

GaN のマイクロ波アニーリングにおける加熱効率の評価と考察

Evaluation and Consideration of Heating Efficiency in Microwave Annealing of GaN

産総研¹, 名大² ◯中村 考志¹, 鄭恵 貞², 田中 敦之², 天野 浩²

AIST¹, Nagoya Univ.²

◯Takashi Nakamura¹, Heajeong Cheong², Atsushi Tanaka², Hiroshi Amano²

E-mail: nakamura-mw@aist.go.jp

我々は GaN のアニーリングにおける窒素の脱離抑制を、既往の高圧プロセスではなく、急速昇温と急冷却を組み合わせた加熱モードで達成できると考えている。このような加熱モードにはマイクロ波の高効率なエネルギー注入が有効であると考え研究開発を進めている。

これまで、GaN の結晶軸方向とマイクロ波の電磁界方向を合わせることで 200 W の電力で 20 秒間に 1400°C まで昇温できることを報告した。さらにマイクロ波のパルス照射を利用することで、約±200°C/秒の加熱モードを達成できることを示した。¹⁾

このようにマイクロ波加熱には加熱対象に急速なエネルギー注入ができることが明らかとなったがエネルギーがどれくらいの割合で注入されているか明確にしていなかった。

今回、パルス加熱による温度データ及びマイクロ波電磁界分布のデータを利用し、マイクロ波加熱のエネルギー効率を考察したので報告する。

実験は TM₁₁₀ モードの磁場を利用し、350 W の出力でサンプル (W×D×H=5.0×4.4×0.4 mm) を加熱した。共振器のサイズは直径 147 mm、幅 70 mm である。温度測定はサーモカメラ (PI400i, Optris) で行い、加熱は GaN の化学変化が起こりにくい平均温度 750°C (最大 859°C ; 最小 591°C) で行った (図 1)。1 パルスについて温度を解析した (図 2)。

図 2 のデータより 3 秒間の加熱でサンプルは 7.4 J のエネルギーを得ていることが分かった。これを電力として計算すると 2.5 W である。電磁界分布と入力電力とを加味し、サンプルの体積に印可されるマイクロ波の電力を計算すると 2.6×10^{-3} W であった。つまり、サンプルは約 1000 倍の電力を得て発熱していることが示された。

参考文献

- 1) 中村ら、2022 年第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 (20p-P04-21)。

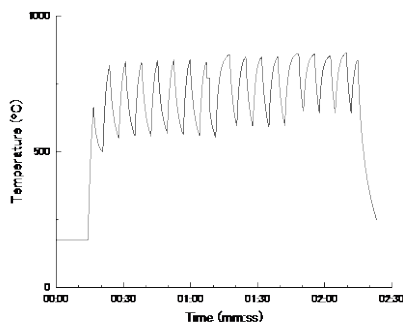


図 1. GaN アニーリングにおける温度プロフィール。

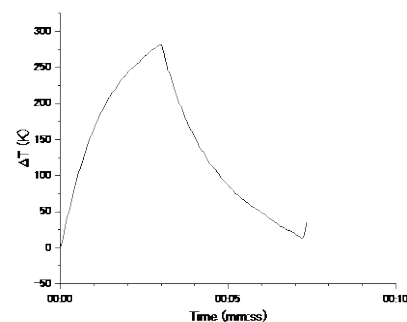


図 2. 1 パルス当たりの温度プロフィール。