

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
G11B 11/10 H01F 41/18



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92115102.0

[45] 授权公告日 2003 年 1 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1098522C

[22] 申请日 1992. 12. 24 [21] 申请号 92115102.0

[30] 优先权

[32] 1991. 12. 27 [33] GB [31] 9127439.9

[32] 1992. 4. 13 [33] GB [31] 9208118.1

[73] 专利权人 约翰逊马西有限公司

地址 英国伦敦

[72] 发明人 J·米勒 D·P·A·皮尔逊

P·G·皮彻

审查员 方慧聪

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴增勇 肖掬昌

权利要求书 2 页 说明书 25 页 附图 23 页

[54] 发明名称 多层膜材料体系

[57] 摘要

一种具有薄金属夹层的 Pt/Co 多层膜材料体系, 采用有室温高矫顽力的, 一方形极性克耳磁滞回线, 足够的极性克耳旋转度并适用于磁光记录。这些材料体系使得从多层膜的基片侧能读出和写入信息。以及这种具有薄金属夹层的 Pt/Co 多层膜材料体系的制造方法。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种溅射的Pt/Co多层膜材料体系，该体系具有0.1或更大的极性克耳旋转度，一方形极性克耳磁滞回线，和1000Oe以上的室温矫顽力，该体系包括一基片材料，包含由选自Pt, Pd, Co, Au和Ag构成的组中的一种金属形成的金属夹层，所述金属夹层的淀积厚度小于或等于200Å。
5
2. 根据权利要求1的一种溅射的Pt/Co多层膜材料体系，其中所述材料体系具有超过3000Oe的矫顽力。
3. 根据权利要求1的一种溅射的Pt/Co多层膜材料体系，其中所述材料体系具有超过4000Oe的矫顽力。
- 10 4. 根据权利要求1的一种溅射的Pt/Co多层膜材料体系，其中所述材料体系具有超过5000Oe的矫顽力。
5. 根据权利要求1的一种溅射的Pt/Co多层膜材料体系，其中所述金属夹层由Pt构成，且淀积厚度小于或等于100Å。
6. 根据权利要求1至5中任一种溅射的Pt/Co多层膜材料体系，其中
15 金属夹层为高达50Å的淀积状态厚度。
7. 根据权利要求6的一种溅射Pt/Co多层膜材料体系，其中金属夹层为5-20Å的淀积状态厚度。
8. 根据权利要求1的一种溅射Pt/Co多层膜材料体系，其中基片材料包括玻璃。
- 20 9. 根据权利要求1的一种溅射Pt/Co多层膜材料体系，其中在基片材料上淀积有一层光学增强材料。
10. 根据权利要求9的一种溅射Pt/Co多层膜材料体系，其中基片材料上淀积有一种包括硅或氮化硅的光学增强材料。
11. 根据权利要求1的一种溅射Pt/Co多层膜材料体系，其中每层钴有小于或等于12Å的厚度，每层铂具有小于或等于24Å的厚度。
25
12. 根据权利要求1的一种溅射Pt/Co多层膜材料体系，其中每一钴层有2-5Å厚度，每一铂层具有6-15Å厚度。
13. 根据权利要求1的一种溅射Pt/Co多层膜材料体系，其中多层膜总厚度小于500Å。
- 30 14. 包含权利要求1-13中任一权利要求的溅射Pt/Co多层膜材料体系的磁光盘。
15. 一种用于制作权利要求1所述的Pt/Co多层膜材料体系的方法，

该方法包括以下步骤:

(i) 将金属夹层溅射淀积到基片材料上, 和

(ii) 将金属多层膜溅射淀积到该夹层上, 在此步骤中至少基片和金属夹层之一承受包含高能粒子轰击的高温处理。

5 16. 根据权利要求15的方法, 其中基片材料和金属夹层两者均经受所述高温处理。

17. 权利要求15或16的方法, 其中所述多层膜的溅射淀积包括由到达能较低的粒子对该夹层进行轰击的步骤。

10 18. 根据权利要求15或16的方法, 其中对金属夹层的溅射淀积是在选自Ar、Kr和Xe组中的一种气体中进行的。

19. 根据权利要求18的方法, 其中对金属夹层的溅射淀积是在Ar气中实现的。

20. 根据权利要求15或16方法, 其中对金属的金属夹层的溅射率是小于或等于 $100\text{\AA}/\text{S}$ 。

15 21. 根据权利要求20的方法, 其中对金属的金属夹层的额定溅射率小于或等于 $10\text{\AA}/\text{S}$ 。

22. 根据权利要求15或16的方法, 其中多层膜的溅射淀积是在选自Ar、Kr和Xe组的一种或多种气体混合物中进行的。

20 23. 根据权利要求22的方法, 其中多层膜的溅射淀积是在Ar中实现的。

24. 根据权利要求15或16的方法, 其中金属的多层膜的溅射率高达 $20\text{\AA}/\text{S}$ 。

25. 根据权利要求15或16的方法, 还包括一个对多层膜淀积后的热处理步骤。

25 26. 根据权利要求25的过程, 其中所述热处理步骤是在有氧气氛中实现的。

27. 根据权利要求15或16的方法, 其中金属多层膜包括铂和钴。

28. 根据权利要求15或16方法, 其中金属多层膜包括钯和钴。

多层膜材料体系

发明领域

5 本发明涉及一种新颖的铂/钴多层膜材料体系，并涉及制造多层金属膜的改进方法。

发明背景

具有正交磁性异向的薄膜可能选用于高密度磁性和磁-光(MO)记录中。非晶质稀土过渡金属合金膜已成为主要的MO记录媒体。然而，
10 这类膜都附带某些显著缺点，例如，它们会因其不耐腐蚀和易氧化而受到损害，必须采用钝化的底层和涂层，以及在短波(长)作用下(克耳)光电旋转性小这些缺点妨碍其用于较短波长或“蓝激光器作用下的高密度记录场合。人们已提出选择多层Pt/Co和Pd/Co作为MO媒体。多层Pt/Co是最可取的，因为它们比多层Pd/Co，特别是在较短波长时，呈现更高的
15 的极性克耳效应。

可用于磁光记录的材料，除了需具有正交磁性异向外，还必须具有方形极性克耳磁滞回线，足够的极性克耳转角(θ_k)和足够大的室温矫顽力(H_c)。对MO用途来说，可以认为未增强的极性克耳旋转 0.1° 左右是足够的，但更高值，例如 $0.2-0.3^\circ$ 左右为最佳。现有几种增强极性
20 克耳旋转度的已知方法。矫顽力在热磁记录过程中起着关键作用并在室温下应大于写操作时间所加的磁场。否则，写-磁场可能改变多层中相邻的预写信息。一般说来，大约1000Oe(80KA/m)矫顽力便足够高了。然而，为使多层膜能适用于磁光记录，仅有高矫顽力是不够的。还需要具有方形极性克耳磁滞回线。这种回线由WBZeper等人在1991年8月15日应用
25 物理杂志70(4)期，题为“多层Co/Pt和Co/Pd中进行磁滞，微结构和磁光记录”一文中所定义的，其中磁滞回线的“正方度”定义为：矩形比 $r=H_n/H_c$ ，其中 r 为矩形比， H_n 为成核场和 H_c 为矫顽场。 H_n 和 H_c 示于图1中。对磁-光记录媒体而言， $r=1$ 为最佳，此时 H_c 也大。然而，按我们现有知识，还没有对 r 为何值表明为方形回线和何值不能看作方形的普
30 遍公认的定义。我们假定 r 值低于0.8左右时，不能定义为方形回线。

最佳MO记录性能是在借助蒸发或分子束技术淀积的多层Pt/Co获得

的。虽然，在这些技术中以溅射技术为最佳，但由于其易于为大规模制造时所采用，通常溅射成的膜在室温下没有足够的矫顽力，以致不能用于磁光记录。例如，在日本应用物理杂志28, L659 (1989) 和华盛顿哥伦比亚特区的国际磁学报1989年汇编中记载了由Ochiai等人通过将氩作为溅射气体制备的溅射多层Pt/Co的Hc仅为100-350Oe(8-28KA/m)。这些Hc值是小于或等于用作写-磁场的数量级，后者通常约为40KA/m。因此，对已知的多层Pt/Co而言，在写入新信息时，写磁场可以改变相邻的先写信息。

WO91/08578公开了一种制造铂/钴多层膜的溅射方法，该铂/钴多层膜由铂层和钴层相间构成，用作溅射气体的是氩，氙或其混合物。该文明公开了具有620-1495Oe的室温矫顽力的多层膜并同在氩气中溅射成的具有相同厚度和钴、铂数量的多层膜作了对照，后者的室温矫顽力为265-360Oe。因此结论是：在氩气中溅射的多层膜是不能用于磁光记录的。

因此在获得具有足够大室温矫顽力可用于MO应用场合的Pt/Co多层膜的同时也要保持上述的其他性能，为改善Hc，人们已作了各种尝试，例如使用垫层。

例如，YOchiai等人的EP0304873揭示了为提高Hc，对包括使用垫层的溅射Pt/Co多层膜的研究。然而，一般获得的只是Hc的界限方面的改善而单一的最佳结果700Oe (56KA/m) 需要一1000Å (100nm) 厚的Pt垫层。对于大多数磁光记录应用场合来说，这是不实际的，因为该垫层阻止了从基片侧面来的读和写的信息，而且这么厚的Pt层所具有的较大热容量和热扩散率很可能在利用现时固态激光器可获得的有限功率下禁止了写操作。

WO91/14263公开了厚度约为200至4500Å左右的氧化锌或氧化铟垫层。获得了1090-2900Oe的室温矫顽力。其中氧化层必须在存在氧的情况下溅射，而该多层又是一独立的真空室中溅射，这过程很复杂。从一个室转移至另一室使氧化锌薄膜暴露于大气中，同时为消除暴露期间出现的任何污染还需附加一个工艺步骤。

发明目的

为改善淀积膜的性能，其他工作包含对生长表面或基片的加热。

我们已发明了一种新颖、溅射的Pt/Co多层膜材料系，该材料系具有

较高室温矫顽力，一个方形极性克耳磁滞回线和足够的极性克耳旋转性，可用作磁光记录媒体。

发明方案概述

因此，本发明提供一种溅射的Pt/Co多层膜材料体系，该体系具有0.1
5 或更大的极性克耳旋转度，一方形极性克耳磁滞回线，和1000Oe以上的室温矫顽力，该体系包括一基片材料，包含由选自Pt, Pd, Co, Au和Ag构成的组中的一种金属形成的金属夹层，所述金属夹层的淀积厚度小于或等于200Å。

优选地本发明的溅射的Pt/Co多层膜材料系，大于2000Oe的室温矫
10 顽力，包括基片材料；包括厚度淀积至200Å的铂金属夹层；和一个Pt/Co多层膜。本发明包括一基片材料，一含有淀积厚度高达200Å的铂金属夹层；和一多层Pt/Co的Pt/Co多层膜材料系的室温矫顽力可显著超过2000Oe，例如超过3000Oe，或超过4000Oe，或超过5000Oe。

该非铂金属夹层可包括选自Pd, Co, Au, Ag, Rh, Ir和Cu这组
15 的一种金属。非铂金属夹层最好包括选自Pt、Pd、Co、Au和Ag这组的某一金属。

为易于从基片侧面读出和写入信息，较薄的夹层是更可取的。因此，铂或非铂金属夹层最好具有最大50Å的淀积厚度，例如为5-20Å。

基片材料可为诸如合适金属或介电材料或诸如聚碳酸酯或玻璃之类的
20 的聚合物等任何适宜材料。就商用MO盘而言，通常的做法是：在基片和MO材料之间包含诸如氮化硅之类的“光增强层”。所以，对本申请发明来说，对基片的基本要求是要包括在基片上所淀积的一层或多层用于光学增强的材料。因此，例如，该基片材料可为玻璃或在其上淀积选自硅，氮化硅和二氧化硅组的一种材料的玻璃。

就多层膜而言，每一层钴最好有高达12Å厚度而每层铂最好厚达
25 24Å。最佳情况是每层钴厚为2-5Å，同时每层铂厚为6-15Å。最好，多层膜的总厚度小于500Å。最好，多层膜总共包含多达20层，或10个Pt/Co“周期”，例如5-10周期。

本发明的多层膜得益于在获得方形极性克耳磁滞回线的同时增强了
30 矫顽力，而没有象由先有技术金属夹层MO膜因禁止了从基片侧读，写信息而显示出的那种缺陷。由于采用了淀积成16Å厚的超薄Pt垫层，现

已获得超过5K0e的矫顽力。就拥有便于从基片侧读出和写入性能而言，本发明的多层膜享有胜过先有技术金属夹层MO膜的显著优点。

本发明的多层膜材料体系可用于任何类型的磁光盘构型。所以，本发明还提供一种包括本发明多层膜材料体系的磁光盘。这种盘一般包括在基片上的光学增强层。还可在该多层膜顶上任选地设置光增强层，和/或设置例如铝反射层。

采用制备本发明多层膜的该方法不仅适于制备Pt/Co多层膜，而且适于制备任何金属多层膜。

所以，本发明的另一目的是提供一种制造具有金属夹层并适用于磁光记录的金属多层膜的改进方法。

于是，本发明提供了一种用于制作适用于磁光记录的金属多层膜的方法，包括以下步骤：

(1) 在一基片材料上溅射淀积一金属夹层；和

(2) 在该夹层上溅射淀积一金属多层膜，其中至少基片与金属夹层之一经受包括高能粒子轰击的高温处理。

最好，基片材料和金属夹层两者均经受高温处理。

金属夹层的高温处理可与所述夹层的溅射淀积同时进行或在其后进行。所述高温处理具有减小金属夹层淀积厚度的效果。

溅射淀积可借助任何适当手段预以实现，许多这类手段均是本领域众所周知的，例如，直流或射频或微波磁控管溅射，二极或三极溅射，或借助来自离子或原子枪的高能粒子轰击靶的溅射。

在多层溅射期间，基片和多层成分的溅射源之间的距离可以是不同的而且是根据粒子离开溅射靶时的起始能量，和溅射期间该溅射气体的本性，压力，组分和温度，按照压力距离的关系而变，以便在薄膜生长期间在基片处获得理想的冷凝金属粒子到达的低能量。

该夹层的溅射淀积可用任何惰性气体或惰性气体的混合物来实现。最佳溅射气体是Ar，Kr和Xe。溅射率可达金属的几百Å/S，但最好达100Å/S，例如达10Å/S。

为影响基片和/或金属夹层的表面特性，在淀积夹层或多层膜前要采用高温热处理。在薄膜生长的起始阶段，基片表面的性质对生成的膜结构产生决定性的影响。Pt/Co多层薄膜的薄的特性允许通过对生长表面进

行表面操纵而在某种程度上控制了薄膜的生长，以产生有益于MO特性的薄膜微结构。在本发明方法中，没有必要为了有利于增强MO性能而加热。经适当操纵，生长的该表面不会由于在薄膜淀积时使用低能粒子而消除，从而能在MO薄膜中建立起一种提供理想MO特性的生长方式。

- 5 高温处理可方便地通过下列方式提供。例如应用低压气氛下，对基片工作台施加射频激励或直流偏置，或在低压气氛下将基片或夹层接近等离子源放置，或通过由诸如离子或原子枪之类粒子枪的粒子轰击。

在过热处理中对基片采用射频激励的场合，涂敷的夹层淀积厚度达50Å左右的场合，所施加的包括高能粒子轰击的能量密度可适宜地达到10 300Jcm⁻²，同时功率密度适宜地达到0.35Wcm⁻²。然而，视基片的性能而定，可使用较大的能量密度和功率密度值。

在一特定实例中，此处，对夹层的高温处理采用了射频激励，在显微镜用承物玻璃片上所淀积的Pt夹层厚度约为16Å和25Å，在能量密度高于100Jcm⁻²和功率密度超过0.3Wcm⁻²，得不到明显的好处。对16Å厚的Pt15 夹层而言在夹层高温处理中获得的最佳矫顽力为约20 J cm⁻²和0.067 W cm⁻²。对25Å厚的Pt夹层而言，在夹层高温处理中，观测到的最佳矫顽力为近似40Jcm⁻²和0.133Wcm⁻²该基片的高温处理在0.33Wcm⁻²的功率密度下始终为140Jcm⁻²的能量密度。对于不同的金属夹层和不同的淀积夹层厚度，能量密度和功率密度的不同值将给定某一已知基片和基片高温处理20 规范的最佳矫顽力。

金属多层膜的溅射可在任何惰性气体或惰性气体的混合物中进行。最佳溅射气体为Ar，Kr和Xe。金属的溅射率通常可达20Å/S。

与先有技术所建议采用氩或氪相比，本发明能在氦气气氛中淀积多层膜是一个有重大价值的经济优点。

- 25 金属多层膜或金属夹层可在淀积后进行热处理。最好，对金属多层在淀积后进行热处理。所述热处理在有氧气氛中，例如在空气或包含空气和/或氧气的气体混合物中进行是有利的。该热处理的效果是随氧气压
- 力而可变的。采用高于大气压的压力可能是有益的，这种预料可能是合理的。另一方面，人们认为：所述热处理可在氧气作为一种结合形式存30 在的气氛中进行。

一般说来，该热处理包括，加热，保温（settle）和降温这几个阶段，

尽管保温阶段不是主要的。加热可加至大约200-300℃，例如200-250℃，也可以任何加热速率，诸如10℃/S或100℃/S左右。加热速率不是重要的。加热可以一个或多个阶段实现，在每一阶段后可达到或不达到热稳定态。热辐照可为连续或周期的，或部分连续和部分周期的。所述加热可由任何适当的装置供给，例如，加热可在一炉子中实现，或可将样品置于一待加热的容器中，或可由一个或一个以上的连续电阻性热源或诸如灯丝或放电灯源供给。因此，照明灯泡，如卤素照明灯泡，可用作本发明中的加热的源。此处，可用一个或多个照明灯泡。在本发明方法中，这些灯泡以间隙与多层膜隔开，围绕该膜，例如在其上方或下方相距一定距离。任一灯泡与多层膜之间的距离，例如，根据灯泡瓦数，薄膜厚度和基片的热性能而变化。最好，用曲面反光器环绕灯泡，以增强对薄膜样品的辐射度和/或使该辐射均匀。用抛物面反光器以实现对该样品的均匀照度是有利的。

热处理的第二阶段是任选的保温阶段，此时，在一段时间内维持其温度，例如经历30分钟，或最好达到一分钟。此后，冷却该材料或在一个或多个阶段中必要时以不同速率使其冷却。冷却可采用任一速率，例如10℃/S，或最好为100℃/S。可采用任一合适的冷却方法。需要时所述热处理可在磁场内进行。

在工业环境下，加热和冷却速率会尽可能高。

现以下列实例描述本发明，这些实例只为阐明本发明，而并非限制其范围。

附图简述

图1-14表示在对应于实例1-14的多层薄膜体系中所获得的MO性能。

实例1-1C说明具有16Å厚的Pt夹层的溅射Pt/Co多层膜材料系。实例1c的薄膜是在氩中溅射的。

实例2和2A表示具有8Å和50Å厚的Pt夹层的溅射Pt/Co多层膜。

实例3使用Pt, Pd, Co, Au和Ag, Cu夹层。

实例4和4a运用硅和氮化硅“基片”，即，夹层是被溅射到硅和氮化硅上的，但真正的基片不是硅或氮化硅，例如为玻璃。

实例5改变多层膜的Pt/Co之比例和多层膜层积高度。

实例6A-D表示高温处理的效果。

实例7A-F研究金属多层膜对热处理的响应。

实例8A-L研究夹层的高温处理与热处理之间的关系。

实例9-12承受各种热处理膜与未受这种处理的膜的对照。

实例13研究大气对热处理效果的影响。

5 实例14示出一Pd/Co体系，而实例15示出具有不同夹层的Pd/Co体系。

优选实施例详述

磁光测量是在采用一定制的极性克耳回线描绘器在670nm（核矩）下完成。除非另有指示，测量是通过该材料的多层侧测出的。

10 在所有实例中，所用的溅射机是由英国Hampshire, Havant的Nordiko有限公司供应和在Johnson Matthey技术中心改进的NordikoNS3750。在所有情况下溅射电极均是DC和/或RF平面磁控管。除非有其他说明，所有热处理均在空气中和大气压下进行。

实例1

15 所获得的性能：方形极性克耳磁滞回线
室温矫顽力为2.58KOe
极性克耳旋转0.29°。

一个预先清洁了的玻璃基片安装到一真空室内的基片台上，该真空室被抽至基本压力为 2.5×10^{-6} mb。

20 用表测量进入一抽气室的纯Ar气，以获得 1.5×10^{-2} mb的压力，并使该系统能均衡几分钟（“气体均衡1”）。

表面总面积为2960cm²的八面基片台座落在离铂溅射源11cm和离钽溅射源11cm处，并以每分钟6转的速度旋转，同时对基片台施加13.56MHz的1000瓦相当于0.34W/cm的恒定射频（RF）功率，达7分钟，使该基片台相对于地电位形成近似245v的负偏压（“高温处理s1”）。

25 在基片台为装有8”×4” Pt靶的平面磁控管源的光闸（shutters）所阻挡的情况下，将124W直流功率加至溅射源达几分钟以清洁溅射靶和建立工作稳定态（“靶预调整阶段”）。

然后，以连续两次通过Pt溅射源的方式淀积Pt夹层，形成总厚度16Å。
30 加到溅射电极的功率是124W，相对于地电位的电极偏压是-414V。基片处于相对“地”电位12至15V的负电位，基片对靶相隔11cm，基片台以6rpm

速度旋转（“夹层淀积”）。

将射频功率（13.56MHz）加至基片台，对Pt夹层表面进行高温处理。在5分钟时间内供以200W RF功率，建立对地-105V的台偏压，基片台以6rpm速度旋转（“高温处理S2”）。

- 5 为产生所需多层结构，在与RF平面磁控管源完全相对但面对Pt源的位置设置有Co通量源。从每一源发出的通量受到置于其间的基片台的遮蔽。为增强磁控管的溅射效果采用了一个薄Co靶（8" × 4" × 1mm）。在基片遮蔽两溅射源的同时，对Pt或Co各自淀积率所需功率分别加至每个源，以制作多层结构。该情况维持数分钟，使溅射源能在所需淀积率的各自功率设定值上达到均衡（多层膜淀积前的靶预调）。
- 10

- 移去遮蔽基片台的光闸，以使两源的通量入射在台上，被旋转的基片通过两源，产生了Pt层和Co层的相间结构。第一层和最后一层是Pt，在基片台旋转9.5圈时获得总共19层结构。为在基片每通过一次即获得近似3Å厚的Co淀积层，台转速是6rpm，同时Co溅射电极加有恒定的RF功率。将恒定的DC功率加至Pt溅射电极，便可在每通过其一次获得约8Å厚的Pt层（“多层膜淀积”）。124WDC功率加至Pt溅射电极时，便可形成Pt靶上的-414V偏压。用400W RF功率建立Co靶上的-600V对地自给偏压。该基片处于对地的1至2V负电位。对气体的计量与将溅射电极与基片台的隔离，同前述“高温处理S1”段。
- 15

- 20 将淀积有多层膜的玻璃基片从溅射室取出。

本例的极性克耳磁滞回线示于图1中。

实例1A

所获得的性能： 方形极性克耳磁滞回线

室温矫顽力为3.15Koe

- 25 极性克耳旋转度0.269°。

在下列特定调整条件下，仿效实例1的工序。

“靶预调”阶段施加120W直流功率。

在“夹层淀积”阶段，对电极施加对地电位为-414V的120WDC功率。

在“高温处理S2”后，将氩气压力调到 2.5×10^{-2} mb（“气体均衡2”）。

- 30 在“多层膜淀积”阶段，对DC电极施加120WDC功率，在Pt溅射靶上建立-400V偏压。

所获得的极性克耳磁滞回线示于图1A中。

实例1B

所获得的性能： 方形极性克耳磁滞回线
回线室温矫顽力5.06KOe
极性克耳旋转度0.30° 。

在下列特定调整条件下，仿效实例1A的步骤：

基片为由Pilkington Micronics, Clwyd制造的光盘玻璃基片。

在“气体均衡2”阶段期间，将氩气压力调至 3.5×10^{-2} mb。

在“多层膜淀积”阶段，对DC电极施加120W直流功率，在Pt溅射靶上建立-380V偏压。对Co靶，用400W射频功率建立对地的-570V自给偏压。

所得到的极性克耳磁滞回线示于图1B中。

图1B(i)示出通过该材料基片侧所获得的该回线。

实例1C

所获得的性能： 方形极性克耳磁滞回线
室温矫顽力4.78KOe
极性克耳旋转度0.285° 。

在下列特定调整下遵循实例1A的步骤：

基片为：显微镜用承物玻璃片；

在“气体均衡2”阶段期间，从真空室抽出氩气而Xe气得以进入，以建立 1.3×10^{-2} mb压力。

在“多层膜淀积”阶段，对DC电极施加120W的DC功率，以在Pt溅射靶上建立-624V偏压。在Co靶上，用400W的RF功率，以建立对地电位为-550V的自给偏压。基片对地电位为1-2V负电位。

所得到的极性克耳磁滞回线示于图1C中。图1C(i)示出通过该材料基片侧所获得的该回线。

实例2

所获得的性能： 方形极性克耳磁滞回线
室温矫顽力2.59KOe
极性克耳旋转度0.279° 。

在下列特定调整条件下，按实例1步骤进行：在“靶预调”阶段，施加120W直流功率。在“夹层淀积”阶段期间，对电极施加对地电位为-414V的120WDC功率。总厚度近似8Å的夹层是在通过Pt溅射电极时一次淀积而成。

- 5 包含一“气体均衡2”阶段（见实例1A），此时氩气压力被调至 2.5×10^{-2} mb。

在“多层膜淀积”阶段，对DC电极施加120W的DC功率，以在Pt溅射靶上建立-386V的偏压。对Co靶施加400W的RF功率，建立对地电位为-386v的自偏压。

- 10 图2示出所获得的极性克耳磁滞回线。

实例2A

所获得的性能：方形极性克耳磁滞回线

室温矫顽力3.23KOe

极性克耳旋转度 0.225° 。

- 15 按实例1的第1和2段。

表面总面积为2960cm²的八面基片台位于距铂溅射源11cm处，距Co溅射源11cm处，并以6rpm速率旋转，同时对基片台施加13.56MHz的700瓦恒定RF功率相当于0.24Wcm达20分钟，使该基片台相对于地电位建立起近似210V的负偏压（“高温处理S1”）。

- 20 在基片台为装有8“×4”Pt靶的平面磁控管源的光闸所遮蔽的情况下，对溅射源施加120W直流功率达数分钟，以清洁溅射靶并建立工作稳定态（“靶预调阶段”）。

然后，以接连6次通过Pt溅射源的方式淀积Pt夹层，建立的总厚度近似50Å。加到溅射电极的功率为120W，电极对地电位的偏压为-408V。

- 25 基片对地电位为12至15V的负电压。基片与靶相距11cm，基片台以6rpm速率旋转（“夹层淀积”）。

然后，通过对基片台施加RF功率（13.56MHz）对Pt夹层表面进行高温处理。施加150W的RF功率达10分钟，以建立台对地的偏压-90V，基片台以6rpm速率旋转（“高温处理S2”）。

- 30 然后将氩气压力调至 2.5×10^{-2} mb并使其均衡（“气体均衡2”）
为产生所需多层结构，通过将一RF平面磁控管源直接置于相对但面

向DC平面磁控管Pt溅射源来设置Co通量源。来自任一源的通量为位于其间的基片台所遮蔽。采用一薄Co靶（8”×4”×1mm），以增强磁控管溅射效果。在基片由于两个溅射源而被遮蔽的情况下，对每个源分别施加为制备多层结构，对Pt或Co各自淀积率所需功率值。该情况维持数分钟，使溅射源能在所需淀积率的各自设定功率值上达到均衡（多层膜淀积前的靶预调）。

移去遮蔽基片台的光闸，以使两源的通量投射在台上，旋转的基片通过两源，产生了Pt层和Co层的相间结构。第一层和最后一层是Pt。台每旋转9.5圈便获得总计19层结构。为在基片每通过一次便获得近似3Å厚的Co淀积层，台的旋转速率为6rpm，同时Co溅射电极加有恒定的RF功率。将恒定的DC功率加至Pt溅射电极，便可每通过一次获得近似8Å厚的Pt层（“多层膜淀积”）。120WDC功率加至Pt溅射电极时，便建立Pt靶上的-391V偏压。用400W的RF功率建立Co靶上的对地电位为-560V的自给偏压。基片处于相对于地电位的1至2V负电位。对气体的计量与将溅射电极相对基片台的隔离，如同前述（“高温处理S1”，“气体均衡2”）。

将淀积有多层膜的玻璃基片从溅射室取出，所获得的极性克耳磁滞回线示于图2A中。

实例3

在下列特定调整条件下，按实例1A的步骤：

在“夹层淀积”阶段，以类似于前面诸实例中用图解说明对Pt夹层所述方法淀积近似50Å厚的Pt或Pd或Co或Ag或Au夹层，同时适当调节加到溅射靶的功率，通过靶的次数和基片台旋转速度，以达到厚度为50Å的夹层。

获得的MO性能如下：

“淀积状态”体系（即没有任何热处理）

	夹 层				
	Pt	Pd	Co	Ag	Au
H _c (kOe)	2.57	1.56	1.38	1.67	1.89
θ _k (°)	.23	.22	.3	.13	.17

将具有Pt和Pd夹层的样品置于155℃空气气氛和大气压下的炉子内，

保温40分钟。然后，从炉内取出样品，置于一铝块上。两分钟后，样品的温度已降至室温。

此时测得的MO性能如下：

“热处理的”体系

5		夹 层	
		Pt	Pd
	H _c (kOe)	3.31	1.82
	θ _x (°)	.21	.20

10 实例4

所获得的性能： 方形极性克耳磁滞回线

室温矫顽力3.19KOe

极性克耳旋转0.189° 。

在下列特定调设整条件下，仿效实例1的步骤：

15 将氮化硅“基片”装入真空室并将该室抽空。

在“靶预-调”阶段，施加120W的直流功率

在“夹层淀积”阶段，加到电极的DC功率是对地电位为-406V下的120W。

在“气体均衡2”阶段，氩气压力被调至2.5 × 10⁻²mb。

20 在“多层膜淀积”阶段，加到DC电极的是120WDC功率，以在Pt溅射靶上建立-384V的偏压。对Co靶施加400WRF功率，以在co靶上建立柏对于地电位为-575V的自给偏压。

该极性克耳回线示于图4中。

25 实例4A

所获得的性能： 方形极性克耳磁滞回线

室温矫顽力为3.08KOe

极性克耳旋转度0.146°

在下列特定调整条件下，仿效实例4的步骤：

30 将硅“基片”装入真空室并将该室抽空。

方形回线矫顽力示于图4A。

实例5

所获得的性能：方形极性克耳磁滞回线

室温矫顽力：2.28KOe

5 极性克耳旋转度 0.168° 。

在下列特定调整条件下，仿效实例1A的步骤：

在“气体均衡2”阶段期间，将氩气压力调到 2.5×10^{-2} mb。

在“多层膜淀积”阶段，该结构包括在基片台旋转7.5圈中形成的总共15层。每通过Co和Pt电极各一次，淀积成近似于 $3\text{\AA}$ 的Co和 $15\text{\AA}$ 的Pt。

10 将215WDC功率加到DC电极，建立Pt溅射靶上的-422V偏压。采用400W的RF功率在Co靶上建立相对于地电位的-570V自给偏压。在多层膜淀积期间，基片处于1至2V的负电位。

图5示出所获得的极性克耳回线。

15 实例6A-6D

在下列特定调整条件下，仿效实例1A的步骤：

在“夹层淀积”阶段期间，加到电极的DC功率是对地电位为-409V下的120W。

20 在“多层膜淀积”阶段，120W的DC功率被加至DC电极，以在Pt溅射靶上建立-386V的偏压。400W的RF功率被加到Co平面磁控管溅射电极，建立对地电位为-560V的自给偏压。基片台处于相对地电位为负1-2V的偏压下。

实例6A-6D的各实例承受高温处理的情况如下：

6A无高温处理

25 6B仅对基片高温处理

6C仅对夹层高温处理

6D对基片和夹层均进行高温处理。

以上诸例的极性克耳回线分别示于图6A-6D中。显然，对基片和夹层均进行高温处理时得到最佳结果。

30

实例7A-7F

在下列特定调整条件下，仿效实例1A的淀积步骤：

在“夹层淀积”阶段期间，为偏置生长的夹层，加到电极的DC功率是对地电位-374V下的120W，同时将1000W的RF功率加到基片台。在淀积期间，基片台对地电位的偏压近似-235V。该台的转速为6rPm并通过
5 PtDC磁控管溅射电极进行6次淀积。在基片台没有RF偏置情况下，淀积状态Pt夹层的总厚度近似50Å。

在“多层膜淀积”阶段，加到DC电极的DC功率为120W，以在Pt溅射靶上建立-386V的偏压。400W的RF功率被加到Co平面磁控管溅射靶，以建立对地电位为-560V的自给偏压。

10 在多层膜制作过程中偏置生长夹层同高温处理阶段的配合情况和对诸仿效实例而言，接着的任何淀积后热处理示于下表中：

实例	S1	S2	淀积后热处理
7A	*	*	
7B	*	-	
15 7C	-	*	
7D	-	-	
7E	*	*	*
7F	*	-	*
20 * = 已施加处理			
- = 未处理			

其中可用的淀积后热处理是根据以下步骤实现的：

将样品7E固定到铂棒并在1.5分钟内从23℃加热至153℃。样品在该温度下保温30分钟，然后在4分钟内冷却到23℃。

25 样品7f被固定到铂棒，在1分钟内从24℃加热至126℃。令样品在126℃下保温30.5分钟，此后，在3分钟内将其冷却至24℃。

下表示出以上诸例的室温矫顽力和克耳旋转度。

实例	H _c (kOe)	θ (°)
7A	5.3	0.29
9 7B	4.23	0.28
7C	5.92	0.28

7D	3.71	0.24
7E	7.31	0.25
7F	4.86	0.27

实例8

5 对实例8A-8L，适当地仿效实例1A的步骤如下列指示那样实现S1，夹层热处理， S2， 淀积后热处理。

实例	S1	夹层热处理	S2	淀积后热处理
8A	-	-	-	*
10 8B	*	-	-	*
8C	-	-	*	*
8D	*	-	*	*
8E	-	*	-	-
8F	*	*	-	-
15 8G	-	*	*	-
8H	*	*	*	-
8I	-	*	-	*
8J	*	*	-	*
8K	-	*	*	*
20 8L	*	*	*	*

S1和S2如前述； 对夹层和/或多层膜的热处理过程描述如下：

夹层

25 诸样品被置于180℃的炉内，保温50分钟，然后将其取出并放入铝块内，以冷却。在近似2分钟内达到室温。

多层膜

诸样品被置于155℃的炉内，保温40分钟，然后将它们取出，放入一大块铝中。大约2分钟后降至室温。

每种样品所获结果如下：

实例：	多层膜矫顽力和极性克耳旋转度											
30 8A	8B	8C	8D	8E	8F	8G	8H	8I	8J	8K	8L	
e_k (°)												
	.11	.13	.18	.30	.18	.12	.25	.27	.16	.09	.22	.24

H _c (kOe)													
1.42	2.73	3.08	5.4	.78	.83	1.64	2.09	.32	.41	1.64	2.48		

5 * 已施加处理
 - 未处理

由这些结果可见：至少S1或S2之一者是基本的，但最好为两者皆有；
连同淀积后的热处理，则就特别有利。
以上各例的极性克耳回线分别于图8A-8L。

10

实例9A

在下列特定调整条件下，仿效实施1A的步骤：

在“高温处理S1”时，700W的RF功率被施加20分钟，台转速维持在6rpm下，在基片台上产生对地为-200V的偏压。

15 除了采用6次连续通过而淀积以外，如实例1A那样淀积近似50Å厚的Pt夹层。

在所有处理阶段始终将氩气压力维持在1.5 × 10⁻²mb。
在淀积磁光膜以后，从真空室取出基片并根据下列过程进行热处理。
样品在两个周期内被加热。

20 第一周期

将样品附连到Al块并在采用加热Al块的卤灯泡从17℃至51℃至100℃至146℃逐步加热至176℃。样品在每一中间温度下维持3分钟左右。样品在176℃下维持15分钟，此后，使样品冷却至室温。

第二周期

25 将样品附连到Al块，并在采用加热Al块的卤灯泡下，从18℃至50℃至98℃至146℃，逐步加热至182℃左右。样品在每个中间温度下维持3分钟左右。样品的温度在182℃下维持14分钟，此后，使样品冷却至室温。

图9A（i）和9A(ii)示出通过磁光膜测得的状态淀积的和热处理样品的极性克耳回线。所获得的性能是：

30

加热处理以前 加热处理以后

$\theta_k(^{\circ})$	0.193	0.176
Hc(KOe)	1.37	2.68

实例9B

- 5
- 在按以下特定调整条件下，仿效实例1A的步骤：
该基片为Pilkington光数据存储盘玻璃。
在基片淀积磁光膜后，将其从真空室取出并按下列方法进行热处理。
将样品放入140℃的炉内经60分钟，然后从炉子中取出使其冷却至室温。
图9B(i)和9B(ii)示出了通过磁光膜测得的淀积状态的和热处理样品的
10 极性克耳回线。
所获得的性能如下：

	热处理前	热处理后
极性克耳旋转度	0.316°	0.281°
15 矫顽力	3.58Koe	5.2KOe

实例9C

- 在下列特定调整条件下，仿效实例1A的步骤：
基片为显微镜的承物玻璃片。
20 待基片淀积磁光膜后，将其从真空室取出并按下列4步方法进行热处理。
步骤1：
将样品放入140℃的炉内，经60分钟取出并使其冷却至室温。
步骤2：
25 重复步骤1
步骤3：
将样品先放入140℃炉内，经81分钟，然后在该炉内放64分钟，最后在炉内64分钟。在每个炉内加热步骤之间和在最后一次炉内加热步骤以后，使样品冷却至室温。
30 步骤4：
令样品在140℃的炉内经四次热处理，第一次为64分钟，以后为81分

钟，60分钟和169分钟。象前面一样，在每次炉内加热步骤之间和在最后一次炉内加热步骤以后，使样品冷却至室温。

图9c(i)-(V)示出淀积状态样品的极性克耳回线和经上述连续处理后的样品的极性克耳回线。该样品是通过磁光膜测量的。

5 所得到的性能如下：

		室温矫顽力	极性克耳旋转 (°)
	淀积状态	3.15	.269
	处理后 (1)	4.33	.253
		(2)	4.81
			.249
10		(3)	5.55
			.242
		(4)	6.04
			.244

由以上结果可断定：对磁光性能而言，至少一个热处理是有利的。然而，经上述加热处理（3）和（4）后，矫顽力是以牺牲极性克耳磁滞回线的方形而增大的。

15

实例10A

在下列调整条件下，仿效实例1的步骤：

20 基片为Pilkington的光学数据存储盘玻璃。

在“靶预调”阶段，施加120W的DC功率。

在“夹层淀积”阶段期间，加到电极的DC功率是对地电位为-406V下的120W。

25 在“多层膜淀积”阶段，将120W的DC功率加到DC电极，在Pt溅射靶上建立-406V的偏压。

淀积后，样品承受以下所述的热处理过程：

采用两个250W卤灯泡（OsramLtd类号250-075），在空气中，大气压下加热样品；该灯泡封壳一半是镀金的。样品表面到灯丝距离约为38mm。

30 灯泡被接通38秒，然后以持续时间为0.21秒的脉冲在1.43Hz频率下循环18秒。然后将样品放在一Al块上，2分钟后，样品温度便已降至室温。

图10A(i)和10A(ii)示出上述样品在热处理前后的室温方形回线矫顽力下的极性克耳旋转度。

所获得的性能如下:

5		热处理前	热处理后
	室温矫顽力 (KOe)	2.1	3.55
	极性克耳旋转度 (°)	0.349	0.322

实例10B

10 在下列特定调整下，仿效实例10A的步骤:

在“气体均衡2”阶段，将氩气压力调至 2.5×10^{-2} mb。

在“多层膜淀积”阶段，将120W的DC功率施加到DC电极，以在Pt溅射靶上建立-389V偏压。400W的RF功率施加到Co靶，建立对地电位为-580V的自给偏压。

15 淀积后，样品承受以下所述的热处理:

象实例10A那样加热样品，只是灯泡接通时间为32秒，然后按例10A所述方式的循环时间为40秒。

图10B(i)和10B(ii)示出上述样品在热处理前、后的极性克耳旋转度和室温方形回线矫顽力。

20 所获性能如下:

		热处理前	热处理后
	室温矫顽力 (KOe)	3.44	5.05
	极性克耳旋转度 (°)	0.315	0.307

25 实例10C

在下列特定调整条件下，仿效实例10B的步骤:

基片为显微镜用的承物玻璃片。

淀积后，基片承受以下所述热处理过程。

如实例10A那样加热样品，但灯泡接通时间为35秒，然后以例10A中
30 所述方式的循环时间为45秒。

图10C(i)至10C(iii)示出上述样品的极性克耳旋转度的室温方形回线

矫顽力以及热处理过程前和后以及通过基片光学访问所显示前和后的核子场（ nucleation field ）。

所获性能如下:

	热处理前	热处理后
5 室温矫顽力（ KOe ）	3.3	6.02
极性克耳旋转（ ° ）	0.329	0.3

实例11

按下列特定调整条件，仿效实例10c的步骤:

10 在“多层膜淀积”阶段，在基片台以6转/分速度旋转下的7.5转中，连续淀积每层各约为15Å的Pt和约3Å的Co, 而且第一和最后一层为Pt的15层膜。215W的恒定DC功率加到以对地电位为-422V偏压的Pt磁控型溅射电极，400W的RF功率被加到Co磁控管溅射电极，以建立对地电位为-580V的自给偏压。基片处于对地电位为1-2V负电位。

15 淀积后，样品经受如下所述的热处理过程:

将样品放入153℃的炉内加热40分钟，然后从炉内取出，并置于Al块上；2分钟后，样品温度已降至室温。

图11(a)和(b)示出上述样品的极性克耳旋转性和室温方形回线矫顽力以及加热过程前和加热处理后的核子场。

20 所获性能如下:

	加热处理前	加热处理后
室温矫顽力（ KOe ）	2.28	3.06
极性克耳旋转度（ ° ）	0.168	0.158

25

实例12A-E

对实例12A-B

在下列过程更改条件下，仿效实例1的步骤:

对实例12A基片为SiO₂, 在例12B中为Si.

30 在“高温S1”阶段，基片台在6rpm速度下旋转20分钟，同时施加700W的RF功率，在基片台上建立对地电位为-200V的偏压。

在“夹层淀积”阶段，以通过6次淀积方式形成约50Å厚的Pt夹层。
对实例12C、D、E
在下列特定调整下，仿效实例1A的步骤：

5 实例12C和E中，基片为Si₃N₄，而在实例12D中基片为Si。
 在“靶预调”阶段，施加120W的DC功率。
 在“夹层淀积”阶段，加到电极的DC功率为对地电位为-406V下的
120W。

 在“多层淀积”阶段，120WDC功率被加到DC电极，以在Pt溅射靶
10 上建立-384V的偏压。400W的RF功率被加到Co磁控管溅射电极，建立
 对地电位为-575V的自给偏压。

 实例12A-E是按照以下步骤的淀积后的加热处理：
 实例12A

 用一个300W卤素灯泡加热样品，该过程除了灯泡封壳未镀金外，与
15 实例10A相同。从样品表面到灯丝的距离约为20mm。灯泡被接通30秒，
 然后以1.43Hz频率和0.21秒的脉冲持续时间循环60秒钟。

 然后关断灯泡并经20分钟之后将样品从灯泡下取走并在水中冷却至
 室温。

 实例12B
20 样品被附连到Al块并采用加热铝块的卤素灯泡逐步地从23℃至85℃
 至116℃至151℃一直加热到180℃左右。样品在每个中间温度约维持3分
 钟。使样品在180℃下维持33分钟，然后使其冷却至室温。

 实例12C
25 将样品附连到Al块，用加热Al块的卤素灯泡逐步加热。下表示出加
 热细节。

时间 (分)	温度 (°C)
0	21
0-5	21-75
5-8	75
8-14	75-120
14-17	120

5	17-20	120-151
	20-29	151
	29-30	151-165
	30-44	165
	44-47	165-145
	47-54	145-104
	54-150	104-21
	150	21
10		

实例12D

象实例10A一样加热样品，但除下列情况外：从样品表面至灯丝距离为35mm，灯泡被接通90秒，然后以宽度为0.72秒的脉冲在1.43Hz的频率下循环60秒。

实例12E

对样品的处理同实例12D。

表12示出上述样品在加热处理前和后的室温核子场，由极性克耳回线轨迹导出的矫顽力和克耳旋转度。

20	实例：	H_c (kOe)	H_n (kOe)	θ_k (°)
	淀积状态			
	12A	1.21	1.14	0.1
	12B	1.13	1.05	0.1
	12C	3.19	3.11	0.19
25	12D	3.29	2.92	0.15
	12E	3.07	2.92	0.21
	加热处理后			
	12A	2.1	1.97	0.11
30	12B	2.04	1.94	0.09
	12C	4.79	4.54	0.18

12D	4.84	4.69	0.14
12E	4.39	4.23	0.18

实例13

5 为制备多层膜结构，仿效实例1A的步骤。
如实例7E那样对样品进行热处理；但在下表所述的气氛下进行。
结果如下：

实例环境压力（mb）淀积状态的矫热处理后
空气顽力矫顽力

10	实例	环境 空气	压力(mb)	淀积状态的矫 顽力	热处理后 矫顽力
	13A	空气	1013	3.51	5.24
	13B	空气	2.0	3.24	3.92
15	13C	空气	3.5×10^{-2}	3.36	3.20
	13D	N ₂	1013	3.55	3.52
	13E	He	1013	3.29	3.10
	13F	95% He 5% O ₂	1013	3.05	4.52
20	13G	10%H ₂ 90%N ₂	1013	3.22	2.55

实例14

所获性能为：方形极性克耳磁滞回线
25 室温矫顽力1.67KOe
极性克耳旋转0.07
将一预先清洁过的玻璃基片安装到真空室的基片台上，并将真空室
抽至本底压力为 2.7×10^{-6} mb。
将用表计量的纯Ar气输入抽空后的室内以得到 1.5×10^{-2} mb压力并使
30 该系统得以均衡若干分钟（“气体均衡1”）。
表面总面积为2960cm²的八面基片台置于距钨溅射源11cm和距离Co

溅射源11cm处并以6rpm的速度旋转，同时给基片台施加13.56MHz频率下的1000瓦相当于0.34Wcm的恒定RF功率达7分钟，以使基片台建立起对地电位约为265V的负偏压（“高温处理S1”）。

在基片台为装配有8" × 4" Pd靶的平面磁控管源的光闸所遮蔽的情况下，将155WDC功率加至溅射源数分钟，以清洁溅射靶和建立稳定的工作态（“靶预调阶段”）。

然后以连续5次通过Pd溅射源的方式，淀积Pd夹层，形成总厚度约50Å的夹层。加到溅射电极的功率为155W，电极对地电位的偏压为-353V。基片对地电位为负的15至18V。基片与靶相隔11cm，基片台以6rpm速度旋转（“Pd夹层淀积”）。

然后通过对基片台施加RF功率（13.56MHz）对Pd夹层表面进行高温处理。供以200W的RF功率经5分钟时间，形成基片台对地的-110V偏压，该基片台以6rpm速度旋转（“高温热处理S2”）。Ar气压调节到 2.5×10^{-2} mb。

为产生理想的多层膜结构，设置了Co通量源，使其位置与RF平面磁控管源完全相反，但面对-DC平面磁控型Pd源。来自任一源的通量为位于其间的基片台所遮蔽。采用一薄钴靶（8" × 4" × 1mm），以增强磁控管溅射效果。为制作多层膜结构，在基片被两个溅射源所遮蔽的情况下，对每个源分别施加为Pd或Co各自淀积率所需的功率值。维持该情况几分钟，以使溅射源得以在所需淀积率的各自功率设定值下达到均衡（“多层膜淀积前的靶预调”）。

移去遮蔽基片台的光闸，以使来自两源的通量投射在台上，同时基片旋转地通过所述源，产生Pd和Co层的相间结构，在基片台旋转8.5圈后获得第一和最后层为Pd的总计17层的结构。使基片台转速为6rpm，并将恒定RF功率加到钴溅射电极，以获得基片每通过一次，淀积约3Å厚的Co层。对Pd溅射电极施加恒定DC功率，以每通过一次获得约9Å厚的Pd层（“多层膜淀积”）。

将140W的DC功率加到Pd溅射电极，以在Pd靶上产生-320v的偏压上。用400w的RF功率在Co靶上产生对地电位为-570V的自给偏压。基片处在对地电位为5v的负电位。

从溅射室取出淀积有多层膜的玻璃基片。本例的极性克耳回线示于

图14中。

实例15

在下列调整条件下，仿效实例14的步骤：

- 5
- 在“夹层淀积”阶段，以类似于前面实例中说明的Pt夹层时所述方式，淀积约50Å厚的Pt或Pd或Co或Ag或Au夹层，为获得50Å的夹层厚度，需适当调节加到溅射靶的功率，通过靶的次数以及基片台的转速。

所获性能如下：

夹层		Pt	Pd	Co	Ag	Au
10	H _c (kOe)	2.46	1.64	1.03	3.25	2.42
	θ _k (°)	0.06	0.05	0.14	-0.01	0.02

- 15
- 将具有Pt夹层的样品附连到Al块，然后由卤素灯泡加热。样品的加热是以从19℃到83℃到120℃到150℃逐步方式进行的。每步加热后使样品保温3分钟，最后加热步骤后，使样品保温13分钟，然后，采用强迫通风冷却法使样品在12分钟内冷却至22℃。

热处理后的Hc和θ_k值如下：

20	H _c (kOe)	3.27
	Ok(°)	0.05

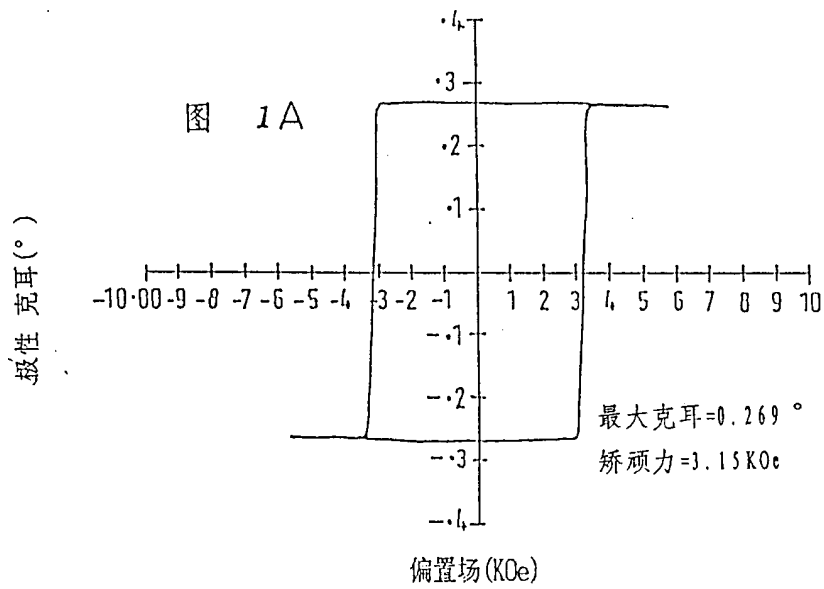
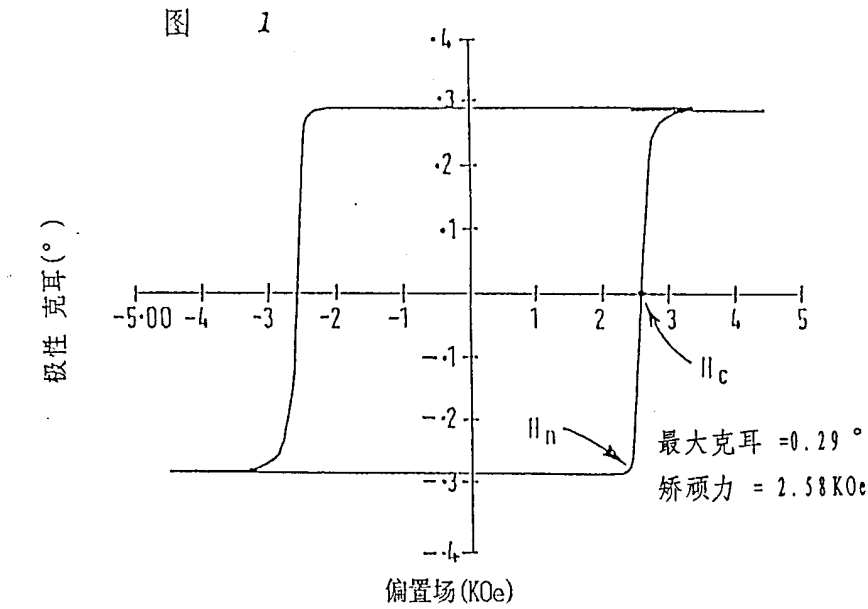


图 1B

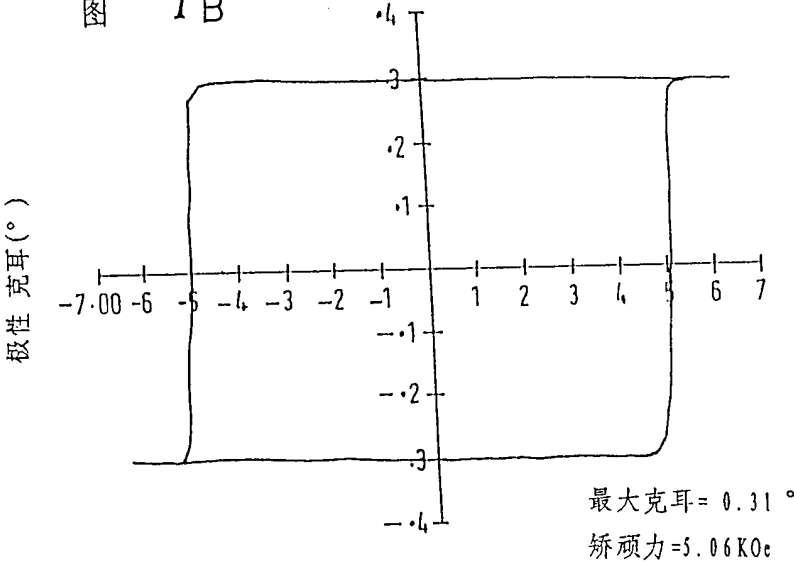
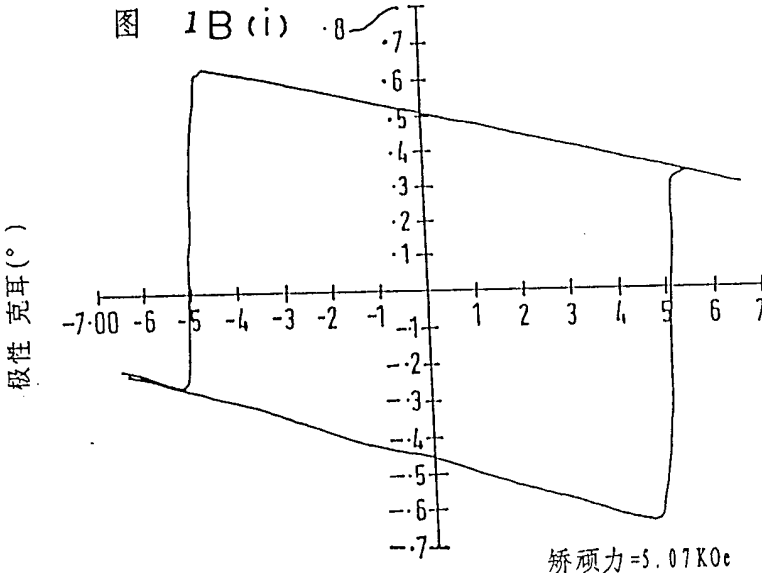
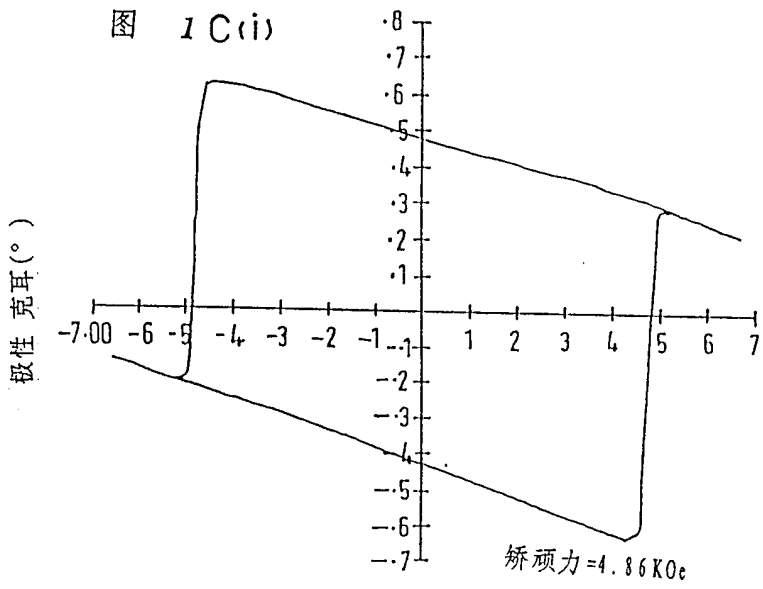
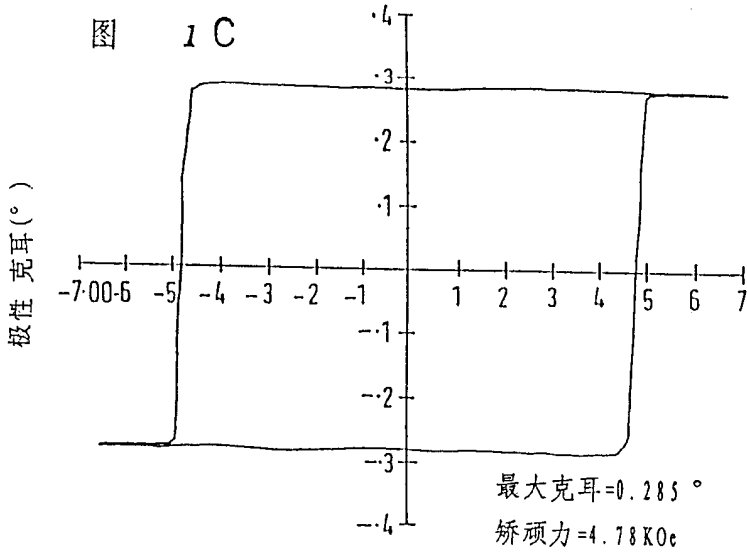
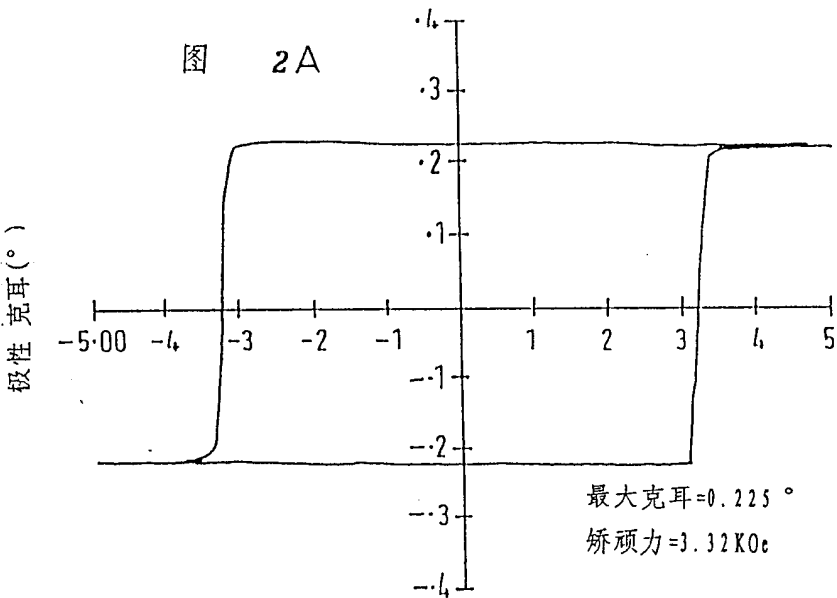
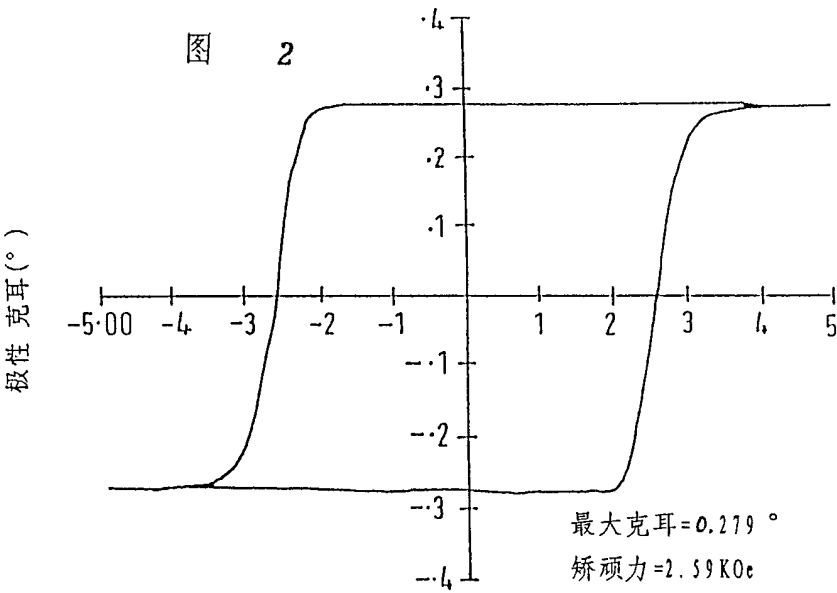
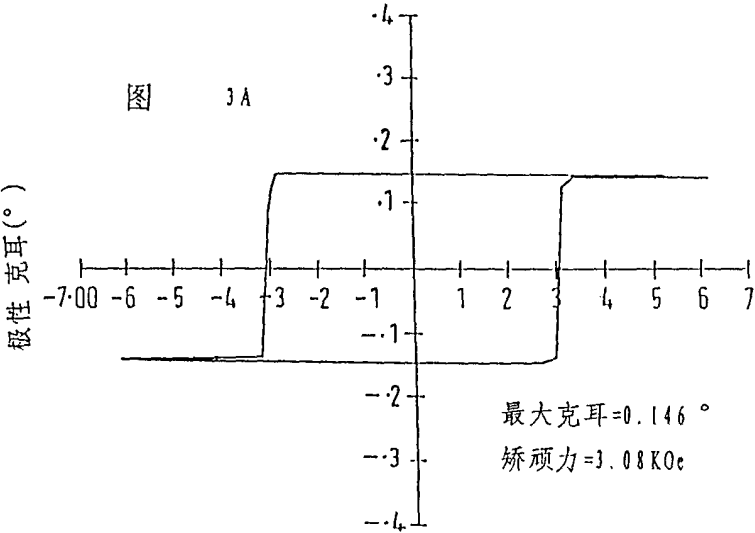
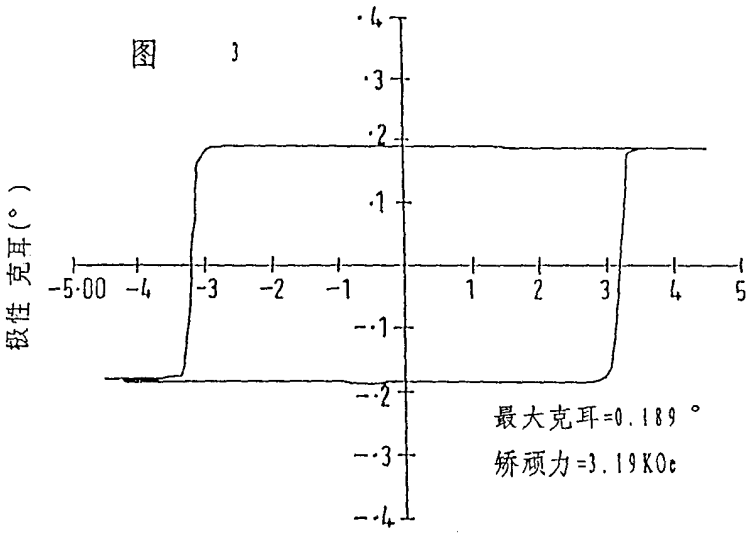


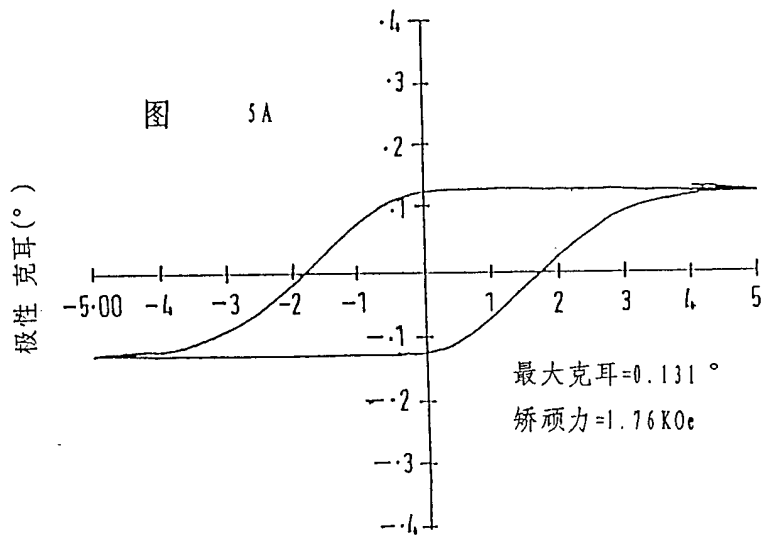
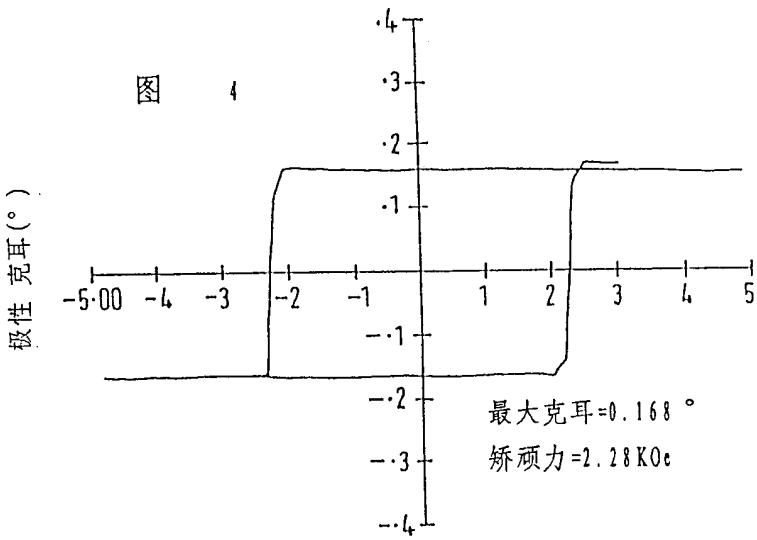
图 1B(i)











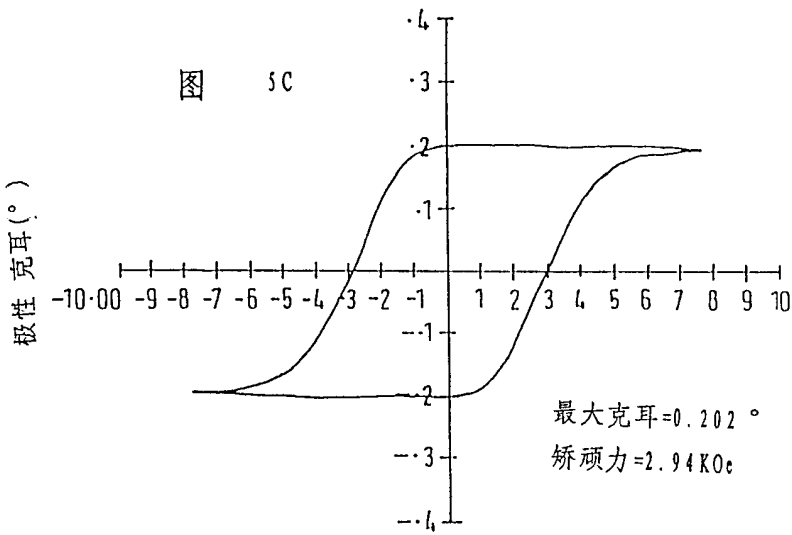
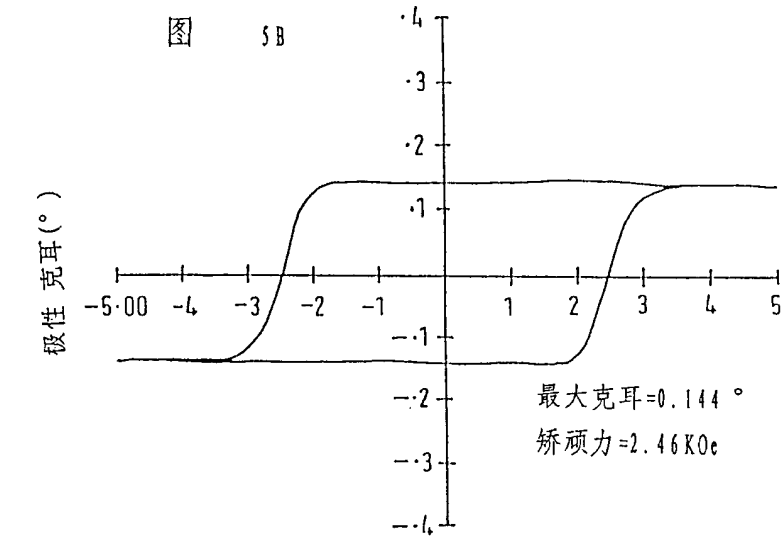


图 5D

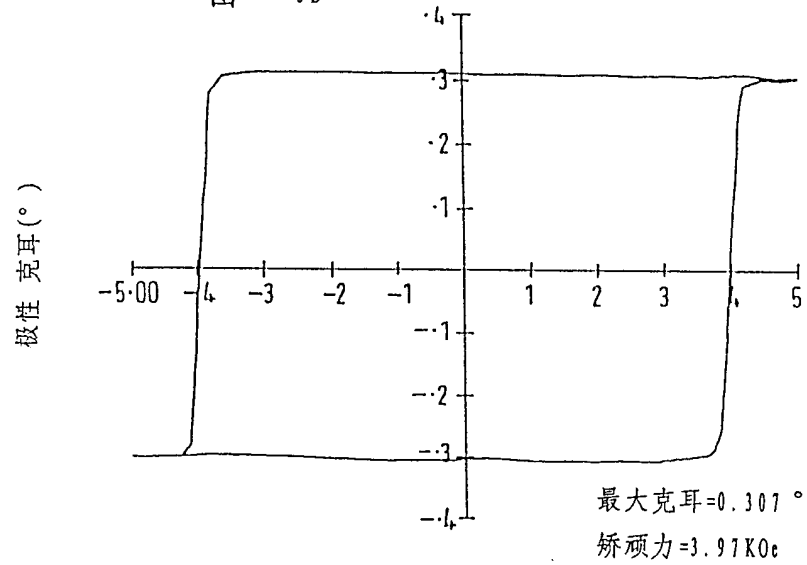
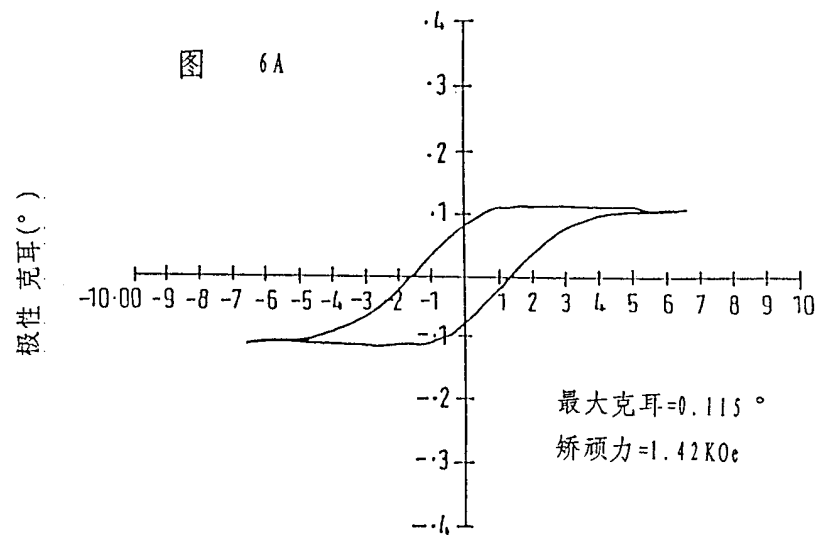


图 6A



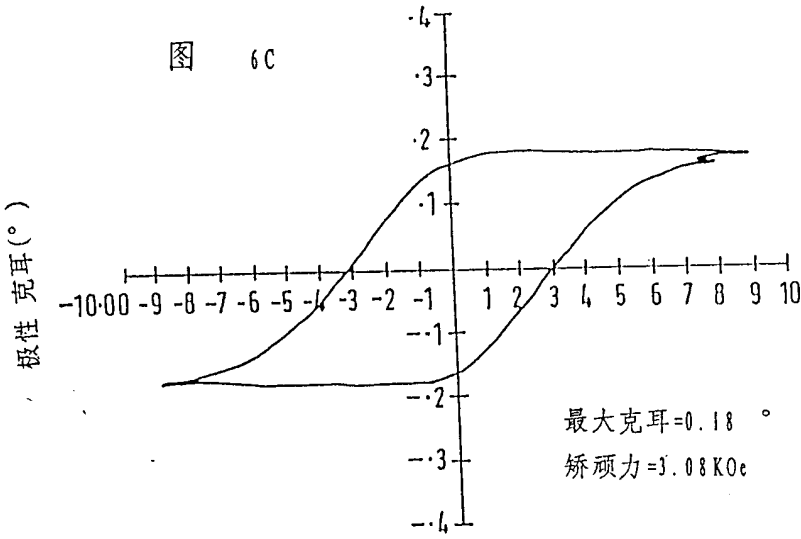
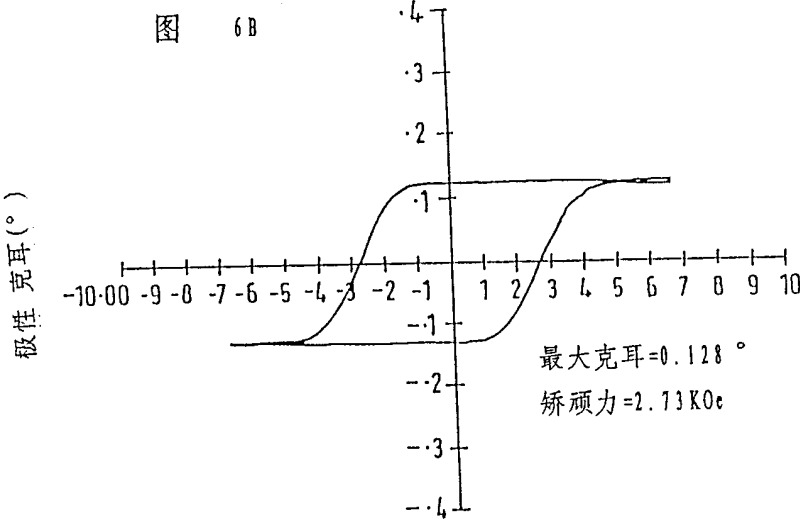


图 6D

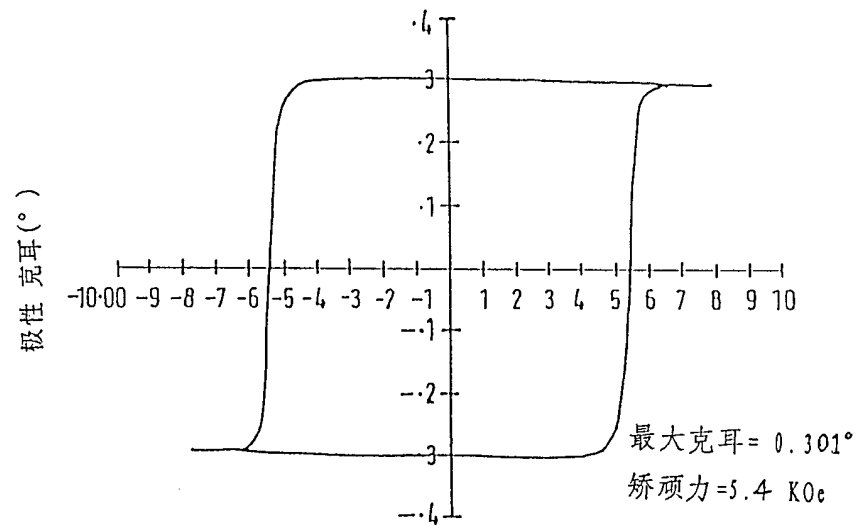


图 6E

