

次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業

背景・目標

背景

Society5.0の推進により、各種機器がICTでつながり電化していくことが予見される。省エネ性能が高く安価で多様なメリットを有する次世代半導体技術がなければ、情報通信インフラ及び将来的にICTと深く結びつく分野(例えば電気自動車等)由来のCO2排出が情報通信の発展の阻害となりうる懸念がある。

政策目標(アウトカム目標)

次世代デバイスを実社会に実装するために必要な要素技術を確認するとともに、脱炭素化に向けた国際社会への技術イノベーション面での貢献に資する重要な論文・特許等につながる成果を生み出し、産業投資を促進する。

研究開発目標(アウトプット目標)

「超低消費電力」及び「極限環境下での情報通信」を実現しうる次世代デバイスを開発するため、2インチ以上で熱伝導率等が高い高品質酸化ガリウムウエハ作製、量産性に優れた薄膜成長技術の確立、耐圧1kV以上等のスペックを満たすデバイス作製技術等を確認するとともに、次世代半導体の省エネ効果を示すため、開発デバイスによる省エネ性能に基づくCO2削減ポテンシャルを実証する。

技術課題

ア)高品質な単結晶バルク、ウエハ製造技術の確立・実証

国際的に広く市場が期待できる熱伝導率等が高い高品質酸化ガリウムウエハの大口径化を目的として、高品質な単結晶バルク、ウエハ製造基盤技術を実証、確立する。

イ)薄膜エピタキシャル成長技術の確立・実証

縦型酸化ガリウムパワーデバイスの産業化に適した高速、高品質薄膜成長の実現が期待できる「ハライド気相成長(HVPE)」及び「有機金属化学気相成長(MOCVD)」について、民間企業における商用化に向けたHVPE装置の製造・量産に必要な経済性と品質を両立するための技術等を確認する。

上記手法のほか、代表的な薄膜のエピタキシャル成長技術である「分子線エピタキシー(MBE)」及び「ミストCVD」を含めた各種手法のコスト性やデバイス化に容易かどうかといった観点での技術開発・比較を行う。

ウ)次世代デバイス技術の確立・実証

縦型トランジスタ、ショットキーバリアダイオードの高性能化に向けた基盤技術を確認し、省エネ性能を示すため、CO2削減ポテンシャルを実証する。極限環境用横型トランジスタの開発も実施する。

到達目標

ア)高品質な単結晶バルク、ウエハ製造技術の確立・実証

現行の2倍程度となる2インチ以上のサイズの単結晶酸化ガリウムバルク育成及びウエハの試作・品質評価を行う。

イ)薄膜エピタキシャル成長技術の確立・実証

酸化ガリウム層成長速度について、HVPEは現行(5 μ m/h)を超える10 μ m/h以上、MOCVDは現行(3 μ m/h)を超える5 μ m/h以上の成長速度を達成可能な技術を確認するとともに性能評価を実施する。

ミストCVDは、準安定酸化ガリウム薄膜成長を安定して実現するために必要な技術を確認する。

また、上記の3手法に加えて、MBE等を含めた各種成長技術を用いて高品質なエピ基板を作製する。

ウ)次世代デバイス技術の確立・実証

耐圧500V~2000V(2kV)程度の領域をカバーできる縦型トランジスタ、縦型ショットキーバリアダイオードを実現する。極限環境用横型トランジスタは、宇宙空間等の高放射線下での通信を長期間可能とするガンマ線耐量1MGy以上の実現と、高温環境(300 $^{\circ}$ C以上)での動作信頼性の評価を行う。

(参考)

次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業

- 未来の情報通信社会の発展を促進するためには、自動車を始め様々な製品が情報通信機能を有することで新たな価値を創出する社会において、消費エネルギーを抑制するとともに、これまでの技術では安定した通信が難しかった極限環境(宇宙、地下環境等)における情報通信の実現が重要と考えられる。
- 「超低消費電力」及び「極限状況下での情報通信」を実現しうる次世代半導体として期待される酸化ガリウムを用いた、次世代省エネ型デバイス及び関連技術についての研究開発及び実証を推進する。

【これまでの取組・現状】

- 内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)における「次世代パワーエレクトロニクス」において、酸化ガリウムがデバイスとして活用可能であることを確認。
- 総務省及び情報通信研究機構において、これまでに酸化ガリウムの高周波デバイスとしての利活用に向けた基礎研究を推進。

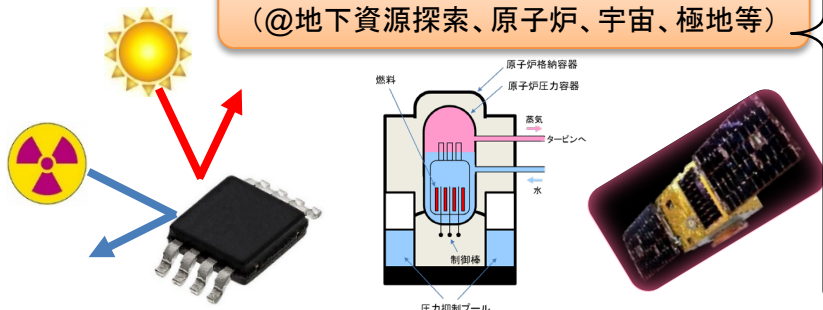
【目標・成果イメージ】

- 高性能な次世代半導体デバイスの確立に必要な技術(基板作製技術、薄膜形成技術等)の実現
 - 次世代半導体デバイス(高周波デバイス・パワーデバイス)の実現
- ↓
- 今後エネルギー消費増が見込まれる各種情報通信機器の大幅な省エネ化に寄与。
 - これまで安定動作が困難であった環境下での情報通信が可能に。

酸化ガリウムトランジスタ

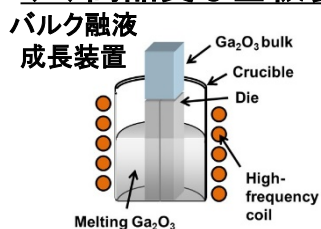
- 放射線に対する耐性、高温動作、高い電圧に対する耐性
- 高出力、高い省エネ性能(SiやGaNよりも高いバリア指数)
- ノイズ耐性

厳しい環境でも安定動作
(@地下資源探索、原子炉、宇宙、極地等)

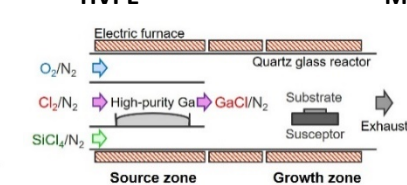


所要経費 2.5億円(令和3年度)

(1) 高品質な基板製造技術の開発

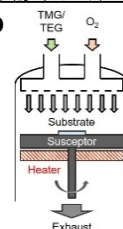


HVPE

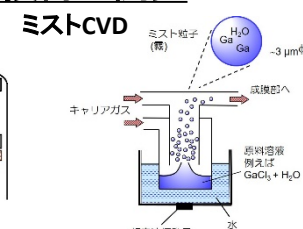


(2) 薄膜形成技術の開発

MOCVD



ミストCVD

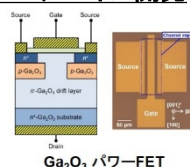


(3) 次世代の情報通信社会を実現するデバイスの開発

高周波デバイス開発



パワーデバイス開発



多様な電力変換器において
大きな省エネ効果の実現!!



研究開発期間 令和3年度～令和5年度

アウトカム目標の達成に向けた総務省の取組について

政策目標の達成に向けた取組方針

○研究開発期間中

- ・ 受託者が設置する研究開発運営委員会において、政策意図を適切に反映させるとともに、学識経験者や有識者の助言をもとに研究開発全体の方針を調整する。
- ・ 研究開発推進のため、関連施策との連携を図るとともに、情報通信研究機構等の実験機器や実験施設、テストベッド等のインフラを有効活用すべく、研究連携支援を行う。
- ・ 海外メーカーの開発動向、市場状況等を調査し、状況に応じた研究開発の加速化や、国際的に重要となる大きなインパクトを有する論文や国内外の特許取得研究等を支援する。
- ・ 政策目標の早期実現や海外技術との差異化を図るため、各技術の高性能化や高機能化、高効率化の研究開発・社会実装に必要な予算の獲得を連携先省庁と検討する。
- ・ 関係する省庁と連携し、本研究開発をベースとした次世代デバイス技術を議論するとともに、要求される周辺技術の課題やその目標達成時期を明示する。

○研究開発期間終了後

- ・ 成果報告を中心としたシンポジウムを開催し、論文化・特許取得等の共有化を図るとともに、国際標準化に向け、国際会議、展示会等を通じた海外へのアピールを促進させる。
- ・ 連携先省庁において実施される、追跡調査・評価において受託者等に製品化等の成果展開状況を確認する際に、技術的知見から必要な助言等を適宜行い、社会実装を推進すること等により国際競争力の強化を図る。