

Title	低温プロセスポリ SiTFT の開発とその液晶表示素子への応用に関する研究
Author(s)	結城, 正記
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39453
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	ゆう 結 城 まさ のり 正 記
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 2 2 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 1 月 3 0 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	低 温 プ ロ セ ス ポ リ SiTFT の 開 発 と そ の 液 晶 表 示 素 子 へ の 応 用 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 浜 川 圭 弘 (副査) 教 授 小 林 猛 教 授 奥 山 雅 則 助 教 授 岡 本 博 明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、低温プロセスによるポリ SiTFT (Thin Film Transistor) の開発と、この TFT 特性を活かした液晶表示素子 TFT-LCD (Liquid Crystal Display) への応用に関する研究をまとめたものである。論文は、6章および謝辞から成っており、以下に各章の内容を述べる。

第1章では、序論として本研究の位置付けを行う。

はじめに本研究の背景として、情報化社会におけるフラットパネルディスプレイとりわけ薄型・軽量・低消費電力の特長を有する液晶表示素子の重要性を述べ、特に TFT 液晶表示素子の可能性と応用範囲・ニーズの大きさおよび将来性を示す。同時にこれら TFT 液晶表示素子にとり、そのプロセス温度が大型ガラス基板（無アルカリ組成）に展開できる低温プロセスであることを実用上極めて重要であることを述べる。しかし表示素子として高特性化・高機能化を求められており、TFT 特性で大きくアモルファス SiTFT を凌ぐポリ SiTFT が必要とされ、かつ 450℃ の低温プロセスが重要な要件であることを示し、本論文の占める位置とその意義を明確にする。

第2章では、新しく開発した低温ポリ SiTFT の作製法について述べる。

最初にこの低温プロセス技術の核をなすレーザーアニールによるアモルファス Si の低温結晶化技術について述べる。この低温結晶化は、連続発振アルゴンイオンレーザービームスポットの高速走査照射により、アモルファス Si が熔融状態を経ることなくほぼ固相のまま低温で多結晶化するプロセスであり、この重要性について詳説する。得られたポリ Si の膜質、このポリ Si 膜に基づいて逆スタガ型およびコプラナ型 TFT を作成するプロセスと得られた TFT 特性を示す。さらにこのプロセスにより、240 × 360 個の画素を有する画面对角 3.5 インチフルカラー液晶表示素子を作成して得られた表示特性を示し、アモルファス SiTFT と同様の低温プロセスとして通常の無アルカリガラス基板上で TFT を形成して TFT-LCD 画像表示を実現し得ることを示す。

第3章では、低温プロセスポリ SiTFT のセルフアライン化と得られた高特性化の結果について述べる。

最初に液晶表示素子の高表示特性化・高機能化にとり、TFT のセルフアライン化が非常に有益であることを示し、セルフアライン化にとってキープロセスであるイオン注入法の重要性と課題を述べる。次に、新しく開発したバケット型

イオン源を用いた非質量分離大口径イオンフラックスドープ装置とこの装置によるn型ドープ技術の詳細と、これにより作製したセルフアラインTFTの結果を示す。さらに、このセルフアラインポリSiTFTをアクティブ素子とする画面対角3.4インチフルカラー液晶表示素子を作成して得られた表示特性から、TFTセルフアライン化がもたらす高表示品位化での効果を明らかにする。

第4章では低温プロセスポリSiTFTのCMOS化と高性能化について述べる。

はじめに、TFT液晶表示素子に於いて周辺駆動回路集積化で期待される利点と重要性、および駆動回路の概要について述べ、周辺駆動回路集積化に与えるTFTのCMOS化の意義について述べる。第3章に述べたイオンフラックスドープングにおいて、新たにP型ドープ技術について詳しく示す。また、450℃よりもさらにプロセス低温化を検討し、350℃以下プロセスを実現した結果について述べる。

これらのプロセス条件検討には、ポリSi中のESRスピン密度、ポリSi/絶縁膜のMIS界面準位等の評価を適用したが、これらの評価結果と考察を示す。さらに、出発膜となるアモルファス膜として、シランガスSiH₄からなるプラズマCVD (PECVD) アモルファスSi膜だけでなく、ジシランガスSi₂H₆を用いた大口径減圧CVD (LPCVD) アモルファスSi膜を適用評価し、TFT特性の高性能化に有効な結果を得たことを示す。これらの検討結果からCMOSポリSiTFTの特性結果を整理し、液晶表示素子の周辺駆動回路集積化に向けた可能性を示す。

第5章では、ポリSiTFTを用いたLCPCによる新方式高輝度ビデオプロジェクタのシステム構成と結果を示す。

はじめに、情報化の進展の中で大画面投射表示へのニーズの高まりと、軽量小型・設置簡便性を期待される液晶プロジェクタの重要性について述べる。現状の液晶プロジェクタは、偏光板を用いるTN (Twisted Nematic) 液晶モードに拠る為、偏光板の低透過率とそれに伴う発熱の制約から大画面投射表示での画面輝度向上が大きく制限される事を述べる。次に、TNモードに替わる、散乱型液晶であるLCPCの特性と課題を整理し、この課題解決の為にLCPCの材料の微細構造改良と低駆動電圧化と、高駆動能力・低光感度特性を有するポリSiTFTとの組み合わせで、新規なTFT-LCPC光散乱型ライトバルブとして作成し、フルカラービデオプロジェクションを実現した、ライトバルブ、プロジェクタシステムの諸元と特性を示す。特に高輝度化の結果として、TN方式TFT液晶ビデオプロジェクタに比較して、光源からの出射光量に対する光利用効率が約4倍高く、ゲイン5の対角50インチスクリーン上で540ft-Lの高輝度を実現した結果を示す。

第6章結論

TFT-LCDの高特性化・高性能化および応用範囲の拡大において最も重要な一つであるTFTの高特性化と高機能化を、450℃以下の低温プロセスで実現したポリSiTFT技術と、それを応用したTFT-LCDおよび新方式高輝度プロジェクタの作製と結果に関し、第2章から第5章までの研究結果を総括する。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご鞭撻ならびにご協力ご援助を賜った方々への謝意を表し、本論文の稿を結ぶ。

論文審査の結果の要旨

近年、情報化社会の進歩に伴って、マンマシンインターフェースの出力装置として、画像表示デバイスの高性能化への技術の要請は、日を追って増している。なかでも、液晶表示素子は、低消費電力で平板型であることから、その需要は爆発的ともいえる潜在需要が見込まれている。液晶表示素の絵素の制御には、アモルファスシリコン(a-Si)が大型ガラス基板に均質に薄膜化できることから、アモルファスシリコン薄膜トランジスタ(a-SiTFT)が用いられている。本研究は、大面積均質薄膜化というa-Siの特長を生かして、a-Si堆積後、特別の処理により、これを多結晶(ポリSi)することに成功し、TFTの性能を著しく改善するとともに、液晶材料とその光学系にも幾つかの新技术を用いて、フルカラーディスプレイとしての性能改善を目指した一連の研究をまとめたものである。

本文では、まず第一章として、この分野の技術課題と本論文の占める位置とその意義を明らかにし、次いで、第二章と

して、a-Si のプラズマCVD堆積とアルゴンイオンレーザーによる高速スポット照射による低温多結晶化プロセスについての技術データを明らかにするとともに、その膜質改善をめぐる物性的考察を行っている。第三章では、低温プロセスポリ SiTFT のセルフアライン化と、素子の高性能化技術について述べている。まず、TFT のセルフアライン化の重要について技術的検討を行い、新しく開発したバケット型イオン源を用いた独特のイオン注入法によって、ソースならびにドレインの n 形のドーピング技術の詳細な技術データを検討し、セルフアラインポリ SiTFT のアクティブマトリックスを用いたフルカラー液晶表示素子を試作するとともに、従来製品と比べて格段と高品化が可能であることを実証している。第四章では、ポリ SiTFT の CMOS 化とその高性能化について述べている。最初に CMOS 化の意義について述べ、これを行うため、新たに p 型ドーピング技術について一連の技術データを示し、ポリ Si 中の ESR スピン密度ならびに MIS 界面準位などの物性的評価を行っている。こうした一連の基礎データに基づき、CMOS ポリ SiTFT の試作に成功し、合わせて周辺駆動回路の集積化技術についても基礎研究を行い実用化技術を確立した。第五章では、これまで開発した CMOS ポリ SiTFT を用いた新方式高輝度ビデオプロジェクターの開発について述べている。まず、情報化社会の進歩により大型画面プロジェクト表示の替在需要の高まりと、これの小型軽量化へのニーズについて論じ、これを実現するために現在利用されている TN (Twisted Nematic) 液晶モードの欠点について述べ、この課題解決を目指して新たに TFT 一光散乱型ライトバルブ方式を開発し、従来の TN モード液晶表示と比較して、投射画面の明るさが約 4 倍に相当する高輝度フルカラービデオプロジェクターの試作に成功した。

以上の研究成果は、液晶表示用 TFT の性能改善とそのディスプレイデバイスの学術の進歩に先駆的な貢献をしたものであり、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。