

光拡散薄膜作製技術に関する研究 —機能性薄膜作製技術に関する研究—

秋本恭喜・園田正樹
生産技術部

Research on the optical thin film deposition technique.

— Research on functional thin film deposition technique. —

Yasuki AKIMOTO・Masaki SONODA

Production Engineering Division

要旨

スパッタ法を用いた光拡散薄膜の形成手法について検討、酸化シリコンとアルミの同時スパッタ成膜により、粒子状成膜において、より透過率低減が可能であることを確認した。可視光域で分光透過率がほぼフラットであることを確認、波長 670nm において透過率 3.7%、反射率 0.8%の光学特性の薄膜を得た。

1. はじめに

光拡散を利用した製品は、道路標識などに使用される車のライトなどで明るく光る反射板やガラスビーズ、雲母をコーティングした液晶プロジェクター用のスクリーン、液晶ディスプレイバックライト用の拡散板や大判カメラのピント合わせ用スクリーンなど広く利用されている。

今回の取り組みは、これらの中で、万能投影機など精密な計測を行う機器に使用される光拡散ガラスについて薄膜を利用した作製を試みた。

一般に、光拡散ガラスは、砂ずりによりガラスをスリ板にしたもの、さらにスリ板を酸により処理したもの、Fig.1 に示すようにガラス面に乳白色フィルムを貼り付けたものなどが市販されている。

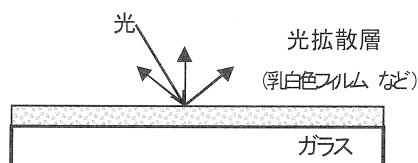


Fig.1 光拡散ガラス

2. 実験方法

2.1 成膜方法について

当センターでは、この光拡散層をスパッタ法により成膜する方法について検討した。スパッタ法は、放電のエネルギーによりイオン化された気体の原子・分子を、作製したい材質のターゲットへ衝突させ、ターゲットの金属粒子をはじき出すことにより対向して配置されたガラス基板へ薄膜を形成する。(Fig.2 参照)

ここで、ターゲットにはアルミを用い、導入ガスは、ア

ルゴンおよび酸素とし、アルミ酸化物を形成する反応性スパッタの条件とした。なお、カソードへの電力供給は 400V 前後の DC (直流) とした。ガラス基板には、光学研磨したパイレックスガラスを用いた。

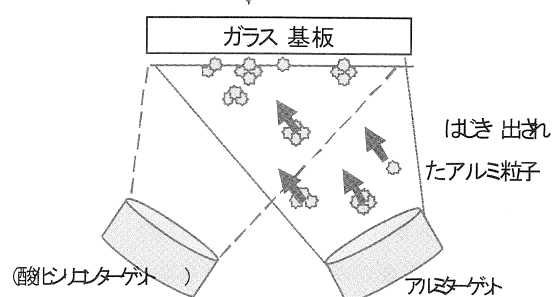


Fig.2 スパッタ法について

2.2 スパッタ条件について

光の拡散層を形成するためには、スパッタ法により、はじき出される物質が粒子状にガラス基板上に堆積形成する必要がある。このため、スパッタ条件として、通常の放電領域では鏡面に近い膜ができるため、Fig.3 で示すように、一分間あたり 60 回前後の間欠的にフラッシュ状に異常放電を生じる、通常では使用しない放電条件を用いた。

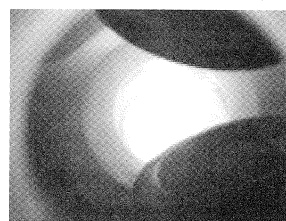


Fig.3 フラッシュ状放電状態

3. 実験結果

3.1 成膜条件と透過率特性

成膜した試料の外観を Fig.4, 分光特性を Fig.5 に示す. 分光透過率は, 可視光域において, ほぼフラットであることを確認した.

アルミターゲットのみで成膜を行った場合には, 最小透過率は, 25%までの特性の膜しか得られなかったが, 酸化シリコンターゲットによる RF(高周波)でのスパッタを併用することにより, 最小の透過率 4%までの膜が作製可能であることが判った. これは, シリコン酸化膜が基板から再放出されるアルミ粒子のバインダーの役割をしているのではないかと考えられる.

しかし, 単位時間あたりのフラッシュ状放電の間欠回数設定及び, カソードへの DC 印加電圧・電流値の設定は, ターゲットの状態により絶えず変化するため放電が不安定となり, 透過率の値にバラツキを生じた.

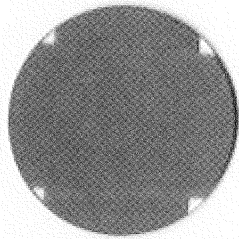


Fig.4 成膜試料外観

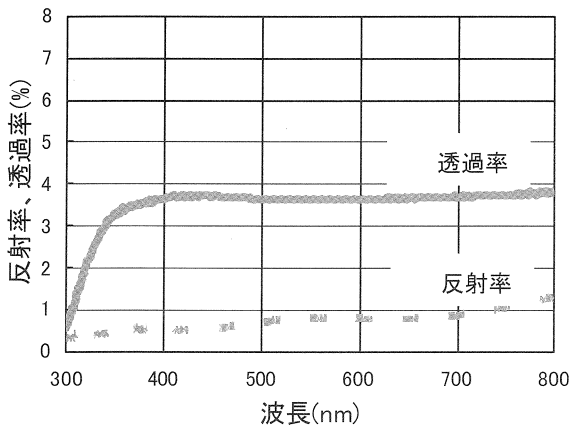


Fig.5 成膜試料の分光特性

3.2 表面形状の観察

成膜試料の表面形状は, レーザー顕微鏡を用いて, 観察した.

成膜試料の表面形状観察の一例を Fig.6 に示す. 直径 $10\mu\text{m}$ 程度以下の粒子が支配的に堆積しているのが観察できるが, 図中にもあるように約 $50\mu\text{m}$ 超の巨大な粒子が 2 インチの試料中に数点確認された.

なお, 表面プロファイラーによる計測では, 粒子突起部を除くベース部分の膜厚は約 600nm であった.

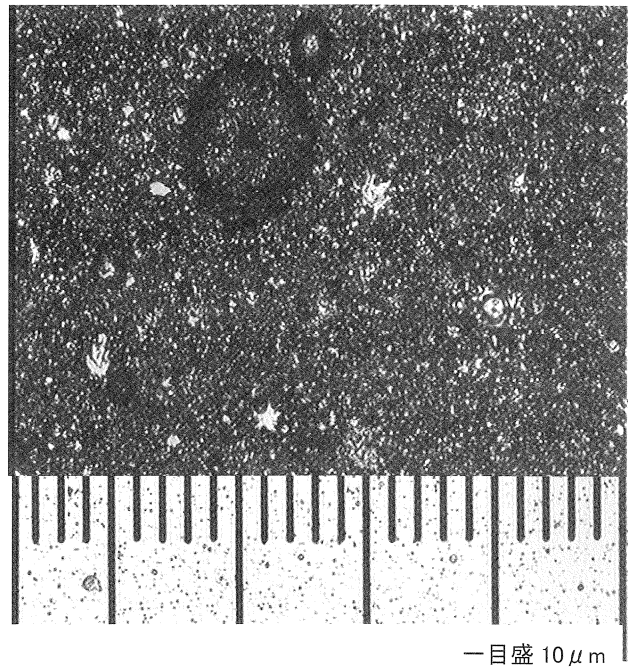


Fig.6 成膜試料の表面形状観察例

3.3 計測機器への適用

ここでは, スクリーンへ投影して形状の精密な計測を行う機器への適用の可能性について検討した.

半導体の分野において, IC特にリードフレームの形状計測などは, 多ピン化に伴う狭ピッチ化等により微細構造となっているため, スクリーン投影像(シルエット)は, リードと空間のコントラスト比が得られなくなっている.

しかし, 計測の精度や信頼性を高めるためには, シルエットをシャープにする必要がある.

この種の機器では, シルエットを対象物の反対側(透過光として)から観察することが多いため, 光の拡散層が厚いとシルエットはシャープさに欠けることとなる. 逆に拡散層が薄いと IC の実像が透過し, 計測を妨げてしまう.

試験機でのテスト画像の一例を Fig.7 に示す.

この成膜試料によるテストで以下のことが判った.

- ・シルエット画像に少しざらついた感じがあること
- ・巨大な粒子(数 $10\mu\text{m}$ 径)が数点存在すること

これらについては, アルミの粒子径が不揃いとなっていることが考えられ, フラッシュ状放電条件を制御しきれていないことが原因であり, 電流制限, 電圧他の最適条件探索が課題である.

- ・透過率がやや高すぎる

透過率については, 5%以下であれば良いことが判った.

以上、課題はあるが、改善できれば、計測機器への適用の可能性はある。

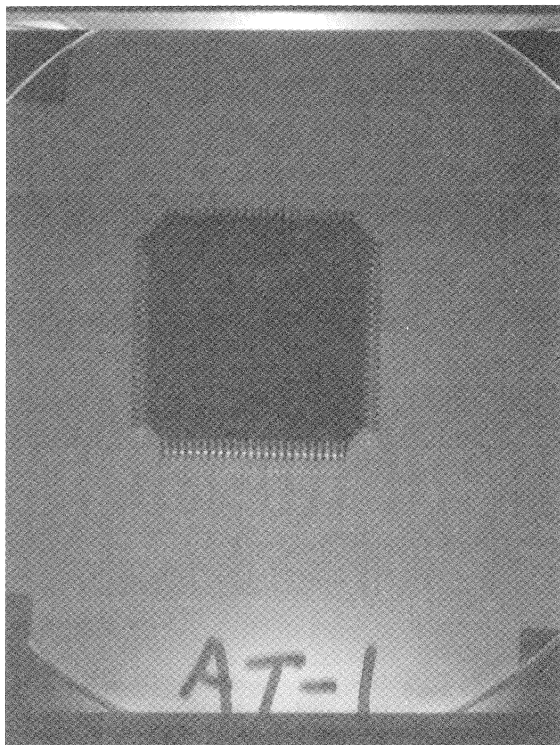


Fig.7 試験機でのテスト画像

4. むすび

以上、スパッタ法による粒子状堆積手法について検討を行った。酸化シリコンとアルミの同時スパッタ成膜により、粒子状成膜において、より透過率低減が可能であることを確認した。

今回、光の拡散性については評価できていない。アルミの粒子そのものには、透過性がなく粒子表面での反射が支配的であると考えられるため拡散性については、あまり期待できない。このため、高屈折率をもつ酸化チタンなど透過性のある材料での成膜について検討が必要であると考ええる。

また、放電状態の不安定性の解消を図るとともに拡散性について評価を行い、透過率・反射率、膜厚の制御性を高めるため、粒子径・粒子分布の制御に着目した成膜条件・ターゲット材等の検討を進め、よりシャープでコントラスト比を制御できる性能のものを目指す予定である。