

「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	9
評点結果	13

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会
「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成21年9月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	ふゆき たかし 冬木 隆	奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 教授
分科会長 代理	きもと つねのぶ 木本 恒暢	京都大学 大学院工学研究科 教授
委員	かとう としじ 加藤 利次	同志社大学 工学部電気工学科 教授
	かねこ ただあき 金子 忠昭	関西学院大学 理工学部物理学科 教授
	ただの ひろし 只野 博	株式会社豊田中央研究所 情報・エレクトロニクス研究部 部長
	にしだ やすゆき 西田 保幸	千葉工業大学 工学部電気電子情報工学科 教授
	やまさき みきお 山崎 幹夫	株式会社NTTファシリティーズ 研究開発本部 パワーシステム部門 部門長

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

		作成日	平成 21 年 8 月 25 日		
プログラム（又は施策）名	ITイノベーションプログラム エネルギーイノベーションプログラム				
プロジェクト名	パワーエレクトロニクス インバータ基盤技術開発	プロジェクト番号	P 0 6 0 1 9		
担当推進部/担当者	電子・情報技術開発部 秋山純一				
0. 事業の概要	<p>低損失・高密度パワーエレクトロニクス機器を実用化するためには、SiC スwitchング素子技術を用いて、低損失・高密度インバータ技術開発を行うことが必要である。すなわち具体的な適用製品を想定して、従来の Si スwitchング素子を高性能 SiC スwitchング素子に置き換えてインバータに用いるための回路設計技術、ノイズ対策や熱設計などの SiC スwitchング素子実装に伴う課題等を解決していく必要がある。一方、革新的な超低損失・高密度インバータを実現するために、SiC スwitchング素子の大容量化・信頼性向上・低損失化等の SiC 材料のポテンシャルを最大限活用した高度化が求められる。これらの技術開発のためには素子特性評価と SiC ウェハ評価を多面的に結びつけ、SiC 単結晶ウェハおよびエピタキシャル製膜技術へフィードバックすることが不可欠である。さらに、高度化 SiC スwitchング素子の性能を最大限活用したインバータ高パワー密度化に関わる設計技術・高速制御技術・高温実装技術等の基盤技術開発が必要である。本プロジェクトでは、これらの要請を具現化して、SiC スwitchング素子を用いたパワーエレクトロニクスインバータ基盤技術を開発した。</p>				
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>情報家電の普及や通信需要の拡大に対処する電気エネルギーの高効率利用の実現、及びハイブリッド自動車や産業用の様々なモータ制御、家電製品の電源制御など、我が国の重要産業の国際競争力強化と省エネルギーを図るためには、その基盤となるパワーエレクトロニクスの研究開発が必要である。また、経済産業省が発表した新産業創造戦略（平成 17 年 5 月）において、我が国の産業競争力強化のために注力すべき分野として、環境・エネルギー機器が挙げられており、パワーエレクトロニクス機器には、一層の低消費電力化・小型化が求められている。本プロジェクトでは、自動車・家電製品等の低消費電力化実現に不可欠な炭化ケイ素（SiC）等を用いたパワーエレクトロニクスインバータ基盤技術を平成 20 年度までに確立し、我が国の関連産業の国際競争力強化と省エネルギーに資することを目的として IT イノベーションプログラム及びエネルギーイノベーションプログラムの一環として実施する。</p>				
II. 研究開発マネジメントについて					
事業の目標	平成 20 年度までに、具体的な製品応用を想定した SiC を用いた低損失インバータユニットを試作し、電力変換損失を同一定格の Si インバータユニットの 30%以下に低減する。また、SiC 材料のポテンシャルを最大限活用した革新的な超低損失・高密度インバータを実現するために、SiC スwitchング素子の大容量化・信頼性向上・低損失化等の性能高度化や、インバータ設計・高速制御・高温実装等に関わる基盤技術を確立する。				
事業の計画内容	主な実施事項	H18fy	H19fy	H20fy	
	①高効率・高密度インバータユニット技術開発			→	
	②高効率・高密度インバータ革新的高度化基盤技術開発			→	
開発予算 (会計・勘定) (委託)	会計・勘定	H18fy	H19fy	H20fy	総額
	一般会計				
	特別会計（高度化）	2,067	1,089	888	4,044
	総予算額	2,067	1,089	888	4,044

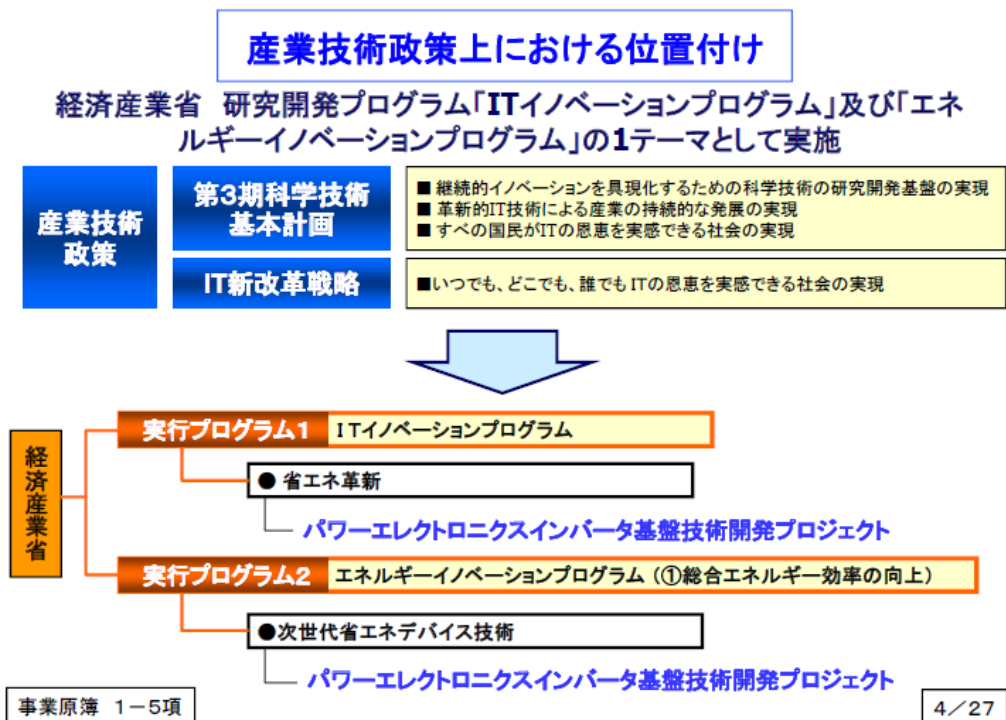
開発体制	経産省担当原課	商務情報政策局 情報通信機器課
	プロジェクトリーダー	(独)産業技術総合研究所 パワーエレクトロニクス研究センター 研究センター長 荒井 和雄 (現在、イノベーション推進室 技術顧問)
	委託先	三菱電機 株式会社、 独立行政法人 産業技術総合研究所、 財団法人 新機能素子研究開発協会
情勢変化への対応	<p>3年間という短期のプロジェクトで目標を達成するため、必要な設備を早期に整備するため H18 年度においては、H19 年度予算の前倒し使用が認められ、実行した。また、世界最小のオン抵抗値を実現したことで、基盤技術開発の加速追加資金が 335 百万円投入された。</p> <p>H19 年度、H20 年度の予算は予定されていたより減額されたが、大口径ウェハの適用、高キャリア周波数化を図るための加速を H19 年度に 240 百万円、歩留り向上に繋がるプロセス要素技術の開発の加速として H20 年度には 85 百万円の加速資金が投入された。</p>	
Ⅲ. 研究開発成果について	<p>【事業全体】 オール SiC インバータの設計、試作, 実証では、14kVA (11kW 出力) /400V インバータユニット (体積 1.1L) のユニットで損失の 70%低減、パワー密度 10W/cm³ を達成。基盤技術として SiC ウェハの結晶転位欠陥のデバイス性能への影響については、現行の高品質基板は適用可能でむしろエビ膜形成を含めたプロセス起因欠陥がキラー欠陥であることが判明した。また、インバータの高パワー密度、高温使用の可能性について見極めることのできる技術が確立された。</p> <p>【個別テーマ】</p> <p>①高効率・高密度インバータユニット技術開発 ・14kVA(11kW)の SiC インバータユニットを試作し、Si-IGBT モジュールに比べ損失 70% 減を実証し、最終目標を達成した。パワー密度 10W/cm³、高キャリア周波数化ではインバータユニットで 30kHz を達成した。4 インチウェハを用いた SBD 試作を行い、ウェハ品質と合わせて、変換器実用化の見通しを確実にした。</p> <p>② 高効率・高密度インバータ革新的高度化基盤技術開発</p> <p>(1) インバータ大容量化技術 ・結晶欠陥と素子破壊箇所の対応付けを行い、三角欠陥等のエビ欠陥がキラー欠陥であることを明らかにした。また、絶縁破壊箇所特定素子の試作により、MOS 型電界効果トランジスタの耐圧不良が接合型電界効果トランジスタ領域上の酸化膜の破壊によること等を突き止めた。更に、活性化熱処理プロセスの工夫で SiC 基板表面荒れを抑制することで歩留まりを向上させる技術を開発し、5mm 角の素子試作に適用してショットキーバリアダイオード等で高い歩留りを得た。これらの結果から、5mm 角、100A 級素子の実現に必要な条件を明らかにした。</p> <p>(2) インバータ信頼性向上基盤技術 ・5mm 角までの MOS 構造の信頼性寿命測定、放射光 X 線トポグラフィー等によるキラー欠陥の同定を進めて、数種のエビ欠陥がキラー欠陥として働き、絶縁破壊電荷を減少させていることを明確にした。貫通螺旋転位欠陥は破壊確率を高くするが、市販基板レベルの貫通螺旋転位欠陥密度では、実使用上必要とされる信頼性寿命 30 年は保証できるとの見通しを得た。また、ドライ酸化とウェット酸化/N2O 酸化の組み合わせにより、高チャネル移動度と高信頼性を両立できる酸化膜形成技術の開発に成功した。</p> <p>(3) インバータ高パワー密度化基盤技術 低オン抵抗素子試作と損失統合設計シミュレーションにより 50W/cm³ の高出力パワー密度を実現できる条件を明らかにした。重要な条件である高温環境動作のための電極形成技術等に関する分析を進め、250℃の環境下で 1000 時間を超える高温保持試験を行い、良好な接合特性を維持できることを確認した。</p>	
投稿論文	40 件 「査読付き」 39 件、「その他」 1 件、口頭発表：80 件 (国際会議：33 件)	
特 許	「出願済」のべ 14 件、「登録」 0 件、「実施」 0 件 (うち国際出願のべ 2 国・件)	

IV. 実用化、事業化の見直しについて	<p>本プロジェクトによって工業用モータ等に応用する汎用インバータの大幅な低損失化等の性能実証ができ、また4インチウェハの品質レベル向上の確認により、実用化、事業化に向けて展開することができる。基盤技術研究開発の成果活用により、ウェハ品質向上、デバイス製造プロセスへの要素技術の展開による歩留り向上、機器の設計条件の決定、システムメーカーの製品戦略等に貢献することが期待される。</p>	
V. 評価に関する事項	事前評価	平成18年度12月実施 担当部 電子・情報技術開発部
	中間評価以降	平成21年度 事後評価実施予定
VI. 基本計画に関する事項	作成時期	平成18年3月策定
	変更履歴	平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂。

技術分野全体での位置づけ
 (分科会資料5-2より抜粋)

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

公開



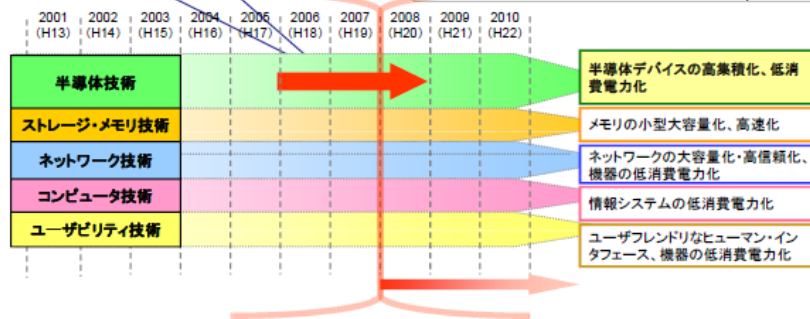
NEDO中期目標における位置付け

NEDO中期目標に掲げる「高度な情報通信社会の実現」のため、電子・情報技術開発分野の半導体技術開発の一環として実施。

NEDO 中期目標

- 誰もが自由な情報の発信・共有を通じて、個々の能力を創造的かつ最大限に発揮することが可能となる高度な情報通信(IT)社会の実現
- 我が国経済の牽引役としての産業発展の促進

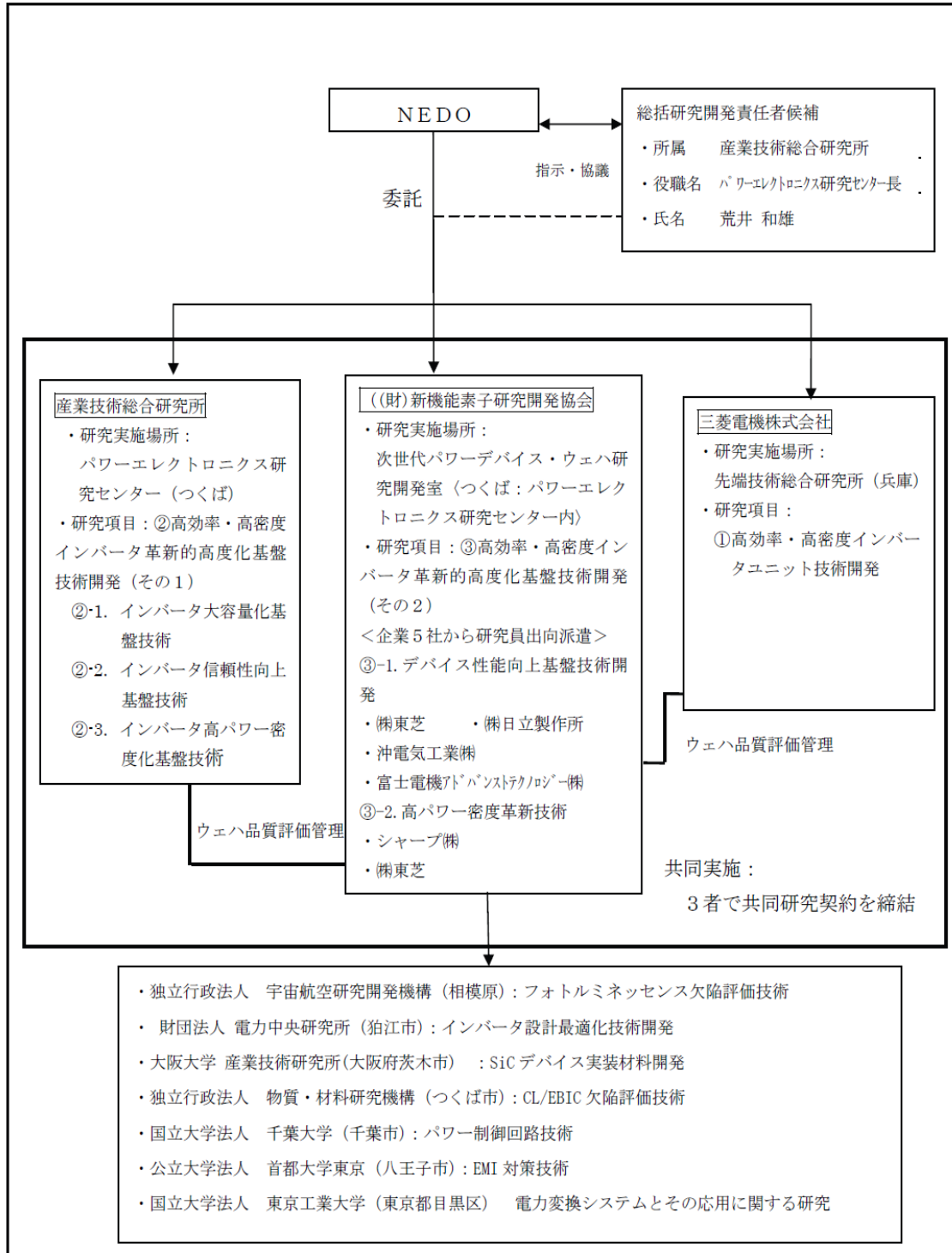
「パワーエレクトロニクスインパータ
基盤技術開発プロジェクト」

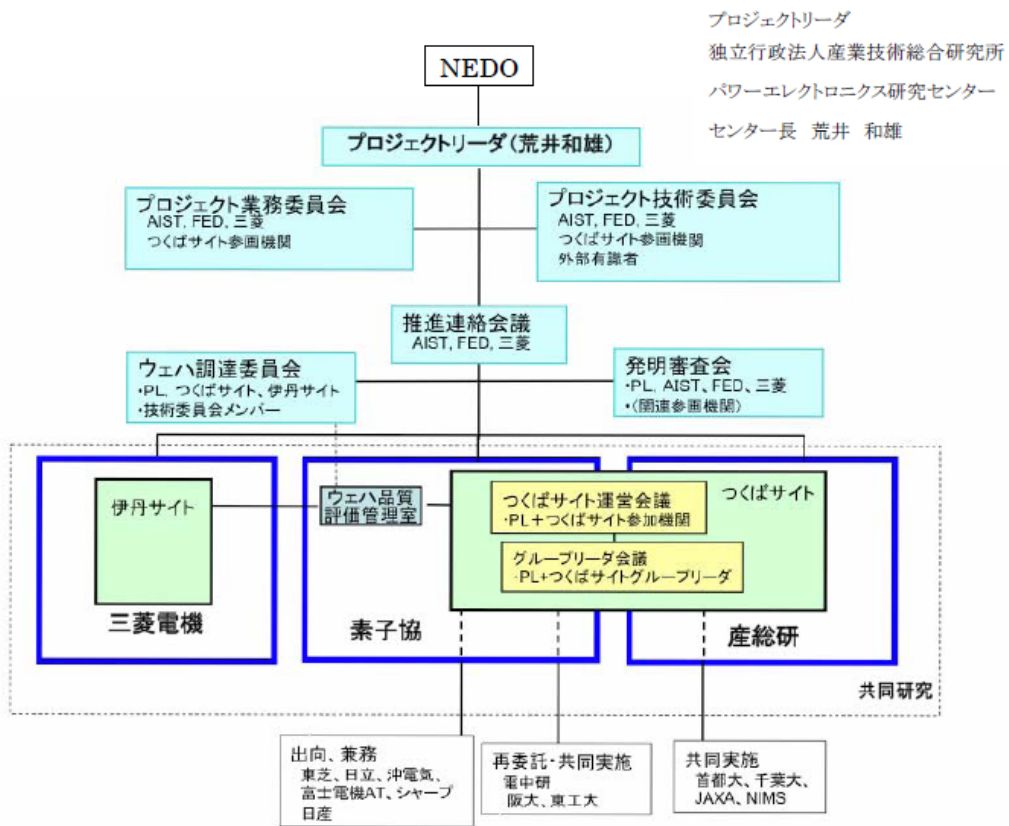


「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」

全体の研究開発実施体制

「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」実施体制





「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」 (事後評価) 評価概要(案)

1. 総論

1) 総合評価

インバータに代表される電力変換技術はあらゆる産業に不可欠であり、SiC 素子の開発はエネルギー利用効率向上の面から世界的に注目を集めている。SiC 材料固有の物性に由来した電力変換効率の低減化を実際のシステムレベルで実証することには多くの困難さを有していた。計画を着実に遂行し、パワーデバイスの大容量化と信頼性向上、および SiC デバイスを搭載したインバータの低損失化と高密度化を実証し、14kVA-11kW のユニットでインバータの損失 70% 低減するという世界水準の成果を創出したことは高く評価できる。本成果は産業界へも極めて高いインパクトを与える。

実用化のためには、今後デバイスマスプロダクションプロセス確立とシステムの信頼性確保及び低コスト化が必須である。

2) 今後に対する提言

デバイス作製の基本プロセスに、未だ、多くのノウハウに依存する点がより広い普及展開に障壁となる可能性がある。また、電子物性の解析にもやや不十分な点がある。信頼性の解析において、より実使用状況下での特性解明が望まれる。

デバイスの物性・機能評価には、精度保証や信頼性認証に関して大学や公的機関等第三者機関との適切な連携研究が必要であり、マスプロダクションプロセス開発の中心となる企業グループとの適切な連携システムが望まれる。また、ウェハ評価の成果などを広く公開し、得られた多数のデータおよび知見が評価方法の標準化をも含めてまとめて、それらが各メーカーにおいて活用されることを期待する。また、実用化に向けた課題とその解決に至る方策を明確に整理していくことが重要。特に、SiC デバイス、インバータの最大の特徴である高温動作について、さらなる見極めと問題点の抽出を行うことが重要である。

事業化については、本事業内で使用されたプロセスのみで実現できるかは疑問であり、抽出された要素技術が抱える課題を解決するための新たな革新的技術開発が知財戦略の構築とともに必要となろう。また、低コスト化を阻む最大の要因として基板ウェハの価格が挙げられるが、ウェハコストの低減化には市場自体の拡大を前提とした事業化戦略が必要となる。

本事業からの特許出願は 14 件であったが、米国 CREE 社が広範囲に知財を押さえている現状を考慮すると、今後のパワーエレクトロニクス関係プロジェクト運営に際しては、明確な知財戦略に基づく開発体制の構築が重要である。

今後は、成果の共有を踏まえた、国家レベルで総合的な知財戦略を担う部署・機関の設置が必要となろう。システムレベルでの SiC 材料の優位性が実証され、また多くの要素技術における課題が抽出されたことから、事業化の方向性に適した全体戦略の構築が求められる。特に米国 CREE 社等の先行技術を有する企業戦略との知財戦略の上での差別化が重要となる。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

インバータに代表される電力変換技術はあらゆる産業に不可欠であり、SiC 素子の開発はエネルギー利用効率向上の面から世界的に注目を集めている。

デバイス開発から装置化まで複数の民間技術を融合するために NEDO が果たしたバインダー的役割は、予算面だけに止まらず、総合技術の育成や開発競争における時間的な戦略面でも極めて重要かつ妥当であった。また、当該分野の市場は今後、急速に成長すると予測され、競争力を維持するためにも、本プロジェクトの目的、意義は妥当である。

今回実証した実際の機器レベルでの電力変換効率の低減および背景にある結晶自体の特性評価技術は、費用対効果の点で、十分に説得力のあるものと言える。

2) 研究開発マネジメントについて

SiC を用いた低損失インバータユニットの損失を 30%以下に低減するという目標と変換器電力密度 10W/cm³ を実証するという評価指標は世界的に見ても当を得たものであり、研究開発計画についても具体性があり、適切なマイルストーンが設定されている。基礎的な検討を行いつつ、実用化に近い形態での開発、検討を実施している。基盤技術となる SiC 基板の作成・評価を計画的にマネジメントした点は評価できる。また、その目標設定、事業体制とも、極めて妥当であったと考える。本事業において設置されたウエハ品質管理室は総合的な司令塔としての役割を担う画期的なものであった。

3) 研究開発成果について

高効率・高密度インバータユニット技術、およびその革新的高度化を目指したインバータの大容量化、信頼性向上、高パワー密度化のいずれの課題においても、当初に設定された目標を十分に達成している。損失 70%減かつ電力密度 $10\text{W}/\text{cm}^3$ という高い挑戦的目標を満足するインバータユニットを実現したことは高く評価できる。学会発表、論文発表、特許出願にも積極的であり、広報や成果普及の観点でも良好である。「グリーン IT 協議会会長賞」や国際会議での招待講演などで、広く成果が公開され、評価を受けたことは、特筆される。

しかし、プロセス改善がいわゆるノウハウに依存する点が多く、また、詳細な電子物性解析結果とプロセスとの関連が解明されていない点もある。プロジェクト終了後も、プロセスの科学的な背景の解明を進めることによって、広範な技術の普及に繋がる可能性がある。

4) 実用化の見通しについて

SiC 利用技術の応用可能分野は、SiC デバイスが有する本来の性能と特徴を考慮すれば、従来の Si デバイスの高電圧大電力利用領域を更に広げる広大な領域と考えられる。インバータの低損失化小形化によって、少なくとも動力用インバータへの応用展開可能なことが明確となった。SiC 半導体の優位性が立証され、SiC デバイスを用いたシステムが十分に実用的なものであることを社会に示した。SiC ウェハの大口径化、高品質化も同時に進行しており、実使用状況下における信頼性の評価やコストを含めて実用化のシナリオを真剣に考える時期が到来した。

しかし、実用化に向けては、残された課題の整理・検討を引き続き実施することが重要。例えば、実使用状況下における信頼性の評価や、ダイナミックな使用環境を考慮した評価実験や、更なる歩留まりや信頼性の向上を目指したウェハやデバイスの高度化研究を進めることが重要である。

Si パワーデバイスとの競合を考えると、低コスト化は必須である。従って、デバイスとしての信頼性を保持しつつ低コスト化を実現するための開発が重要となる。本プロジェクト終了後も、抽出された要素技術が抱える課題を解決するための新たな革新的技術開発が知財戦略の構築とともに必要となろう。

個別テーマに関する評価

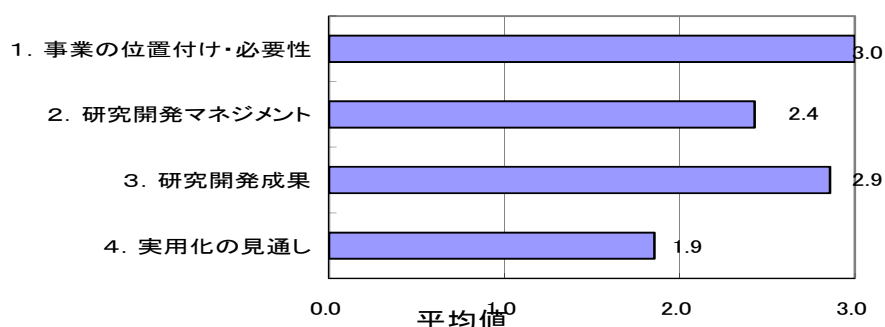
	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
インバータ大容量化基盤技術の研究及びインバータ信頼性向上基盤技術の研究	<p>5mm 角、100A 級のショットキダイオードの実証、耐圧歩留まりを低下させる欠陥に関する系統的な研究、デバイス（特に酸化膜）の信頼性向上に向けた指針の提示など、多くの世界水準の成果が達成されている。さらに、基板欠陥と信頼性の関係を定量的に明確にし、基板に求められる物性指標を明らかにしたことも、基板メーカーに対しての仕様要請の点で今後の展開に有益である。</p>	<p>エピ欠陥制御の重要性、欠陥の表面形状が重要であることが明確に示された。実用化に必要なパワー密度の制御と信頼性を実現した成果は大である。また、基板に要求される仕様を明確にした点も、今後の実用化に対する指標として評価できる。</p>	<p>SiC デバイスによる省エネ効果、小形化効果が明らかとなったことにより、国際的競争に曝される技術分野となったので、デバイスの高性能化と市場への具体的応用例と効果の提示および低コスト化のための技術開発が今後更に重要となる。ウエハ欠陥とデバイス特性の相関に関する研究を継続し、国際標準となるデータベースを構築することが重要である。更には、エピ技術への取り組み方の検討を希望する。</p> <p>今後、装置メーカーや多くの他社メーカーに普遍的な高品位膜・界面作成指針が提示できる科学的根拠を示すことができれば、より研究が加速する可能性がある。Al イオン注入における点欠陥の拡散による接合リークの可能性が報告されたが、さらに踏み込んだ、欠陥準位の解析等が重要ではないかと考える。</p> <p>実使用条件下における、素子の信頼性評価が今後の実用化には必須である。また素子の歩留まり向上に対してプロセスとの関連を物性に戻って検討することを期待する。</p>

<p>インバータ高 パワー密度化 基盤技術の研究</p>	<p>50W/cm³ という定量的目標に対し、その実現に向け、シミュレーションによる設計と素子試作両面から計画を推進し、その見通しを明確にした点が評価できる。また、デバイスの耐熱要素を逐一改善して高温動作を実証すると共に、高温実装の基盤技術も提示した成果は世界水準で高く評価される。</p> <p>実装における課題は、パワーサイクル信頼性と考えられる。実用化を睨んではこの検討が必要と考える。</p>	<p>50W/cm³ の実現可能性とそれに要求される素子仕様を定量的に示した点は高く評価できる。設計技術として、初期検討に十分使用可能なレベルに仕上がっている。電力変換密度 50W/cm³ という究極の技術トレンドが具体的に示され、高パワー密度化技術の実現のための条件が明らかとなった。今後の実用化のポジションが明確になったことで、実用化が着実に進展するものと期待したい。</p>	<p>さまざまな変換回路に利用するためのノイズ解析、インダクタンス相互干渉、高速スイッチングにおける電流分布等をさらに取り入れ、応用範囲の広い技術へ展開することを期待する。インバータ以外の電力変換器については、フィルタやトランスなどのパッシブな素子による、電力変換密度向上の阻害要因がある。SiCの応用がこれらパッシブな素子の小形化に対しても有効であることが示されれば、実用化が更に加速できるものと考ええる。</p> <p>インバータをより高密度化するためには、パブリックコメントにもあったように、受動素子も含めた装置全体の最適化が必要であり、これらの技術開発も望む。</p>
--------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>高効率・高密度インバータユニット技術開発</p>	<p>大容量 SiC MOSFET、ショットキーダイオードの開発に加えて、特化した回路設計と動作条件の検討、周辺部品の小型化の検討等の技術を集約して、14kVA－11kW のユニットで70%の低損失化、10W/cm³の電力密度を実現し具体的に提示したことは目を見張る成果であり、産業界へも極めて高いインパクトとして歓迎されることは確実である。</p> <p>構成素子に必要とされる仕様を明確にし、システム部品としてのバラつき低減を達成するプロセスの確立は今後の展開に重要である。</p> <p>今後、素子の歩留まりだけでなく、システムとしての信頼性を明らかにする解析、評価をすすめて欲しい。</p>	<p>実用に近いインバータでの性能評価を実施したことは、SiC デバイス開発の重要性を示す成果である。動力用インバータへの適用効果が極めて大きいことが示されたので、実用化に向けた研究開発が期待される。特に、本プロジェクトで開発使用されたインバータ統合設計シミュレータにより、これを用いた実用化研究が可能であることは、開発期間と稼動を短縮する技術として注目に値する。</p> <p>その一方で、実用化に関する課題が、明確には述べられていない。汎用モータのインバータ化に対し、SiC がどのように貢献するのか、素子の低損失化のみで可能なのか、道筋を示す必要がある。素子やシステムとしての歩留まりと現在の Si デバイスを用いたシステムとの優位点をより明確にするなど実用化指針を示すことを望みたい。今後</p>	<p>さらなる大容量化を進めると共に、高周波化の限界の見極めを行い、多くの電力変換機器で SiC の優位性を示して行ってほしい。具体的な製品で示し、速やかな製品技術への移行が重要である。</p> <p>高温動作や温度サイクルに関する信頼性の評価など、実用化開発個別の問題がまだ多く存在するものと考えられる。これら問題を丹念に克服し一般化することによってはじめて、SiC デバイス技術が Si デバイス技術に比肩した評価が得られるものと考えられる。今後も、国際競争力を維持向上するためにも、更なる低損失化や 50W/cm³を目指していただきたい。</p> <p>実際の実用化には、ウエハ価格のみではなく、デバイス化のための要素技術、また実装技術にも、いまだ多くの課題が残されており、それらの課題の社会的な共有こそが、最終的な市場拡大につながり、低コスト化への駆動力になる。</p> <p>小型化や高周波化等今回得られた成果を実用化へ繋げるため、例えば、汎用モータのインバータ化が、SiC 素子の低損失化のみで可能なのか等、道筋を示すことが重要と考える。</p>
-----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>の実用化での最大の課題が SiC ウェハ価格である。Si パワーデバイスの価格優位性を揺るがす総合的な事業戦略が構築されない限り、Si パワーデバイスにとって替わることは困難を極めると考えられる。</p>	<p>素子やシステムとしての歩留まりと現在の Si デバイスを用いたシステムとの優位点を、より明確にするなど実用化指針を示すことを望みたい。今後の実用化での最大の課題は SiC ウェハ価格である。Si パワーデバイスの価格優位性を揺るがす総合的な事業戦略が構築されない限り、Si パワーデバイスにとって替わることは困難を極めると考えられる。</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)						
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.4	B	A	B	B	B	A	A
3. 研究開発成果について	2.9	A	A	A	B	A	A	A
4. 実用化の見通しについて	1.9	B	B	B	B	C	B	B

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

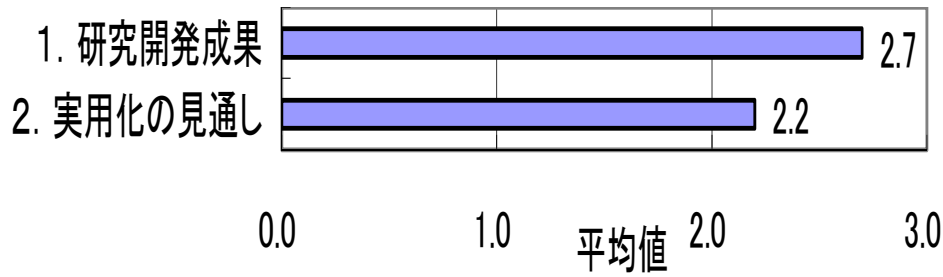
〈判定基準〉

(1)事業の位置付け・必要性について	(3)研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
(2)研究開発マネジメントについて	(4)実用化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

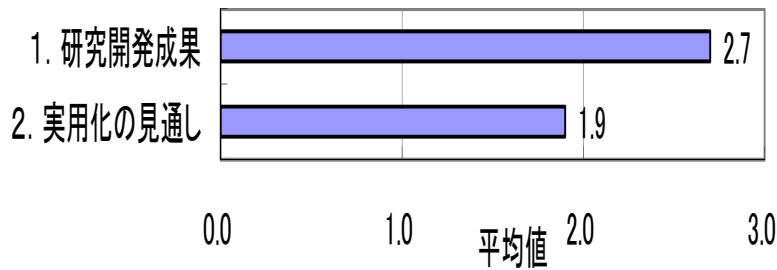
評点結果〔個別テーマ〕

1. 高効率・高密度インバータ革新的高度化基盤技術開発

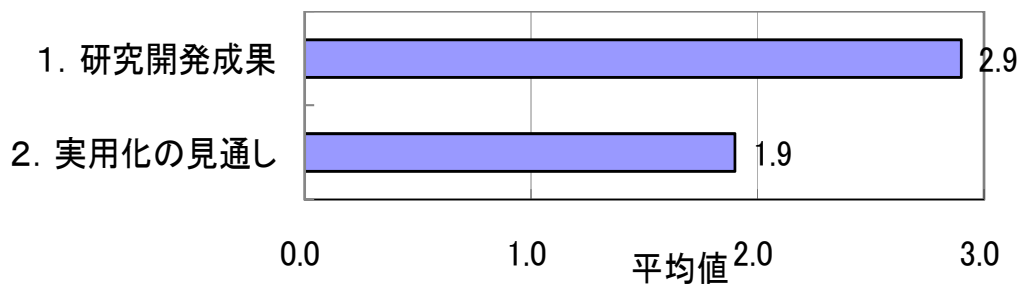
(1) インバータ大容量化基盤技術の研究及びインバータ信頼性向上基盤技術の研究



(2) インバータ高パワー密度化基盤技術の研究



2. 高効率・高密度インバータユニット技術開発



1. 高効率・高密度インバータ革新的高度化基盤技術開発

個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
(1) インバータ大容量化基盤技術の研究及びインバータ信頼性向上基盤技術の研究									
1. 研究開発成果について	2.7	A	A	A	B	B	A	—	
2. 実用化の見通しについて	2.2	A	B	B	B	B	B	—	
(2) インバータ高パワー密度化基盤技術の研究									
1. 研究開発成果について	2.7	B	A	A	B	A	A	A	
2. 実用化の見通しについて	1.9	B	B	B	C	B	B	B	

2. 高効率・高密度インバータユニット技術開発

個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
高効率・高密度インバータユニット技術開発									
1. 研究開発成果について	2.9	A	A	A	B	A	A	A	
2. 実用化の見通しについて	1.9	B	B	B	A	C	A	B	

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化の見通しについて

- A ・明確
- B ・妥当
- C ・概ね妥当であるが、課題あり
- D ・見通しが不明