



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98109495.3

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1187746C

[22] 申请日 1998.3.6 [21] 申请号 98109495.3

[30] 优先权

[32] 1997.3.6 [33] JP [31] 51372/1997

[32] 1997.3.18 [33] JP [31] 63680/1997

[32] 1997.3.24 [33] JP [31] 69446/1997

[32] 1997.8.28 [33] JP [31] 232227/1997

[71] 专利权人 夏普公司

地址 日本大阪府

[72] 发明人 高桥明 三枝理伸 池谷直泰

森 豪 中嶋淳策 村上善照

広兼顺司

审查员 张 景

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

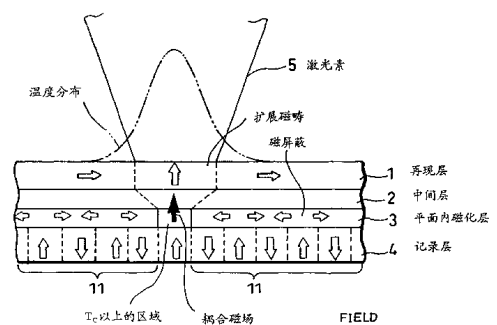
代理人 马 莹

权利要求书 5 页 说明书 55 页 附图 12 页

[54] 发明名称 磁光存储介质及其再现方法

[57] 摘要

一种磁光存储介质,包括:在室温为平面内磁化而被再现光束加热到超过预定温度时为垂直磁化的再现层;与再现层静磁耦合的记录层;和与记录层相邻设置,具有在上述预定温度的居里温度的平面内磁化层。在低于预定温度的温度,屏蔽在记录层以高密度记录的信号。然而,在高于预定温度的温度,在形成部分平面内磁化层的磁畴中,记录层和再现层静磁耦合,记录层的记录比特复制并扩展到再现层中的磁畴中。因此,能以高信号质量再现信息。



1. 一种磁光存储介质, 包括:
记录层, 是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜;
- 5 再现层, 是由稀土和过渡金属合金制成的磁膜, 再现时至少在信号再现畴内垂直磁化、并与所述记录层静磁耦合; 以及
 磁屏蔽层, 与所述再现层分开并与所述记录层相邻设置, 在室温下抑制所述记录层和所述再现层的磁耦合, 而在再现时的温度下能够形成所述记录层和所述再现层的静磁耦合,
- 10 其中, 所述磁屏蔽层由其磁化在高温降低的平面内磁化层制成。
 2. 根据权利要求 1 所述的磁光存储介质, 其中在所述再现层中, 通过光束发射产生比所述记录层的记录磁畴更大的再现磁畴。
3. 根据权利要求 1 所述的磁光存储介质, 其中:
 在室温, 所述磁屏蔽层的磁化比所述记录层的磁化大。
- 15 4. 根据权利要求 1 所述的磁光存储介质, 其中:
 所述磁屏蔽层的居里温度比所述记录层的居里温度低。
5. 根据权利要求 1 所述的磁光存储介质, 其中:
 所述记录层的居里温度比所述再现层的居里温度低。
6. 根据权利要求 1 所述的磁光存储介质, 其中:
- 20 一层透明介电层、所述再现层、一层非磁性中间层、所述磁屏蔽层、所述记录层、和一层保护层按该顺序设置在一层衬底上。
7. 根据权利要求 6 所述的磁光存储介质, 其中:
 所述磁屏蔽层的厚度不小于 2nm 并且不大于 40nm。
8. 根据权利要求 6 所述的磁光存储介质, 其中所述磁屏蔽层由从包括
25 下列一组合金中选择的一种合金制成, 该组合金有:
 GdFe 合金、GdFeAl 合金、GdFeTi 合金、GdFeTa 合金、GdFePt 合金、GdFeAu 合金、GdFeCu 合金、GdFeAlTi 合金、GdFeAlTa 合金、NdFe 合金、NdFeAl 合金、DyFe 合金、和 DyFeAl 合金。
9. 根据权利要求 6 所述的磁光存储介质, 其中:
- 30 所述磁屏蔽层具有由化学式 $(\text{Gd}_{0.11}\text{Fe}_{0.89})_x\text{Al}_{1-x}$ 表示的成份, 其中 X 是原子比, 并且 X 不小于 0.30 并且不大于 1.00。

10. 根据权利要求6所述的磁光存储介质, 其中:
所述磁屏蔽层具有不低于 60℃ 并且不高于 220℃ 的居里温度。
11. 根据权利要求6所述的磁光存储介质, 其中:
所述再现层的厚度不小于 10nm 并且不大于 80nm。
- 5 12. 根据权利要求6所述的磁光存储介质, 其中:
所述非磁性中间层的厚度不小于 1nm 并且不大于 80nm。
13. 根据权利要求6所述的磁光存储介质, 其中:
与非磁性中间层相邻, 在其表面上面对所述记录层设置一层反射层。
14. 根据权利要求13所述的磁光存储介质, 其中:
- 10 所述反射层由 Al 制成, 并具有不小于 2nm 并且不大于 40nm 的厚度。
15. 根据权利要求13所述的磁光存储介质, 其中:
所述反射层是由 Al 和磁性金属合金制成的。
16. 根据权利要求15所述的磁光存储介质, 其中:
所述反射层具有由化学式 $Al_{1-x}Fe_x$ 表示的成分, 其中 X 是原子比, 并
- 15 且 X 不小于 0.02 并且不大于 0.50。
17. 根据权利要求15所述的磁光存储介质, 其中:
所述反射层具有由化学式 $Al_{1-x}Ni_x$ 表示的成分, 其中 X 是原子比, 并
- 且 X 不小于 0.02 并且不大于 0.50。
18. 根据权利要求13所述的磁光存储介质, 其中:
- 20 所述反射层是由 Al 和非磁性金属合金制成的。
19. 根据权利要求18所述的磁光存储介质, 其中所述非磁性金属是从包括 Ti、Ta、Pt、Au、Cu 和 Si 的一组化学元素中选择的。
20. 根据权利要求18所述的磁光存储介质, 其中:
所述反射层具有由化学式 $Al_{1-x}Ti_x$ 表示的成分, 其中 X 是原子比, 并
- 25 且 X 不小于 0.02 并且不大于 0.98。
21. 根据权利要求7所述的磁光存储介质, 其中:
面对所述衬底并且不与其接触, 在所述保护层的一个表面上进一步设置一层散热层。
22. 根据权利要求1所述的磁光存储介质, 其中:
- 30 所述再现层在室温为平面内磁化, 而在更高温度为垂直磁化。
23. 根据权利要求1所述的磁光存储介质, 其中:

所述再现层是由交错的 Co 和 Pt 层制成的多层膜。

24. 根据权利要求 3 所述的磁光存储介质, 其中:

一层透明介电层、所述再现层、一层第一非磁性中间层、所述磁屏蔽层、一层第二非磁性中间层、所述记录层、和一层保护层按该顺序设置在
5 一层衬底上。

25. 根据权利要求 24 所述的磁光存储介质, 其中:

所述第二非磁性中间层的膜层厚度不小于 2nm 并且不大于 80nm。

26. 一种磁光存储介质, 包括:

记录层, 是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜;

10 再现层, 是由稀土和过渡金属合金制成的磁膜, 再现时至少在信号再现畴内垂直磁化、并与所述记录层静磁耦合; 以及

磁屏蔽层, 与所述再现层分开并与所述记录层相邻设置, 在室温下抑制所述记录层和所述再现层的磁耦合, 而在再现时的温度下能够形成所述记录层和所述再现层的静磁耦合,

15 其中, 所述磁屏蔽层是一种至少在室温其总磁化方向与所述记录层的总磁化方向相对的磁层。

27. 根据权利要求 26 所述的磁光存储介质, 其中:

所述记录层是用从室温到其居里温度范围内富含过渡金属的稀土和过渡金属合金膜制成的, 并且具有过渡金属子晶格; 和

20 所述磁屏蔽层是由至少在室温富含稀土金属的稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜, 并具有过渡金属子晶格;

设置所述磁屏蔽层以使其过渡金属子晶格的磁化方向与所述记录层的过渡金属子晶格的磁化方向一致。

28. 根据权利要求 26 所述的磁光存储介质, 其中:

25 所述屏蔽层是一种在高温其磁化减少的磁膜。

29. 根据权利要求 26 所述的磁光存储介质, 其中:

在室温, 所述磁屏蔽层的总磁化与所述记录层的总磁化相同。

30. 根据权利要求 26 所述的磁光存储介质, 其中:

所述磁屏蔽层的居里温度比所述记录层的居里温度低。

30 31. 根据权利要求 26 所述的磁光存储介质, 其中:

所述磁屏蔽层的补偿温度比所述记录层的居里温度低。

32. 根据权利要求 26 所述的磁光存储介质, 其中:
一层透明介电层、所述再现层、一层非磁性中间层、所述磁屏蔽层、所述记录层、和一层保护层按该顺序设置在一层衬底上。
- 5 33. 根据权利要求 32 所述的磁光存储介质, 其中:
所述磁屏蔽层的厚度不小于 10nm 并且不大于 60nm。
34. 根据权利要求 26 所述的磁光存储介质, 其中:
一层透明介电层、所述再现层、一层非磁性中间层、所述记录层、所述磁屏蔽层、和一层保护层按该顺序设置在一层衬底上。
- 10 35. 根据权利要求 34 所述的磁光存储介质, 其中:
所述磁屏蔽层的厚度不小于 10nm 并且不大于 80nm。
36. 根据权利要求 32 所述的磁光存储介质, 其中所述磁屏蔽层由从包括下列一组合金中选择的一种合金制成, 该组合金有:
GdDyFe 合金、TbFe 合金、DyFe 合金、GdFe 合金、GdTbFe 合金、DyFeCo 合金、和 TbFeCo 合金。
- 15 37. 根据权利要求 32 所述的磁光存储介质, 其中:
所述磁屏蔽层具有不低于 80℃ 并且不高于 220℃ 的居里温度。
38. 根据权利要求 32 所述的磁光存储介质, 其中:
所述磁屏蔽层具有不低于 80℃ 并且不高于 220℃ 的补偿温度。
39. 一种磁光存储介质, 包括:
- 20 记录层, 是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜;
再现层, 是由稀土和过渡金属合金制成的磁膜, 再现时至少在信号再现畴内垂直磁化、并与所述记录层静磁耦合; 以及
磁屏蔽层, 与所述再现层分开并与所述记录层相邻设置, 在室温下抑制所述记录层和所述再现层的磁耦合, 而在再现时的温度下能够形成所述
- 25 记录层和所述再现层的静磁耦合,
其中, 所述磁屏蔽层是在室温具有平面内磁化, 而在预定温度之上为垂直磁化的磁膜。
40. 根据权利要求 39 所述的磁光存储介质, 其中:
所述磁屏蔽层的居里温度比所述记录层的居里温度低。
- 30 41. 根据权利要求 39 所述的磁光存储介质, 其中:
所述记录层的居里温度比所述再现层的居里温度低。

42. 根据权利要求 39 所述的磁光存储介质, 其中:

一层透明介电层、所述再现层、一层非磁性中间层、所述磁屏蔽层、所述记录层、和一层保护层按该顺序设置在一层衬底上。

43. 根据权利要求 42 所述的磁光存储介质, 其中:

5 所述磁屏蔽层的厚度不小于 2nm 并且不大于 40nm。

44. 根据权利要求 42 所述的磁光存储介质, 其中所述磁屏蔽层由从包括下列一组合金中选择的一种合金制成, 该组合金有:

GdDyCo 合金、GdNdFe 合金、GdNdFeCo 合金、GdTbFe 合金、GdTbFeCo 合金、GdDyFe 合金、和 GdFe 合金。

10 45. 根据权利要求 42 所述的磁光存储介质, 其中:

所述磁屏蔽层具有由化学式 $Gd_x(Fe_{0.80}Co_{0.20})_{1-x}$ 表示的成分, 其中 X 是原子比, 并且 X 不小于 0.22 并且不大于 0.35。

46. 根据权利要求 39 所述的磁光存储介质, 其中:

15 一层透明介电层、所述再现层、一层第一非磁性中间层、所述磁屏蔽层、一层第二非磁性中间层、所述记录层、和一层保护层按该顺序设置在一层衬底上。

20 47. 一种磁光存储介质的再现方法, 该磁光存储介质包括由垂直磁化膜制成的记录层、以及与该记录层进行静磁耦合的再现层, 该方法将从半导体激光器发射的光束照射到该磁光存储介质上, 通过检测与所述记录层进行静磁耦合的来自所述再现层的信号再现畴的反射光的偏振面的旋转方向, 来对记录在所述记录层上的信息进行再现, 其特征在于:

所述磁光存储介质包括磁屏蔽层, 与所述再现层分开设置, 在室温下抑制所述记录层和所述再现层的磁耦合, 而在所述磁屏蔽层的居里温度以上时能够形成所述记录层和所述再现层的静磁耦合,

25 通过将光束照射到所述磁光存储介质上, 将所述磁屏蔽层加热至所述磁屏蔽层的居里温度以上。

48. 根据权利要求 47 所述的磁光存储介质的再现方法, 其中, 所述磁屏蔽层由高温时磁化减少的平面内磁化层构成。

30 49. 根据权利要求 47 所述的磁光存储介质, 其中, 在光束照射到所述磁光存储介质上时, 使该光束以脉冲状地照射。

磁光存储介质及其再现方法

5 技术领域

本发明涉及磁光记录和再现装置中使用的诸如磁光盘、磁光带、或磁光卡之类的磁光存储介质，并涉及其再现方法。

背景技术

10 过去，磁光存储介质已经被应用为一种可重写的光存储介质，在这类磁光存储介质中，通过将半导体激光器发射的光束聚焦在磁光存储介质上来再现其上记录的信息。这种磁光存储介质的存在的一个问题是：如果作为用于记录的磁畴的记录比特之间的直径和间隔相对于光束的直径变得太小，再现特性则会变坏。

15 这一问题是由于相邻记录比特落入聚焦在目标记录比特上的光束直径内而不能区分和再现单个记录比特造成的。

为解决上述问题，日本待审专利公开 No.6-150418/1994(对应于美国专利申请 No.08/147,373 的平 6-150418)(下文称之为“现有实例 1”)提出了一种包括设置在再现层和记录层之间的非磁性中间层的磁光存储介质，该
20 再现层在室温为面内磁化，但随着温度的升高改变成垂直磁化，其中再现层和记录层静磁耦合。

通过这种方法，由于面内被磁化的再现层的区域屏蔽记录层的磁畴中记录的信息，即使相邻记录比特落入聚焦光束的直径内，也可区分和再现单个记录比特。

25 另外，应用物理杂志 69(27)，第 4257-59 页中发表的题为“为超高密度磁光记录信号的放大而读出的磁畴扩展”一文(下面称之为“现有实例 2”)中公开了在再现层和记录层之间设置非磁性中间层的结构。在该结构中，借助记录层产生的磁场，将记录层的信息复制到比记录层的磁畴大的再现层中的磁畴。这种现有技术公开了一种磁畴扩展方法，其中，通过将记录
30 层的信息复制到再现层中一个更大的磁畴，通过该再现层进行再现。

然而，对于现有实例 1，已经证实，当即使以更近的间隔采用更小的记

录比特进行记录和再现时，再现信号的强度降低，不能获得足够强的再现信号。

另外，比较实例2的问题是：对于高记录密度，当许多记录比特位于再现层的磁畴之下时，多个记录比特的磁场施加到再现层，使其不能将单个目标记录比特的磁化正确地施加到再现层，导致再现信号质量的降低。

日本待审专利公开 No.1 - 143041/1989(平 1 - 143041)公开了一种磁光存储介质，其中通过将写入记录层中的信息复制到一个再现层中的更大的磁畴中来再现该写入记录层中的信息。在该介质中，通过磁畴扩展再现，可增加再现信号。另外，日本待审专利公开 No.8 - 7350/1996(平 8 - 7350)和第二十届日本应用磁技术讨论会(1996)论文摘要，22pE - 4，第 313 页提出了一种在再现期间施加与记录信号同步的脉冲磁场的磁光存储介质，以便再现期间扩展磁畴并在此后将其降低，从而增强再现信号的强度。

然而，对于上述日本待审专利公开 No.1 - 143041/1989，日本待审专利公开 No.8 - 7350/1996 和第二十届日本应用磁技术讨论会(1996)论文摘要，22pE - 4，第 313 页中公开的现有技术，当记录比特之间的间隔小时，相邻比特落在聚焦在目标比特上的光束的直径内，使磁畴扩展再现的工作变为不可能，如同现有实例 1 和 2 一样，不能获得足够的再现信号质量。

发明内容

做出本发明以解决上述问题，本发明的一个目的是提供一种即使在采用较小的记录比特直径和甚至更小的记录比特之间的间隔记录和再现时，能够获得满足的再现信号质量的磁光存储介质及其再现方法。

为实现上述目的，根据本发明的磁光存储介质包括：记录层，是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜；再现层，是由稀土和过渡金属合金制成的磁膜，至少在信号再现畴内垂直磁化，并与记录层磁耦合；磁屏蔽层，与再现层分开并与所述记录层相邻设置，并且至少在室温抑制记录层和再现层磁耦合，其中，所述磁屏蔽层由其磁化在高温降低的平面内磁化层制成。

通过上述结构，由于磁屏蔽层至少在室温抑制磁通从记录层向再现层泄漏，再现期间使可消除相邻磁畴磁化的影响并且仅从所希望的磁畴选择信息变为可能，从而实现增加记录密度。

这样,通过上述结构,在保持足够再现信号质量的同时,可通过较小的记录比特直径和间隔进行记录和再现操作。

上面提到的信号再现畴是通过光束投射加热到再现温度的介质的畴。

通过上述结构,通过在再现层内形成比记录层的记录磁畴大的再现磁畴,可提高再现信号的数量,从而改善再现信号质量。

通过该结构,利用磁屏蔽层的面内磁化层,在室温的条件下,面内磁化层捕获记录层产生的磁场,从而使再现层与记录层的磁场隔离。

另一方面,当通过从再现激光等发射光束加热时,由于面内磁化层的磁化降低,上述隔离效应消失,来自记录层的磁通泄漏到加热区内的再现层,从而给出再现层与记录层一致的垂直磁化。

在此,由于仅有较小的被加热区的信息传送到再现层,即使在以较小的记录比特直径和间隔进行记录和再现时,可获得足够的再现信号质量。

这种情况下,最好是在室温使磁屏蔽层(面内磁化层)的磁化比记录层的大。

通过这种结构,如果磁屏蔽层的磁化在室温比记录层的大,可更肯定地获得上述的隔离效应。

最好是使磁屏蔽层的居里温度低于记录层的居里温度。

通过该结构,再现期间的加热将磁屏蔽层加热到超过其居里温度,此刻磁屏蔽层失去其磁化。在目前的情况下,由于可确保在磁屏蔽层失去其磁化时记录层低于其居里温度,可稳定地保持记录层的记录信息。

最好是使记录层的居里温度低于再现层的居里温度。

通过这种结构,由于在再现层中需要优秀的再现特性,所以如果再现层具有比记录层高的居里温度是有利的。

最好是按下列顺序在衬底上依次分层为:透明介电层、再现层、非磁性中间层、磁屏蔽层、记录层、和保护层来设置磁光存储介质。

通过该结构,可由磁屏蔽层选择记录层中以较小记录比特记录的一部分信息并通过扩展再现到再现层中的大磁畴中,因此即使是高密度记录也可获得足够强的再现信号。

此外,通过上述结构,非磁性中间层可完全遮住再现层和磁屏蔽层之间的交换耦合,并可实现再现层与记录层之间的良好静磁耦合。

磁屏蔽层的厚度最好不小于 2nm 并且不大于 40nm。

通过该结构,可保持磁屏蔽层屏蔽记录层的良好状态,并使稳定的磁畴扩展再现成为可能。

最好是由 GdFe 合金、GdFeAl 合金、GdFeTi 合金、GdFeTa 合金、GdFePt 合金、GdFeAu 合金、GdFeCu 合金、GdFeAlTi 合金、GdFeAlTa 合金、NdFe 合金、NdFeAl 合金、DyFe 合金、和 DyFeAl 合金中的一种合金制成磁屏蔽层。

上述合金之一的使用使得再现层中的磁畴的稳定形成和适当响应来自记录层的磁场成为可能,并可实现良好的磁畴扩展再现。

磁屏蔽层也可具有如化学式 $(\text{Gd}_{0.11}\text{Fe}_{0.89})\text{xAl}_{1-\text{x}}$ 所示的成分,其中 X(原子比)不小于 0.30 并且不大于 1.00。

通过该成分,由于磁屏蔽层具有最适合的磁特性,在再现中,可实现记录层和再现层之间的良好交换耦合,并可实现稳定的磁畴扩展再现。

磁屏蔽层的居里温度最好不低于 60℃,并且不高于 220℃。

通过该结构,由于磁屏蔽层具有最适合的居里温度,在低于磁屏蔽层居里温度的温度下,磁屏蔽层阻挡(磁屏蔽)记录层的磁化,在高于磁屏蔽层居里温度的条件下,可保持记录层与再现层良好的静磁耦合,并可实现稳定的磁畴扩展再现。

根据本发明的另一种磁光存储介质,包括:记录层,是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜;再现层,是由稀土和过渡金属合金制成的磁膜,再现时至少在信号再现畴内垂直磁化、并与所述记录层静磁耦合;以及磁屏蔽层,与所述再现层分开并与所述记录层相邻设置,在室温下抑制所述记录层和所述再现层的磁耦合,而在再现时的温度下能够形成所述记录层和所述再现层的静磁耦合,其中,上述磁屏蔽层可以是在室温下其中总磁化方向是与记录层的总磁化方向相对的磁层。

通过该结构,由于可降低由记录层产生的并影响再现层的磁场,仅由在光束点中心的记录比特的影响确定再现层的磁化方向,从而能够采用更小的记录比特间隔和更小的记录比特直径稳定再现。

这种情况下,最好是用从室温到居里温度范围内富含过渡金属的稀土过渡金属合金膜制成记录层,并且磁屏蔽层(磁层)最好是由至少在室温富含稀土金属的稀土过渡金属合金制成的垂直磁化膜,设置该磁屏蔽层以使过渡金属子晶格的磁化方向与记录层的过渡金属子晶格的磁化方向一致。

通过这种结构，由于富含稀土金属的磁屏蔽层层与富含过渡金属的记录层相邻，通过降低由低温区中的记录层产生的磁场，仅由在光束点中心的记录比特的影响确定再现期间再现层的磁化方向。从而能够采用更小的记录比特间隔和更小的记录比特直径稳定再现。

- 5 磁屏蔽层最好是一种在高温其磁化减少的磁膜。

通过这种结构，在低温区中可抑制从记录层泄漏到再现层的磁通量，另一方面，在高温区中，可将记录层的磁通量泄漏到再现层。因此，通过这种结构，可通过来自记录层上的单个记录比特的信息肯定地确定再现层的磁化方向，从而改善再现信号质量。

- 10 磁屏蔽层的总磁化在室温最好与记录层在室温的总磁化基本相同。

通过这种结构，可抑制低温区中记录层的磁场对再现层的作用，从而进一步改善再现信号质量。

磁屏蔽层的居里温度最好是低于记录层的居里温度。

- 15 通过这种结构，再现期间，可将磁屏蔽层加热到其居里温度，从而降低其磁化，而在相同温度下，记录层保持其中记录的信息。

磁屏蔽层的补偿温度最好是低于记录层的居里温度。

通过这种结构，再现期间，可将作为隔离层的磁屏蔽层加热到其补偿温度附近，从而降低其磁化，而在相同温度下，记录层保持其中记录的信息。

- 20 最好是按下列顺序在衬底上依次分层为：透明介电层、再现层、非磁性中间层、磁屏蔽层、记录层、和保护层来提供磁光存储介质。

- 25 通过该结构，可由磁屏蔽层(隔离层)选择记录层中以较小记录比特记录的一部分信息，扩展到再现层中的大磁畴中，并稳定再现。此外，非磁性中间层可完全遮住再现层和磁屏蔽层以及记录层之间的交换耦合，并可实现再现层和磁屏蔽层以及记录层之间的好静磁耦合。

这种情况下，磁屏蔽层的厚度最好是不小于 10nm 并且不大于 60nm。

通过这种结构，可进一步改善磁屏蔽层(隔离层)的将再现层从记录层磁场屏蔽的效果，并且由于再现层的厚度是最合适的，可获得良好的再现信号。

- 30 另一方案是，最好按下列顺序在衬底依次分层设置磁光存储介质，这些层是一层透明介电层、再现层、非磁性中间层、记录层、磁屏蔽层(作为

绝缘层的磁性层)、和保护层。

通过这种结构,可由磁屏蔽层(隔离层)选择在记录层中的小记录比特中记录的一部分信息,扩展到再现层中的大磁畴,并稳定地再现。此外,非磁性中间层可完全遮住再现层和磁屏蔽层与记录层之间的交换耦合,并可

5 实现再现层和磁屏蔽层与记录层之间良好的静磁耦合。

另外,借助该结构,通过按上述顺序设置磁屏蔽层,在信号再现畴中,更容易从记录层再现层复制磁畴,并可增加磁屏蔽层可能的厚度范围。

这种情况下,磁屏蔽层的厚度最好是不小于 10nm 且不大于 80nm。

通过该结构,可增强磁屏蔽层将再现层与记录层磁场屏蔽的效果,并可

10 获得良好的再现信号质量。

最好是由 GdDyFe 合金、TbFe 合金、DyFe 合金、GdFe 合金、GdTbFe 合金、DyFeCo 合金、TbFeCo 合金中的一种合金制成磁屏蔽层。

通过采用这些合金中的一种,可增强磁屏蔽层将再现层与记录层的磁场屏蔽的效果,并可获得良好的再现信号质量。

15 最好是设定磁屏蔽层的居里温度不低于 80℃ 并且不高于 220℃。

在低温区,该结构可进一步改善磁屏蔽层(作为隔离层)屏蔽再现层与记录层的磁场的效果,而在高温区(再现温度附近),可使记录层的磁场泄漏到再现层。为此,利用这种结构可获得良好的再现信号质量。

最好是设定磁屏蔽层的补偿温度不低于 80℃ 并且不高于 220℃。

20 在低温区,该结构可进一步改善磁屏蔽层(作为隔离层)屏蔽再现层与记录层的磁场的效果,而在高温区(再现温度附近),可使记录层的磁场泄漏到再现层。为此,利用这种结构可获得良好的再现信号质量。

根据本发明的另一种磁光存储介质,包括:记录层,是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜;再现层,是由稀土和过渡金属合金制成的磁

25 膜,再现时至少在信号再现畴内垂直磁化、并与所述记录层静磁耦合;以及磁屏蔽层,与所述再现层分开并与所述记录层相邻设置,在室温下抑制所述记录层和所述再现层的磁耦合,而在再现时的温度下能够形成所述记录层和所述再现层的静磁耦合,其中,磁屏蔽层可以是在室温具有平面内磁化,而在预定温度之上为垂直磁化的磁膜,该预定温度高于再现中加热

30 的温度。

利用这种结构,在室温,磁屏蔽层可吸收记录层产生的磁场,并使再

现层与记录层产生的磁场隔离。

此外，由从再现激光等发射的激光束加热的一部分磁屏蔽层被加热到其补偿温度附近，表现出垂直磁化，并因此失去其上述的隔离效果。结果是，在加热区，来自记录层的磁通泄漏到再现层，可给予再现层与记录层

5 一致的垂直磁化。

在此，由于只将被加热的小区域中的信息传送到再现层，即使采用小记录比特和小记录比特间隔也可获得足够的再现信号质量。

这种情况下，磁屏蔽层(磁膜)的居理温度最好不低于记录层的居理温度。

10 通过这种结构，信息记录期间，可避免磁屏蔽层对记录层的影响，并因此确实在记录层上记录信息。

记录层的居理温度最好低于再现层的居理温度。

通过这种结构，由于再现层中需要优良的再现特性，如果再现层具有比记录层高的居理温度则是有利的。

15 最好按下列顺序在衬底依次分层设置磁光存储介质，这些层是：一层透明介电层、再现层、非磁性中间层、磁屏蔽层(作为隔离层的磁膜)、记录层、和保护层。

通过这种结构，可由磁屏蔽层(隔离层)选择在记录层中的小记录比特记录的一部分信息，扩展到再现层中的大磁畴，并稳定地再现。此外，借助

20 这种结构，即使采用高密度记录也可获得足够强的再现信号。

此外，非磁性中间层可完全遮住再现层和磁屏蔽层与记录层之间的交换耦合，并可实现再现层和磁屏蔽层与记录层之间良好的静磁耦合。

这种情况下，磁屏蔽层的厚度最好不小于 2nm 并且不大于 40nm。

借助这种结构，可使磁屏蔽层(平面内磁化层)屏蔽记录层的效果最佳。

25 另外，稳定的磁畴扩展再现是可能的。

最好是由 GdDyCo 合金、GdNdFe 合金、GdNdFeCo 合金、GdTbFe 合金、GdTbFeCo 合金、GdDyFeCo 合金、GdDyFe 合金、和 GdFe 合金中的一种合金制成磁屏蔽层。

30 通过这种结构，可在再现层中产生稳定的磁畴，和正确地响应来自记录层的磁场，并可因此实现良好的磁畴扩展再现。

最好由化学式 $Gd_x(Fe_{0.80}Co_{0.20})_{1-x}$ 表示磁屏蔽层的组合物，并且 X(原子

比)最好不小于 0.22 并且不大于 0.35。

通过该化合物, 由于磁屏蔽层具有最适合的磁特性, 可实现记录层和磁屏蔽层之间良好的交换耦合, 和良好的磁畴扩展再现。

在以作为磁屏蔽层的平面内磁化层, 和以非磁性中间层提供的磁光存储介质中, 最好是再现层的厚度不小于 10nm 并且不大于 80nm。

通过这种结构, 通过在上述范围内设定再现层的厚度, 可稳定再现层中的磁畴, 并使光干涉效果最大, 并因此获得良好的再现信号质量。

这种情况下, 最好是非磁性中间层的厚度不小于 1nm 并且不大于 80nm。

10 通过这种结构, 由于非磁性中间层的厚度是最适合的, 实现良好的静磁耦合状态, 能够磁性超高分辨率再现, 并同样提高了光干涉效果。

这种情况下, 也可与非磁性中间层相邻, 在其表面上面对记录层设置反射层。

通过这种结构, 通过设置反射层, 除从再现层反射的再现光束引起的克尔效应外, 可也利用穿过再现层的光反射引起的法拉第效应。结果是, 15 通过这种结构, 即使减小再现层的厚度也可确保更好的再现信号质量。

此外, 通过这种结构, 由于穿过再现层的再现光束被反射层反射, 可从记录层再现的信息中以光学手段遮住不需要再现的信号, 并改善信号再现特性。

20 这种情况下, 最好是由 Al 制成反射层, 并且其厚度最好不小于 2nm 且不大于 40nm。

通过这种结构, 通过在上述范围内设定反射层的厚度, Al 反射层具有最适合的厚度。因此, 从反射层反射再现光束, 因而改善磁性超高分辨率再现的信号再现特性, 并使保持在再现层和记录之间良好的静磁耦合力状态变为可能。

25 最好是由 Al 和磁性金属的合金制成反射层。

通过这种结构, 由于该合金比单独的 Al 具有更低的导热性, 当用光束(激光束)加热时, 可给出较陡分布的介质温度。为此, 可实现良好的磁放大再现, 并改善反射层上形成的记录层的磁特性, 因而可提供使用较小删除 30 磁场删除的磁光存储介质。

这种情况下, 最好是由化学式 $Al_{1-x}Fe_x$ 表示反射层的组合物, 并且最

好是 X(原子比)不小于 0.02 并且不大于 0.50。

通过这种结构,可实现良好的磁放大再现,并改善反射层上形成的记录层的磁特性,因而可提供能使用较小删除磁场删除的磁光存储介质。

反射层也可具有由化学式 $Al_{1-x}Ni_x$ 表示的组合物,其中 X(原子比)不小于 0.02 并且不大于 0.50。

通过这种结构,可实现良好的磁放大再现,并改善反射层上形成的记录层的磁特性,因而可提供能使用较小删除磁场删除的磁光存储介质。

另一种方案是,可由 Al 和非磁性金属合金制成反射层。

通过这种结构,可实现良好的磁放大再现,并改善反射层上形成的记录层的磁特性,因而可提供能使较小删除磁场删除的磁光存储介质。

这种情况下,上述非磁性金属最好是化学元素 Ti、Ta、Pt、Au、Cu、和 Si 之一。

通过这种结构,可实现良好的磁放大再现,并改善反射层上形成的记录层的磁特性,因而可提供能使用较小删除磁场删除的磁光存储介质。

上述 Al 和非磁性金属的合金最好具有由化学式 $Al_{1-x}Ti_x$ 表示的组合物,并且最好 X(原子比)不小于 0.02 并且不大于 0.98。

通过这种结构,可实现良好的磁放大再现,并改善反射层上形成的记录层的磁特性,因而可提供能使用较小删除磁场删除的磁光存储介质。

在以作为磁屏蔽层的面内磁化层,和以非磁性中间层提供的磁光存储介质中,可在离开并面对衬底的保护层的表面上设置散热层。

利用这种结构,通过设置散热层,在用光束(激光束)加热时,磁光存储介质的温度分布更陡。结果是,借助该较陡的温度分布,该结构可增强磁屏蔽层将再现层从记录层的磁场屏蔽的效果,从而进一步改善了再现特性。

在以再现层、记录层、和磁屏蔽层提供的磁光存储介质中,如果再现层在室温具有平面内磁化,而在屏蔽更高的温度具有垂直磁化是最好的。

通过这种结构,由于再现层在室温为平面内磁化,可抑制来自再现层的不需再现的信号,从而改善再现信号质量。换句话说,在其中形成的磁畴之外的再现层的整个区域可能变成一个噪声分量,在此,如果使用在室温为平面内磁化的再现层,仅有从记录层复制的磁畴为垂直磁化,可仅再现垂直磁化的区域的信号。

再现层最好是由 Co 和 Pt 交错层制成的多层薄膜。

通过这种结构，借助多层薄膜，即使采用短波长激光作为激光束，也可获得良好的 CNR(载波-噪声比)。

- 根据本发明的再现方法是一种从以一层再现层、一层记录层、和一层磁屏蔽层设置的上述磁光存储介质再现信息的方法，其中包括在再现期间
- 5 向磁光存储介质上脉动地发射激光的步骤。

- 通过上述方法，为了在从磁光存储介质再现信息期间有助于通过再现和然后擦除再现层中形成的每个磁畴平滑再现操作，再现光束(激光束)发射脉冲。通过这种方法，当光束消除时能够擦除磁畴，并当光束接通时，提高介质的温度，将记录层的磁畴复制到再现层，并再现信号。从而可提高
- 10 信号再现的质量。

根据本发明的再现方法，其中还包括在再现期间将光束发射到磁光存储介质上，并把磁屏蔽层加热到其居理温度之上的步骤。该再现方法在磁光存储介质的磁屏蔽层是由其磁化在较高温度降低的平面内磁化层制成时特别好。

- 15 通过上述方法，当从磁光存储介质再现信息时，如果把磁屏蔽层加热到超过其居理温度，则失去其磁化，再现期间可将记录层的磁化平滑地复制到再现层。

- 根据本发明的再现方法，其中还包括在再现期间将光束发射到磁光存储介质上，并把磁屏蔽层加热到超过一预定温度的步骤。该再现方法在磁
- 20 光存储介质的磁屏蔽层是由在室温为平面内磁化，而在该预定温度之上为垂直磁化的磁性薄膜制成时特别好。

通过上述方法，当从磁光存储介质再现信息时，如果将磁屏蔽层加热到其变换成垂直磁化的预定温度之上，再现期间可将记录层的磁化平滑地复制到再现层。

- 25 最好是按下列顺序在衬底上依次分层为：透明介电层、再现层、第一非磁性中间层、磁屏蔽层、第二非磁性中间层、记录层、和保护层来形成磁光存储介质。

通过该结构，可由磁屏蔽层的磁屏蔽选择记录层中以较小记录比特记录的一部分信息，并在再现层中的再现磁畴中放大而实现再现。

- 30 此外，通过在磁屏蔽层和记录层之间设置第二非磁性中间层，可阻止磁屏蔽层和记录层之间的交换耦合，并因此可获得更大的屏蔽效应和良好

的信号强度。

第二非磁性中间层的厚度最好是不小于 2nm 并且不大于 80nm。

通过该结构,通过将第二非磁性中间层的膜层厚度设定在 2nm 到 80nm 范围内,获得了比特信息从记录层向再现层的良好传送,并使磁屏蔽层的
5 屏蔽效果最佳。

附图说明

通过下面的描述将使本发明的附加目的、特性、和强度更加清楚。另外,从下面参考附图的说明中将使本发明的优点更明显。

10 图 1 是说明根据本发明第一到第六实施例的磁光盘再现原理的示意图。

图 2(a)是说明能够扩展磁畴再现的现有磁光盘的示意图。

图 2(b)是说明图 2(a)所示现有磁光盘所具有的问题的示意图。

图 3 是表明根据本发明第一实施例的磁光盘中各层结构的截面图。

15 图 4 是表明根据本发明第一实施例的磁光盘的记录和再现特性的示意图。

图 5 是表明根据本发明第四实施例的磁光盘中各层结构的截面图。

图 6 是表明根据本发明第七到第十实施例的磁光盘再现原理的示意图。

图 7 是表明根据本发明第七实施例的磁光盘中各层结构的截面图。

20 图 8 是表明根据本发明第七实施例的磁光盘的记录和再现特性的示意图。

图 9 是表明根据本发明第八实施例的磁光盘中各层结构的截面图。

图 10 是表明根据本发明第九实施例的磁光盘中各层结构的截面图。

图 11 是表明根据本发明第十实施例的磁光盘中各层结构的截面图。

25 图 12 是表明根据本发明第十一到第十五实施例的磁光盘的再现原理的示意图。

图 13 是表明根据本发明第十一实施例的磁光盘中各层结构的截面图。

图 14 是表明根据本发明第十一实施例的磁光盘的记录和再现特性的示意图。

图 15 是表明根据本发明第十三实施例的磁光盘中各层结构的截面图。

30 图 16 是说明现有超高分辨率存储介质的再现原理的示意图。

图 17 是表明根据本发明第十六实施例的磁光盘的膜层结构的截面图。

图 18 是表明根据本发明第十七实施例的磁光盘的膜层结构的截面图。

具体实施方式

(第一实施例)

5 下面将参考附图详细说明本发明的第一实施例。

图 1 是表明根据本发明的磁光盘中再现原理磁光存储介质的截面图，
图 16 是表明现有磁光盘的再现原理的磁光存储介质截面图。

首先，说明现有超高分辨率的再现操作。如图 16 所示，在现有再现方法中，记录层 24 产生的磁场被施加并复制到再现层 21，为此，在再现层 21
10 和记录层 24 之间设置非磁性中间层 22，再现层 21 是由至少在其温度上升时具有垂直磁化的稀土过渡金属合金制成，而记录层 24 是由具有室温的补偿温度的稀土过渡金属合金制成。另外，记录层 24 和再现层 21 静磁耦合。

当光束 25 从再现层 21 侧聚焦并发射到介质上时，根据光束 25 的强度分布在介质上形成具有高斯分布的温度分布。伴随该温度分布的形式，记录层 24 的磁化增加，从而增加所产生的磁场，该磁场确定再现层 21 的磁化方向。换句话说，把记录层 24 的磁化复制到再现层 21。通过再现复制区中的
15

信息实现超分辨率再现操作。

在该再现方法中，如图 2(a)所示，如果将再现层 21 上存在的磁畴的大小设定为接近再现激光的光束点(对于 680nm 的激光近似为 $1\ \mu\text{m}$)，并设定为比记录层 24 的磁畴大的尺寸，增强再现期间由再现层 21 产生的信号。

5 然而，由于再现层 21 的磁化方向是由来自记录层 24 的磁场确定的，当以高密度在记录层 24 中记录信息时，如下面所说明，从其复制磁化不太好。如图 2(a)所示，由于再现层 21 的垂直磁化方向仅受来自孤立比特 100 的磁场影响，当在其它空白记录层 24 中形成一个孤立比特 100 时，该结构有效地运行。然而，在高密度记录时，如图 2(b)所示，还有来自相邻比特 101 的影响。由于相邻比特 101 的磁化方向可与记录比特 100 的相对，减弱了将再现的目标磁化，并存在复制和扩展目标磁化变得非常困难的情况。结果是，不能正确地再现目标比特的信息，并且介质很容易受外部浮动磁场等的影响。

15 相反，如图 1 所示，根据本发明的磁畴扩展磁光存储介质设置有紧挨记录层 4 的平面内磁化层 3(在权利要求书中称之为“磁屏蔽层”)，平面内磁化层 3 屏蔽记录层 4 的低温区 11 的磁化，不将该低温区加热到预定温度(下文称之为“临界温度”)之上。在此，平面内磁化层 3 防止记录层 4 的低温区 11 的磁化影响再现层 1。换句话说，它防止低温区 11 产生的磁通泄漏到再现层 1。简言之，平面内磁化层 3 抑制记录层 4 和再现层 1 的磁耦合力。

20 即使再现层 1 和记录层 4 之间不设置平面内磁化层 3，也可利用平面内磁化层 3 的屏蔽效应。这是由下列效果引起的。由于与记录层 4 相邻的平面内磁化层 3 在从室温到刚好在再现温度之下的温度范围内具有平面内磁化，容易在记录层 4 和平面内磁化层 3 之间形成一个闭合磁路。因此，在上述温度范围内，来自记录层 4 的几乎所有磁场穿过平面内磁化层 3，并因此可防止该磁场到达再现层 1。

25 通过以这种方式实现磁屏蔽，可仅从被加热到临界温度之上的区域消除屏蔽。因此，如图 1 所示，即使再现层 1 上存在的磁畴大于记录层 4 的磁畴，通过临界温度之上的温度使仅再现记录层 4 上所希望磁畴的信息变为可能。

30 在此，为有效利用被加热到临界温度之上的区域中的记录层 4 和再现层 1 之间的静磁耦合，如果平面内磁化层 3 在临界温度之上的温度不磁化，或如果在其该温度的磁化比其低于临界温度的磁化小是最好的。另外，平面内磁化层 3 的居理温度最好比记录层 4 的居理温度低。另外，为防止来自记录

层4的磁通在室温影响再现层1，最好是平面内磁化层3的磁化在室温比记录层4的磁化大。

由于信号量的增加，在通过激光束再现期间，再现层1中的磁畴的尺度最好较大，并存在更少的噪声因素。另外，由于再现层1的磁畴壁必须响应来自记录层4的磁场移动，低矫顽力是有利的。

另外，当从目前的磁光存储介质再现信息时，通过依次形成、再现、和擦除再现层1的磁畴可获得更平滑的再现操作。为此，如果再现激光束发射脉冲，在激光消除时可擦除磁畴，而在激光器发射光以升高介质温度时，可将记录层4的磁畴复制到再现层1，并再现信号。从而可提高信号再现的质量。

接下来参考图3更详细地说明本发明的第一实施例。下面将说明磁光存储介质体现为一个磁光盘的情况。

如图3所示，根据本实施例的磁光盘包括一层衬底6、一层透明介电层7、一层再现层1、一层非中间层2、一层平面内磁化层3、一层记录层4、一层保护层8、和一层保护涂层9，层合在一起制成一个盘的主体。

在这种磁光盘中，所采用的记录方法是居理温度记录方法。用一个物镜把从半导体激光器发射的光束5聚焦到再现层1上，通过被称为极化克尔效应的磁光效应执行记录和再现。该极化克尔效应是一种与光投射到其上的表面垂直的磁化使从其反射的光的极化平面的旋转方向旋转，因而该旋转方向根据再现层1的磁化方向改变的现象。

衬底6由诸如聚碳酸酯之类的透明，即透光基底材料制成，并以盘形提供。

透明介电层7最好由诸如AlN、SiN、AlSiN、TiO₂等具有大折射率的材料制成。最好必须设定透明介电层7的厚度以便相对于光束5实现适当的干涉效应，并以此增加介质的克尔旋转角度。因此，设定透明介电层7的厚度约为 $(\lambda/4n)$ ，其中 λ 是光束5(再现光)的波长，n是透明介电层7的折射率。例如，如果激光的波长是680nm，可设定透明介电层7的厚度约为30nm至100nm。

再现层1是由稀土和过渡金属合金制成的一层磁膜，并调节其成份以使其具有在室温为平面内磁化，而伴随着温度升高变换为垂直磁化的磁特性。

非磁性中间层2是由诸如AlN、SiN、或AlSiN之类的单层介电材料，

或诸如 Al、Ti、或 Ta 之类的单层非磁性金属，或其中到层是介电材料而另一层是非磁性金属的两层制成的。非磁性中间层 2 的总厚度被设定为 1nm 至 80nm，以使再现层 1 和记录层 4 静磁耦合。

5 平面内磁化层 3 是主要由稀土过渡金属合金、或稀土金属、或过渡金属组成的磁性膜，并在与薄膜表面平行的方向(平面内方向)磁化。调节平面内磁化层 3 以满足上面图 1 的说明中讨论的下列条件。即，在低于临界温度的温度，平面内磁化层 3 的平面内磁化屏蔽记录层 4 的垂直磁化产生的磁场，从而防止该磁场泄漏到再现层 1；但在高于临界温度的温度，平面内磁化层 3 失去其磁屏蔽效应，从而使其更易于将记录层 4 产生的磁通穿过再现层 1。
10 记录层 4 是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化薄膜，其厚度设定在从 20nm 至 80nm 的范围内。

保护层 8 是由诸如 AlN、SiN、AlSiN、或 SiC 之类的介电材料，或诸如 Al、Ti、Ta 等之类的非磁性金属的合金制成的。保护层 8 起到防止再现层 1、记录层 4 等中使用的稀土过渡金属合金氧化的作用，其厚度设定在
15 从 5nm 至 60nm 的范围内。

保护涂层 9 是通过旋转涂覆来涂覆到盘主体的剩余部分上的 UV 硬化树脂或加热硬化树脂制成的，并通过施加紫外光或加热硬化。

下面将说明具有上述结构的磁光盘的具体实例的(1)形成方法，和(2)记录和再现特性。

20 (1)形成方法

首先，将由盘形聚碳酸酯制成的预制凹槽和预制凹坑衬底 6 放置在装有一个 Al 靶、一个 GdFeCo 合金靶、一个 GdFeAl 合金靶、和一个 GdDyFeCo 合金靶的溅射装置中的衬底支架中。在将溅射装置内部抽空到 1×10^{-6} Torr 后，引入氩和氮的混合气体，向 Al 靶提供电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，
25 把由 80nm 厚的 AlN 制成的透明介电层 7 形成在衬底 6 上。顺便指出，1Torr 等于 133.3Pa。

接下来，在将溅射装置内部再次抽空到 1×10^{-6} Torr 后，引入氩气，向 GdFeCo 合金靶提供电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把由 20nm 厚的制成的再现层 1 形成在透明介电层 7 上。所产生的再现层 1 具有在室温平面内
30 磁化，而在 120 °C 变换成垂直磁化的特性。再现层 1 具有 300 °C 的补偿温度，和 320 °C 的居里温度。

接下来, 引入氩和氮的混合气体, 向 Al 靶施加电压, 在 4×10^{-3} Torr 的气压下, 把由 20nm 厚的 AlN 制成的非磁性中间层 2 形成在再现层 1 上。

接下来, 向 GdFeAl 靶施加电压, 在 4×10^{-3} Torr 的气压下, 把由 30nm 厚的 $(\text{Gd}_{0.11}\text{Fe}_{0.89})_{0.75}\text{Al}_{0.25}$ 制成的平面内磁化层 3 形成在非磁性中间层 2 上。

- 5 所形成的平面内磁化层 3 具有 120 °C 的居里温度, 并且从室温上升到居里温度在平面, 即与该层的表面平行的方向磁化。

接下来, 在将溅射装置内部再次抽空到 1×10^{-6} Torr 后, 引入氩气, 向 GdDyFeCo 合金靶提供电压, 在 4×10^{-3} Torr 的气压下, 把由 40nm 厚的 $(\text{Gd}_{0.50}\text{Dy}_{0.50})_{0.23}(\text{Fe}_{0.80}\text{Co}_{0.20})_{0.77}$ 制成的记录层 4 形成在平面内磁化层 3 上。

- 10 所形成的记录层 4 具有 25 °C 的补偿温度, 和 275 °C 的居里温度。

接下来, 引入氩和氮的混合气体, 向 Al 靶施加电压, 在 4×10^{-3} Torr 的气压下, 把由 20nm 厚的 AlN 制成的保护层 8 形成在记录层 4 上。

接下来, 通过向保护层 8 上旋转涂覆 UV 硬化的树脂并向上发射紫外光形成保护涂层 9。

- 15 (2)记录 and 再现特性

借助采用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器测量上述磁光盘中 CNR(载波噪声比)与标记长度的关系。图 4 表明了该测量结果。在此, 根据本实施例的磁光存储介质如具体实例 1 所示。

- 20 另外, 为进行比较, CNR 与未设置平面内磁化层 3 的磁光盘中标记长度的关系如图 4 所示, 作为比较实例 1。未设置平面内磁化层的磁光盘的介质具有本实施例的结构, 但省略了平面内磁化层 3 的形成步骤。CNR 与图 4 中所示的标记长度的关系是具有以与标记长度对应的长度和标记长度两倍的间距形成的记录磁畴的载波噪声比。

- 25 在 0.3 μm 标记长度的两个实例的 CNR 的对比表明: 对比实例 1 的 CNR 是 34.0dB, 具体实例 1 的 CNR 是 41.5dB, 提高 7.5dB。这是由平面内磁化层 3 的磁屏蔽效应引起的, 导致再现分辨率的改善。

接下来, 表 1 示出了通过 0.3 μm 标记长度, 不同厚度的再现层 1 以及具体实例 1 的平面内磁化层 3 对 CNR 的测量结果。

(表 1)

再现层厚度(nm)	平面内磁化层厚度(nm)	CNR(dB)
(对比实例 1)		
40	0	34.0
40	2	35.0
40	5	37.5
40	10	38.5
40	20	39.5
(具体实例 1)		
40	30	41.5
40	40	35.5
40	60	33.5
8	20	32.5
10	20	34.5
20	20	36.5
30	20	38.5
40	20	39.5
60	20	36.5
80	20	34.5
120	20	33.5

在表 1 中, 平面内磁化层厚度为 0nm 的行表示在未设置平面内磁化层 3 的对比实例 1 的结果。即使具有 2nm 的很薄平面内磁化层 3, 导致平面内磁化屏蔽的强度在 CNR 中增加 1dB。平面内磁化屏蔽的加强是通过最多达 30nm 厚的平面内磁化层 3 实现的, 但厚度大于 30nm 时, CNR 减小。据信这是由于记录层 4 和再现层 1 相距太远的事实, 以及平面内磁屏蔽太强以致很难打开磁孔的事实造成的, 因此, 不能获得再现层 1 完全垂直磁化的状态。从表 1 可以看出, 通过具有 2nm 至 40nm 范围厚度的平面内磁化层 3 获得比对比实例 1 大的 CNR, 厚度范围优选为 5nm 至 38nm, 并且最好是 10nm 至 35nm。

另外, 采用 8nm 厚度的再现层 1 降低再现信号, 导致 CNR 比对比实例

1 中的小。另外，采用 120nm 厚度的再现层 1 增加了再现层 1 中产生的磁畴壁能量，在升高温度的区域中不能获得完全垂直磁化，导致 CNR 比对比实例 1 中的小。从表 1 可以看出，借助具有从 10nm 至 80nm 范围厚度的再现层 1 获得了比对比实例 1 大的 CNR。

5 接下来，表 2 示出了在 0.3 μ m 标记长度和不同厚度的具体实例 1 的非磁性中间层 2 的情况下 CNR 擦除所需磁场擦除磁场的测量结果。

(表 2)

非磁性中间层厚度(nm)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.5	25.0	35.5
1	43.5	32.4
4	43.0	28.8
10	42.0	25.4
20	41.5	24.6
30	40.5	21.4
40	39.5	19.3
60	37.0	17.2
80	36.5	14.6
100	30.0	12.4

从表 2 可以看出，采用 0.5nm 厚度的非磁性中间层导致 CNR 明显降低。据信这是由于非磁性中间层 2 太薄而不能获得静磁耦合的良好状态造成的。

10 采用 1nm 厚的非磁性中间层 2 导致最大的 CNR 值，可以看出，非磁性中间层 2 厚度的进一步增加导致静磁耦合力的降低和 CNR 的降低。可以看出，为获得比对比实例 1 高的 CNR，需要在从 1nm 至 80nm 的范围内设定非磁性中间层 2 的厚度。

另外，可以看出，增加非磁性中间层 2 的厚度降低了再现层 1 和记录层

15 4 的静磁耦合，导致擦除磁场的降低。为确保擦除磁场在 31kA/m 或更小的应用范围内，最好采用厚度不小于 4nm 的非磁性中间层 2。

(第二实施例)

本实施例将说明采用成分与上面第一实施例中讨论的磁光盘的具体实例的成份不同的平面内磁化层 3 的实例。

上面的第一实施例讨论了在由 $(\text{Gd}_{0.11}\text{Fe}_{0.89})_{0.75}\text{Al}_{0.25}$ 制成的平面内磁化层3并具有120℃居里温度时的记录和再现特性。然而，该第二实施例将讨论采用包含不同比例Al的平面内磁化层3的记录和再现特性的调查结果。

表3示出由30nm厚的 $(\text{Gd}_{0.11}\text{Fe}_{0.89})_x\text{Al}_{1-x}$ 制成的平面内磁化层3的居里温度 T_{c2} ，在0.3 μm标记长度，借助使用680nm波长的半导体激光的光拾取器，针对不同X值(原子比)的情况下CNR的测量结果。

(表3)

X(原子比)	T_{c2} (℃)	CNR(dB)
0.25	35	34.0
0.30	60	36.5
0.50	95	38.0
0.75	120	41.5
1.00	220	39.0

如表3所示，在 $0.30 \leq X \leq 1.00$ 的范围内可获得比不设置平面内磁化层3的对比实例1大的CNR(34.0dB)。该第二实施例的再现层1与第一实施例中的相同，并因此在120℃变为垂直磁化。换句话说，如果平面内磁化层3在120℃以下的温度屏蔽记录层4的磁场则是足够的，因此，平面内磁化层3适当的居里温度是约120℃。然而，如第二实施例中所示，以不低于60℃和不高于220℃的居里温度通过平面内磁化层3获得比对比实例1大的CNR。于是通过设定平面内磁化层3的居里温度不低于60℃和不高于220℃可实现磁屏蔽。

另外，第二实施例讨论了使用由GdFeAl制成的平面内磁化层3获得的结果，但也可使用由GdFe、GdFeAl、GdFeTi、GdFeTa、GdFePt、GdFeAu、GdFeCu、GdFeAlTi、GdFeAlTa、NdFe、NdFeAl、DyFe或DyFeAl制成的平面内磁化层3，只要它在上述居里温度范围(60℃ - 220℃)内具有平面内磁化。

(第三实施例)

本实施例将说明采用由与上面第一实施例中讨论的磁光盘的具体实例不同材料制成的平面内磁化层3的实例。

上面的第一实施例讨论了在使用由 $(\text{Gd}_{0.11}\text{Fe}_{0.89})_{0.75}\text{Al}_{0.25}$ 制成平面内磁化层3并具有120℃居里温度时的记录和再现特性。然而，该第三实施例将

讨论采用包含其它金属元素而不是 Al 的平面内磁化层 3 获得的结果。

表 4 示出由 20nm 厚的 $(\text{Gd}_{0.11}\text{Fe}_{0.89})_{0.75}\text{Z}_{0.25}$ 制成的平面内磁化层 3 的居里温度 T_{c2} ，在 0.3 μm 标记长度，借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器的情况下 CNR 的测量结果。在此用作 Z 的金属是 Ti、Ta、Pt、Au、Cu、 $\text{Al}_{0.5}\text{Ti}_{0.5}$ 和 $\text{Al}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}$ 。

(表 4)

Z	$T_{c2}(\text{°C})$	CNR(dB)
Ti	115	40.5
Ta	110	40.0
Pt	125	40.5
Au	120	40.0
Cu	110	39.5
$\text{Al}_{0.5}\text{Ti}_{0.5}$	125	40.0
$\text{Al}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}$	125	39.5

表 4 示出分别以 Ti、Ta、Pt、Au、Cu、 $\text{Al}_{0.5}\text{Ti}_{0.5}$ 和 $\text{Al}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}$ 用作 Z 时的每种情况中获得的比对比实例 1 高的 CNR(34.0dB)。如上面第二实施例所提到的，如果平面内磁化层 3 具有在从 60 $^{\circ}\text{C}$ 到 220 $^{\circ}\text{C}$ 范围内的居里温度则是满足的，并且也可使用由 NdFeTi、NdFeTa、DyFeTi、或 DyFeTa 制成的平面内磁化层 3。

(第四实施例)

下面将参考图 5 说明本发明的第四实施例。该实施例将说明把磁光盘用作磁光存储介质的情况。然而，省略对与第一至第三实施例相同构件的说明。

如图 5 所示，根据本发明第四实施例的磁光盘包括一层衬底 6、一层透明介电层 7、一层再现层 1、一层非磁性中间层 2、一层反射层 10、一层平面内磁化层 3、一层记录层 4、一层保护层 8、和一个保护涂层 9，按该顺序层合在一起制成一个盘的主体。

在上面的第一实施例中，当采用小于 10nm 厚的平面内磁化层 3 时，穿过再现层 1 和非磁性中间层 2 的光束 5 被从记录层 4 反射，因而来自记录层 4 的多余信息损害了再现信号。

然而，该第四实施例在上面第一实施例中描述的磁光盘的非磁性中间层 2 和共平面磁化层 3 之间设置了一层反射层 10。借助这种结构，已穿过再现

层1的光束5被从反射层10反射，因此可防止了来自记录层4的多余信息与再现信号混合。

下面将说明根据第四实施例的磁光盘的具体实例的(1)形成方法，和(2)记录和再现特性。

5 (1)形成方法

在根据第四实施例的磁光盘中，在上面第一实施例的非磁性中间层2和平面内磁化层3之间设置由Al制成的反射层10，除了以17.5nm的厚度设置再现层1，和以7.5nm的厚度设置平面内磁化层3外，衬底6、透明介电层7、再现层1、非磁性中间层2、共平面磁化层3、记录层4、保护层8和保护涂层9按根据第一实施例的磁光盘形成方法构成。

形成非磁性中间层2后，将溅射装置再次抽空到 1×10^{-6} Torr，引入氩气，向Al靶施加电压，在 4×10^{-3} Torr的气压下，把由从20nm至80nm范围厚Al制成的反射层10形成在非磁性中间层2上。

(2)记录和再现特性

15 表5示出在不同厚度的反射层10，借助使用680nm波长的半导体激光的光拾取器，和0.3 μ m标记长度的情况下根据第四实施例的磁光盘的CNR的测量结果。

20 表5中，反射层厚度为0nm的行表示未设置反射层10。即使采用很薄的2nm的反射层，仍能获得防止来自记录层4的再现信息的结果，导致CNR增加1dB。

(表5)

反射层厚度(nm)	CNR(dB)
0	35.5
2	36.5
5	38.5
10	41.5
20	42.5
30	41.0
40	39.0
50	34.5

随着反射层10被做得越厚，CNR逐渐增加，直到当反射层10为20nm

厚时达到其最大值。这是由于反射层越厚，防止来自记录层4的信息再现的效果越明显。采用30nm及更大的厚度，CNR逐渐降低。这是由于记录层4和再现层1之间的静磁耦合因这两个部件之间的距离增加而变弱。

从表5中可以看出，为获得比不设置反射层10的磁光盘大的CNR，需要把反射层10的厚度设定在从2nm至50nm的范围内。

(第五实施例)

本实施例将说明采用由与上面第四实施例中讨论的磁光盘的具体实例不同材料制成的反射层10的实例。

上面的第四实施例讨论了采用Al制成反射层10的再现特性。然而，为改善记录特性，第五实施例将讨论使用Al合金和除Al之外的其它金属制成的反射层获得的结果。

使用20nm厚的 $Al_{1-x}Fe_x$ 制成反射层10，表6示出在0.3 μm 标记长度，借助使用680nm波长的半导体激光的光拾取器，针对不同X值(原子比)的情况下CNR和擦除磁场的测量结果。

15 (表6)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	42.5	50
0.02	42.0	17
0.05	42.0	16
0.10	42.5	17
0.25	42.0	18
0.50	40.5	30
0.60	39.5	58

如表6所示，随着含Fe量的增加，亦即X增加到0.10以上，CNR逐渐降低。然而，在每种情况下，CNR比不设置反射层10的磁光盘的大，从而表明了设置反射层10的效果。

另一方面，对于擦除磁场，由纯Al制成的反射层10需要50kA/m的大擦除磁场，但可通过设定X不小于0.02，且不大于0.50来降低擦除磁场。

接下来，使用20nm厚的 $Al_{1-x}Ni_x$ 制成反射层10，表7示出在0.3 μm 标记长度，借助使用680nm波长的半导体激光的光拾取器，针对不同X值(原

子比)的情况下 CNR 和擦除磁场的测量。

(表 7)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	42.5	50
0.02	42.5	15
0.05	42.0	16
0.10	42.0	18
0.25	41.5	18
0.50	41.0	28
0.60	39.0	62

如表 7 所示，如同包括 Fe 的情况，可通过设定 X 不小于 0.02，且不大于 0.50 来降低擦除磁场。

5 也通过含 Al 的诸如 Co、Gd、Tb、Dy、Dd 等之类，而不是 Fe 或 Ni 的磁性金属降低擦除磁场。

(第六实施例)

本实施例将说明采用由与上面第四和第五实施例中讨论的磁光盘的具体实例不同材料制成的反射层 10 的实例。

10 上面的第五实施例讨论了通过包括磁性金属元素和 Al 的反射层 10 获得的结果。然而，第六实施例将讨论在 Al 与非磁性金属元素包括在一起时记录特性的改善。

使用 20nm 厚的 $Al_{1-x}Ti_x$ 制成反射层 10，表 8 示出在 0.3 μm 标记长度，借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器，针对不同 X 值(原子比)

15 的情况下 CNR 和擦除磁场的测量结果。

(表 8)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	42.5	50
0.02	42.5	15
0.05	42.0	16
0.10	42.0	18
0.25	42.5	17
0.50	42.0	15
0.75	41.5	17
0.90	42.0	16
0.95	41.5	17
0.98	41.0	15
1.00	40.0	48

如表 8 所示, 随着含 Ti 量的增加, 亦即随着 X 增加到 0.95 之上, CNR 略微逐渐降低。然而, 在每种情况下, CNR 比未设置反射层 10 的磁光盘的大, 从而表明了设置反射层 10 的效果。

- 5 另一方面, 对于擦除磁场, 由纯 Al 和纯 Ti 制成的反射层 10 分别需要 50kA/m 和 48kA/m 的大擦除磁场, 但可通过设定 X 不小于 0.02, 且不大于 0.98 来降低擦除磁场。

接下来, 表 9 表明了除去 Ti 外包括 Al 的非磁性元素的擦除磁性降低的效果。使用 $\text{Al}_{0.5}\text{Zi}_{0.5}$ 制成反射层 10, 表 9 示出在 $0.3\ \mu\text{m}$ 标记长度, 借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器, 表 9 所示的除去 Ti 外的非磁性金属用作 Z 的情况下 CNR 的测量结果。

(表 9)

Z	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
Ta	40.0	15
Pt	42.0	16
Au	42.5	15
Cu	41.5	17
Si	41.0	16

如表9所示,在Ta、Pt、Au、Cu、和Si用作Z的每种情况下, CNR比未设置反射层10的磁光盘的大,从而表明了设置反射层10的效果。另一方面,对于擦除磁场,如同包括具有Al的Ti情况下,可降低擦除磁场。

对上面用作再现层的第一至第六实施例中的每一个实施例,该再现层1
5 是一种在室温为平面内磁化,而在象再现期间达到的更高温度为垂直磁化的磁性层,但可使用在至少在信号再现区(在再现期间被加热到预定温度(再现温度)之上的区域)垂直磁化的任何层。

另外,上面的第一至第六实施例采用平面内磁化层3,但除这种平面内磁化层3外也可采用其它层,包括:(1)在室温为平面内磁化而在更高的温度
10 变换为垂直磁化的磁层(见下面的第十一至第十五实施例);和(2)其中过渡金属子晶格在与记录层4相同的方向磁化,并且过渡金属子晶格和稀土金属子晶格磁之和具有与记录层4的相反方向(见下面的第七至第十实施例)的垂直磁化层。另外,第一至第六实施例的平面内磁化层3,或上面(2)中的垂直磁化层不需要与记录层4相邻,但可用与记录层4静磁耦合的情况(3)代替。

15 (第七实施例)

接下来,参考附图详细说明根据本实施例的磁光存储介质。

图6示出根据第七实施例的磁畴扩展再现的工作原理。

在该磁光存储器件中,记录层产生的磁场在低温区中被相反方向的磁场抵消。例如,在图6所示的使用磁畴扩展再现的磁光存储介质中,由稀土和
20 过渡金属合金制成的隔离层3'(在权利要求书中称之为“磁屏蔽层”)与记录层4相邻设置并与其交换耦合。对于隔离层3',在室温,其稀土金属子晶格的磁矩大于其过渡金属子晶格的磁矩(富含稀土金属)。对于记录层4,在从室温上升到居里温度的范围内,其过渡金属子晶格的磁矩大于其稀土金属子晶格的磁矩(富含过渡金属)。

25 在具有上述结构的磁光存储介质中,由于记录层4和隔离层3'交换耦合,并且由于在室温过渡金属子晶格的磁矩方向相同,所以隔离层3'的总磁化方向(其稀土金属子晶格磁矩的方向)与记录层4的总磁化方向(其过渡金属子晶格磁矩的方向)相反。在根据第七实施例的磁光存储介质中,影响再现层的磁场方向由记录层4和隔离层3'的总磁化确定。因此,当使用上述隔离层
30 3'时,至少是在室温,可用隔离层3'的磁场降低记录层4的磁场。简言之,可防止记录层4和再现层1的磁耦合。

另外,最好是在室温附近的低温区,隔离层3'的总磁化与记录层4的总磁化基本相等,并因此而平衡,由于通过这种方式可使泄漏到再现层1的磁通量降低到接近于零。

相反,当温度从室温升高时,在隔离层3'中,稀土和过渡金属子晶格的磁矩之间的差异降低,故此降低了隔离层3'的总磁化,而在记录层4中,稀土和过渡金属子晶格的磁矩之间的差异临时增加,故此增加了记录层4的总磁化。因此,由于再现期间进行加热,记录层4和隔离层3'的总磁化的平衡被颠倒,再现层1受记录层4产生的磁场的影响。通过这种方式,记录层4的磁化被复制到再现层1。

10 如上面所讨论的,在根据第七实施例的磁光存储介质中,再现期间,记录层4的磁场在低温区被隔离层3'屏蔽,并且仅在高温区(光束点的中心)泄漏记录层4的磁通,并将记录信号复制到再现层1。结果是,即使在记录比特之间的间隔较小,并且相邻记录比特落在再现层1的扩展磁畴下时,因隔离层3'的原因,这些相邻比特的磁场不会到达再现层1。于是,仅由在光束中心被加热到高温的区域中的记录比特确定再现层1的磁化方向,并可获得良好的再现特性。

另外,当从该磁光存储介质再现信息时,通过依次形成、再现、和擦除再现层1的磁畴可获得更平稳的再现操作。为此,如果光束5(再现激光束)发射脉冲,在关闭激光时可擦除该磁畴,当激光器发射光以升高介质温度时,记录层4的磁畴被复制到再现层1,并再现信号。从而可提高再现信号的质量。

接下来,参考图7说明根据第七实施例的具体实例。下面说明磁光存储介质具体体现为磁光盘的情况。

25 如图7所示,根据第七实施例的磁光盘包括一层衬底6、一层透明介电层7、一层再现层1、一层非磁性中间层2、一层隔离层3'、一层记录层4、一个保护层8、和一个保护涂层9,按该顺序层合在一起制成一个盘的主体。

在这种类型的磁光盘中,所使用的记录方法是居里温度记录方法。一个透镜用来把半导体激光器发射的光束5聚焦到再现层1上,借助上面讨论的被称为极化克尔效应的磁光效应执行记录和再现。

30 衬底6由诸如形成盘形的聚碳酸酯之类的透明材料制成。

透明介电层7最好由诸如AlN、SiN、AlSiN等之类不含氧的材料制

成。必须设定透明介电层 7 的厚度，以便相对光束 5 实现适当的干涉效果，并增加介质的克尔旋转角。因此，透明介电层 7 的厚度被设定为约 $(\lambda/4n)$ ，其中 λ 是光束 5(再现光)的波长， n 透明介电层 7 的折射率。例如，如果光束 5(激光光束)的波长是 680nm，可设定透明介电层 7 的厚度约为 30nm 至 100nm。

再现层 1 是主要由稀土和过渡金属合金、或稀土金属、或过渡金属构成的磁膜，调节其成分，以使其具有在再现温度附近的温度降低其矫顽力的磁特性。

非磁性中间层 2 由诸如 AlN、SiN、或 AlSiN 之类的介电材料，或诸如 Al、Ti、或 Ta 之类的非磁性金属合金制成的。非磁性中间层 2 的厚度被设定为 1nm 至 80nm，以使再现层 1 将与隔离层 3'和记录层 4 静磁耦合。

调节隔离层 3'的成分，以便在室温使稀土金属子晶格的磁矩大于过渡金属子晶格的磁矩，以便在室温屏蔽记录磁场产生的磁场。另外，在从室温升到居里温度的范围内，隔离层 3'的过渡金属子晶格的磁矩方向总与下面将讨论的记录层 4 的过渡金属子晶格的磁矩方向一致。换句话说，调节隔离层 3'的成分，以使其过渡金属子晶格的磁矩由记录层 4 的过渡金属子晶格的磁矩方向确定。

记录层 4 是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜。在从室温升到居里温度的范围内，其过渡金属子晶格的磁矩大于其稀土金属子晶格的磁矩。可在从 20nm 至 80nm 的范围内设定记录层 4 的厚度。另外，设定记录磁畴的面积小于再现期间再现层 1 中形成的磁畴的面积。

保护层 8 是由诸如 AlN、SiN、或 AlSiN 之类的介电材料，或诸如 Al、Ti、或 Ta 等之类的非磁性金属合金制成的。该保护层 8 起到防止再现层 1、记录层 4 等中使用的稀土过渡金属合金氧化的作用，设定其厚度在从 5nm 至 60nm 的范围内。

保护涂层 9 是由通过旋转涂覆在盘主体的剩余部分上涂覆的 UV 硬化树脂或加热硬化树脂制成的，并通过施加紫外光或加热变硬。

下面将说明根据第七实施例的具体实例的(1)形成方法，和(2)记录和再现特性。

30 (1)形成方法

首先，将由盘形聚碳酸酯制成的预制凹槽和预制凹坑衬底 6 放置在装有

一个 Al 靶、一个 GdFeCo 合金靶、一个 GdDyFe 合金靶、和一个 GdDyFeCo 合金靶的溅射装置中的衬底支架中。在将溅射装置内部抽空到 1×10^{-6} Torr 后，引入氩和氮的混合气体，向 Al 靶提供电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把由 80nm 厚的 AlN 制成的透明介电层 7 形成在衬底 6 上。

- 5 接下来，在将溅射装置内部再次抽空到 1×10^{-6} Torr 后，引入氩气，向 GdFeCo 合金靶提供电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把由 20nm 厚的 $\text{Gd}_{0.30}(\text{Fe}_{0.80}\text{Co}_{0.20})_{0.70}$ 制成的再现层 1 形成在透明介电层 7 上。所产生的再现层 1 具有在室温平面内磁化，而在 120 °C 垂直磁化的特性。再现层 1 具有 300 °C 的补偿温度，和 320 °C 的居里温度。

- 10 接下来，引入氩和氮的混合气体，向 Al 靶施加电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把由 20nm 厚的 AlN 制成的非磁性中间层 2 形成在再现层 1 上。

接下来，向 GdDyFe 靶施加电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把由 30nm 厚的 $(\text{Gd}_{0.50}\text{Dy}_{0.50})_{0.28}\text{Fe}_{0.72}$ 制成的隔离层 3' 形成在非磁性中间层 2 上。隔离层 3' 具有 140 °C 的居里温度，并且是在从室温上升到居里温度的范围内富含稀土

- 15 金属的垂直磁化膜。

接下来，向 GdDyFeCo 合金靶提供电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把由 40nm 厚的 $(\text{Gd}_{0.50}\text{Dy}_{0.50})_{0.23}(\text{Fe}_{0.80}\text{Co}_{0.20})_{0.77}$ 制成的记录层 4 形成在隔离层 3' 上。所形成的记录层 4 具有 275 °C 的居里温度。

- 20 接下来，引入氩和氮的混合气体，向 Al 靶施加电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把由 20nm 厚的 AlN 制成的保护层 8 形成在记录层 4 上。

接下来，通过向保护层 8 上旋转涂覆 UV 硬化树脂并向上投射紫外光形成保护涂层 9。

(2)记录 and 再现特性

- 25 借助采用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器测量 CNR 与上述盘中的标记长度的关系。图 8 表明了该测量结果。在图 8 中，根据第七实施例的磁光盘的结果如具体实例 2 所示。

- 30 另外，为进行比较，CNR 与未设置隔离层 3' 的对比磁光盘中标记长度的关系如图 8 所示，作为比较实例 1。未设置隔离层的磁光盘的介质具有第七实施例的结构，但省略了隔离层 3' 的形成步骤。CNR 与图 8 中所示的标记长度的关系是具有以与在标记长度两倍的间距形成的标记长度对应的的长度的记录磁畴的载波噪声比。

在 0.3 μm 标记长度的两个实例的 CNR 的对比表明: 对比实例 1 的 CNR 是 34.0dB，具体实例 2 的 CNR 是 41.5dB，提高 7.5dB。这是由隔离层 3' 的相邻记录比特的屏蔽引起的，导致再现分辨率的改善。下面将讨论第二实施例的每层条件改变时的记录和再现特性。

5 (a)再现层 1 和隔离层 3'的厚度

接下来，表 10 示出了通过 0.3 μm 标记长度，当具体实例 2 的再现层 1 和隔离层 3'和厚度改变时测量结果。

(表 10)

再现层厚度(nm)	隔离层厚度(nm)	CNR(dB)
(对比实例 1)	0	34.0
40		
40	5	34.0
40	10	35.5
40	20	39.5
(具体实例 2)		
40	30	41.5
40	40	39.5
40	60	35.5
40	80	32.5
8	30	32.5
10	30	35.5
20	30	37.5
30	30	39.5
(具体实例 2)		
40	30	41.5
60	30	39.5
80	30	35.5
100	30	33.5

10 在表 10 中，隔离层厚度为 0nm 的行表示通过未设置隔离层 3'的对比实

例 1 获得的结果。10nm 或更厚的隔离层 3'使屏蔽效应明显,并且 CNR 增加,但当厚度为 60nm 或更厚时, CNR 再次降低。据信这是由于在高温区磁场泄漏降低,阻碍从记录层 4 复制磁畴造成的。从上面的表 10 可以看出,通过具有 10nm 至 60nm 范围厚度的隔离层 3'可获得比对比实例 1 高的 CNR,厚度范围优选为 15nm 至 50nm, 并且最好是 20nm 至 40nm。

另外,对于 8nm 厚的再现层 1, 再现信号降低,导致 CNR 比对比实例 1 中的低。另外,对于 100nm 厚的再现层 1, 磁场的扩展和复制变得较困难,导致 CNR 比对比实例 1 中的低。从上面的表 10 可以看出,通过具有从 10nm 至 80nm 范围厚度的再现层 1 可获得比对比实例 1 高的 CNR。

10 (b)非磁性中间层的厚度

接下来,表 11 示出了在 0.3 μ m 标记长度,和在改变具体实例 2 的非磁性中间层 2 的厚度时 NCR 和用于擦除(擦除磁场)的所需磁场的测量结果。(表 11)

非磁性中间层厚度(nm)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.5	25.0	35.5
1	43.5	32.4
4	43.0	28.8
10	42.0	25.4
(具体实例 2)		
20	41.5	24.6
30	39.5	21.4
40	39.0	19.3
60	37.5	17.2
80	36.5	14.6
100	29.5	12.4

15 从表 11 所示,对于 0.5nm 厚的非磁性中间层 2, CNR 明显降低。据信这是由于非磁性中间层 2 太薄而不能获得良好的静磁耦合的状态造成的。可以看出 1nm 厚的非磁性中间层 2 产生最大 CNR 值,并且随着其厚度进一步增加, CNR 降低。从上面可以看出,为获得比对比实例 1 高的 CNR, 必须

将非磁性中间层 2 的厚度设定在从 1nm 至 80nm 的范围内。

另外，可以看出，增加非磁性中间层 2 的厚度，降低了再现层 1 和记录层 4 的静磁耦合，从而降低擦除磁场。为确保擦除磁场在 31kA/m 或更小的应用范围内，最好采用厚度不小于 4nm 的非磁性中间层 2。

5 (c)隔离层 3'的居里温度

上面表明了对于 140 ℃的居里温度，使用由(Gd_{0.50} Dy_{0.50})_{0.28}Fe_{0.72} 制成隔离层 3'时获得的结果。下面说明使用包含不同 Gd 比例的隔离层 3'的记录和再现特性的调查结果。

表 12 表明由 30nm 厚的 Gd_xDy_{1-x})_{0.28}Fe_{0.72} 制成的隔离层 3'的居里温度 Tc₃，在 0.3 μ m 标记长度，借助采用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器，针对不同 X 值(原子比)的情况下 CNR 测量结果。

(表 12)

X(原子比)	Tc ₃ (℃)	CNR(dB)
0.00	60	34.0
0.20	80	38.5
0.35	110	40.5
(具体实施例 2)		
0.50	140	41.5
0.65	170	41.0
0.80	200	40.5
1.00	220	38.5

如表 12 所示，在 0.20 ≤ X ≤ 1.00 的范围内可获得比不设置隔离层 3' 的对比实例 1 大的 CNR(dB)。

15 用于做出表 12 所示测量结果的记录层 4 在 140 ℃的温度(再现期间的加热温度)具有最大磁化。因此，如果隔离层 3'能够在低于 140 ℃的温度屏蔽来自记录层 4 的磁场泄漏则是满足的。因此，隔离层 3'最适合的居里温度与记录层 4 的居里温度基本相同，或约 140 ℃。然而，如表 12 所示，通过具有不低于 80 ℃和不高于 220 ℃的居里温度的隔离层 3'获得比对比实例 1 大的
20 CNR。于是通过设定隔离层 3'的居里温度不低于 80 ℃和不高于 220 ℃在低温区可获得屏蔽效应。

另外，上面说明了通过由 DgDyFe 制成的隔离层 3'获得的结果，但只要

满足上述居里温度范围(80 °C 至 220 °C), 可由包含 TbFe 合金、 DyFe 合金、 GdFe 合金、 GdTbFe 合金、 DyFeCo 合金、 和 TbFeCo 合金中的任何一种合金制成的垂直磁化膜制成隔离层 3'。

(d)隔离层 3'的补偿温度

- 5 另外, 上面说明了最好使用具有从 80 °C 至 220 °C 居里温度的隔离层 3', 但即使补偿温度是从 80 °C 至 220 °C, 可获得第七实施例的效果(在室温屏蔽来自记录层 4 的磁场)。下面将说明这类实例。

使用 30nm 厚的 $\text{Gd}_{0.80}\text{Dy}_{0.20}\text{Fe}_{0.74}$ 制成的隔离层 3', 在 0.3 μm 标记长度, 借助采用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器的情况下测量 CNR。

- 10 具有该成分的隔离层 3'具有 140 °C 的补偿温度, 和 200 °C 的居里温度。

这种情形下, 测量的 CNR 是 41.5dB, 并获得基本与具体实例 2 相同的特性。换句话说, 当隔离层 3'具有一补偿温度时也可获得屏蔽记录层 4 的磁场的效果。最好是设定补偿温度为 140 °C(约为再现期间的加热温度), 记录层 4 在该温度具有最大磁化, 但只要补偿温度在从 80 °C 至 220 °C 的范围内即可获得屏蔽效果。顺便指出, 只要补偿温度在从 80 °C 至 220 °C 的范围内, 可由包含: GdDyFe 合金、 TbFe 合金、 DyFe 合金、 GdFe 合金、 GdTbFe 合金、 DyFeCo 合金、 和 TbFeCo 合金中任何一种合金制成的垂直磁化膜制成隔离层 3'。

(第八实施例)

- 20 下面将参考图 9 说明本发明的第八实施例。该实施例将说明磁光存储介质体现为磁光盘的情况。

如图 9 所示, 根据本发明第八实施例的磁光盘包括一层衬底 6、一层透明介电层 7、一层再现层 1、一层非磁性中间层 2、一层记录层 4、一层隔离层 3'、一层保护层 8、和一层保护涂层 9, 按该顺序层合在一起制成一个

25 盘的主体。

根据第八实施例的磁光盘具有与根据第七实施例的磁光盘的隔离层 3'和记录层 4 的形成顺序相反的结构。

下面将说明根据第八实施例的具体实例的(1)形成方法, 和(2)记录和再现特性。

- 30 (1)形成方法

采用根据上面第七实施例中讨论的磁光盘形成的方法, 通过颠倒隔离层

3'和记录层 4 的顺序来形成根据第八实施例的磁光盘。以与上面第二实施例相同的方式形成衬底 6、透明介电层 7、再现层 1、非磁性中间层 2、保护层 8、和保护涂层 9。

(2)记录和再现特性

- 5 表 13 表明了 在 $0.3\ \mu\text{m}$ 标记长度, 借助采用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器, 针对再现层 1 和隔离层 3'的不同厚度的情况下 CNR 测量结果。

(表 13)

再现层厚度(nm)	隔离层厚度(nm)	CNR(dB)
(对比实例 1)		
40	0	34.0
40	5	34.0
40	10	35.5
40	20	38.5
(具体实例 3)	30	40.5
40		
40	40	39.5
40	60	37.5
40	80	35.5
40	100	32.5
8	30	32.5
10	30	35.5
20	30	37.5
30	30	38.5
(具体实例 3)	30	40.5
40		
60	30	38.5
80	30	35.5
100	30	33.5

在表 13 中, 隔离层厚度为 0nm 的行表示通过未设置隔离层 3'的对比实例 1 获得的结果。另外, 在表 13 中示出了仅颠倒第七实施例中讨论的具体实

实例2的记录层4和隔离层3'的顺序获得的结果作为具体实例3。

通过10nm或更厚的隔离层3'获得屏蔽效应,导致CNR增加,但当厚度为100nm或更厚时,CNR降低。据信这是由于屏蔽效应降低而由相邻记录信号的影响造成的。从上面的表13可以看出,通过具有从10nm至80nm厚度的隔离层3'可获得比对比实例1高的CNR。

这样,隔离层3'是与记录层4交换耦合的垂直磁化膜,可设定记录层4和隔离层3'的总磁矩,以使其在室温为0。结果是,通过用隔离层3'消除记录层4产生的磁场可对其进行磁屏蔽。记录层4和隔离层3'的相对位置不影响这些层产生的相应磁场,而与隔离层3'位于记录层4的哪一侧无关。

与上面的第七实施例相比,由于在与发射光束5投射到记录层4的一侧相对的一侧设置隔离层3',屏蔽效果变弱,CNR相对较低,因此在第八实施例中,隔离层3'有更宽的厚度范围能够获得比对比实例1高的CNR。

对于(a)再现层1的厚度;(b)非磁性中间层2的厚度;(c)隔离层3'的居里温度;和(d)隔离层3'的补偿温度,在第八实施例中获得的结果与上面第七实施例中的相同。

(第九实施例)

下面将参考图10说明本发明的第九实施例。该实施例将说明磁光存储介质体现为磁光盘的情况。

如图10所示,根据第九实施例的磁光盘包括一层衬底6、一层透明介电层7、一层再现层1、一层非磁性中间层2、一层反射层10、一层隔离层3'、一层记录层4、一层保护层8、和一层保护涂层9,按该顺序层合在一起制成一个盘的主体。

在上面的第七和第八实施例中,当采用低于40nm厚的再现层1时,穿过再现层1的光束5从隔离层3'或记录层4反射,从而使来自记录层4的相邻记录比特的信息变成与再现信号混合。这样会导致再现信号特性消弱。

然而,第九实施例在上面第七实施例中描述的磁光盘的非磁性中间层2和隔离层3'之间设置了一层反射层10。借助这种结构,即使使用低于40nm的薄再现层1,由反射层10反射穿过再现层1的光束5,可防止来自记录层4的相邻记录比特的多余信息变得与再现信号混合。从而可改善借助再现层1再现的磁畴扩展。

下面将说明根据第九实施例的磁光盘具体实例(1)形成方法,和(2)记录

和再现特性。

(1)形成方法

在根据第九实施例的磁光盘中，在上面第七实施例的非磁性中间层2和隔离层3'之间设置由Al制成的反射层10，以与具体实例2相同的方式形成
5 衬底6、透明介电层7、再现层1、非磁性中间层2、隔离层3'、记录层4、保护层8、和保护涂层9。再现层1的厚度设置为25nm。

在非磁性中间层2形成后，再次将溅射装置抽空到 1×10^{-6} Torr，引入氩气，向Al靶施加电压，在 4×10^{-3} Torr的气压下，把由2nm至80nm厚的Al制成的反射层10形成在非磁性中间层2上。

10 (2)记录和再现特性

表14表明了对不同厚度的反射层10，借助采用680nm波长的半导体激光的光拾取器，和0.3 μm标记长度，根据第九实施例的磁光盘的CNR测量结果。

(表14)

反射层厚度(nm)	CNR(dB)
0	38.5
2	39.0
5	40.5
10	41.0
20	42.5
30	41.0
40	39.0
50	36.5

15 在表14中，反射层厚度为0nm的行表示通过未设置反射层10的磁光盘的结果。即使用2nm很薄的反射层，可防止再现来自记录层4的信息，导致CNR增加0.5dB。随着反射层10加厚，CNR逐渐增加，直到反射层10为20nm时达到其最大值。这是由于反射层越厚，防止来自记录层4的信息再现的效果越明显。

20 使用20nm或更厚的厚度，CNR降低。这是由于记录层4和再现层1之间的距离增加而使记录层4和再现层1之间的静磁耦合变弱。

从上面可以看出，为了获得比未设置反射层10的磁光盘更大的CNR，

需要把反射层 10 的厚度设定在 2nm 至 40nm 的范围。

上面讨论的是使用由 Al 制成的反射层 10 的再现特性，但也可使用 Al 和除 Al 之外的金属合金制成的反射层。

5 使用 20nm 厚的 $Al_{1-x}Fe_x$ 制成的反射层 10，表 15 示出在 0.3 μm 标记长度，借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器，针对不同 X 值(原子比)的情况下 CNR 和擦除磁场的测量结果。

(表 15)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	42.5	50
0.02	42.5	17
0.05	42.5	16
0.10	42.5	17
0.25	42.0	18
0.50	41.5	30
0.60	40.5	58

10 如表 15 所示，随着含 Fe 量的增加，亦即 X 增加到 0.10 以上，CNR 逐渐降低。然而，在 CNR 比未设置反射层 10 的磁光盘中的大的每种情况下，表明了设置反射层 10 的效果。另一方面，对于擦除磁场，由纯 Al 制成的反射层 10 需要 50kA/m 的大擦除磁场，但也可通过设定 X 不小于 0.02，但不大于 0.50 降低擦除磁场。

15 接下来，使用 20nm 厚的 $Al_{1-x}Ni_x$ 制成的反射层 10，表 16 示出在 0.3 μm 标记长度，借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器，针对不同 X 值(原子比)的情况下 CNR 和擦除磁场的测量结果。

(表 16)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	42.5	50
0.02	42.5	15
0.05	42.0	16
0.10	42.0	18
0.25	41.5	18
0.50	41.0	28
0.60	40.0	62

如表 16 所示, 在含 Ni 的情况下, 可通过设定 X 不小于 0.02, 但不大于 0.50 降低擦除磁场。

也可通过包括 Al 在内的诸如 Co、Gd、Tb、Dy、Nd 等之类, 而不是 Fe 或 Ni 的磁性金属降低擦除磁场。

5 下面将讨论当非磁性金属元素包含 Al 时记录特性的改善。

使用 20nm 厚的 $Al_{1-x}Ti_x$ 制成的反射层 10, 表 17 示出在 $0.3\ \mu\text{m}$ 标记长度, 借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器, 针对不同 X 值(原子比)的情况下 CNR 和擦除磁场的测量结果。

(表 17)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	42.5	50
0.02	42.5	15
0.05	42.0	16
0.10	42.0	18
0.25	42.5	17
0.50	42.0	15
0.75	41.5	17
0.90	42.0	16
0.95	41.5	17
0.98	41.0	15
1.00	40.0	48

10 如表 17 所示, 随着含 Ti 量的增加, 亦即 X 增加到 0.95 以上, CNR 略微降低。然而, 在 CNR 比未设置反射层 10 的磁光盘中的大的每种情况下, 表明了设置反射层 10 的效果。另一方面, 对于擦除磁场, 由纯 Al 和纯 Ti 制成的反射层 10 分别需要 50kA/m 和 48kA/m 的大擦除磁场, 但可通过设定 X 不小于 0.02, 但不大于 0.98 降低擦除磁场。

15 接下来, 表 18 示出包括除 Ti 之外的 Al 的非磁性元素的擦除磁场降低效果。使用 $Al_{0.50}Z_{0.5}$ 制成的反射层 10, 表 18 示出在 $0.3\ \mu\text{m}$ 的标记长度, 借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器, 表 18 所示除去 Ti 外的非磁性金属用作 Z 的情况下 CNR 的测量结果。

(表 18)

Z	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
Ta	41.0	15
Pt	43.0	16
Au	43.5	15
Cu	42.5	17
Si	42.0	16

如表 18 所示, 在 Ta、Pt、Au、Cu、和 Si 用作 Z 的每种情况下, CNR 比未设置反射层 10 的磁光盘的大, 从而表明了设置反射层 10 的效果。

5 另一方面, 对于擦除磁场, 如同包括 Ti 与 Al 的情况, 可降低擦除磁场。

上面讨论了在第七实施例的磁光盘中设置反射层获得的结果, 无需指出, 在第八实施例的磁光盘中设置反射层也可获得相同的结果。

对于(a)再现层和隔离层的厚度; (c)隔离层 3' 的居里温度; 和(d)隔离层 3' 的补偿温度, 在第九实施例中获得的结果与上面第七和八实施例中的相同。

10 (第十实施例)

下面将参考图 11 说明本发明的第十实施例。该实施例将说明磁光存储介质体现为磁光盘的情况。

15 如图 11 所示, 根据第十实施例的磁光盘包括一层衬底 6、一层透明介电层 7、一层再现层 1、一层非磁性中间层 2、一层隔离层 3'、一层记录层 4、一层保护层 8、一层散热层 110、和一层保护涂层 9, 按该顺序层合在一起制成一个盘的主体。

根据第十实施例的磁光盘具有在根据上面第七实施例的磁光盘的保护层 8 和保护涂层 9 之间设置一层散热层 110 的结构。

20 下面将说明根据第十实施例的磁光盘的具体实例的(1)形成方法, 和(2)记录和再现特性。

(1)形成方法

25 在根据第十实施例的磁光盘中, 在具体实例 2 的磁光盘的保护层 8 和保护涂层 9 之间设置由 Al 制成的散热层 110, 以与上面第七实施例相同的方式形成衬底 6、透明介电层 7、再现层 1、非磁性中间层 2、隔离层 3'、记录层 4、保护层 8、和保护涂层 9。保护层 8 的厚度设置为 5nm。

在形成保护层 8 后,再次将溅射装置抽空到 1×10^{-6} Torr,引入氩气,向 Al 靶施加电压,在 4×10^{-3} Torr 的气压下,把由 20nm 厚的 Al 制成的散热层 110 形成在保护层 8 上。

(2)记录 and 再现特性

- 5 借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器,和 0.3 μ m 标记长度,根据第十实施例的磁光盘的 CNR 测量结果发现 CNR 为 42.5dB,有超过具体实例 2 有 1dB 的改善。

对于第十实施例,如果设置由导热率高的 Al 制成的散热层 110,水平传播的热量可垂直消散,即在散热层 110 厚度的方向消散,从而减少水平(平面内)的热传播。因此,光束点内的温度分布更陡,可增强隔离层 3'使再现层 1 与记录层 4 的磁场屏蔽的效果,并可进一步改善再现特性。

用于形成散热层 110 的 Al 比再现层 1 和记录层 4 中使用的稀土过渡金属合金具有更高的导热性,因此是一种适合的散热层材料,另外,Al 是一种非常便宜的材料。

- 15 除 Al 之外,可将诸如 Au、Ag、Cu、SUS、Ta、Cr 等之类具有比再现层 1 和记录层 4 更高导热性的材料用作散热层 110。

使用具有良好抗氧化、潮湿和蚀斑的 Au 可改善长期的可靠性。

使用具有良好抗氧化、潮湿和蚀斑的 Ag 可改善长期的可靠性。

使用具有良好抗氧化、潮湿和蚀斑的 Cu 可改善长期的可靠性。

- 20 另外,如果采用 SUS、Ta、或 Cr 之一,由于这些材料具有更好的抗氧化、潮湿和蚀斑,因而可提供具有更好长期可靠性的磁光盘。

第十实施例使用 20nm 厚的散热层 110,但厚度越大,散热效果越大,并同样可改善长期可靠性。然而,由于它同样影响磁光盘的记录灵敏度,必须根据所用材料的导热性和具体的热量设定其厚度。厚度在 5nm 至 200nm 的范围较合适,或者在 10nm 至 100 的范围内更合适。如果采用具有比较高的导热性和良好抗腐蚀性的材料,10nm 至 100nm 厚的薄层足够了,因而也可减少形成该层所需的时间。

- 30 上面讨论了在第七实施例的磁光盘中设置散热层获得的结果,但无需指出,在上面的第一至第六、第八、和第九实施例,或下面讨论的第十一至第十五实施例中的磁光盘中设置散热层也可获得相同的结果。

对于(a)再现层和隔离层的厚度;(b)非磁性中间层 2 的厚度;(c)隔离层 3'

的居里温度; (d)隔离层 3'的补偿温度; 和(e)反射层 10 的厚度和材料, 在第十实施例中获得的结果与上面第七至第九实施例中的相同。

另外, 上面第七至第十实施例的每一个用作再现层 1 的是在室温为平面内磁化而在更高温度为垂直磁化的一个磁层, 但可使用至少在信号再现区(再现期间加热到预定温度之上的区域)为垂直磁化的任何层。

(第十一实施例)

接下来, 参考附图详细说明本发明的第十一实施例。

图 12 表明了根据第十一实施例的磁畴扩展再现的原理。

在根据第十一实施例的磁光存储介质中, 在再现层 1 和记录层 4 之间设置与再现层 1 静磁耦合的复制层 3"(在权利要求中称之为“磁屏蔽层”)。该复制层 3"在室温表现为平面内磁化, 在预定温度这上表现为垂直磁化。另外, 复制层 3"屏蔽未被加热到预定温度(下称之为“临界温度”)的记录层 4 的低温区 11 的磁化。换句话说, 复制层 3"防止记录层 4 低温区 11 的磁化传到再现层 1。

通过以这种方式实现磁屏蔽, 在被加热到临界温度之上的区域中, 复制层 3"表现为垂直磁化, 可消除屏蔽并变为借助临界温度之上的温度仅再现记录层 4 的所希望区域的信息。

因此, 如果设定在再现期间复制层 3"被加热的温度, 以使复制层 3"仅允许记录层 4 中一个记录比特的磁通泄漏, 并屏蔽另一个记录比特的磁通, 那么即使用小记录比特间隔, 也可以抵制周围比特(低温区 11)的影响, 并仅把单个记录比特的信息复制到再现层 1。因而可获得良好的再现特性。

在此, 为了有效利用被加热到临界温度之上的区域中记录层 4 和再现层 1 之间静磁耦合, 复制层 3"必须具有比临界温度高的居里温度。另外, 通过把复制层 3"的居里温度设定到比记录层 4 的居里温度低的温度, 可避免记录时磁场的影响, 从而允许稳定记录。

另外, 由于信号数量增加, 所以由激光束(光束)再现期间最好使再现层 1 中的磁畴的尺寸较大, 从而存在噪声的因素较少。另外, 由于必须响应来自记录层 4 的磁场去掉再现层 1 的磁畴壁, 低矫顽力是有利的。

另外, 当从磁光存储介质再现信息时, 通过依次形成、再现、和擦除再现层 1 的磁畴可获得平稳的再现操作。为此, 如果再现激光束发射脉冲, 在激光器关断时可擦除磁畴, 而在激光器发射光以升高介质温度时, 可将记录

层4的磁畴复制到再现层1,并再现信号。从而可提高信号再现的质量。

接下来参考图13说明根据第十一实施例的具体实例。下面将说明磁光存储介质体现为一个磁光盘的情况。

如图13所示,根据第十一实施例的磁光盘包括一层衬底6、一层透明
5 介质电层7、一层再现层1、一层非磁性中间层2、一层复制层3"、一层记录层4、一层保护层8、和一层保护涂层9,按该顺序层合在一起制成一个盘的主体。

在这种磁光盘中,所采用的记录方法是居里温度记录方法。用一个物镜
10 把由半导体激光器发射的光束5聚焦到再现层1上,通过上面讨论的被称为极化克尔效应的磁光效应执行记录和再现。

衬底6由诸如聚碳酸酯之类的透明,即透光基底材料制成,并以盘形提供。

透明介电层7最好由诸如AlN、SiN、AlSiN、TiO₂等具有大折射率的材料制成。必须设定透明介电层7的厚度以便相对于光束5实现适当的干涉效应,并以此增加介质的克尔旋转角度。因此,设定透明介电层7的厚度
15 约为 $(\lambda/4n)$,其中 λ 是光束5(再现)的波长, n 是透明介电层7的折射率。例如,如果激光的波长是680nm,可设定透明介电层7的厚度约为30nm至100nm。

再现层1是由稀土和过渡金属合金制成的一层磁膜,并调节其成份以使其具有下列磁特性。亦即:在室温为平面内磁化,而伴随着温度升高,其接近补偿温度,其总磁化降低,其去磁场的效应减弱,变换为垂直磁化的磁特性。
20

非磁性中间层2是由诸如AlN、SiN、或AlSiN之类的单层介电材料,或诸如Al、Ti、或Ta之类的单层非磁性金属,或两层,一介电材料和一非
25 磁性金属制成的,并设置非磁性中间层2以使再现层1和记录层4静磁耦合。

复制层3"是主要由稀土过渡金属合金、或稀土金属、或过渡金属组成的磁性膜,并具有在室温表现为平面内磁化,在预定温度(临界温度)之上为垂直磁化的特性。调节复制层3"的成份以满足上面图12的说明中讨论的下列条件。即,在低于临界温度的温度,复制层3"的平面内磁化屏蔽记录层4的
30 垂直磁化产生的磁场,从而防止该磁场泄漏到再现层1;但在高于临界温度的温度,由于复制层3"的垂直磁化,失去了其磁屏蔽作用,从而使其更易于

将记录层4产生的磁通穿过再现层1。

记录层4是由稀土和过渡金属合金制成的垂直磁化膜,其厚度设定在从20nm至80nm的范围内。

保护层8是由诸如AlN、SiN、AlSiN、或SiC之类的介电材料,或诸如Al、Ti、Ta等之类的非磁性金属合金制成的。保护层8起到防止再现层1、记录层4等中使用的稀土过渡金属合金氧化的作用,其厚度设定在从5nm至60nm的范围内。

保护层9是通过旋转涂覆在盘主体的剩余部分上涂覆UV硬化树脂或加热硬化树脂制成的,并通过施加紫外光或加热变硬。

下面将说明具有上述结构的磁光盘的具体实例的(1)形成方法,和(2)记录和再现特性。

(1)形成方法

下面将说明形成具有上述结构的磁光盘的方法。

首先,将由盘形聚碳酸酯制成的预制凹槽和预制凹坑衬底6放置在装有一个Al靶、两种GdFeCo合金靶(对应于再现层1和复制层3")、和一个GdDyFeCo合金靶的溅射装置中的衬底支架中。在将溅射装置内部抽空到 1×10^{-6} Torr后,引入氩和氮的混合气体,向Al靶提供电压,在 4×10^{-3} Torr的气压下,把由80nm厚的AlN制成的透明介电层7形成在衬底6上。

接下来,在将溅射装置内部再次抽空到 1×10^{-6} Torr后,引入氩气,向GdFeCo合金靶之一提供电压,在 4×10^{-3} Torr的气压下,把由40nm厚的 $\text{Gd}_{0.30}(\text{Fe}_{0.80}\text{Co}_{0.20})_{0.70}$ 制成的再现层1形成在透明介电层7上。

所产生的再现层1具有在室温平面内磁化,而在120℃变换成垂直磁化的特性。再现层1具有300℃的补偿温度,和320℃的居里温度。

接下来,引入氩和氮的混合气体,向Al靶施加电压,在 4×10^{-3} Torr的气压下,把由20nm厚的AlN制成的非磁性中间层2形成在再现层1上。

接下来,向另一个GdFeCo靶施加电压,在 4×10^{-3} Torr的气压下,把由20nm厚的 $\text{Gd}_{0.30}(\text{Fe}_{0.85}\text{Co}_{0.15})_{0.70}$ 制成的复制层3"形成在非磁性中间层2上。所形成的复制层3"具有在室温平面内磁化,在120℃变换为垂直磁化的特性,并具有250℃居里温度。

接下来,在将溅射装置内部再次抽空到 1×10^{-6} Torr后,引入氩气,向GdDyFeCo合金靶提供电压,在 4×10^{-3} Torr的气压下,把由40nm厚

的 $(\text{Gd}_{0.50}\text{Dy}_{0.50})_{0.23}(\text{Fe}_{0.80}\text{Co}_{0.20})_{0.77}$ 制成的记录层4形成在复制层3"上。所形成的记录层4具有25℃的补偿温度,和275℃的居里温度。

接下来,引入氩和氮的混合气体,向Al靶施加电压,在 4×10^{-3} Torr的气压下,把由20nm厚的AlN制成的保护层8形成在记录层4上。

- 5 接下来,通过向保护层8上旋转涂覆UV硬化的树脂并向上照射紫外光形成保护涂层9。

(2)记录 and 再现特性

- 图14示出CNR与上述磁光盘中的标记长度的关系,该关系是通过采用680nm波长的半导体激光的光拾取器测量的。在此,根据第十一实施例的磁光存储介质如具体实例4所示。
- 10

- 另外,为进行比较,CNR与未设置复制层3"的对比磁光盘中标记长度的关系在图14中示出,作为对比实例1。未设置复制层的磁光盘的介质具有第十一实施例的结构,但省略了复制层3"的形成步骤。CNR与图14中所示的标记长度的关系是具有以与标记长度对应的长度和标记长度两倍的间距形成的记录磁畴的载波噪声比。
- 15

在0.3 μm标记长度,两个实例的CNR的比较表明:对比实例1的CNR是34.0dB,具体实例4的CNR是41.0dB,提高7.0dB。这是由记录层4上的复制层3"的磁屏蔽效应引起的,导致再现分辨率的改善。

- 接下来,表19示出了在0.3 μm标记长度和具体实例4不同厚度再现层1和复制层3"的情况下CNR的测量结果。
- 20

(表 19)

再现层厚度(nm)	复制层厚度(nm)	CNR(dB)
(对比实例 1)		
40	0	34.0
40	2	35.5
40	5	38.5
40	10	39.5
(具体实例 4)		
40	20	41.0
40	40	36.5
40	60	34.0
8	20	33.0
10	20	34.5
20	20	36.5
30	20	39.0
(具体实例 4)		
40	20	41.0
60	20	37.0
80	20	34.5
120	20	33.5

在表 19 中，复制层厚度为 0nm 的行表示在未设置复制层 3"的对比实例 1 的结果。即使具有 2nm 很薄的复制层 3"，导致平面内磁化屏蔽强度在 CNR 中增加 1.5dB 。由最多达 30nm 厚的复制层 3"实现平面内磁化屏蔽的强度，
5 但随着厚度大于 30nm， CNR 降低。

据信这是由于记录层 4 和再现层 1 相距太远的事实，以及平面内磁屏蔽太强以致很难打开磁孔的事实造成的，因此，不能获得再现层 1 完全垂直磁化的状态。从表 19 可以看出，通过具有 2nm 至 40nm 范围厚度的复制层 3"获得比对比实例 1 大的 CNR，厚度范围优选为 5nm 至 38nm，并且最好是
10 10nm 至 35nm。

另外，采用 8nm 厚的再现层 1 降低再现信号，导致 CNR 比对比实例 1

中的小。另外，采用 120nm 厚度的再现层 1 增加了再现层 1 中产生的磁畴壁能量，在升温区中不能获得完全垂直磁化，导致 CNR 对比实例 1 中的小。从表 19 可以看出，通过具有从 10nm 至 80nm 范围厚度的再现层 1 获得了对比实例 1 大的 CNR。

- 5 接下来，表 20 示出了在 0.3 μm 标记长度和具体实例 4 的非磁性中间层 2 不同厚度的情况下 CNR 和擦除(擦除磁场)所需的磁场的测量结果。

(表 20)

非磁性中间层厚度(nm)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.5	25.0	35.5
1	43.5	32.4
4	42.0	28.8
10	41.0	25.4
(具体实例 4)		
20	41.0	24.6
30	39.0	21.4
40	38.5	19.3
60	36.5	17.2
80	36.0	14.6
100	29.5	12.4

从表 20 可以看出，采用 0.5nm 厚的非磁性中间层 2 导致 CNR 明显降低。据信这是由于非磁性中间层 2 太薄而不能获得良好的静磁耦合状态造成的。

- 10 采用 1nm 厚的非磁性中间层 2 导致最大的 CNR 值，可以看出，非磁性中间层 2 厚度的进一步增加导致静磁耦合力的降低和 CNR 的降低。可以看出，为获得对比实例 1 高的 CNR，需要在从 1nm 至 80nm 的范围内设定非磁性中间层 2 的厚度。

- 15 另外，可以看出，增加非磁性中间层 2 的厚度降低了再现层 1 和记录层 4 的静磁耦合力，导致擦除磁场降低。为确保擦除磁场在 31kA/m 或更小的应用范围内，最好采用厚度不小于 4nm 的非磁性中间层 2。

(第十二实施例)

本实施例将说明采用成分与上面第十一实施例中讨论的磁光盘的具体

实例的成份不同的复制层 3"的实例。

上面的第十一实施例讨论了在使用由 $\text{Gd}_{0.30}(\text{Fe}_{0.85}\text{Co}_{0.15})_{0.70}$ 制成的复制层 3"并具有 120 °C 居里温度(下文称之为" T_{trans} ")时的记录和再现特性。然而,第十二实施例将讨论采用包含不同成分的复制层 3"的记录和再现特性的研究结果。

表 21 示出由 30nm 厚的 $\text{Gd}_x(\text{Fe}_{0.85}\text{Co}_{0.15})_{1-x}$ 制成的复制层 3"的居里温度 T_{trans} , 在 0.3 μm 标记长度, 借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器, 针对不同 X 值(原子比)的情况下 CNR 的测量结果。

(表 21)

X(原子比)	$T_{\text{trans}}(^{\circ}\text{C})$	CNR(dB)
0.10	平面内磁化	34.0
0.22	80	39.0
0.30	120	41.5
0.35	150	36.0
0.50	平面内磁化	30.0

如表 21 所示, 在 $0.22 \leq X \leq 0.35$ 的范围内获得比不设置复制层 3"的对比实例 1(34.dB)大的 CNR。该第十二实施例的再现层 1 与具体实例 4 中的相同, 并因此在 120 °C 变为垂直磁化。换句话说, 如果复制层 3"在 120 °C 以下的温度能够增强再现层 1 的平面内磁化屏蔽则是满足的。

然而, 如果 T_{trans} 太低, 由于屏蔽效果变弱, 最好是 $X \geq 0.22$ 。另外, 虽然在高 T_{trans} 情况下复制到再现层 1 在某种程度上具有可能的, 但是, 如果 T_{trans} 太高则不足以将记录的信息复制到再现层 1。因此, 如果复制层 3"在比再现层 1 变换为垂直磁化的温度高的温度变换为垂直磁化, 屏蔽则被保持。为此, 复制层 3"在再现温度最好具有垂直磁化。

另外, 在第十一和第十二实施例中, 如果复制层 3"的 T_{trans} 满足上述条件则是足够的, 但如果把复制层 3"的居里温度设定为比记录层 4 的温度低的温度, 可避免记录时的磁影响, 从而允许稳定的记录。

另外, 第十一和第十二实施例讨论了使用由 GdFeCo 制成的复制层 3"获得的结果, 但只要 T_{trans} 满足上述条件, 也可使用由 GdNdFe 、 GdNdFeCo 、 GdTbFe 、 GdTbFeCo 、 GdDyFeCo 、 GdDyFe 、 GdFe 等制成的复制层 3"。相对于再现层 1、复制层 3"、和非磁性中间层 2 的厚度, 可获得与上面

第十一实施例相同的结果。

(第十三实施例)

下面将参考图 15 说明本发明的第十三实施例。该实施例将说明把磁光盘用作磁光存储介质的情况。然而，省略对与第十一和第十二实施例相同构件的说明。

如图 15 所示，根据第十三实施例的磁光盘包括一层衬底 6、一层透明介电层 7、一层再现层 1、一层非磁性中间层 2、一层反射层 10、一层复制层 3"、一层记录层 4、一层保护层 8、和一个保护涂层 9，按该顺序层合在一起制成一个盘的主体。

10 在上面的第十一实施例中，当采用小于 10m 厚的复制层 3"时，穿过再现层 1 和非磁性中间层 2 的光束 5 被从记录层 4 反射，因而来自记录层 4 的信息与再现信号混合，导致复制层 3"对再现层 1 的平面内磁化的屏蔽效果损坏。

15 然而，第十三实施例在上面第十一实施例中描述的磁光盘的非磁性中间层 2 和复制层 3"之间设置了一层反射层 10。借助这种结构，已穿过再现层 1 的光束 5 被从反射层 10 反射，因此可防止来自记录层 4 的多余信息与再现信号混合。

下面将说明根据第十三实施例的磁光盘的具体实例的(1)形成方法，和(2)记录和再现特性。

20 (1)形成方法

在根据第十三实施例的磁光盘中，在上面第十一实施例的非磁性中间层 2 和复制层 3"之间设置由 Al 制成的反射层 10，除了以 25nm 的厚度设置再现层 1，和以 20nm 的厚度设置复制层 3"外，衬底 6、透明介电层 7、再现层 1、非磁性中间层 2、复制层 3"、记录层 4、保护层 8、和保护涂层 9 按具体实例 4 的方法构成。

25 形成非磁性中间层 2 后，将溅射装置再次抽空到 1×10^{-6} Torr，引入氩气，向 Al 靶施加电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把由从 2nm 至 80nm 范围厚的 Al 制成的反射层 10 形成在非磁性中间层 2 上。

(2)记录和再现特性

30 表 22 示出借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器，和 0.3 μ m 标记长度，按照具有不同厚度的反射层 10 的第十三实施例的磁光盘的 CNR

的测量结果。

表 22 中，反射层厚度为 0nm 的行表示未设置反射层 10 的磁光盘的结果。即使采用 2nm 很薄的反射层，获得了防止来自记录层 4 的信息再现的结果，导致 CNR 增加 1dB 。随着反射层 10 被做得越厚， CNR 逐渐增加，直到当反射层 10 为 20nm 厚时达到其最大值。这是由于反射层越厚，防止来自记录层 4 的信息再现的效果越明显。采用 30nm 及更大的厚度， CNR 逐渐降低。这是由于记录层 4 和再现层 1 之间的静磁耦合因这两个部件之间的距离增加而变弱。从上面可以看出，为获得比不设置反射层 10 的磁光盘大的 CNR ， 需要把反射层 10 的厚度设定在从 2nm 至 50nm 的范围内。

10 (表 22)

反射层厚度(nm)	CNR(dB)
0	38.5
2	39.5
5	40.0
10	41.0
20	42.0
30	41.0
40	38.0
50	34.0

(第十四实施例)

上面的第十三实施例讨论了采用 Al 制成反射层 10 时的再现特性。然而，为改善记录特性，本实施例将讨论使用 Al 合金和除 Al 之外的其它金属制成的反射层获得的结果。使用 20nm 厚的 $Al_{1-x}Fe_x$ 制成反射层 10，表 23 示出在 0.3 μ m 标记长度，借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器，针对不同 X 值(原子比)的情况下 CNR 和擦除磁场的测量结果。

15

(表 23)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	42.0	50
0.02	42.0	17
0.05	42.0	16
0.10	42.0	17
0.25	41.0	18
0.50	39.5	30
0.60	39.5	58

如表 23 所示，随着含 Fe 量的增加，亦即 X 增加到 0.10 以上， CNR 逐渐降低。然而，在每种情况下， CNR 比不设置反射层 10 的磁光盘的大，从而表明了设置反射层 10 的效果。另一方面，，对于擦除磁场，由纯 Al 制成的反射层 10 需要 50kA/m 的大擦除磁场，但可通过设定 X 不小于 0.02，且

5 不大于 0.50 来降低擦除磁场。

接下来，使用 20nm 厚的 $Al_{1-x}Ni_x$ 制成反射层 10，表 24 示出在 0.3 μ m 标记长度，借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器，针对各种 X 值(原子比)的情况下 CNR 和擦除磁场的测量结果。

10 (表 24)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	42.0	50
0.02	42.0	15
0.05	41.0	16
0.10	40.5	18
0.25	40.0	18
0.50	39.5	28
0.60	39.5	62

如表 24 所示，如同含 Fe 的情况，可通过设定 X 不小于 0.02，且不大于 0.50 来降低擦除磁场。

也可通过包括有 Al 的诸如 Co、 Gd、 Tb、 Dy、 Nd 等之类，而不是 Fe 或 Ni 的磁性金属降低擦除磁场。

(第十五实施例)

本实施例将说明要用由与上面第十三和第十四实施例中讨论的磁光盘的具体实例不同材料制成的反射层 10 的实例。

5 上面的第十四实施例讨论了通过包括磁性金属元素和 Al 的反射层 10 获得的结果。然而，第十五实施例将讨论非磁性金属元素包括 Al 时的记录特性的改善。

使用 20nm 厚的 $Al_{1-x}Ti_x$ 制成反射层 10，表 25 示出在 0.3 μm 标记长度，借助使用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器，针对不同 X 值(原子比)的情况下 CNR 和擦除磁场的测量结果。

10 如表 25 所示，随着含 Ti 量的增加，亦即随着 X 增加到 0.25 之上，CNR 略微逐渐降低。然而，在每种情况下，CNR 比未设置反射层 10 的磁光盘的大，从而表明了设置反射层 10 的效果。另一方面，对于擦除磁场，由纯 Al 和纯 Ti 制成的反射层 10 分别需要 50kA/m 和 48kA/m 的大擦除磁场，但可通过设定 X 不小于 0.02，且不大于 0.98 来降低擦除磁场。

15 (表 25)

X(原子比)	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
0.00	41.5	50
0.02	41.5	15
0.05	41.0	16
0.10	41.0	18
0.25	41.5	17
0.50	41.0	15
0.75	40.5	17
0.90	40.0	16
0.95	39.5	17
0.98	39.5	15
1.00	38.5	48

接下来，表 26 表明了含有除 Ti 之外的 Al 的非磁性元素的擦除磁性降低的效果。

使用 $Al_{0.5}Zr_{0.5}$ 制成反射层 10，表 26 示出在 0.3 μm 标记长度，借助使

用 680nm 波长的半导体激光的光拾取器, 表 26 所示的除去 Ti 之外的非磁性金属用作 Z 的情况下 CNR 的测量结果。

(表 26)

Z	CNR(dB)	擦除磁场(kA/m)
Ta	39.5	15
Pt	41.5	16
Au	41.5	15
Cu	40.5	17
Si	40.5	16

如表 26 所示, 在 Ta、Pt、Au、Cu、和 Si 用作 Z 的每种情况下, CNR 比未设置反射层 10 的磁光盘的大, 从而表明了设置反射层 10 的效果。另一方面, 对于擦除磁场, 如同包括 Ti 的具有 Al 的情况下, 可降低擦除磁场。

对于再现层 1、复制层 3'、和非磁性中间层 2 的厚度, 在第十三至第十五实施例获得与上面第十一和第十二实施例相同的结果。

上面第十一至第十五实施例中的每一个把在室温为平面内磁化, 而在达到如再现期间的更高温度为垂直磁化的磁层用作再现层 1, 但也可使用至少在信号再现区(再现期间被加热到预定温度(再现温度)之上的区域)中垂直磁化的任何层。

另外, 在上面的第十一至第十五实施例中, 复制层 3'与记录层 4 相邻设置, 但它也可与记录层 4 静磁耦合。通过在复制层 3'和记录层 4 之间设置非磁性中间层 2, 可改善屏蔽效果。

(第十六实施例)

下面将参考图 17 说明本发明的其他实施例。该实施例将说明磁光盘作为磁光存储介质的情况。

如图 17 所示, 根据本发明的磁光盘包括一层衬底 6、一层透明介电层 7、一层再现层 1、一层第一非磁性中间层 20(对应于上述实施例的非磁性中间层 2)、一层平面内磁化层 3(磁屏蔽层)、一层第二非磁性中间层 30、一层记录层 4、一层保护层 8、和一层保护涂层 9, 按该顺序层合在一起制成一个盘的主体。除第二非磁性中间层 30 之外的每一层的基本特性与上述实施例中所述的那些层相同, 因而省略对这些层的详细说明。

第二非磁性中间层 30 由诸如 AlN、SiN、AlSiN、或 SiO₂ 之类的单层介电层制成, 或诸如 Al、Ti、或 Ta 之类的单层非磁性金属制成, 或两层或

更多层介电材料和非磁性金属的组合制成，以阻挡平面内磁化层3和记录层4之间的交换耦合，并使这两个部件静磁耦合。下面将说明该磁光盘的具体实例的(1)形成方法，和(2)记录和再现特性。

(1)形成方法

- 5 对于本实施例的磁光盘的形成方法，下面省略与上述实施例的方法中相同步骤，仅说明与上述实施例不同的步骤。

形成透明介电层7、再现层1、第一非磁性中间层20、和平面内磁化层3的方法与上述实施例中的相同。第二非磁性中间层30的形成如下。

- 10 在形成平面内磁化层3后，把溅射装置再次抽空到 1×10^{-6} 托(Torr)后，引入氩和氮的混合气体，向Al靶施加电压，在 4×10^{-3} 托(Torr)的气压下，把AlN制成的第二非磁性中间层30形成在平面内磁化层3上。

- 15 接下来，在将溅射装置再次抽空到 1×10^{-6} Torr后，与上述实施例一样，按顺序将记录层4和AlN保护层8形成在第二非磁性中间层30上。接下来，通过向保护层8上旋转涂覆紫外硬化树脂并向其上照射紫外光，从而形成保护涂层9。

(2)记录和再现特性

表27表明根据本实施例具有不同膜层厚度的第二非磁性中间层30的磁光盘，借助680nm波长的半导体激光的光拾取器进行测试，在0.3 μm标记长度的情况下CNR的测量结果。

20 (表27)

再现层厚度(nm)	第二非磁性中间层的厚度(nm)	CNR(dB)
20	0	41.5
20	2	42.0
20	5	42.5
20	10	42.5
20	30	42.5
20	50	42.5
20	60	41.5
20	80	38.5
20	100	34.0

在表27中，第二非磁性中间层厚度为0nm的行表示未设置第二非磁性

中间层 30 的对比实例 1 的结果。设置不大于 80nm 的第二非磁性中间层 30 导致高 CNR，这将在下面说明。

5 当不设置第二非磁性中间层 30 时，由于与记录层 4 交换耦合力，造成平面内磁化层 3 的磁化状态易于改变成垂直磁化状态。当再现期间温度上升时，平面内磁化层 3 的磁化降低，由于来自记录层 4 的交换耦合力，平面内磁化层 3 的磁化向垂直磁化状态变化。为此，即使在低于平面内磁化层 3 起屏蔽作用的预定温度的区域中，也会出现记录层 4 的磁化泄漏到再现层 1 的情况。

10 相反，当设置第二非磁性中间层 30 时，平面内磁化层 3 和记录层 4 之间的交换耦合力被第二非磁性中间层 30 阻断。因此，即使在再现期间温度上升时，在低于预定温度的区域中，平面内磁化层 3 的磁化保持其平面内方向。因此，在低于预定温度的区域中，进一步改善了屏蔽效果。

然而，如果第二非磁性中间层 30 的膜层太厚，记录层 4 和再现层 1 之间的静磁耦合力较弱，记录层 4 中记录的比特信息将不能复制到再现层 1。

15 因此，正如从表 27 看到的，第二非磁性中间层 30 的厚度最好不小于 2nm，并且不大于 80nm。另外，只要能阻挡平面内磁化层 3 和记录层 4 之间的交换耦合力，第二非磁性中间层 30 的材料不限于任何特定材料，但如果它与至少透明介电层 7 和第一非磁性中间层 20(例如 AlN)之一是相同材料，可简化制造工艺。

20 (第十七实施例)

下面将参考图 18 说明本发明的另一实施例。该实施例将说明磁光盘作为磁光存储介质的情况。

25 如图 18 所示，本发明实施例的磁光盘包括一层衬底 6、一层透明介电层 7、一层再现层 1、一层第一非磁性中间层 20(对应于上述实施例的非磁性中间层 2)、一层复制层 3"(磁屏蔽层)、一层第二非磁性中间层 30、一层记录层 4、一层保护层 8、和一层保护涂层 9，按该顺序层合在一起制成一个盘的主体。除第二非磁性中间层 30 之外的每一层的基本特性与上述实施例中所述的那些层相同，因而省略对这些层的详细说明。

30 第二非磁性中间层 30 由诸如 AlN、SiN、AlSiN，或 SiO₂ 之类的单层介电层制成，或诸如 Al、Ti、或 Ta 之类的单层非磁性金属制成，或两层或更多层介电材料和非磁性金属的组合制成，以阻挡复制层 3"和记录层 4 之间

的交换耦合，并使这两个部件静磁耦合。下面将说明根据本实施例的磁光盘的具体实例的(1)形成方法，和(2)记录和再现特性。

(1)形成方法

对本实施例的磁光盘的形成方法，省略对与上述实施例的方法中相同步骤的说明，下面将仅说明与上述实施例不同的步骤。

形成透明介电层 7、再现层 1、第一非磁性中间层 20、和复制层 3"的方法与上述实施例中的相同。第二非磁性中间层 30 的形成如下。

在形成复制层 3"后，把溅射装置再次抽空到 1×10^{-6} Torr 后，引入氩和氮的混合气体，向 Al 靶施加电压，在 4×10^{-3} Torr 的气压下，把 AlN 制成的第二非磁性中间层 30 形成在复制层 3"上。

接下来，在将溅射装置再次抽空到 1×10^{-6} Torr 后，与上面的实施例一样，按顺序将记录层 4 和 AlN 保护层 8 形成在第二非磁性中间层 30 上。接下来，通过向保护层 8 上旋转涂覆紫外硬化的树脂并向其上照射紫外光，形成保护涂层 9。

(2)记录和再现特性

表 28 表明本实施例具有不同厚度的第二非磁性中间层 30 的磁光盘，借助 680nm 波长的半导体激光的光拾取器进行测试，在 0.3 μ m 标记长度的情况下 CNR 的测量结果。

(表 28)

再现层厚度(nm)	第二非磁性中间层的厚度(nm)	CNR(dB)
20	0	41.0
20	2	42.0
20	5	42.0
20	10	42.5
20	30	42.0
20	50	42.0
20	60	41.0
20	80	37.0
20	100	34.0

在表 28 中，第二非磁性中间层厚度为 0nm 的行表示未设置第二非磁性中间层 30 的对比实例 4 的结果。设置膜厚不大于 80nm 的第二非磁性中间层

30 导致高 CNR，这将在下面说明。

当不设置第二非磁性中间层 30 时，由于与记录层 4 交换耦合力，造成复制层 3"的磁化状态易于变为垂直磁化。当再现期间温度上升时，复制层 3"的磁化降低，由于来自记录层 4 的交换耦合力，复制层 3"的磁化状态向垂直
5 磁化状态变化。为此，即使在低于复制层 3"起屏蔽作用的预定温度的区域中，也会发生记录层 4 的磁化泄漏到再现层 1 的情况。

相反，当设置第二非磁性中间层 30 时，复制层 3"和记录层 4 之间的交换耦合力被第二非磁性中间层 30 阻挡。因此，即使在再现期间温度上升时，在低于预定温度的区域中，复制层 3"的磁化保持其平面内方向，而当达到预
10 定温度以上时，则转换为垂直磁化状态。因此，在低于预定温度的区域中，进一步改善了屏蔽效果。

然而，如果第二非磁性中间层 30 的膜厚太厚，记录层 4 和再现层 1 之间的静磁耦合力较弱，记录层 4 中记录的比特信息不能复制到再现层 1。

因此，正如从表 28 看到的，第二磁性中间层 30 的厚度最好不小于 2nm，
15 并且不大于 80nm。另外，只要能阻挡复制层 3"和记录层 4 之间的交换耦合力，第二非磁性中间层 30 的材料不限于任何特定材料，但如果它与至少透明介电层 7 和第一非磁性中间层 20(例如 AlN)之一是相同材料，则可简化制造工艺。

在上面的第一至第十七实施例中，可在记录层 4 和保护层 8 之间设置记录辅助层。例如，可根据记录辅助层具有垂直磁化，具有比记录层 4 的居里温度高的居里温度，和对于比记录层 4 低的磁场颠倒磁化这一点来采用材料。这种情况下，记录期间，通过首先颠倒记录辅助层的磁化，从而借助交
20 换耦合力翻转记录层 4 的磁化，可通过低磁场进行记录。

此外，在上面的第一至第十七实施例中，可使用由 Co 和 Pt 交替的膜制成的再现层 1。例如，可将 Co(0.4nm 厚)和 Pt(0.9nm 厚)的总共 30 个交替膜层合在一起(总厚度 19.5nm；居里温度 300℃)。使用这种 Co 和 Pt 的交替膜结构可在
25 使用短波长激光时增加克尔旋转角，从而进一步改善再现信号质量。

本发明上面详细说明中讨论的实施例和实施的具体实例仅作为对本发明技术细节的说明，不应狭窄地把本发明理解为限定在这些具体实例内，而是在不脱离本发明的精神和下面陈述的专利权利要求范围的情况下可对本
30 发明进行许多改进。

图 1

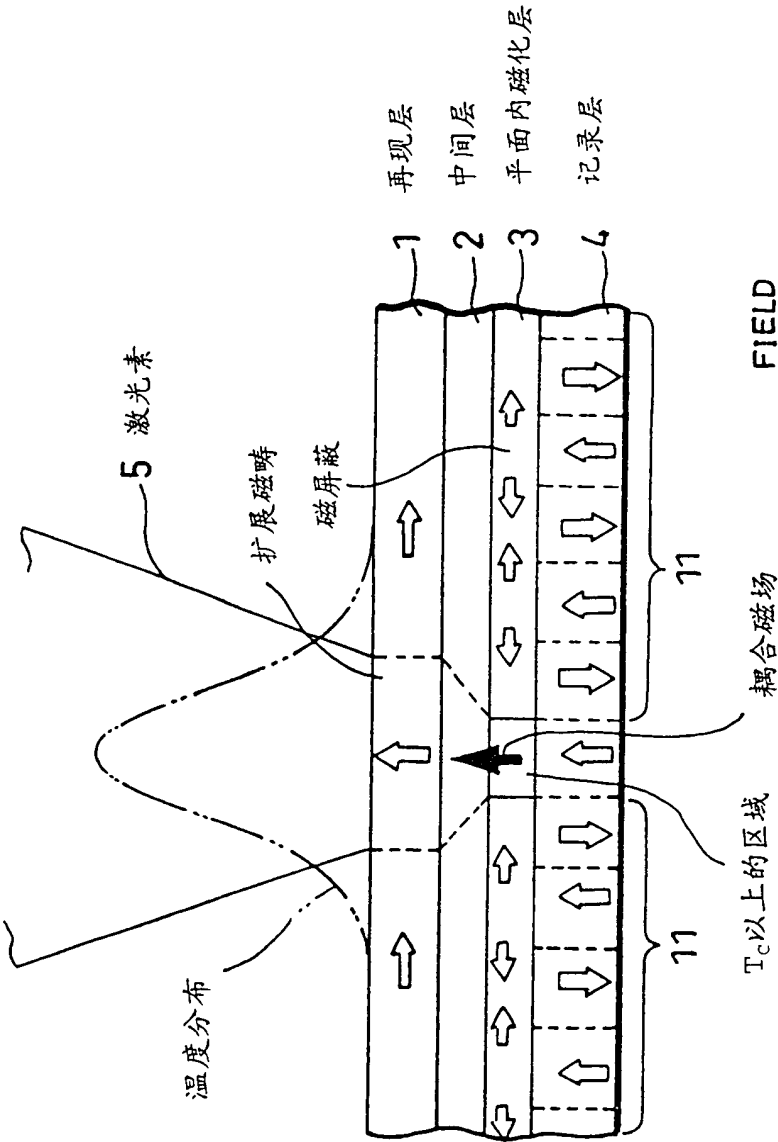


图 3

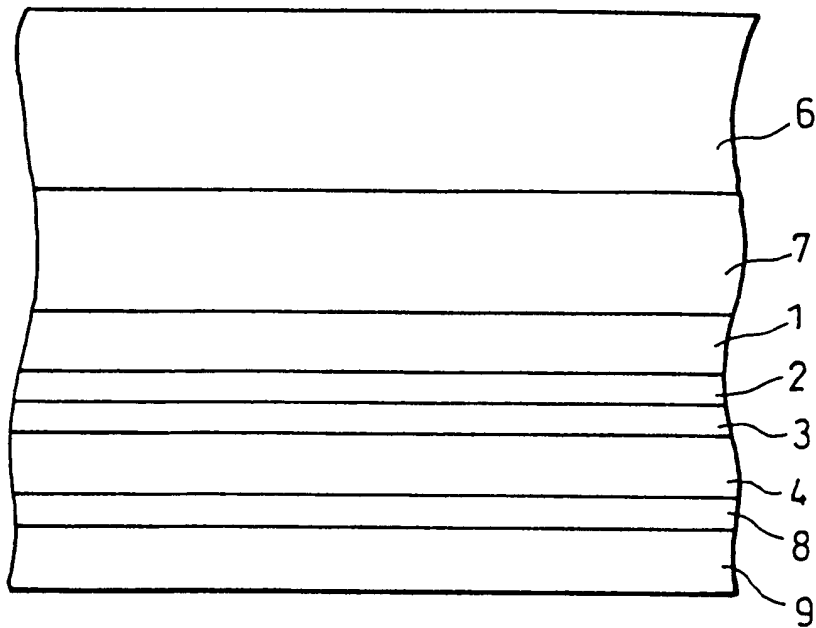


图 4

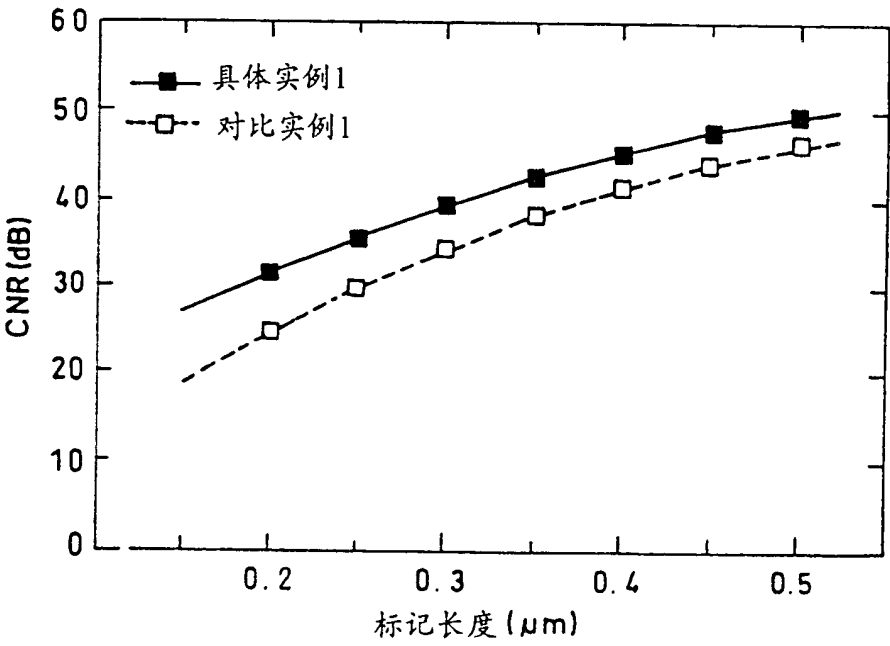


图 5

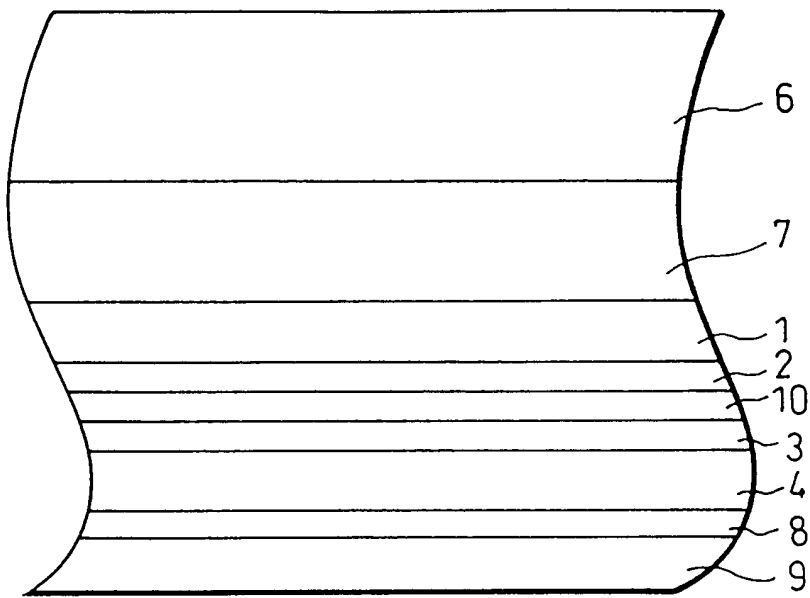


图 6

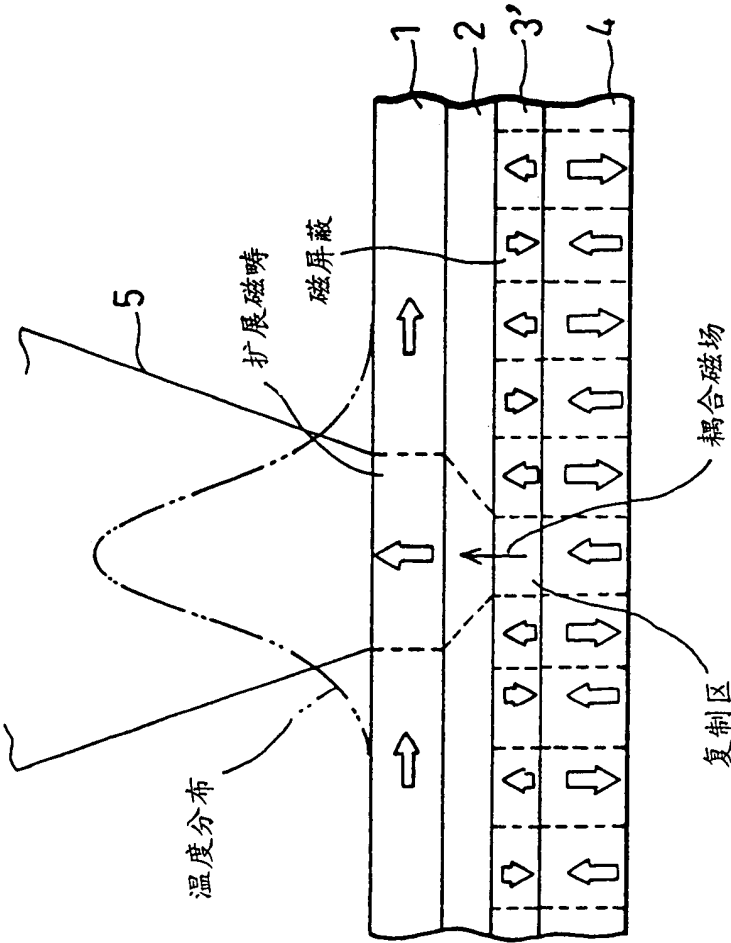


图 7

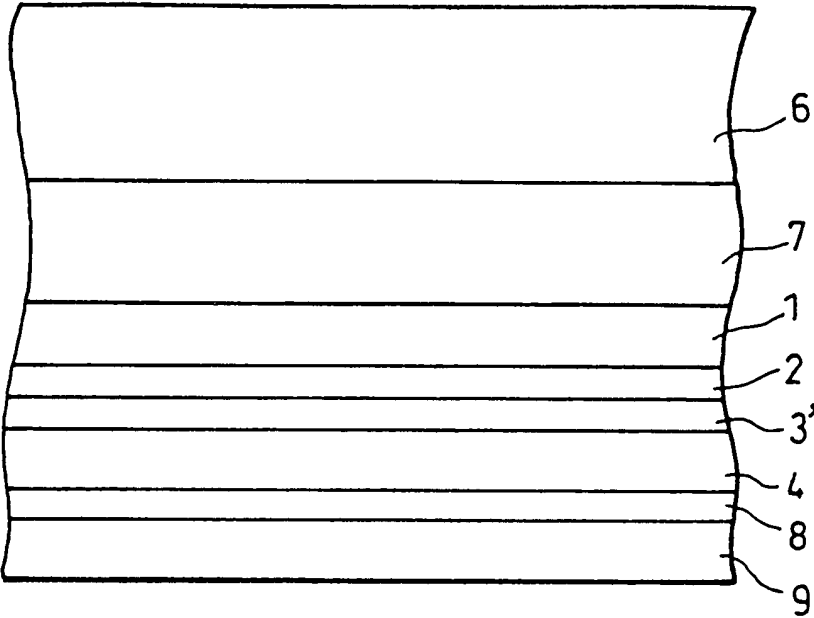


图 8

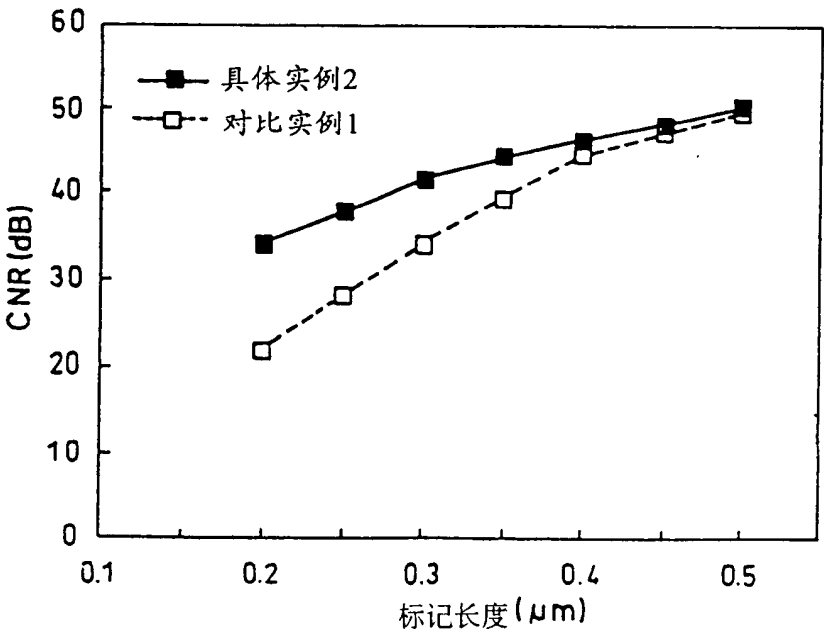


图 9

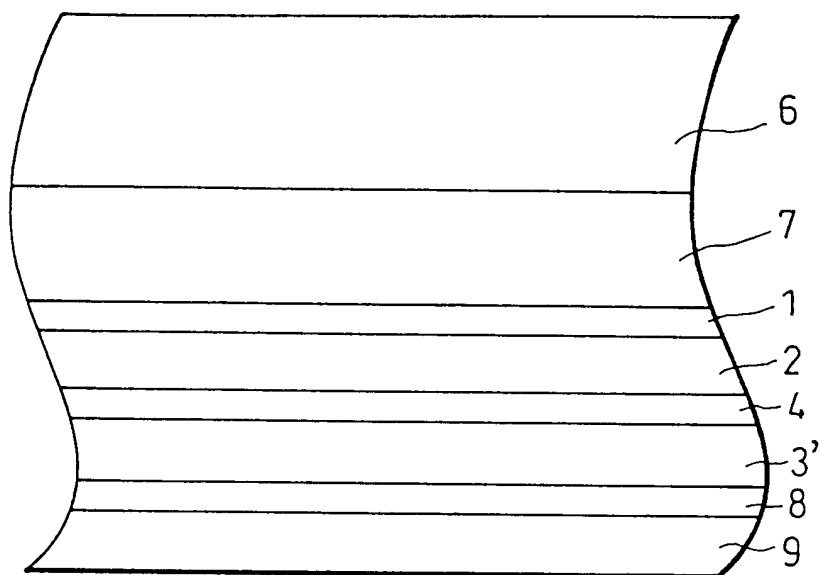


图 10

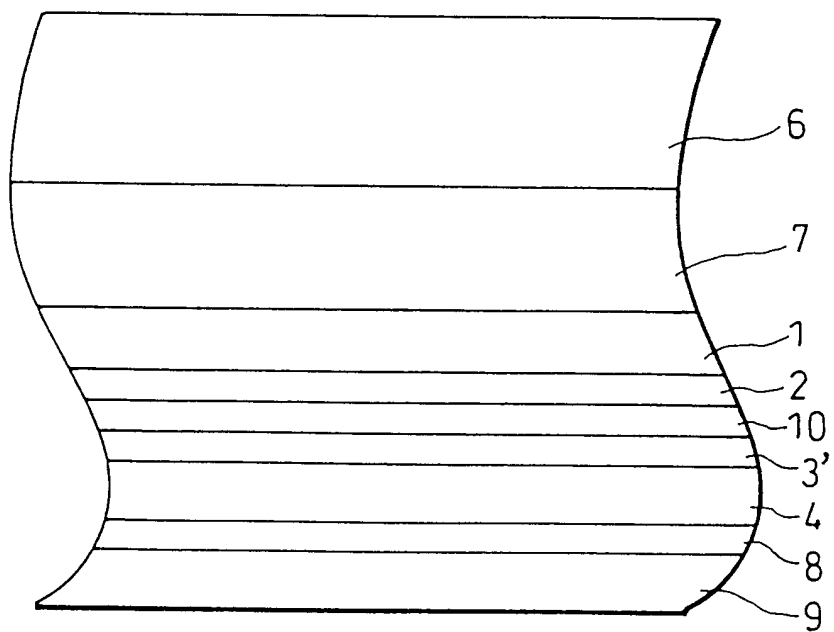


图 11

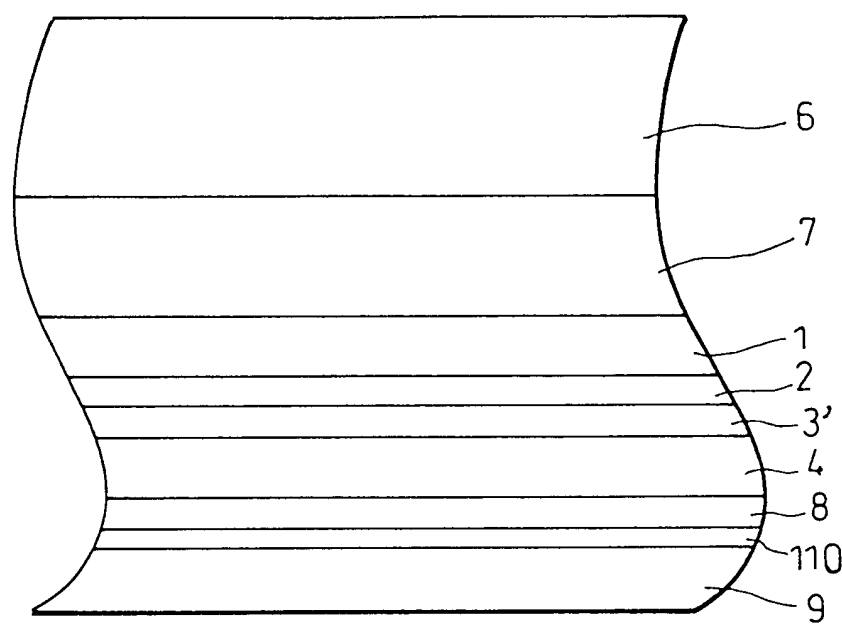


图 12

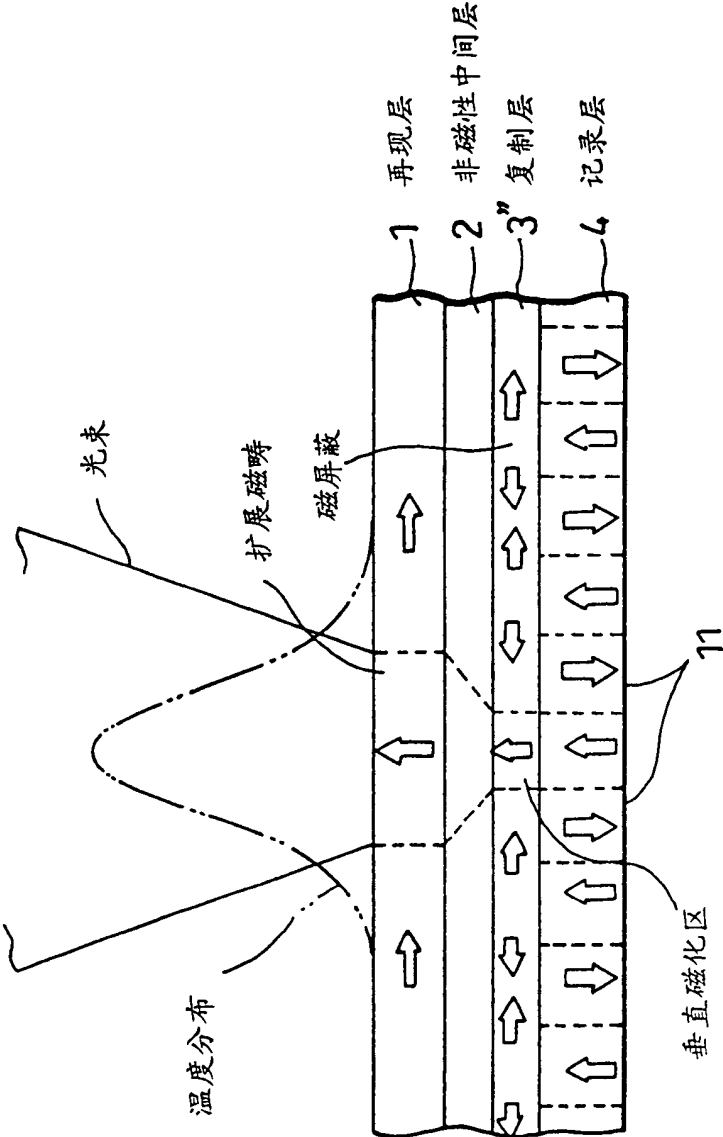


图 13

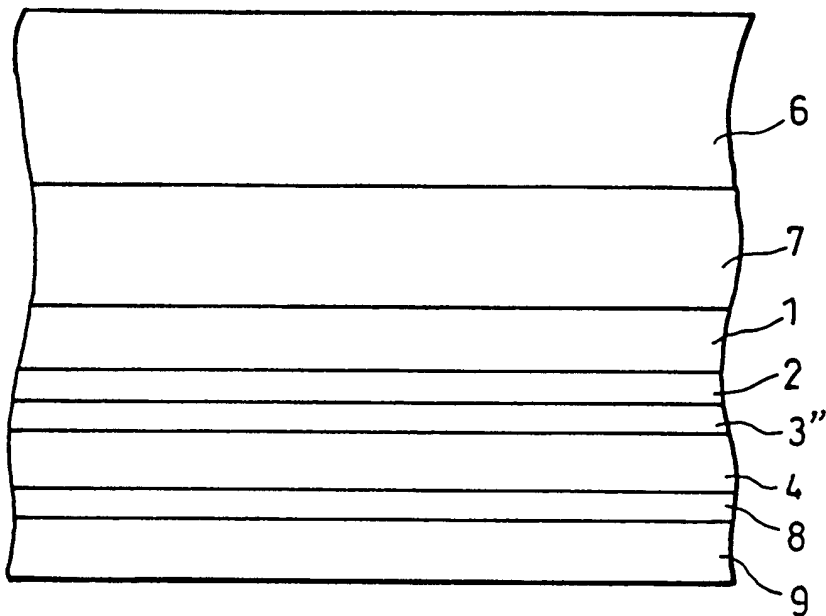


图 14

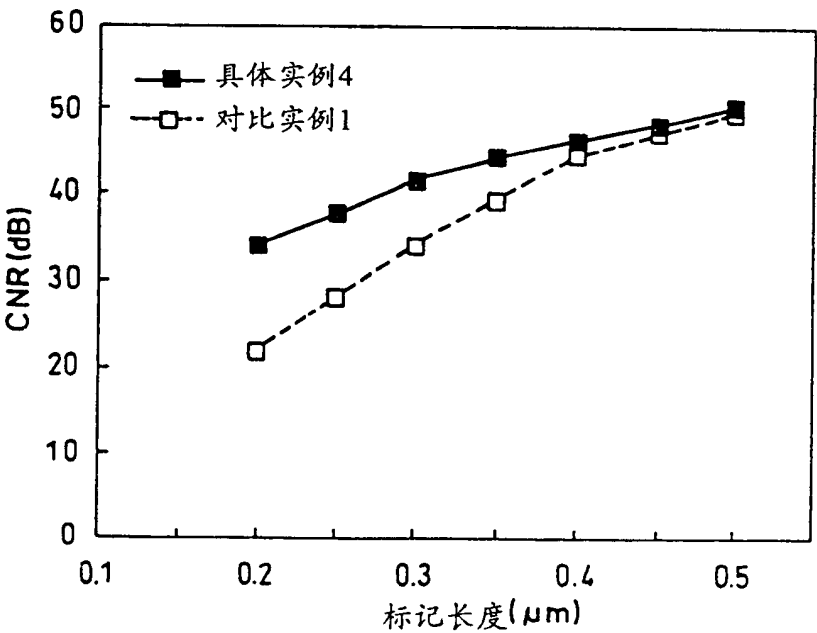


图 15

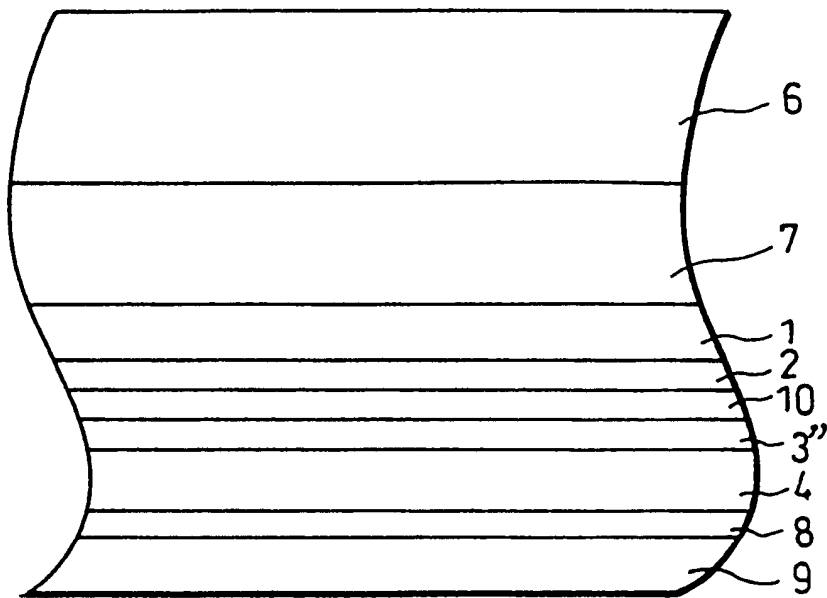


图 16

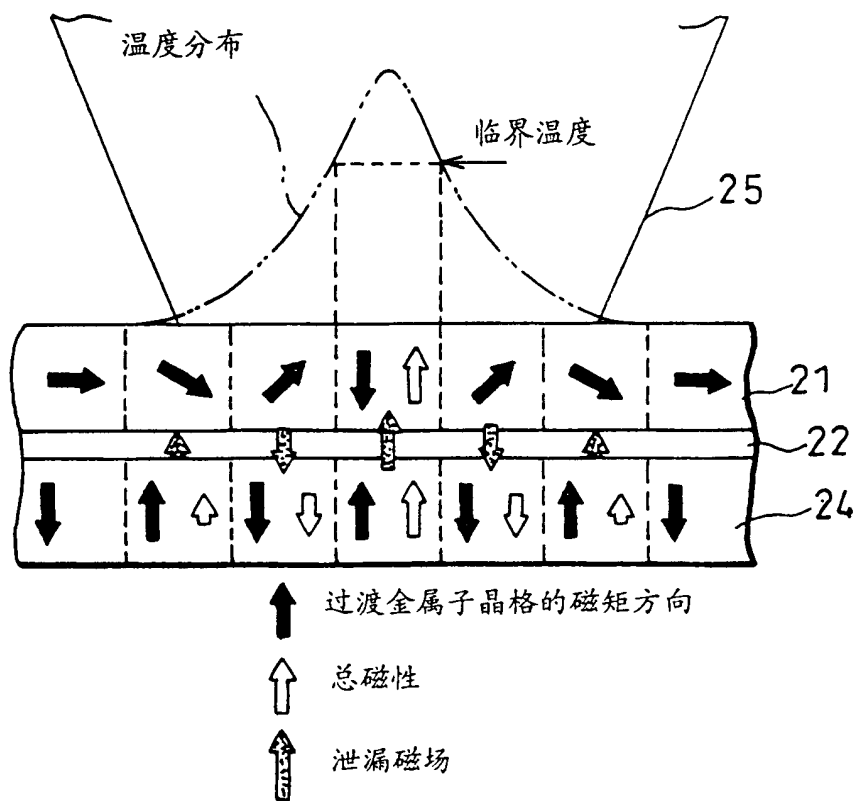


图 17

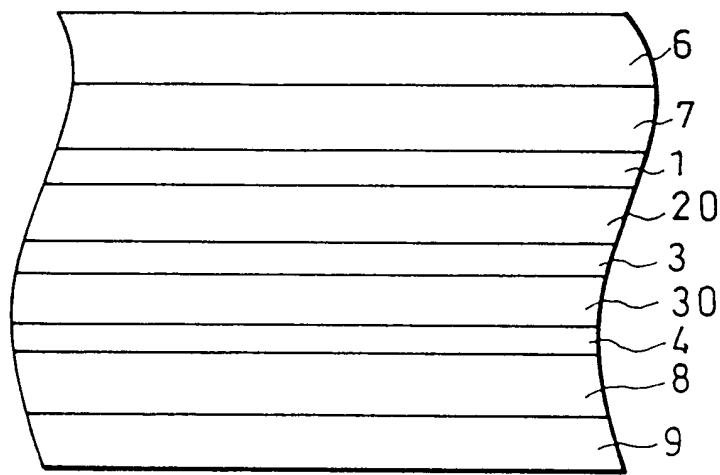


图 18

