



Title	電子ビーム誘起堆積法による微小電子源の開発研究
Author(s)	村上, 勝久
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/47337
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	むら かつ ひさ 村 上 勝 久
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 1 2 6 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 19 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学 位 論 文 名	電子ビーム誘起堆積法による微小電子源の開発研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高 井 幹 夫 (副査) 教 授 岡 本 博 明 教 授 糸 崎 秀 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では電子ビーム誘起堆積法を用いた微小電子源の試作プロセスの開発と、その作製プロセスを用いて作製したナノメートルサイズで隣接した電子放出サイトを持ったナノ間隙冷陰極からの電子波の干渉の可能性について述べている。

本論文では微小電子源の試作プロセスとして、電子ビーム誘起堆積法による微小電子源の作製を提案した。また、実際に微小電子源として動作することを実証し、電界電子放出特性の評価を行った。電子ビーム誘起堆積法を用いて作製した微小電子源では電子ビーム誘起堆積ゲート絶縁膜の特性やプリカーサーガスによる汚染のためにゲート・カソード間に流れるリーク電流が大きく、アノードへの電子の取り出し効率が悪いことがわかった。これらの問題を解決するためにゲート絶縁膜に信頼性の高い熱酸化膜を用いた電子ビームおよび集束イオンビームによる微小電子源の試作プロセスを提案し、作製した微小電子源の特性評価を行った。その結果、問題となっていたゲート・カソード間のリーク電流の発生原因を明らかにし、その抑制手法を開発した。これにより、電子ビーム誘起堆積法が微小電子源の試作手法に有効であることを明らかにした。

確立した微小電子源作製プロセスを用いて、ゲート付電子波干渉冷陰極を作製し、電界電子放出特性と電子放出パターンを評価した。最小 12 nm ギャップを有するナノ間隙冷陰極の試作に成功し、隣接 2 先端に起因すると思われる 2 点の輝度の高いスポットを観測することができた。しかし、ゲート電極構造やボンディングワイヤーによる電界によって、電子放出パターンが歪むことを明らかにした。

電子放出パターンを拡大して観察することが可能である電界放射顕微鏡を用いて電子ビーム誘起堆積 Pt 冷陰極の評価をおこなった。その結果、電子ビーム誘起堆積法によってナノメートル間隔の隣接電子放出サイトが作製可能であることを示した。更に、これらのサイトから放出した電子波の干渉縞を観測した。得られた干渉縞はフラウンホーファ回折モデルから得られた干渉パターンと良い一致を示すことを明らかにした。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

電界電子放出による電子源は、電子顕微鏡や電子ビーム露光装置の電子源として用いられているが、この電子源を

半導体の微細加工技術により作製し、これを基盤素子として用いる真空ナノエレクトロニクスが注目を集めている。

本論文は、真空ナノエレクトロニクスの基盤素子である電界放出電子源をビーム誘起マスクレスプロセスを用いて微小電子源として設計製作する技術を開発し、放出電子のコヒーレンシーを応用する素子の基礎となる放出電子波の干渉効果を実証したものである。

真空ナノエレクトロニクスのための電子源は、これまでマスクを用いた微細加工プロセスで作製されているが、電子源の微細な構造の設計製作が困難である。本論文では、有機金属ガス中で集束した電子ビームに誘起される局所的な化学反応による堆積法を用いて、微小電子源構造を試作し、試作プロセスの最適化と電子源動作の確認により、この技術の確立と微小電子源試作法としての優位性を実証している。特に、電子源として問題となるゲート・カソード間リーク電流の発生要因を明らかにし、リーク電流を低減するプロセスを新たに開発している。

さらに、この手法を用いて、ゲート構造付きナノ間隙冷陰極を試作し、12 nm までの隣接2先端より放出される電子の放出パターンの観測と電子源構造に起因する放出パターンの歪みを明らかにしている。また、電子ビーム堆積ナノ陰極先端の熱処理によるナノ間隙化の可能性を明らかにし、これらの放出サイトより放射した電子波が干渉を示すことを実証した。得られた干渉縞はフラウンホーファ回折モデルから得られた干渉縞と良い一致を認め、これを明らかにした。

以上のように、本論文は微小電子源のナノ間隙冷陰極を設計製作し、放出される電子波が干渉することを初めて実証するもので、電子波の可干渉を用いた次世代の真空ナノエレクトロニクスの発展に大きく寄与するため、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。