

ミニマルファブを利用したスピント型フィールドエミッタアレイの試作

Fabrication of Spindt-type Field Emitter Arrays by Minimal Lithography System

産総研¹, ミニマルファブ技術研究組合², 京大院工³

○長尾 昌善¹, 辰巳 憲之¹, 村上 勝久¹, クンプアン ソマワン^{1, 2}, 原 史朗^{1, 2}, 後藤 康仁³

AIST¹, MINIMAL², Kyoto Univ.³, °Masayoshi Nagao¹, Noriyuki Tatsumi¹, Katsuhisa Murakami¹,

Sommawan Khumpuang^{1, 2}, Shiro Hara^{1, 2}, Yasuhito Gotoh³

E-mail: my.nagao@aist.go.jp

【はじめに】廃炉作業に伴う原子炉の圧力容器内部の観察を目標に、CdTeを主とした光電変換膜とマトリクス駆動のフィールドエミッタアレイ (FEA) を組み合わせた耐放射線小型軽量撮像素子の開発をめざしている[1]。これまでに、画素サイズ $50\mu\text{m}$ を実現するためのFEAの集束電極技術[2]と 1MGy を超える耐放射線性を持つことを報告してきた[3]。FEAは半導体の微細加工技術を利用して作製するが、通常の半導体ファブでは大量生産しなければコストが見合わず、このような大量生産に向かないデバイスの実用化を阻むことになる。一方、ミニマルファブはこのような少量品種を生産するのに適しているため[4]、実用化に向けてミニマルファブで生産できるようにプロセスを開発しておくことが重要である。今回、ミニマルファブのうち主にリソグラフィーを利用してボルケーノ構造スピント型FEAを試作したので報告する。

【実験方法】FEA試作には、ミニマル規格のウエハ ($\phi=12.5\text{mm}$) を用いた。リソグラフィーや基板洗浄にはミニマル装置を用いた。ミニマル装置は装置内部がクリーン環境になっており、ウエハも密閉シャトルで搬送するためクリーンルームが必要なく、実際に通常の部屋に装置が置かれている。電極形成のための金属膜の成膜やエッチングには、クリーンルームに設置してある通常の4インチウエハ対応の装置を用いた。ウエハ上に絶縁膜を成膜した後、マトリクス駆動のためのエミッタライン電極を形成し、その上にNiエミッタを形成した。Niエミッタの形成方法は二層レジストを用いる方法で行った[5]。エミッタを形成するためには $0.5\sim 0.7\mu\text{m}$ 程度の微細な穴形状を形成する必要がある。従来はi線ステッパを用いて露光する必要があったが、本研究では、波長 405nm のLED光源を使ったミニマルマスクレス露光装置を用いた。マスクレス露光装置の最小画素サイズは名目上 $0.5\mu\text{m}$ である。Niを電子ビーム蒸着することでNiエミッタアレイを形成した。その後、ゲート電極を形成し、エッチバック法を用いて

ボルケーノ構造を作製した。

【実験結果】試作したFEAの電子顕微鏡写真をFig. 1に示す。図のNiエミッタのベース部分が最小画素サイズで露光することによって形成される寸法である。今回の試作においては $0.5\mu\text{m}$ でウエハ面内に均一にエミッタを形成することが難しく、露光量を調整して $0.7\mu\text{m}$ サイズとすることでウエハ全面にわたってサブミクロンのエミッタを形成できた。これまでi線ステッパを使って試作したものと同等のサイズのFEAが形成できることが確認できた。マスクレス露光機を使ってサブミクロンサイズのFEAを試作できることは、マスクのコストもかからず、設計変更も容易である。そのため、デバイス構造自体をパラメータとして振るようなFEAの構造最適化などに最適な手法といえる。ミニマルファブを活用することでFEA開発を加速することが可能となると考えている。

【謝辞】本研究の一部はJSPS 科研費 (課題番号 16H04631) の助成を受けて行われた。

【参考文献】

- [1] 後藤他、2014 春の応物 17p-F5-10.
- [2] 長尾他、2015 秋の応物 15p-4E-20.
- [3] 後藤他、2016 春の応物 21p-H137-15.
- [4] 原、クンプアン、応用物理学会誌 83(5), p. 380 (2014).
- [5] 長尾他、2014 春の応物 17p-F5-8.

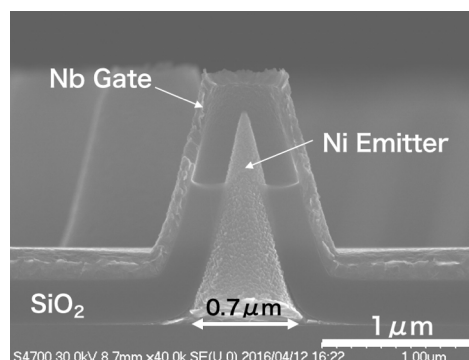


Fig. 1 Volcano-structured Spindt-type field emitter arrays fabricated using minimal lithography system.