

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：次世代グリーンパワー半導体に用いるSiCウェハ技術開発

実施者名：株式会社レゾナック、代表名：代表取締役 高橋 秀仁

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

カーボンニュートラル電化社会に向けた産業構造変化で高効率パワー半導体需要が増加

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）

- あらゆる分野での電化・デジタル化が急速に進展する社会においては、エネルギー消費の増大に伴うCO2排出量の増加が懸念される。
- パワー半導体は様々な電気機器で電力変換に使用されており、その効率を高めるとともに普及を促進することは、カーボンニュートラルの実現において極めて重要である。

（経済面）

- パワー半導体の市場規模は、現在の約3兆円から'30年5兆円、'50年10兆円と大きく拡大する見込み。中でもSiC等の次世代パワー半導体の伸びは高く（現在0.09→'30年0.5→'50年3.7兆円）、高性能化、低コスト化の進展により更なる拡大が見込まれる。

（政策面）

- グリーン成長戦略にて半導体・情報通信産業は重要分野に選定され、自動車・蓄電池産業、洋上風力産業等との連携を求められている。

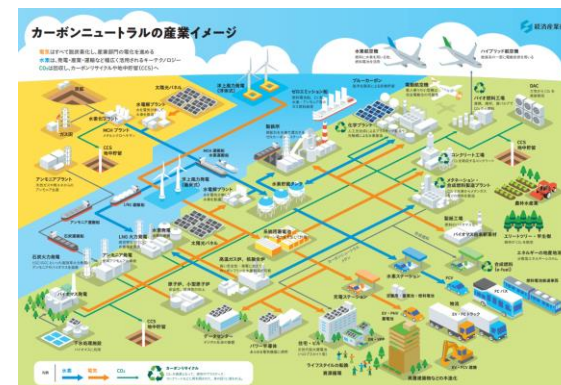
（技術面）

- 次世代パワー半導体SiCは、Siに比べて高出力密度化、高周波動作に優れており、電力変換損失の大幅な低減が可能である。
- SiCパワー半導体の普及促進には、コストパフォーマンスの向上が不可欠であり、大口径化と欠陥密度等の改善が必要である。

- **市場機会**：SiCパワー半導体は各種電源回路を中心とした用途展開が進んでおり、加えてカーボンニュートラル社会の実現に向けて、電動車、産業機器、電力系統等幅広い分野での普及が見込まれており、2025年前後から市場拡大が急速に進む。
- **インパクト**：SiCパワー半導体の材料市場は、当社が世界最大のエピタキシャルウェハ量産・外販メーカーとしてトップシェア（当社推定）を有しているものの、単結晶基板では米国メーカーが圧倒的に優位な状況で、基板を含めた国内サプライチェーンの強化が必要。

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

脱炭素化電気と高効率パワー半導体で構成される電化社会の実現



出典）経済産業省ホームページ
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-4.pdf>

（電化社会）

- デジタルインフラの増加、製造・輸送他あらゆる分野での電化の進展による電力需要増加とカーボンニュートラル実現の両立のために、脱炭素化電気供給・貯蔵と高効率電力変換機器で構成される。

（パワー半導体の役割）

- 発電から消費及びそれらをつなぐ電力変換機器に組み込まれるパワー半導体は電力の利用効率を高めるキーデバイスである。
- 次世代パワー半導体SiCはその優れた物性により高効率化に有利であり、高品質化、低コスト化の進展が普及を加速させる。

- **当社パーパス**：
「化学の力で社会を変える」
先端材料パートナーとして時代が求める機能を創出し、グローバル社会の持続可能な発展に貢献する。
→高品質パワー半導体SiCウェハ事業の拡大展開

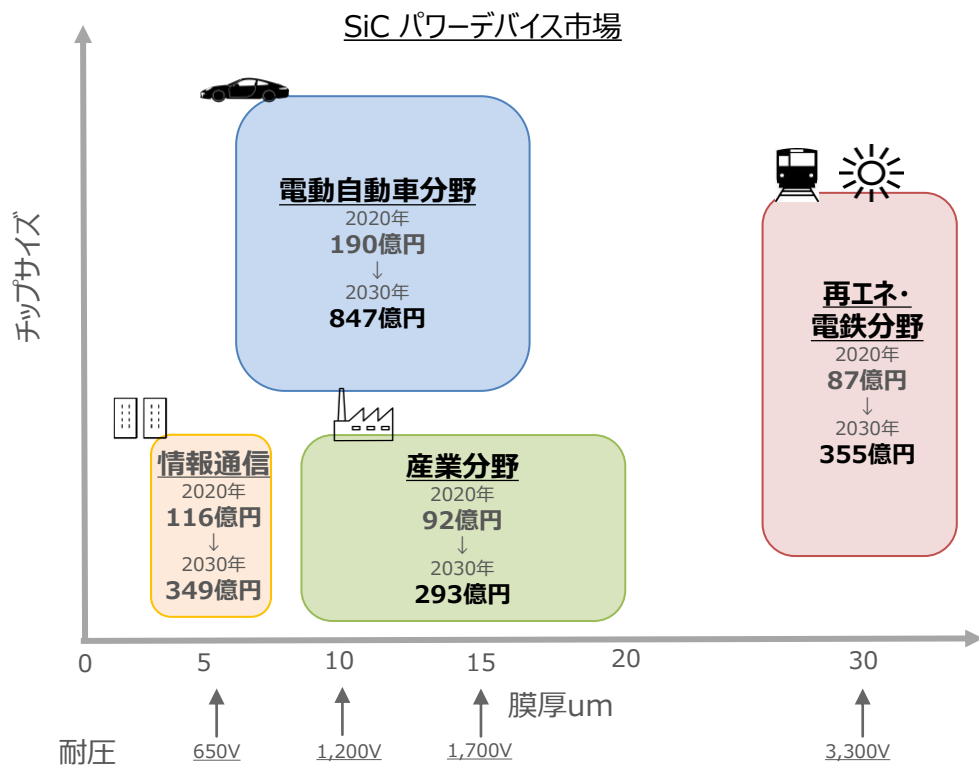
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

パワー半導体市場のうち電動自動車/産業用途/再生エネ・電鉄分野をターゲットに設定

セグメント分析

当社の品質が活きる領域

- ・低転位、低欠陥、高均一性パワー半導体SiCウェハ
→高信頼性、大電流/高電流密度、高耐圧デバイス用途がターゲット
- 中容量帯(1.2～1.7KV)：電動車、高速EV充電機、各種産業機器
- 高容量帯(≥3.3KV)：電鉄、発電送電系統(風力、メガソーラー)



ターゲットの概要

市場概要

カーボンニュートラルに向けて重要な電動車、産業機器、再生エネ・電鉄に需要が将来拡大することが予想され、共通する想定ニーズは低欠陥、高信頼性、低価格である。

主な用途

電動
自動車

課題

- ・ 8インチEpi開発
- ・ 8インチ基板開発

想定ニーズ

- ・ 低欠陥
- ・ 高信頼性
- ・ 低価格

産業
機器

- ・ 8インチEpi開発
- ・ 8インチ基板開発

- ・ 低欠陥
- ・ 高信頼性
- ・ 低価格

再生エ
・電鉄

- ・ 厚膜8インチEpi開発
- ・ 8インチ基板開発

- ・ 低欠陥
- ・ 高信頼性
- ・ 低価格

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

SiC市場の需要拡大と8インチ移行を好機としてウェハビジネスモデルを変革、強化

社会・顧客に対する提供価値

・パワー半導体用大口径・高品質SiCウェハ安定供給

- 8インチ単結晶基板
：低転位、高フラットネス
- エピタキシャルウェハ
：低欠陥、高均一性

【デバイス】

- ・高耐圧大電流デバイスの高歩留り化実現
- ・ウェハ専門メーカーとしての協業/技術協力強化

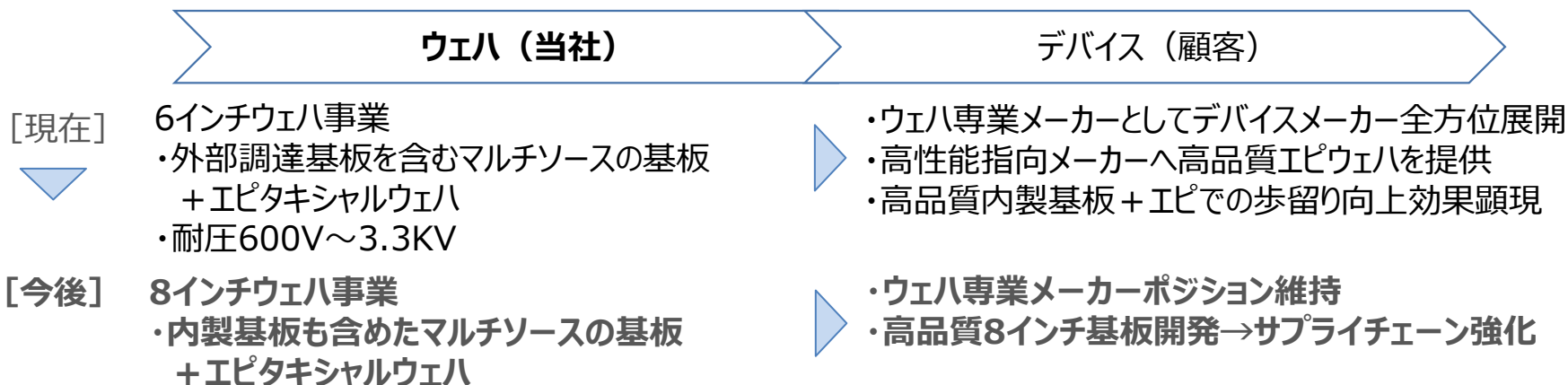
【システム】

- ・電動自動車航続距離増加
- ・産業機器高効率化
-データセンター空調、電源
-太陽光発電パワコン
-電動車充電ステーション
- ・高速鉄道省電力化
- ・再生可能エネルギー効率向上
- ・高電圧直流送電実現

【社会】

- ・カーボンニュートラルへの寄与

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



SiCパワー半導体市場の拡大と8インチ市場への移行を好機としてウェハ事業の拡大強化を実現

（市場機会）高効率SiCパワー半導体の用途展開進展とカーボンニュートラルに向けた需要の高まりによる2020年代中盤からの高品質大口径8インチウェハの市場立上りに対応

（製品品質）6インチ市場最高品質である単結晶基板と低欠陥高均一性エピウェハ製造技術の高度化による高品質8インチウェハを提供。新たな低コスト化技術開発追加による普及促進

（市場ポジション）高性能市場指向のデバイスメーカーへのウェハ供給を軸とした優位性強化。ウェハ専門メーカーポジション維持による垂直統合型競合メーカーとの差別化

（サプライチェーン）海外メーカーの寡占状態である単結晶基板市場に対して新規8インチウェハの開発、量産により、自社のウェハ事業展開及び国内SiCパワー半導体サプライチェーンの強靱化に寄与

（販売戦略）安定供給体制提供。計画的な投資の実現

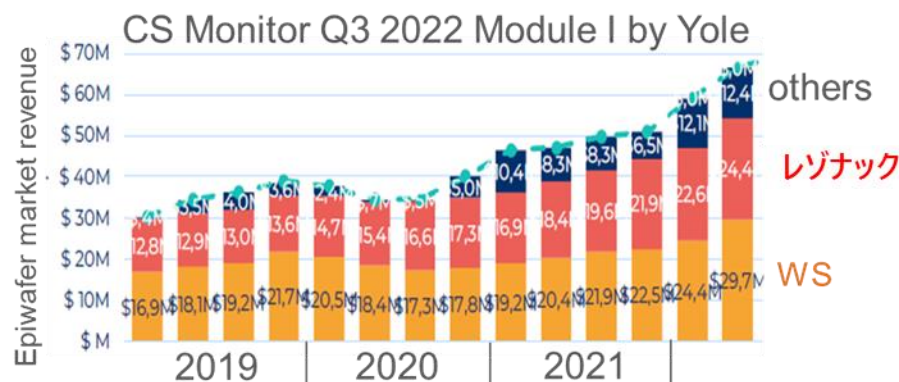
外部環境分析	マクロ環境	<ul style="list-style-type: none"> ・エピウェハTAM伸び大 (情報：顧客forecast、Yoleレポート等) 		<ul style="list-style-type: none"> ・Si-IGBTの高性能化進展 ・GaN、Ga2O3等、新規材料の実用化進展 ・ブロック経済化の加速によるサプライチェーンの分断
	業界	<ul style="list-style-type: none"> ・高速鉄道・EVなどの新アプリケーション ・産業機器・電源・充電柱等のフルSiC化 		<ul style="list-style-type: none"> ・基板・インゴットメーカーの囲い込み
	競合	<ul style="list-style-type: none"> ・デバイスまで垂直統合する各社に対し、デバイス顧客にとって基板・エピ専業である当社ポジションの優位性 		<ul style="list-style-type: none"> ・WS社等欧米各社、中国勢の大規模投資加速。 それに対する各国補助金の更なる増額
	顧客	<ul style="list-style-type: none"> ・車載向けに高品質基板を必要 ・要求品質の高度化・分化 	機会	脅威
内部環境分析	製品サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・基板およびエピの品質優位性 ・全世界における顧客認定取得多数 ・顧客要望に対する迅速・丁寧なレスポンス 	強み	弱み
	業務プロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・装置の使いこなしによる高い生産性 ・グリーンイノベーション基金による開発体制強化 		<ul style="list-style-type: none"> ・機器および主要部材の長納期化
	経営資源	<ul style="list-style-type: none"> ・グローバルシェアを持つHD事業の組織・人財シナジー ・基板からエピまでの一貫製造 		<ul style="list-style-type: none"> ・人材不足・雇用難(製造・技術・マーケティング・建設/立上)

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）

標準化の動きを注視し、必要に応じて是正措置を行う

標準化を活用した事業化戦略（標準化戦略）の取組方針・考え方

- オープンエピウェハ市場において、国内外の多くのデバイスメーカーと既に個別仕様を締結済
→要求品質は各デバイスメーカーごとに異なっており、標準化に適さない要素も含まれる



- 最終的にカスタマーとサプライヤー間との調整に委ねられている標準規格については注視し、必要に応じて是正措置を行う

国内外の動向・自社の取組状況

（国内外の標準化や規制の動向）

- 各社ともカスタマーとサプライヤー間とで取り交わした個別仕様を基本にしてビジネスを進めている

（これまでの自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）

- 知財戦略：積極的な知財権利化
(2.(2)知財優位性について、をご参照ください。)
- SiCアライアンス：標準化WGに参画
 - IEC：標準化活動に参画。各顧客との仕様に考え方を取り込む
 - SEMI：SEMIにメンバーとして参画

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）

標準化戦略

- カスタマーとサプライヤー間の個別仕様を基本にしながら、IECやSEMI等による動きを注視する

知財戦略/ノウハウ戦略

- 適切に特許出願による権利確保を行うと共に、ノウハウ登録を行うことで技術の蓄積を図る

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

高品質化技術と高市場シェアエピウェハの強みを活かして、高品質8インチウェハを安定供給

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- ・ 高耐圧大電流デバイスの高歩留り化、低コスト化を実現する高品質8インチ単結晶基板、エピウェハ
 - '26年:現6インチ市場最高品質製品同等
 - '29年:ウェハ欠陥密度1/10
- ・ 次世代グリーンパワーデバイスの普及促進を大幅に加速する不連続な低コスト化技術製品
- ・ 市場成長を支える安定生産能力の確保

自社の強み

- ・ 高性能デバイス市場での高いエピウェハシェア
- ・ 6インチ高品質内製基板
- ・ ウェハ専門メーカーとしての対顧客(デバイスメーカー)ポジション優位性
 - ・ ノウハウ秘匿化
 - ・ 充実したIPポートフォリオ

自社の弱み及び対応

- ・ デバイス性能視点でのウェハ品質解析
→ 主要デバイスメーカーとの技術コラボによる対応力強化

他社に対する比較優位性

自社

現在



将来

競合

技術

- ・ 高結晶性6インチ単結晶基板
- ・ 低欠陥高均一性6インチエピウェハ

- ・ 超高品質8インチ単結晶基板
- ・ 超高品質8インチエピウェハ

- ・ バリューチェーンの上流部（基板/エピ/デバイス）の全方位展開や垂直統合の動き

サプライチェーン

- ・ 外部調達基板を含むマルチソースの基板
- ・ エピウェハ販売

- ・ 内製基板も含むマルチ基板ソース
- ・ エピウェハ販売

- ・ コア技術の国外移転に慎重

その他経営資源

- ・ HDメディア事業
- ・ 化合物半導体ウェハ事業
- ・ 半導体ガス事業

- ・ 昭和電工マテリアルズ(旧、日立化成)との事業統合による関連事業追加：CMPスラリー、モジュール部材

- ・ 開発・量産体制構築への各種補助金制度によるサポートが大規模化

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

研究開発の後、'28年頃より先行事業へ寄与が始まり、
'36年度に次世代技術によりGI基金目標の品質・コストを両立する製品出荷を想定

投資計画

- ✓ '28年頃より当社先行事業へ寄与が始まる。
 - ✓ ユーザーのリクワイアメントを前提に、継続的な研究開発や投資を予定。
- (総投下資本額 ≤ 総収益額) 投資回収▼

	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	...	2030 年度	...	2035 年度
売上高	社会実装に当たってはユーザーのリクワイアメントを前提に、市場環境を踏まえて生産性改善活動の実行及び設備投資を適時行い事業規模を拡大する。								
研究開発費	約110億円（本事業の支援期間）							ユーザーのリクワイアメントを前提に、継続的な研究開発を予定	
取組の段階	研究開発								
①昇華法による8インチ高品質・低コストSiCウエハ製造技術開発					社会実装・事業化				
②8インチ高品質・低コストSiCエピウエハ製造技術開発					社会実装・事業化				
③昇華法による8インチ超高品質・低コストのSiCウエハ及びエピウエハ製造技術開発					社会実装・事業化				
④高速昇華法技術の開発					社会実装・事業化				
CO2削減効果* （億トン）							1.44	...	2.2

*SiCウエハ普及が直接的にCO2削減につながりませんが、参考値としてお示しします。
「次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画の2030年削減効果1.58億トンよりSiCウエハが関わる用途としてサーバ電源関連の CO2 削減効果0.14億トンを除く1.44億トンに対して、市場拡大に比例して効果が増加するとしております。

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

高品質化技術とユニークな市場ポジションの継続的な強化により社会実装計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none">高品質低コスト8インチウエハ開発<ul style="list-style-type: none">昇華法単結晶成長技術低材料ロス高平坦度基板加工技術低欠陥高均一性エピウエハ成膜技術エピウエハ製造工程自動化ライン構築<ul style="list-style-type: none">品質安定化、省力化/コストダウン高速バルク結晶成長技術開発<ul style="list-style-type: none">「高速昇華法」要素技術開発低コスト8インチバルク結晶成長技術8インチウエハ性能検証<ul style="list-style-type: none">複数国内デバイスメーカーとの連携	<ul style="list-style-type: none">8インチウエハ開発装置<ul style="list-style-type: none">大型昇華法バルク結晶成長装置大口径単結晶基板加工装置大型高速エピタキシャル成膜装置エピウエハ製造自動化ライン<ul style="list-style-type: none">自社HDメディア製造技術応用、最適化非接触式検査、目視検査代替装置等高速バルク結晶成長装置<ul style="list-style-type: none">高速昇華炉（成長条件検討炉） →8インチバルク結晶開発炉プロセスインフォマティクス技術関連装置	<ul style="list-style-type: none">タイムリーな事業化時期決定、PR<ul style="list-style-type: none">デバイスメーカー連携により、市場の大口 径化動向を先行把握学会発表、プレスリリース等アナウンスデバイスメーカーへの的確な品質情報提供<ul style="list-style-type: none">高性能デバイス設計への反映デバイスメーカーの競争力強化デバイスメーカーの品質情報/要求事項の的確な把握<ul style="list-style-type: none">直販体制によるデバイスメーカー との直接対話普及促進のための具体的施策提案
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">8インチまで拡大する過程で、品質に与える影響を把握している8インチエピの成膜試験を実施し、膜厚均一性や欠陥密度に関しては制御パラメータを把握している高速化に必要な要素を検討し、新規の昇華炉の設計に反映させた	<ul style="list-style-type: none">幅広く再検討を行い、メーカーおよび機器を選定しているメーカーでのデモを実施し、機器能力の把握を継続している	<ul style="list-style-type: none">当社の現行事業および国際会議等の学会を通してデバイスメーカーニーズと技術動向を確認している当社本社機能および電動車関連素材事業と連携し、業界・デバイスメーカー・技術動向を把握している
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">6インチ内製基板使用ウエハ品質優位性<ul style="list-style-type: none">高性能デバイス収率向上により実証済み先進的研究成果を持つ再委託先との連携<ul style="list-style-type: none">高速昇華法：産業技術総合研究所SiCウエハに関わる充実したIPポートフォリオ	<ul style="list-style-type: none">昇華法単結晶成長技術の独自性<ul style="list-style-type: none">6インチ炉内部構造設計技術展開プロセスインフォマティクス技術の適用高速成長装置開発<ul style="list-style-type: none">高速昇華炉は装置そのものが 開発対象で優位性の源泉	<ul style="list-style-type: none">単結晶基板及びエピウエハを保有<ul style="list-style-type: none">ウエハ専門メーカーエピウエハの高いグローバルシェアデバイスメーカーと深い技術交流を実施ウエハ品質に関する豊富な蓄積技術<ul style="list-style-type: none">単結晶基板及びエピウエハの欠陥評価、 デバイスキラー欠陥同定技術を保有

1. 事業戦略・事業計画／レゾナックグループにおけるSiC事業の位置づけ

【凡例】 事業のポートフォリオ属性 ■ : コア成長事業 ■ : 基盤事業 (技術・素材) ■ : 安定収益事業 ■ : 次世代事業

新開示セグメント	事業		EBITDAマージン (2025年目標)
半導体・電子材料	エレクトロニクス		30%以上
	デバイスソリューション(HD)	デバイスソリューション(SiC)	
モビリティ	モビリティ		20%以上
イノベーション材料	セラミックス	機能性化学品(樹脂等)	15%以上
	アルミ機能部材	コーティング	
ケミカル	石油化学	カーボン	15%以上
	産業ガス	基礎化学品	
その他	ライフサイエンス		クリティカルマス実現

SiC事業は、当社の成長を担う、半導体・電子材料セグメントに属しております。
2022年に事業ポートフォリオを見直し、有望市場で将来の成長に繋がる優位ポジションにあり、次世代の柱へと育成していく事業として、【次世代事業】に位置付けております。



当社デバイスソリューション事業部内にてGI基金事業を行っております。
 当事業部の主要製品であるハードディスクメディアは外販世界No.1です。
 SiCエピウェハーとは製品や顧客とのコラボレーションにおいて類似性があり、ハードディスクメディアにおける先行事例を積極的に取り入れ、SiC事業及びGI基金事業の推進を行っております。

1. 事業戦略・事業計画／当社の将来に向けた取り組み

GI基金取組以前からの技術開発による成果。これら製品に対するお客様からのフィードバックについても、GI基金における研究開発に反映させることで、技術の早期確立・社会実装を図る。

SiCパワー半導体向け 150mm(6インチ)単結晶基板の量産を開始

(2022年3月28日プレスリリース)



左；成形したインゴット
右；基板

複数のお客様に当社製6インチ(150mm)SiC単結晶基板を使用したSiCエピウェハーが採用されたことを受け、当社は国内初となるSiC単結晶基板の本格出荷を開始しました。

200mm SiCエピウェハーのサンプル出荷を開始 ～自社製SiC単結晶基板を活用、SiCパワー半導体の普及・拡大に貢献～

(2022年9月7日プレスリリース)



左；150mm基板
右；200mm基板

自社製SiC単結晶基板を活用した200mm(8インチ)SiCエピウェハーのサンプル出荷を開始し、デバイスメーカーニーズの探索を行っております。
*従来の6インチ品並みの品質です。

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設備投資等を実施する予定

資金調達方針

	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	...	2030 年度	...	2035 年度
	委託		2/3補助		1/2補助				
事業全体の資金需要	約110億円								ユーザーのリクワイアメントを前提に、 ・継続的な研究開発を予定。 ・社会実装計画実行に当たっては市場環境を踏まえた設備投資を適時行う予定。
うち研究開発投資	約110億円								
国費負担※ (委託及び補助)	約90億円								
自己負担	約20億円								

※インセンティブが全額支払われた場合、消費税を含む

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

高品質低コスト8インチウェハ開発とシェア拡大を達成するために多段階のKPIを設定

研究開発内容		アウトプット目標	
次世代グリーンパワー半導体に用いるSiCウェハ技術開発		1) 高品質8インチSiCウェハ <現市場最高品質6インチウェハ同等品質> 2) 超高品質8インチSiCウェハ <欠陥密度1/10> 3) 高品質8インチバルク単結晶高速成長技術 <現行昇華法成長速度を大きく超える>	
研究開発項目		KPI	KPI設定の考え方
1 昇華法による8インチ高品質・低コストSiCウェハ製造技術開発		・欠陥密度を現市場最高品質6インチウェハ同等 ・デバイス収率を6インチと同等	2026年度： ・現在の市場最高品質6インチウェハ同等の8インチウェハを開発し、デバイスメーカーでの8インチウェハを用いたデバイス開発への提供と市場立上りに備える。
2 8インチ高品質・低コストSiCエピウェハ製造技術開発		・欠陥密度および均一性を現市場最高品質6インチウェハ同等 ・検査頻度の適正化 ・デバイス収率を6インチと同等	
3 昇華法による8インチ超高品質・低コストのSiCウェハ及びエピウェハ製造技術開発		・欠陥密度および均一性を現市場最高品質6インチウェハ同等以上 ・加工工程材料ロス低減 ・デバイス収率を6インチと同等以上	2029年度： ・更なる高品質化、低コスト化による国際競争力強化、ウェハ市場シェア拡大に繋げる。 ・デバイステーマ目標に寄与するウェハパラメータ改善-チップサイズ(大電流化)：転位、欠陥、エピ構造
4 高速昇華法技術の開発		・現行昇華法を大きく超える成長速度	・昇華法の弱点である成長速度の改善による低コスト化技術として普及加速に寄与。 ・低コスト品上市で2040年半導体・情報通信産業のカーボンニュートラルを目指す。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

社会実装実現の高確率化、段階的なKPI実現のために解決方法を多元化

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1	昇華法による8インチ高品質・低コストSiCウェハ製造技術開発	6インチ ・基板TRL8 ・エピTRL9 ----- 8インチウェハ個別プロセス技術検討段階 (TRL5)	'26年 (TRL6) '30年 (TRL9)	<ul style="list-style-type: none">6インチ市場最高品質のバルク結晶成長技術及びエピタキシャル成長技術をベースにシミュレーション技術を含めたそれぞれの高度化により8インチウェハの早期開発を行う。低転位化、低欠陥化のための装置設計、プロセス開発へのプロセスインフォマティクス技術の適用、材料ロス低減と高精度化が可能な加工技術の開発、エピウェハ製造プロセスの自動化ライン構築を行う。開発8インチウェハの性能評価のために複数のデバイスメーカーでの検証を行う。	(90%)
2	8インチ高品質・低コストSiCエピウェハ製造技術開発	6インチ	'26年 (TRL6) '30年 (TRL8)		(80%)
3	昇華法による8インチ超高品質・低コストのSiCウェハ及びエピウェハ製造技術開発	高速昇華法：成長炉検討段階 (TRL4)	'26年 (TRL5) '30年 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none">要素技術実証とコスト試算により量産技術としてのポテンシャル検証を'25年度までに完了。当該分野で実績を有する研究機関との協業で実施する。	(70%)
4	高速昇華法技術の開発				

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 昇華法による8インチ高品質・低コストSiCウェハ製造技術開発	<ul style="list-style-type: none">・8インチシードの作製・開発用の8インチ昇華炉を設計・プロセスインフォーマティクスに用いる技術を選定・8インチ結晶を加工可能な装置を選定・研究開発に必要な装置を設置するためのライン整備に着手	<ul style="list-style-type: none">・8インチシードを作製する過程で、品質に与える影響を把握した・開発用の8インチ昇華炉の設計し、発注した・プロセスインフォーマティクスに用いる技術を選定し、発注した・8インチ結晶を加工可能な装置を一部選定し、発注した・装置の設置場所についての設計を完了した	○
2 8インチ高品質・低コストSiCエピウェハ製造技術開発	<ul style="list-style-type: none">・8インチウェハへの成膜を行い、高均一性と低欠陥化に対する課題を抽出・水銀を使用しないキャリア濃度測定方法について技術を選定・マニュアルハンドリング工程を削減する自動化ライン検討に着手	<ul style="list-style-type: none">・8インチエピの成膜試験を実施し、膜厚均一性や欠陥密度の制御に関しては制御パラメータを把握した・水銀を使用しないキャリア濃度測定方法について、候補となり得る測定機を発注した・マニュアルハンドリング工程を削減する手段を選定した	○
3 昇華法による8インチ超高品質・低コストのSiCウェハ及びエピウェハ製造技術開発	<ul style="list-style-type: none">・超高品質化検討用昇華炉を設計・材料ロスを低減する技術について検討し、関連する装置を評価、選定	<ul style="list-style-type: none">・超高品質化検討用昇華炉の技術要素を抽出して、発注した・材料ロスの低減開発を行う技術について選定し、発注した	○
4 高速昇華法技術の開発	<ul style="list-style-type: none">・結晶成長の高速化領域における4H-SiC 結晶成長条件(高ガス濃度、多形安定性)の探索を開始し、現状設備や材料等における課題を抽出・これらの知見を集約し、専用の昇華炉を設計	<ul style="list-style-type: none">・既設の装置を用いて高速化と多形安定性に必要な要素を検討し、新規の昇華炉の設計に反映させ、発注した	○

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

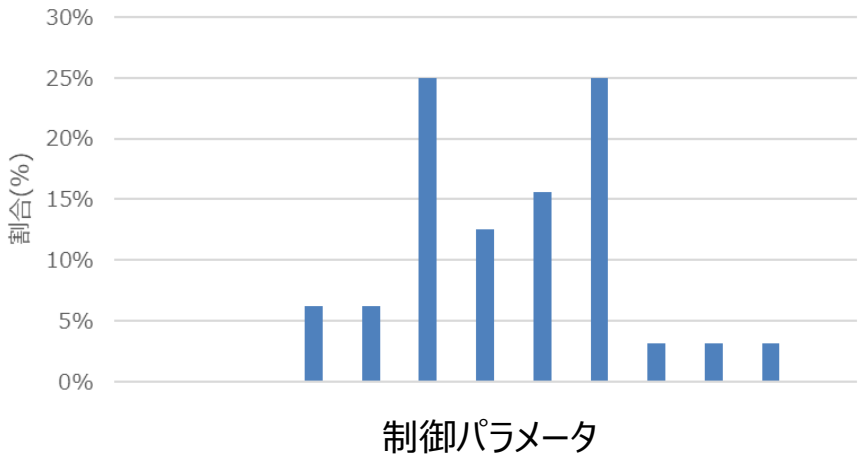
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

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 昇華法による8インチ高品質・低コストSiCウェハ製造技術開発	<ul style="list-style-type: none">・8インチシードの作製・開発用の8インチ昇華炉を設計・プロセスインフォーマティクスに用いる技術を選定・8インチ結晶を加工可能な装置を選定・研究開発に必要な装置を設置するためのライン整備に着手	<ul style="list-style-type: none">・シードの高品質化・細部の仕様確認のためにテスト加工が必要な案件については早急に進める。・必要な用力が確定し次第、工事発注を進める。	<ul style="list-style-type: none">・応力の制御を行い、高品質化を図れる見通し・テスト加工等を前倒して進められる見通し
2 8インチ高品質・低コストSiCエピウェハ製造技術開発	<ul style="list-style-type: none">・8インチウェハへの成膜を行い、高均一性と低欠陥化に対する課題を抽出・水銀を使用しないキャリア濃度測定方法について技術を選定・マニュアルハンドリング工程を削減する自動化ライン検討に着手	<ul style="list-style-type: none">・更なる均一性改善のため、プロセスと設備条件の最適化を進める	<ul style="list-style-type: none">・課題は4インチから6インチにサイズアップした際と同じであり、シミュレーション技術・DX等の計算科学を用いた取組によって解決に至る見通し
3 昇華法による8インチ超高品質・低コストのSiCウェハ及びエピウェハ製造技術開発	<ul style="list-style-type: none">・超高品質化検討用昇華炉を設計・材料ロスを低減する技術について検討し、関連する装置を評価、選定	<ul style="list-style-type: none">・生産性の検証を進める	<ul style="list-style-type: none">・装置メーカーにおけるデモを継続して、設備導入までに検証を継続する
4 高速昇華法技術の開発	<ul style="list-style-type: none">・結晶成長の高速化領域における4H-SiC 結晶成長条件(高ガス濃度、多形安定性)の探索を開始し、現状設備や材料等における課題を抽出・これらの知見を集約し、専用の昇華炉を設計	<ul style="list-style-type: none">・多形安定性の条件抽出・設備及び資材の納期が長期化しており対応中	<ul style="list-style-type: none">・条件の探索を継続・スケールアップによる変化を早期に抽出すべく、口径を変えた成長実験に着手することも検討

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容／ 補足-1

- ①昇華法による8インチ高品質・低コストSiCウェハ製造技術開発（基板）
- ③昇華法による8インチ超高品質・低コストのSiCウェハ及びエピウェハ製造技術開発（基板）

プロセスインフォマティクスに用いる特性のバラつき

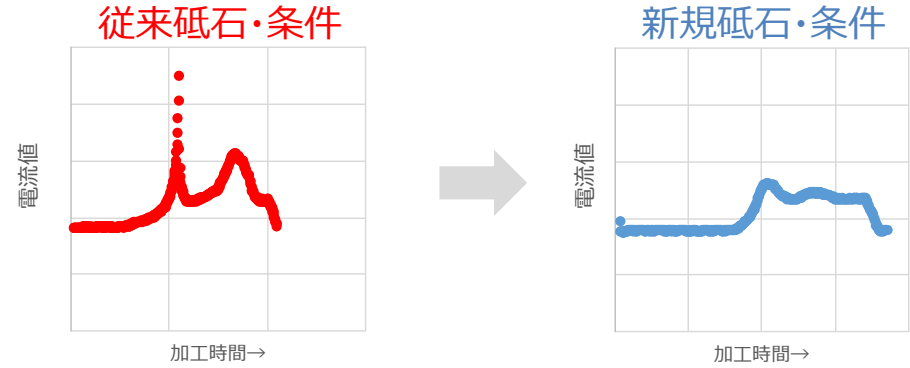


✓ 制御パラメータに対するバラつきを把握できることを検証した

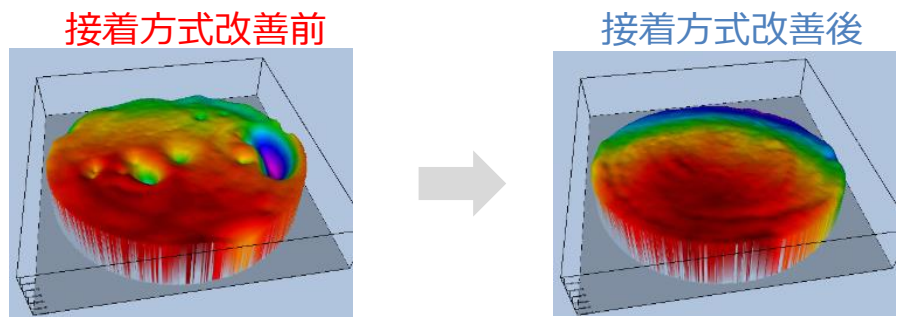
プロセスインフォマティクスに用いる技術を選定し、発注した

8インチ基板の加工生産性改善

研削加工における負荷電流値の推移を把握し、砥石・条件の最適化



8インチ向けプロセス開発によるCMP後の基板平坦度の改善



インゴットからウェハまでの加工プロセスについて、品質と生産性の改善の両立について、継続して取り組む

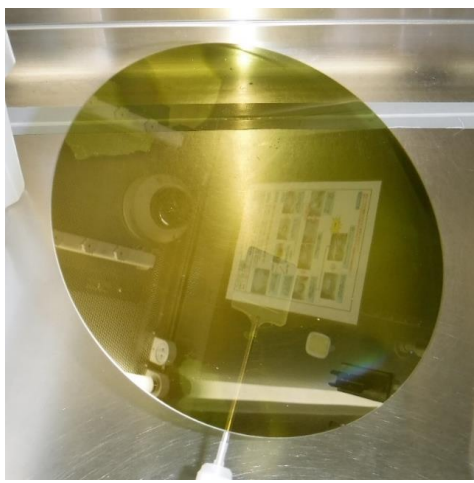
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容／ 補足-2

②8インチ高品質・低コストSiCエピウェハ製造技術開発（エピ）

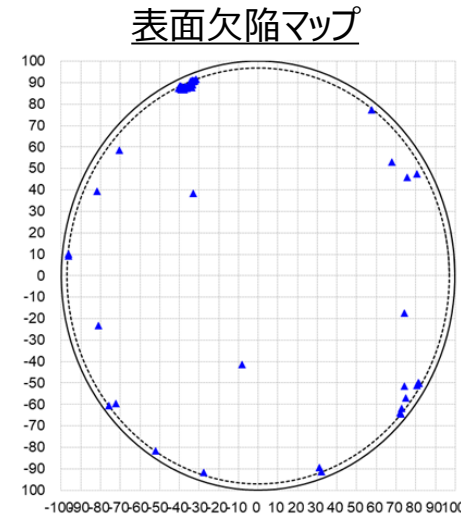
③昇華法による8インチ超高品質・低コストのSiCウェハ及びエピウェハ製造技術開発（エピ）

8インチ エピウェハ 開発状況

6インチのセッティングをベースに、ガス流量やC/Si, 温度条件を振って8インチ試作を実施。



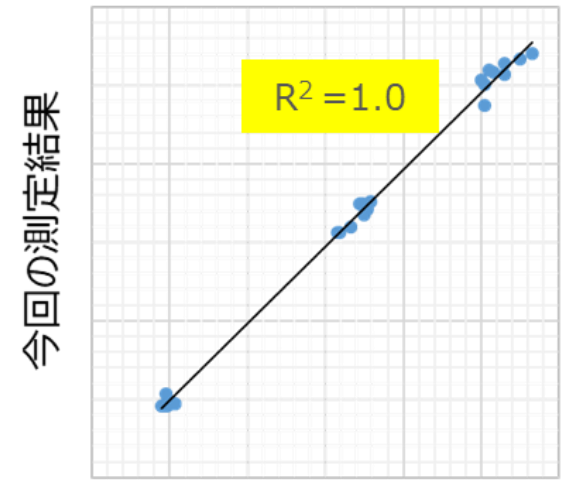
8インチでも単結晶成膜（鏡面エピ）が可能であることを確認



エピパーティクル欠陥（青点）：
0.20 cm⁻²

表面モフォロジーおよび欠陥に関しては、課題は少ない。
均一性改善に向けた開発として、プロセスと設備条件の最適化を進める。

水銀を使用しないキャリア濃度測定方法の検討

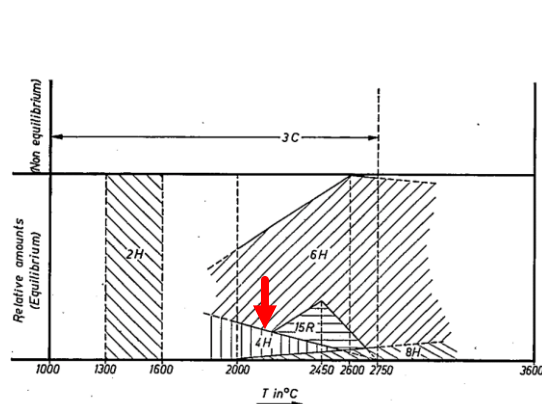


従来方法による測定結果
✓ 測定値の相関に問題は無し

水銀を使用しないキャリア濃度測定方法について、
候補となり得る測定機を選定し、発注した

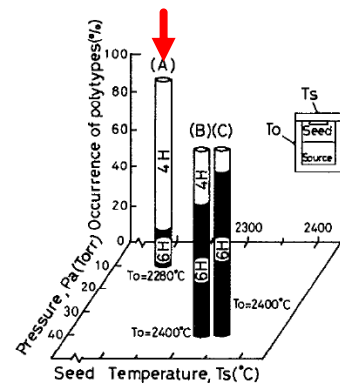
④ バルク結晶高速成長技術開発

高速成長条件における多形制御



W. F. Knippenberg, Philips Res. Rep.18, 161 (1963).

4H化の条件範囲は小さく不安定



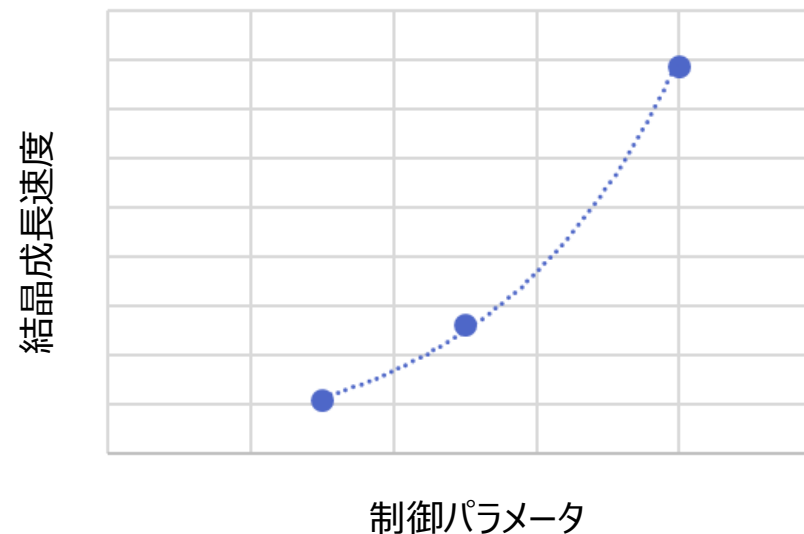
M. Kanaya, et al, Appl. Phys. Lett 58 (1991) 56.

6H化を抑制し、4H成長を実現できる要素あり

- 昇華ガス組成制御
 - 不純物の制御
 - 成長条件(温度・圧力等)の探索
- を重要なパラメータとして、6H化を抑制し4H化を実現する

産総研主導の材料・装置・プロセス工学の連携開発からの知見を活用

高速成長化の要素検討



- ・制御パラメータに対する結晶成長速度のデータを取得
→ 結晶成長速度の上昇を確認

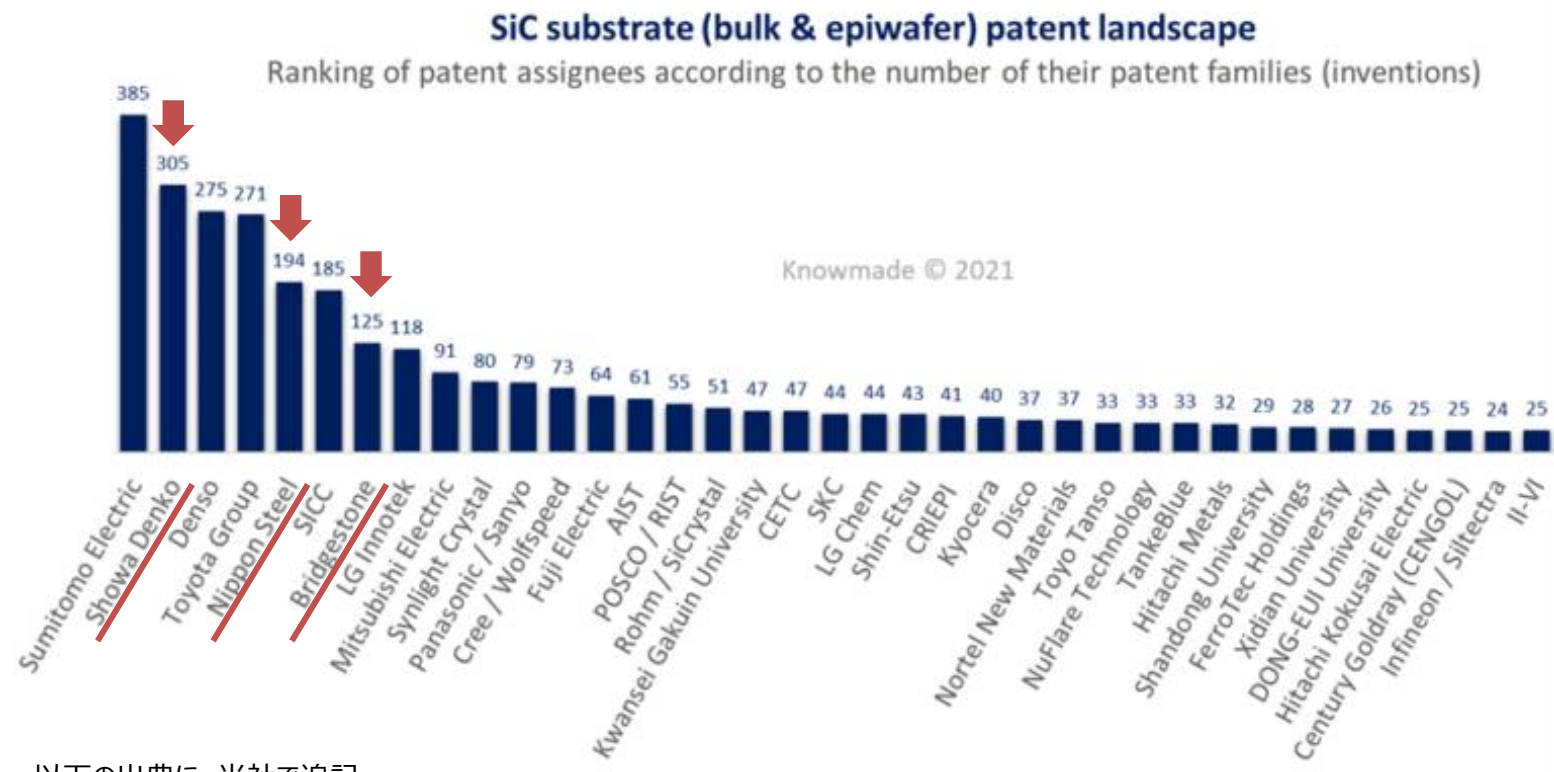
[今後の取り組み]

制御パラメータを更に変化させた場合の結晶成長速度把握、ポリタイプ安定性の確認、他のパラメータの影響を調査する

知財優位性について

SiCウェハ(基板&エピ)に関する特許

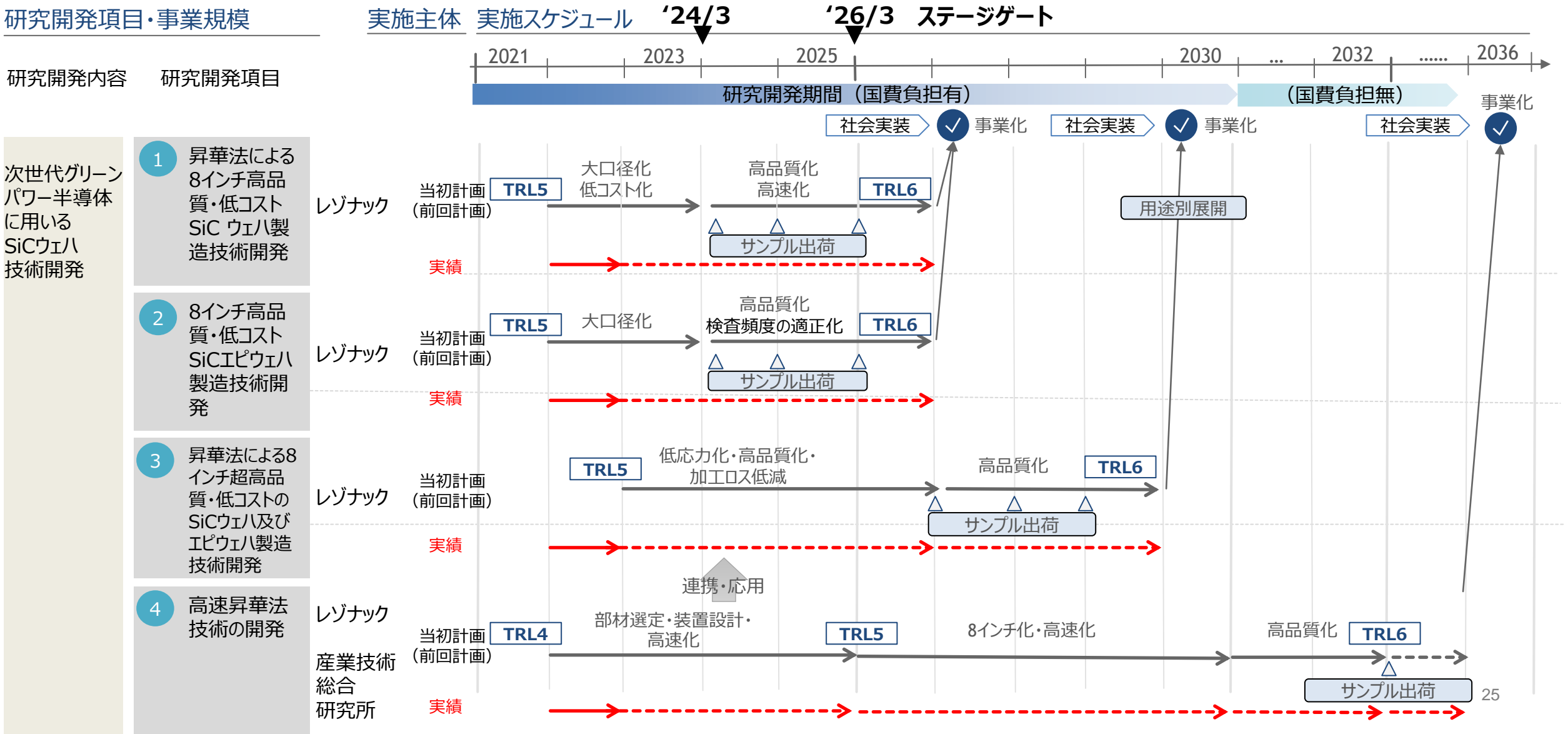
仏KnowMade社(特許と科学的情報の分析に特化した調査／コンサルティング会社)の2021/8報告からも、当社の優位性は
顕著
当社は、Showa Denko(昭和電工)+Nippon Steel(新日鐵)[譲受]+Bridgestone(ブリヂストン) [譲受] に相当。



以下の出典に、当社で追記
<https://www.knowmade.com/press-release/news-power/showa-denko-a-patent-portfolio-tailored-to-its-ambitions-as-a-world-leader-in-the-sic-wafer-market/>

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

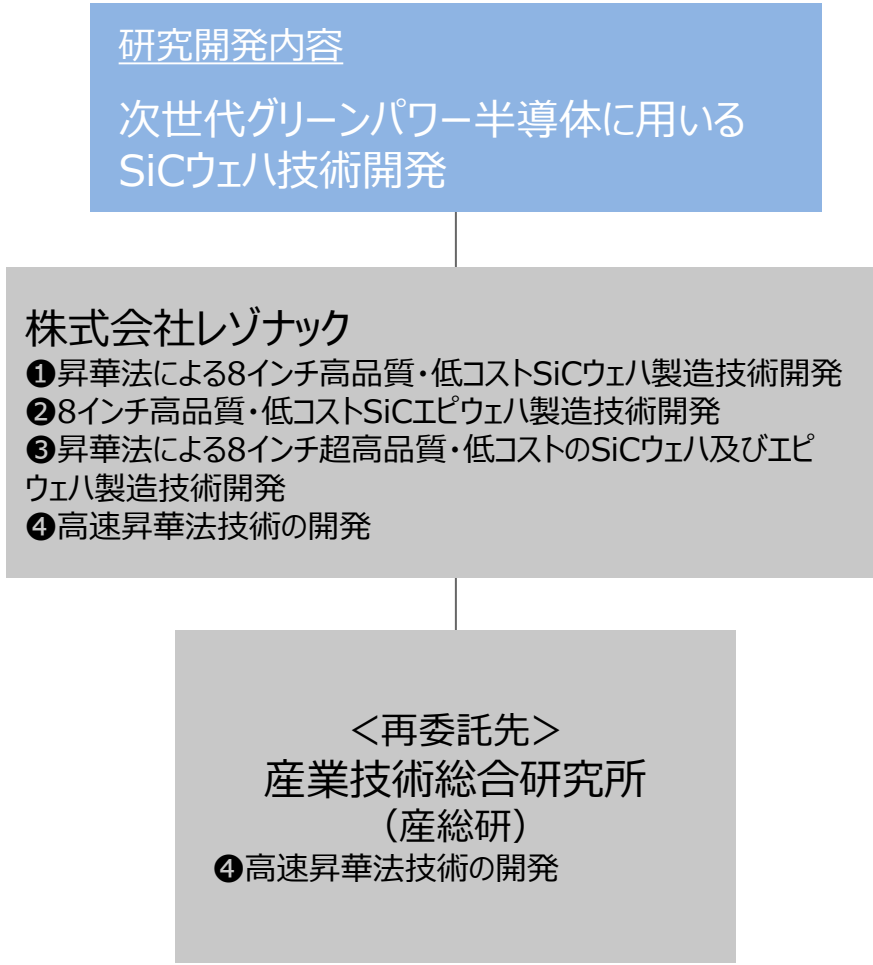
8インチウェハ市場の立上りと継続的な開発製品の事業化により普及促進を早期化



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

ウエハ事業会社と公的研究開発機関の保有技術を活かした効率的な役割分担を構築

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目全体の取りまとめは、当社が実施する。
- 当社は、各研究開発内容について以下を担当する。
 - 研究開発内容①・②・③：自社が保有する6インチ高品質単結晶基板及び高品質エピタキシャルウエハ製造技術の高度化により目標を達成する。
 - 研究開発内容④：再委託先との連携成果について生産技術としてのポテンシャル評価を行い、事業後期の社会実装に向けた技術開発に取り組む。
- 産総研は、研究開発内容④のテーマ「高速昇華法」を担当する。また、関連部材メーカー、装置メーカーと連携する。

研究開発における連携方法

- 研究開発項目全体：各主体間の連携効率化のために定期的な検討会を開催し、取り組み内容の継続的な見直しを行う。また、複数のデバイスメーカーとの連携によるデバイス評価(ウエハ開発による改善効果確認)を行う。
- 研究開発内容④：事業前半での活動は産総研を主な研究実施場所として当社メンバーが常駐する。
- 研究開発内容④(事業後半)：当社を主な研究実施場所とし、再委託先との連携を継続する。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際競争力強化に活用可能な研究開発内容に関する技術優位性を保有

研究開発内容	研究開発項目	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
次世代グリーンパワー半導体に用いるSiCウェハ技術開発	1 昇華法による8インチ高品質・低コストSiC ウェハ製造技術開発	<ul style="list-style-type: none">高品質6インチウェハ製造技術<ul style="list-style-type: none">-シード改質、低欠陥c面成長-高精度基板加工、高品質エピ成膜	<ul style="list-style-type: none">大幅な品質優位性により、デバイスメーカーにおける収率向上を確認済み。8インチ開発要素技術検討開始。8インチ市場で国際競争力を強化するためには高品質市場での早期上市と継続的な優位性維持が必要。2026年までに現市場最高品質6インチと同等の品質を8インチで実現し、2030年までに更なる品質と量産性向上により優位性を強化する必要がある。
	2 8インチ高品質・低コストSiCエピウェハ製造技術開発	<ul style="list-style-type: none">ウェハ品質評価、欠陥同定技術充実したIPポートフォリオ：自社、譲受、許諾HDメディア量産自動ライン設計技術	
	3 昇華法による8インチ超高品質・低コストのSiCウェハ及びエピウェハ製造技術開発		
	4 高速昇華法技術の開発	<ul style="list-style-type: none">昇華法結晶成長技術昇華法物性制御技術結晶物性解析技術昇華法成長装置設計技術	

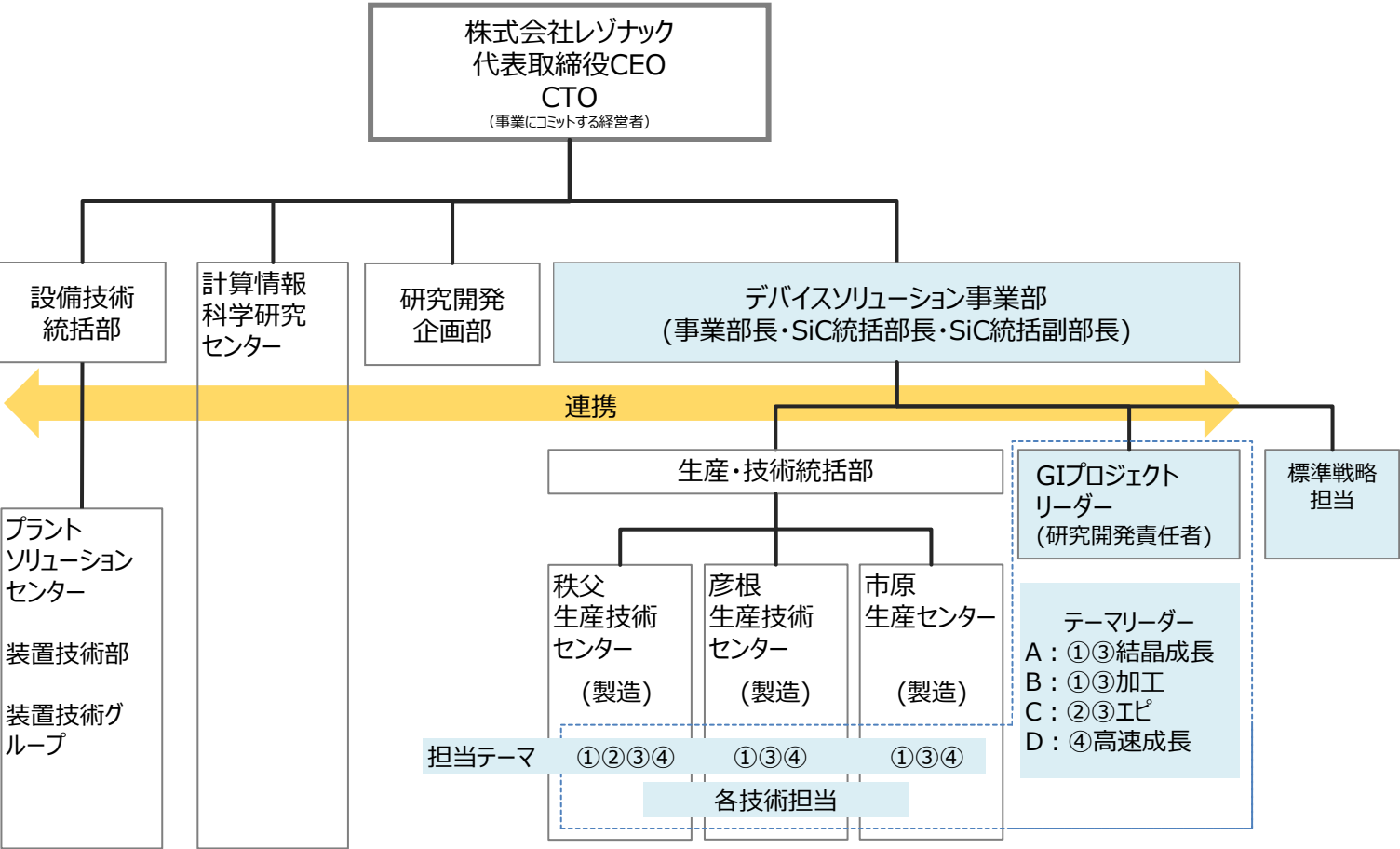
3. イノベーション推進体制

(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、SiCウエハ事業を所管するデバイスソリューション事業部にて事業を推進する。

組織内体制図



※①、②、③、④は研究開発項目を示す

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
 - GIプロジェクトリーダー：SiC研究開発の統括
- 担当チーム
 - 各生産技術センター横断でテーマ（研究開発項目）毎にメンバーを編成
- テーマリーダー
 - リーダーA：結晶成長の研究開発の実績
 - リーダーB：加工技術開発の実績
 - リーダーC：エピウエハ製品開発の実績
 - リーダーD：結晶成長の研究開発の実績
- 標準戦略担当
 - SiC統括副部長（併任3人規模）

部門間の連携方法

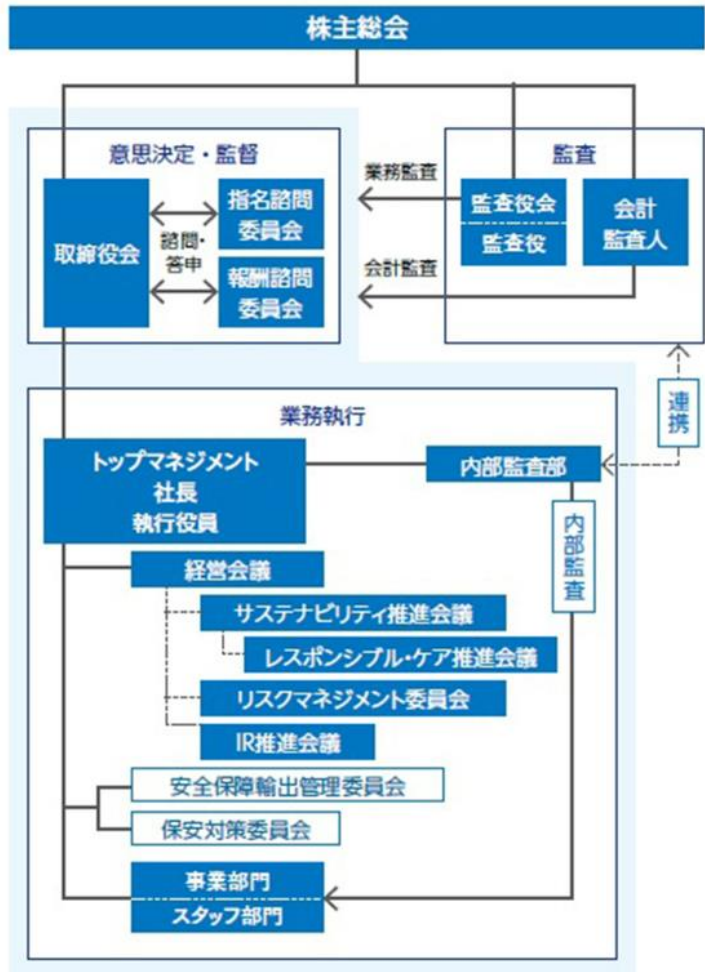
- 各種会議体にて連携実施

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

経営者等による本基金事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 本基金事業応募に当たっては、当社社長直下の会議体にて意思決定を行い、取締役会での報告を行った。
- 採択結果については当社社長直下の経営会議及び取締役会で報告を行った。
- SiCウェハ事業はデバイスソリューション事業部に属し、事業部長が当事業を執行している。
- 毎年実施される事業計画ローリングを経営会議メンバーが審議を行っている。この場を通して、SiCウェハ事業の成長戦略、事業課題、研究開発テーマを経営陣と共有し、全社の中での位置づけを明確化している。
- 取締役会にSiCウェハ事業執行報告を定期的実施している。また、社外取締役から研究開発・技術分野の取り組みに対する執行状況確認を受けている。



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カーボンニュートラルに向けた戦略を策定し広く情報発信

カーボンニュートラルに向けた全社戦略

- 2021年7月30日付当社(当時、昭和電工株式会社)のプレスリリース「2050年 カーボンニュートラルへの挑戦2030年に低炭素化、2050年にカーボンニュートラル実現を目指す」*にて公表した通り、長期ビジョンでの目指す姿「持続可能なグローバル社会に貢献する会社」として、2050年のカーボンニュートラル実現に当社グループ全体で取り組んでいくことを決定した。取り組みの進捗については、当社のサステナビリティサイトや毎年発行する統合報告書にて公表する予定である。
- 統合報告書にて気候関連のリスク・機会と主な対応として研究開発分野について公表しており、毎年見直しを行っている。当社取締役である最高技術責任者(CTO) による技術開発戦略やテーマについて、当社HPや統合報告書にて掲載し、積極的に発信を行っている。

*<https://www.resonac.com/jp/news/2021/07/30/292.html>

グリーンイノベーション基金事業における公表方針

基金事業は当社SiCウェハ事業の研究開発テーマとして実施される。当社SiCウェハ事業の一環として公表可能な情報は、当社プレスリリースなどを通して積極的に伝える予定である。

カーボンニュートラルに関するステークホルダーへの公表・説明

- 情報開示の方法
 - 2019年5月に「気候関連財務情報開示タスクフォース」(TCFD) に賛同した。気候変動が当社グループに及ぼすリスクと機会を評価し、シナリオ分析を通じてレジリエンスを強化するとともに、ステークホルダーとの健全な対話を推進している。
- 主な公表媒体
レゾナックホームページ <https://www.resonac.com>

当社に対するESG観点での社外・ステークホルダーからの評価

- ESG指数への組み入れ状況('22年4月現在)
 - FTSE4Good Global Index
 - FTSE Blossom Japan Index
 - FTSE Blossom Japan Sector Relative Index
 - MSCI女性活躍指数 (WIN)
 - S&P/JPXカーボン・エフィシエント指数
 - SNAMサステナビリティ・インデックス
- 認証状況('22年4月現在)
 - 「Gomez ESGサイトランキング2021」優秀企業
 - 健康経営優良法人
 - くるみん

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、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

デバイスソリューション事業部における事業推進体制

- 本基金事業は当社デバイスソリューション事業部傘下のSiCウエハ事業の研究開発テーマとして実施される。当社のSiCウエハ事業は有限責任事業組合エシキャット・ジャパンを源流として15年以上の事業運営実績を有している。
- 国内外のパワー半導体メーカーとの取引実績があり、SiCエピウエハ市場のシェアは業界首位と推定している。
- 既に存在する事業部内開発体制や開発ノウハウ、取引チャネルなどのリソースを最大限活用することで、本基金事業の成果物の社会実装を推進する。
- デバイスソリューション事業部内での定期開催会議体にて本事業への経営資源の投入方針決定、進捗管理、執行管理を実施する。

レゾナックにおける全社部門との連携

研究開発部門

本事業の遂行にあたり全社研究開発リソースからサポートを得る。

- 研究開発企画部
当社が有する多様な技術、事業領域を踏まえた、全社研究開発の円滑な運営をミッションとしている。
- 計算科学・情報センター
計算科学および技術情報調査による全社の研究開発支援を主なミッションとしている。本事業で目指すプロセスインフォマティクスおよびシミュレーションの高精度化をサポートする。

生産技術部門

本事業による工程開発や機器開発においてサポートを得る。

- 設備技術統括部プラントソリューションセンター
各種技術分野に関する化学工学、計算科学、装置技術、材料技術、エンジニアリング技術（設計、施工）とその連携による最適ソリューションの提供および研究開発各部門とのコンカレントエンジニアリングによる開発成果早期顕現をミッションとしている。本事業で目指す機器開発、自動化工程開発をサポートする。

* 当社経営組織規程にて業務分掌を定めており、上記部門に限らず必要に応じて本事業に対するサポートを得る予定である。

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、情勢変化等の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	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
<div>R&Dリスク<ul style="list-style-type: none">■ 設定したマイルストーン・KPIに未到達。技術開発遅延<ul style="list-style-type: none">－ 当社研究開発企画部や設備技術統括部が有する開発・生産技術の知見導入による開発推進－ 当社計算情報科学研究センターの人材と知見を活用したシミュレーション高度化－ 高度な開発実績を有する複数の再委託先（産総研）とのコラボレーションによる開発推進● 開発技術の陳腐化リスク<ul style="list-style-type: none">－ 本案件は国際的な開発競争に晒されており、計画通り最速のスケジュールで開発→社会実装を着実に進めることにより、本邦製造業の国際競争力を強化■ 他社の特許等の知的財産権への抵触<ul style="list-style-type: none">－ 当社知的財産部と協働による特許監視、特許網（基本特許、重要特許）の構築</div>	<div>市場リスク<ul style="list-style-type: none">■ 別材料によるパワー半導体生産や革新的な他のプロセスの確立<ul style="list-style-type: none">－ 生産規模や社会実装時期等の再検討－ セグメンテーション、ターゲティング、ポジショニングの棲み分けによる事業規模の再検討● SiCウェハの需給バランスの大幅な変化<ul style="list-style-type: none">－ 生産規模や社会実装時期等の再検討－ セグメンテーション、ターゲティング、ポジショニングの棲み分けによる事業規模の再検討</div> <div>事業リスク<ul style="list-style-type: none">■ 機器調達や資材調達の遅延（納期遅延、作業遅延等）<ul style="list-style-type: none">－ 発注窓口である当社購買・SCM部門との連携強化－ 協力会社とのコミュニケーション円滑化・効率化－ サプライチェーンの複線化の推進</div> <div>社会リスク<ul style="list-style-type: none">■ 人口減少・高齢化を背景とした労働者不足の顕在化<ul style="list-style-type: none">－ 採用窓口である当社人事部門との連携強化－ 労働環境や待遇の改善による人材確保の推進－ 自動化の推進</div>	<div>災害リスク<ul style="list-style-type: none">● 自然災害（地震・津波等）による設備破損等のリスク<ul style="list-style-type: none">－ 事前のアセスメント等により対応● 感染症等のパンデミック拡大による、開発・実装遅延リスク<ul style="list-style-type: none">－ 全体スケジュールの再調整も含め検討</div> <div>その他のリスク（システム等）<ul style="list-style-type: none">■ ネットワークウイルス等によるコンピューターシステムの休止<ul style="list-style-type: none">－ 情報セキュリティ規定順守によるオペレーション管理の徹底－ セキュリティ機能強化による機密情報漏洩対策の徹底</div>



- **事業中止の判断基準：**
 - ・別材料によるパワー半導体生産や革新的な他のプロセスが確立され、本事業の社会実装採算性が折り合わないことが明らかとなった場合
 - ・大規模震災等の自然災害により、当事業の継続が困難となった場合
 - ・現時点で想定されないような経営環境変化により、当社が事業継続できなくなった場合