

AlGaN/GaN ヘテロ構造を用いたモノリシック集積回路の検討

Investigation of monolithic integrated circuit based-on AlGaN/GaN heterostructure

豊橋技術科学大学 ○(M2)川内 智瑛、(B)吹中 菜生、真下 智昭、岡田 浩

Toyohashi University of Technology ○T. Kawauchi, M. Fukinaka, T. Mashimo and H. Okada

E-mail: kawauchi.tomoaki.qh@tut.jp, okada@las.tut.ac.jp

1. はじめに

窒化物半導体は高い絶縁耐圧や電子移動度などパワーエレクトロニクス分野で有望な特性を有し、AlGaN/GaNヘテロ構造では、高密度の2次元電子ガス(2DEG)を利用した高いパワー密度の高速スイッチングが可能である。通常、窒化物半導体デバイスは単体デバイスとして作製され、実装基板上で組み立てられるため、システム小型化の足枷となる。例えば、医療機器、自動車など様々な場面で使用される小型モータの近傍で、これらを駆動・制御する高機能な窒化物半導体モノリシック・パワー回路の実現は、従来技術では困難な小型システムが期待できる。

我々は、AlGaN/GaNヘテロ構造のモノリシック集積回路を検討するために、トランジスタと負荷抵抗で構成したインバータ回路を設計・試作し、その評価を行った。

2. 実験方法

Figure 1 に示す設計回路はモータ駆動を想定して2つのインバータ回路を有する。作製プロセスでは、AlGaN/GaN/AlGaN ダブルヘテロ構造の基板にイオン注入またはドライエッチングによる素子分離を行い、負荷抵抗となる抵抗素子とトランジスタ領域を形成した。抵抗

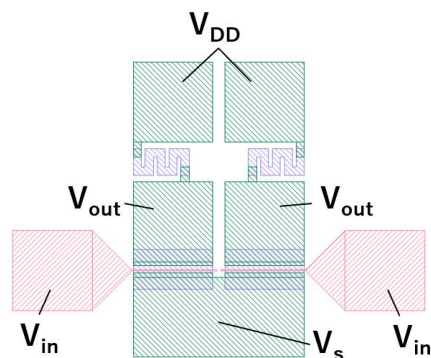


Figure 1: Investigated inverter circuit.

素子の抵抗値は、2DEG 領域の幅および長さを調整して設定した。オーミック電極には Ti/Al/Ti/Au、ショットキーゲート電極として Ni/Au を蒸着してトランジスタと負荷抵抗を同時形成した。

3. 実験結果と考察

作製した抵抗素子の電流-電圧(I - V)特性評価から、抵抗値が 2DEG のシート抵抗と形状幅および長さで説明できる抵抗値を確認した。また、トランジスタにおいてもノーマリーオン形の I - V 特性が確認された。

抵抗素子とトランジスタを組み合わせたインバータ回路動作の入出力特性を Fig.2 に示す。実線で示すように、チャンネル幅 $100\mu\text{m}$ のトランジスタを用いたインバータにおいて、固定バイアス $V_{DD}=5\text{V}$ および $V_{DD}=10\text{V}$ のいずれでも良好なインバータ動作が確認された。この入出力特性は、単体のトランジスタおよび抵抗の特性から予測される結果と一致した。今回の検討で抵抗とトランジスタをモノリシック集積した回路の動作を実証することができた。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19H02110 および 20K04579 の支援を受けた。

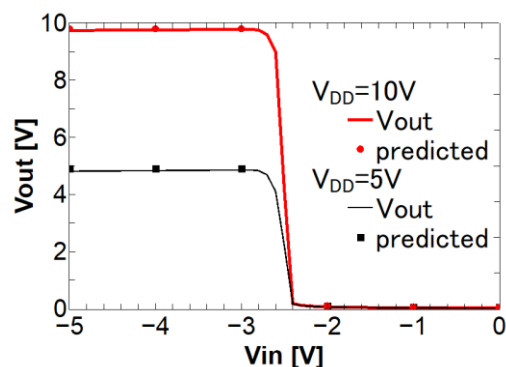


Figure 2: Example of inverter operation.