

単結晶 Ga_2O_3 /多結晶 SiC 貼り合わせ基板のヘテロ界面電気抵抗評価

Characterization of Electrical Resistance at Heterointerface of Single-Crystal Ga_2O_3 /Polycrystalline SiC Bonded Substrates

情通機構¹, サイコックス², 東京農工大院工³, タムラ製作所⁴ ○林 家弘¹, 八田 直記²,
小西 敬太³, 渡辺 信也⁴, 倉又 朗人⁴, 八木 邦明², 東脇 正高¹

NICT¹, SICOXS Corp.², Tokyo Univ. of Agri. & Tech.³, Tamura Corp.⁴

○Chia-Hung Lin¹, Naoki Hatta², Keita Konishi³, Shinya Watanabe⁴, Akito Kuramata⁴,

Kuniaki Yagi², Masataka Higashiwaki¹

E-mail: chiahung.lin@nict.go.jp

β - Ga_2O_3 は、優れた材料特性、および高品質・大口径基板の量産が可能であるという産業上の利点を有することから、近年縦型 Ga_2O_3 パワーデバイス開発についての関心が高まっている。しかし、 Ga_2O_3 の熱伝導率は、SiCやGaNの値の1/10以下と非常に小さいため、デバイス高出力動作時の放熱に難がある。そこで我々は、 Ga_2O_3 デバイスの放熱性を改善する手段として、図1に示す表面活性化ボンディング (Surface Activated Bonding: SAB) 法を用いて、単結晶 Ga_2O_3 基板を、高い熱伝導率および電気伝導率を有する多結晶 SiC 基板に直接接合する技術を開発した。本技術により作製した単結晶 Ga_2O_3 /多結晶 SiC 貼り合わせ基板は、 Ga_2O_3 のバルク強度と同等の十分に大きな接合強度を有すると共に、貼り合わせ界面の熱抵抗も非常に小さいことが確認されている[1]。今回、縦型デバイスへの適用に向けて、もう一つの懸念点である Ga_2O_3 /SiC 貼り合わせ界面の電気抵抗評価を行ったので報告する。

本研究では、単結晶 Ga_2O_3 基板、多結晶 SiC 基板、単結晶 Ga_2O_3 /多結晶 SiC 貼り合わせ基板の3種類を試料とし、評価に用いた。低いコンタクト抵抗を有するオーミック電極を形成する目的で、図2(a)に示すように、 Ga_2O_3 基板表面には高濃度 Si イオン注入ドーピング ($\text{Si}=5\times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$) を行った。試料それぞれの表面に半径 $100 \mu\text{m}$ の円形 Ti/Au オーミック電極、裏面全面に同じくオーミック電極を作製した。そして、これら電極間の電流-電圧 (I - V) 特性から各部分の抵抗値を求めた。図2(a)に示す Ga_2O_3 /SiC 貼り合わせ基板の、上下オーミック電極間の縦方向 I - V 特性を図2(b)に示す。その I - V 特性から、全体抵抗値 R_t は平均 0.66Ω と求められた。また、 I - V 特性が線形であることから、接合界面においても顕著な障壁は存在せず、オーミック接合が得られていることが分かった。 Ga_2O_3 /SiC 貼り合わせ界面の抵抗値 R_i は、 R_t から、単結晶 Ga_2O_3 基板、多結晶 SiC 基板それぞれのバルク抵抗値 ($R_{\text{sp}, \text{Ga}_2\text{O}_3}$, $R_{\text{sp}, \text{SiC}}$)、コンタクト抵抗値 ($R_{\text{c}, \text{Ga}_2\text{O}_3}$, $R_{\text{c}, \text{SiC}}$) を除くことで、 0.06Ω (比抵抗値 $2\times 10^{-4} \Omega\cdot\text{cm}^2$) と見積もられた。これらの結果から、 R_i は R_t の10%弱と十分に小さいことが分かる。これらの結果から、SAB 法を用いて作製した単結晶 Ga_2O_3 /多結晶 SiC 貼り合わせ基板は、電気的に見ても大きな問題は無く、今後縦型 Ga_2O_3 パワーデバイスを開発する上で有効な手法になると考えられる。

本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人: NEDO)によって実施されました。

[1] N. Hatta *et al.*, 2nd International Workshop on Gallium Oxide and Related Materials, P17, 2017.

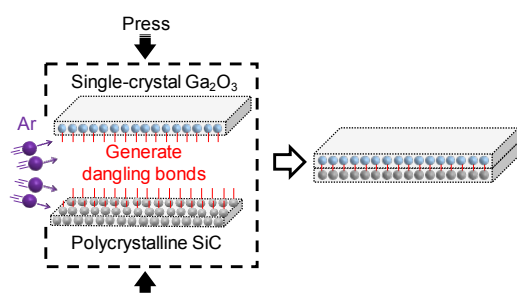


Fig.1 SAB method for bonding Ga_2O_3 to polycrystalline SiC.

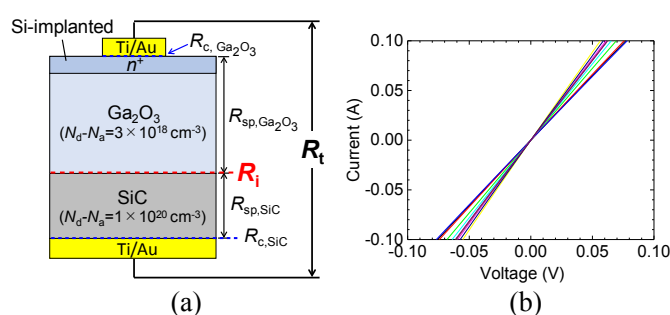


Fig.2 (a) Schematic and (b) vertical I - V characteristics of the Ga_2O_3 /SiC bonded substrate.