Japan Welding Society

122 イオンビームによる高品位成膜に関する研究（第１報）
── 高付着力・高信頼成膜技術の開発 ──

三菱電機（株）生産技術研究所　○町田一道　前山能孝
橋本陽一　奥田滝夫

1. 緒　言

近年、電子デバイスや光学デバイスには様々な表面機能が要求され、P.V.D法やC.V.D法による薄膜形成技術の開発・適用化が盛んである。ここで取り上げるレーザ用ミラーでは、従来銅基板に金を物理蒸着して反射特性を得ていたが、その駆動性を向上させる目的で大幅な軽量化が要求され、新たな基板材料としてアルミ化が望まれている。そこで、アルミ基板に対する従来成膜法の問題点を明確にするとともに、新しいP.V.D法であるクラスタイオンビーム（I.C.B）蒸着法の適用により上記の目的を達成できることを明らかにした。[1]

2. 供試材及び実験方法

本研究に用いた材料は、被蒸着面を鏡面仕上げした寸法φ50×ｔ５㎜、成分４％Mg－Al(JIS-5086)のアルミニウム合金基板及び純度99.99%の金蒸着材である。ＩＣＢ法による成膜の概念をFig.１に示す。この蒸着法の特徴は、その一部をイオン化した原子塊(クラスタ)に制御された加速電圧を与えて基板上に堆積させる点にある。[2),3)]また、比較のための従来法としては電子ビーム（ＥＢ）蒸着法を用いた。膜の厚さは 200nmと一定した。

得られた膜の付着強さは引倒し法で、またCO_2レーザ光に対するミラーとしての反射率特性は熱電対レーザカロリメトリ法によって評価した。さらに、膜の結晶構造及び元素分布を、それぞれＸ線ディフラクトメータ（ＸＤ）及びオージェ分光分析（ＡＥＳ）によって調査し、膜特性と信頼性を検討・傍証した。

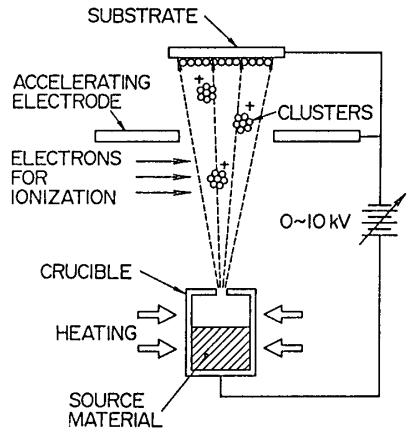

Fig.1 Schematic figure of Ionized Cluster Beam deposition process

3. 実験結果及び考察

まず、ＥＢ蒸着法により常温下で形成した膜は、Fig.３中に示すように10N/㎟ 以下の付着強さで全く実用に耐えない。これは、アルミ表面における厚さ３～５nmの自然酸化膜の影響と考えられる。これに対し、基板温度を573K程度に加熱して得た膜は42N/㎟ に改善できる。しかし、ＥＢ膜では、基板加熱によって高い付着強さが得られるもののFig.２に見るように反射率は急激に低下し、純金による光学特性が損なわれてしまう。(ＸＤ解析の結果、この膜には$AlAu_2$及びAl_2Auの二つの化合物形態が認められ、膜－基板間の拡散が裏付けられた)

そこでArスパッタによる基板表面クリーニングの効果を検討したところ、Fig.３中に示すように常温

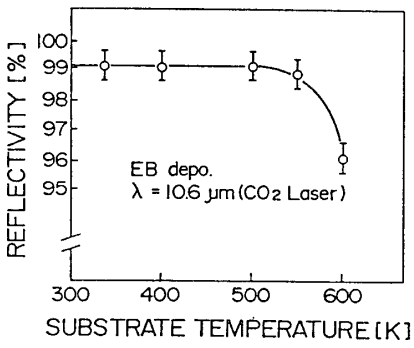

Fig.2 Relation between reflectivity and EB deposition temperature

溶接学会全国大会講演概要　第41集　('87－10)

NII-Electronic Library Service

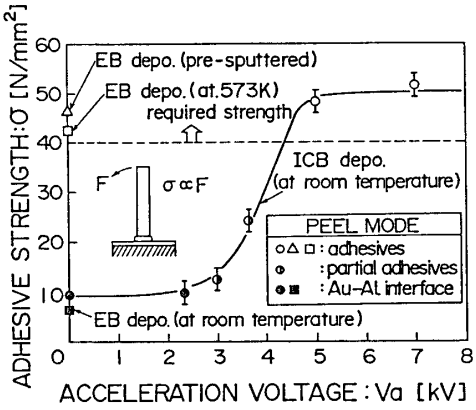

Fig.3 Dependence of adhesive strength of ICB film on acceleration voltage

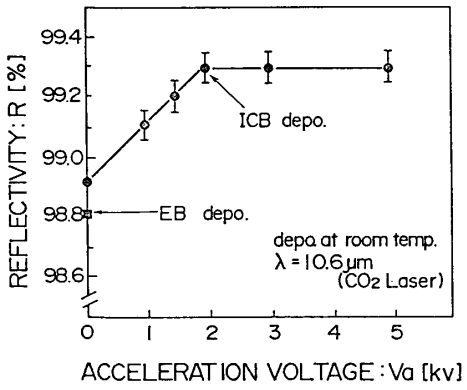

Fig.4 Effect of accerelation voltage on reflectivity of ICB film

でも高い付着力が得られた。ＸＤ解析によると、膜－基板界面には Al_2O_3 や汚染層が存在していない。しかし、このミラーを 473K，3.6×10^3 s の高温信頼性試験に供した結果、Fig. 5 c)のように拡散が進行して光学特性が劣化した。すなわち、蒸着ミラーにおいては、高い付着強さを有し、かつ金－アルミ間の拡散を抑制できる構造の膜が要求される。

ＩＣＢ蒸着法において、金クラスタイオンの加速電圧を変化させた場合の膜の付着強さを、Fig. 3 に示す。図より、加速電圧 4.5kV以上で常温成膜でも高い付着強さを確保できることがわかる。また、Fig. 4 には反射率を示すが、加速電圧の増大に伴って上昇し、いずれもＥＢ膜(常温)を上回る特性が得られている。これは、金クラスタの運動エネルギの効果(膜の高密度化)によるものと考えられる。さらにこの膜は、高温信頼性試験でも劣化しない。

ＩＣＢ膜の膜質と、基板との界面の状態を詳細に知るため、ＡＥＳによる深さ方向の元素分析を実施した。その結果をFig. 5 a)に示すが、純金膜が基板の酸化膜 Al_2O_3 上に形成された構造をとっている。このため、Al_2O_3 が拡散のバリアとして機能し、Fig. 5 b)に見るように高温保持後も初期の高反射率特性を保証できているものと考えられる。

以上のように、ＩＣＢ法によって付着強さと膜機能の要求を同時に満たすことが可能になった。

引きつづき、化学的に平衡で安定な Al_2O_3 上にＩＣＢ法で強固な結合状態(高付着力成膜)を得ることができる機構についての検討をすすめる。

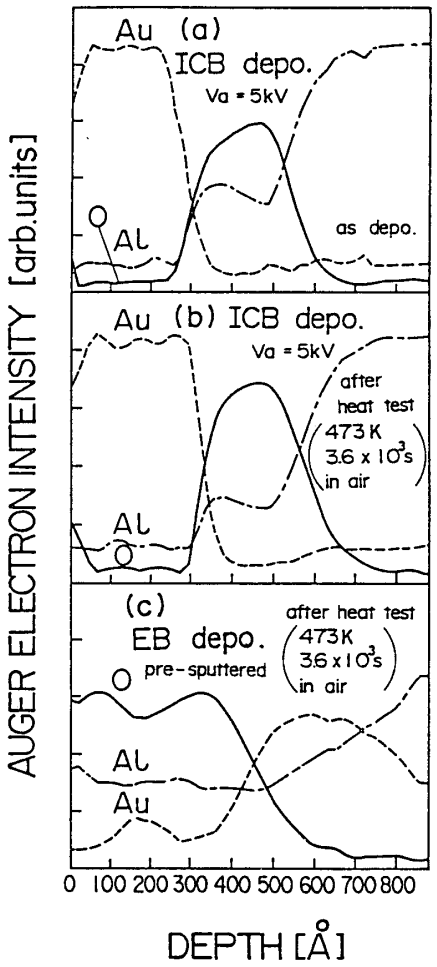

Fig.5 Auger depth profiles of typical films by each deposition process

1) Y. Hashimoto et al, Prcd'ng of M.R.S, (1986)
2) T. Takagi, J. Vac. Sci. Tech. A, 2, (2), (1984) 382
3) 橋本、町田，溶誌，56, (3), (1987) 135

NII-Electronic Library Service