[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G11B 5/706
G11B 5/245

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96110204.7

[45]授权公告日 2002 年 4 月 3 日

[11]授权公告号 CN 1082219C

[22]申请日 1996.6.27 [24]颁证日 2002.4.3
[21]申请号 96110204.7
[30]优先权
[32]1995.6.27 [33]JP [31]160521/95
[73]专利权人 株式会社日立制作所
地址 日本东京
[72]发明人 山本朋生 稻叶信幸 五十岚万寿和
二本正昭 细江让 玉井一郎
万行惠美 山中一助
[56]参考文献
EP 538823 1993. 4.28 G11B5/00
审查员 张 景

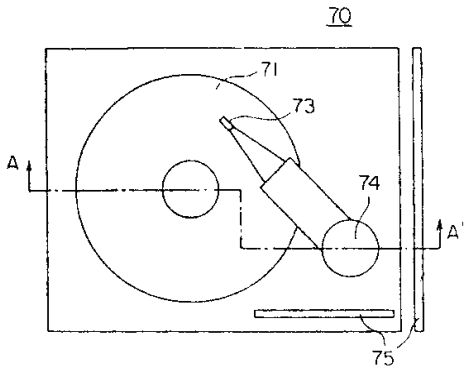
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 冯赓宣

权利要求书 4 页 说明书 21 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 磁存储器及磁存储器中使用的磁记录媒体

[57]摘要

磁记录媒体的磁性层采用从一组氧化物及氮化物中选出的至少一种非磁性化合物及以 Co 和 Pt 为主要成分的磁性材料的混合物构成，且该磁性层内的 Pt 对 Co 的克分子比为特定值，通过采用磁阻效应型再生用磁头，可获得高的 S/N 和低的误码率，能以每平方英寸 1 千兆位以上的高记录密度进行记录再生，能实现可靠性高的磁存储器。



ISSN1008-4274

权　利　要　求　书

1. 一种磁存储器，它备有直接或间隔着基底层在基片上形成了磁性层的磁记录媒体及对该磁记录媒体进行记录和再生的磁头，该磁存储器的特征在于：上述磁记录媒体的磁性层由下述一般式 MOx 表示的非磁性化合物及 CoPt 二元合金磁性材料的混合物构成，且在该磁性层内 Pt 对 Co 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下，上述非磁性材料的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下，并且，上述磁头包括磁电阻效应型再生用磁头，

一般式 MOx_i 表示从氧化硅、氧化铝、氧化钽、氧化钇、氧化钛中选出的至少一种化合物。

2. 根据权利要求 1 所述的磁存储器，其特征在于：上述磁电阻效应型再生用磁头具有 2 个屏蔽层及在 2 个屏蔽层之间形成的磁电阻传感器，上述 2 个屏蔽层的间隔在 0.35μm 以下。

3. 根据权利要求 1 所述的磁存储器，其特征在于：记录时在磁头对磁记录媒体相对移动的方向上施加磁场而测出的剩余磁通密度 Br 与该磁记录媒体的磁性层厚度 t 的乘积 Br × t 在 10 高斯 · 微米以上、100 高斯 · 微米以下。

4. 根据权利要求 1 所述的磁存储器，其特征在于：记录时在磁头对磁记录媒体相对移动的方向上施加磁场而测出的磁记录媒体的矫顽力在 2.4kOe 以上。

5. 根据权利要求 1 所述的磁存储器，其特征在于：上述磁电阻效应型再生用磁头具有彼此的磁化方向随外部磁场的变化而相

应地变化从而产生大的磁电阻变化的多个磁性层及配置在该磁性层之间的包含非磁性层的磁电阻传感器。

6. 一种磁存储器，它备有直接或间隔着基底层在基片上形成了磁性层的磁记录媒体及相对于该磁记录媒体进行记忆和再生的磁头，该磁存储器的特征在于：上述磁记录媒体的磁性层由下述一般式 LNy 表示的非磁性化合物及 CoPt 二元合金磁性材料的混合物构成，且在该磁性层内 Pt 对 Co 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下，上述非磁性材料的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下，并且，上述磁头包括磁电阻效应型再生用磁头，

一般式 LNy 表示从氮化硅、氮化硼和氮化铝中选出的至少一种化合物。

7. 根据权利要求 6 所述的磁存储器，其特征在于：上述磁电阻效应型再生用磁头具有 2 个屏蔽层及在 2 个屏蔽层之间形成的磁阻传感器，上述 2 个屏蔽层的间隔在 0.35μm 以下。

8. 根据权利要求 6 所述的磁存储器，其特征在于：记录时在磁头对磁记录媒体相对移动的方向上施加磁场而测出的剩余磁通密度 Br 与该磁记录媒体的磁性层厚度 t 的乘积 Br × t 在 10 高斯·微米以上、100 高斯·微米以下。

9. 根据权利要求 6 所述的磁存储器，其特征在于：记录时在磁头对磁记录媒体相对移动的方向上施加磁场而测出的磁记录媒体的矫顽力在 2.4kOe 以上。

10. 根据权利要求 6 所述的磁存储器，其特征在于：上述磁电阻效应型再生用磁头具有彼此的磁化方向随外部磁场的变化而相应地变化从而产生大的磁电阻变化的多个磁性层及配置在该磁性

层之间的包含非磁性层的磁电阻传感器。

11. 根据权利要求 1 所述的磁存储器，其特征在于：上述磁记录媒体的磁性层内的非磁性化合物对 Co 的克分子比最好在 0.5 以上、2.4 以下。

12. 根据权利要求 6 所述的磁存储器，其特征在于：上述磁记录媒体的磁性层内的非磁性化合物对 Co 的克分子比最好在 0.5 以上、2.4 以下。

13. 一种磁记录媒体，它具有直接或间隔着基底层在基片上形成的磁性层，其特征在于：上述磁性层由下述一般式 MOx 表示的非磁性化合物及 CoPt 二元合金磁性材料的混合物构成，且在该磁性层内 Pt 对 Co 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下，上述非磁性材料的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下，并且，上述磁头包括磁电阻效应型再生用磁头，

一般式 MOx 表示从氧化硅，氧化铝、氧化钽、氧化钇、氧化钛中选出的至少一种化合物。

14. 一种磁记录媒体，它具有直接或间隔着基底层在基片上形成的磁性层，其特征在于：上述磁性层由下述一般式 LNy 表示的非磁性化合物及 CoPt 二元合金磁性材料的混合物构成，且在该磁性层内 Pt 对 Co 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下，上述非磁性材料的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下，并且，上述磁头包括磁电阻效应型再生用磁头，

一般式 LNy 表示从氮化硅、氮化硼和氮化铝中选出的至少一种化合物。

15. 根据权利要求 13 所述的磁记录媒体，其特征在于：上述

磁记录媒体的磁性层内的非磁性化合物对 Co 的克分子比在 0.5 以上、2.4 以下。

16. 根据权利要求 14 所述的磁记录媒体，其特征在于：上述磁记录媒体的磁性层内的非磁性化合物对 Co 的克分子比在 0.5 以上、2.4 以下。

说　明　书

磁存储器及磁存储器中使用的磁记录媒体

本发明涉及在计算机的辅助存储器中使用的磁存储器及其中使用的磁记录媒体，更详细地说是涉及具有每平方英寸 1 千兆位以上高记录密度的磁存储器及适用于实现其高记录密度的磁记录媒体。

在特开平 5—73880 号公报中公开了一种在 *CoCrPt* 磁性层内添加了氧化硅、氧化锆、氧化钽、氮化硅、氮化硼、氮化钛、氮化铝的磁记录媒体。

在特开平 5—197944 号公报中公开了一种采用 *CoNiPtMO* 磁性层或 *CoCrPtMO* 磁性层（*M* 是从 *Si*、*B*、*Zr*、*Al*、*Y*、*P*、*Ti*、*Sn*、*In* 中选出的至少一种元素）的磁记录媒体。

在上述现有的磁记录媒体中，由于在磁记录媒体的磁性层内添加氧化物及氮化物，所以使矫顽力提高，并使媒体噪声减小。

但是，在本发明的发明者们的研究结果中发现，即使采用上述现有的磁记录媒体，但在线记录密度高达 150*kFCI*（每平方英寸的磁通变化）以上的区域的媒体噪声减小得并不充分，存在难以实现每平方英寸 1 千兆位以上高记录密度的问题。

因此，本发明的目的是解决上述现有技术的问题，并提供一种使每平方英寸 1 千兆位以上的高记录密度成为可能的磁存储器及适用于实现其高记录密度的磁记录媒体。

按照第 1 观点，本发明提供一种磁存储器，它备有直接或间隔

着基底层在基片上形成了磁性层的磁记录媒体及对该磁记录媒体进行记录和再生的磁头，该磁存储器的特征在于：上述磁记录媒体的磁性层采用从下列一般式示出的一组氧化物中选出的至少一种非磁性化合物及以 *Co* 和 *Pt* 为主要成分的由 *Co* 和 *Pt* 组成的二元合金磁性材料的混合物构成，且相对于该磁性层内的 *Co*，*Pt* 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下，上述非磁性材料的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下，并且，上述磁头包括磁阻效应型再生用磁头。

一般式 MOx（M 表示从 *Si*、*Al*、*Ta*、、*Y*、*Ti* 中选出的至少一种元素，x 表示大约 1 以上且大约 2.5 以下的数值）

按照第 2 观点，本发明提供一种具有上述结构的磁存储器，其特征在于：上述磁阻效应型再生用磁头具有 2 个屏蔽层及在 2 个屏蔽层之间形成的磁阻传感器，上述 2 个屏蔽层的间隔在 0.35μm 以下。

按照第 3 观点，本发明提供一种具有上述结构的磁存储器，其特征在于：记录时在磁头对磁记录媒体相对移动的方向上施加磁场而测出的剩余磁通密度 *Br* 与该磁记录媒体的磁性层厚度 t 的乘积 $Br \times t$ 在 10 高斯·微米以上、100 高斯·微米以下。

按照第 4 观点，本发明提供一种具有上述结构的磁存储器，其特征在于：记录时在磁头对磁记录媒体相对移动的方向上施加磁场而测出的磁记录媒体的矫顽力在 2.4*kOe*（千奥斯特）以上。

按照第 5 观点，本发明提供一种具有上述结构的磁存储器，其特征在于：上述磁阻效应型再生用磁头具有相互的磁化方向随外部磁场的变化而相应地变化从而产生大的磁阻变化的多个磁性层及配置在该磁性层之间的包含非磁性层的磁阻传感器。

按照第 6 观点，本发明提供一种磁存储器，其特征是在上述第 1 观点的磁存储器中，上述磁记录媒体的磁性层的非磁性化合物，不是氧化物而是用一般式 LNy（L 表示从 Si、B、Al 中选出的至少一种元素，y 表示大约 1 以上且大约 1.3 以下的数值）表示的氮化物。

上述第 2～第 5 的观点即使在第 6 观点的发明中也可适用。

在上述第 1 或第 6 观点的发明中，上述磁记录媒体的磁性层内的非磁性化合物对 Co 的克分子比最好在 0.5 以上、2.4 以下。

按照第 7 观点，本发明提供一种磁记录媒体，它具有直接或间隔着基底层在基片上形成的磁性层，其特征在于：上述磁性层采用从下列一般式示出的一组氧化物中选出的至少一种非磁性化合物及以 Co 和 Pt 为主要成分的由 Co 和 Pt 组成的二元合金即磁性材料的混合物构成，且相对于该磁性层内的 Co，Pt 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下，上述非磁性材料的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下。

一般式 MOx（M 表示从 Si、Al、Ta、、Y、Ti 中选出的至少一种元素，x 表示大约 1 以上且大约 2.5 以下的数值）

按照第 8 观点，本发明提供一种磁记录媒体，其特征是在上述第 7 观点的磁记录媒体中，上述磁性层的非磁性化合物，不是氧化物而是用一般式 LNy（L 表示从 Si、B、Al 中选出的至少一种元素，y 表示大约 1 以上且大约 1.3 以下的数值）表示的氮化物。

在上述第 7 或第 8 观点的发明中，上述磁性层中的非磁性材料对 Co 的克分子比在 0.5 以上、2.4 以下。

本发明的发明者们制作了改变磁性层组成的各种各样的磁记录媒体，并探索了与磁头组合时的最佳组成。还探索了改变磁头使其与上述磁记录媒体组合时具有最佳结构的磁头。其结果是，终于完

成了本发明的磁存储器及磁记录媒体。

在按照上述第 1 观点制成的磁存储器中，磁记录媒体的磁性层采用从一组氧化物及氮化物中选出的至少一种非磁性化合物及以 *Co* 和 *Pt* 为主要成分的由 *Co* 和 *Pt* 组成的二元合金即磁性材料的混合物构成，且该磁性层内 *Pt* 对 *Co* 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下。并且，采用了磁阻效应型再生用磁头。

以 *Co* 和 *Pt* 作为磁性材料的主要成分，同时限定其组成比，并与磁阻效应型再生用磁头组合之后，能使媒体的 *S/N* 达到大约 2.0 以上。而所谓媒体的 *S/N*，是指输出对媒体噪声(从总噪声除去装置类的噪声后的值)之比。因此，在线记录密度高达 150*kFCI* 以上的区域中的媒体噪声被充分地减小，能实现每平方英寸 1 千兆位以上的高记录密度，获得了误码率低的高可靠性磁存储器。

另外，在 *CoPt* 磁性材料中如添加 *Cr* 或 *Ni* 等，则在非磁性材料的高添加浓度区域中矫顽力和矫顽力矩形比降低，这是不适当的。

Cr 或 *Ni* 等具有在 *Co* 合金的晶界上易于偏析的性质。在不含有非磁性化合物的 *Co* 合金类的薄膜磁记录媒体中，该 *Cr* 或 *Ni* 等的晶界偏析使晶间的交换相互作用减低，因而具有提高矫顽力的效果。但是，在含有高浓度非磁性化合物的磁记录媒体中，晶间的交换相互作用已经因非磁性化合物而减低，所以因 *Cr* 或 *Ni* 等的添加造成的交换相互作用减低就达不到提高矫顽力的效果，此外，*Cr* 或 *Ni* 等元素还是造成 *CoPt* 合金的结晶磁性各向异性减低的原因。因此，*CoPt* 磁性材料实际上是 *CO* 和 *Pt* 构成的二元合金即可。

在按照上述第 2 观点制成的磁存储器中，在磁阻效应型再生用

磁头具有2个屏蔽层及在2个屏蔽层之间形成的磁阻传感器的情况下，2个屏蔽层的间隔在0.35μm以下。

因此，使跳动约在15%以下，能够很好地进行位的辨别。

在按照上述第3观点制成的磁存储器中，记录时在磁头对磁记录媒体相对移动的方向上施加磁场而测出的剩余磁通密度Br与该磁记录媒体的磁性层厚度t的乘积$Br \times t$在10高斯·微米以上、100高斯·微米以下。

因此，使跳动约在15%以下，能够很好地进行位的辨别。

在按照上述第4观点制成的磁存储器中，记录时在磁头对磁记录媒体相对移动的方向上施加磁场而测出的磁记录媒体的矫顽力在2.4kOe以上。

矫顽力如在2.4kOe以上，则装置的S/N大于1，能使噪声比信号小。而所谓装置的S/N，是指输出对噪声内的装置类的噪声之比。

在按照上述第5观点制成的磁存储器中，作为磁阻效应型磁头，采用了具有相互的磁化方向随外部磁场的变化而相应地变化从而产生大的磁阻变化的多个磁性层及包含配置在该磁性层之间的非磁性层的磁阻传感器的结构。

如采用该结构，则因巨大的磁阻效应而能使信号强度进一步提高，可以实现具有每平方英寸3千兆位以上高记录密度的可靠性高的磁存储器。

作为磁记录媒体的磁性层的磁性材料，采用以CO和Pt为主要成分构成的二元合金的原因是，以往，磁性材料中采用的是($Co+Pt+\alpha$)的三元合金，但采用以(CO和Pt)为主要成分构成的二元

合金，同时限定其组成比，并与磁阻效应型再生用磁头组合之后，能使媒体的 S/N 达到大约 2.0 以上。因此，在线记录密度高达 150$kFCI$ 以上的区域中的媒体噪声被充分地减小，能实现每平方英寸 1 千兆位以上的高记录密度，获得了误码率低的高可靠性磁存储器。

此外，在磁性材料中也可含有微量的在以溅射法等成膜过程中不可避免地混入的 Ar 等元素。

作为磁记录媒体的磁性层的非磁性化合物，采用以一般式 MOx（M 表示从 Si、Al、Ta、、Y、Ti 中选出的至少一种元素，x 表示大约 1 以上且大约 2.5 以下的数值）表示的氧化物，该非磁性化合物对磁性层内的 Co 的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下的原因如下。

氧化物对 Co 的克分子比如在 0.1 以上，则能使标准化的噪声在 0.025 以下。而所谓标准化噪声，是指将在 150$kFCI$ 记录密度下记录信号时的媒体噪声以 10$kFCI$ 的信号输出进行标准化后的值。并且，矫顽力可达到 2.4kOe 以上。另一方面，如果氧化物对 Co 的克分子比在 2.8 以下，则能获得充分的输出。

按照上述第 6 观点，本发明是在上述第 1 观点的磁存储器中，作为磁记录媒体的磁性层的非磁性化合物，不是用氧化物而是采用了以一般式 LNy（L 表示从 Si、B、Al 中选出的至少一种元素，y 表示大约 1 以上且大约 1.3 以下的数值）表示的氮化物。

氮化物对 Co 的克分子比如在 0.1 以上，则能使标准化噪声在 0.025 以下。并且，矫顽力可达到 2.4kOe 以上。另一方面，如果氮化物对 Co 的克分子比在 2.8 以下，则能获得充分的输出。

磁记录媒体的磁性层中的非磁性化合物对 Co 的克分子比取 0.

5 以上、2.4 以下的原因是，非磁性化合物对 Co 的克分子比如在 0.5 以上、2.4 以下的范围内，则能使标准化的噪声在 0.016 以下。并且，矫顽力可达到 2.4KOe 以上。

在按照上述第 7 观点制成的磁记录媒体中，磁性层由从下列一般式示出的一组氧化物中选出的至少一种非磁性化合物及以 Co 和 Pt 为主要成分的由 Co 和 Pt 组成的二元合金即磁性材料的混合物构成，且相对于该磁性层内的 Co，Pt 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下，上述非磁性材料的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下。

一般式 MOx（M 表示从 Si、Al、Ta、、Y、Ti 中选出的至少一种元素，x 表示大约 1 以上且大约 2.5 以下的数值）

在以 Co 和 Pt 作为磁性材料的主要成分，同时限定其组成比之后，能使媒体的 S/N 达到大约 2.0 以上。因此，在线记录密度高达 150$kFCI$ 以上的区域中的媒体噪声被充分地减小，能实现每平方英寸 1 千兆位以上的高记录密度，获得了误码率低的高可靠性磁记录媒体。

作为磁记录媒体的磁性层的磁性材料，采用以 CO 和 Pt 为主要成分构成的二元合金的原因是，以往，磁性材料中采用的是（Co＋Pt＋α）的三元合金，但采用以（CO 和 Pt）为主要成分构成的二元合金，同时限定其组成比之后，能使媒体的 S/N 达到大约 2.0 以上。因此，在线记录密度高达 150$kFCI$ 以上的区域中的媒体噪声被充分地减小，能实现每平方英寸 1 千兆位以上的高记录密度，获得了误码率低的高可靠性磁存储器。

作为磁性层的非磁性化合物，采用以一般式 MOx（M 表示从 Si、Al、Ta、、Y、Ti 中选出的至少一种元素，x 表示大约 1 以上且大

约 2.5 以下的数值)表示的氧化物，而且该非磁性化合物对磁性层内的 Co 的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下的原因是，氧化物对 Co 的克分子比如在 0.1 以上，则能使标准化的噪声在 0.025 以下。并且，矫顽力可达到 2.4kOe 以上。另一方面，如果氧化物对 Co 的克分子比在 2.8 以下，则能获得充分的输出。

按照上述第 8 观点，本发明在上述第 7 观点所述的磁记录媒体中，作为磁性层的非磁性化合物，不是用氧化物而是采用了以一般式 LNy(L 表示从 Si、B、Al 中选出的至少一种元素，y 表示大约 1 以上且大约 1.3 以下的数值)表示的氮化物。

氮化物对 Co 的克分子比如在 0.1 以上，则能使标准化的噪声在 0.025 以下。并且，矫顽力可达到 2.4kOe 以上。另一方面，如果氧化物对 Co 的克分子比在 2.8 以下，则能获得充分的输出。

在第 7 或第 8 观点的发明中，上述磁性层中的非磁性化合物对 Co 的克分子比在 0.5 以上、2.4 以下的原因是，如果非磁性化合物对 Co 的克分子比如在 0.5 以上、2.4 以下的范围内，则能使标准化的噪声在 0.016 以下。并且，矫顽力可达到 2.4KOe 以上。

图 1(a)是实施例 1 的磁存储器的俯视示意图。

图 1(b)是实施例 1 的存储器(图 1a)中的 $A—A'$ 剖面示意图。

图 2 是表示磁存储器的磁头结构的斜视图。

图 3 是表示实施例 1 的磁存储器磁头的磁阻传感器的断面结构示意图。

图 4 是表示实施例 1 的磁存储器的磁记录媒体结构的示意图。

图 5 是表示实施例 1 的磁记录媒体的磁性层中 Pt 对 Co 的克分子比与媒体 S/N 的关系的特性图。

图 6 是表示实施例 1 的磁记录媒体的磁性层中氧化硅对 Co 的克分子比与标准化噪声的关系的特性图。

图 7 是表示实施例 1 的磁记录媒体的磁性层中氧化硅对 Co 的克分子比与矫顽力的关系的特性图。

图 8 是表示矫顽力与装置 S/N 的关系的特性图。

图 9 是跳动测定装置的结构图。

图 10 是表示 $Br \times t$ 与跳动的关系的特性图。

图 11 是表示屏蔽间隔与跳动的关系的特性图。

图 12 是表示实施例 2 的磁存储器的磁记录媒体结构的斜视图。

图 13 是表示实施例 4 的磁存储器磁头的磁阻传感器的剖面结构示意图。

图 14 是表示实施例 5 的磁存储器的磁记录媒体结构的斜视图。

图 15 是表示实施例 6 的磁存储器的磁记录媒体结构的斜视图。

图 16 是表示比较例的磁存储媒体的磁性层中氧化硅对 Co 的克分子比与标准化噪声的关系的特性图。

图 17 是表示比较例的磁存储媒体的磁性层中氧化硅对 Co 的克分子比与矫顽力的关系的特性图。

以下，用实施例详细说明本发明。但本发明并不受其限定。

实施例 1：

图 1(*a*)和(*b*)示出实施例 1 的磁存储器 70 的俯视示意图及剖面示意图。

磁存储器 70 具有磁记录媒体 71、使该记录媒体 71 沿记录方向转动的磁记录媒体驱动部 72、对上述磁记录媒体 71 进行记录和再生的磁头 73、驱动该磁头 73 使其相对于上述磁记录媒体 71 移动的

磁头驱动部74、及对记录信号和再生信号进行处理的记录再生信号处理部75。

图2示出上述磁头73的结构。

磁头73是将记录用的电磁感应型磁头与再生用的磁阻效应型磁头组合后的记录再生分离式磁头。即，在上部记录磁极86与兼作屏蔽层的记录磁极84之间夹有线圈85的部分，起着记录用磁头的作用。而在兼作屏蔽层的记录磁极84与下部屏蔽层83之间夹有磁阻传感器82及电极图形87的部分，起着再生用磁头的作用。来自上述磁阻传感器82的输出信号通过电极图形87输出到外部。上述下部屏蔽层83在滑动用基体81上形成。

图3示出了上述磁阻传感器82的断面结构。

磁阻传感器82通过间隔层91设置在下部屏蔽层83上，它包括在上述间隔层91上形成的反铁磁性磁畴控制区92、利用该反铁磁性磁畴控制区92构成单磁畴的铁磁性材料薄膜磁阻性导电层93、用于将该薄膜磁阻性导电层93的磁敏部94与上述反铁磁性磁畴控制区92之间的交换相互作用隔断的非磁性层95、用于产生相对于磁敏部94的偏置磁场的软质磁性层97、及用于调节该软质磁性层97与上述薄膜磁阻性导电层93之间的电流分流比的高电阻层96。

上述磁头73是按如下方法制作的。

作为滑动用基体81，采用了以氧化Al·碳化Ti为主要成分的烧结体。用溅射法形成了厚$1\mu m$的$Ni—Fe$合金膜，作为下部屏蔽层83。

用溅射法形成了厚$100nm$的氧化Al膜，作为间隔层91。用溅

射法形成了厚 20nm 的 NiO 层，作为反铁磁性磁畴控制区 92。用溅射法形成了厚 2nm 的 Nb 层，作为非磁性层 95。用溅射法形成了厚 15nm 的 $Ni—Fe$ 合金层，作为薄膜磁阻性导电层 93。用溅射法形成了厚 15nm 的 Ta 层，作为高电阻层 96。用溅射法形成了厚 15nm 的 $Ni—Fe—Nb$ 合金层，作为软质磁性层 97。

用溅射法形成了厚 100nm 的 Cu 薄膜，作为电极图形 87。

在电极图形 87 与兼作屏蔽层的记录磁极 84 之间，用溅射法形成了厚 100nm 的氧化 Al 的间隔层 98。

用溅射法形成了厚 1μm 的 $Ni—Fe$ 合金膜，作为兼作屏蔽层的记录磁极 84。

用溅射法形成了厚 3μm 的 Cu 膜，作为线圈 85。

用溅射法形成了厚 3μm 的 $Ni—Fe$ 合金膜，作为上部记录磁极 86。

而在兼作屏蔽层的记录磁极 84 与上部记录磁极 86 之间，还用溅射法形成了厚 300nm 的氧化 Al 的间隔层。

图 4 示出了上述磁记录媒体 71 的断面结构。

磁记录媒体 71 备有化学增强玻璃基片 101、添加了氧化硅的 $Co—Pt$ 磁性材料的磁性层 103、碳保护层 104、及吸附性的全氟烷基聚醚润滑层 105。

上述磁记录媒体 71 是按如下方法制作的。

在基片温度为室温、Ar 气压力为 15$mTorr$(毛)、通电功率密度为 5W 每平方 cm 的成膜条件下，在直径 2.5 英寸、厚 0.4mm 的圆盘形玻璃基片 101 上，用 RF 磁控管溅射法形成了厚 25nm 的添加了氧化硅的 $Co—Pt$ 磁性材料的磁性层 103。然后，在基片温度

150℃、*Ar* 气压力为 5*mTorr*、通电功率密度为 3*W* 每平方 *cm* 的成膜条件下，在该磁性层 103 上，用 *DC* 磁控管溅射法形成了厚 10*nm*～30*nm* 的碳保护层 104。接着，在该保护层 104 的表面上，静电涂布聚苯乙烯颗粒，以其作为掩模进行 15*nm* 的等离子蚀刻，在保护层 104 的表面上形成微细的凹凸。最后，在保护层 104 上，用浸渍法形成了厚 2*nm*～20*nm* 的吸附性全氟烷基聚醚的润滑层 105。

在图 5 中示出了上述 *Co*—*Pt* 磁性材料中 *Pt* 对 *Co* 的克分子比与每平方英寸 1 千兆位以上记录密度的媒体 *S/N* 的关系。而氧化硅对 *Co* 的克分子比为 0.8。

如 *Pt* 对 *Co* 的克分子比在 0.6 以上、1.2 以下，则媒体 *S/N* 可在 2.0 以上。

图 6 示出上述 *Co*—*Pt* 磁性材料中氧化硅对 *Co* 的克分子比与标准化噪声的关系。而 *Pt* 对 *Co* 的克分子比约为 0.67(60*at*%*Co*—40*at*%*Pt*)。

如氧化硅对 *Co* 的克分子比在 0.1 以上、2.8 以下，则标准化噪声可在 0.025 以下。特别是当氧化硅对 *Co* 的克分子比在 0.5 以上、2.4 以下的范围内时，可使标准化噪声在 0.016 以下。

图 7 示出了上述 *Co*—*Pt* 磁性材料中氧化硅对 *Co* 的克分子比与矫顽力的关系。而 *Pt* 对 *Co* 的克分子比约为 0.67。

如氧化硅对 *Co* 的克分子比在 0.1 以上，则矫顽力可在 2.4*kOe* 以上。特别是当氧化硅对 *Co* 的克分子比在 0.5 以上、1.4 以下的范围内时，可以获得令人满意的 3.0 *kOe* 以上的矫顽力。

如图 8 所示，如矫顽力小于 2.4*kOe*，则装置 *S/N* 在 1 以下，噪声变得大于信号。因此，矫顽力必须在 2.4*kOe* 以上。

这里，图 8 是采用 $Br\times t$ 不同的媒体检查与各矫顽力值对应的装置 S/N，并将所得到的最大的装置 S/N 值绘制成的图。

另一方面，如氧化硅对 Co 的克分子比大于 2.8，则不能获得充分的输出。

因此，氧化硅对 Co 的克分子比最好在 0.1 以上、2.8 以下。

如图 9 所示，利用低通滤波器 51、微分电路 52 及脉冲化电路 53 将由磁头 73 的再生输出脉冲化，并用跳动测定计 54 分析脉冲间隔 δ 的变化，测定出脉冲间隔 δ 的标准偏差 σ 相对于脉冲间隔 δ 平均值的比例，作为信号的跳动。

图 10 示出了记录时在磁头 73 对磁记录媒体 71 相对移动的方向上施加磁场而测出的剩余磁通密度 Br 与磁记录媒体 71 的磁性层厚度 t 的乘积 $Br\times t$ 与记录再生一定频率的高密度信号时的输出信号跳动的关系。

如使 $Br\times t$ 在 10 高斯·微米以上、100 高斯·微米以下的范围内，则跳动约在 15%以下，能很好地进行位的辨别。

图 11 示出了下部屏蔽层 83 与兼作屏蔽层的记录磁极 84 的距离(屏蔽间隔)与信号跳动的关系。

屏蔽距离如在 0.35μm 以下，则跳动约在 15%以下，能很好地进行位的辨别。

在采用磁性层 103 中的 Pt 对 Co 的克分子比约为 0.67(60$at\%$ Co—40$at\%Pt$)、且氧化硅对 Co 的克分子比约为 0.9 的磁记录媒体 71 的磁存储器 70 中，在磁头浮动间隙为 30nm、线记录密度为 210$kBPI$、磁道密度为 9.6$kTPI$ 的条件下，评价了记录再生特性。

其结果是，装置的 S/N 为 1.8。该值与采用 73$at\%$Co—15$at\%$

Pt 代替 60*at*%*Co*—40*at*%*Pt* 作为磁性材料的情况相比，约高 3 成。

对向磁头 73 输入的信号进行 8—9 代码调制处理，并对输出信号进行最大似然译码处理，从而能记录再生每平方英寸 2 千兆位的信息。

从内圈到外圈进行 5 万次磁头查找试验后的误码数在 10 位/面以下，可以达到 15 万小时的平均故障间隔时间 *MTBF*。

另外，也可用永久磁铁薄膜偏置层代替上述磁阻传感器 82 的软质磁性层 97。

并且，作为上述磁记录媒体 71 的基片 101 的材料，也可采用 *Ti*、*Si*、*Si*—*C*、碳、结晶玻璃、或陶瓷等。

作为上述磁记录媒体 71 的保护层 104 的材料，也可采用碳化钨、(*W*—*Mo*)—*C* 等碳化物；(*Zr*—*Nb*)—*N*、氮化硅等氮化物；二氧化硅、氧化锆等氧化物；或硼、碳化硼、二硫化钼、*Rh* 等。如设有保护层 104 和润滑层 105，则因能提高耐滑动性、耐腐蚀性，所以是令人满意的。

在形成了保护层 104 后，用微细的掩模进行等离子蚀刻，在表面上形成微细的凹凸，或用化合物、混合物靶材料在保护层表面上形成异相突起，或通过热处理在表面上形成凹凸，则能减小磁头 73 与磁记录媒体 71 的接触面积，在 *CSS*(接触式起停)动作时，由于避免了磁头 73 粘结在磁记录媒体 71 的表面上的问题，所以是令人满意的。

实施例 2：

在具有与实施例 1 相同结构的磁存储器中，采用了具有图 12 所示结构的磁记录媒体 71*a*。

该磁记录媒体 71a 除了增加了基底层 121 及改变了磁性层 103 的材料之外，与实施例 1 的磁记录媒体 71 的结构相同。

上述基底层 102 是按如下方法形成的。

在基片温度为室温、Ar 气压力为 5mTorr、通电功率密度为 7W 每平方 cm 的成膜条件下，在直径 2.5 英寸、厚 0.4mm 的圆盘形玻璃基片 101 上，用 DC 磁控管溅射法形成了厚 15nm 的 Cr 基底层 121。

作为基底层 121 的材料，也可采用 Ti、V、Ge、Zr、Nb、Mo、Ta、W、Ni—P。

磁性层 103 的材料，是在 52at%Co—48at%Pt 中分别添加了氧化硅、氧化铝、氧化钽、氧化钇、氧化钛。

在表 1 中列出了磁记录媒体 71a 的组成、磁特性及标准化噪声的值。作为比较例，还列出了采用 73at%Co—15at%Pt 代替 52at%Co—48at%Pt 时的结果。

实施例 2 的磁记录媒体 71a 既可获得高的矫顽力又能降低标准化噪声。

与其相比，在采用 73at%Co—15at%Pt 磁性材料的比较例中，矫顽力变低，而标准化噪声增大。

在采用表 1 中试样编号 14 的磁记录媒体 71a 的磁存储器中，在磁头浮动间隙为 26nm、线记录密度为 210kBPI、磁道密度为 9.6kTPI 的条件下，评价了记录再生特性。

其结果是，装置的 S/N 为 1.8。

对向磁头 73 输入的信号进行 8—9 代码调制处理，并对输出信号进行最大似然译码处理，从而能记录再生每平方英寸 2 千兆位的

信息。

从内圈到外圈进行5万次磁头查找试验后的误码数在10位/面以下，可以达到15万小时的平均故障间隔时间*MTBF*。

在现有的磁记录媒体中，设置基底层是为了控制磁性层的定向性，但在本发明的磁记录媒体中，则是为控制结晶粒径、提高与基片的密合性、和提高耐腐蚀性而设置的。

表1

试样编号	磁性材料	添加氧化物	Pt/Co克分子比	MOx/Co克分子比	Hc (kOe)	Br×t (Gμm)	标准化噪声 (μVrms/μVpp)
11	Co-48at%Pt	氧化硅	0.92	1.05	3.08	87	0.013
12	Co-48at%Pt	氧化铝	0.92	1.01	2.83	91	0.015
13	Co-48at%Pt	氧化钽	0.92	1.07	2.72	84	0.016
14	Co-48at%Pt	氧化钇	0.92	1.01	2.68	83	0.017
15	Co-48at%Pt	氧化钛	0.92	1.03	2.92	89	0.014
比较试样	Co-15at%Cr-12at%Pt	氧化硅	0.16	1.05	2.05	87	0.021

实施例3：

作为添加在实施例2中的磁记录媒体71*a*的磁性层中的非磁性化合物，添加了氮化硅、氮化硼、氮化铝，以代替氧化物。

在表2中列出了磁记录媒体71*a*的组成、磁特性及标准化噪声的值。作为比较例，还列出了采用$73at\%Co-15at\%Cr-12at\%Pt$代替$52at\%Co-48at\%Pt$时的结果。

实施例3的磁记录媒体既可获得高的矫顽力又能降低标准化噪声。

与其相比，在采用$73at\%Co-15at\%Cr-12at\%Pt$磁性材料的

比较例中，矫顽力变低，而标准化噪声增大。

在采用表 2 中试样编号 21 的磁记录媒体的磁存储器中，在磁头浮动间隙为 26*nm*、线记录密度为 210*kBPI*、磁道密度为 9.6*kTPI* 的条件下，评价了记录再生特性。

其结果是，装置的 S/N 为 1.8。

对向磁头 73 输入的信号进行 8—9 代码调制处理，并对输出信号进行最大似然译码处理，从而能记录再生每平方英寸 2 千兆位的信息。

从内圈到外圈进行 5 万次磁头查找试验后的误码数在 10 位/面以下，可以达到 15 万小时的平均故障间隔时间 *MTBF*。

表2

试样编号	磁性材料	添加氮化物	Pt/Co克分子比	LNy/Co克分子比	Hc (kOe)	Br×t (Gμm)	标准化噪声 (μVrms/μVpp)
21	Co-48at%Pt	氮化硅	0.92	1.03	2.91	86	0.014
22	Co-48at%Pt	氮化硼	0.92	1.01	2.86	89	0.015
23	Co-48at%Pt	氧化铝	0.92	1.05	2.72	91	0.017
比较试样	Co-15at%Cr-12at%Pt	氧化硅	0.16	1.01	1.86	87	0.024

实施例 4：

在具有与实施例 1 相同结构的磁存储器中，代替再生用磁头的磁阻传感器 82(图 3)，采用了图 13 所示的磁阻传感器 82*a*。作为磁头的上部记录磁极 86，采用了用电镀法形成的 *Fe—Co—Ni* 合金膜。并改变了磁记录媒体。

图 13 示出的磁阻传感器 82*a* 是利用被非磁性层 133 隔开的 2 个磁性层 132、134 之间的相对磁化方向的变化而产生磁阻变化(由自旋整流效应产生的磁阻变化)的磁阻传感器。

缓冲层 131 是厚度为 2*nm* 的 *Ti* 层。第 1 磁性层 132 是厚度为 3*nm* 的 80*at*%*Ni*—20*at*%*Fe* 合金层。非磁性层 133 是厚度为 15*nm* 的 *Cu* 层。第 2 磁性层 134 是厚度为 3*nm* 的 80*at*%*Ni*—20*at*%*Fe* 合金层。反铁磁性层 135 是厚度为 5*nm* 的 50*at*%*Fe*—50*at*%*Mn* 合金层。

各层都是用溅射法形成的。

在该磁阻传感器 82*a* 中，利用来自反铁磁性层 135 的交换偏置磁场将第 2 磁性层 134 的磁化固定在一定方向，利用来自磁记录媒体 71 的漏磁场使第 1 磁性层 132 的磁化方向变化，从而产生磁阻值的变化。

由于采用 *Ti* 层作为缓冲层 131，因而可将第 1 磁性层 132 及第 2 磁性层 134 的{11 1}晶格面定向，使其与膜面平行。因此，磁性层 132、134 之间的交换相互作用被减弱，获得了比实施例 1 的磁阻传感器 82 约高 2 倍的灵敏度。

作为上部记录磁极 86 由于采用以电镀法形成的 *Fe*—*Co*—*Ni* 合金膜，所以饱和磁通密度增大到 16000 高斯，与实施例 3 的情况相比，能使重写特性改善约 6*dB*。

磁记录媒体的结构，是在与实施例 1 相同的条件下，在直径 1.3 英寸、厚 0.4*mm*、表面粗糙度 1*nm* 的碳基片上形成在 52*at*%*Co*—48*at*%*Pt* 中按 1.2 克分子比(氧化硅对 *Co* 的克分子比)添加了氧化硅的厚 25*nm* 的磁性层 103，在该层上形成厚 20*nm* 的保护层 104，

在其表面上静电涂布聚苯乙烯颗粒，以其作为掩模进行 13*nm* 的等离子蚀刻，并在保护层 104 的表面上形成微细的凹凸。最后，在保护层 104 上，用浸渍法形成了吸附性全氟烷基聚醚的润滑层 105。

沿该磁记录媒体的磁盘圆周方向施加磁场而测定出的矫顽力为 2.71*kOe*，剩余磁通密度与总磁性层厚度的乘积 $Br \times t$ 为 62 高斯·微米。

在实施例 4 的磁存储器中，在磁头浮动间隙为 25*nm*、线记录密度为 260*kBPI*、磁道密度为 11.6*kTPI* 的条件下，评价了记录再生特性。

其结果是，装置的 S/N 为 1.5。

对向磁头 73 输入的信号进行 8—9 代码调制处理，并对输出信号进行最大似然译码处理，从而能记录再生每平方英寸 3 千兆位的信息。

从内圈到外圈进行 5 万次磁头查找试验后的误码数在 10 位/面以下，可以达到 15 万小时的平均故障间隔时间 *MTBF*。

磁阻传感器 82*a* 的非磁性层 133 的厚度最好是在 1.5*nm* 以上，但若太厚，则因记录用磁头与最下层的磁性层 132 的间隔变大，使重写特性恶化，所以是不适当的。特别是在非磁性层为 2 层结构的情况下，因非磁性层变厚，所以重写特性恶化。为解决这一问题，作为记录用磁头的记录磁极，采用饱和磁通密度比现有的 *Ni— Fe* 合金大的 *Fe—Co—Ni* 类合金、*Fe—Si* 类合金等软质磁性薄膜是有效的。尤其是采用饱和磁通密度为 15000 高斯的软质磁性薄膜时，能获得良好的效果。

实施例 5：

也可采用象图 14 所示的磁记录媒体 71*b* 那样的结构，即包括由 *Al—Mg* 合金构成的基片 101、在其两面上形成的由 *Ni—P*、*Ni—W—P* 等构成的非磁性镀层 102、磁性层 103、保护层 104、及润滑层 105。

实施例 6：

也可采用象图 15 所示的磁记录媒体 71*c* 那样的结构，即包括由 *Al—Mg* 合金构成的基片 101、在其两面上形成的由 *Ni—P*、*Ni—W—P* 等构成的非磁性镀层 102、基底层 121、磁性层 103、保护层 104、及润滑层 105。

比较例 1：

研讨了作为实施例 1 中的磁记录媒体 71 的磁性层 103 的磁性材料采用 *73at%Co—15at% Cr—12at%Pt* 时氧化硅对 *Co* 的克分子比与标准化噪声的关系以及与矫顽力的关系。

如图 16 的虚线所示，氧化硅对 *Co* 的克分子比在 0.1 以上时，与用实线表示的实施例 1 的磁记录媒体 71 相比，标准化噪声变大。

如图 17 的虚线所示，氧化硅对 *Co* 的克分子比在 0.2 以上时，与用实线表示的实施例 1 的磁记录媒体 71 相比，矫顽力变小。

比较例 2：

不添加氧化物或氮化物，而是采用了在溅射成膜过程中在所使用的 *Ar* 溅射气中混合了氧和氮的气体。

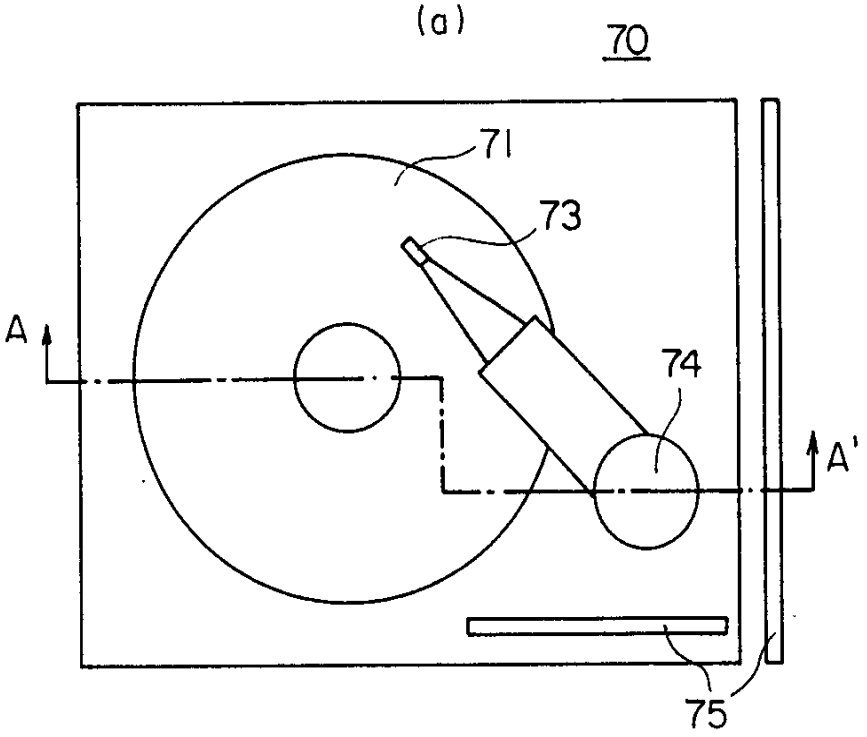
采用这种方法也能在一定程度上使矫顽力增大。但是，标准噪声的减低效果小，很难实现每平方英寸 1 千兆位以上的记录密度。

我们认为，这正是由于当采用氧或氮混合气体时氧或氮不仅进入晶界还进入晶粒内，因而使结晶性受到损害的缘故。

如采用本发明的磁存储器及磁记录媒体，则由于能得到高的 S/N 和低的误码率，所以能以每平方英寸 1 千兆位以上的记录密度实现 15 万小时的平均故障间隔时间。

图. 1

(a)



(b)

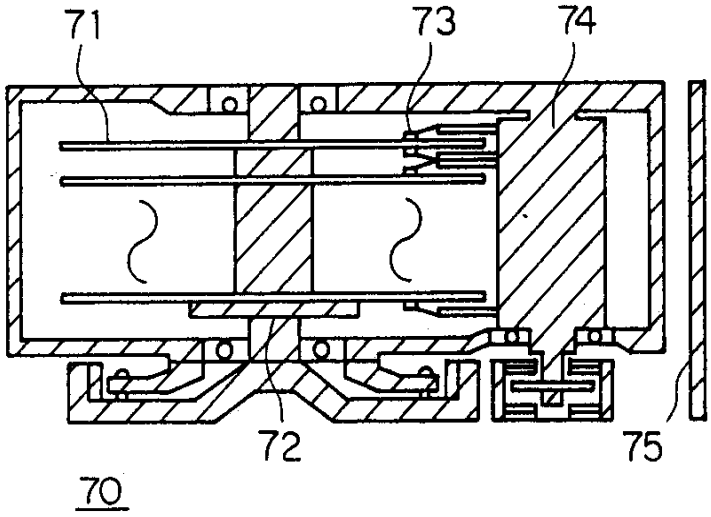


图. 2

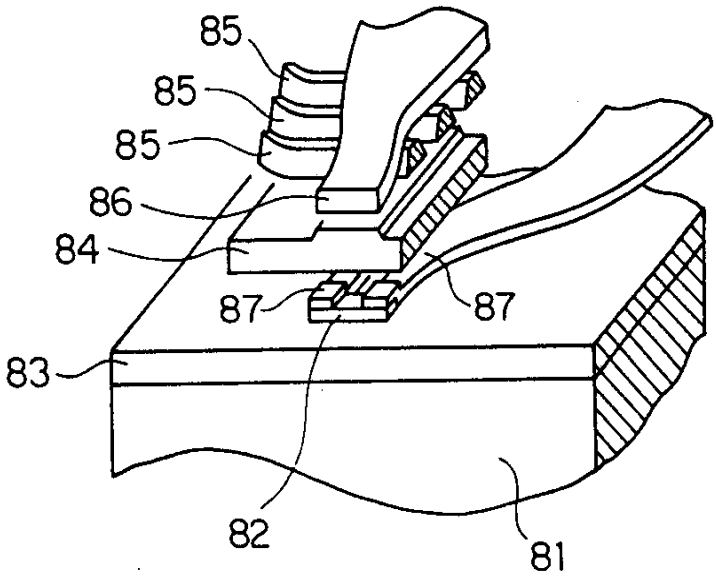

85
85
85
86
84
87
87
83
82
81

图. 3

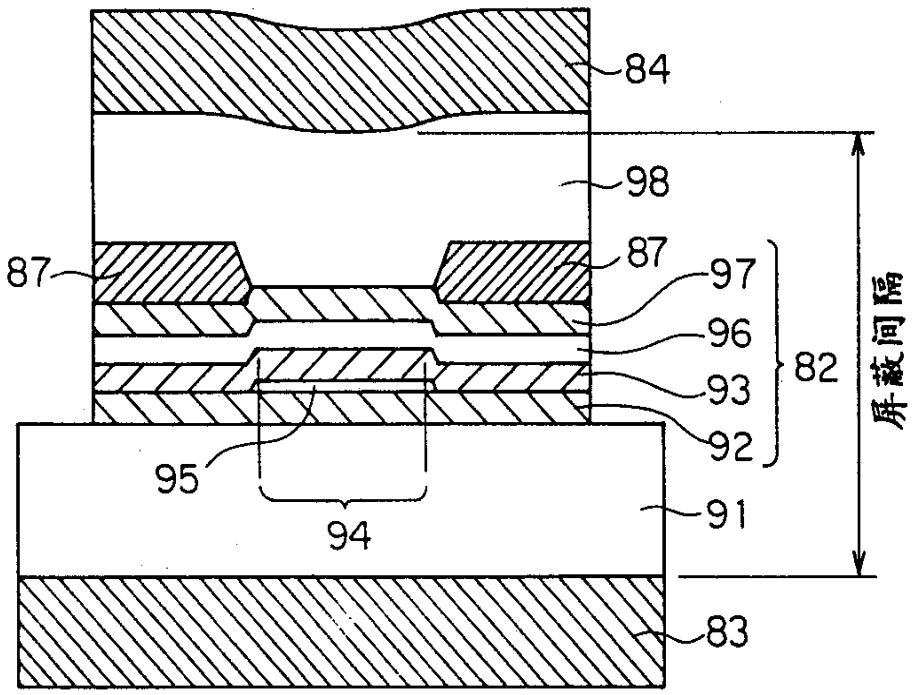

84
98
87
87
97
96
93
92
82
屏蔽间隔
95
94
91
83

图. 4

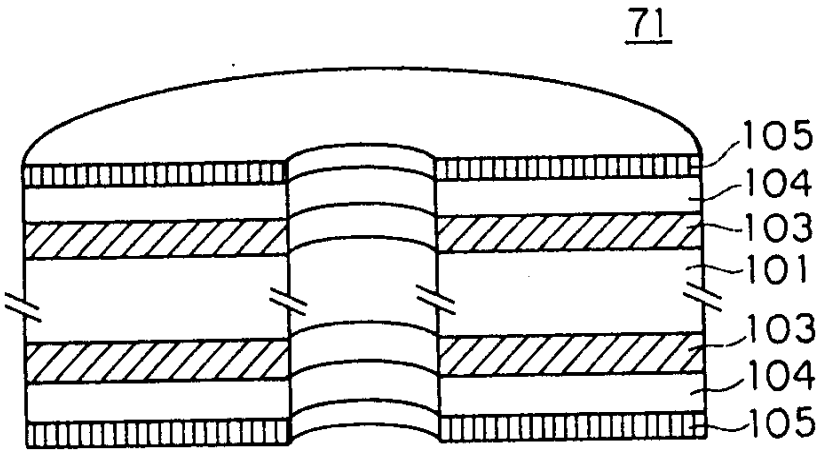

71
105
104
103
101
103
104
105

图. 5

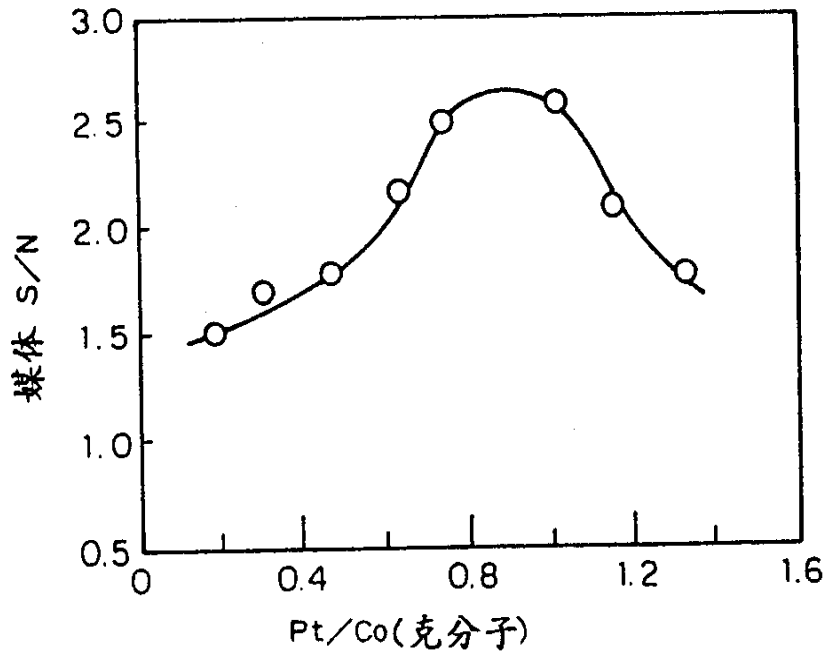

3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
媒体 S/N
0
0.4
0.8
1.2
1.6
Pt/Co(克分子)

图. 6

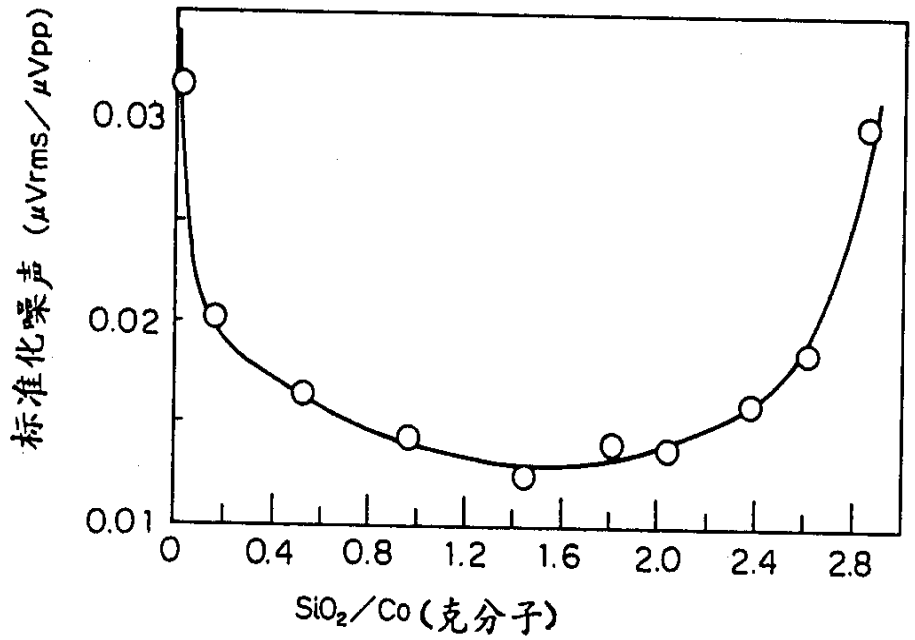


图. 7

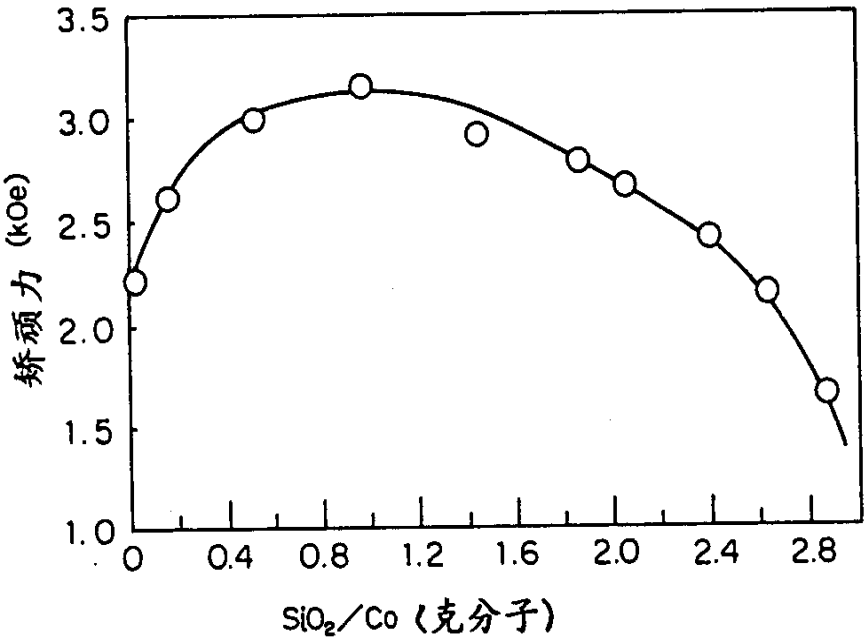

3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
矫顽力 (kOe)
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
2.4
2.8
SiO2/Co (克分子)

图. 8

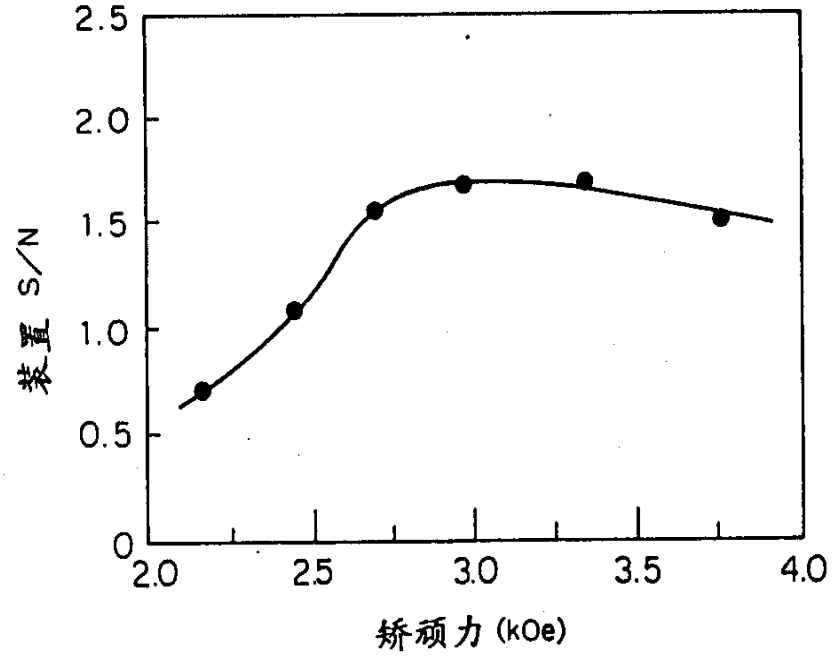

2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
装置 S/N
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
矫顽力 (kOe)

图. 9

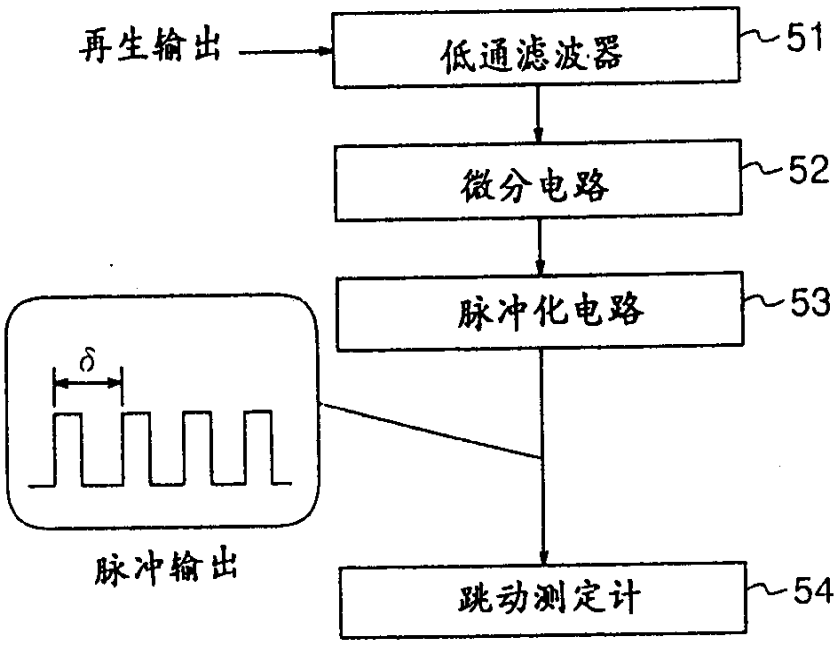


图. 10

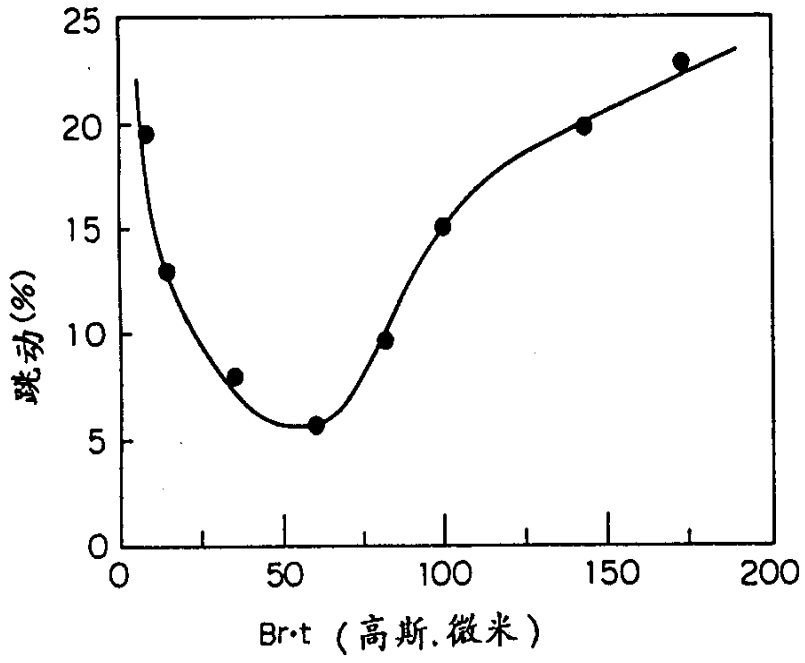


图. 11

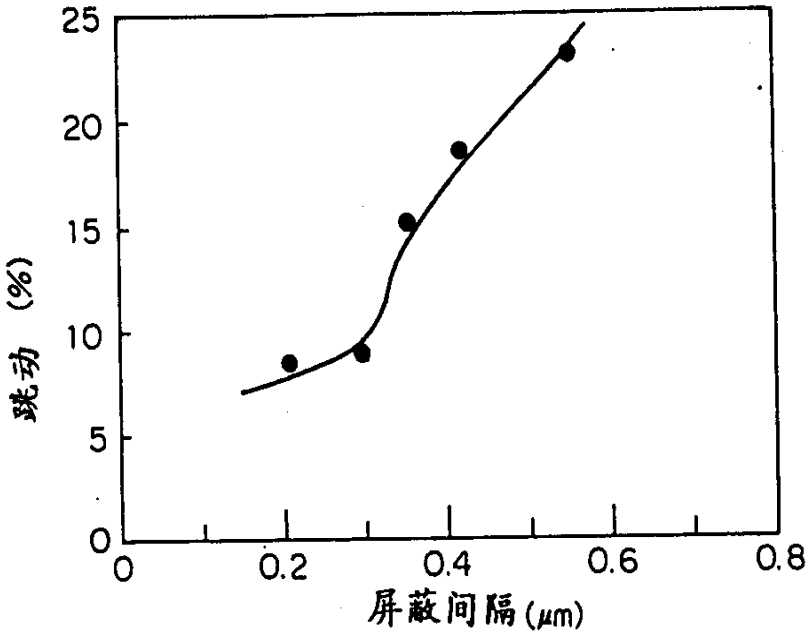

25
20
15
10
5
0
跳动 (%)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
屏蔽间隔 (μm)

图. 12

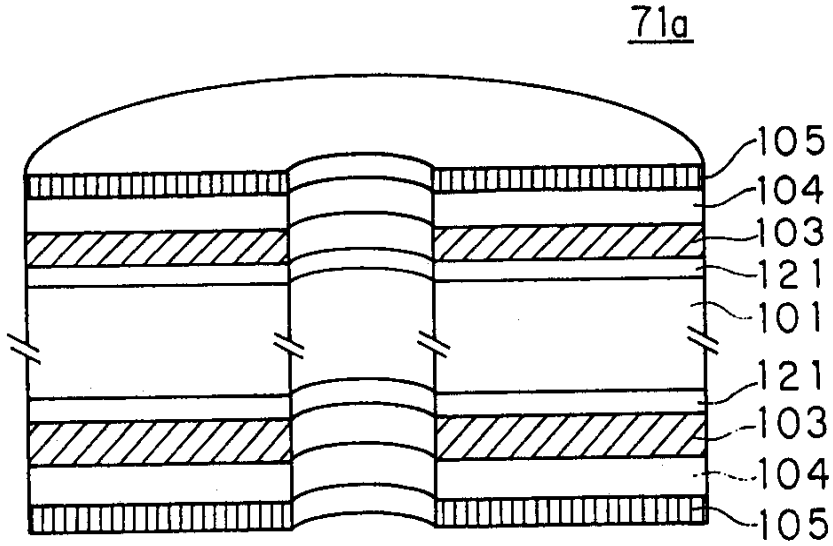

71a
105
104
103
121
101
121
103
104
105

图. 13

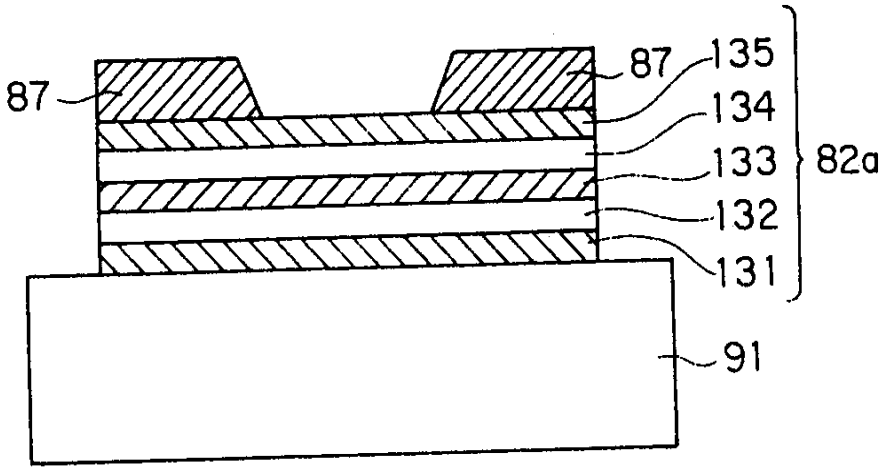

87
87
135
134
133
132
131
82a
91

图 . 14

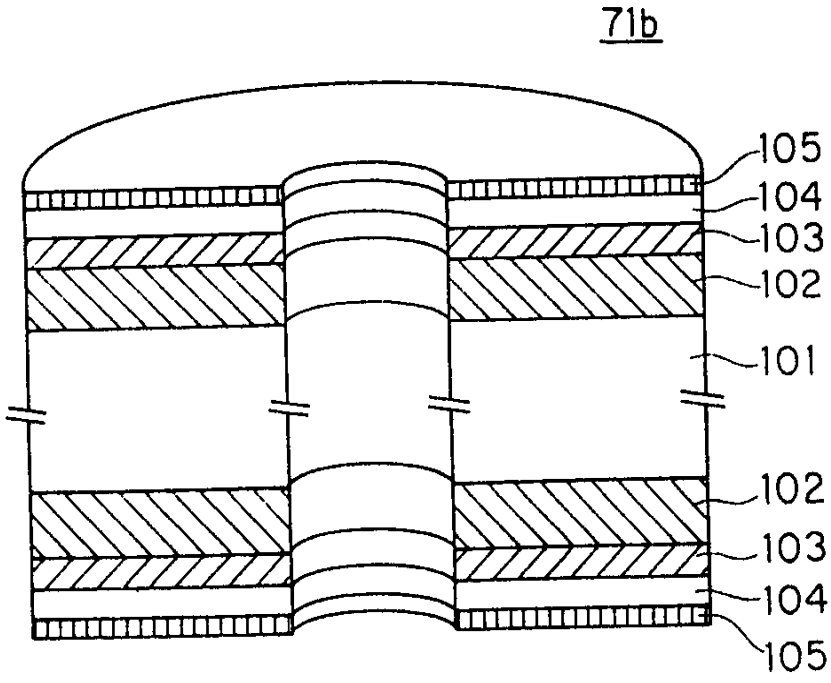

71b
105
104
103
102
101
102
103
104
105

图. 15

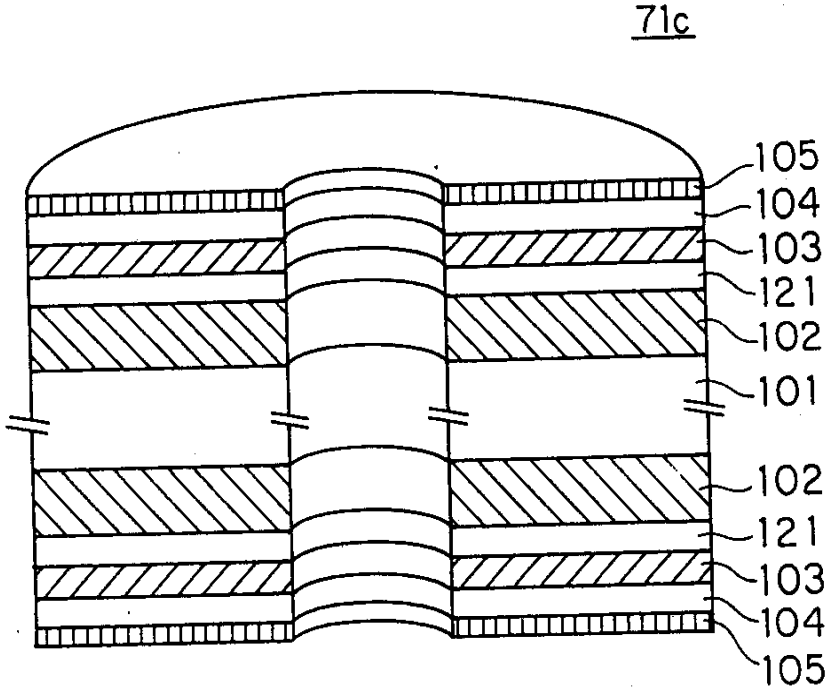

71c
105
104
103
121
102
101
102
121
103
104
105

图. 16

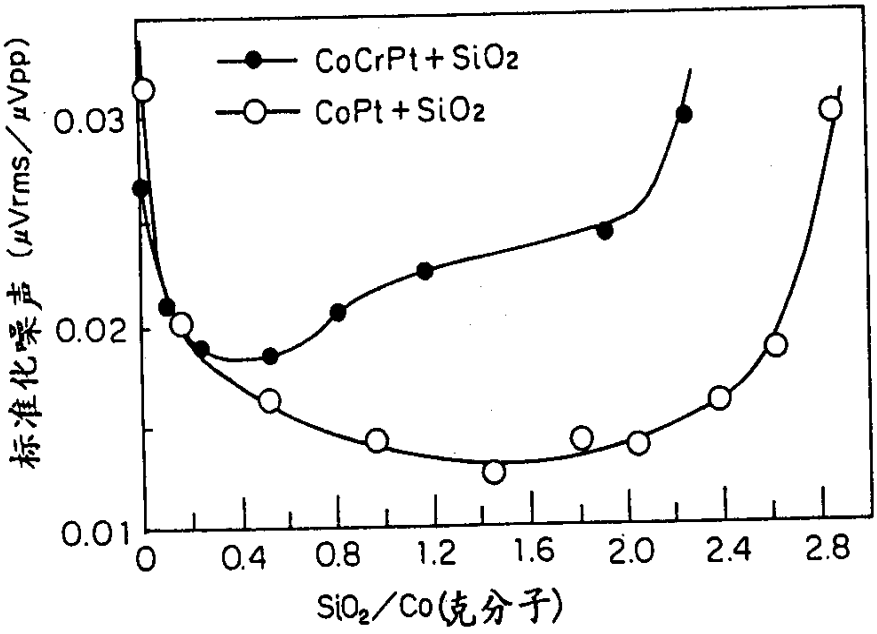
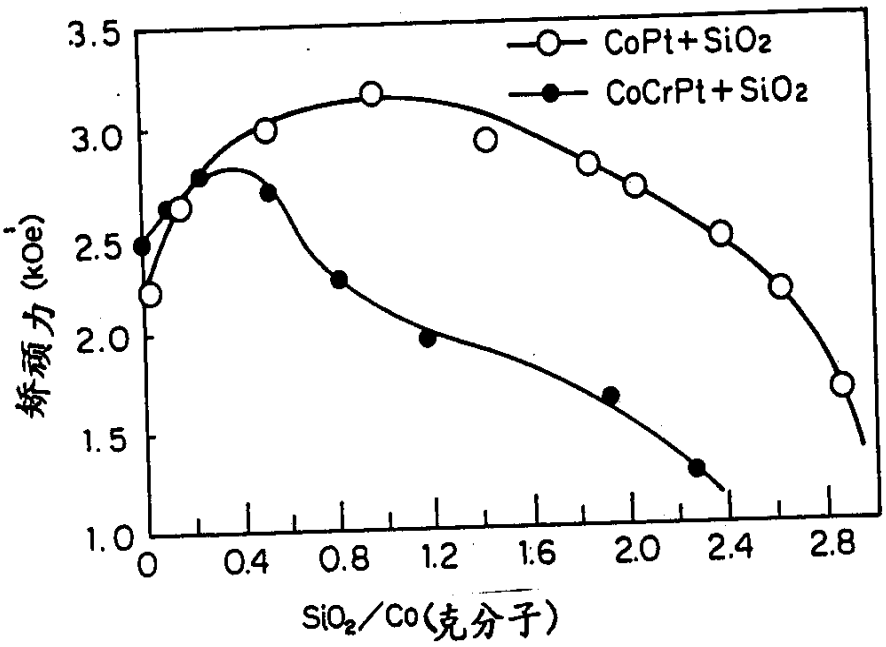

CoCrPt+SiO2
CoPt+SiO2
标准化噪声 (μVrms/μVpp)
0.03
0.02
0.01
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
2.4
2.8
SiO2/Co(克分子)

图. 17


CoPt+SiO2
CoCrPt+SiO2
矫顽力 (kOe)
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
2.4
2.8
SiO2/Co(克分子)