



大面積モザイク単結晶ダイヤモンドウェハとそのGaN-HEMT接合

Large single-crystal mosaic diamond wafer bonded to GaN-HEMT devices

ダイヤモンド / GaN-HEMT / 精密加工 / 異種半導体接合

Diamond / GaN-HEMT / fine polishing / Heterogeneous Bonding

(国研)産業技術総合研究所、三菱電機(株)、(株)ティ・ディ・シー、熊本大学

概要・成果

ワイドバンドギャップ半導体の普及拡大や性能向上による省エネ、CO₂削減効果を確実とするには、素子からの放熱性能の向上により、高パワー密度化に伴う動作温度上昇を回避し、素子本来の性能を発揮させる必要があります。その例として、GaNオンSiC (SiCの熱伝導率はSiの3倍程度)が製品化されています。ダイヤモンドはSiCと比して更に3倍以上の、材料中で最高の熱伝導率を有することから、放熱問題の解決には、ダイヤモンドとの接合、所謂GaNオンダイヤモンド (GoD) が有望視されています。

これには、①ウェハの大面積化、②ウェハ加工技術、③GaN・ダイヤモンド接合技術、④GaN-HEMTデバイスonダイヤモンドのプロセス技術開発が必要です。本研究では、実質的に単結晶ダイヤモンドとして扱える「モザイク単結晶ダイヤモンド」*を2インチ化し、インチサイズでのプロセスを構築し、GaN-HEMTデバイスオンダイヤモンドウェハを実証しました。

導入効果

モザイク単結晶ウェハを用いて、オンSiCに対して温度上昇を約半分に抑制できる放熱効果の有意性を確認しています。デバイスのパワー効率の向上もしくは温度抑制による信頼性や寿命向上への寄与が期待できます。

今後の展望

更なるプロセス改良・単結晶ウェハサイズ拡大で、モザイク単結晶も加速的に拡大し早期に4インチ化予定です。結晶成長装置の高効率化・大面積化、接合・研磨装置開発も進めるとともに、レーダーの発振源や加熱炉のマイクロ波源などへの採用へ向け開発を進めていきます。

*ダイヤモンドウェハの種類

異種材料上

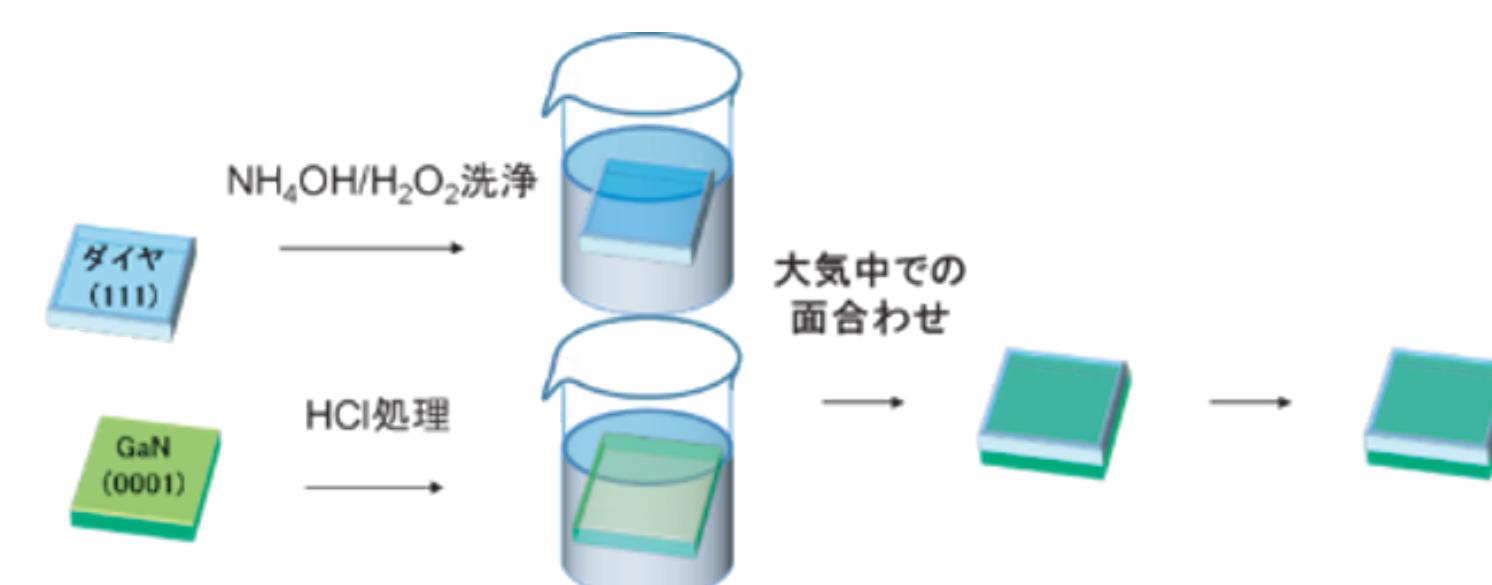
ホモエピ

特徴	多結晶	ヘテロ	単結晶	モザイク単結晶
サイズ	◎	○	×	○
結晶品質	×～△	△	◎	○
加工性	×	?	○	○
(熱) 物性	×～○	○?	◎	◎
成長速度	×	○	○	○

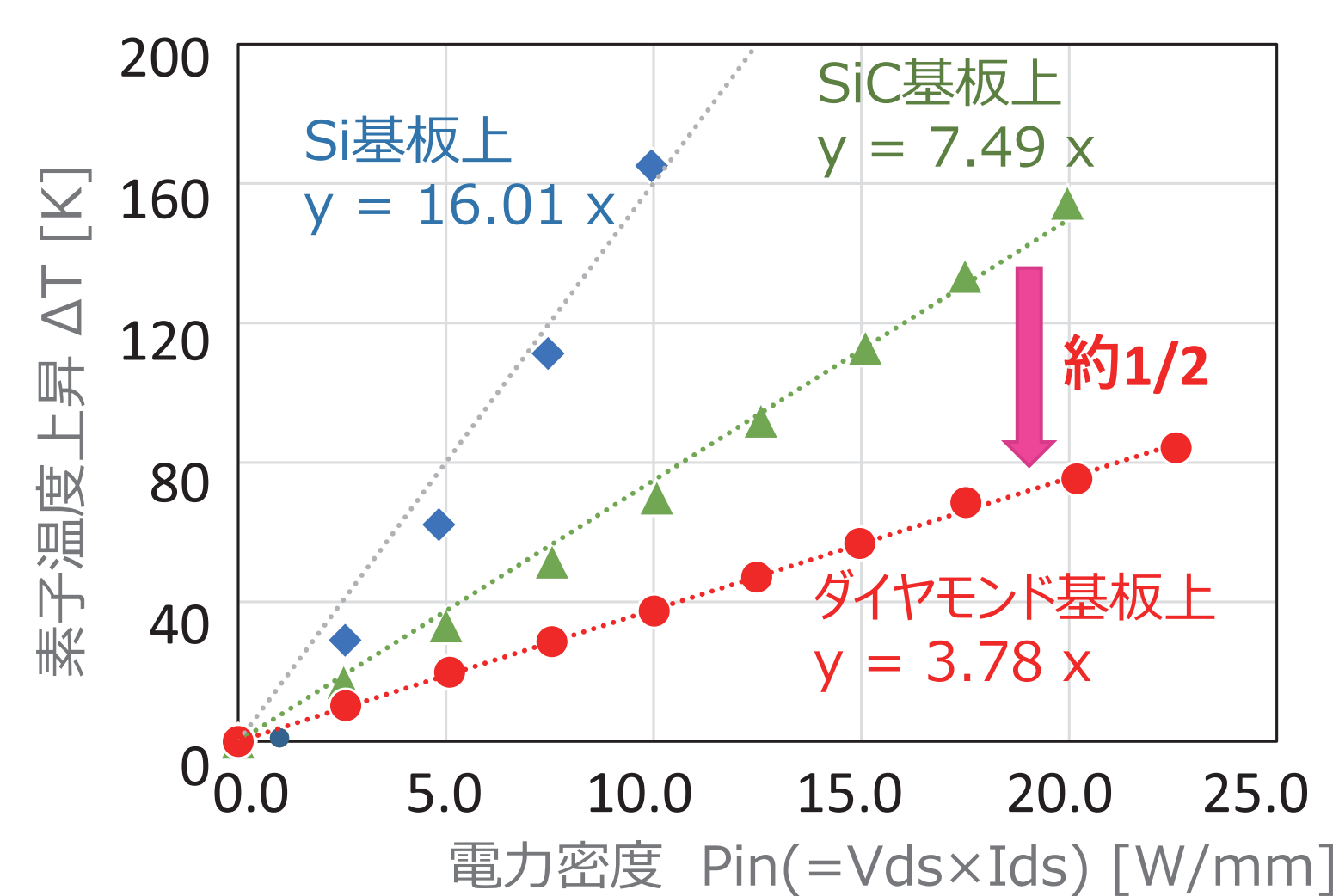
本研究開発で用いたウェハ



低損傷研磨により2インチ大のモザイク単結晶ウェハを研磨(上図)。
各種基板上のGaN-HEMTデバイスの出力-温度上昇特性(右図)



超高真空を必要としない接合技術によりGaNウェハと接合(上図)



希望するマッチング先

大型モザイク単結晶及び接合ウェハ製造販売、結晶成長(マイクロ波プラズマCVD)・接合装置、GaN-HEMTデバイスオンダイヤモンド採用モジュール作製等々にご興味のあるメーカー様

NEDOプロジェクト名

NEDO先導研究プログラム/インチ級パワー半導体ーダイヤモンド放熱ウェハ

お問い合わせ先

(国研)産業技術総合研究所 先進パワエレセンター adperc_info-ml@aist.go.jp / デバ技部門 M-d-tech-web-ml@aist.go.jp
三菱電機(株) 先端総研 (QRコードから) tdc@mirror-polish.com
(株)ティ・ディ・シー tdc@mirror-polish.com
熊本大学 創生推進機構 liaison@jimu.kumamoto-u.ac.jp

