

付 録

A.1 フォトリソグラフィ

A.2 ターゲット構成法による

膜厚分布

A.1 フトリソグラフィー

IDT形成に関して その方法、注意点を述べる (A1)。

① マスク作製

IDTのパターンを拡大して白い紙上に黒いインクで画く。インクは光沢のないものを用いる。

次にミニコピーフィルムを用いて、写真撮影し、現象すると、このネガフィルムがマスクとして使用できる。撮影時には光量にむらが出ないように採光に注意する。また適正露出から2~4倍シャッター速度を遅くする。

ネガを切り取りガラス板に張りつける。これでマスクの完成である。

② 基板の研磨・洗浄

IDTの歩留りを上げるため、完全な鏡面が必要である。

③ 金属膜形成

100°Cを目安に基板加熱を行い、真空蒸着によりAl膜を形成する。低温ではエッチング時の

剥離が生じ、また高温ではクロックの形成が生じ不都合である。

④ レジスト塗布

東京応化 OMR-83 レジストを、スピナを用いて回転塗布する。2000~2200 r.m.p で1分間の塗布を2回行う。レジストは、停止中に試料全面に滴下し、その後、スピナを回転させる。

⑤ ポリバーク

83°C で 20~30分間行う。遮光に特に留意し、金属製の箱等で密閉することが望ましい。

⑥ 露光

紫外線露光装置により10秒間行う。装置のウォーミングアップ、マスクと試料の密着に留意する。

⑦ 現像

専用現象液を用い、3分30秒間行う。コンプレッサー上にシャーレを置き振動を与えながら行う。

⑧ リノス

専用リノス液で1分30秒行う。これも⑦と同様に振動を与えながら行う。

⑨ 水洗い

有機物を流水で洗い流す。水圧が高すぎるとレジスト剥離の可能性がある。洗浄が十分な試料は水はけが良い。

⑩ ポストバーク

160°C, 1時間行う。基板にゴミを残さないため水切りをし、立てた状態で行うとよい。

⑪ エッチング

ポストバーク後、レジストが吸湿しながら行う。エッチャントは20~25°Cの5% NaOH水溶液。普通3~4分で終了する。

エッチング中気泡が生じるので、振動を与えたりエッチャントに出し入れする等の対策を要する。

⑫ 水洗い

⑬ レジスト剥離

専用剥離液を 110°C に加熱し、1 分間侵す。
換気に注意する。また剥離液は テフロン
ピンセットを冒す。

上記行程のうち④～⑦までは紫外線をレジスト
に当てないよう注意が必要である。

A.2 ターゲット構成法による膜厚分布

J. J. Hankら⁽¹⁷⁾は、以下の仮定の基に、複合ターゲットによる膜厚分布を論じた。

仮定 ① 被スパッタ粒子は cosine law^(A2)に従い、同一元素のスパッタ率に位置依存性はない。

② 被スパッタ粒子は 途中散乱せずに基板に到達する。

③ 基板での付着係数は1であり、再スパッタは考慮しない。

ここでは、この論議に基づき、複合ターゲットをリニグ状にスパッタしたときの膜厚分布を計算機を用いてシミュレートした。モデルは PZT 用ターゲットで、Pb, Ti, Zr の 3 金属から構成される。見かけのスパッタ率は $\alpha_{Pb} : \alpha_{Zr} : \alpha_{Ti} = 0.81 : 0.12 : 0.07$ 、ターゲットの面積比は、 $\lambda_{Pb} : \lambda_{Zr} : \lambda_{Ti} = 1.67 : 36.11 : 62.11$ 、侵食領域の内境界は中心より 1 cm、外境界は 5 cm の位置にリニグ状に形成されると考える。この数値は、morphotropic phase boundary (MPB) の組成の PZT を実際に形成するための条件である⁽¹⁸⁾。

このモデルのように、リニグ状侵食領域が θ 方向で組成が変化する場合に、基板上の点 P_0 におけ

る膜厚は、

$$T(P_0) = \sum_{j=Ti, Zr} G_j(P_0) \cdot S_j(\theta) \quad (A-1)$$

$S_j(\theta)$: 基板中心で観察した見かけのスプッタ率

$G_j(P_0)$: 元素 j の点 P_0 における堆積分布

ここで $G_j(P_0)$ は、ターゲットの侵食領域と、観察点の相対的な位置関係から定まるものでこのモデルにおいては

$$G_j(P_0) = \int_r^R dr \int_{\psi_1}^{\psi_2} d\psi \frac{D^2}{(a+b\cos\psi)^2} \quad (A-2)$$

$$\equiv F(R, \psi_2) - F(R, \psi_1) - F(r, \psi_2) + F(r, \psi_1) \quad (A-3)$$

ここで

$$F(r, \psi) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{r^2 - D^2 - \rho^2}{(a^2 - b^2)^{1/2}} \arctan \left[\frac{(a-b)^{1/2}}{(a+b)^{1/2}} \tan \frac{1}{2}\psi \right] + \frac{\rho \sin \psi}{(D^2 + \rho^2 \sin^2 \psi)^{1/2}} \arctan \frac{r - \rho \cos \psi}{(D^2 + \rho^2 \sin^2 \psi)^{1/2}} \right\} \quad (A-4)$$

$$a = R^2 + r^2 + D^2 \quad (A-5)$$

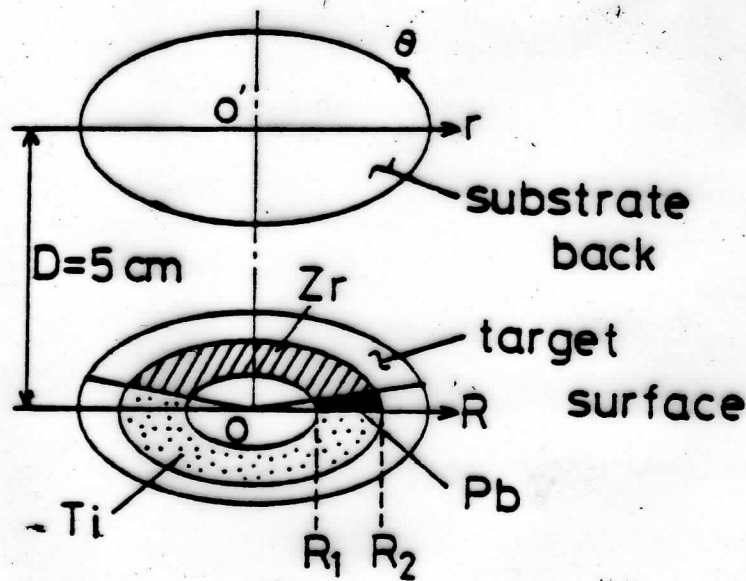
$$b = -2Rr \quad (A-6)$$

となる。(図A-1)

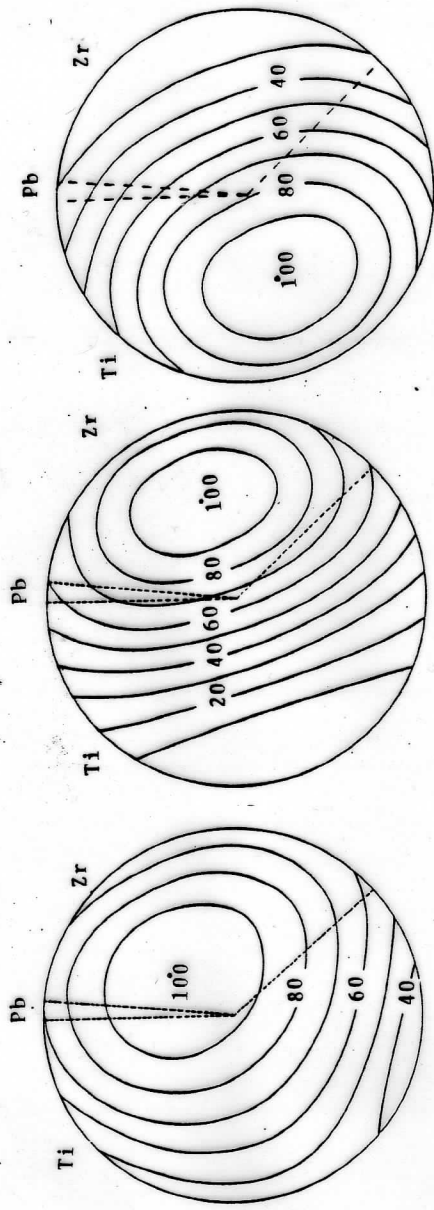
以上の実験データを、式(A-2)に用いて計算により膜厚、 Zr , Ti , 各元素の分布を求めた。

図A-2に示すようにターゲットを4回対称に配置すると、基板上の分布は θ 方向に対して均一化されることかわかる。

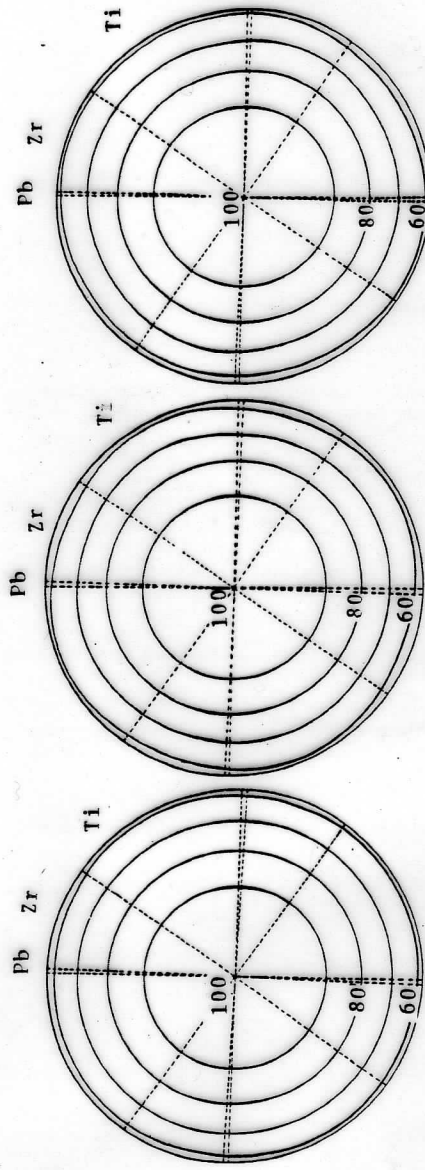
さらに、実験では、入射イオンのエネルギーが低い領域を使用しているため、被スパッタ粒子が Under cosin 分布となることが予想され、さらに被スパッタ粒子の散乱を考慮すると、計算例以上に一様に膜形成ができると考えられる。



図A1 複合ターゲットによる膜厚分布の解析モデル



分割配置を
しない場合



4回対称の
分割配置を
する場合

膜 分布 Zr 分布 Ti 分布

図A-2 複合ターゲットを用いたことによる膜厚分布
点線は ターゲットにおける 各元素の配置を示す。