



第13回産学官連携功労者表彰 ～ つなげるイノベーション大賞 ～

「省エネ用Si基板上GaN系パワー半導体」の開発

内 容

1. 研究の背景、位置付け
2. 応用範囲、市場規模予測
3. 技術課題と解決方法
4. 研究開発体制
5. 今後の展開

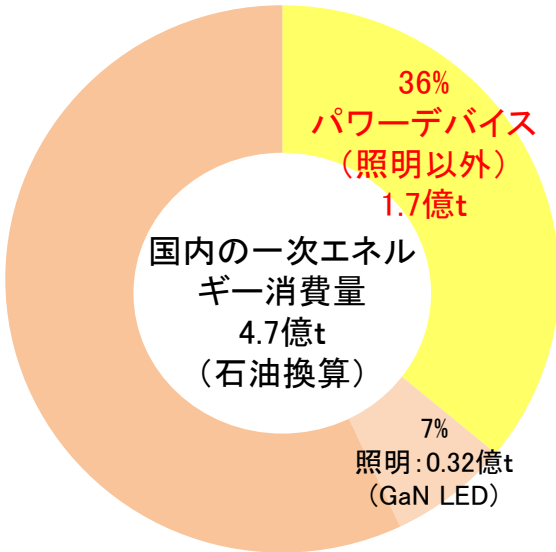
名古屋工業大学大学院
江川孝志

平成27年8月28日、東京ビックサイト

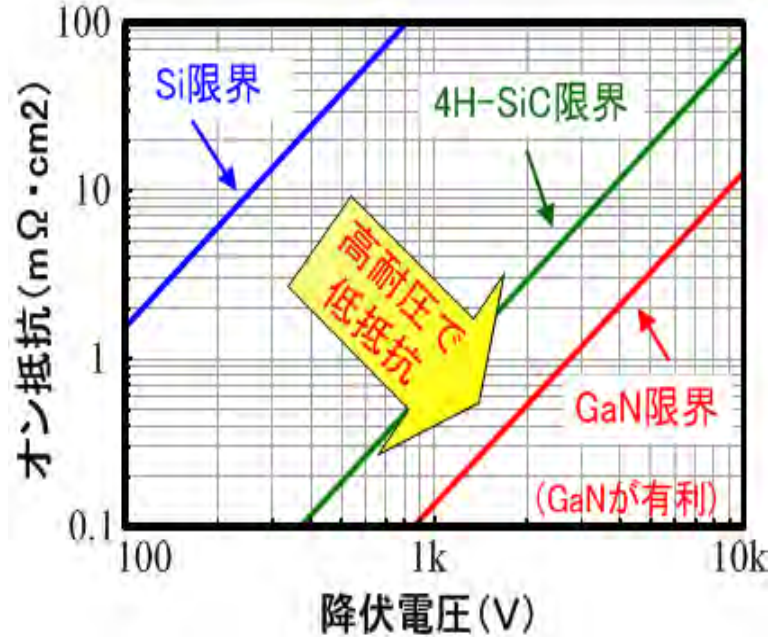


研究の背景・位置付け

電力消費量
2.02億t (1.03兆kWh)



各種材料の性能限界



パワーデバイス用半導体材料

現在: Si (性能限界)

今後: SiC、GaN

Si基板上GaN (GaN/Si)
(独自技術)

特徴: 低コスト

小型化、軽量化

高効率

損失削減効果:

デバイスとして既存のSi半導体に対し、GaNは70-90%減

CO₂削減効果:

日本国内のCO₂ 排出量約13.5億トに対して、

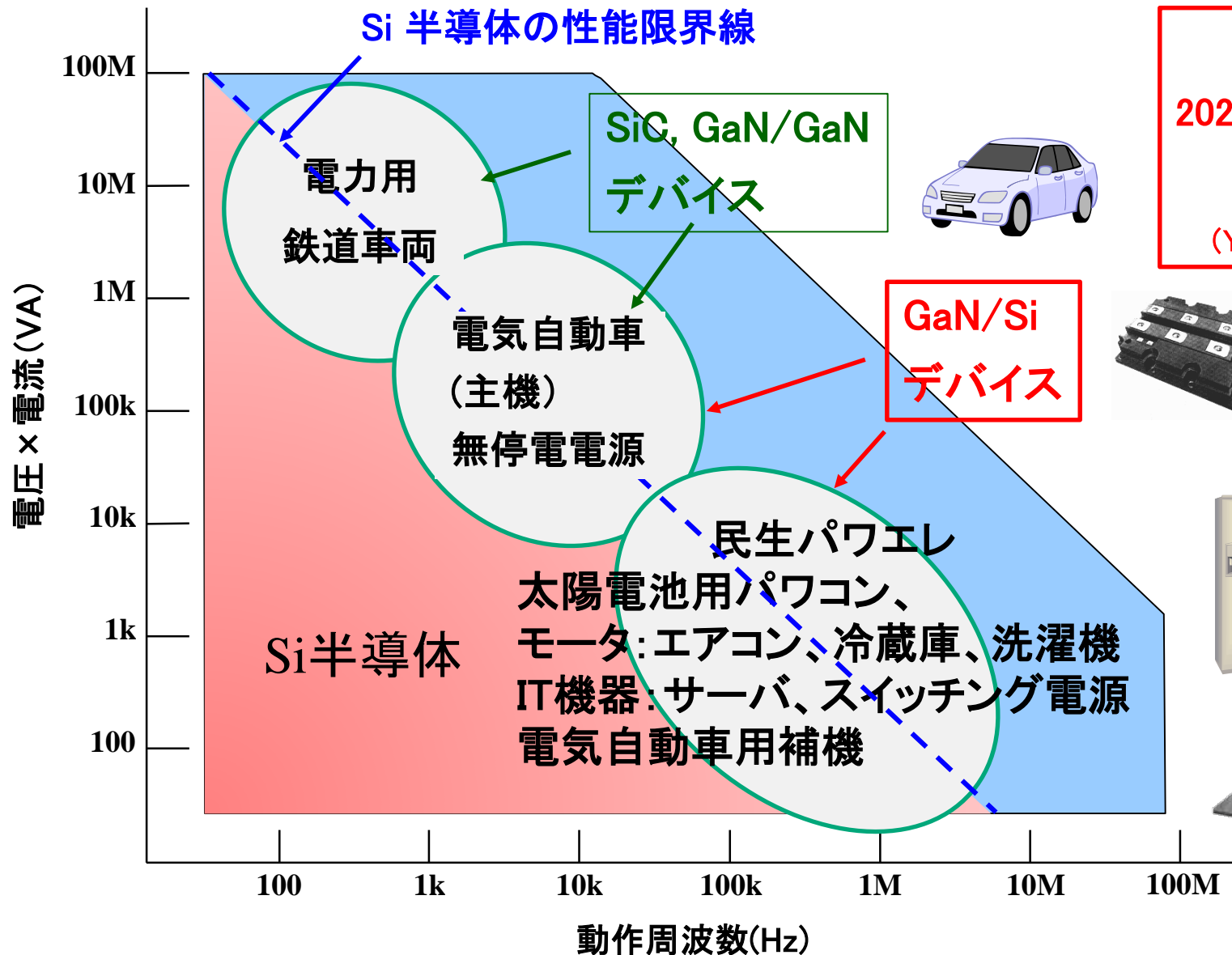
4%減(2025年)、6%減(2030年)

(新機能素子研究開発協会「次世代省エネデバイス技術調査報告書」H20年3月)

省エネルギー効果 (単位: 万ト CO ₂)				
製品分野	2015年	2020年	2025年	2030年
家電、携帯電話基地局	78	208	236	263
コンピューター関連	0	105	157	211
産業用インバーター	170	341	790	1,238
無停電電源	195	377	683	661
電気自動車(HEV/EV)	157	791	3,165	5,540
太陽光発電用インバーター	46	95	198	300
燃料電池用インバーター	22	43	100	157
合計	668	1,960	5,329	8,370



GaN/Siデバイスによる応用範囲、市場規模予測

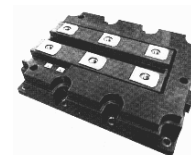


市場規模予測

2020年: 約100万枚/年

6インチ径換算

(Yole Development 2012)





技術課題と解決方法

問題点

SiとGaNの物性定数が異なる

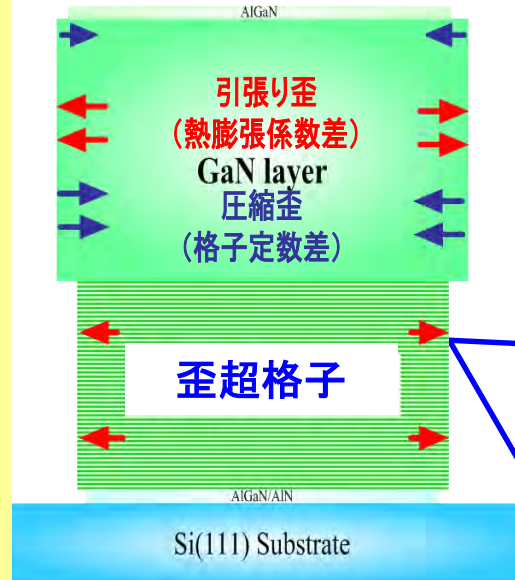
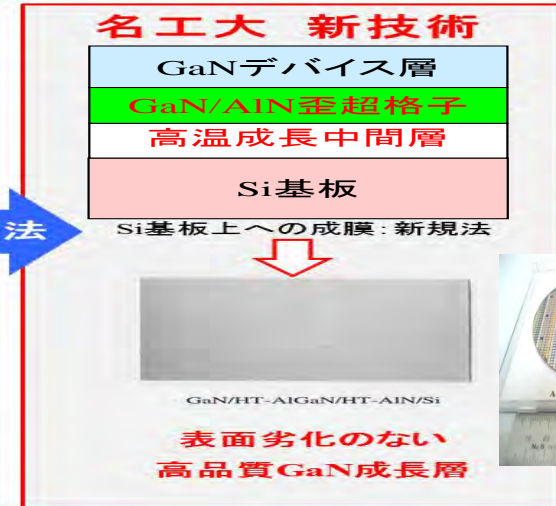
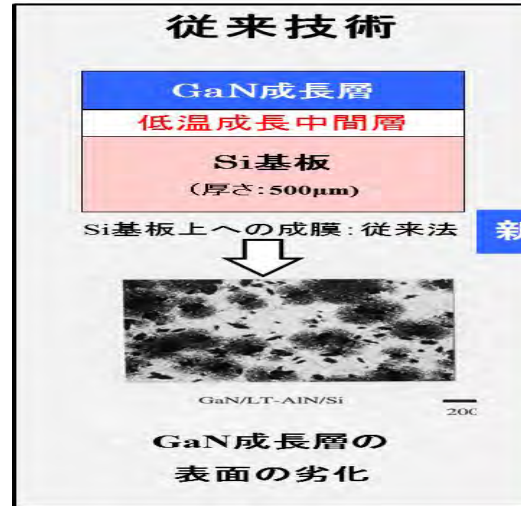
1. 大きな格子定数差(約17%)
2. 大きな熱膨張係数差(約60%)

反りの形状

熱歪による
引っ張り応力



1. 表面の劣化
2. エピ層(成長層)が反る(下に凸)
3. 反りの増加
4. クラック(割れ)の発生



熱膨張係数: $Si < GaN < AlN$
格子定数: $Si > GaN > AlN$

歪超格子を用いた応力緩和機構

- ① GaN層がSi基板から熱歪(引っ張り歪)を受ける。
- ② 歪超格子による格子歪により、GaN層に圧縮応力を与え、GaN層の歪を緩和。

→ Si基板上GaN層の厚膜化
(高耐圧化)



「コンカレントマネジメント」による迅速な研究開発体制

省エネ化・
グリーンイノベーション

半導体産業の国際競争力強化

産学官連携モデルの実践

民生機器分野

情報通信分野

産業分野

新エネルギー分野

自動車分野

コンカレントマネジメントによる技術開発のスピードアップ

各企業における製品群

装置

材料

デバイス

システム

MOCVD装置
プロセス装置

A, B社

エピタキシャル膜

C社

パワーデバイス

D, E, F社

各種電源

G社

材料分野

- ・DOWAエレクトロニクス(株)
- ・共同研究
- ・社会人ドクター受入れ

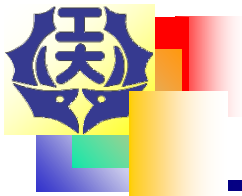
装置

材料

デバイス

システム

大学のシーズ技術



今後の展開

拠点名:「窒化物半導体マルチビジネス創生センター」

～大学・企業・公的研究機関が一つ屋根の下で共同研究開発を実施～

事業名:イノベーション拠点立地支援事業(「技術の橋渡し拠点」整備事業)

完成時期:平成25年9月

設置場所:名古屋工業大学内

概要:

○GaN/Si結晶成長技術をコア技術として、省エネルギー・低炭素化技術を開発、窒化物パワー半導体の更なる実用化・事業化を推進中

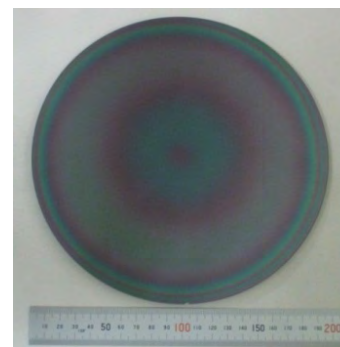
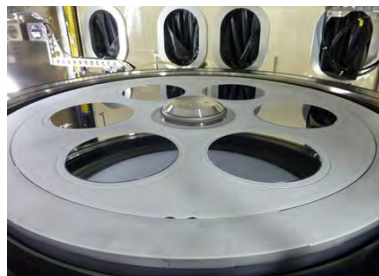
○産学官が連携し、「一つ屋根の下」で装置、材料、デバイス、システムまでの**一気通貫型の研究開発**



(地上3階建て、約2,400㎡)



量産型MOCVD装置(8インチ径×6枚)



表面写真



電子ビーム描画装置



謝 辞

本研究の一部は、

1. JST科学技術振興調整費
2. JST知的クラスター創成事業
3. JST愛知地域スーパークラスター
4. 経済産業省イノベーション拠点立地支援事業(「技術の橋渡し拠点」整備事業)
5. NEDO戦略的省エネルギー技術革新プログラム
6. 企業との共同研究

の支援を受け実施された。

- 1～3: 基礎技術・要素技術の研究開発
- 4～6: 実用化・生産技術の開発



ご清聴ありがとうございました。