

ハイブリッド集積による投射型マイクロLEDアレイの開発

Development of projection micro LED array by Hybrid Integration

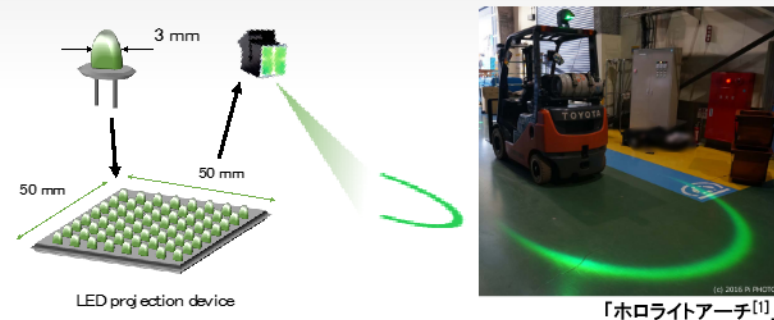
電気・電子情報工学系 若原昭浩

マイクロLEDアレイを用いた投射型デバイス

- ▶ **注意喚起用照明**、網膜走査型ディスプレイ、大容量光通信など様々な応用を想定した投射型マイクロLEDデバイスの作製

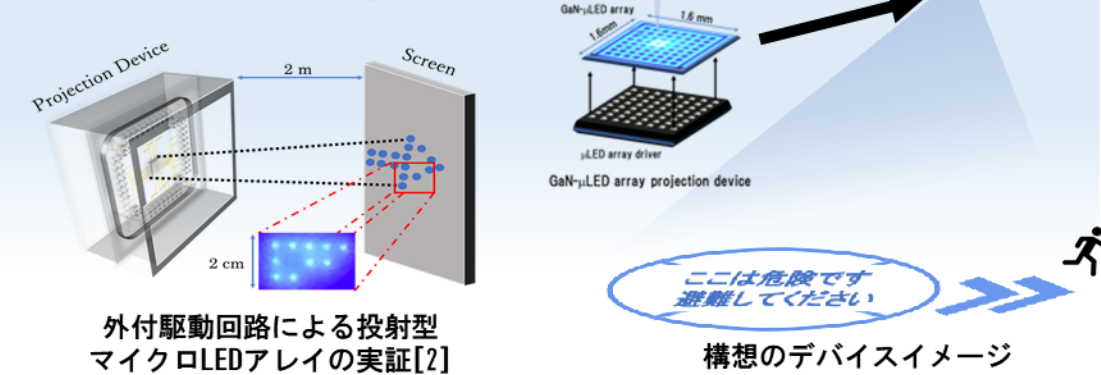
従来の投射型デバイス

- ▶ 通常のLEDを個別実装
- ▶ ラインやサークルなど比較的大きなパターンの表示に限定
- ▶ サイズによる設置場所の制限



構想の投射型デバイス

- ▶ マイクロLEDアレイと駆動回路のハイブリッド集積
- ▶ 小型化による設置場所制限の解消
- ▶ 微細パターンの表示



- ▶ **高い発光強度**を出力可能なマイクロLEDアレイの制御が必要
- ▶ 100 μm 口のマイクロLEDでは**高電流密度の注入(100A/cm²)**が必要

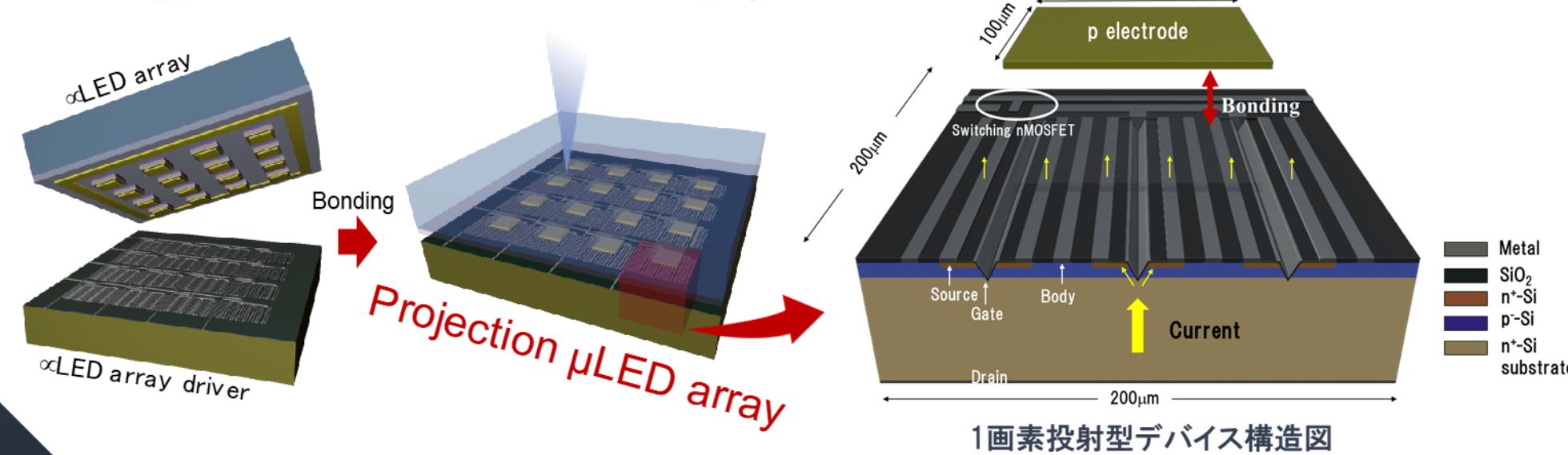
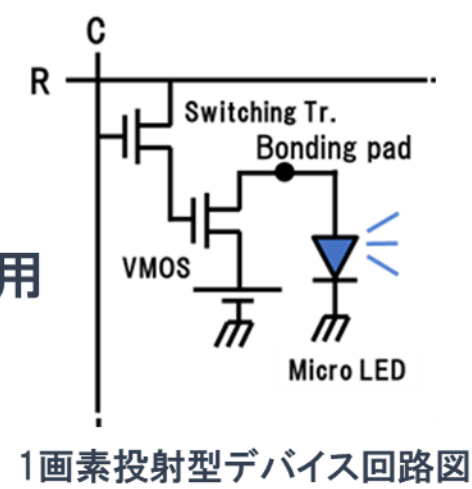
研究目的

投射を目的とした高出力駆動回路の作製およびマイクロLEDの駆動

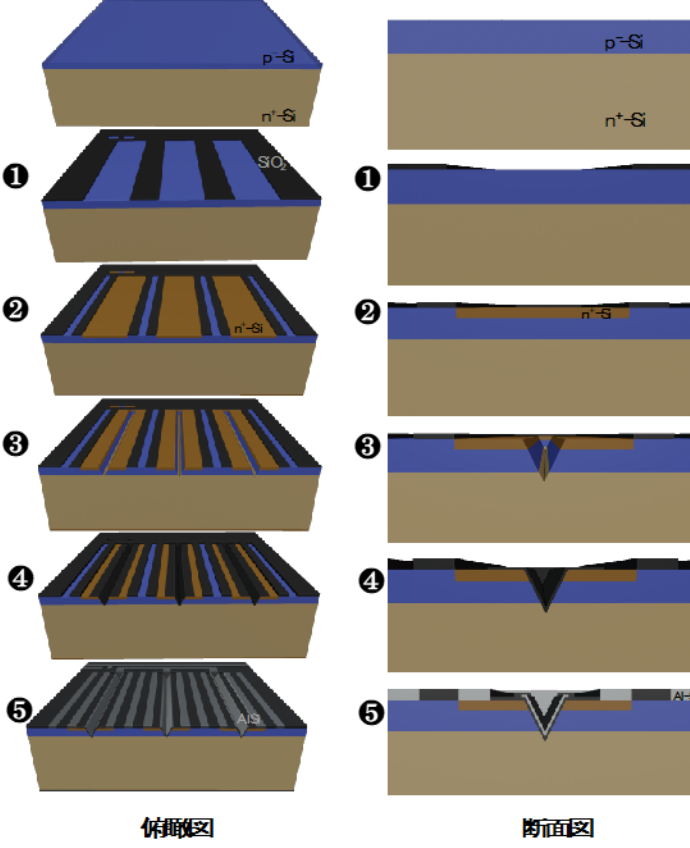
駆動回路コンセプトおよび作製プロセス

▶ 駆動回路におけるコンセプト

1. 高電流密度出力
 - ▶ 高電流注入用途に適したパワーTr. の1種である**V溝トレンチ縦型Si-MOSFET (VMOS)**を電流供給素子に採用
2. 高電流密度駆動による微細配線の断(エレクトロマイグレーション)
 - ▶ Flip Chip Bonding によって**微細配線**ではなく**電極パッド**でのマイクロLEDとの接続



作製プロセスフロー



使用基板
 エピp-Si層(4 μm)/n⁺-Si基板
 p⁻: B, 10¹⁶cm⁻³
 n⁺: Sb, 10²⁰cm⁻³

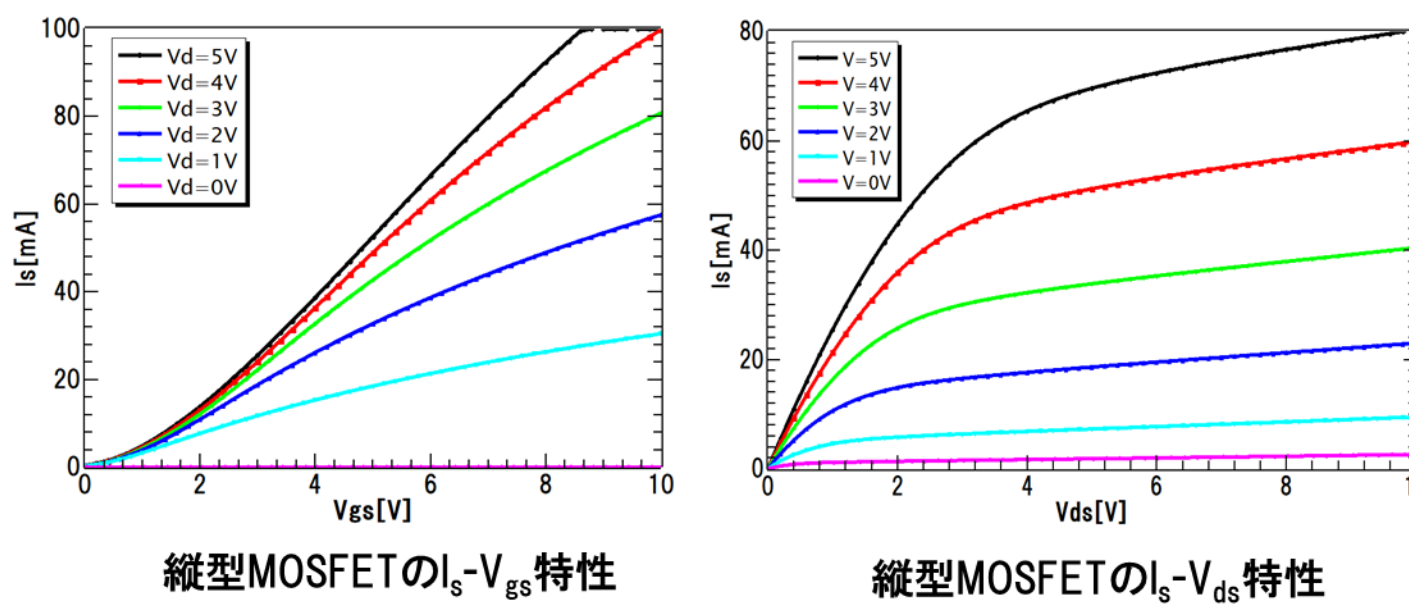
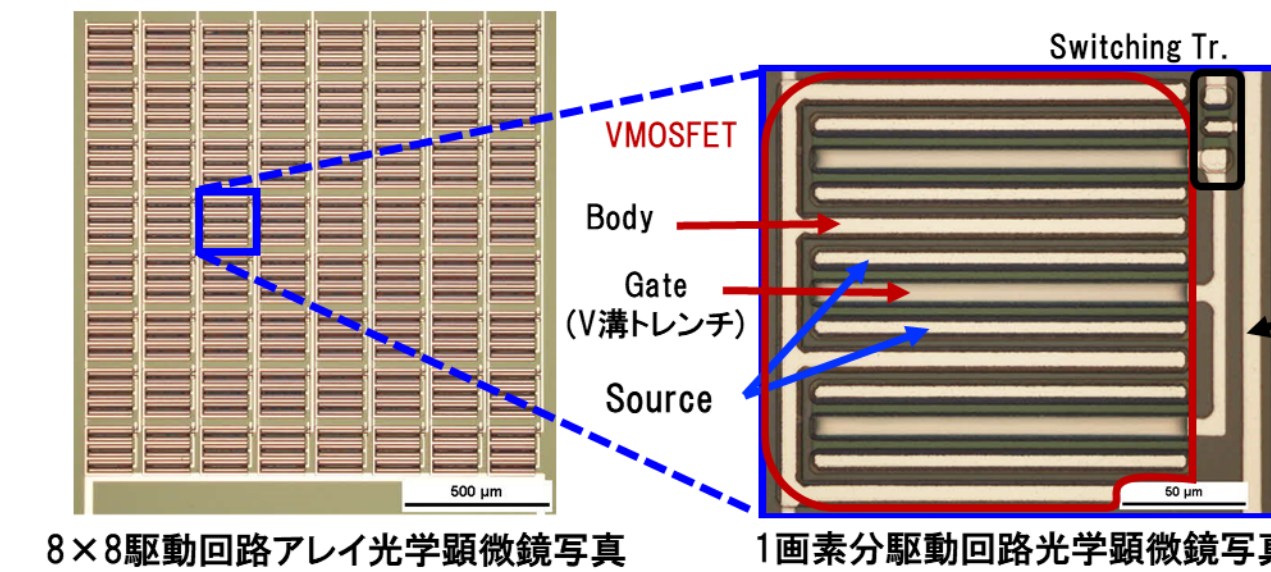
- ① フィールド酸化膜形成(600nm) & リン拡散用窓開け
- ② リン拡散によりn⁺-Si層(source)形成 & VMOS-bodyコンタクト形成
- ③ KOHゲートトレンチエッチング
- ④ ゲート酸化膜形成(30nm) & コンタクトホール形成
- ⑤ 配線形成: Al-Si(1 μm)

縦断面図

側断面図

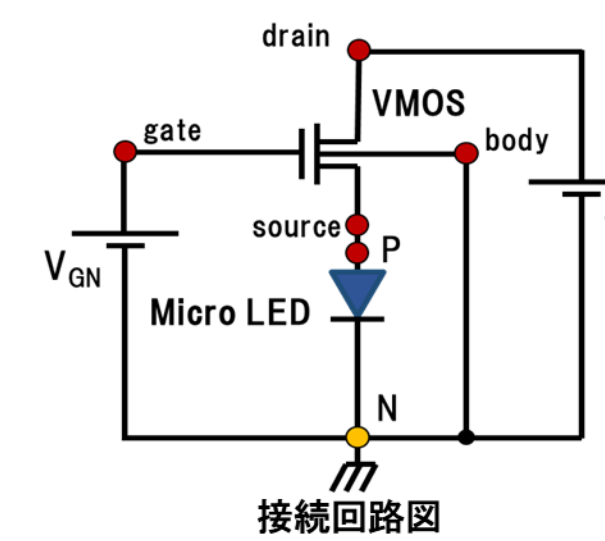
VMOSFETによるマイクロLEDの駆動

VMOS駆動回路(8×8アレイ)

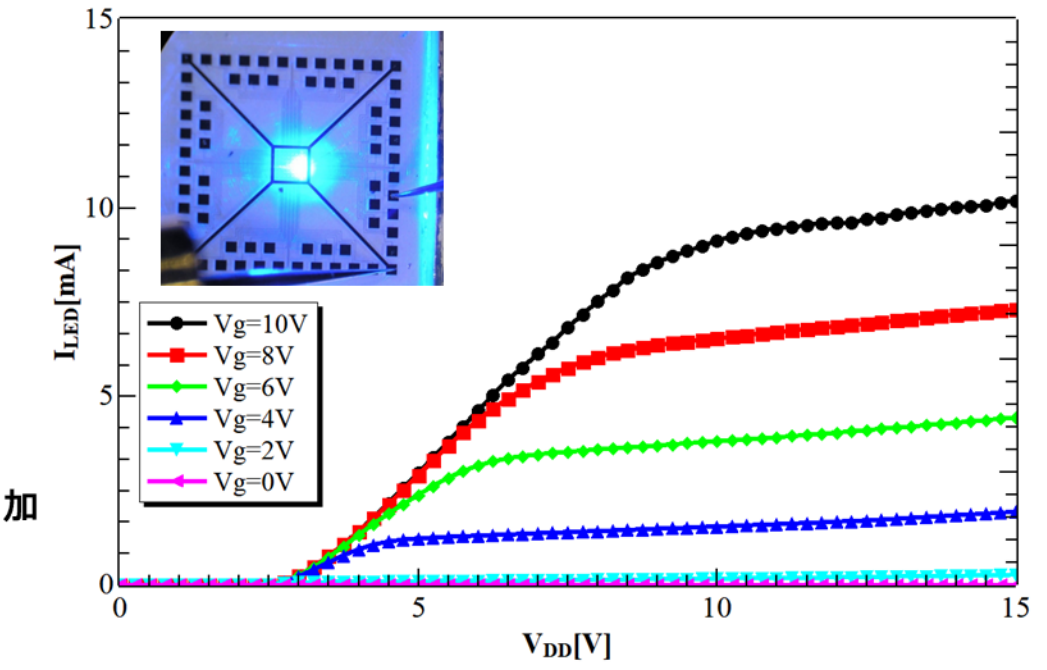


▶ **803 A/cm²**の電流密度を達成 @V_{gs}=5V, V_{ds}=10V

電気特性評価



- 縦型MOSFETのソース電極とマイクロLEDのp電極を接続
- 縦型MOSFETのドレイン電極とマイクロLEDのn電極間および縦型MOSFETのゲート電極とマイクロLEDのn電極間にバイアス印加

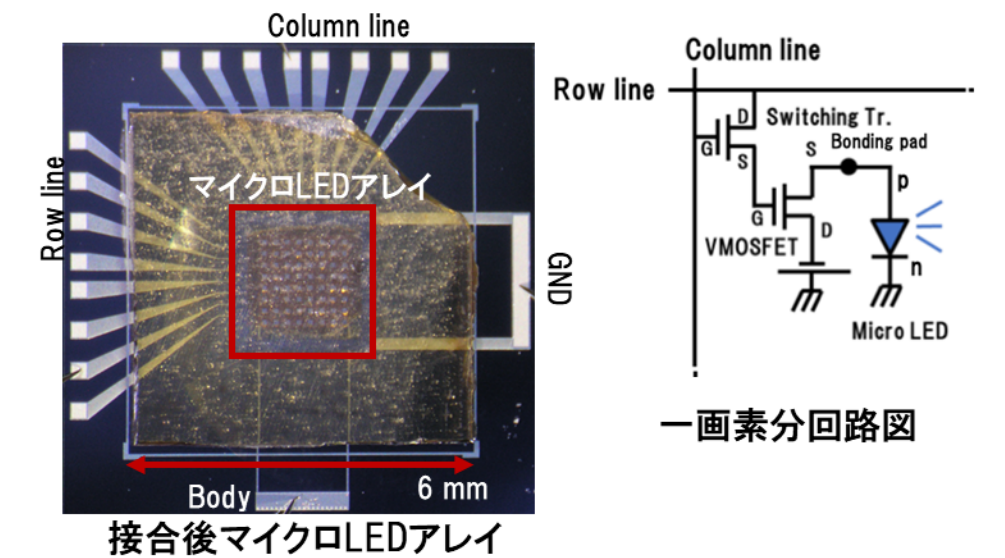


駆動したマイクロLEDにおけるI-V特性と発光像

▶ **縦型MOSFETの変調に応答したマイクロLEDの発光を確認**

μLEDアレイと駆動回路の一体化

Flip Chip Bonding によってマイクロLEDアレイと駆動回路アレイを接合



総括

ハイブリッド集積による投射型マイクロLEDアレイ実現のために、本研究ではV溝トレンチ縦型Si-MOSFETを主要素子としたマイクロLEDアレイ駆動回路を作製し、電気的接続によるマイクロLEDの駆動を行った。

- ▶ 目標とする100A/cm²以上の電流密度を制御する縦型MOSFETの作製に成功
- ▶ 電気的に接続したマイクロLEDの発光制御に成功
- ▶ フリップチップ接合を用いてマイクロLEDアレイと接合し発光制御