

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	林 将 平																
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当																		
論 文 題 目 Crystallization of Amorphous Silicon Films by Atmospheric Pressure Micro-Thermal-Plasma-Jet Irradiation and Its Application to Thin-Film Transistors (大気圧マイクロ熱プラズマジェット照射によるアモルファスシリコン膜の結晶化及び薄膜トランジスタへの応用)																			
論文審査担当者 <table border="0"><tr><td>主 査</td><td>教 授</td><td>東 清一郎</td><td>印</td></tr><tr><td>審査委員</td><td>教 授</td><td>吉 川 公 麿</td><td>印</td></tr><tr><td>審査委員</td><td>教 授</td><td>横 山 新</td><td>印</td></tr><tr><td>審査委員</td><td>准 教 授</td><td>黒 木 伸一郎</td><td>印</td></tr></table>				主 査	教 授	東 清一郎	印	審査委員	教 授	吉 川 公 麿	印	審査委員	教 授	横 山 新	印	審査委員	准 教 授	黒 木 伸一郎	印
主 査	教 授	東 清一郎	印																
審査委員	教 授	吉 川 公 麿	印																
審査委員	教 授	横 山 新	印																
審査委員	准 教 授	黒 木 伸一郎	印																
〔論文審査の要旨〕 <p>本論文は非晶質基板上に高結晶性シリコン(Si)膜を形成する新たな熱処理技術の開発と、この技術を用いた高性能薄膜トランジスタ(TFT)作製に関して行われた研究成果をまとめた論文である。</p> <p>フラットパネルディスプレイ(FPD)の画素駆動素子として用いられている結晶 Si TFT 作製において、最重要プロセスであるアモルファス Si(a-Si)膜の結晶化では現在エキシマレーザアニーリング(ELA)が用いられている。ELA は、装置、ランニングコストが高価であることに加え、微結晶形成に伴う結晶粒界による TFT 特性の低下、ばらつきが課題である。そのため低コスト、高スループットな結晶 Si 膜作製技術が求められている。本論文で提案された大気圧マイクロ熱プラズマジェット(μ-TPJ)を用いた急速熱処理技術は、簡単な構造により高温熱流を得ることが出来るため、上記課題を解決する新しい技術として期待できる。</p> <p>申請者は、高密度化したμ-TPJ 照射により a-Si を溶融し、溶融領域を掃引することで横方向へ大きな結晶成長誘起を試みた。ここで、新たな実時間観察手法を用いて結晶化メカニズムを詳細に調査した。また、結晶化した Si 膜をチャンネルに用いた TFT を作製することで結晶構造とデバイス特性の関係を明らかにし、高性能デバイス作製を試みた。本論文はこれらの研究成果を基にまとめられており、各章の内容は以下の通りである。</p> <p>第1章では、本研究の背景として FPD 及び TFT、a-Si 膜の結晶化技術についての現状及び課題について記載している。</p> <p>第2章では、これまで量子半導体工学研究室において開発された TPJ を用いた研</p>																			

究成果について説明している。

第3～6章において研究成果について記載している。

第3章では、TPJを高密度化した μ -TPJを形成し、a-Si膜の結晶化及び結晶化したSi膜を用いたTFTの特性について説明している。TPJ噴出孔径の縮小及び電極間距離拡大により高パワー密度化した μ -TPJをa-Si膜に照射することで、横方向への長距離結晶成長(高速横方向結晶化, HSLC)の誘起に成功している。また、HSLCにより作製したSi膜をTFT作製プロセスに応用することで高性能TFT作製を実証している。

第4章では、高速度カメラを用いた新しい実時間直接観察手法を確立し、結晶化メカニズムについて調査した結果について説明している。この新たな実時間観察手法を用いることで、 μ -TPJ照射によりa-Si膜は固相結晶化(SPC)、Leading wave crystallization (LWC)、HSLCの3種類の結晶成長様式により結晶化されることを明らかにしている。新たに発見されたLWCの結晶成長メカニズムは、提案された成長モデルに基づく数値計算が実験結果をよく再現することにより解明された。

第5章では、 μ -TPJ照射により誘起される3種類の結晶成長様式により作製したSi膜の結晶構造及びTFT作製による電気特性評価を行った結果を説明している。LWC及びHSLCは単結晶Siと同等の高い結晶性を示し、長距離結晶成長の誘起により単結晶チャンネルの形成に成功している。チャンネル領域へ不純物導入することで、デバイス特性から各結晶化Si膜の結晶欠陥について詳細に調査しており、HSLCが最も低欠陥密度であることを明らかにしている。

第6章では、第4、5章で得られた結果を基に結晶成長制御手法が提案された。細線状にパターンニングしたa-Si膜へ μ -TPJ照射し結晶成長方向を制御することで、電氣的に活性な粒界形成は顕著に抑制され、高性能TFTの作製が実現された。

上記の通り、申請者は μ -TPJを用いたa-Si膜の結晶化技術を確立し、デバイスに応用することで本技術の有効性を実証している。また、高速度カメラを用いた新たな実時間直接観察手法を確立し、結晶化メカニズムを解明した。この成果は、マイクロ秒からミリ秒時間領域における結晶成長において非常に重要な知見であると言える。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士(工学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。