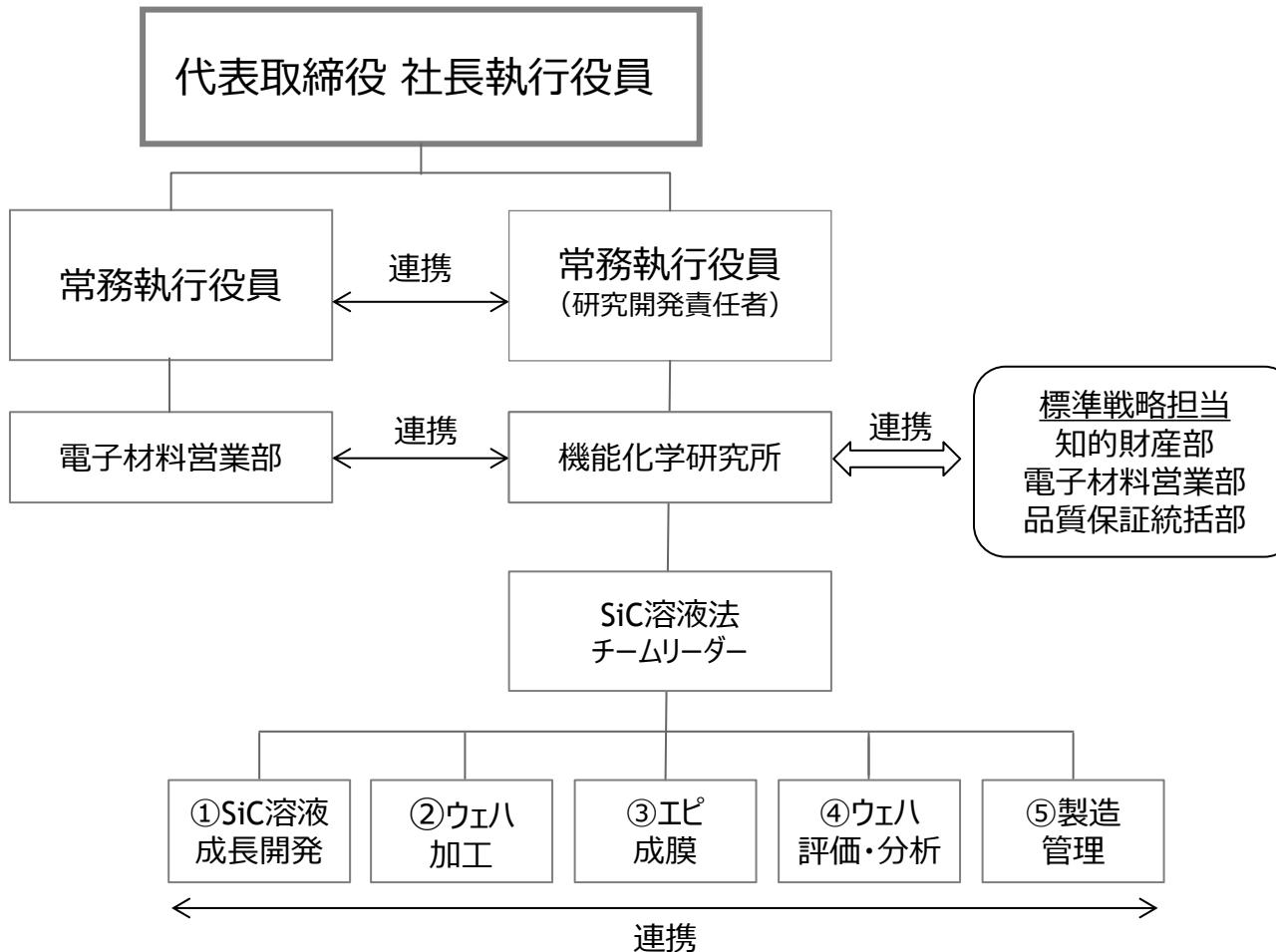
研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性とリスク
8インチSiC単結晶/ ウェハ製造	1 結晶口径の拡大	<ul style="list-style-type: none"><li>1～6インチまでの溶液法結晶製造技術</li><li>メニスカス高さの制御技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 先行開発による溶液法ノウハウの蓄積</li><li>○ 量産展開可能なメニスカス高さ制御技術</li></ul>
	2 溶媒取込の抑制と欠陥密度低減	<ul style="list-style-type: none"><li>溶媒流制御による欠陥密度低減技術</li><li>成長界面形状制御技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 極めて低いBPD密度</li><li>× 溶液法固有の結晶中への溶媒取込</li></ul>
	3 成長速度向上と長時間連続成長	<ul style="list-style-type: none"><li>統計解析による効率的な最適製造条件導出</li><li>数値解析活用によるホットゾーン設計技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 先行検討によるノウハウの蓄積</li><li>× 結晶品質と成長速度のトレードオフ克服</li></ul>
	4 8インチウェハ加工とエピ成膜	<ul style="list-style-type: none"><li>ワイヤソースライスにおける細線/細粒化技術</li><li>数値解析活用によるホットゾーン、流体解析技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ カーフロス低減による低コスト化</li><li>× エピ事業化に際しての他社知財網</li></ul>

### 3. イノベーション推進体制 (経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

### 3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

## 経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

### 組織内体制図



### 組織内の役割分担

#### 研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
  - 常務執行役員 : SiC研究開発の統括
  - チームリーダー : (実績) 溶液法によるSiC製造技術の開発
- 担当班
  - ①溶液法によるSiC溶液成長の研究開発
  - ②ウェハ加工
  - ③エピ成膜
  - ④ウェハ評価・分析
  - ⑤交代勤務によるSiCインゴットの製造管理を担当
  - 電子材料営業部 : 研究進捗管理、マーケティング、事業化検討を担当
- 社会実装/標準化戦略 : 知的財産部/電子材料営業部/品質保証統括部(標準戦略担当)

#### 部門間の連携方法

- 月2回実施しているテーマ進捗会議にて、研究開発状況を確認し、次のタスク、課題について共有する。
- 毎月開催される研究方針決定会議にて、全社の事業ポートフォリオ内での方向性の決定を行う。
- 毎月開催される研究所の報告会にて、研究の進捗報告を行う。
- 経営会議、事業場長会議にて、経営層へ情報共有を図る。

### 3. イノベーション推進体制／(2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

## 経営者等による8インチSiC単結晶/ウェハ製造事業への関与の方針

### 経営者による具体的な施策・活動方針

#### ・ 経営者のリーダーシップ

- 価値実現のための戦略構築：カーボンニュートラルに関わる産業構造変革を分析し、当該事業を戦略事業と位置づけ、価値実現のための戦略を構築する。そして競争力のある新規材料開発を通じた日本の産業競争力の復権に貢献する。
- 当該事業の情報発信：中期計画、統合報告書等において、当該事業の事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置づけ、社内外に当該事業の重要性、将来の見通し、リスクを幅広く情報発信する。

#### ・ 事業のモニタリング・管理

- 具体の方針・施策のモニタリング：経営層は当該事業の価値実現のため、戦略に基づいた具体の方針・施策のモニタリングを行う。また経営層は経営会議等の場を活用し、当該事業の進捗状況を定期的に把握し、適切なタイミングで事業方針・施策の評価・改善を行う。
- 経営層は当該事業の達成目標に対して、目標達成度合いを評価し、事業化判断を行う。

### 経営者等の評価・報酬への反映

#### ・ 役員評価

- 経営の健全化を進め、また経営改善に向けた取り組みを行うため、当該事業の進捗状況により経営者や担当役員等の評価や報酬に反映させる。取締役の報酬については、取締役会から委任を受けた指名・報酬委員会が、決定方針との整合性を含めた多角的な検討を行い、報酬等の内容を決定し、取締役会に答申する体制を構築済み。

#### ・ コーポレートガバナンスの確立

- 取締役会と監査役会をコーポレート・ガバナンスの基本的体制としたうえで、執行役員制度を導入し、重要な経営事項の意思決定および業務執行の監督機能ならびに業務執行機能を分離。取締役会をスリム化することで、経営の効率化と迅速化を図る。

### 事業の継続性確保の取組

#### ・ 後継者候補を選抜・育成

- 経営層が交代する場合、後継者候補を選抜・育成し、必要な資質を備えさせる。また経営トップとして最もふさわしい人材を見極める中長期的な取り組みを行う。

#### ・ 当該事業継続性

- 当該事業の継続とその事業化を推進するため、コーポレート型R&D体制「未来ファンド」から、事業部(電子材料営業部)へ移管済み。

#### ・ 安定性と持続可能性

- 経営の安定性と持続可能性を確保するために、想定される経営層の交代時期を見据えて、平時からあらかじめ備えておく。

### 3. イノベーション推進体制／(3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

#### 経営戦略の中核においてSiC単結晶/ウェハ製造事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

##### 取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
  - カーボンニュートラルに対する取り組み：2022年5月に「2050年に正味GHG排出ゼロに向けて挑戦」を表明し、GHG排出を確実に削減していくための活動を精力的に推進中。また社会全体のGHG削減に寄与する「環境貢献製品」の開発・販売にも注力しており、当該事業も重要な研究テーマとして位置づけ、研究開発を促進させている。
- 経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
  - 業務執行の意思決定機関である経営会議にて当該事業の事業戦略について協議・決裁を行う。また各課題の取組状況等を組織横断的に分析、評価すると共に、必要に応じて対応方針等について個別に協議を行う。
  - 取締役会は経営会議等で協議・提言された内容を受け、当該事業の対応、進捗等についての議論・監督を行う。
- コーポレートガバナンスとの関連付け
  - 取締役および監査役の指名、報酬等に係る取締役会の機能の独立性・客觀性と説明責任を強化し、コーポレート・ガバナンス体制を一層充実させるため、「指名・報酬委員会」を設置。
  - 当該事業を含む業務全般の監査を行うため、会計監査人や監査部を設置し、代表取締役および監査役にその監査結果を報告する体制を構築。

##### ステークホルダーに対する公表・説明

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
  - 「IR資料」、「中期計画」、「CSR報告書」、「統合報告書」、「パーカス」および長期ビジョン「VISION 2030」等において、当該事業の事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置づける。
  - プレスリリース等により、当該事業の研究開発計画の概要を対外公表する。(2022年2月、2024年4月にGI基金に関するプレスリリースを実施)
- 企業価値向上とステークホルダーとの対話
  - 社内外の取り巻く事業環境を踏まえ、経営理念・中期経営計画・ステークホルダーからの期待等を反映した当該事業を選定し、事業活動を通じこれらの解決に取り組むことで、経済的・社会的価値を創出する。
  - 2024年度財務目標として、営業利益140億円、営業利益率8%、ROE12%、株主総還元性向30%以上、株主資本配当率(DOE)：3.6%を中計最終年度目標として掲げる。

### 3. イノベーション推進体制／(4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

## 機動的に経営資源を投入し、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

### 経営資源の投入方針

#### ・ 全社事業ポートフォリオにおける本事業への人材・設備・資金の投入方針

- 人材戦略：当該事業の開発推進に向け、新たに策定した人材戦略(女性の活躍推進、男性の育児休業取得推進、チャレンジ制度の利用促進、エンゲージメントの向上)に沿って個人の実力・能力を最大限に発揮できる機会と環境を提供し、研究員の心理的安全性の向上を図り、に活用する。
- 自己資金の投入、人材および開発・生産拠点の確保：自社敷地内に当該事業の量産検討用拠点を確保。8インチの事業化を目指す。また結晶成長技術やシミュレーション技術に秀でた人材を新卒/キャリア採用を継続して行う。

#### ・ 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保

- 経営者直轄の研究開発費で長期的視点に立った製品開発を行うコーポレート型R&D体制「未来ファンド」にて、当該事業の研究開発をスタート。2022年7月に当該事業は未来ファンドから事業部(電子材料営業部)へ移管、製販に向けた体制整備を実施中。
- 必要に応じて開発体制や手法等の見直しを行い、また目標達成に応じて、他企業や大学研究機関等の外部リソースも活用中。

### 専門部署の設置と人材育成

#### ・ コーポレート型R&D体制

- 当該事業を、長期的な視点で新規事業や技術を育てることを目的とした「未来ファンド」の傘下に置き、経営陣が直接管理できる体制を構築済み。数年先の研究にとどまらず、10年後、20年後を見据えた独自の研究開発を進めている。
- 2022年7月より基盤技術の創出、機能性材料の効率的開発およびコーポレート研究の役割をそれぞれ明確にして、基盤化学研究所、機能化学研究所、New-STEP研究所の3研究所体制で新たに研究開発を推進させている。当該事業は重要テーマと位置づけ、New-STEP研究所管轄である未来ファンドから機能化学研究所の傘下にて研究開発を新たにスタートさせる。

#### ・ 人材育成(含む標準化戦略人材)

- 固有技術の確立・確保、個の成長と組織開発：製造業としてグローバルな競争を勝ち抜くため、技術者、技能者など期待される役割ごとに必要な意識の啓発、知識やスキルの修得を支援。AEC (アクティブ・エキスパート・センター)トレーニー教育制度、スキルアップ支援制度、シニアエキスパートの任命などを設ける。
- キャリア開発教育として、OJT(職場教育)、Off-JT(職場外教育)、SD(自己啓発支援)制度を設け、若手社員には3~5年おきに当該者参加型の教育機会を提供し、意識啓発、基礎知識の確保、スキルアップ支援に取り組む。

## 4. その他

## 4. その他／(1) 想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、SiCを凌駕する代替材料の出現、事業性／採算リスク、致命的な開発遅延等のビジネス面での危機的な事態に陥った場合には事業中止も検討

### 研究開発（技術）におけるリスクと対応

- SiCの性能を凌駕する代替材料出現のリスク
- 革新的製造技術出現による技術優位性喪失のリスク  
→ 市場動向調査/文献情報調査/キーパーソンとのコンタクトを通して柔軟に開発計画を修正する。
- 金属コンタミネーション(Cr)の影響  
→ デバイスマーカーと密に連携し、デバイス製造への影響評価を早期に実施する。

### 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 既存大手ウェハメーカーが計画する大規模製造設備増強に伴う供給過剰、顧客シェアを重視した乱売や新規参入を表明する中国、台湾、韓国など新興勢力の台頭による市場価格の下落による弊社想定を上回る採算価格割れのリスク  
→ 需給バランス、マーケット価格を注視し、適宜設備増強を検討する。
- 弊社溶液法ウェハで予定する大口径化開発スケジュールとマーケット/顧客要求とのミスマッチ  
→ 弊社開発スケジュールとマッチする顧客とのパートナーシップを構築する。

### その他（自然災害等）のリスクと対応

- 弊社開発拠点(山口県宇部市)における自然災害発生による開発設備損壊や社会インフラ停止などの開発遅延リスク  
→ 他研究開発サイト(国内4拠点)への移設を検討する。

- 
- 事業中止の判断基準：
    - (技術) 次世代パワー半導体の間でのカニバリゼーションによるSiCウェハの需要減。
    - (ビジネスモデル) 一部大手パワー半導体メーカーが志向するSiCウェハ内製化の動きがデファクトとなり、弊社開発ウェハの外販余地がないと判断された場合。
    - (市況・需給) SiCウェハ開発・生産メーカーの乱立による需給バランスの崩れによる想定採算価格割れ。
    - (開発計画) 弊社開発スケジュールと市場要求スケジュールのミスマッチ、不測の事態による致命的な開発スケジュールの遅延。