

平成 22 年 6 月 18 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20860086
 研究課題名（和文） 三次元基板を用いた低温ポリシリコン TFT フラッシュメモリの研究
 研究課題名（英文） Investigation of low temperature poly-Si TFT flash memory using 3-dimentional substrate
 研究代表者
 市川 和典（ICHIKAWA KAZUNORI）
 神戸市立工業高等専門学校・電気工学科・講師
 研究者番号：90509936

研究成果の概要（和文）：我々は a-Si/SiO₂/a-Si の積層構造の基板に 532nm のグリーンレーザーを照射することで、上層および下層の a-Si を同時に結晶化し、上層をフローティングゲート、下層をチャネル層とした低温 poly-Si TFT (LTPS-TFT) フラッシュメモリを作製およびメモリ特性の評価を行った。その結果、チャネル層の Si の結晶性の向上により、ON 電流の向上がみられるなど TFT の特性が向上した。また結晶時における融解熱により酸化膜が熱処理されることで、メモリ特性にも大幅な特性向上がみられた。

研究成果の概要（英文）：a-Si and SiO₂ were fabricated with the special plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) equipment with side-wall type electrode. Both of the a-Si layers in 3-dimensional substrate were crystallized by irradiation of a green laser (wavelength 532nm) at same time. As a result, retention time and on current were markedly improved from the transient behavior of the transfer curve. These observations suggested that not only crystalline but quality of tunneling oxide were also improved.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,330,000	399,000	1,729,000
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,530,000	759,000	3,289,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電子デバイス・電子機器

キーワード：低温 poly-Si TFT, フラッシュメモリ, システムオンパネル、レーザー結晶化

1. 研究開始当初の背景

(1) LTPS-TFT は、高い移動度を実現でき、CMOS 回路が形成できることから、画素のスイッチングだけでなく、メモリや演算回路を同一基板上に形成したシステムオンパネル

(SOP) の実現を期待させる有望な技術である。この SOP の実現には、低消費電力で集積化が可能なメモリ機能をもつフラッシュメモリの研究は必要不可欠である。

- (2) 現在実用化されているフラッシュメモリは、熱酸化膜上に薄膜の Si を堆積させ、フローティングゲートとしたものである。このフローティングゲートに電子が注入放出されることで記録消去が認識されるため、注入放出を確実にを行うためには、トラップの少ない結晶性の高いものが望まれる。

2. 研究の目的

- (1) 現在、a-Si 薄膜を三次元化した基板にグリーンレーザーを照射すると、Si 薄膜を透過し、透過光により 2 層とも同時に結晶化する。この手法を LTPS-TFT フラッシュメモリに応用することで、結晶化プロセスの簡略化と、トランジスタ特性およびメモリ特性の向上を目的とした。
- (2) 本校での実験装置の操作法を習得することも目的とした。

3. 研究の方法

- ① 熱酸化膜を $1\mu\text{m}$ 形成した Si (100) 基板上に熱酸化膜層上にプラズマ CVD を用いて a-Si を 50nm、 SiO_2 を 5nm、a-Si を 20nm を大気曝露せずに連続で堆積した。
- ② 532nm のグリーンレーザーを照射し、上層および下層の a-Si の同時結晶化を行った。
- ③ コントロール酸化膜として TEOS- SiO_2 を 20nm 堆積させ、リソグラフィ後、ドライエッチングでアイランドを形成した。
- ④ チャネル領域をパターニング後、リンをドーパし、活性化を 600°C で 3h 行い、ソースおよびドレインを形成した。
- ⑤ コンタクトホールをウェットエッチングで開口後、電極形成し、フォーミングガス中 ($\text{H}_2:15\%$) 400°C で 30min 行い TFT フラッシュメモリを作製した。
- ⑥ 入力特性からトランジスタ特性を、電子の保持時間 (リテンションタイム) 測定からはメモリ特性の評価を行った。

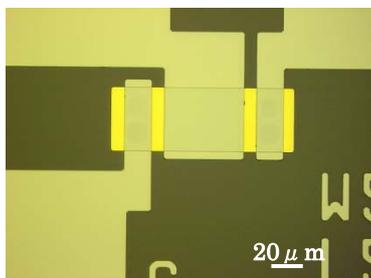


図 1. 実際に作製した TFT メモリ

4. 研究成果

(1) TFT のトランジスタ特性評価

- ① レーザー照射を行った場合には ON 電流の増加がみられた。
- ② しきい値の向上および固定電荷の減少がみられた。レーザーにより結晶性が向上していることが分かる。

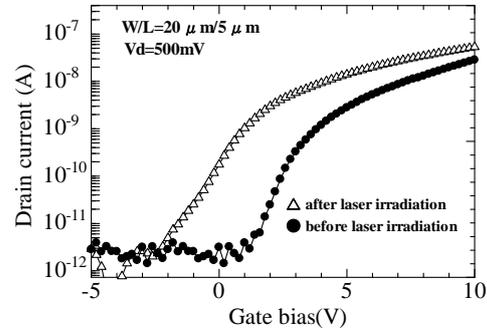


図 2. レーザー照射前後の入力特性の比較

(2) TFT メモリの電気特性評価

- ① a-Si TFT メモリについては、しきい値電圧のシフトが正バイアス側に約 0.2V のわずかなシフトがみられたが、LTPS TFT メモリでは約 1V のシフトがみられた。
- ② 書き込み速度が向上したことがわかる。

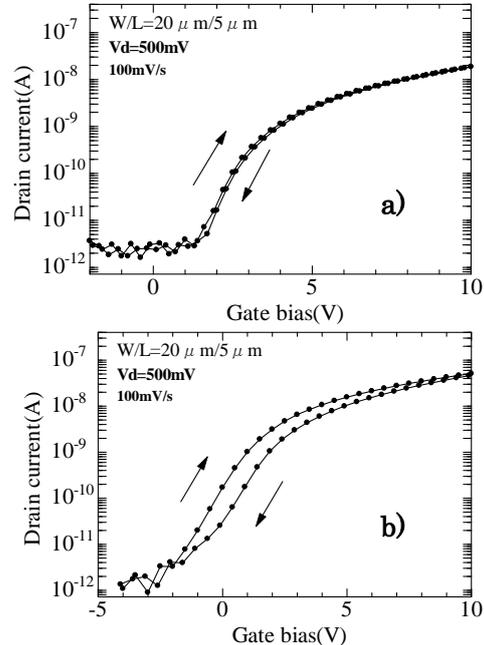


図 3. 入力特性 .a) a-Si TFT メモリ
b) LTPS TFT メモリ

- ③ a-Si TFT メモリについては、掃引速度を遅くしても、しきい値電圧のシフト幅は約 0.2V と変化はなかったが、LTPS TFT メモリについては、掃引速度を遅く

していくにつれて正バイアス側のしきい値電圧のシフト幅が大きくなった。

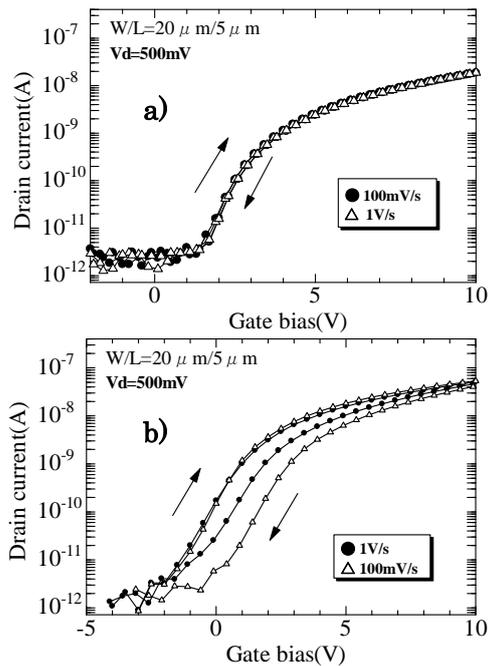


図 4. 入力特性. a) a-Si TFT メモリ
b) LTPS TFT メモリ

(3) リテンションタイムの測定

- ① a-Si TFT メモリの場合、20s 辺りで2つの曲線が重なり、リテンションタイムが非常に短くなった。しかし、LTPS TFT メモリの場合、測定時間 1000s 以上でもほとんど変化はなく、長いリテンションタイムが観測された。
- ② LTPS TFT メモリの場合、レーザー照射により絶縁性が向上するためリテンションタイムが向上した。

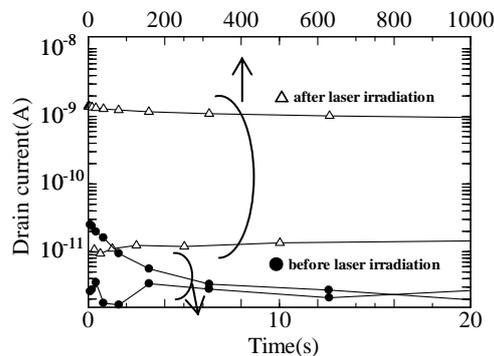


図 5 メモリ保持特性評価。

まとめ

- ① 研究結果レーザー照射により、移動度、ON 電流、しきい値電圧の改善がみられ

トランジスタ特性に大幅な性能の向上がみられた。また情報の保持時間も大幅に向上し、メモリ特性においても大幅な向上がみられた。本手法により特性が向上したことから当初の研究目的が達成することができた。

- ② この研究を行っていく中で、三次元基板を結晶化することで間に挟まれていた SiO₂ が、結晶化時に発生する融解熱によりアニールされ、絶縁性の向上がみられるという、構造からくる新しい知見を得ることができ、更なる高性能なデバイス化の発展が期待できることが分かった。
- ③ 本校の装置の使用方法を習得し、トランジスタ作製に成功した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 三次元基板のグリーンレーザー結晶化による LTPS-TFT フラッシュメモリの特性評価
市川 和典・松江 将博・赤松 浩 浦岡行治
電子情報通信学会技術研究報告 109(321), 70-74, 2009 査読あり

[学会発表] (計 3 件)

- ① K. ICHIKAWA, M. ATSUE, H. AKAMATSU, Y. URAOKA
「Investigation of low temperature poly-Si TFT flash memory using 3 dimensional substrate」
International Thin-Film Transistor Conference 2010 (ITC10), Egret Himeji pp.166-169 (2010.1.27)
- ② 市川 和典 松江 将博 赤松 浩 浦岡行治：「三次元基板のグリーンレーザー結晶化による LTPS TFT フラッシュメモリの特性評価」, 電子情報通信学会, 奈良先端科学技術大学院大学 pp.55-58 (2009.12.4)
- ③ 市川 和典 松江 将博 西 敬生 山本伸一 浦岡 行治：「三次元基板を用いた低温 poly-Si TFT フラッシュメモリの特性評価」, 2009 年秋季応用物理学会 富山大学, pp.771 (2009.9.9)

[その他]

ホームページ等

<http://www.kobe-kosen.ac.jp/~ichikawa/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

市川 和典 (ICHIKAWA KAZUNORI)
神戸市立工業高等専門学校 電気工学科
講師

研究者番号 : 90509936