

平成 21 年度実施方針

電子・情報技術開発部

1. 件名

プログラム名： I T 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
(大項目) 次世代パワーエレクトロニクス技術開発 (グリーン I T プロジェクト)

2. 根拠法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 項第 1 号ハ

3. 背景及び目的・研究開発項目・目標

(1) 背景及び目的

地球温暖化問題は、世界全体で早急に取り組むべき最重要課題であり、経済・社会活動と地球環境の調和を実現するためには、画期的な技術革新が求められている。ブロードバンドの普及、I T 機器の高度化・設置台数の急激な増加に伴い、社会で扱う情報量は増大傾向にある。I T 機器が消費する電力も膨大な量が見込まれ、省エネルギー化が重要な課題となっている。本プロジェクトでは、データセンタやその電力源としての分散型太陽光発電システムにおける交流・直流変換等、電力制御に用いられているパワーデバイスを、従来のシリコンに代わり、より低損失かつ高耐電圧であるシリコンカーバイド (SiC) を用いたものとする技術開発を行うとともに、システムレベルでの実証を行う。これにより電源で発生するエネルギー損失を飛躍的に削減する技術を平成 24 年度末までに確立し、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に I T 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。

I T 機器が消費する電力の省エネルギー化が求められる中、従来のシリコンスイッチングデバイスを用いたパワーエレクトロニクス機器では、材料の破壊電圧など物性上の理由からさらなる省エネルギー化が困難となりつつあり、IV 族二元系半導体である SiC が新たなパワーエレクトロニクス材料として注目されている。SiC スwitching デバイスを用いることにより、従来のシリコンスイッチングデバイスを用いた電力変換モジュールと比べ、電力損失が格段に低い SiC 電力変換機器を実現することが期待される。なお、当該スイッチングデバイスの実現には、高品質な SiC ウェハも求められている。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (以下、「NEDO 技術開発機構」という。) は電力システムや燃料電池自動車等に用いられるパワーエレクトロニクス機器の超低損失化・小型化・軽量化を目指して、ワイドギャップ半導体スイッチングデバイスの技術開発を行ってきた。超低損失電力素子技術開発プロジェクト (1998 年～2002 年) では、SiC を用いた超低損失スイッチングデバイスの基盤技術開発と原型デバイス実証を、エネルギー使用合理化技術実用化開発 (2003 年～2005 年) では、SiC スwitching デバイスの実用化開発を行い、パワーモジュールの試作を行った。また、パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発 (2006 年～2008 年) では、自動車・家電製品等の低消費電力化実現に不可欠な 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の確立を進めている。

データセンタやその電力源に用いる交流・直流変換等、電力制御機器を実用化するためには、具体的な適用製品を想定して、高キャリア周波数化での特性改善、高電流密度化 (大容量化)、ゲ

ート絶縁膜の信頼性向上（長寿命化、歩留まり向上等）といったSiC デバイス性能の高度化を進め、次世代SiC スイッチングデバイスを実現する。また、従来のシリコンスイッチングデバイスを次世代SiC スイッチングデバイス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 スイッチングデバイス実装に伴う課題等を解決していく必要がある。

本プロジェクトでは、これらの要請を具現化して、次世代 SiC スイッチングデバイスを用いたデータセンタやその電力源としての分散型太陽光発電システムに用いる電力制御機器実用化技術を確立することを目的として、データセンタ用電源や太陽光発電用パワーコンディショナ等の電力変換器が発生しているエネルギー損失の30%の低減に資するものとする。

(2) 目標

[委託事業]

研究開発項目① SiC パワーデバイスを用いたデータセンタ用サーバ電源技術開発

最終目標（平成24年度）

- ・耐圧：1200V以上、電流容量：40A以上、オン抵抗率：3.0mΩcm²以下（室温環境下）、寿命：10年以上のSiC スイッチングデバイスを開発する。また、電力容量が2kW級のサーバ電源のプロトタイプを試作し、その電力変換効率が50%負荷で94%以上であることを実証する。

研究開発項目② SiC パワーデバイスを用いた太陽光発電用パワーコンディショナ技術開発

最終目標（平成24年度）

- ・耐圧：1200V以上、電流容量：75A以上、オン抵抗率：5mΩcm²以下（室温環境下）、寿命：10年以上のSiC スイッチングデバイスを開発する。このSiC スイッチングデバイス技術を用いると共に、キャリア周波数50kHz以上の太陽光発電用パワーコンディショナ技術を開発して、電力容量が30kW級の太陽光発電用パワーコンディショナのプロトタイプを試作し、これが定格出力時に98%以上のシステム効率をもつことを実証する。

研究開発項目③ 次世代 SiC パワーデバイス・電力変換器基盤技術開発

最終目標（平成24年度）

(1) 電力変換器用 SiC スイッチングデバイス基盤技術

- ・新構造素子／新プロセスを用いて、革新的電力変換器に必要な超低オン抵抗を有する高速スイッチングデバイス（600～1200Vの範囲のいずれかの耐圧で且つデバイス温度200℃^(注1)において $R_{on}A/V_B^2 \leq 4.0 \text{ m}\Omega \text{ cm}^2 / (\text{kV})^2$ ($R_{on}A$: 特性オン抵抗、 V_B : 耐圧)、電流容量 10A 以上)を開発する。また、デバイス温度200～250℃において実用化に耐える電極・配線のエレクトロマイグレーション寿命、ゲート酸化膜の信頼性寿命、破壊耐量に関する信頼性評価技術を確立すると共に、これらを達成できる高信頼化技術を開発する。

(2) 高温動作電力変換器設計試作技術

- ・次世代パワーデバイスをデバイス温度200～250℃で動作させることを可能とする高温実装技術を開発する。また、デバイス温度250℃という高温動作デバイス条件を取り入れた高出力パワー密度変換器の統合設計技術の適用により、25～30W/cm³級の出力パワー密度^(注2)を持つ革新的電力変換器の試作検証を行う。

(注1) 外部環境温度にデバイス自己発熱による温度上昇分を加えた温度をデバイス温度と定義する。以後に記載されるデバイス温度は全て同定義である。

(注2) 出力パワーを SiC パワーデバイス・周辺回路素子・フィルタ・ヒートシンクから成る構成体の総体積により除算したものを出力パワー密度と定義する。

4. 事業内容

(1) 平成21年度(委託)事業内容

平成21年度は、以下の研究開発を行う。

研究開発項目① SiC パワーデバイスを用いたデータセンタ用サーバ電源技術開発

- ・SiC パワーデバイスの高性能化、長寿命化、高信頼性化に向けた開発課題を明らかにする。また、SiC パワーデバイスを適用したサーバ電源に相応しい電源駆動方式を検討・決定する。

研究開発項目② SiC パワーデバイスを用いた太陽光発電用パワーコンディショナ技術開発

- ・SiC パワーデバイスとそれを用いた電力変換器を太陽光発電用パワーコンディショナへ適用するために解決すべき技術開発課題を抽出する。

研究開発項目③ 次世代 SiC パワーデバイス・電力変換器基盤技術開発

③-(1) 電力変換器用 SiC スイッチングデバイス基盤技術

- ・デバイスシミュレーション等を用いて超低オン抵抗化/高耐圧化のための新デバイス構造の要素構造や期待される特性を詳しく検討すると共に、その構造を加工形成するための新規プロセスを抽出し、必要な作製環境を整備する。また、電極・配線のエレクトロマイグレーション寿命、ゲート酸化膜の信頼性寿命、破壊耐量に関する信頼性評価のための設備を整備して評価を試み、基本的な評価プロセスを構築する。

③-(2) 高温動作電力変換器設計試作技術

- ・デバイス温度250℃に対応する高温実装技術について、個別要素試験を行うと共に、高温課通電試験のための装置準備を行う。また、高温環境下での抜熱設計や周辺素子特性等を設計体系に導入する。

(2) 平成21年度事業規模

需給勘定 926百万円(新規・委託事業)
事業規模については、変動があり得る。

5. 事業の実施方式

(1) 公募

(ア) 掲載する媒体

「NEDO技術開発機構ホームページ」及び「e-Radポータルサイト」で行う。

(イ) 公募開始前の事前周知

公募開始の1ヶ月前にNEDO技術開発機構ホームページで行う。本事業は、e-Rad対象事業であり、e-Rad参加の案内も併せて行う。

(ウ) 公募時期・公募回数

平成21年度第1四半期に1回行う。

(エ) 公募期間

30日間とする。

(オ) 公募説明会

公募期間内に1回行う。

(2) 採択方法

(ア) 審査方法

e-Radシステムへの応募基本情報の登録は必須とする。

委託先の選定・審査は、公募要領に合致する応募を対象にNEDO技術開発機構が設置する審査委員会（学識経験者、産業界の経験者等の外部有識者で構成）で行う。審査委員会は、提案書の内容について外部有識者を活用して行う評価（技術評価及び事業化評価）の結果を参考とし、本事業の目的の達成に有効と認められる委託先を選定した後、NEDO技術開発機構はその結果を踏まえて委託先を決定する。

提案者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施する。

審査委員会は非公開のため、審査経過に関する問合せには応じない。

(イ) 公募締切から採択決定までの審査等の期間

45日間とする。

(ウ) 採択結果の通知

採択結果については、NEDO技術開発機構から提案者に通知する。なお不採択の場合は、その明確な理由を添えて通知する。

(エ) 採択結果の公表

採択案件については、委託先の名称を公表する。

6. その他重要事項

(1) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任と決定権を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的および目標に照らして適切な運営管理を実施する。また、必要に応じて、外部有識者の意見を運営管理に反映させる。

(2) 複数年度契約の実施

平成21～22年度の複数年度契約を行う。

7. スケジュール

平成21年3月 5日

部長会

平成21年3月下旬

平成21年4月上旬

平成21年5月上旬

平成21年5月上旬

平成21年5月下旬

公募開始

公募説明会

公募締切

契約・助成審査委員会

採択決定

8. 実施方針の改訂履歴

平成21年3月

制定