

氏名	がも　　う　　ひで　　のり 蒲　　生　　秀　　典
学位(専攻分野)	博　　士　(工　　学)
学位記番号	論工博第3740号
学位授与の日付	平成15年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Study on Preparation and Characterization of Thin-Film Materials for Micro-Array Emitters (マイクロアレイエミッタ材料薄膜の作製と評価に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 小久見善八　教授 松波弘之　教授 垣内　　隆

### 論 文 内 容 の 要 旨

化学反応を利用した薄膜合成技術及び微細加工技術を用いて作製されるマイクロアレイエミッタが、次世代のフラットパネルディスプレイデバイスとして注目されている。しかしながら、その実用化においては、電子放出特性の高性能化、高安定化、あるいはアレイの面積化、低コスト化が課題となっている。

本論文は、エミッタの高性能化を実現する上で優位性のある薄膜材料として、非晶質シリコン薄膜、金属薄膜、ならびに、ダイヤモンド薄膜を取り上げ、その合成と構造、物性解析及び制御に関わる評価技術の確立、さらには作製プロセス、特性評価を含む素子開発についてまとめたものであって、6章からなっている。

第1章では、電子放出特性の制御とディスプレイへの応用を目指して、面積化、低コスト化に有利なガラス基板上へ半導体特性を有する非晶質シリコン薄膜を低温合成すると共にその薄膜の評価技術の開発について示している。ここでは、プラズマ化学気相成長法による合成条件と膜物性の関係について議論している。さらに、合成した非晶質シリコン薄膜を用いたマイクロアレイエミッタの作製とその特性の評価について示している。このエミッタ作製においては、反応性イオンエッチング条件とエミッタ微細形状の関係を詳細に検討し、エッチングの終点検出による形状再現性の向上について示している。

第2章では、エミッタの高性能化とプロセス簡略化の実現のために、シリコンの化学エッチング異方特性を利用し、金属薄膜をエミッタ材料に用いた縦ディスク型という新規エミッタ構造を考案し、実際にマイクロアレイエミッタを作製し、良好なエミッタ特性が得られることを示している。ここでは、特にエミッタの作製の要素技術となる、シリコン材料における、アルカリ水溶液中での異方性化学エッチング特性、および、フッ素系ガスを用いる反応性イオンエッチングにおける選択的エッチング特性について詳細に示している。また、エミッタとゲート電極、ならびに、酸化シリコン薄膜からなる層間絶縁膜について、反応性蒸着法による作製条件と薄膜構造・組成及び電気物性等との関係を詳細に検討している。

第3章では、非晶質シリコンエミッタにおいて、エミッタ特性を左右するエミッタ材料薄膜の表面電位を走査型マクスウェル応力顕微鏡を用いて実測するとともに、その表面電位と単色 X 線光電子分光法により解析した表面化学吸着構造との関係を明らかにしている。

第4章では、負の電子親和力を示すことで注目されているダイヤモンド薄膜水素化表面において、ダイヤモンド薄膜表面の合成を行うとともに、その薄膜表面の化学吸着構造と表面電位との間に強い相関があることを明らかにしている。即ち、表面が水素終端構造である場合には負の電子親和力を持って表面電位は非常に高いが、表面の酸化が進行して酸素終端構造となると徐々に表面電位が低下することを示している。その結果、表面化学吸着構造制御による電子放出特性制御の可能性を示している。

第5章では、ここで合成条件を確立した非晶質シリコン半導体薄膜を用いて、ガラス基板上に電流制御用薄膜トランジスタを設計し作製するとともに、これと非晶質シリコンマイクロアレイエミッタとを集積することにより、エミッション電流の高安定化と低電圧動作化を実証している。

第6章では、ガラス基板上に作製した非晶質シリコンマイクロアレイエミッタを備えた真空封止パネルを設計・作製し、

パネル内でのエミッタの動作特性を評価している。その結果、薄膜トランジスタを一体化搭載した非晶質シリコンマイクロアレイエミッタが真空封止パネル内でも高安定電流特性を示すことを実証し、非晶質シリコン薄膜がエミッタ材料として有望であることを示している。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、次世代ディスプレイデバイスとして有望なマイクロアレイエミッタの高性能化を実現するために、それぞれ特徴を有する薄膜材料について、その合成と構造、物性解析及び制御に関わる評価技術の確立、さらには作製プロセス、特性評価を含む素子開発についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 大面積化、低コスト化に有利なガラス基板上に、プラズマ化学気相成長法を用い、その合成条件を制御することにより、350°C以下の低温で半導体特性を示す非晶質シリコン薄膜を合成するとともに、それを用いるマイクロアレイエミッタの作製プロセスを確立し、さらにエミッタ動作を確認している。
2. シリコンの化学エッチング異方特性を利用することによって、高性能化とプロセスの簡略化を実現する事ができる、金属薄膜をエミッタ材料に用いた縦ディスク型という新しい構造のエミッタを考案し、その作製プロセスを確立している。実際にエミッタを作製してエミッタ特性を評価している。
3. 非晶質シリコン薄膜に対して、電子放出特性に直接関わる物性である表面電位を実測し、電子分光法により解析した表面化学吸着構造との関係を明らかにしている。
4. ダイヤモンド薄膜表面に対して、水素終端構造とその酸化過程における表面の化学吸着構造が表面電位に及ぼす影響を明らかにし、表面化学吸着構造制御による電子放出特性の制御の可能性を示している。
5. ガラス基板上に非晶質シリコン半導体薄膜を用いた電流制御用トランジスタを作製し、これとマイクロアレイエミッタを一体化集積搭載したエミッタを作製し、エミッション特性の高安定化を初めて実証している。
6. エミッタの実用特性評価を目指して、ガラス基板を用いる真空封止パネルを独自に設計し作製している。さらに、真空封止パネルに封入した非晶質シリコンマイクロアレイエミッタの動作特性を評価した。その結果、薄膜トランジスタを搭載したエミッタにおいて、パネル内でも高安定の電流特性を示すことを実証し、非晶質シリコン薄膜がエミッタ材料として有望であることを示している。

以上、本論文はマイクロアレイエミッタの実用化に向けて各種材料の検討を行うとともに、非晶質シリコンがエミッタの有望な材料であることを実証しており、マイクロアレイエミッタを用いる表示デバイスの実用化に向けて学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年2月4日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。