



Title	レーザ再結晶化 SOI 技術とその三次元回路素子への応用の研究
Author(s)	須賀原, 和之
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37579">https://hdl.handle.net/11094/37579</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

【65】

氏名・(本籍)	す 須	が 賀	はら 原	かず 和	ゆき 之
学位の種類	工	学	博	士	
学位記番号	第	9	4	4	号
学位授与の日付	平	成	2	年	12月19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	レーザー再結晶化 SOI 技術とその三次元回路素子への応用の研究				
論文審査委員	(主査) 教授	難波 進			
	(副査) 教授	蒲生 健次	教授	浜川 圭弘	教授 小林 猛
	助教授	高井 幹夫			

### 論文内容の要旨

本論文は、次世代半導体集積回路として期待される三次元回路素子の製造技術の基盤技術となる絶縁体上への単結晶シリコン(SOI=Silicon On Insulator)形成用レーザー再結晶化技術の研究開発を中心として、積層構造形成技術およびその三次元回路素子への応用について行った研究をまとめたものである。

本研究のSOI形成技術においては、シード(種結晶)からの成長とパターン化した反射防止膜を用いて結晶成長面を規定する、結晶成長面方位制御レーザー再結晶化法を考案し、結晶軸制御された大面積SOI膜が低欠陥密度で得られることを示した。この方法によって形成したSOI膜の結晶軸がシードから離れるにつれて連続的に回転する結晶軸回転現象を初めて見だし、この現象が少なくとも2つの機構に起因していることを明らかにした。さらに再結晶化時のSOI膜上下の温度差を低減することにより結晶軸回転が減少できることを示した。不純物のレーザー再結晶化時の横方向移動現象について評価を行い、この不純物移動現象が液相拡散と偏析を組み合わせたモデルにより説明できることを簡単なシミュレーションにより示した。SOI構造の積層化にあたって、シード構造やウエハ構造等に検討を加え、単結晶SOI膜による4層積層化が可能であることを示した。

積層構造形成技術およびその三次元回路素子への応用においては、まず、SOI膜上にMOSFETを作製し、移動度、しきい値電圧ともバルクシリコン素子と同等の値を得るとともに、レーザー再結晶化プロセスが下層デバイスに影響を及ぼさないように、積層構造の最適化を行った。各層に配線層を有する2～3層の三次元回路素子を試作して、各層のMOSFETの動作を確認した。また2層構造のイメージセン

サおよび2層構造のSRAMを試作して、三次元回路素子において層内、層間の信号授受が行われていることを確認した。フォトダイオード、A/Dコンバータ、算術論理演算回路を配置した3層構造の三次元イメージプロセッサを試作し、その総合動作から三次元回路素子による信号の並列処理機能を確認した。並列処理機能により二次元素子の100~1000倍の速度で信号処理が可能であることを確認し、三次元回路素子の工業的有効性を実証した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、次世代半導体集積回路として期待される三次元回路素子の製作に必要な絶縁膜上のシリコン結晶(SOI=Silicon On Insulator)を形成するレーザー再結晶化技術について研究し、その成果をまとめたものである。即ち、レーザー再結晶化法により結晶面方位の制御ができ、且デバイスサイズより大きい低欠陥密度の単結晶ができることを明らかにし、また得られたSOIを用いて3層構造三次元回路素子を試作し、本技術の有用性を実証している。

本研究では、まずシリコンウエハ表面上につけたSiO<sub>2</sub>絶縁膜に小窓を設けて種結晶として、ウエハ上に堆積した非結晶Si膜をレーザー再結晶化法により単結晶化してSOIを得ることに成功している。この時パターン化したSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>反射防止膜をつけることにより、結晶成長面方位が制御できることを示している。また、再結晶化時にSOI膜の上下の温度差を小さくすることにより、結晶軸回転を抑制し、大面積・低欠陥密度の結晶を成長できることを初めて明らかにしている。

次に得られたSOI膜上にMOSFETを試作し、移動度、しきい値電圧ともバルクシリコン素子と同等であること、及び絶縁膜厚・レーザー照射条件を最適化することにより多層積層化できることなどを明らかにし、この方法が三次元回路素子に応用しうることを実証した。更にこの結果に基づいて2層構造のイメージセンサやSRAM、及びフォトダイオード、A/Dコンバータ、算術論理演算回路からなる3層構造の三次元イメージプロセッサを試作し、動作特性を確認し、従来の二次元素子と比較して100~1000倍の高速信号処理が可能であることを実証している。

これらの研究は、三次元集積回路素子に必要なSOI再結晶化法とデバイスへの応用に関して重要な知見を与えるものであり、半導体工学の進歩に貢献するところ大である。よって博士論文として価値のあるものと認める。