

Fabrication of MicroLED film with step-less structure

ステップレス構造LEDを用いたマイクロLEDフィルムの作製

○K. Matsui¹, R. Kanda¹, A. Nishikawa², A. Loesing², and H. Sekiguchi¹
豊橋技術科学大学¹, ALLOS Semiconductor GmbH²

背景・目的

光遺伝学技術による脳機能解明

光感受性を持つ特定のタンパク質を用いて生物学的なプロセスを光で制御する手法
神経細胞の活動を光で制御可能

→ 光遺伝学技術および光照射デバイスを用いた脳機能の解明

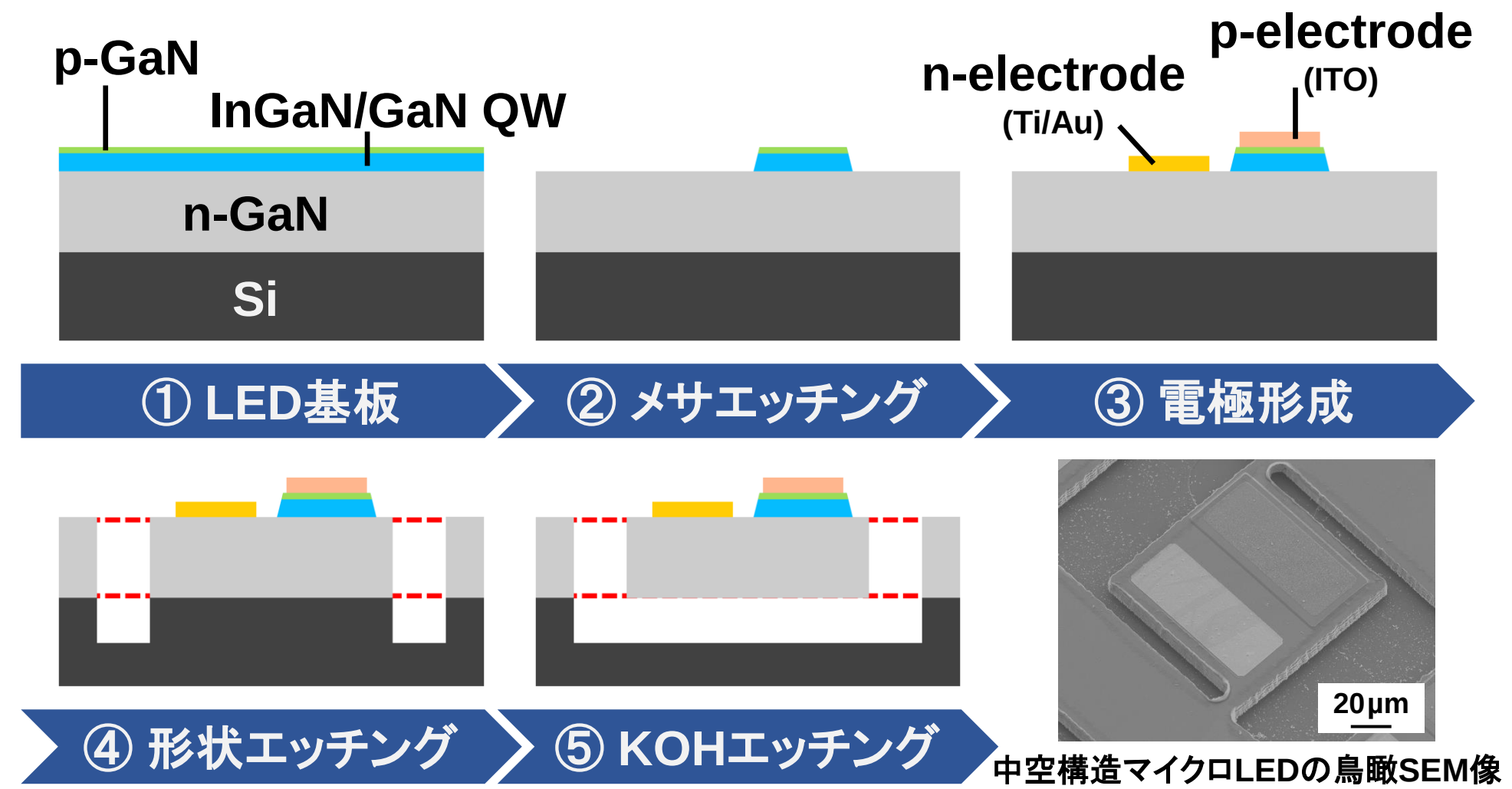
マイクロLEDフィルム

脳表面に密着し、マイクロLEDによる光刺激が可能なフィルム

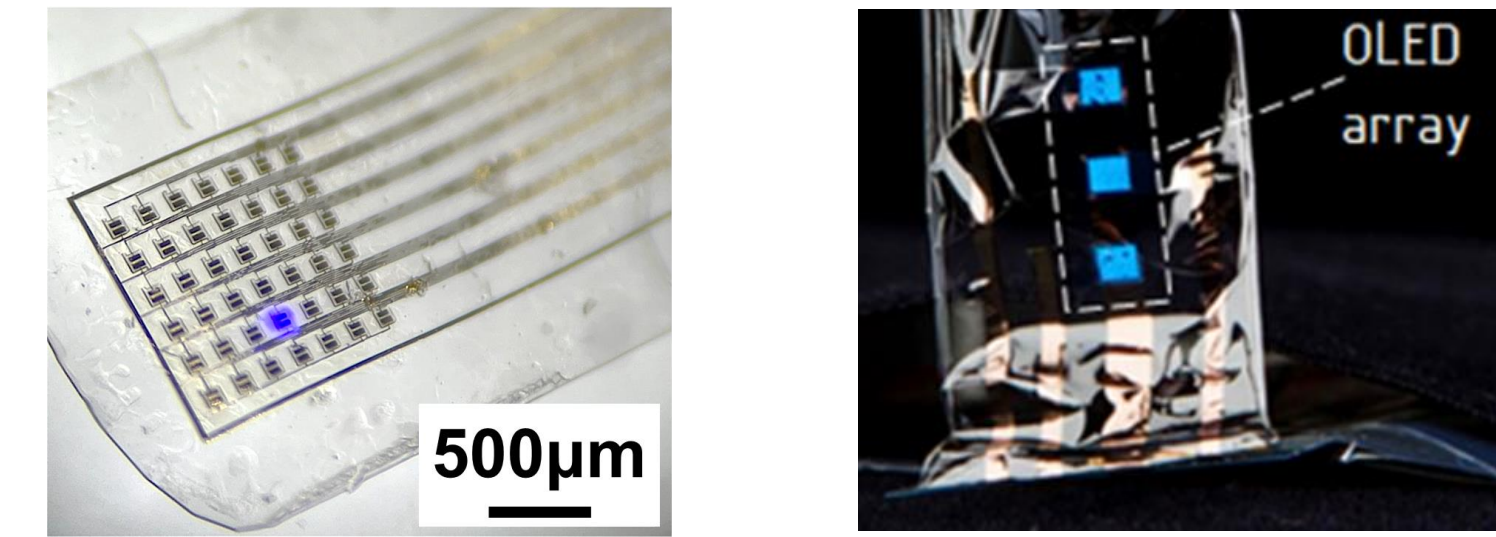
- ✓ 自由行動下での光刺激
- ✓ 局所刺激および多点パターン刺激が可能
- ✓ 高い空間分解能

→ 複雑な脳の神経回路の解明に期待

～中空構造を有するマイクロLEDの作製プロセス～

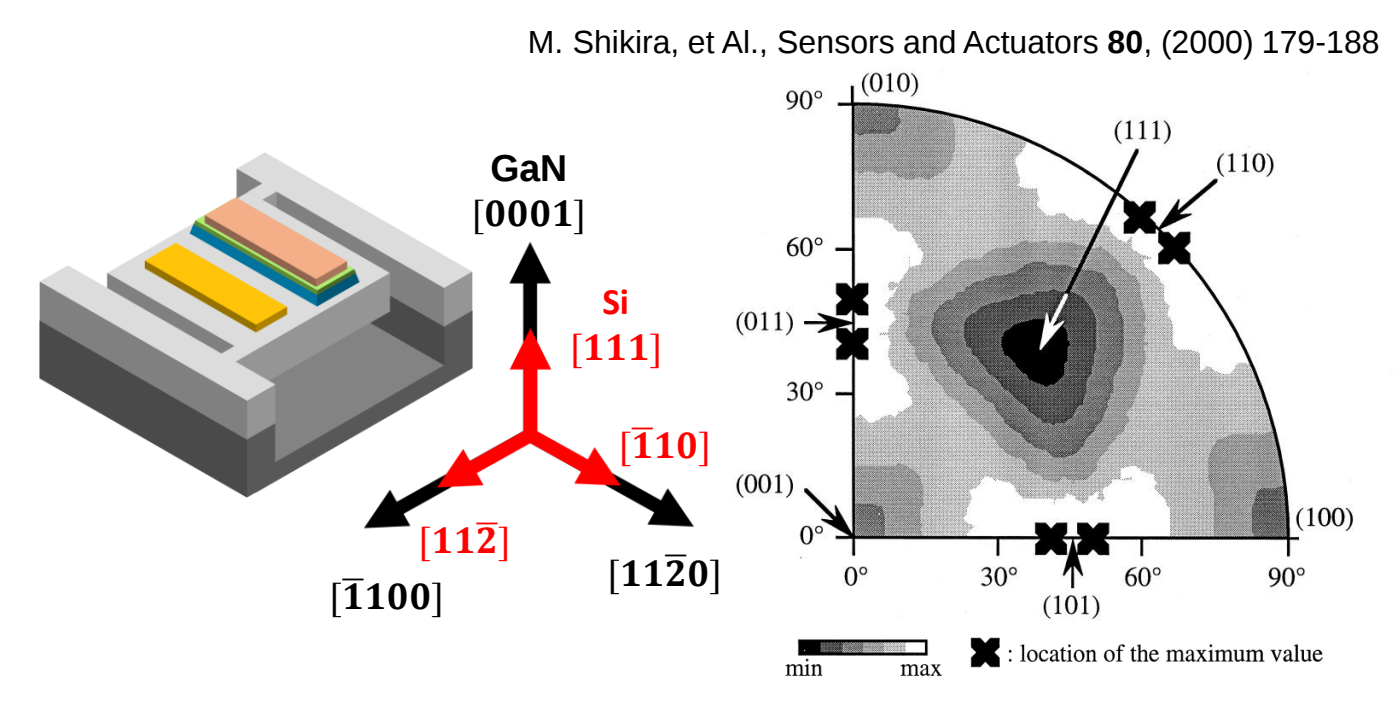


H. Sekiguchi, et al., Appl. Phys. Express 2022, 15, 046501. D. Kim, et al., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 117, (2020)



マイクロLEDフィルムの報告例

～KOHによる異方性Siエッチング～



Siエッチング速度の結晶方位依存性を利用

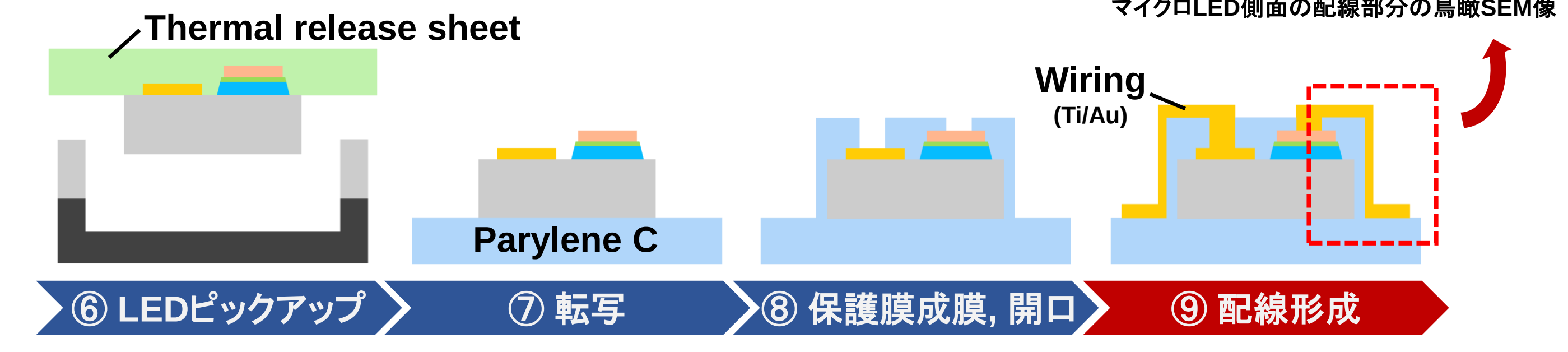
LED構成層のみの中空構造を実現

マイクロLEDフィルムの課題

マイクロLEDフィルムを用いた慢性実験では安定したLED発光が必要
現在の配線はマイクロLEDの段差に3次元金属配線を形成

→ 金属配線の段切れや曲げによる破断が発生

～マイクロLEDの転写・配線プロセス～

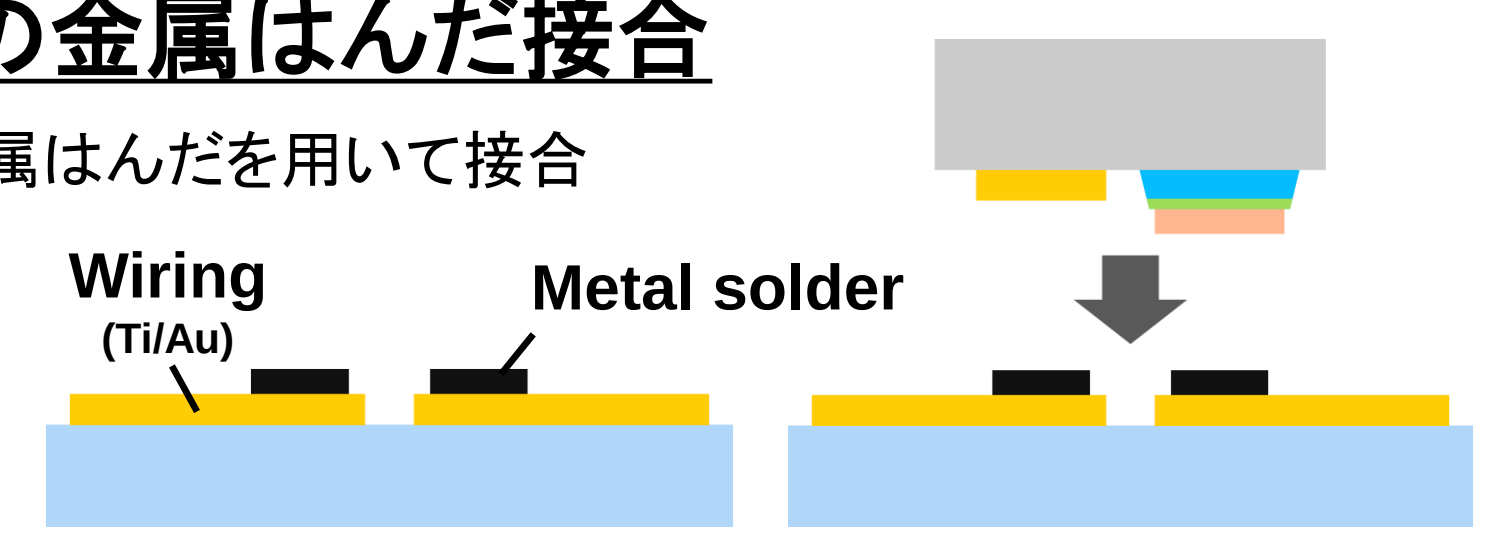


LED発光の安定性を求める上では、より安定的な配線方式が求められる

2次元金属配線とマイクロLEDの金属はんだ接合

2次元金属配線を形成し、配線とLED電極を金属はんだを用いて接合

→ マイクロLEDの段差を回避
安定的な接合に期待

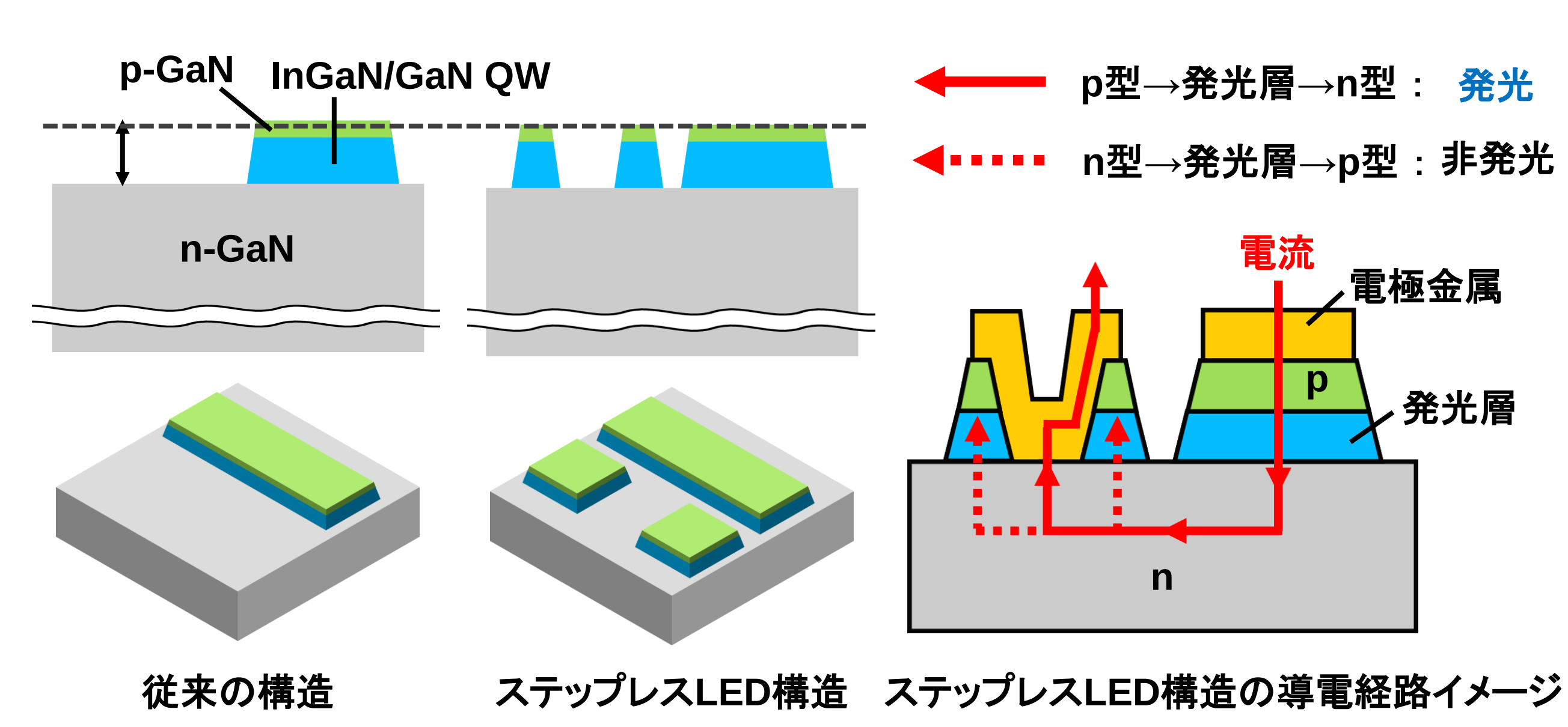


また、メサエッチング工程によりp電極とn電極に高低差が生じるため、ステップレスLED構造を検討

本研究の目的
ステップレスLED構造を用いた
フレキシブルLEDフィルム作製プロセスの検討

ステップレスLED構造

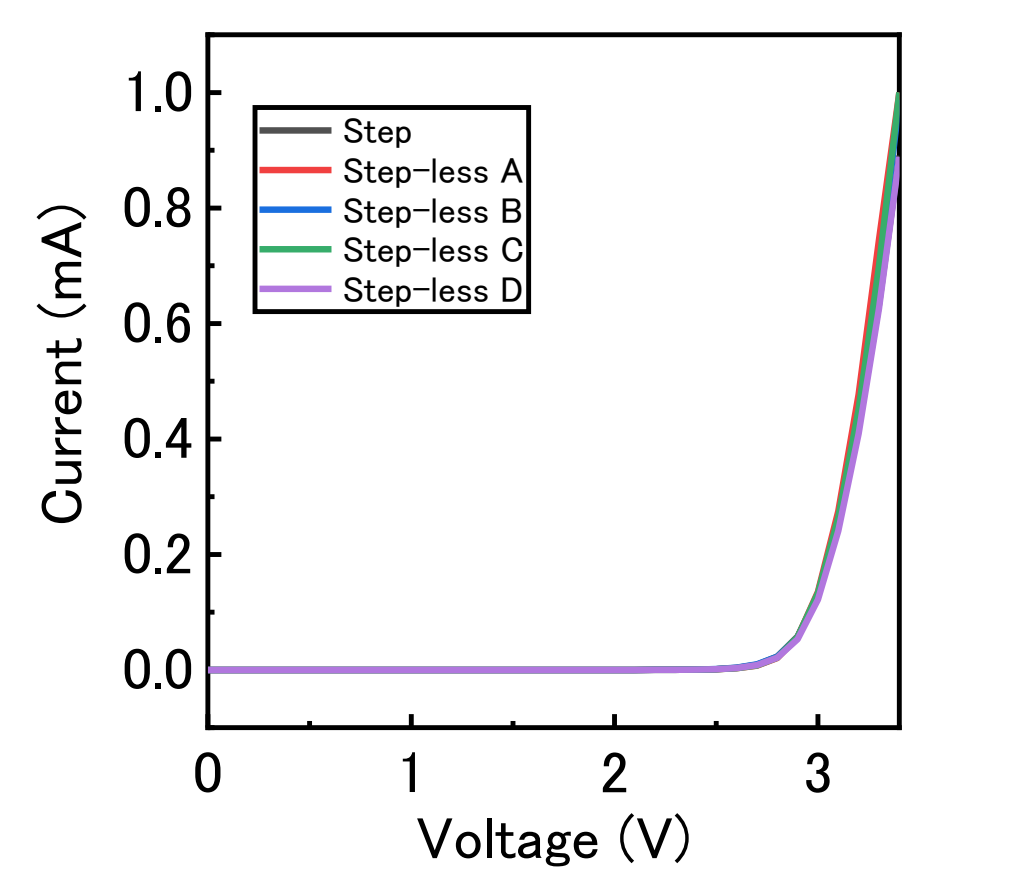
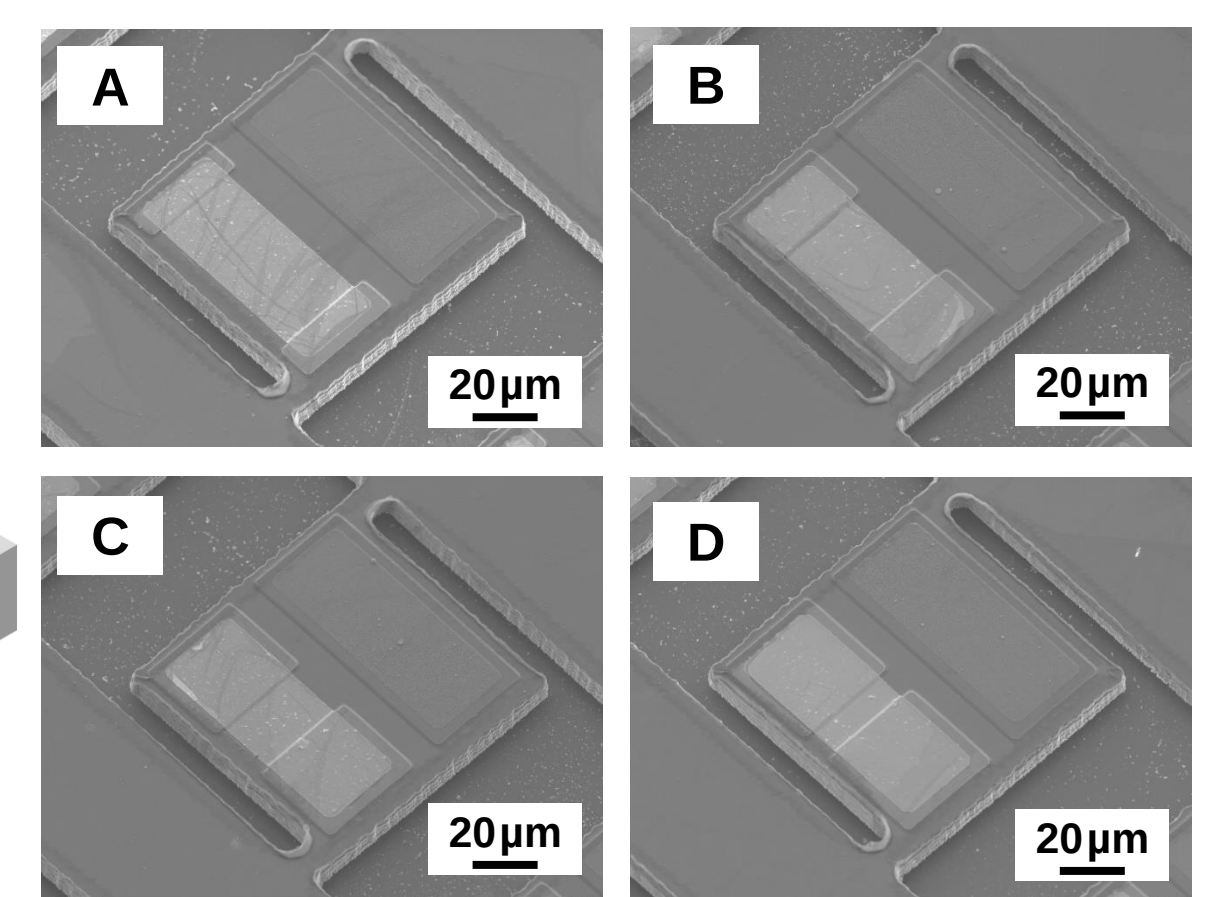
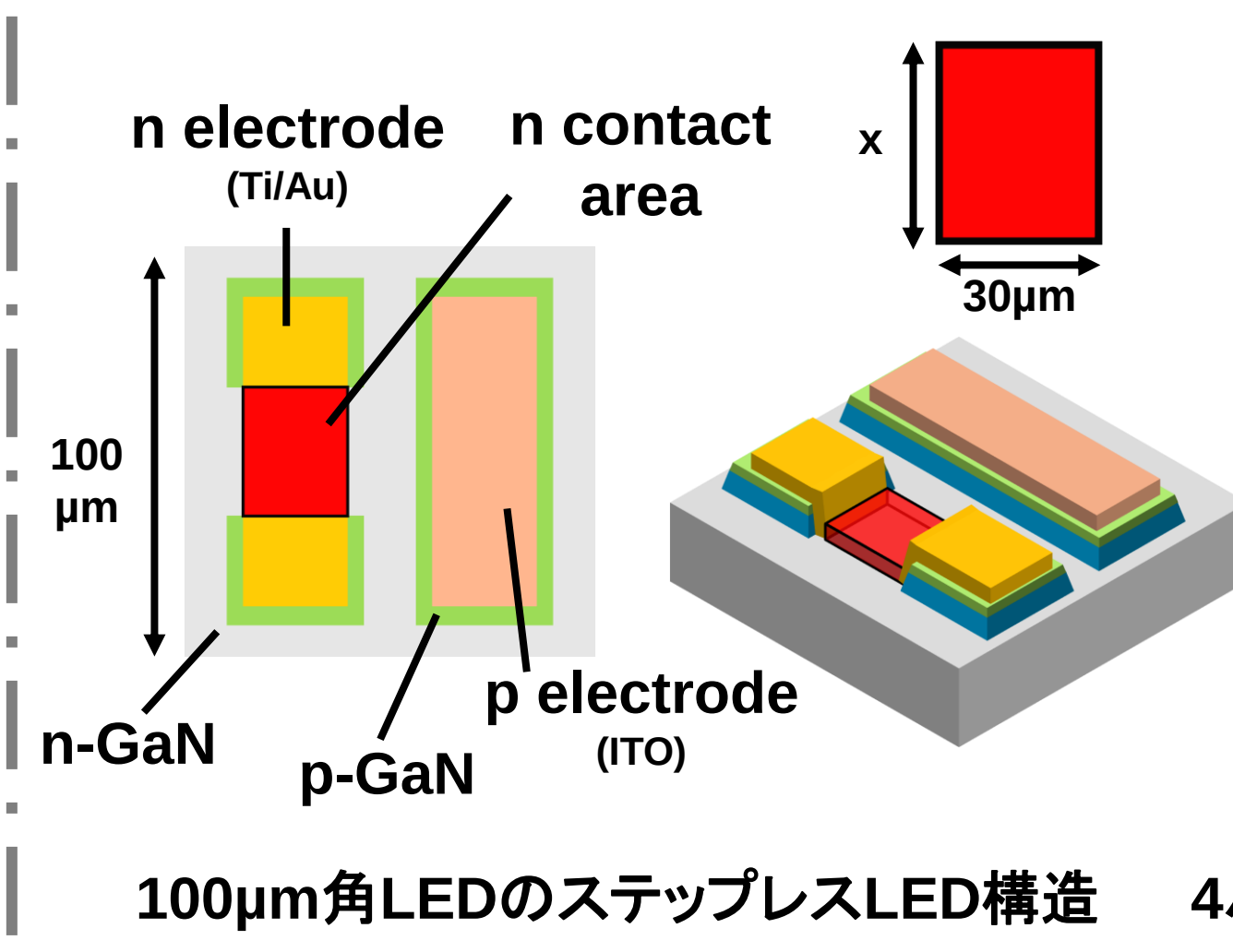
ステップレスLED構造・・・n電極コンタクトをメサ構造の一部でとる構造
メサエッチング工程でp電極とn電極の高さが一致
pn接合の整流性を利用するため、n電極側は発光しない



～ステップレスLED構造の電流-電圧特性～

従来のLED構造の電流-電圧特性とステップレスLED構造における電流-電圧特性の比較
また、n電極としてn-GaN層とコンタクトする面積の違いによる電流-電圧特性の変化を観察

	Step	Step-less A	Step-less B	Step-less C	Step-less D
x [μm]	-	60	40	20	10
n contact area [μm ²]	-	1800	1200	600	300



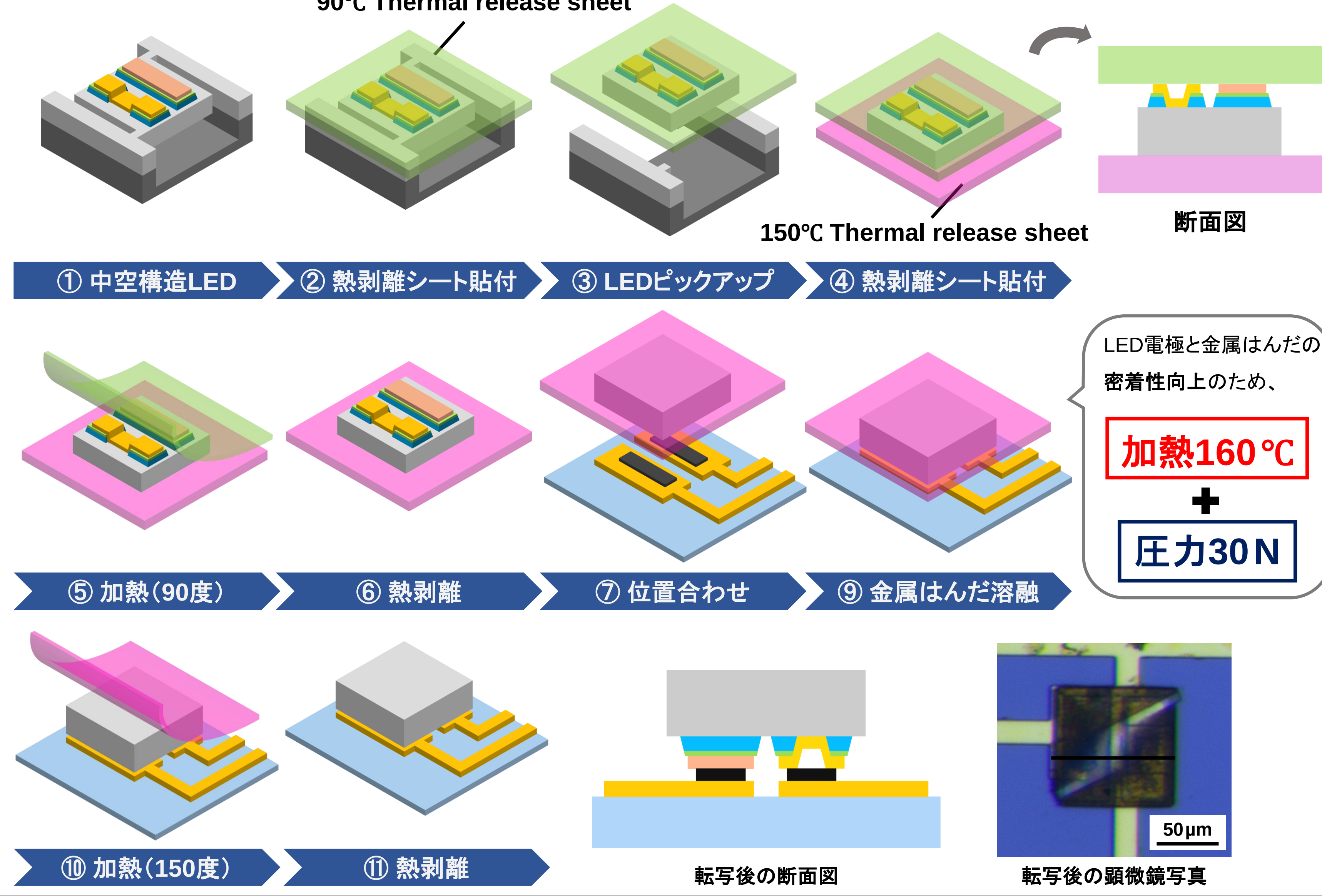
従来のLED構造とステップレスLED構造の電流-電圧特性

ステップレスLED構造が従来のLED構造と同等の特性
nコンタクト領域による特性の変化なし
→ 接合プロセスに応じた形状を選択可能

金属はんだを用いた接合

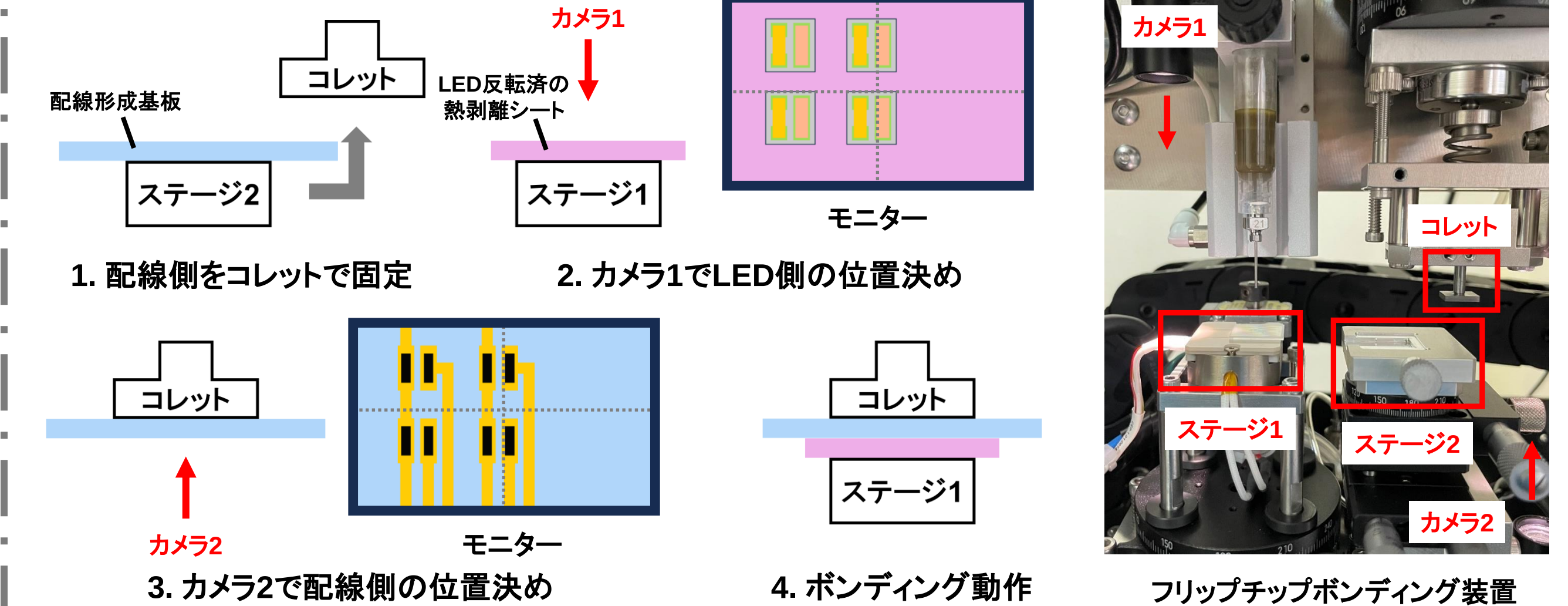
生体適合フィルムであるパリレンCが180度以上の高温プロセスに対応できないため、接合には金属はんだを使用

～金属はんだを用いた転写プロセス～

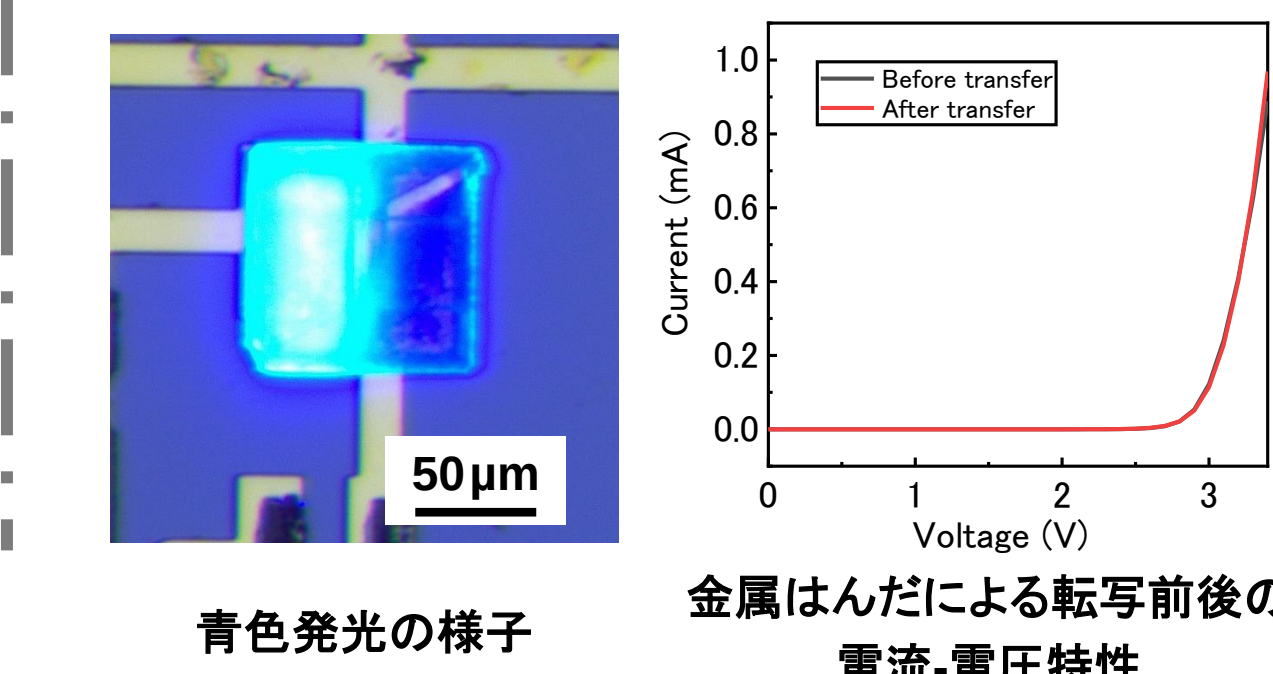


LED電極と金属はんだの密着性向上のため、
加熱160℃
+
圧力30N

～フリップチップボンディング技術を用いた位置合わせ～



～転写後の電流-電圧特性の評価～



金属はんだを用いた接合に成功
転写前後で特性に影響がないことを確認

総括

ステップレスLED構造を作製し、従来の構造と同等の電流-電圧特性が得られた
金属はんだを用いた接合方法を検討し、ステップレスLEDを用いた転写に成功
安定したマイクロLEDフィルム作製の基盤技術として期待できる