

P-17

フラットパネルイメージングデバイス応用に向けた ナノビーム電子源の研究

[1] 組織

代表者：嶋脇 秀隆

(八戸工業大学)

対応者：三村 秀典

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

細田 誠 (静岡大学電子工学研究所)

大谷 直毅 (同志社大学)

藤田 和久 (静岡大学 (客員))

横尾 邦義 ((株) イdealスター)

新井 学 (新日本無線 (株))

松本 貴裕 (名古屋市立大学)

根尾 陽一郎 (静岡大学電子工学研究所)

三村 秀典 (静岡大学電子工学研究所)

[2] 研究経過

電子ビームを利用したイメージングデバイス・センサーは、電子ビームを利用したイメージングデバイス・センサーは、固体のものとは比べて、本質的にS/Nが高かつ高感度であり、空間分解能、広帯域性、応答性、耐環境性(高温・低温、放射線)において優れた特長を有する。さらに、電子ビームのエネルギー差を利用したエネルギー弁別機能を付加できるため、近年、注目されている。これら特長を最大限活かすためには、高安定、低エネルギー分散、かつ高輝度なビームを発生する微小電子源が不可欠である。さらに、イメージングデバイスの画素数の増加に対応するため、電子源をマルチ駆動および高速駆動する変調技術ならびにビーム制御技術の確立が急務の課題となっている。本プロジェクトでは、昨年度に引き続き、イメージングデバイスにおける電子線利用に向けて、半導体のバンド構造、光物性を反映した高性能電子ビーム源、ビーム集束機構を備えた微小電子源を開発すると共に、マルチビーム化、高速変調のためのビーム制御技術の確立を目指して研究を行った。これまでの成果を踏まえ、極微ゲート開口のボルケーノ型シリコンフィールドエミッタとGaAsソード、ボルケーノ構造多段スピント型電子源について研究を展開した。

以下、研究活動状況の概要を記す。

研究打ち合わせ・討論会

日時：2015年9月14日-16日

場所：静岡大学電子工学研究所所長室

議題

1. シリコンフィールドエミッタの光応答性の高速計測法について
2. GaAs フォトカソードの電子放射機構について
3. 多段スピント型エミッタの電極構造について

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

まず第1に、昨年度に引き続き、エッチバック法を用いて製作した極微ゲート開口を有するボルケーノ構造シリコンフィールドエミッタアレイを開発し(図1)、405nmのレーザパルス光照射(繰り返し周波数1MHz、rise time: <1ns)に対する放射電子の応答性を評価した。測定システムのケーブル、コネクタ類を高周波計測用に改修することによって放射電子の光応答性が大幅に改善され、光パルスの立ち上がり・立ち下がり時間とほぼ同等のナノ秒を有することを明らかにした(図2)。シリコンの場合、理論的には、ピコ秒オーダーの応答性を有することから、エミッタ構造、測定システムの最適化を行い、高速変調ビームの発生に取り組む。

第2に、大電流と高速動作が可能な高性能電子源の開発に向け、NEA表面を利用したGaAs フォトカソードの表面活性化過程と電子放射機構について検討した。その結果、GaAs表面からの光電子放射特性は、表面の活性化過程(酸素過剰表面、Cs過剰表面、NEA表面)によってエミッション量、光の波長に対する感度が異なることが明らかとなった(図3)。L点およびX点からと思われる電子放射も観測されており、今後、詳細なメカニズムを明らかにすると共に、高量子効率フォトカソードの実現に向けて研究展開していく。

第3に、高温・高放射線環境下などよりハードな環境下でのイメージングデバイス応用に向けて、高融点金属をエミッタ材料とする電子ビーム集束可能なボルケーノ構造多段スピント型電子源の電極構造、製作方法について検討を行い、素子の試作を行った(図4)。今後、集束特性等、明らかにしていく。

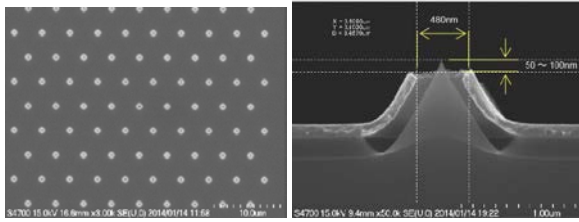


図1 ボルケーノ構造Si-FEAのSEM像

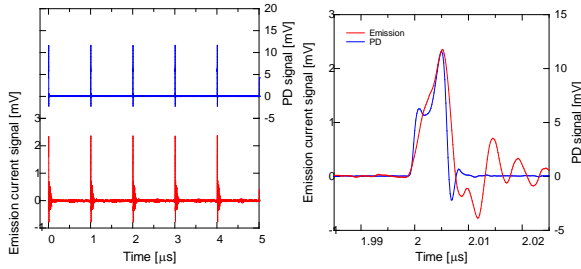


図2 波長 405 nm の光パルス照射（繰り返し周波数 1MHz、パルス幅 5ns）に対するエミッション電流の応答性

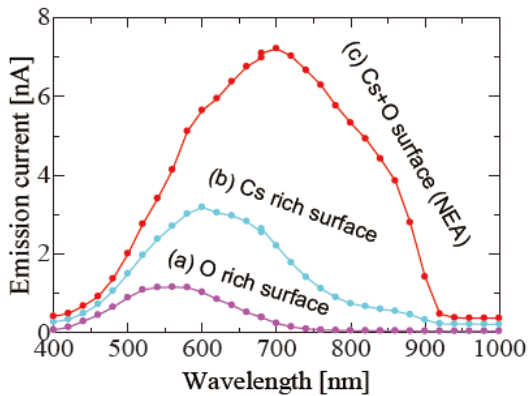


図3 GaAs 表面活性化過程における光電子放射特性

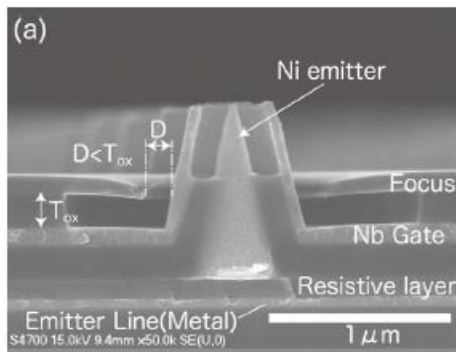


図4 ボルケーノ構造多段スピント型電子源の断面SEM像

(3-2) 波及効果と発展性など

電子ビームを利用したイメージングデバイスでは、多画素化に伴い、冷陰極アレイの高速スイッチング、ビーム集束技術の確立が求められている。本プロジェクトで取り組んでいる光スイッチング技術、ゲート電極の多段化は、必須のキーテクノロジーとして注目されている。さらに、高周波変調ビームの発生技術は、超小型マイクロ波デバイス等への応用に結びつき、今後の発展が期待されている。

[4] 成果資料

- (1) H. Shimawaki, *et al.*, ECS Transactions 69(10), pp. 179-186. (*invited*)
- (2) H. Shimawaki, *et al.*, Tech. Digest of the 9th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Sendai, Japan, 2016, I-06. (*invited*)
- (3) H. Shimawaki, *et al.*, Proc. IDW '15, Ohtsu, Japan, 2015, FED2-4.
- (4) H. Shimawaki, *et al.*, Meeting Abstracts of the 228th Electrochemical Society Meeting, Phoenix, AZ, 1095. (*invited*)
- (5) H. Shimawaki, *et al.*, Tech. Digest of IVNC2015, Guangzhou, China, 2015, pp. 200-201.
- (6) K.Mitsuno, *et al.*, Tech. Digest of IVNC2015, Guangzhou, China, 2015, pp. 160-161.
- (7) 嶋脇秀隆, 他, 信学技報, Vol. 115, No. 264, ED2015-66, 2015.
- (8) 増澤智昭, 他, 信学技報, Vol. 115, No. 264, ED2015-65, 2015.
- (9) 嶋脇秀隆, 他, 第63回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 21p-H137-20, 2015.

出張報告

氏名：嶋脇 秀隆

所属：八戸工業大学

期間：平成25年9月14～16日

用務先：電子工学研究所

用務内容：共同研究プロジェクト研究会

主たる対応者：三村 秀典