



Title	マグネトロンスパッタリングによる薄膜作製技術に関する研究
Author(s)	細川, 直吉
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33683">https://hdl.handle.net/11094/33683</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

氏名・(本籍)	ほそ 細	かわ 川	なお 直	きち 吉
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6 1 3 7	号	
学位授与の日付	昭 和 58 年	6 月	27 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	マグネトロンスパッタリングによる薄膜作製技術に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授	中井 順吉		
	教授	塙 輝雄	教授	中村 勝吾

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は薄膜作製のためのマグネトロンスパッタリングの技術的特徴を明らかにすると共にいくつかの装置的要因の影響について論じたもので、6章から構成されている。

第1章ではスパッタリングによる薄膜作製技術とその歴史的背景を述べ、実用上の技術的問題点を指摘し、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章ではマグネロン電極の構造と放電特性について調べている。理論的解析が容易な同軸構造における電子の運動に関する理論式表示を行い、次いで数値計算を行い、従来の古典的構造においては陰極の軸方向両端から電子の散逸が生じていること、またそれ故に充分大きな放電電流が得られぬことを明らかにしている。さらに電離効率向上のためにEPM、IMMの新しい2種類の電極構造を提案し、かつ試作して低電圧大電流密度の放電が達成されることを確認している。そしてこれらの電極を用いた装置についての最適放電特性に関する考察を行い、マグネロン電極に理想的放電特性を付与せしめることが可能なことを述べている。

第3章ではスパッタリング中の基板入射熱量と基板温度上昇の関係について調べている。簡易型RF2極スパッタ装置とマグネトロンスパッタ装置における基板入射熱量を測定比較し、マグネロン電極では入射熱量が少なく、基板温度上昇を低く抑制できることを示している。

第4章では、マグネトロンスパッタリングの大電流放電に伴う特徴的な現象であるスパッタ原子のイオン化について調べている。電流密度が増加するに従いスパッタ原子のイオン化が顕著になること、そしてイオン化されターゲットに再帰還するスパッタ原子が極めて多くなることを明らかにしている。さらにアルゴンの導入を停止してスパッタ原子のみで放電とスパッタリングを維持する「持続セルフスパ

ッターリング」の可能性を理論的に検討し、銅ターゲットを用いた実験によりその確認をしている。

第5章ではスパッタ膜に含まれる金属不純物混入の過程を取扱い、それをターゲット前面空間で生ずるアルゴンイオンとアルゴン原子の電荷交換衝突に起因する高速中性原子のスパッタリングで説明している。次いでマグネトロン電極を持つ2種類のスパッタ装置およびそれを持たない他の1種類のスパッタ装置で作製されたそれぞれの膜中の不純物の実測値を比較検討している。そしてこの種の不純物混入に対する防止策について述べている。

第6章では得られた結果を総括して本論文の結論を述べている。

## 論文の審査結果の要旨

スパッタリングによる薄膜作製は電子部品の製造工程における重要な技術となっている。本論文は各種スパッタ方式の中で現在実用的に最も広く使用されているマグネトロンスパッタリングの特性に関する研究をまとめたもので、主要な成果を要約すると、次の通りである。

- (1) 同軸円筒マグネトロン電極構造における電子の運動を分析し、従来の古典的電極形式における電子散逸を防止する方策を考察し、それに基づいた電極構造を試作し、スパッタリングによる薄膜作製のために理想的と考えられる放電電圧・放電電流特性を与えることができることを示している。
- (2) スパッタリング中の基板入射熱量と基板温度の間の関係について考察し、実験的に同軸マグネトロンスパッタ装置と簡易型RF2極スパッタ装置では、基板温度抑制の面で前者の方がすぐれていることを明らかにしている。
- (3) 放電空間におけるスパッタ原子のイオン化の過程について考察し、マグネトロンスパッタリングは大電流密度の放電を利用するために、従来のスパッタ装置にくらべてスパッタ原子のイオン化率が極めて高いことを示すと共に、これに関連する現象である「持続セルフスパッタリング」を理論的に取扱い、かつ実験的にそれを示している。
- (4) 従来問題視されてきたスパッタ膜中の金属不純物について、その混入の過程が中性高速原子のターゲットシールド衝撃に起因することを明らかにし、その防止策を与えている。

以上のごとく本論文はマグネトロンスパッタリングの特性と膜作製条件に関与する装置要因について多くの有益な知見を提供し、電子デバイス作製技術の発展に貢献するところ大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。