

課題番号 : F-12-AT-0111
 *支援課題名(日本語) : 有機トランジスタにおけるコンタクト電極構造の最適化
 *Program Title(in English) : Optimization of contact electrode structures in organic field-effect transistors
 *利用者名(日本語) : 野田 啓
 *Username(in English) : Kei Noda
 *所属名(日本語) : 京都大学大学院 工学研究科 電子工学専攻
 *Affiliation(in English) : Department of Electronics and Science, Graduate School of Engineering, Kyoto University, Japan

概要(Summary):

有機電界効果トランジスタ(OFET)におけるコンタクト抵抗低減につながる知見を得ることを目的として、異なる電極ギャップ長を有する同心円状及び矩形状のソース・ドレイン電極パターンを設計し、それを基にしたフォトマスクの作製、及びフォトリソグラフィとリフトオフプロセスによる電極付き基板の作製を実施した。

実験(Experimental):

OFET におけるコンタクト抵抗の評価手法として最も広く用いられているのが TLM (TransmissionLine Method) である。本手法では、同一基板表面内に、ギャップ長の異なる矩形状電極パターンを直線状に配列し、その電極パターン上に形成される半導体膜の電界効果トランジスタ特性の測定を行う。そのデータを基に、線形領域動作下でのソース・ドレイン間抵抗とソース・ドレイン間隔の相関をグラフ化することで、コンタクト抵抗と電界効果移動度を同時に求めることができる。この矩形状電極パターン使用時の問題点として、コンタクト電極と半導体層との間に存在するコンタクトエッジが、不用な電流パスを形成してしまい、コンタクト抵抗の測定値に大きな誤差が生じる点が挙げられる。その解決策として、矩形状ではなく同心円状の電極パターンを採用することでコンタクトエッジの効果を抑制し、より正確なコンタクト抵抗の評価ができることが 1980 年代に既に提案、実証されている。[1] しかし、無機半導体材料に対する評価結果がほとんどであり、有機半導体材料に対して適用された例は今日に至るまで全く見当たらない。

そこで本研究では、異なる電極ギャップ長 ($2\mu\text{m}\sim 160\mu\text{m}$) を有する同心円状及び矩形状のソース・ドレイン電極パターン(Fig.1 参照)を設計し、フォトマスクを作製した。その後、産総研ナノプロセッシング施設(NPF)のコンタクトマスクアライナー(MJB4)を用いて、300nm 厚の熱酸化膜を有する高濃度ドーパシリコンウェハー(3 インチ)表面に、電極パターンの転写を行った。引き続き、同じく産総研 NPF の真空蒸着装置(電子ビーム加熱型)により

Ti(膜厚 5nm)及び Au (膜厚 30 nm)の堆積を行い、リフトオフプロセスにより、Au/Ti 電極パターンを SiO₂ 表面に形成した。最後に、産総研 NPF のダイシングソーを用いて、複数の電極チップに分割した。

結果と考察(Results and Discussion):

作製した電極チップ(1.5cm 角)には Fig. 1 に示す通りの同心円状及び矩形状の金電極パターンが形成されており、電極チップの歩留まりは、ほぼ 100%であった。

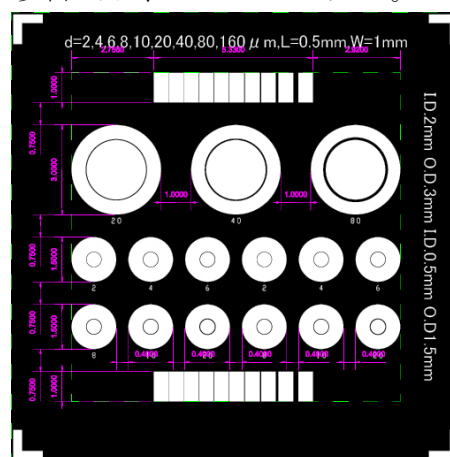


Fig. 1. Schematic drawing of circular and rectangular source-drain electrode patterns.

その他・特記事項(Others):

今後は、実際に作製した電極チップ基板上に OFET 素子を作製する。その OFET 試料におけるトランジスタ特性を詳細に評価することにより、同心円状電極パターンが OFET のコンタクト抵抗測定において有用であるかどうかを検証する。その結果を基に、コンタクト電極構造と OFET のデバイス特性との相関を明らかにすると共に、有機トランジスタにおけるコンタクト電極構造の最適化を試みる。

(参考文献)

[1] G.S.Marlow and M. B. Das, "The effects of contact size and non-zero metal resistance of specific contact resistance", Solid-State Electronics, Vol. 25, No. 2, pp.91-94, 1982.

共同研究者等(Coauthor):

栗野祐二 (慶應義塾大学 理工学部 電子工学科)