

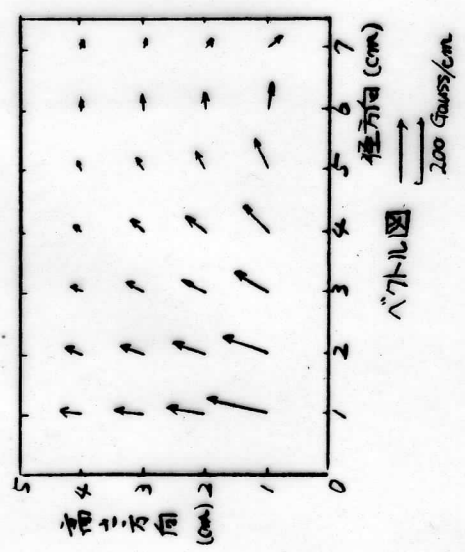
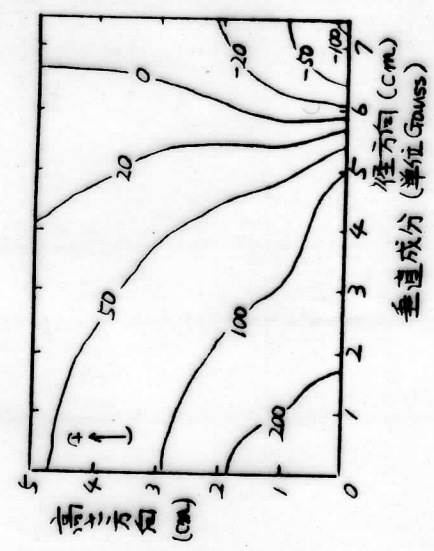
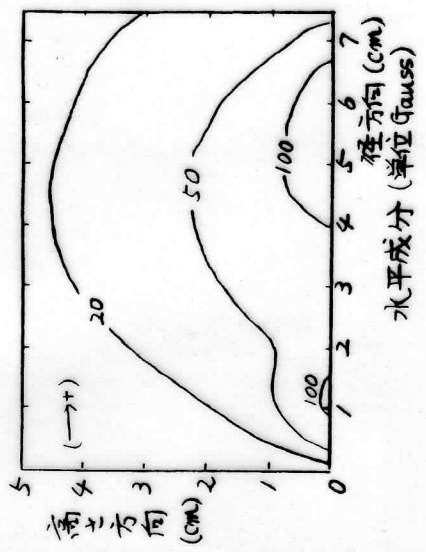
3-3 制御磁極による磁界制御と侵食領域の移動

制御磁極の極性による磁界の変化および対応する侵食領域を 図3-3, および 図3-4 に示す。

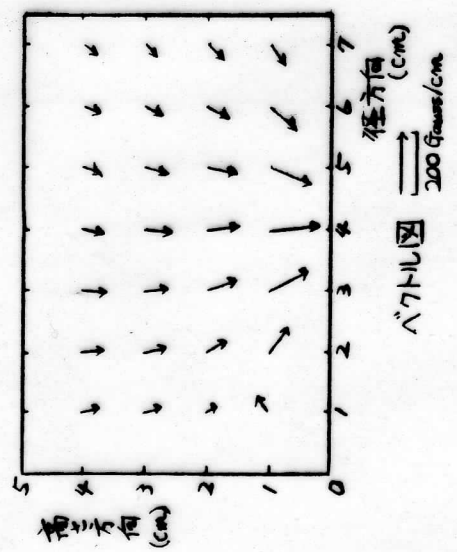
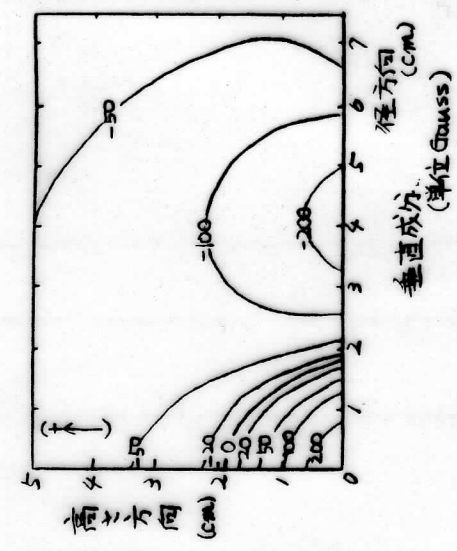
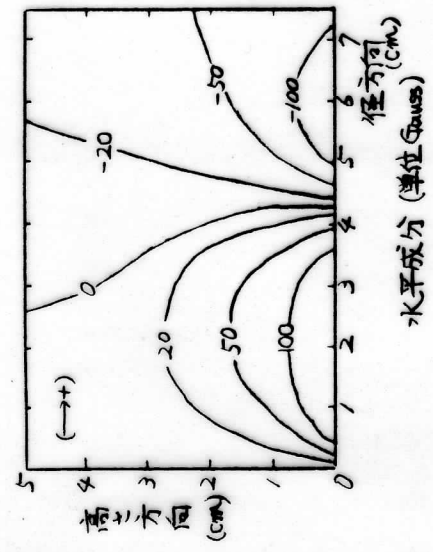
磁界は、ガウスメータにより 水平磁界成分と、垂直磁界成分に分け 磁束密度 (Gauss) を用いて計測した。侵食領域は、アリコート法を用いて観察した。この方法も第2章で紹介したリアクティブ法と同様に 侵食領域を容易に可視化する手法の1つで、前もって CuO 薄膜を付けた Al 板をターゲットとしてスパッタする手法である。そうすることにより、非侵食領域は CuO が黒く残るが、侵食領域は Al が白く露出することを利用し可視化する方法である。

図3-3は、侵食領域位置の基準となる、電磁界直交領域が、制御磁極の極性を切替えることにより、制御磁極の内側もしくは外側の任意の側に移動できることを示している。また重畳磁界平板マグネットロンスパッタ装置の磁界と比較すると、径方面での垂直磁界成分の変化率が大きくなる。

図3-4には、 133Pa Ar-O_2 がス中で、40 Wの電力を投入し形成された侵食領域を示す。極性を N, S と切り換えると、侵食領域が確かに移動することわかった。さらに、この2ヶ所の侵食領域には、

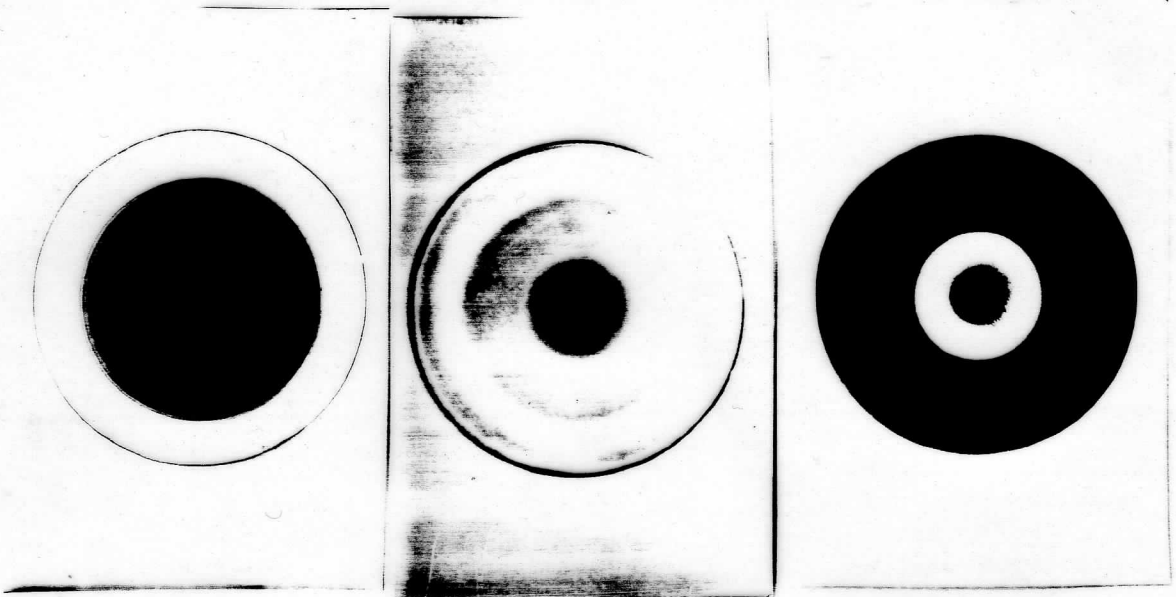


N 極



S 極

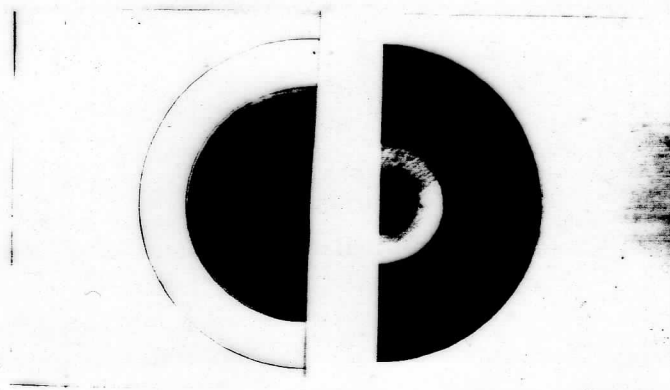
図 3-3 制御磁極の極性による磁界の変化



a) 外側侵食領域
制御磁極: N極
(図3-3 a)に対応)

b) 中間
制御磁極: 非磁化

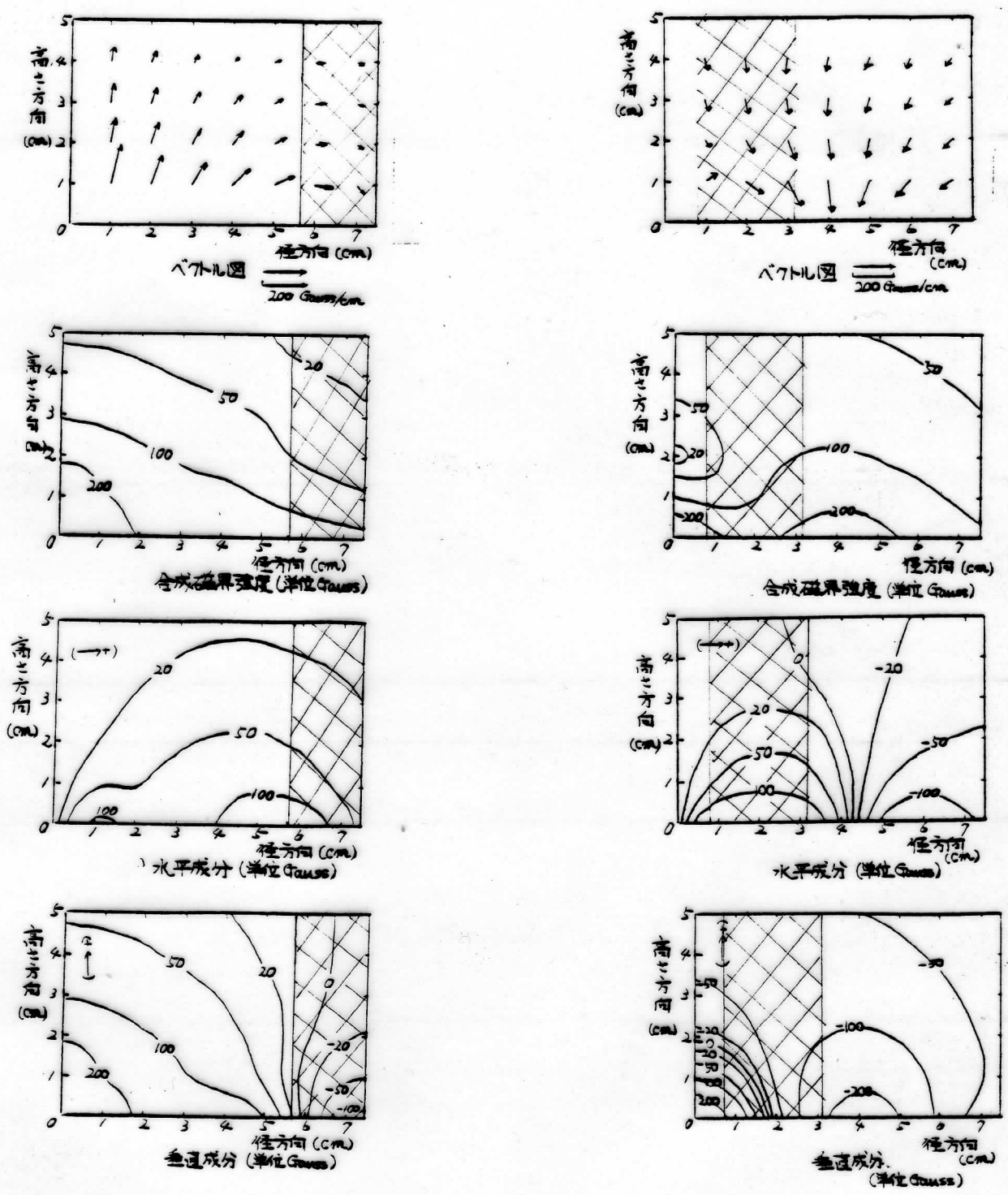
c) 内側侵食領域
制御磁極: S極
(図3-3 b)に対応)



d) 内側および外側侵食領域
位置の比較

図3-4 アリコート法による
侵食領域の観察

白色: 侵食領域
黒色: 非侵食領域



a) N 極 { +BC = 20(Gauss)
 -BC = -100(Gauss)

b) S 極 { +BC = 200(Gauss)
 -BC = 180(Gauss)



図 3-5 侵食領域と磁界の対応

... 侵食領域

共通してスパッタされる領域は存在しない。

実験の結果からは、また、第2章で考察した、侵食領域の境界を決定する臨界垂直磁界強度 B_c は一義的には決まらないことがわかった(図3-5)。この理由としては次の3つの事項が考えられる。まずターゲット外周部において電界は、ターゲットと直交しないこと、次に負グローの高さまでの垂直成分の変化が、侵食領域の境界に反映すること、最後に十分な水平磁界がないと、ターゲット近傍に電子を閉じ込められないため、水平磁界と垂直磁界の双方の影響が侵食領域の境界決定に反映することである。第3要因を考慮すると、垂直磁界は、侵食領域の位置を示すには十分であるが、その幅を記述するには不十分であるといえる。特にガス圧依存性を直接記述できるパラメータも必要である。

また、第1要因を回避するためおよび、スパッタ槽と陰極間の絶縁破壊を避けるため、電極構成に再考の余地がある。

次に侵食領域の制御を通じて、堆積する元素を選別できるようになることを示す。図3-6に示すように、制御磁極の真上にその境界位置がくるようにした、同心円板状複合ターゲットを構成した。ターゲットは、 $PbTiO_3$ 膜の形成を目標として、PbおよびTiを用いて構成している。ここで、Pbが下側になっているのは、熱伝導によるPb板の放熱を特に考慮したためである。

この複合ターゲットを用い、1.33 PaのAr- O_2 ガス中で極性をN極、S極にしてそれぞれスパッタを行なった。それぞれのスパッタ条件を表3-1に示す。

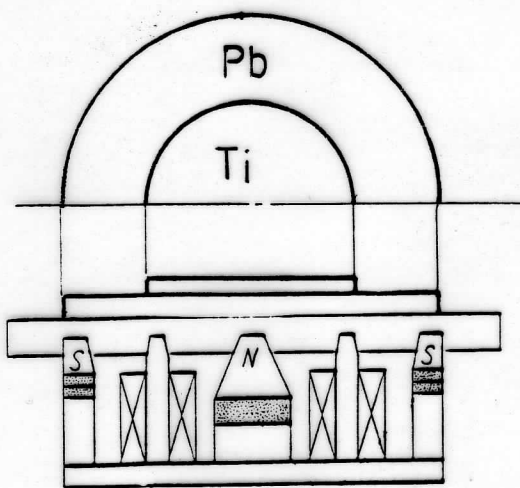
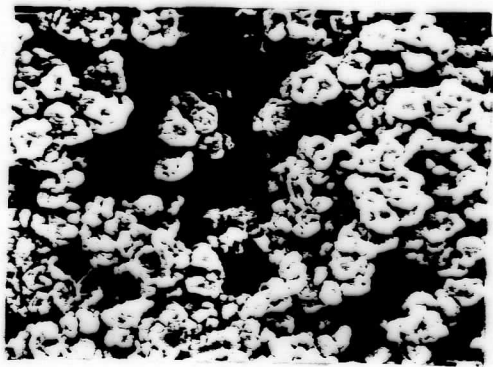
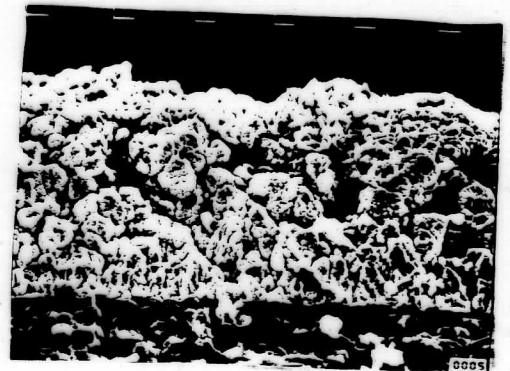


図3-6 複合ターゲット構成法



a) 10 μm



b) 1 μm



c) 10 μm



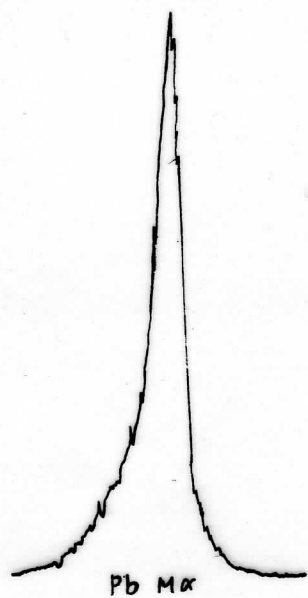
d) 10 μm

図 3-7 鉛酸化物とチタン酸化物膜の SEM 像

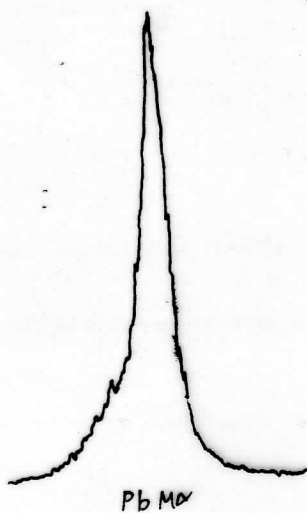
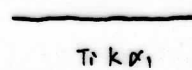
- a) 鉛酸化物膜 表面
- b) " 断面 (倍率に注意)
- c) チタン酸化物膜 表面
- d) " 断面

表 3-1 スパッタ条件

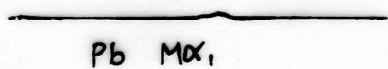
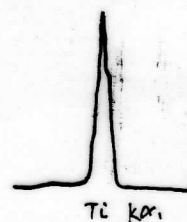
極性		N	S
励磁電流 (A)	内	1	2
	外	1	3
スパッタ時間 (時間)		20	40
電力 (w)		40	
ガス		Ar-O ₂ (9:1) 1.33(Pa)	
基板		アルミナ	



鉛酸化物膜



PbTiO₃
セラミック



鉛酸化物膜

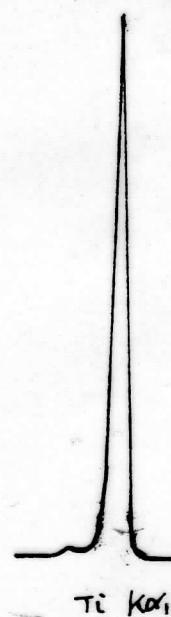


図 3-8

膜の定性分析

図3-7に上記条件で形成した膜のSEM像を示す。
また図3-8に同試料のX線マイクロアナライザーによる定性分析の結果を示す。

制御磁極をN極にすると、鉛酸化物膜が形成され、この膜にはPbは検出されない。膜の形成速度は $310\text{\AA}/\text{min}$ と見積られるが、膜は $0.1\mu\text{m}$ 程度の粒子状組織から形成され、非常に凹凸の激しい表面である。

逆に制御磁極をS極にすると、 $12\text{\AA}/\text{min}$ の形成速度で、チタン酸化物膜が形成される。この膜には1%未満の僅かなPbが含まれている。またこの膜は、柱状組織の成形が見られるものの、平滑な表面をしている。

2元素の膜形成速度の差はスパッタリング率の差や、Pbが低融点であることと関連する。また下膜中にPbが僅かに含まれる点は、放電開始時のプラズマ確定前の時間にスパッタされたとも考えられるが、完全な組成制御を行うためには、克服しなければならぬ問題である。