

課題番号 P-2

新規イメージングデバイスのための ナノビームテクノロジーに関する研究

[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 (大阪市立大学)

大谷直毅 (同志社大学工学部)

藤田和久 (名古屋工業大学)

堂本千秋 (京セラ、静岡大学客員教授)

横尾邦義 (イデアルスター)

新井 学 (新日本無線)

中村智宣 (鬼塚硝子)

久米 博 (国立環境研究所、
静岡大学客員教授)

松本貴裕 (スタンレー、
静岡大学客員教授)

安達 洋 (静岡大学客員教授)

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

微小電子源を活用した超広帯域、高精細、高S/Nかつ高速なイメージングデバイスおよび表示素子等真空ナノエレクトロニクスデバイスを実現にあたり、高安定、低エネルギー分散、かつ、高輝度な高品質ビームを発生する微小冷陰極の形成技術ならびにビーム制御技術の確立が不可欠である。半導体を母材とした電子源は、半導体のバンドエンジニアリングの適用や光物性の利用により、これまでになく高機能化が期待される。本研究では、半導体バンドエンジニアリングによる半導体の機能性、光物性を反映した高品質電子ビーム源を開発すると共に、イメージングデバイスを含めた真空ナノエレクトロニクスデバイス応用、低コストビーム露光技術などに向けたビーム制御技術の基盤を確立することを目的としている。

特に光を利用することで、これまで駆動速度を律速する要因とされてきたエミッターゲート間の容量問題を回避できることから、本年度は、主として、

微小電子源における光機能性の活用について検討した。具体的には、パルスレーザ堆積法 (PLD) を用いて製作した微結晶シリコンからなる MOS 型カソードの光応答性の評価と、光利用効率を高めるための表面プラズモン共鳴を利用した新たな電子源について検討した。また、共同研究プロジェクト研究会として、ビーム活用技術についての研究打ち合わせ、および、共同研究の進展状況等についての研究報告会を開催した。

以下に、研究会の概要を示す。

研究打ち合わせ

日時：2012年2月3日 (金)

場所：静岡大学電子工学研究所所長室

共同研究プロジェクト研究会

「イメージングデバイスの高性能化に向けた基礎技術」

日時：2012年2月3日 (金)

場所：静岡大学電子工学研究所所長室

プログラム

1. Opening address (三村秀典)
2. 2011年度の研究の進展 (細田誠)
3. グラフェンの物性と薄膜作製 (藤田和久)
4. nc-Si MOS 冷陰極からの光パルス支援によるバンチビーム発生の検討 (嶋脇秀隆)
5. Multi-gated field emitter for a micro-coloum (三村秀典)
6. Closing (三村秀典)

[3] 成果

(3-1) 研究成果

昨年度に引き続き、PLD 法を用いて製作した微結晶シリコンからなる MOS 型カソードの開発を行い、電子放射の光応答性の評価を行った。また、光利用効率を高めるため、プラズモン共鳴を利用した新たな電子源について検討した。

成果は以下のとおり。

1. nc-Si MOS 冷陰極の光応答性

He-Ne レーザ (633nm) 光をメカニカルチョッパによりパルス整形して素子表面側から斜め照射

(照射角 45°) し、光応答性を評価した (図1)。その結果、光パルス周期に応じたパルス状の電子放射が得られることを確認した (図2)。しかしながら、光パルスに対するエMISSIONの立ち上がり、立ち下がり時間は、いずれも $800\mu\text{s}$ 程度と著しく遅い応答を示した。終端抵抗に起因する測定系の RC 時定数で律速されていることから、今後、時定数の低減を図る。

2. 表面プラズモン共鳴エミッタ

325/266nm He-Cd レーザを光源として、直角プリズム上にP偏光入射に対する表面プラズモン共鳴 (SPR) 条件となる厚さのアルミニウム薄膜を形成し、原理検証実験を行った (図3)。その結果、共鳴条件となる入射角において放射電流が極大となり (図4)、また、放射電流と入射光強度には線形性があることから、SPR と表面電界増強効果に起因した電子放射であることが確認された。

(3-2) 波及効果と発展性など

本共同研究をさらに進めNEDO等への補助金の申請を予定している。

[4] 成果資料

(1) H. Shimawaki, Y. Neo, H. Mimura, F. Wakaya, and M. Takai, "Electron emission from nanocrystalline silicon based MOS cathode under laser irradiation", Tech. Digest of the 24th Int. Vacuum Nanoelectronics Conf., Wuppertal, Germany, July, 2011, pp. 220-221.

(2) C. H. Chen, Y. Neo, T. Aoki, H. Mimura, T. Matsumoto, "Novel photo-cathode using surface Plasmon resonance", Tech. Digest of the 24th Int. Vacuum Nanoelectronics Conf., Wuppertal, Germany, July, 2011, pp. 198-199.

(3) 嶋脇秀隆, 山崎勇人, 根尾陽一郎, 三村秀典, 若家富士男, 高井幹夫, "nc-Si MOS 冷陰極からレーザー支援による電子放射", 信学技報, Vol.111, No. 248, pp. 33-36, 八戸 (2011. 10)

(4) 根尾陽一, 松本貴裕, 陳 崇瀚, 青木 徹, 三村秀典, "表面プラズモン共鳴による光励起カソードに関する研究", 信学技報, Vol.111, No. 248, pp. 37-40, 八戸 (2011. 10)

(5) 嶋脇秀隆, 根尾陽一郎, 三村秀典, 若家富士男, 高井幹夫, "nc-Si MOS 冷陰極の光照射特性 (III)", 第 59 回応用物理学関係連合講演会予稿集, 07-117, 早稲田 (2012. 3)

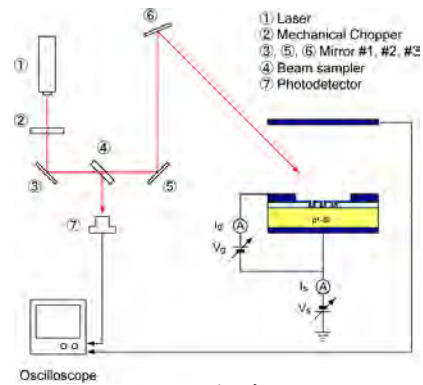


図1 測定系

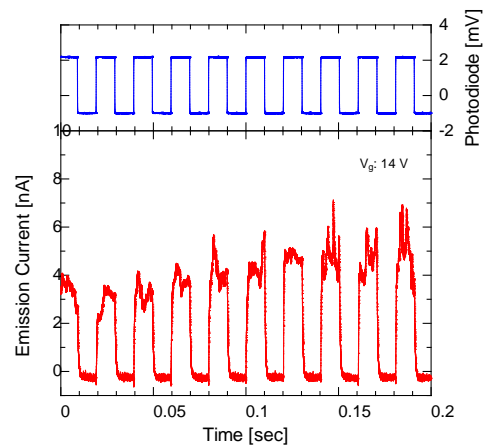


図2 光パルス応答性

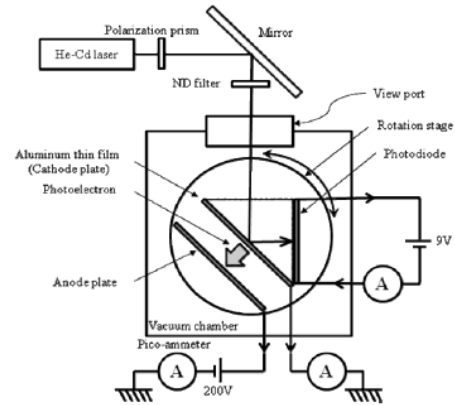


図3 実験系

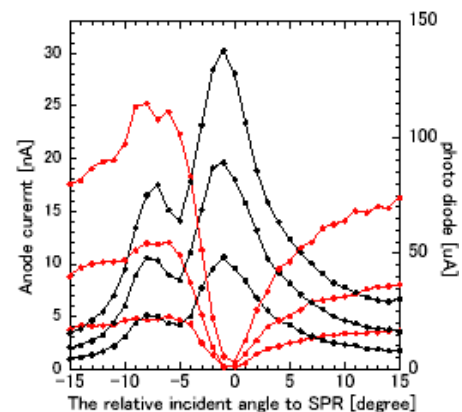


図4 放射電流の入射角度依存性

出張報告

氏名：嶋脇 秀隆
所属：八戸工業大学
期間：平成24年2月3～4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

氏名：藤田 和久
所属：名古屋工業大学
期間：平成24年2月3～4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

氏名：細田 誠
所属：大阪市立大学
期間：平成24年2月3～4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