

投射型デバイス応用に向けたマイクロ LED アレイ駆動回路の作製

Fabrication of micro LED array drive circuit for projection device application

寿崎 泰佑、小坂 哲朗、山根 啓輔、若原 昭浩 (豊橋技科大)

T. Suzuki, T. Kosaka, K. Yamane, A. Wakahara (Toyohashi Tech.)

E-mail: suzaki-t@int.ee.tut.ac.jp, wakahara@ee.tut.ac.jp

近年、小型プロジェクタや注意喚起用照明として様々な発光パターンが投影可能なGaN系発光素子が注目されており、特に1つのLEDが $100\ \mu\text{m}$ 以下のマイクロLED (μLED)アレイは急速に需要が拡大している。しかし μLED で強い発光強度を出力するには高密度の電流注入が必要であり、駆動回路側にも高電流密度駆動が要求される。我々は 8×8 画素を有する高輝度 μLED アレイを開発してきた。本稿では、この μLED アレイの発光パターンを制御するため、V溝トレンチ縦型Si-MOSFETを用いた駆動回路を製作することを目的とした。

Fig. 1 に1画素当たりの駆動回路とLEDの概略を示す。 μLED は画素ごとに縦型MOSFETを有し、それにより電流供給を行う。大きな電流駆動能力を有し、縦方向に電流を流す縦型MOSFETを電流供給素子として採用した。LEDのp電極とソース電極とを直接接合し、配線を介さずMOSFETからLEDへ直接電流を供給することで、高電流密度によるエレクトロマイグレーションを防ぎ、高輝度 μLED アレイの制御を実現する。

μLED アレイ駆動回路に要求される電流密度は、LEDが十分な発光強度を示すために必要な電流密度で、使用される環境や目的で変化するが、本研究では投射を目的としたLEDを想定しているので、 $1\ \text{A}/\text{mm}^2$ とする^[1]。この所望の電流密度から、縦型MOSFETを設計した。作製の際には、 $\text{n}^+\text{-Si}$ 基板上に $\text{p}^-\text{-Si}$ 層を $4\ \mu\text{m}$ 結晶成長させたエピタキシャルウェハを用い、ゲート部分のV溝トレンチは $55\ ^\circ\text{C}$ 、 $20\ \text{wet.}\%$ のKOH水溶液で25分間エッチングすることで形成した。チャンネルは、このV溝に沿ったSiの(111)面に形成される。

Fig. 2 に作製した縦型MOSFETの光学顕微鏡写真を示す。1画素 ($200\times 200\ \mu\text{m}^2$) に縦型MOSFETとスイッチング用のnMOSFETが集積され、 $138\ \mu\text{m}$ のV溝トレンチゲートを4つ形成し、ゲート電極の両端にソース電極が配置されている。Fig. 3 に縦型MOSFETの電流-電圧特性を示す。 $V_{\text{gs}}=5\ \text{V}$ 、 $V_{\text{ds}}=10\ \text{V}$ において $10\ \text{A}/\text{mm}^2$ の電流密度を達成した。作製した μLED アレイ駆動回路に用いられる縦型MOSFETは、 μLED アレイの駆動に求められる高電流密度を達成し、投射型デバイスへの適用が見込まれる。今後は、表面活性化接合を用いLEDと駆動回路を接合し、動作・制御を目指す。

[1] LEDチップ開発の最新動向, 豊田合成技報Vol. 57 (2015)

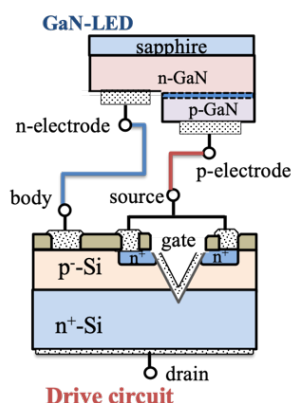


Fig. 1 Simple concept of projection device

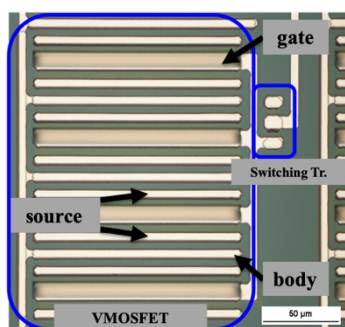


Fig. 2 Optical micrograph of the drive circuit for one pixel

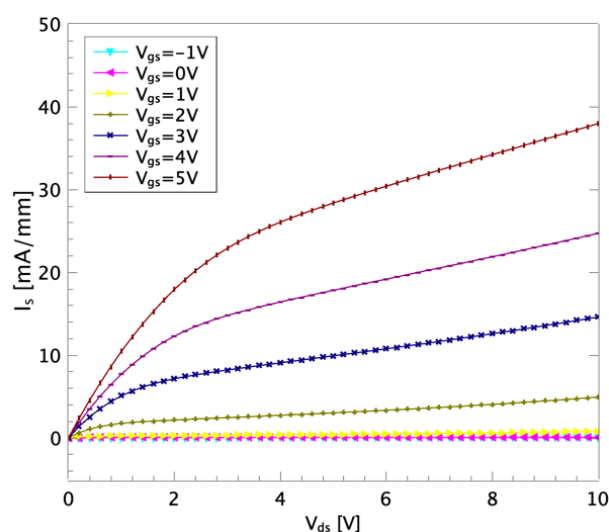


Fig. 3 I_s - V_{ds} characteristics of vertical MOSFET