GaN/Diamond 基板の熱抵抗評価

Evaluation of Thermal Resistance of GaN-on-Diamond Substrate

三菱電機(株)先端総研 ◦吉嗣 晃治，松田 喬，仲村 恵右，柳生 栄治，山向 幹雄

Advanced Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corp.,

◦Koji Yoshitsugu, Takashi Matsuda, Keisuke Nakamura, Eiji Yagyu, and Mikio Yamamuka

E-mail: Yoshitsugu.Koji@dx.MitsubishiElectric.co.jp

【はじめに】GaN 系 HEMT では、出力密度の増加に伴う発熱温度の抑制が重要な課題となっている。近年、Diamond 基板上に形成した GaN HEMT の出力面積密度が、GaN/SiC 基板上と比較して約 3 倍に増加される事が報告された[1]。Diamond の熱伝導率は 1500 W/m•K (RT)以上と高く、GaN/Diamond は高出力化に資する技術として期待される。今回、GaN/Diamond 基板の放熱性の検証を目的として、評価用素子を作製して熱抵抗を評価した。

【実験方法】Si、SiC、Diamond 上の異種基板上 AlGaN/GaN HEMT エピを用いて、Ti/Ai/Ti/Au からなる電極を形成し 850ºC でシンター処理を施した。2 端子の評価用素子に対し直流通電を行い、最大温度を赤外線センサによって計測した。素子裏面からの温度差を上昇温度 ΔT (K)として抽出し、熱抵抗 R_{th} (K/W)を算出した。

【結果】図 1 に消費電力と上昇温度の関係を示す。GaN/Diamond 素子の熱抵抗(R_{th}=1.3K/W)は、GaN/Si の約 1/3 (4.4K/W)、GaN/SiC の約 1/2 (2.5K/W)であった。次に熱伝導解析を行い、断面方向に対する各層の温度勾配を求めた(図 2)。層間別に熱抵抗を分離すると、GaN/Diamond における基板熱抵抗は全体の 19%程度しかなく、Diamond の熱拡散効果が高い結果が示唆された。一方、接合界面の数十 nm の領域において大きな温度変化が生じた。これは、界面熱抵抗(Thermal Boundary Resistance, TBR)と呼ばれる GaN/Diamond 基板特有の放熱阻害要因で、界面層材料に起因している。当日は熱伝導理論から GaN/Diamond 基板の構造最適化についても論じる。

【参考文献】 [1] D. Altman *et al.*, Abstract of 14th IEEE ITHERM Conf. 2014.

【謝辞】この成果は、国立研究開発法人新エネルギー･産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。

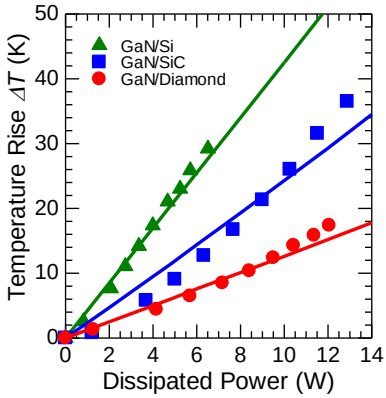

Fig.1 Temperature rise as a function of GaN/substrates devices measured with IR sensor. Each plots show experimental data, and each lines are derived from steady-state thermal analysis.

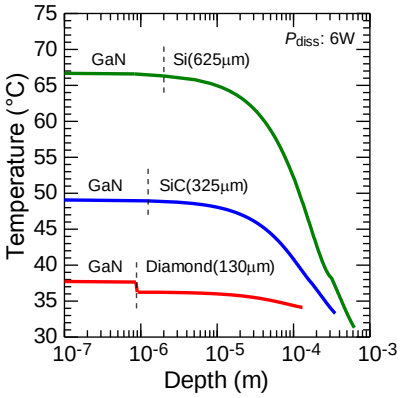

Fig.2 Temperature-depth profiles in GaN /substrates devices by steady-state thermal analysis.

© 2018年 応用物理学会