

【スパッタリング】

スパッタリングとは、本来は高速のイオン等がターゲットに衝突する時、ターゲットを構成する原子がたたき出される現象を指している。プラズマをイオン源としてスパッタリングを起こさせ、ターゲットに向かい合わせて基板をおくと、たたき出された原子が堆積して膜が形成される。このような成膜法の事を、スパッタリング、あるいはスパッタリング法と呼ぶ事も多い。

成膜法としてのスパッタリング法は、ターゲットを変更することで、数々の物質を成膜する事ができ、組成の制御も比較的容易であるというメリットがある一方で、ターゲットから基板に向けて原料が直進するため、表面に凹凸のある基板では、ターゲットから見て影になる部分には成膜が起こりにくいという欠点がある。

スパッタリング法の一つとして、チャンバー内に反応性のガスを導入する事で、ターゲット材とガスの反応物を成長させる。反応性スパッタリングと呼ばれる手法も利用されている。例えば、亜鉛をターゲットとしたスパッタリングの装置に酸素を導入することで、酸化亜鉛膜を成長させる場合などである。導入するガスの分圧によって、組成の微妙なコントロールが可能である。

スパッタリングを用いた成膜装置は、高速イオンを発生させるプラズマの発生法によっていくつかのタイプに分かれる。もっとも一般的なのは、向かい合ったターゲットと基板の間に高周波プラズマ (rf プラズマ) を用いたものである。これを改良したものとして、プラズマ内に磁界をつくる事により、プラズマ内のイオンを増やし、スパッタリングの速度を向上させた、マグネトロン・スパッタリングもよく利用されている。また、直流を用いた直流2極型のスパッタリング装置は、導電性のターゲットしか利用できないが、装置が簡単であるというメリットがある。

スパッタリング法は広く応用されている技術であり、例えばLSIにおける配線として利用されるアルミニウム膜の作成には広くスパッタリング法が用いられている。また、太陽電池やLCDなどの透明電極として利用されている酸化錫の作成もスパッタリングの重要な応用分野の一つである。

スパッタリング法によって得られる膜の特徴

スパッタリングによる成膜では、ターゲットを変更することで、様々な物質を成膜する事ができる事が大きなメリットである。しかし、ターゲットが元素の単体ではなく、合金や化合物である場合には、それぞれの元素のスパッタされやすさの違いから、ターゲットとは異なった組成の膜ができる事がある。例えばAl-Cu合金をスパッタした場合、Alの方がスパッタされやすく、ターゲットは次第にCuリッチになり、基板での成膜ではAlが過剰に存在するようになる。

他にも、スパッタリングのためのプラズマを立てるために用いられたArなどのガス分子

が膜中に混入している事もよく観測される事である。化学的な過程だけでは、Ar等の不活性ガスは成膜に関与しないのが普通であるが、イオン化したArは反応性が高くなっており、ちょうど反応性スパッタリングと同様に、成長中の膜に取り込まれるのであろう。成膜後の緩和過程の間に、もとの中性Arに戻り、一部は膜の外部に出るものの、膜からでられなくなった部分が不純物として残留すると考えられる。

スパッタリングで得られた膜は、一般に蒸着などの方法で得られた膜よりも高い付着性を持つ事が知られている。ターゲットから高速で飛来した分子が基板に突入することで膜ができるので、基板と膜との相互作用が強く、大きな付着力が得られるのであろう。

一方、スパッタリングによる成膜では、基板と膜との熱膨張率の差によって生じる熱応力を除いても、成膜に際して自然に生じる真応力が残っている事が多い。スパッタリングでは膜の構成原子が高い速度で膜に対して打ち込まれる結果、膜の格子の中に余計な原子が押し込まれる事になり、膜は膨張する傾向にある。基板に対して、膜が大きくなろうとしているので、膜から見ると、基板によって圧縮されるように見えるので、この状態は圧縮応力の状態と呼ばれている。

[参考文献 表面処理対策 Q&A1000：(株)産業技術サービスセンター]