



# 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

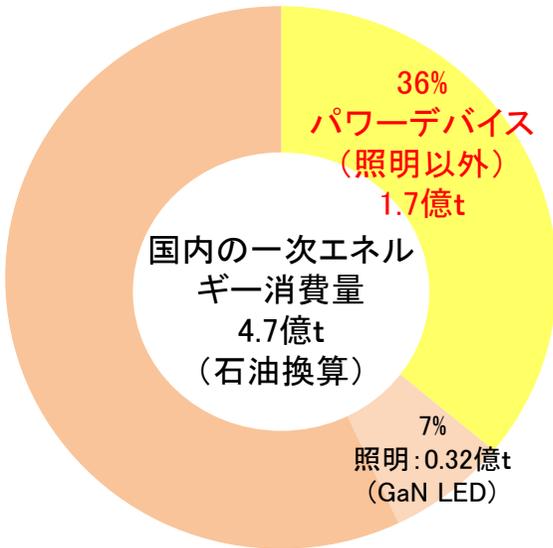
名古屋工業大学大学院  
江川孝志

平成27年8月28日、東京ビックサイト

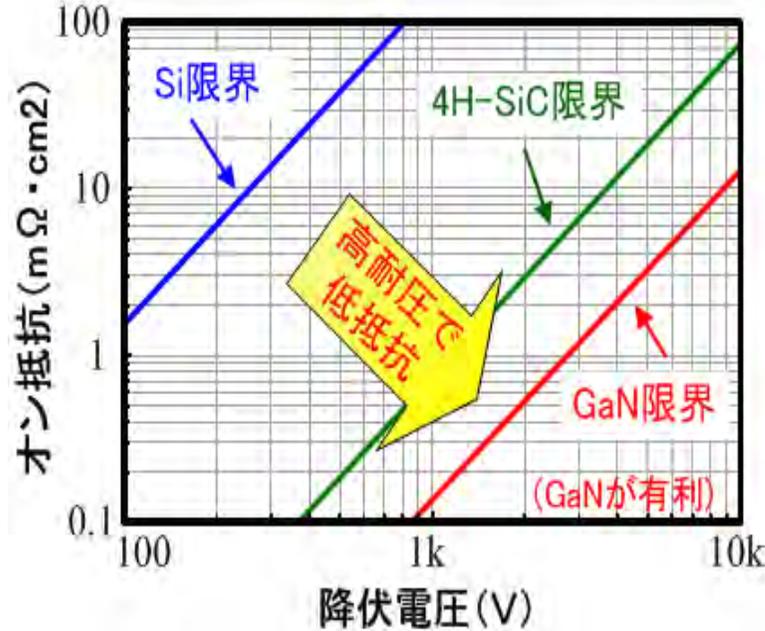


# 研究の背景・位置付け

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

## CO<sub>2</sub>削減効果:

日本国内のCO<sub>2</sub> 排出量約13.5億トンに対して、

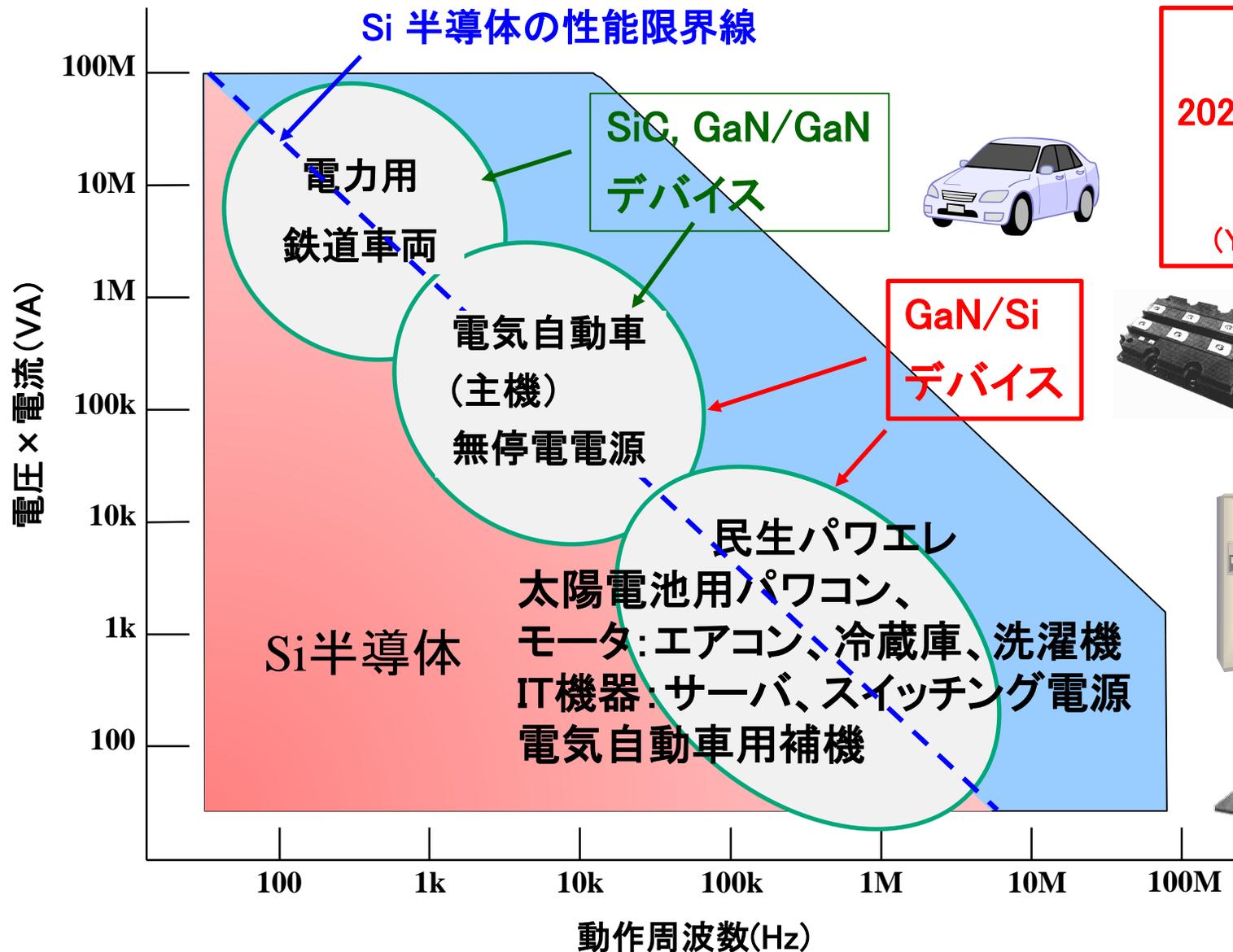
4%減(2025年)、6%減(2030年)

(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: 万トンのCO <sub>2</sub> )				
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

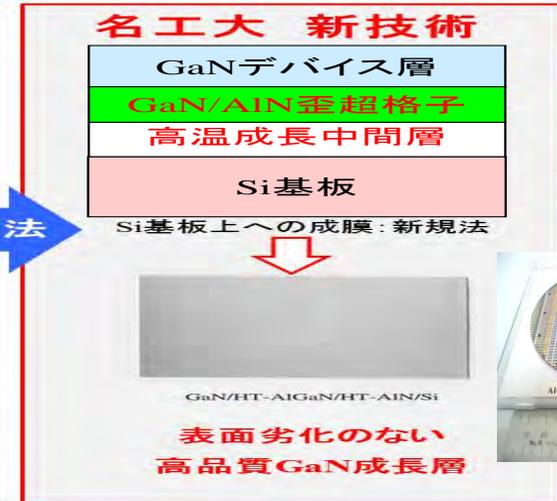
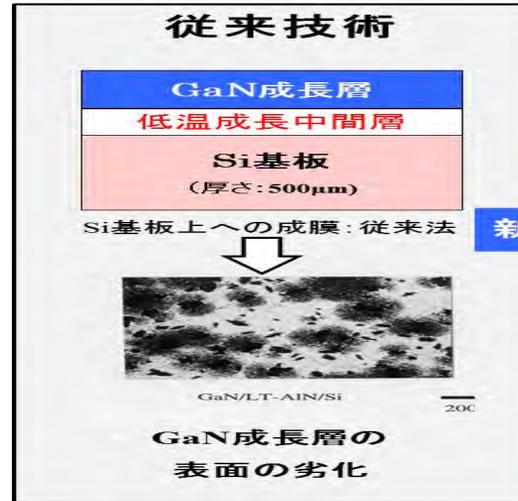
1. 大きな格子定数差(約17%)
2. 大きな熱膨張係数差(約60%)

## 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



新法



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

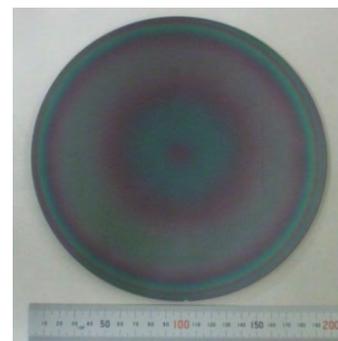
○産学官が連携し、「一つ屋根の下」で装置、材料、デバイス、システムまでの**一気通貫型の研究開発**



(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。**