

Pulsed Xecl Excimer Laser Annedling of Silicon Film

メタデータ	言語: English 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-04-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鮫島, 俊之 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/1746

氏名・(本籍)	鮫 島 俊 之 (熊本県)
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工博乙第 33 号
学位授与の日付	平成 3 年 2 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	Pulsed XeCl Excimer Laser Annealing of Silicon Film (XeCl エキシマレーザを用いたシリコン膜のアニーリングの研究)

論文審査委員	(委員長)		
	教授 畑 中 義 式		
	教授 山 田 祥 二	教授 助 川 徳 三	
	教授 山 口 十 六 夫	教授 安 藤 隆 男	
	教授 稲 垣 訓 宏	教授 福 家 俊 郎	

論 文 内 容 の 要 旨

最近、液晶ディスプレイやリニアセンサー用として、薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor-TFT-) を用いてスイッチングアレイや駆動回路を作成する試みが盛んに行われている。TFT の作成条件として①ガラス等の低歪点を有する大面積の基板を使用可能にするため作成プロセスが低温であること、② TFT の移動度が大きく駆動能力が大きいこと、が求められる。水素化アモルファスシリコン薄膜トランジスタ (a-Si : H TFT) は 300°C 以下の低温で作成できるため、液晶ディスプレイのスイッチングアレイとして実用化されつつある。しかし、a-Si : H TFT は移動度が $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以下と小さいため、シフトレジスタ等の高速動作が必要な回路を作成することはできない。これに対し多結晶シリコン薄膜トランジスタ (poly-SiTFT) は移動度が a-Si : H TFT の 10-100 倍大きいため高速動作を行う回路を作成可能である。しかし、poly-SiTFT は作成プロセス温度が 600-1000°C と高いため安価なガラス基板上に大面積にわたって poly-SiTFT を形成することは不可能であった。このような諸事情に鑑み、本研究は高移動度を有する poly-SiTFT を低温で作成するプロセスの開発を目的として行われた。まず低温で poly-Si 薄膜を作成するため XeCl エキシマレーザ (波長 308nm, パルス幅 30ns) アニールによる a-Si : H の結晶化を行った。さらに TFT のソース及びドレイン領域形成のための不純物ドーピング法として XeCl エキシマレーザを用いたドーピング法を開発した。以下にレーザ結晶化、レーザドーピング及び poly-Si TFT 作成についての要旨を述べる。

〔レーザ結晶化〕プラズマ CVD でガラス基板上に作成した a-Si : H 膜に XeCl エキシマレーザを照

射すると、 $120\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上のレーザーエネルギーでシリコン膜は溶融して結晶化することが見いだされた。レーザーエネルギーを増大することにより溶融時間は増大したが、溶融時間は高々80nsであり非常に短時間の溶融-固化現象であることが明らかになった。結晶粒は等方的な形状をしており、粒径は最大でも60nmと小さく微結晶膜が形成されることがわかった。さらに、レーザーエネルギーを $240\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上に上げると溶融後シリコン膜はアモルファス化することが見いだされた。結晶化とアモルファス化は可逆的な現象であり、一旦アモルファス化してもアモルファス値エネルギーより小さいエネルギーを照射することによって、再びシリコン膜を結晶化できることが明らかになった。この研究からシリコン膜のレーザー結晶化においてはレーザーエネルギーの制御が最も重要であることがわかった。

〔レーザードーピング〕 10^{21}cm^{-3} 以上の高濃度の不純物ドーピングを容易に行うため、プラズマCVDを用いてドーパント膜をシリコン表面に堆積し、XeClエキシマレーザー照射するレーザードーピング法—Laser-Induced Melting of Predeposited Impurity Doping (LIMPID)—を開発した。本研究ではまずLIMPID法の特徴を明らかにするため単結晶Siのレーザードーピング過程を調べた。 B_2H_6 ガスをプラズマCVDで分解して形成したボロン膜を結晶シリコン膜上に堆積してXeClエキシマレーザーを照射してSi表面に溶融すると、ボロン原子は溶融シリコン中に拡散し固化と同時に活性化することがわかった。LIMPID法で形成した p^+/n ダイオードは n 値が1.01の良好な電気的特性を示すことがわかった。ドーピング深さはレーザーエネルギーに依存し100nm以下の浅い接合の形成が可能であることがわかった。次に、LIMPID法によってpoly-Si膜の高濃度ドーピングが可能であることを実証した。さらに、ボロン及びリンを高濃度にドーピングしたアモルファスシリコン膜(a-Si:H,B or a-Si:H,P)をドーパント膜として用いることによって、 $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ の低エネルギーのレーザー照射で $10^{-3}\Omega\text{cm}$ 以下の低抵抗のdoped poly-Si膜を形成することができた。

〔Poly-SiTFT作成〕XeClエキシマレーザーを用いたa-Si:Hの結晶化及びレーザードーピング技術に加え、ゲート絶縁膜をプラズマCVDで形成することにより 250°C 以下の低温プロセスでn-channel及びp-channelのpoly-SiTFTを作成することができた。キャリア移動度はn-channel TFTが $54\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、p-channel TFTが $20\text{cm}^2/\text{Vs}$ であった。この値は電気炉アニールを用いた従来の 1000°C 高温プロセスで作成したpoly-Si TFTのキャリア移動度と同程度の高い値であった。

以上本研究を通じてシリコン膜のエキシマレーザーアニーリングに関して以下の事実が明らかになった。

1. a-Si:H膜の短時間溶融-結晶化。
2. 結晶-アモルファス可逆的相転移。
3. 10^{21}cm^{-3} 以上の高濃度ドーピングが可能。
4. 溶融シリコン中に拡散したドーパントは固化と同時に活性化する。

これらの知見に基づき、高移動度を有するpoly-Si TFTを低温で作成するプロセスを確立することができた。そしてエキシマレーザーを用いた結晶化及びドーピングがデバイスプロセスの低温化のための重要な要素技術であることを実証した。