

## 研究成果（小テーマにつき2ページ以内でまとめてください）

<p>サブテーマ名：2 TFTの分析評価及びSiGe-TFT技術の開発 小テーマ名：2-2 SiGe-TFT技術の開発</p>
<p>サブテームリーダー（所属、役職、氏名） 高知工科大学 総合研究所 教授 山本 直樹</p> <p>研究従事者（所属、役職、氏名） 名古屋大学大学院 工学研究科 教授 豊田 浩孝 名古屋大学大学院 工学研究科 大学院生 高西 雄大 名古屋大学大学院 工学研究科 大学院生 林 孝信</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要 高密度・低電子温度を特長とする高励起マイクロ波プラズマを利用したプラズマ CVD 法により、低温（400-500）のガラス基板上に大粒径（&gt;200nm）の高品質 SiGe 層を大面積で形成するためのプラズマ技術・薄膜形成技術を研究開発する。</p> <p>研究の独自性・新規性 本研究では、独自のマイクロ波伝送系とアンテナによるマイクロ波プラズマ源を用いている。この方法により、従来のプラズマ源にない高いプラズマ密度を得るとともに、プロセス面積の大面積を実現することも可能である。このような新規プラズマ源は、ディスプレイデバイスなどの大型電子デバイス製造においてスループットの向上、新プロセスの実現をもたらす可能性をもつ。本研究は、このプラズマ源を用いて高結晶性かつ大粒径の SiGe 膜を低温で形成する点で独自性、新規性を持っている。</p> <p>研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）</p> <p>フェーズ I ・高励起マイクロ波プラズマ源のクリーン化による膜質の向上。特に酸素不純物の抑制（0.02%以下） ・新規プロセス装置における大面積・均一高密度プラズマの実現（30cm×30cm） ・SiGe 膜の大粒径化（100nm）</p> <p>フェーズ ・大面積・均一高密度プラズマの大型化（1m×1m） ・SiGe 膜の大粒径化（200nm）</p> <p>フェーズ ・1m×1m 四方の大面積にわたる高結晶性膜の形成</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <p>研究の進め方 ＜膜質の向上および結晶粒径の増大＞ - 装置のクリーン化に向けて、マイクロ波放射部の誘電体板の選択を行なう - サンプル移送に際し、真空容器の汚染を極力防ぐことのできる装置を開発 - 結晶粒径の増大に向けた製膜条件の最適化 ＜プラズマの大面積化＞ - 20cm四方のプロセスを実現するために、マイクロ波導波管を並列化した新しい装置を製作 - 上記装置の結果を基にメートル級のプラズマへの大型化</p> <p>研究の進捗状況 ＜膜質の向上および結晶粒径の増大＞ - 誘電体の最適化の結果、アルミナ板を採用した - 真空内にサンプルを移送するためのシステムを独自に開発した ＜プラズマの大面積化＞ - 17年度までに、2.45GHzマイクロ波を用いた並列導波管システムによるプラズマ源の開発を完了 - 19年度までに915MHzマイクロ波を用いた並列導波管プラズマ源の開発を完了</p>
<p>主な成果 ＜膜質の向上および結晶粒径の増大＞ アルミナ誘電体板の採用およびサンプル移送システムの開発により、従来の膜と比較して酸素不純物量を大幅に低減することを可能とした。その結果、不純物量は0.02%以下まで抑制できることを確認できた。また、得られたSiGe膜の元素組成および格子面間隔を調査し、SiGe膜が均質なものであることを確認した。さらに、SiGe膜の大粒径化に向けて、水素希釈率およびSiH<sub>4</sub>、GeH<sub>4</sub>流量比、放電電力などの製膜条件を最適化することにより、結晶粒径200nmを持つ大粒径のSiGe膜を基板温度300</p>

で形成可能であることを実証した。

< プラズマの大面積化 >

マイクロ波プラズマ源の大面積化に向けて、まず 2.45GHz マイクロ波源の導波管の 2 系統並列化を進めた。独自のマイクロ波分配器およびアンテナ構造により、30cm 四方の真空容器の中で、均一なプラズマ生成が可能であることを実証した。また、本装置を用いた Si 製膜により数 nm/s の高製膜速度で膜特性の空間分布も均一である結晶性 Si 製膜ができることを確認した。さらに、本研究成果を踏まえて、915MHz マイクロ波を用いた 1m 四方のマイクロ波プラズマ源を製作した。本プラズマ源を用いて、約 1m 四方にわたり、高プラズマ密度でかつ密度のばらつきが 8%以下の均一なプラズマ生成が可能であることを実証した。

特許件数：0件 査読論文数：3件 口頭発表件数：4件

研究成果に関する評価

1. 国内外における水準との対比

本研究において、製膜条件について慎重な検討を行ない、200nm もの大粒径を持つ多結晶 SiGe 膜の製膜に成功した。このような大粒径 poly-SiGe 膜の形成は世界的に見ても例がないトップデータである。また、マイクロ波を用いた大面積プラズマ生成についても、他にこのような装置報告例はない。本プラズマ源は、均一なプラズマ密度分布をもつメートル級の高密度・大面積プラズマ源として世界的にも注目される研究成果である。

2. 実用化に向けた波及効果

本研究で得られた高結晶性・大粒径 SiGe 膜は、歪 Si の下地層のほか、大型電子デバイスの薄膜トランジスタの高速化など、従来の半導体プロセスを変える新しいプロセスの実用化の可能性を秘めている。また、本研究によって開発された大面積プラズマは、従来の容量結合型プラズマ源で問題となっていた高密度化、密度の均一化という課題を解決する新しいプラズマ源であり、実用化においては大きな波及効果をもたらすと期待できる。

残された課題と対応方針について

本研究ではメートル級大面積のプラズマ源の開発に成功しているが、これを用いた高結晶性薄膜の形成までには至っていない。今後は、大面積プラズマ源による高結晶性薄膜形成の実証が課題であり、1m サイズマイクロ波源を用いた製膜実験を行なう。

また、得られた膜の基本的な物性評価は行なっているが、デバイス作成まで至っておらず、今後は本装置を用いたデバイスの実証が必要である。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合計
	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	
人件費	0	0	0	0	0	0	0	0	5,210	5,100	3,050	4,575	3,675	21,610	21,610
設備費	1,260	5,313	0	0	0	0	6,573	0	250	0	0	0	0	250	6,823
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	500	800	1,079	1,905	1,883	1,001	7,168	0	4,790	3,650	1,400	2,100	2,100	14,040	21,208
旅費	0	0	0	0	117	499	616	0	370	140	0	0	0	510	1,126
その他	0	0	280	95	0	0	375	0	0	0	0	0	0	0	375
小 計	1,760	6,113	1,359	2,000	2,000	1,500	14,732	0	10,620	8,890	4,450	6,675	5,775	36,410	51,142

代表的な設備名と仕様 [ 既存 (事業開始前) の設備含む ]

J S T 負担による設備：サンプル移送装置

地域負担による設備：

複数の研究課題に共通した経費については按分する。