



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96195497.3

[43]公开日 1998年8月19日

[11] 公开号 CN 1191036A

[22]申请日 96.7.12

[30]优先权

[32]95.7.13 [33]JP[31]200555 / 95

[86]国际申请 PCT / JP96 / 01938 96.7.12

[87]国际公布 WO97 / 03439 英 97.1.30

[85]进入国家阶段日期 98.1.13

[71]申请人 日立马库塞鲁株式会社

地址 日本大阪

[72]发明人 岛崎胜辅 太田宪雄 伊藤彰义

中川活二 井上和子

[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

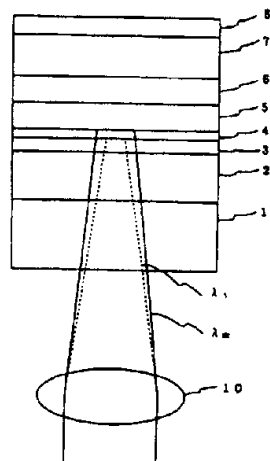
代理人 蒋世迅

权利要求书 4 页 说明书 29 页 附图页数 19 页

[54]发明名称 磁光记录介质及在此记录介质上的记录
和再现方法

[57]摘要

提出一种磁光记录介质和一个在该记录介质上记录 and 再现方法，为的是在高信噪比下再现多值记录的信息。披露了一种含两个磁性层的磁光记录介质，该记录介质能够基于四个组合的磁化状态作四值记录。用波长 λ_1 再现时测得四个磁化状态的再现信号大小与用波长 λ_2 再现时测得的不相同。记录信号 (a) 的两个磁性层分别用波长 λ_1 和 λ_2 光束照射。对从各个反射光束再现的信号 (d), (e) 用至少一个限幅值加以限幅，分别得到二值或多值信号，来自各个波长的二值或多值再现信号经过相互的逻辑运算再现记录的信息 (i)。



权利要求书

1. 一个含多个磁性层的磁光记录介质上记录和再现方法, 其中多值信息以各个磁性层的磁化状态组合记录在磁光记录介质上, 多值信息的再现是基于各个磁性层磁化状态的集合, 该方法的特征是:

多个磁性层分别用波长 λ_1 和 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$) 的光束照射, 从各个波长反射光束再现的信号分别转换成二值或更高的多值再现信号, 然后将各个波长的转换后再现信号经过相互的逻辑运算以再现记录的多值信息。

2. 按照权利要求 1 的磁光记录介质上记录和再现方法, 其中所用磁光记录介质是这样一种磁光记录介质, 用波长 λ_1 测得的再现信号强度之比率与用波长 λ_2 测得的互不相同, 测得的再现信号代表磁化状态组合所确定的多个磁化状态。

3. 按照权利要求 1 或 2 的磁光记录介质上记录和再现方法, 其中所用磁光记录介质是这样一种磁光记录介质, 用波长 λ_1 测得的多个再现信号强弱的顺序与用波长 λ_2 测得时各不相同, 测得的多个再现信号代表磁化状态组合所确定的多个磁化状态。

4. 按照权利要求 3 的磁光记录介质上记录和再现方法, 其中所用磁光记录介质是这样一种磁光记录介质, 它包含两个磁性层, 能够基于四个组合的磁化状态作四值记录, 用波长 λ_1 再现时测得的四个磁化状态再现信号 θ_1 至 θ_4 大小与用波长 λ_2 再现时测得时不同, 其中:

两个磁性层分别用波长 λ_1 和 λ_2 的光束照射, 对从各个反射光束再现的信号至少用一个幅度值加以限幅, 分别得到二值或更高的多值再现信号, 对各个波长的二值或更高的多值再现信号经过相互的逻辑运算以再现四值记录的信息。

5. 一个含多个磁性层的磁光记录介质上记录和再现方法, 其中多值信息或多个二值信息系列以各个磁性层的磁化状态组合记录在磁光记录介质上, 多值信息或多个二值信息系列的再现是基于各个磁性层的磁化状态集合, 该方法的特征是:

多个磁性层分别用波长 λ_1 和 λ_2 的光束照射, 记录在一个磁性层上的

信息用波长 λ_1 的光束再现，记录在另一个磁性层上的信息用波长 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$) 的光束再现，因此，信息是从每个磁性层上独立地再现。

6.按照权利要求 5 的磁光记录介质上记录和再现方法，其中所用磁光记录介质是这样一种磁光记录介质，用波长 λ_1 测得的多个再现信号强弱的顺序与用波长 λ_2 测得时互不相同，测得的多个再现信号代表磁化状态组合所确定的多个磁化状态。

7.按照权利要求 5 或 6 的磁光记录介质上记录和再现方法，其中记录在一个磁性层上的信息利用射出波长为 λ_1 或 λ_2 的光束再现，而利用波长为 λ_1 或 λ_2 的记录光束，将再现的信息与待记录在另一个磁性层上的信息结合以实现记录，因此，只有在另一个磁性层上的信息才真正地重写。

8.按照权利要求 7 的磁光记录介质上记录和再现方法，其中所用磁光记录介质是这样一种磁光记录介质，它包含两个磁性层，能够基于四个组合的磁化状态作四值记录，用波长 λ_1 测得的四个磁化状态再现信号 θ_1 至 θ_4 大小的顺序与用波长 λ_2 测得时不同，其中：

一个磁性层上的二值信息用波长为 λ_1 的光束再现，另一个磁性层上的二值信息用波长为 λ_2 的光束再现。

9.按照权利要求 8 的磁光记录介质上记录和再现方法，对其中二值信号用一预定幅度值加以限幅转换成另一二值信号，用波长 λ_1 测得的四个磁化状态再现信号对应于一个磁性层的二值磁化状态，对二值信号用一预定幅度值加以限幅转换成另一二值信号，用波长 λ_2 测得的四个磁化状态再现信号对应于另一个磁性层的二值磁化状态。

10.按照权利要求 7 的磁光记录介质上记录和再现方法，其中，通过选择照射在磁光记录介质上的光束波长，信息可以独立地记录在每一个磁性层上，信息也可以独立地从每一个磁性层上再现。

11.按照权利要求 1 的磁光记录介质上记录和再现方法，其中 λ_1 在 350nm 至 900nm 范围，波长 λ_2 与 λ_1 之差不小于 50nm。

12.按照权利要求 5 的磁光记录介质上记录和再现方法，其中 λ_1 在 350nm 至 900nm 范围，波长 λ_2 与 λ_1 之差不小于 50nm。

13.按照权利要求 1 的磁光记录介质上记录和再现方法，其中磁光记

录介质用 λ_1 的光束和 λ_2 的光束照射，使两支光束分别会聚到磁光记录介质记录区的不同部分。

14.按照权利要求5的磁光记录介质上记录和再现方法，其中磁光记录介质用 λ_1 的光束和 λ_2 的光束照射，使两支光束分别会聚到磁光记录介质记录区的不同部分。

15.一种用在按照权利要求1记录和再现方法的磁光记录介质，它包括衬底之上多个磁性层，记录在磁性层上的多值信息是基于多个磁性层的磁化状态组合，其特征是：利用波长为 λ_1 的光束再现时测得的各个克尔转角大小之比率与利用波长为 λ_2 的光束再现时测得时互不相同，其中各个克尔转角是从磁化状态组合确定的多个磁化状态中读出的。

16.按照权利要求15的磁光记录介质，其中，调整构成磁光记录介质的各层光程长度，使得利用波长 λ_1 的光束再现时测得的各个克尔转角大小之比率与利用波长 λ_2 的光束再现时测得时互不相同，其中各个克尔转角是从磁化状态组合确定的多个磁化状态中读出。

17.按照权利要求15或16的磁光记录介质，选择其中多个磁性层中至少一个磁性层的磁性材料，使得利用波长 λ_1 的光束再现时测得的各个克尔转角大小之比率与利用波长 λ_2 的光束再现时测得时互不相同，其中各个克尔转角是从磁化状态组合确定的多个磁化状态中读出。

18.按照权利要求17的磁光记录介质，其中至少一个磁性层的磁性材料是石榴石。

19.按照权利要求5记录和再现方法所用的磁光记录介质，它包括衬底之上多个磁性层，磁性层上多值信息或多个二值信息列的记录是基于多个磁性层的磁化状态组合，其特征是：

各个克尔转角是从磁化状态组合确定的多个磁化状态中读出，各个克尔转角的大小分别取决于再现光束的波长；以及

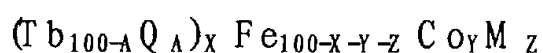
该光记录介质有这样的磁光特性，一条曲线代表从一个组合磁化状态测得的克尔转角随再现光束波长变化的关系，另一条曲线代表从其他组合磁化状态中至少一个磁化状态测得的克尔转角随再现光束波长变化的关系，这两条曲线相交在再现光束波长 λ_1 至 λ_2 的波长范围内。

20.按照权利要求 19 的磁光记录介质,还包括衬底之上至少一个介电层和多个磁性层,调整其中一个介电层和多个磁性层的光程长度,使得该磁光记录介质有这样的磁光特性,一条曲线代表从一人组合磁化状态测得的克尔转角随再现光束波长变化的关系,另一条曲线代表从其他组合磁化状态中至少一个磁化状态测得的克尔转角随再现光束波长变化的关系,这两条曲线相交在再现光束波长 λ_1 至 λ_2 的波长范围内。

21.按照权利要求 19 或 20 的磁光记录介质,选择其中多个磁性层中至少一个磁性层的磁性材料,使得该磁光记录介质有这样的磁光特性,一条曲线代表从一个组合磁化状态测得的克尔转角随再现光束波长变化的关系,另一条曲线代表从其他组合磁化状态中至少一个磁化状态测得的克尔转角随再现光束波长变化的关系,这两条曲线相交在再现光束波长 λ_1 至 λ_2 的波长范围内。

22.按照权利要求 21 的磁光记录介值,其中至少一个磁性层的磁性材料是石榴石。

23.按照权利要求 19 的磁光记录介质,还包括衬底之上至少一个介电层,第一和第二磁性层,和辅助磁性层,其中第一和第二磁性层中至少一个磁性层是由下列通用分子式表示:



其中:

原子百分数 $15 \leq X \leq$ 原子百分数 40

原子百分数 $5 \leq Y \leq$ 原子百分数 20

原子百分数 $0 \leq Z \leq$ 原子百分数 15

原子百分数 $0 \leq A \leq$ 原子百分数 30

其中 M 选自 Nb, Cr, Pt, Ti, 和 Al 一组中至少一种元素, Q 选自 Gd, Nd, 和 Dy 一组中至少一种元素。



说 明 书

磁光记录介质及在此 记录介质上的记录和再现方法

本发明涉及磁光记录介质及在此记录介质上的记录和再现方法。尤其是，本发明涉及含多个磁性层的磁光记录介质，它能够作多值记录或多层记录，以及在该记录介质上的记录和再现方法。

近年来信息处理技术的发展涉及到光记录介质，因为光记录介质的尺寸小和容量大。这种光记录介质分成几类：专门用于再现的记录介质，如 CD 和 CD - ROM ，只写入一次信息的一次型记录介质，和可反复擦写信息的可改写型记录介质。已知的可改写型记录介质包括磁光记录介质，如磁光盘。在用激光束照射记录层（磁性层）的同时，对这种磁光记录介质加上外磁场以实现记录，使记录层内的磁化极性转到外磁场的方向。

获取高记录密度也是磁光记录介质诸多重要技术目的之一。迄今已知的记录多值信息信号的系统是在磁光记录介质上获取高密度的装置，例如在以下文献中所描述的，第十三层应用磁学学会文献汇编（1989年出版，P.68）和日本应用物理月刊，V.28（1989）增补刊物28-3，PP.343-347。

在这种多值记录系统中，具有各不相同矫顽力的多个磁性层重叠在一起，通过在多个幅值上调制后加到各磁性层的磁场强度，使特定磁性层的磁化方向有选择地产生磁性翻转。据说，在具有各不相同矫顽力的三个磁性层的记录介质上，该系统可以实现四值（四元）信号记录。

然而，按照上述用于磁光记录介质的多值记录系统，为了在再现时检测记录成多值信号的各个信号，对从磁光记录介质测得的各个信号，要用多个幅值进行限幅以区分各多值信号。因此，各值状态中每一个信号幅度之间不可能有很大的差别，所以，明确地区分开幅度相差很小的两个信号状态是困难的。由于这个原因，就产生了再现多值信号信噪比（S/N ratio）很低的问题。所以，从高密度记录的某种磁光记录介质中获取高信噪比再现信号，是我们要求实现的再现技术。

至于具有多个磁性层的各种磁光记录介质中，到目前为止还没有一种记录介质中的每个磁性层上可以独立地记录和再现。当各类信息以相关的方式记录在单个记录介质上时，或当各类信息与多个通道信息一起并行地同时记录和再现时，具有独立地记录和再现性能的记录介质可以作为极其有效的记录介质。



本发明是为了解决普通技术带来的上述问题而作出的，本发明的一个目的是，提出一个在磁光记录介质上记录和再现的新方法，能够在高信噪比下再现在此记录介质上记录的多值信息。

本发明的另一个目的是，提出一个在含有多个磁性层的磁光记录介质上记录和再现的新方法，其中数据可以在磁光记录介质的每一磁性层上独立地被记录（记录在多个磁性层中）或再现。

本发明的第三个目的是，提供一种磁光记录介质，该记录介质用在按照本发明磁光记录介质上记录和再现的方法中，再现信号能够从多值记录的磁光记录介质上以高的信噪比再现出来。

本发明的第四个目的是，提供一种新型磁光记录介质，该记录介质用在按照本发明具有多个磁光记录层的磁光记录介质上记录和再现的方法中，数据能够在磁光记录介质的每一记录层上独立地被记录和再现。

按照本发明的第一方面，提出一个在含多个磁性层的磁光记录介质上记录和再现方法，其中多值信息以各个磁性层的磁化状态的组合记录在磁光记录介质上，而多值信息的再现是根据各个磁性层磁化状态的集合，其特征是：

多个磁性层分别被波长为 λ_1 和 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$) 的光束照射，从各个波长反射光束再现的信号分别转换成二值（二元）或更高的多值再现信号，然后转换后的各波长再现信号经过相互地的逻辑运算，再现记录的多值信息。

最好是，上述记录和再现方法中所用的磁光记录介质是这样的磁光记录介质，用波长 λ_1 测得的各个再现信号强度之比与用波长 λ_2 测得时互不相同，测得的各个再现信号代表磁化状态的组合所确定的多个磁化状态。也可能是，所用的磁光记录介质是这样的磁光记录介质，用波长 λ_1 测得的多个再现信号强弱的顺序与用波长 λ_2 测得时互不相同，测得的多个再现信号代表磁化状态的组合所确定的多个磁化状态。

按照本发明的一个实施例，在上述记录和再现方法中最好是，所用的磁光记录介质是一种含两个磁性层的磁光记录介质，它能够基于四个

组合磁化状态作四值记录，用波长 λ_1 再现时从四个磁化状态测得的再现信号 θ_2 至 θ_4 幅值不同于用波长 λ_2 再现时测得的幅值，其中两个磁性层分别用波长为 λ_1 和 λ_2 的光束照射，由各个反射光束再现的信号被至少一种值加以限幅（slice），分别得到各个二值或多值再现信号，各个波长的二值或多值再现信号经过互相的过逻辑运算以再现四值记录的信息。

按照本发明第一方面的记录和再现方法原理现说明如下。本说明是以含两个磁性层（记录层）的磁光记录介质上记录四值信号的再现为例，此磁光记录介质是为以下描述的第一个实施例制作的。图3（a）画出按照以下描述的第四个实施例中记录方法的第一和第二磁性层（记录层）磁化状态。根据第一和第二磁性层上磁化方向的组合，四个组合的磁化状态（ $\uparrow\uparrow$ ），（ $\uparrow\downarrow$ ），（ $\downarrow\uparrow$ ），（ $\downarrow\downarrow$ ）存在于磁光记录介质中。各种磁化状态是按照从第一磁性层到第二磁性层的顺序描绘的。四个组合的磁化状态分别对应于记录的四值信号，即，“0”，“1”，“2”，“3”。四值信号的记录是遵照各个实施例中解释的记录原理完成的，在记录时将分别为 H_0 ， H_1 ， H_2 ， H_3 的外磁场强度加到磁光记录介质上。

至于根据四个磁化状态组合记录的信息，磁光记录介质被 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 和 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 的再现光束照射，并由此得到反射光束，为的是使表观克尔（Kerr）转角的大小规定为再现信号。术语“表观克尔转角”此处表示，用再现光束照射磁光记录介质，从反射光束测得的克尔转角。由于记录介质中保护层上的多次干涉效应或记录层的法拉第效应，测得的表观克尔转角值大于代表磁化层实际磁化状态的克尔转角值，表观克尔转角也称为“有效克尔转角”。图3（b）表示 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束再现的各个状态输出信号相对值，以及图3（c）表示用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束再现的各个状态输出信号相对值。至于按照本发明的记录和再现方法中用到的磁光记录介质，在再现光束下测得的表观克尔转角随再现光束的波长而变化，尤其是由于第一介电层中再现光束的多次干涉而变化。如图2所示，由各个磁性层组合确定的四个磁性状态“0”，“1”，“2”，“3”下的再现信号强度，即表观克尔转角，随再现光束波长



而变化。在图 2 中，状态“1”与“0”之间克尔转角差值 F，状态“0”与“3”之间克尔转角差值 E，和状态“3”与“2”之间克尔转角差值 D 在波长 $\lambda = 630\text{nm}$ 附近大致相等。然而，在较长波长区，例如，状态“2”与“3”之间克尔转角差值 A 和状态“0”与“1”之间克尔转角差值 B 在波长 $\lambda = 780\text{nm}$ 处甚大于波长 $\lambda = 630\text{nm}$ 处相应的克尔转角差值 D 和 F。另一方面，在较短波长区，尤其在 443nm 附近，状态“3”与“0”之间克尔转角差值 C 甚大于波长 $\lambda = 630\text{nm}$ 附近相应的克尔转角差值 E。根据以上这些事实，可以确认，采用单个波长 630nm ，将信号幅度按照状态“0”，“1”，“2”，“3”分成四个值进行测量，与此比较，采用两种波长 443nm 和 780nm ，对这四个状态进行区分和测量，后者能够获得较高的信噪比。按照本发明的实施例，采用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束测得的再现信号，用适当的幅值加以限幅，分成对应于状态“0”或“1”和状态“2”或“3”的二值幅度，同时用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束测得的再现信号，用两个适当的幅值加以限幅，分成对应于状态“0”或“3”，状态“1”，和状态“2”的三个幅度，从而获得了两系列二值信号，由此可以再现记录在多层（二层）上的记录信号。

按照本发明的第二方面，提出了一个含多个磁性层的磁光记录介质上记录和再现方法，其中多值信息或多个二值信息列以各个磁性层的磁化状态组合记录在磁光记录介质上，多值信息或多个二值信息列的再现是基于各个磁性层的磁化状态集合，其特征是，

多个磁性层分别用波长 λ_1 和 λ_2 的光束照射，记录在一个磁性层上的信息用波长为 λ_1 的光束再现，记录在另一个磁性层上的信息用波长为 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$) 光束再现，因此，信息是从每一磁性层上独立地被再现的。

在上述记录和再现方法中，最好是，所用磁光记录介质是这样的磁光记录介质，用波长 λ_1 测得的多个再现信号强度的顺序与用波长 λ_2 测得的各不相同，测得的多个再现信号强度代表磁化状态的组合所确定的多个磁化状态。

在上述记录和再现方法中，最好是，所用磁光记录介质是含两个磁性层的磁光记录介质，能够基于四个组合磁化状态作四值记录，用波长

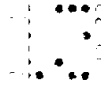
λ_1 测得四个组合磁化状态的再现信号 θ_1 至 θ_4 的大小顺序 (order) 与用波长 λ_2 测得的不同, 其中, 一个磁性层上的二值信息采用波长为 λ_1 的光束再现, 另一个磁性层上的二值信息采用波长为 λ_2 的光束再现。在此实施例中, 二值信号通过在一预定幅度上的限幅转换成另一二值信号, 用波长 λ_1 测得含四个磁化状态的再现信号可允许对应一个磁性层的二值磁化状态, 二值信号通过在一预定幅度上的限幅转换成另一二值信号, 用波长 λ_2 测得含四个磁化状态的再现信号可允许对应另一个磁性层的二值磁化状态。

结合参考图 5 和图 6, 按照本发明第二方面的记录和再现方法原理说明如下。图 6 (a) 画出本发明第二个实施例中制作的磁光盘第一磁性层和第二磁性层记录的磁化状态。根据第一和第二磁性层上磁化方向的组合, 四个组合的磁化状态 ($\uparrow\uparrow$), ($\uparrow\downarrow$), ($\downarrow\uparrow$), ($\downarrow\downarrow$) 存在于磁光记录介质中。四个组合的磁化状态分别对应记录的四值记录信号, 即, “0”, “1”, “2”, “3”。将强度为 H_0 , H_1 , H_2 , H_3 的外磁场分别加到磁光记录介质上, 就记录了四值信号。第一磁性层上的信息和记录在第二磁性层上的二值信息可以分别采用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 的再现光束和 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 的再现光束独立地被确定。用于按照本发明记录和再现方法的磁光记录介质具有图 5 所示的特征, 一条代表某一磁化状态 (由两个磁性层的磁化状态所确定) 下表观克尔转角随波长变化的曲线与另一条代表另一磁化状态下表观克尔转角随波长变化的曲线相交, 其交点在两个再现波长 λ_1 和 λ_2 之间范围内 (图 5 中一条曲线代表状态“0”, 另一条曲线代表状态“3”)。通过调整再现波长 λ_1 与 λ_2 下第一介电层和多个磁性层的光程长度 (厚度和折射率), 能够具体地获得这一特征。图 6 (b) 和图 6 (c) 表示采用 λ_1 和 λ_2 光束再现的各个磁化状态下的信号输出相对值。至于这种记录介质, 状态“0”的再现信号幅度 (表观克尔转角) 与状态“3”的再现信号幅度在 630nm 附近 (图 5) 相交。因此, 状态“0”和状态“3”的再现信号大小的顺序用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 与用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 是不同的。就是说, 在用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束再现时的信号输出按顺序“2”, “3”, “0”, “1”减小, 而

用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束再现时的信号输出按顺序“2”，“0”，“3”，“1”减小。于是，当再现信号是在图6（b）所示 $\lambda_1=443\text{nm}$ 处再现信号输出的中间值被限幅时，则可以把两个状态“2”和“3”的一组与两个状态“0”和“1”的一组区分开来。根据对两组状态的磁化状态进行检验，可以确认，两个状态“2”和“3”由这一组与两个状态“0”和“1”即一组可以基于第一磁性层的磁化状态识别为二值信息。就是说，两个状态“2”和“3”都为第一磁性层的磁化状态 \downarrow ，而两个状态“0”和“1”都为第一磁性层的磁化状态 \uparrow 。所以，以 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 处再现信号输出的中间值对再现信号限幅得到的二值信号可允许对应于第一磁性层的二值磁化状态。另一方面，当再现信号是用图6（c）所示 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 处再现信号输出的中间值被限幅时，则可以把两个状态“2”和“0”的一组与两个状态“3”和“1”的一组区分出来，这两组可以被认为是二值信息。根据对状态“2”和“0”这一组和状态“3”和“1”那一组的磁化状态进行检验，在第一组中，第二磁性层的两个磁化状态都是 \uparrow ，而在后一组中，第二磁性层的两个磁化状态都是 \downarrow 。所以，用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 处再现信号输出的中间值对再现信号限幅得到的二值信号可允许对应于第二磁性层的二值磁化状态。因此，采用图6（b）和图6（c）所示再现信号特征的磁光记录介质，通过选取再现光束波长 λ_1 或 λ_2 ，就能够独立地再现记录在第一磁性层上的二值信息和记录在第二磁性层上的二值信息。在这个实施例中，将照射激光束的焦点调节到执行再现的磁性层上是不必要的。

再现光束波长并不具体地限制在本发明磁光记录介质上记录和再现方法中。然而，再现光束波长最好在 $\lambda_1 = 350\text{nm}$ 至 900nm 范围，因为这个范围是在现有各种激光设备能够发射的波长区域或是通过SHG（二次高阶谐波发生器）器件组合能够发射的波长区域。再现光束波长 λ_2 最好与波长 λ_1 之差不小于 50nm ，为的是以高信噪比将各个磁性层上多个信息分开。在上述记录和再现方法中，可以发射 λ_1 和 λ_2 这样的两个光束，使这两个光束会聚在磁光记录介质上记录区域的不同部分。

在按照上述第二方面的记录和再现方法中，波长 λ_1 或 λ_2 的光束再现



记录在一个磁性层（记录层）上的信息，而记录是把再现的信息与在另一磁性层上待记录的信息相结合而完成的，所以只有在另一磁性层的信息才可以真正（virtual）重写。在按照本发明第二方面的记录和再现方法中，记录在每一磁性层上的信息可以通过对每一磁性层使用不同的波长独立地再现。所以，当只有一个磁性层要重写时，允许再现光束领先于记录光束，则不需重写的另一个磁性层上信息先再现，为的是在一个记录磁道上实现扫描，将再现的信息与待记录在磁性层上要重写的信息相结合，形成一个磁场调制信号，使记录光束加热两个磁性层，在加上与调制信号一致的磁场同时完成记录。因而，只有一个磁性层被重写。

按照本发明的第三方面，提供一个用于按照本发明第一方面记录和再现方法的磁光记录介质，该记录介质包括衬底上多个磁性层，记录在磁性层上的多值信息是基于多个磁性层的磁化状态组合，该记录介质的特征是：

采用波长为 λ_1 再现光束测得的各个克尔转角大小之比率为采用波长为 λ_2 再现光束测得的时互相同，其中各个克尔转角是从磁化状态组合所确定的多个磁化状态读出的。

在上述磁光记录介质中，最好是，调节构成磁光记录介质的各层光程长度，使得采用波长为 λ_1 再现光束测得的各个克尔转角大小之比率为采用波长为 λ_2 再现光束测得的各不相同，其中各个克尔转角是从磁化状态组合所确定的多个磁化状态读出的。

按照本发明的第四个方面，提供一个用于按照本发明第二方面记录和再现方法的磁光记录介质，该记录介质包括衬底上多个磁性层，记录在磁性层上的多值信息或多个二值信息列是基于多个磁性层的磁化状态组合，该记录介质的特征是：

从磁化状态组合所确定的多个磁化状态读出的克尔转角大小随再现光束波长的各不相同；以及

该磁光记录介质有这样的磁光特性，一条代表某一组合磁化状态下测得的克尔转角随再现光束波长变化的曲线与另一条代表至少一种其他组合磁化状态下测得的克尔转角随再现光束波长变化的曲线相交，其交



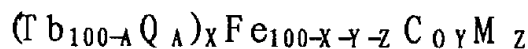
点在再现光束波长 λ_1 至 λ_2 的波长范围内。

在上述磁光记录介质中，最好是，该磁光记录介质在衬底上至少有一个介电层和多个磁性层，调节这一个介电层和多个磁性层的光程长度，使该磁光记录介质具有这样的磁光特性：一条代表某一组合磁化状态下测得的克尔转角随再现光束波长变化的曲线与另一条代表至少一种其他组合磁化状态下测得的克尔转角随再现光束波长变化的曲线相交，其交点在再现光束波长 λ_1 至 λ_2 的波长范围。

按照本发明的磁光记录介质通常可包含第一介电层，第一磁性层（记录层），第二介电层，第二磁性层（记录层），辅助磁性层，第三介电层，金属反射层，和保护层，以上各层相继地重叠在透明衬底上。上述结构最适合于磁场调制记录。然而，本发明不受这种结构的限制。采用各种与记录系统相适应的结构是允许的。

提供的第一个介电层是为了使再现光束发生多次干涉从而增加表观克尔转角，这一层通常是由无机介电材料构成，其折射率大于透明衬底的折射率。适用于第一个介电层的材料包括，如硅，铝，锆，钛，钽的氧化物或氮化物，尤其适用的是 SiN。对于本发明磁光记录介质而言，重要的是，通过控制第一个介电层的光程长度，即第一个介电层的折射率和厚度，使该记录介质具有本发明第三和第四方面中规定的特征。当第一个介电层是由 SiN 构成时，其折射率最好在 1.90 至 2.40 之间。借助干法，如溅射方法制作 SiN 过程中，调整与 SiN_x 构成一致整的溅射保护气体混合比，就能制成具有上述折射率 SiN 构成的第一个介电层。第一个介电层的最佳厚度在 400 至 1,000 埃之间。

本发明磁光记录介质的磁性层可以由竖直方向可磁化的非结晶薄膜构成，此薄膜包括稀土金属—过渡金属系合金。尤其是，当记录是按照磁场调制系统实现时，磁性层最好是由下列通用分子式表示的材料构成：



其中：

15 原子百分数 $\leq X \leq 40$ 原子百分数

5 原子百分数 $\leq Y \leq 20$ 原子百分数

0 原子百分数 $\leq Z \leq 15$ 原子百分数

0 原子百分数 $\leq A \leq 30$ 原子百分数

其中 M 是选自 Nb, Cr, Pt, Ti, 和 Al 构成的一组中至少一个元素, Q 是选自 Gd, Nd, 和 Dy 构成的一组中至少一个元素。

若记录层包含两个磁性层, 第一磁性层和第二磁性层都可以由上述成分的稀土金属-过渡金属系合金构成。第一磁性层的最佳厚度为 20 至 200 埃, 第二磁性层的最佳厚度为 50 至 500 埃。第一和第二磁性层可以取各自居里温度和厚度的各种组合。然而, 第一和第二磁性层的居里温度最好尽可能互相接近, 为的是使每一层上记录的磁区有同样的尺寸。较好的是, 各层居里温度之差在 30°C 以内。各层具有相同居里温度是最好的。也可以将三个或更多的磁性层重叠而形成薄膜。

辅助磁性层加到记录用的磁性层上, 使辅助磁性层在磁性层记录 (即, 磁化方向转换) 时起到控制外界条件的作用。提供的辅助磁性层是为了, 例如, 在记录过程中控制外磁场的区域, 此外磁场产生每一方向 (\uparrow 或 \downarrow) 上的磁化状态, 使得在互不相同的记录条件下产生磁化状态的组合, 这些磁化状态形成在记录用的重叠磁性层中每一层上。辅助磁性层可以是, 例如竖直方向可磁化的稀土金属-过渡金属系结晶薄膜, 或选自贵金属 Pt, Al, Ag, Au, Cu, 和 Rh 一组中至少一个元素和选自过渡金属 Fe, Co, 和 Ni 一组中至少一个元素构成的合金薄膜, 或者由过渡金属 Fe, Co 和 Ni 单一物质构成, 或是这些过渡金属合金薄膜。辅助磁性层的厚度可以在 5 至 1500 埃之间。

金属反射层反射已经穿过各层的再现光束, 并将此再现光束返回到透明衬底, 由于在穿过磁性层的传送过程中法拉第效应的作用, 就能够增大表观克尔转角。金属反射层最好是由以下合金构成, 该合金包含选自 Al, Ag, Au, Cu, 和 Be 一组中至少一个金属元素和选自 Cr, Ti, Ta, Sn, Si, Fe, Nb, Mo, Li, Mg, W, 和 Zr 一组中至少一个金属元素。

第二和第三介电层使穿过各层的再现光束产生多次干涉, 以增大克

尔转角，如同对第一个介电层描述的原理一样。第二和第三介电层可以由构成第一个介电层那组材料构成。此外，各个介电层和金属反射层也起到热控制制层的作用，以获得适当的记录功率灵敏度或适当的记录功率容限，这些介电层和金属反射层还有防止化学侵蚀，保护记录层的作用。第二和第三介电层以及金属反射层都是可以省去的任选层。

此处使用的透明衬底是由透明树脂材料构成的，它包括，如聚碳酸酯，聚甲基丙烯酸甲酯，和环氧树脂，预定格式图样形成在这些树脂材料上。

保护层是最上面的一层，它可以由诸如紫外固化的树脂构成。具有上述结构的磁光记录介质最好是采用干法，如用溅射和气相淀积的方法制成。

包含在本发明磁光记录介质中的第一至第三介电层的每一层，第一和第二磁性层，以及辅助磁性层，要按照表观克尔转角随再现光束波长变化的方式适当地调整各层的厚度，测得的各个表观克尔转角取决于每一磁性层磁化状态的组合所确定的多个磁化状态。具体地说，调整每一层的厚度，使得在两个选定再现光束波长下测得的表观克尔转角大小之比率和/或大小之顺序是不同的，表观克尔转角大小决定于多个组合的磁化状态。

图 1 画出第一个实施例制作的本发明磁光盘的横截面结构的草图，它说明用两个不同波长 λ_1 和 λ_2 再现光束照射磁光盘的情形。

图 2 画出四个磁化状态下表观克尔转角与波长关系的曲线，这四个磁化状态由第一个实施例制得的磁光盘中两个磁性层的磁化状态组合所确定。

图 3 画出四个磁化状态下信号输出相对值的曲线，这四个状态由第一个实施例制得的磁光盘中两个磁性层的磁化状态组合所确定。图 3 (a)画出两个磁性层上记录的磁化状态，图 3 (b)画出采用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束再现时四个状态下的信号输出相对值，图 3 (c)画出采用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束再现时四个状态下的信号输出相对值。

图 4 画出第二个实施例制作的本发明磁光盘横截面结构草图，它说

明用两个不同波长 λ_1 和 λ_2 再现光束照射磁光盘的情形。

图 5 画出四个磁化状态下表观克尔转角与波长关系的曲线，这四个磁化状态由第二个实施例制得的磁光盘中两个磁性层的磁化状态组合所确定。

图 6 画出四个磁化状态下信号输出相对值的曲线，这四个状态由第二个实施例制得的磁光盘中两个磁性层的磁化状态组合所确定。图 6 (a) 画出两个磁性层上记录的磁化状态，图 6 (b) 画出采用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束再现时四个状态下的信号输出相对值，以及图 6 (c) 画出采用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束再现时四个状态下的信号输出相对值。

图 7 画出加在第一个实施例制得的磁光盘上的磁场与采用 $\lambda_1=443\text{nm}$ 测量光束测得的克尔转角之间关系的滞变曲线。

图 8 画出按照第四个实施例中磁场调制系统的记录方法略图。图 8 (a) 表示待记录的二值信号列，图 8 (b) 表示这个列的组合信号，图 8 (c) 表示将图 8 (b) 所示的组合信号合成为输入到磁性线圈的调制信号的过程，图 8 (d) 表示加到磁光盘上的外磁场，图 8 (e) 表示图 8 (d) 所示外磁场下射出的光脉冲列，图 8 (f) 表示由记录形成的磁区排列。

图 9 表示采用 λ_1 的再现光束再现第一层上信息的情形，同时按照第七个实施例所述记录方法采用 λ_2 的记录光束对第一层和第二层作记录。

图 10 表示按照第七个实施例所述记录方法，在第二磁性层上信息重写之前和之后第一磁性层和第二磁性层的磁化状态。图 10 (a) 画出记录下的记录符号的磁区排列，图 10 (b) 表示第二磁性层重写之前第一和第二磁性层上二值信息和磁化状态，图 10 (c) 表示用于重写的记录信号，图 10 (d) 表示磁场调制系统加上的调制磁场，图 10 (e) 表示重写之后第一和第二磁性层上二值信息和磁化状态。

图 11 画出按照第七个实施例中记录方法，采用波长为 λ_1 的再现光束和波长为 λ_2 的记录光束照射的两个位置，

图 12 画出按照第七个实施例中记录方法，采用波长为 λ_1 的再现光束和波长为 λ_2 的记录光束照射的另外两个位置。

图 13 画出四个磁化状态下信号输出相对值的曲线,这四个状态由第三个实施例制得的磁光盘中两个磁性层的磁化状态组合所确定。图 13 (a) 画出两个磁性层上记录的磁化状态,图 13 (b) 画出采用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束再现时四个状态下的信号输出相对值,图 13 (c) 画出采用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束再现时四个状态下的信号输出相对值。

图 14 表示按照第四个实施例所述再现方法,记录在第一和第二磁性层上信息的再现过程。图 14 (a) 画出记录在第一和第二磁性层上的二值信息,图 14 (b) 画出记录的磁区,图 14 (c) 画出记录在第一和第二磁性层上的磁化状态和二值信息,图 14 (d) 画出采用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束再现的信号,图 14 (e) 画出采用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束再现的信号,图 14 (f) 表示用 S1 对图 14 (d) 所示信号限幅得到的二值信号,图 14 (g) 表示用 S2 对图 14 (d) 所示信号限幅得到的二值信号,图 14 (h) 表示用 S3 对图 14 (e) 所示信号限幅得到的二值信号,以及图 14 (i) 表示按照 $(g) - (h) + (f)$ 计算得到的二值信号。

图 15 表示按照第六个实施例所述再现方法,记录在第一和第二磁性层上信息的再现过程。图 15 (a) 画出记录在第一和第二磁性层上的二值信息,图 15 (b) 画出记录的磁区,图 15 (c) 画出记录在第一和第二磁性层上的磁化状态和二值信息,图 15 (d) 画出采用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束再现的信号,图 15 (e) 画出采用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束再现的信号,图 15 (f) 表示用 S1 对图 15 (d) 所示信号限幅得到的二值信号,图 15 (g) 表示将图 15 (f) 所示信号倒置得到的二值信号,图 15 (h) 表示用 S2 对图 15 (e) 所示信号限幅得到的二值信号。

图 16 表示采用单一波长再现光束的四值信号再现过程。图 16 (a) 和图 16 (b) 画出四值记录信号,图 16 (c) 画出记录磁区排列,图 16 (d) 画出再现的信号。

图 17 表示本发明磁光记录介质各个记录层的磁特性及其记录原理。图 17 (a) 画出一个磁性层(第二记录层)上信号强度与外磁场的关系曲线,辅助磁性层加在那一磁性层上,图 17 (b) 画出第一记录层上信号强度与外磁场的关系曲线。

图 18 概要地画出第八个实施例制作的磁光盘横截面结构。

图 19 画出克尔转角随测量波长变化的曲线，一个是稀土金属 - 过渡金属合金薄膜，一个是石榴石薄膜，这两个薄膜用在第八个实施例中制作的磁光盘的磁性层。

以下结合参考附图详细地说明本发明磁光记录介质的各个实施例以及记录和再现方法。

第一个实施例（磁光记录介质的第一个实施例）

在此实施例中，制作含两个磁性层的磁光盘，根据所加磁场的大小与磁场调制系统一致，就可以在磁光盘上作“0”，“1”，“2”，“4”的四值记录和再现。首先，将压模装入注模机内，使聚碳酸酯材料喷注成形，制成聚碳酸酯的透明衬底，衬底包含导槽及在其上面形成的预定格式信号。利用带多个溅射膜形成室的连续溅射设备，在制得的聚碳酸酯衬底上形成重叠的各层薄膜。氩气或氩/氮混合气体用作溅射的保护气体。将该衬底放入第一薄膜形成室内。采用 SiN 作为溅射靶，采用压强为 0.3Pa 的 Ar/N₂ 混合气体作为溅射气体，其中 N₂ 的分压强占 10%，由折射率为 2.1 SiN 构成的第一介电层在衬底上形成厚度为 100nm 薄膜。接着，将衬底移入第二薄膜形成室。采用 TbFeCo 合金作靶，在 0.3Pa 氩气压强下，成分为 Ti₂₂Fe₆₈Co₁₀ 的第一磁性层做成厚度为 15nm 薄膜。接着，将衬底转移到第三薄膜形成室。在与制成第一介电层为 SiN 薄膜的相同溅射条件下，在磁性层上制成厚度为 10nm SiN 构成的第二介电层。接着，在第四薄膜形成室内，在 0.3Pa 的氩气压强下。还是采用 TbFeCo 合金作靶，含成分 Tb₃₁Fe₅₈Co₁₁ 的第二磁性层形成厚度为 35nm 薄膜。将衬底移入第五薄膜形成室。采用 PtCo 合金作溅射靶，采用压强为 0.3Pa 的氩气作为溅射气体，成分为 Pt₉₀Co₁₀ 的辅助磁性层形成厚度为 50nm 薄膜。在第六薄膜形成室内，在与制成第一介电层相同的溅射条件下，在磁性层上形成 SiN 薄膜，得到厚度为 100nm 由 Si 构成的第三介电层。将叠层的聚碳酸酯衬底从溅射设备中取出。紫外固化保护树脂旋转涂敷在衬底的最上层以形成保护膜。

如图 1 所示，这样制成的磁光盘具有含聚碳酸酯衬底 1 的结构，成

分为 SiN 的第一介电层 2，成分为 $Tb_{22}Fe_{68}Co_{10}$ 的第一磁性层 3，成分为 SiN 的第二介电层 4，成分为 $Tb_{31}Fe_{58}Co_{11}$ 的第二磁性层 5，成分为 $Pt_{90}Co_{10}$ 的辅助磁性层 6，成分为 SiN 的第三介电层 7，和紫外固化保护树脂 8 重叠在此衬底上。图 1 大致画出再现时两个不同波长 λ_1 和 λ_2 的激光束分别穿过会聚透镜的光路。

在制得的磁光盘中，第一磁性层含较多过渡金属成分，其居里温度 T_c 为 $230\text{ }^\circ\text{C}$ ，第二磁性层含较多稀土金属成分，其居里温度 T_c 为 $220\text{ }^\circ\text{C}$ 。第二和第三介电层的折射率都是 2.1，与第一介电层的折射率相同。

上述磁光盘与本发明者在公开的日本专利申请 No.8 - 129,784 和以下文献中描述的磁光记录介质结构一致，这些文献是 K.Shimazaki, M.Yoshihiro, O.Ishizaki, S.Ohnuki 和 N.Ohta “磁多值磁光盘”，1994 年国际磁光记录专题讨论会 (Magneto-Optical Recording Int.Symp.1994)，截止日期后技术文摘，No.27-S-01，P.4,1994；光数据存储 (Optical Data Storage)，技术文摘 PP.59-60，1994。以下结合多值记录和再现原理并参照图 17 简要地说明这种类型磁光记录介质的结构。图 17 所示磁光记录介质基本上具有与图 1 所示磁光记录介质相同的结构，这种磁光记录介质至少有两个或多个磁性层 3，5 重叠在衬底 1 上。至少一个磁性层是用这样的磁光记录薄膜形成的，其中记录状态相对于待加的外磁场而言处在两个或多个不同的磁场区。其他一个或多个磁性层则是用这样的磁光记录薄膜形成的，其中至少一个或多个记录状态处在与前述磁性层不同的一个或多个磁场区。

第二记录层包括竖直方向可磁化的非结晶薄膜 5，与此薄膜靠近的是辅助磁性层 6，竖直方向可磁化的非结晶薄膜 5 包含稀土金属-过渡金属系的非结晶合金，其中，在室温至居里温度范围，或在室温至记录或擦除时可达到的最高温度范围，稀土金属的亚晶格磁矩占主要成分。

至于辅助磁性层 6，与其成分有关，各向异性的竖直磁化能量等于或小于形成各向异性的能量。因而，在加上外磁场之前，可以将磁化方向引到面内方向（此方向平行于辅助磁性层 6 薄膜平面）。当如此调整好的辅助磁性层 6 加热到居里温度相近的温度时，将外磁场加到辅助

磁性层 6 上，则磁化方向就从面内方向升起来，产生一个沿外磁场方向的磁矩分量，使相互耦合力作用在竖直方向可磁化的非结晶层 5 中过渡金属的磁矩上，此非结晶层 5 与辅助磁性层 6 重叠接触。所以，由竖直主向可磁化的非结晶层 5 与辅助磁性层 6 重叠构成的第二磁性层，其记录信号强度随外磁场的变化有两个峰值，如图 17 (a) 所示。

第一记录层 3 是用这样的磁光记录薄膜构成，其中至少一个或多个记录状态处在与第二记录层 (5 , 6) 不同的一个或多个磁场区。所以，第一记录层可以只用一个磁性薄膜构成，其中，一个记录状态处在不同于第二记录层 (5 , 6) 的磁场区，如图 17 (b) 所示。或者，所用的第一记录层可以是与第二记录层 (5 , 6) 相同类型的竖直方向可磁化的非结晶薄膜与辅助磁性薄膜构成，第一记录层中两个记录状态处在与第二记录层 (5 , 6) 不同的磁场区。

采用具有上述记录磁场特性的磁光记录介质，记录时按照第四个实施例中描述的记录方法，则形成的图 3 (a) 和图 6 (a) 所示磁化状态可以与所加的外磁场一致。

在这个实施例中制得的磁光盘可适用于以下要描述的再现方法，其中多值信息可以采用不同波长 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 和 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 的两个光束再现。按照说明本发明第一方面的记录和再现方法一节中解释的再现原理，用波长为 λ_1 的再现光束，再现信号分成状态 “ 0 ” 或 “ 1 ” 与状态 “ 2 ” 或 “ 3 ” 的二值 (二元值) ，用波长为 λ_2 的再现光束，得到状态 “ 0 ” 或 “ 3 ” 与 “ 1 ” 与 “ 2 ” 的两个二值信号列。之后，这两个二值信号经过逻辑运算，可以在高信噪比下再现所记录的四值信息。

图 7 画出克尔滞变曲线，它说明克尔转角随加在磁光盘记录薄膜上外磁场强度的变化关系。在图 7 中，用于测量的光束波长为 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 。当外磁场为零时，各个状态 “ 0 ” ， “ 1 ” ， “ 2 ” ， “ 3 ” 的克尔转角表示剩余的表观克尔转角。在再现时得到对应于各个剩余克尔转角的信号。图 2 中的曲线代表每一磁化状态中克尔转角的大小与再现光束波长的关系，这种关系可用来说明再现方法的原理，图 2 曲线是利用各种波长再现光束得到图 7 所示克尔滞变曲线，并根据从中得到的数据画出

的。

第二个实施例（磁光记录介质的第二个实施例）

在此实施例中，除了第一介电层厚度为 60nm 的 SiN，第一磁性层厚度为 7nm 的 $Tb_{22}Fe_{68}Co$ ，第二介电质厚度为 7nm 的 SiN，和第二磁性层厚度为 40nm 的 $Tb_{31}Fe_{58}Co_{11}$ ，以调整多次干涉以外，其余采用与第一个实施例所述的同样方法制作磁光盘，在制作 SiN 层的溅射过程中，使 Ar/N_2 混合气体中 N_2 的分压强占 5%，就把 SiN 的折射率控制在 2.25。图 4 画出所制得的磁光盘横截面结构。

此实施例制得的磁光盘适用于以下描述的再现方法（第五个实施例），利用两个不同波长的光束，可以独立地从每个磁性层上再现信息。按照说明本发明第二方面的记录和再现方法一节中解释的再现原理，分别利用 $\lambda_1 = 443nm$ 的再现光束独立地再现第一磁性层的二值磁化状态和利用 $\lambda_2 = 780nm$ 的再现光束独立地再现第二磁性层的二值磁化状态，这样做是可能的。

第三个实施例（磁光记录介质的第三个实施例）

除了第一和第二磁性层都含有较多稀土金属成分以外，按照与第二个实施例所述制作磁光盘相同的方法制成磁光盘，第二个实施例中只有 $Tb_{31}Fe_{58}Co$ 构成的磁性层含较多的稀土金属成分。通过加上四个强度值的磁场，四值样本信号就记录在这个磁光盘上。图 13 (b) 和图 13 (c) 分别表示用 $\lambda_1 = 443nm$ 和 $\lambda_2 = 780nm$ 再现时，再现输出相对值、外磁场强度与记录的磁化状态三者之间的关系。在采用 $\lambda_2 = 780nm$ 再现光束再现的情况中，信号幅度按照状态“3”，“1”，“2”，“0”的顺序减小。然而，在采用 $\lambda_1 = 443nm$ 再现光束再现的情况中，信号幅度按照状态“3”，“2”，“1”，“0”的顺序减小。状态之间再现信号幅度顺序的这种差别就可以实现第六个和第七个实施例所述的记录和再现方法。

第四个实施例（磁光记录介质上记录的第一方法）

在此实施例中，用调制成时钟周期脉冲形式的记录激光束照射磁光盘的同时，加上与记录信号一致的四值调制外磁场，则按照磁场调制的

四值信号就记录在第一个实施例中制得的磁光盘上。首先，将图 1 所示的磁光盘安装到记录介质驱动单元，如转台上。光度头放在衬底 1 的一侧，磁头放在保护膜 7 的一侧。启动记录介质驱动单元。磁光盘以相对于光度头和磁头的线性速度 7.54m/s 旋转，光度头和磁头都定位在记录的预定磁道。之后，记录下图 8 (a) 所示的记录信号。从半导体激光器射出的 $\lambda = 780\text{nm}$ 光束用作记录激光束，将记录功率调节到 9.5mW 实现记录。图 8 (a) 中上一行和下一行的 2 比特信号分别表示要记录在磁光盘中第一和第二磁性层上的信号。利用画在图 8 (a) 中上一行和下一行的信号组合记录下四值信息。两行上每一个信息段依次地组合，给出图 8 (b) 所示的一个信号列。这一信号列受到按图 8 (c) 所示时间图的处理，得到图 8 (c) 中最下面一行所示的信号列。得到的信号被送入到与记录时钟同步的磁头。因此，图 8 (d) 所示的四值磁场 H_0 至 H_3 从磁头加到磁光盘。在外磁场转换成预定值之后，图 8 (e) 所示的光脉冲从光度头射出，使每一磁性层上光脉冲照射部分被加热到外磁场能使磁化方向倒转的温度，由于上述操作的结果，基于第一和第二磁性层磁化状态组合的四个磁化状态按照外磁场的大小记录在每一光脉冲照射部分。四个磁化状态用添加在圆形符号内的花纹加以区别。基于四个磁化状态的记录也可以按照上述相同的操作在第二和第三个实施例制得的磁光记录介质上实现。

可以利用上述公开的日本专利申请 No.8 - 129, 784 描述的系统和信号调制电路，实现磁场强度的信号调制，就是说，在该信号调制电路中，记录信号分开成偶数位和奇数位，接着作波形处理，如时间调整和脉冲长度调整。之后，用不同增益的两个放大器分别对偶数位和奇数位进行放大，将得到的结果相加。其后，利用磁头驱动电路对相加的信号作电压 - 电流转换。如此就从磁头将外磁场加上。或者，可以采用另一种信号调制电路，就是说，记录信号分开成偶数位和奇数位，接着作波形处理，如时间调整和脉冲长度调整。之后，用相同增益的两个放大器分别对偶数位和奇数位进行放大。其后，利用不同的磁头驱动电路对每一个放大的信号作电压 - 电流转换。如此就从含多个线圈的磁头将外磁

场加上。当然，可以利用别的磁场产生单元如电磁线圈替代磁头。还可以用，各含一个线圈的两个磁头紧密排列，使外磁场是从每一磁头加上的，

在按照上述磁场强度调制系统的信号记录中，激光束可以是恒定强度射出，或周期性地射出，即激光束具有脉冲形式。

第五个实施例（磁光记录介质上再现的第一方法）

以下，说明第四个实施例中四值记录磁光盘的再现方法。图 16 概要地表示记录在含两个磁性层的磁光记录介质上的信号，这种记录介质是由本申请者在公开的日本专利申请 No.8 - 129, 784 以及以下文献中披露的，这些文献是 K.Shim azaki, M.Y oshihiro, O.Ishizaki, S.O hnnki 和 N.O hta, “磁多值磁光盘”，1994 年国际磁光记录介质专题讨论会，截止日期后技术文摘 No.27-S-01,P.4,1994；光学数据存储（Optical Data Storage），技术文摘，PP.59 - 60，1994，及其再现系统。在此系统中，图 16（a）和 16（b）所示四值记录信号列按照上述记录方法记录下来，形成图 16（c）所示四种花纹区别的记录磁区。在此方法中，选择记录介质重叠结构与激光束波长的一种组合，使得对应于四个磁化状态相邻两状态间的克尔转角大小之差相等，当信息从记录介质上再现时，测量对应于两个磁性层中磁化状态组合的表观克尔转角。测得的信号用 S_1 至 S_3 的三个幅值加以限幅，得到三个二值信号。四值记录的信号从得到的三个二值信号中再现。在此方法中，再现信号的最大幅度均匀地分成三份，按各个信号幅度分配区域。因而，信噪比是低的。在本发明中，采用本发明的磁光记录介质以及使用不同波长的激光束进行再现，提高了上述方法下得到的信噪比。

现用图 14 阐明一个实例，其中再现第一个实施例制得的本发明磁光盘上记录的四值信息。图 14（a）中所述由两列信号组成的二值信息按照第四个实施例所述记录方法记录下来，图 14（a）中第一行的信息记录在第二磁性层上。图 14（a）中第二行的信息记录在第一磁性层上。接受记录的各个磁性层的磁化状态表示在图 14（c）中，对应于这些磁化状态的记录符号表示在图 14（b）中。使用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 和 $\lambda_2 = 780\text{nm}$

不同波长的两激光束再现记录这一信息的磁光盘。He - Cd 激光器用作波长 λ_1 的激光源，半导体激光器用作波长 λ_2 的激光源。这种记录介质在 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束波长下的信号输出特性相当于图 3 (b) 所示每个磁化状态。另一方面，在 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束波长下的信号输出特性相当于图 3 (c) 所示每个磁化状态。图 2 画出表观克尔转角 (信号输出相对值) 在波长 443nm 至 900nm 左右范围内与再现光束波长的关系曲线。使用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束从这种记录介质得到的再现信号表示在图 14 (d) 中。假定来自磁化状态 ($\uparrow\downarrow$) 的再现信号输出幅度为 0，并假定来自磁化状态 ($\downarrow\uparrow$) 的再现信号输出幅度为 6。来自磁化状态 ($\uparrow\uparrow$) 和 ($\downarrow\downarrow$) 的再现输出的幅度大致为 3，这一数值把幅度 6 与 0 之间间隔大体上分成两个。幅度 6 与 3 之间间隔对应于图 2 中表观克尔转角之差值 A，再现输出幅度 0 与 3 之间间隔对应于图 2 中表观克尔转角之差值 B。就是说，可以确认，使用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束，有相对大的信号幅度差值可用以区分这三个磁化状态，在 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束下的输出表示在图 14 (e) 中。关于从四个磁化状态测得的幅度，假定状态 ($\uparrow\downarrow$) 的幅度为 4，状态 ($\uparrow\uparrow$) 的幅度为 0。从状态 ($\downarrow\downarrow$) 的再现信号输出幅度极其接近状态 ($\downarrow\uparrow$) 的幅度。从状态 ($\uparrow\uparrow$) 的再现信号输出幅度极其接近从状态 ($\uparrow\downarrow$) 再现的幅度 0。再现输出幅度 0 与 4 之差对应于图 2 中所示表观克尔转角之差值 C。所以，可以确认，使用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束，有大的信号幅度差值可用以区别这两个磁化状态。

其次，利用图 14 (d) 所示的限幅值 S_1 和 S_2 ，对 $\lambda_2=780\text{nm}$ 再现光束得到的再现信号加以限幅。于是，得到图 14 (f) 和 14 (g) 所示两个二值信号列 (分别用 (1) 和 (2) 标明)，利用图 14 (e) 所示的限幅值 S_3 ，对 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束得到的再现信号加以限幅。于是，得到图 14 (h) 所示的一个二值信号列 (用 (3) 标明)。

对信号列作逻辑运算 (2) - (3) + (1)，得到二值信号列，将它倒置得到如图 14 (i) 的信号列。因此，可以再现第一行上记录的信号列。利用图 14 (h) 所示的信号列可以再现第二行上记录的信号列，即信号列 (3) 本身。所以，第一行和第二行记录的信号可以分开，由

两列二值信号组成的四值信号也可以在更高的信噪比下再现。

在上述实施例中，用波长不同的两再现光束照射磁光盘上磁道的同一位置。然而，可以这样照射，两激光束给出不同的光会聚位置。可以通过调整再现电路来处理这种情况，使两个激光光斑距离不同造成的时间差得到补偿。

第六个实施例（磁光记录介质上再现的第二方法）

在此实施例中，将说明与第五个实施例中所述再现方法不同的再现方法。第二个实施例制得的磁光盘用作记录介质。如图 5 所示，第二个实施例制得的磁光盘具有以下磁光特性。就是说，一条代表从一人组合磁化状态（由两个磁性层确定）测得的表观克尔转角与波长关系曲线与另一条代表从另一个组合磁化状态测得的表观克尔转角与波长关系曲线相交，其交点在两个再现光束波长 λ_1 与 λ_2 范围内。首先，如图 15（a）上下两行所示的两列二值信息，按照与第一个实施例记录方法相同的方法记录下来。记录的区域表示在图 15（b）中。每一区域按照两个磁性层之间组合磁化状态的差别用带花纹的圆形符号加以区分。图 15（c）画出记录在每一磁性层上的二值信号和磁化状态。记录在上述两个磁性层上的二值信号利用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 和 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 不同波长的两个激光束再现。图 15（d）画出用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束得到的信号波形。图 15（e）画出用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束得到的信号波形。

相对于每个磁化状态组合的再现输出幅度，因使用两个再现光束波长 λ_1 和 λ_2 而大不相同，其理由如下。就是说，如图 5 所示，从表观克尔转角随再现光束波长而变化的那些曲线可以看出，由第一和第二磁性层磁化状态组合所确定的四个状态“ $\downarrow\uparrow$ ”，“ $\uparrow\uparrow$ ”，“ $\downarrow\downarrow$ ”，“ $\uparrow\downarrow$ ”，在波长为 780nm 和 443nm 下，其克尔转角的大小和大小顺序有很大不同。图 15（f）所示二值信号（1）是采用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现光束再现并用幅度 S1 对再现信号限幅得到的，其中最大信号强度被一分为二。另外，图 15（g）所示二值信号（1）是将得到的二值信号波形倒置而得到的。可以看出，图 15（g）所示二值信号（1）与记录在第二磁性层上的二值信号相同。另一方面，图 15（h）所示二值信号（2）是采用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$

再现光束再现并用幅度 S_2 对再现信号限幅得到的，其中最大信号强度被一分为二。可以看出，图 15 (h) 所示二值信号与记录在第一磁性层上的二值信号相同。所以，可以明白，采用波长 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 对磁光盘再现，能够再现记录在第一磁性层上的二值信息，采用波长 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 对磁光盘再现，能够再现记录在第二磁性层上的二值信息。这个再现过程根据以下原理。就是说，按照本发明第二个实施例中对记录和再现方法原理所作说明，用 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现信号输出的中间值对再现信号限幅，可以把“ $\downarrow\uparrow$ ”和“ $\downarrow\downarrow$ ”两个状态与“ $\uparrow\uparrow$ ”和“ $\uparrow\downarrow$ ”两个状态区分开来，利用两组磁化状态的二值表示，得到与第一磁性层磁化状态二值表示信号相同的信号。此外，用 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 再现信号输出的中间值对再现信号限幅，可以把“ $\downarrow\uparrow$ ”和“ $\uparrow\uparrow$ ”两个状态与“ $\downarrow\downarrow$ ”和“ $\uparrow\downarrow$ ”两个状态区分开来，利用两组磁化状态之间差的二值表示，得到与第二磁性层磁化状态二值信号倒置相同的信号。因而，记录在多个磁性层上各个信息段可以利用此实施例所述再现方法独立地再现。此外，从两个二值输入信号列得到的四值信号也可以利用第五个实施例所述同样方法在高信噪比下再现。

第七个实施例（磁光记录介质上记录的第二方法）

在此实施例中，采用与第四个实施例磁光记录介质上记录方法不同的记录方法，现举例给以说明。在这个记录方法中，第一和第二磁性层中任一层上真正重新写入信息。将激光束会聚到包含在磁光记录介质内的薄膜状重叠的磁性层上，使其温度升高来完成记录，但在这种记录系统中，有选择地只把一层的温度升高到能够记录的温度是极其困难的。为此目的，例如，需要有一种技巧相对地增大两层之间的距离，以偏移激光束光斑的焦点位置，然而，由于达到温度条件是困难的，这种技巧很难实现。因此，本发明提出了以下方法。就是说，事先把不要重新写入信息的磁性层（例如，第一磁性层）上信息再现和贮存起来。在重写

信息时，利用单一激光束将第一和第二磁性层都加热到记录温度（居里温度），使读出信息再记录到第一磁性层上，新的信息记录在要重写的第二磁性层上。按照这个方法，第一磁性层上的信息显然保持原样，只有第二磁性层上重新写入新的信息。因此，只有一个磁性层是真正重写。

下面，参照图 9 和图 10 说明一个特定的方法。第二个实施例制得的磁光盘用作记录介质。因此，当磁光盘按照上述第六个实施例说明的再现方法操作时，则采用波长 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 再现光束可以再现第一磁性层上的信息，记录介质上采用波长 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 的再现光束，可以再现第二磁性层上的信息。图 9 所示的两个激光光源是在信息记录时使用的，将两个激光束会聚，使它们沿着记录磁道方向在前后位置上互相偏离。即，为了在磁光盘上扫描， $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 的激光束允许超前 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 的激

光束。 $\lambda_1 = 443\text{nm}$ 的激光束用作再现时的光源， $\lambda_2 = 780\text{nm}$ 的激光束用作记录时的光源。假定图 10 (b) 所示磁化状态列首先记录在磁光盘的两个磁性层上。相应于磁化状态列的磁区表示在图 10 (a) 中，有上述磁区的磁光盘被 λ_1 激光束照射，通过测量来自磁光盘的反射光束再现二值信号 (2) (图 10 (c) 中第二行)。再现的二值信号暂时贮存在外存储器中。利用 λ_1 再现光束得到的再现信号对应于第一磁性层上的信息。下一步，将再现信号 (2) 与第二磁性层上要重写的二值信号 (1) (图 10 (c) 中最上面一行) 组合得到信号 (3) (图 10 (c) 中第三行)，形成待加上的外磁场调制波形 (图 10 (d))。利用 λ_1 再现光束完成再现信息的位置被 λ_2 的光斑围住，第一和第二磁性层都被加热到能够记录的温度。加上与上述组合记录信号一致的外磁场，完成两个磁性层上的记录。图 10 (e) 画出各个记录磁性层上磁化状态和记录在上面的二值信号。按照上述记录方法，第一磁性层上信息再次记录成原有的信息，新的信息只记录在第二磁性层上。调整 λ_1 的再现光斑与 λ_2 的再现光斑之间间距到某一长度，使它更适宜于再现信息的暂存电路和磁场调制电路的运行。至于两个照射光束的光斑位置，这两个光斑可以在图 11 所示同一磁道的前后位置。或者，这两个光斑位于图 12 所示相邻的记录磁道上，使波长 λ_2 的记录光束光斑在环行磁道期间，采用波长 λ_1 得到的再现信息暂时贮存在存储器中。

在上述记录方法中，只有第二磁性层上的信息被重写。然而，只有第一磁性层上的信息被重写时，利用波长 λ_2 的激光束和波长 λ_1 的激光束分别为再现光束和记录光束作扫描，使波长 λ_2 的激光光斑领先于波长 λ_1 的激光光斑，就能够在第一磁性层上实现信息的重写。

在上述第六个和第七个实施例中，利用第二个实施例制得的磁光盘完成记录和再现。然而，也允许利用第三个实施例制得的磁光盘。当利用第一个实施例制得的磁光盘时，采用只有一个波长的再现光束就不可能再现一个磁性层上的信息。所以，两个磁性层上的信息用波长 λ_1 和 λ_2 的两个再现光束再现一次，只是一个磁性层上的信息被存储，将这一信息与在另一个磁性层上待记录的信息结合，随后用记录光束记录，因此，实施这样一个真正的记录方法是可能的，其中只是一个磁性层接受重写。

第八个实施例（磁光记录介质的第四个实施例）

在上述各个实施例中，含有相同成分（TeFeCo）的稀土金属-过渡金属合金被用于第一和第二磁性层。与此相反，此实施例举例说明，第一磁性层和第二磁性层采用不同材料制成磁光记录介质。本发明的磁

光记录介质与公开的日本专利申请 No.8-129,784 以及下列文献中描述的磁光记录介质结构一致，这些文献是 K.Shimazaki, M.Yoshihiro, O.Ishizaki, S.Ohnuki, 和 N.Ohta, “磁多值磁光盘”，1994 年国际磁光记录专题讨论会，截止日期后技术文摘，No.27-S-01, P.4, 1994；光学数据存储，技术文摘 PP.59-60, 1994，这种结构是由本发明者建议的。这种磁光记录介质至少包括两个或多个重叠磁性层。在这些磁性层中，至少一个磁性层是由这样一种磁光记录薄膜构成的，其中记录状态存在于与所加外磁场不同的两个或多个磁场区，其余的磁性层是由那样一种磁光记录介质薄膜构成的，其中至少一个或多个记录状态存在于与上述磁性层不同的磁场区。如在公开的日本专利申请 No.8-129,784 以及下列文献中描述的，这些文献是 K.Shimazaki, M.Yoshihiro, O.Ishizaki, S.Ohnuki, 和 N.Ohta, “磁多值磁光盘”，1994 年国际磁光记录专题讨论会，截止日期后技术文摘，No.27-S-01, P.4, 1994；光学数据存储，技术文摘 PP.59-60, 1994；适用于这种记录介质的磁性层材料包括，例如，磁性氧化物，如石榴石和铁氧体，由贵金属如 Pt 和 Pd，过渡金属如 Fe 和 Co 和/或稀土金属如 Tb 和 Gd 组成的交替重叠材料，霍斯勒（Heusler）合金如 PtMnSb，以及具有强磁光效应和可形成薄膜的其他材料，如 MnBi。现在说明上述结构记录介质的一个具体例子。

当只用稀土金属-过渡金属合金多层薄膜制成的多层记录介质，采用波长不同的多个激光束再现时，各个记录层上的多个信息段可以区分，则在各种再现光束波长下各个记录磁化状态之间克尔转角的相互差别只是由光的多次干涉条件造成的，理由如下。就是说，由于相同类型的材料用于各记录层，该材料本身不会对各个再现光束波长下的克尔转角变化倾向有大的改变。因此，为了增大再现光束波长下各个磁化状态之间克尔转角的差别以及提高再现信号的信噪比，含不同记录材料的叠层用于本发明的多层记录。

图 18 举出一个例子，其中石榴石薄膜用作第一磁性层（记录层）的记录材料，稀土金属-过渡金属合金用作第二磁性层（记录层）的记录材料。图 19 画出各种记录材料制成薄膜的克尔转角随测量波长变化曲

线。至于稀土金属-过渡金属合金,如 $TbFeCo$, 克尔转角随测量波长变短而逐渐减小,如图 19 所示。另一方面,在石榴石实例中,与稀土金属-过渡金属合金比较,通常,克尔转角随波长的变化而显著改变。如图 19 所示,石榴石在波长约 600nm 至 800nm 范围内给出极小的克尔转角。然而,在波长约 400nm 至 450nm 范围内,克尔转角急剧增大,其最大值不小于 2 度。就是说,当具有图 18 所示叠层结构的记录介质接受再现时,利用波长在约 600nm 至 800nm 范围和约 400nm 至 450nm 范围的两个激光束,则石榴石薄膜在波长约 600nm 至 800nm 范围内对克尔转角无贡献,它只是起影响多次干涉作用的薄膜。只有稀土金属-过渡金属合金引起的克尔转角对再现信号的贡献占主导地位。另一方面,在波长约 400nm 至 450nm 范围的情况下,石榴石薄膜引起的极大克尔转角对再现信号的贡献是主要的。由光学多次干涉引起的各个磁化状态之间克尔转角的差值再迭加到石榴石薄膜产生的效果上。采用波长不同的多个激光束,上述叠层结构就可能改进多层记录介质上的再现效能。

如上所述,按照此实施例磁光记录介质的特征是,多个磁性层直接地或间接地重叠。这些磁性层有这样的性质,各个磁性层之间相对于记录磁场的记录特性是各不相同的,与此同时,各个磁性层之间相对于测量波长的磁光效应,如椭圆率和克尔转角,尤其是其增长点,是各不相同的,采用波长不同的多个激光束来完成记录介质上的再现,可以获得高信噪比下的多层记录。

以下说明具有上述特征记录介质的一个具体实例。首先,利用溅射方法将厚度为 80nm 的 SiN 底部基础层,叠层在玻璃衬底上,该衬底带有预制凹痕和导向槽用于激光束光斑的跟踪。在此层上淀积石榴石薄膜作为第一磁性层。此处所用材料是利用热解方法将原子百分数为 1 的 Rb 加到石榴石薄膜 $Bi_1 Dy_2 Fe_4 Al_0_{12}$ 中制成。在此方法中,各种成分的硝酸盐,即 $Bi(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$, $Dy(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$, $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 和 $Al(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$, 以预定的浓度溶解在水中,用旋转涂敷,接着通过加热使其干燥和形成结晶。此薄膜的厚度为 120nm。 $TbFeCo/PtCo$ 双层薄膜作为第二磁性层,经厚度为 20nm 的 SiN 层叠在上面。成分比为

$Tb_{32}Fe_{56.5}Co_{11.5}$ 的薄膜形成厚度为 45nm 的叠层, 在此层上成分比为 $Pt_{94}Co_6$ 的合金薄膜形成厚度为 45nm 的叠层。借助溅射方法, 重叠在上面的 SiN 层构成厚度为 100nm 的保护层。在其上面旋转涂敷紫外固化树脂, 通过紫外线照射使该树脂固化。

最好是, 磁化层所用的物质能在每一再现激光束的波长下都有强的磁光效应。此实施例是利用石榴石薄膜和稀土金属-过渡金属合金作为磁性层加以说明的。石榴石薄膜也可以用溅射方法制成。例如, 那些可利用的材料包括这一种材料, 利用溅射方法在制成的稀土金属-铁-石榴石中以 Bi 取代稀土元素而得到, 如 $Y_{275}Bi_{0.25}Fe_5O_{12}$ 。此外, 以基底材料, 如 $(Y, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy)FeO_3$ 和 $(Co, Ni, Fe, Mn)Fe_2O_4$, 构成的铁氧体薄膜也是一种具有磁光效应随波长增大特性的材料, 因此, 这一种材料很适用于本发明。至于稀土元素-过渡金属合金, 含轻稀土元素, 如 Nd 的合金系, 在短波长区的克尔转角变大。含重稀土元素金属-过渡金属的合金系在短波长区一般会使克尔转角减小。因而, 将含轻稀土元素的稀土金属-过渡金属合金与含重稀土元素的稀土金属-过渡金属合金结合, 构成一组记录介质的磁性层。当利用具有预定波长的多个激光束在这一记录介质上再现时, 则可以获得高信噪比下的多层记录。或者, 采厚度为几埃交替重叠的 Pt 和 Co 制成薄, 在短波长区克尔转角也能变大, 这种薄膜也适用于上述的多层记录。磁性层的重叠顺序和数量可以任意确定。

任何介电质保护薄膜材料可用于每一个 SiN 层。然而, 特别适用的材料包括, 如 Si, Ti, Al, Ta, Zr, Nb, W 的氮化物, 氧化物, 氟化物, 和碳化物。这些保护层的折射率和厚度是鉴于多次干涉和保护性能而选取的。如有必要, 可省去这些保护层, 如有必要, 也可以省去紫外固化树脂层。

磁光记录介质中第一和第二磁性层采用各不相同的材料作为上述的磁性层, 这种记录介质可用于按照第四个至第一个实施例的记录和再现方法。于是, 有可能得到更高信噪比的再现信号。

或者, 第一和第二磁性层都可以由石榴石薄膜构成, 每一石榴石磁

性层的成分可以调整，能得到图 2 或图 5 所示的再现信号 - 波长特性曲线。在这一安排中，除了多次干涉效应以外，还可能增大在每一磁化状态中克尔转角之差随波长的变化。因而，得到了更高信噪比的再现信号。

在以上各个实施例中，本发明磁光记录介质是按照磁场调制系统接受记录，本发明是以这种情况为例加以说明的。然而，本发明磁光记录介质上的记录方法不局限于磁场调制系统，该方法也适用于光调制系统，其中信号调制是利用记录光束的脉冲频率或记录光束的功率来完成的。本发明的方法适用于带多个磁性层的全光记录介质，其中从多值状态输出的再现信号是不同的，与采用图 2 和图 5 所示不同波长再现光束的结果一致。

本发明磁光记录介质能增大多值状态的再现信号强度比，此多值状态是由多个磁性层上磁化方向的组合所确定。因此，再现高信噪比的多值信息是可能的。本发明磁光记录介质也能对每一个磁性层使用不同的波长，再现记录在每一个磁性层上的信息。所以，该记录介质是极其有效的，例如处理相关的信息。

本发明磁光记录介质上的记录和再现方法能利用波长不同的再现光束再现按照本发明的磁光记录介质，与普通再现方法比较，本发明方法能再现高信噪比的信息。按照本发明磁光记录介质上的记录和再现方法，利用本发明磁光记录介质能够独立地再现每一个磁性层上的信息。按照本发明磁光记录介质上的记录和再现方法，能够对多个磁性层中仅仅一个磁性层上重写信息。所以，当使用本发明的磁光记录介质时，适当地选择记录和再现波长，就能独立地记录和再现每一个磁性层上的信息。因此，本发明能够增大磁光记录介质上的记录密度。

说明书附图

图 1

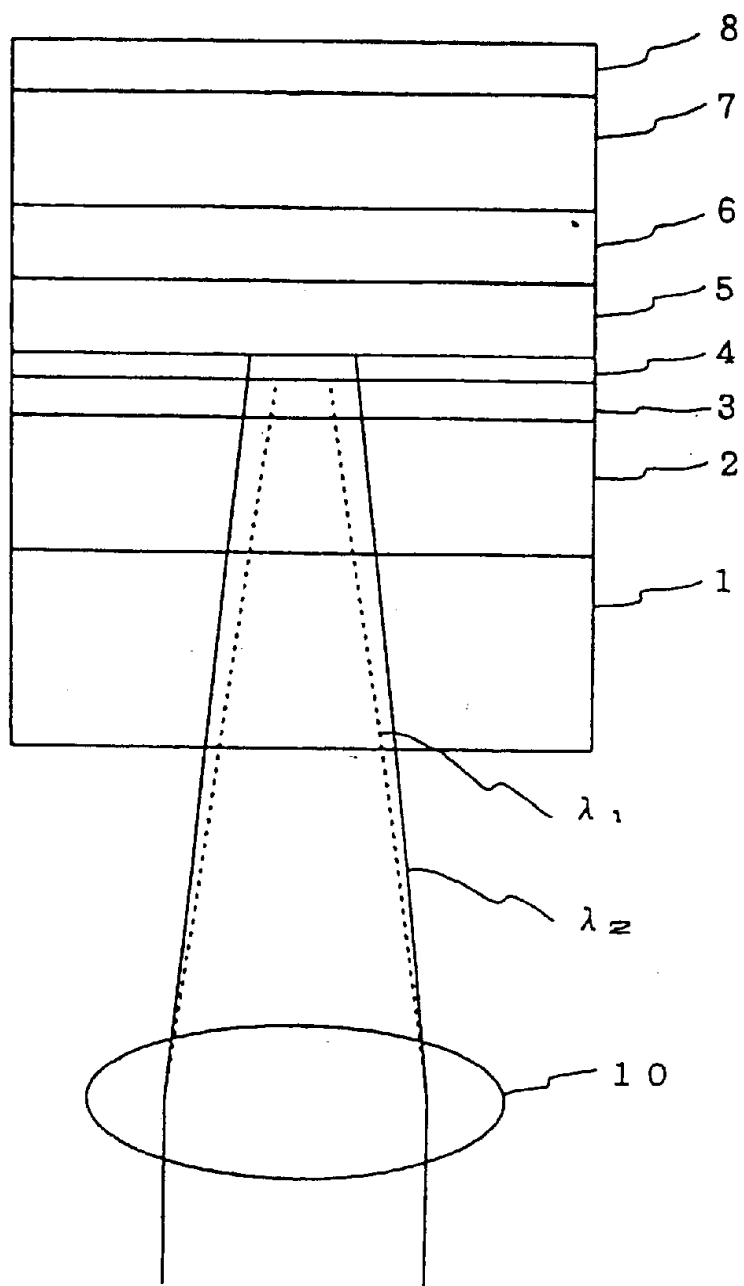


图 2

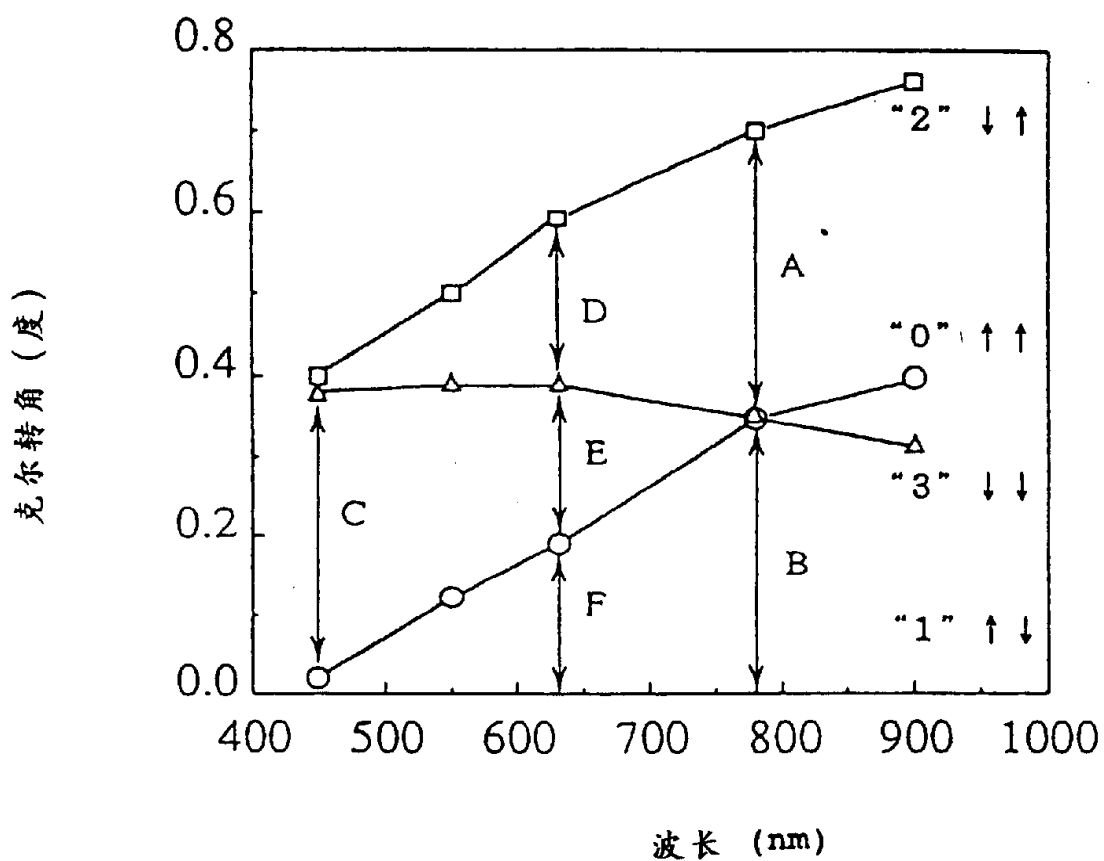


图 3

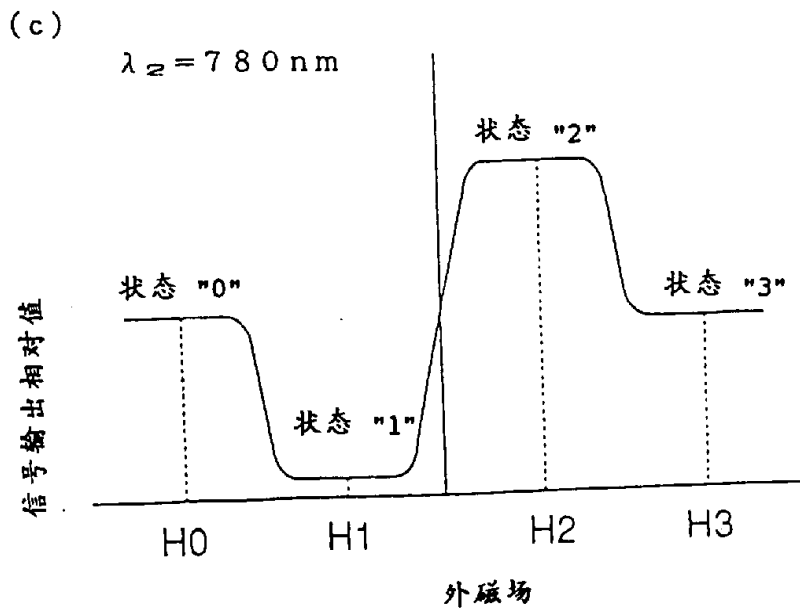
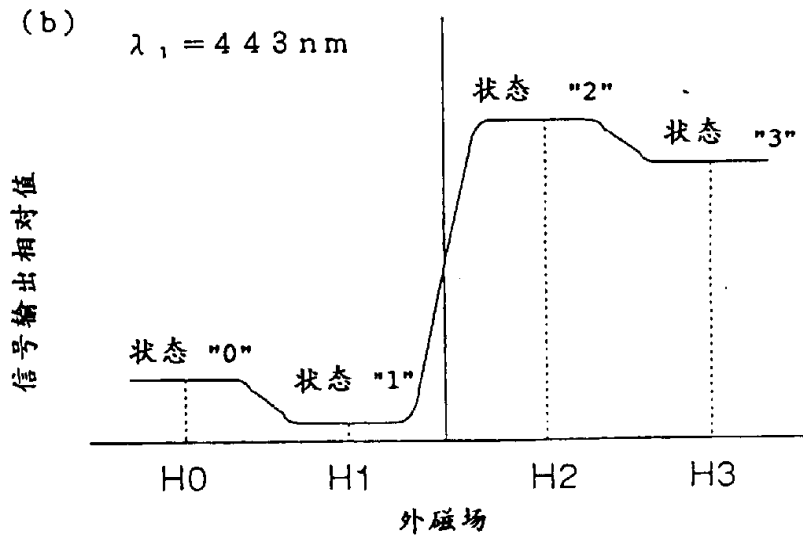
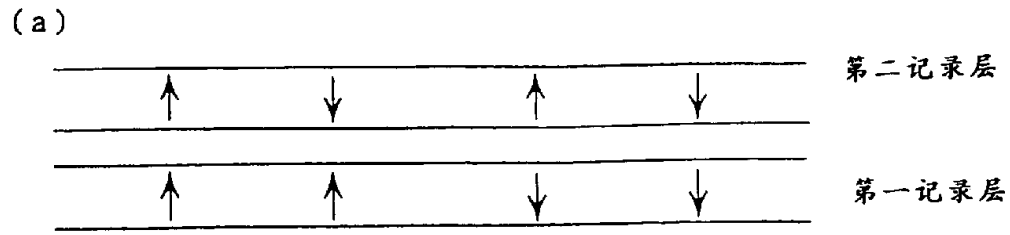


图 4

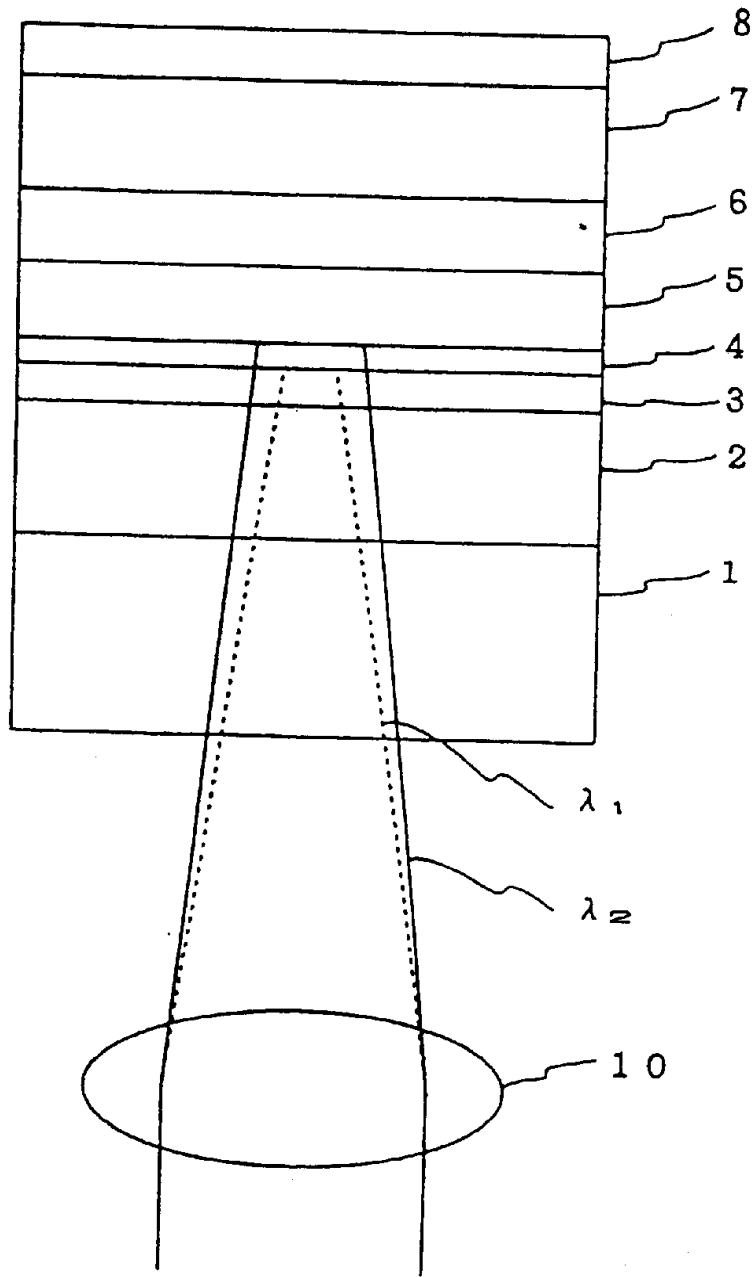


图 5

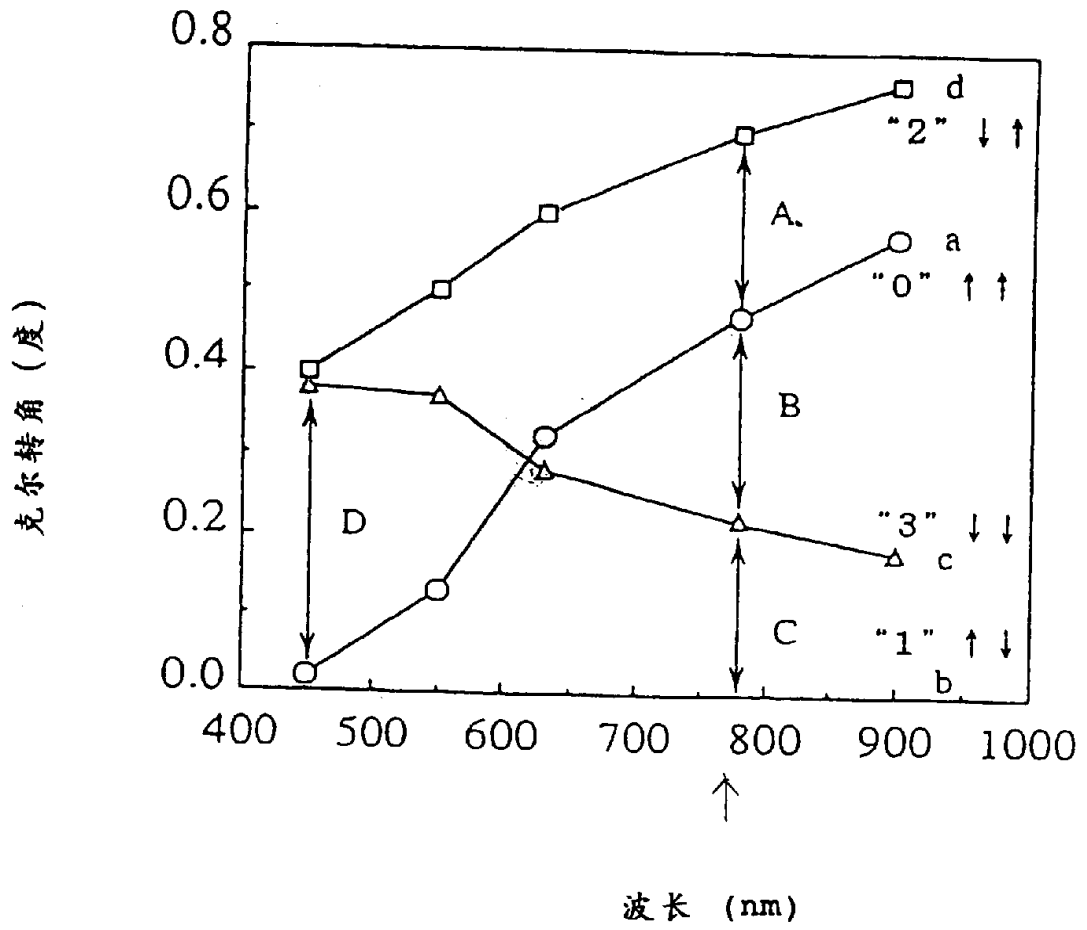


图 6

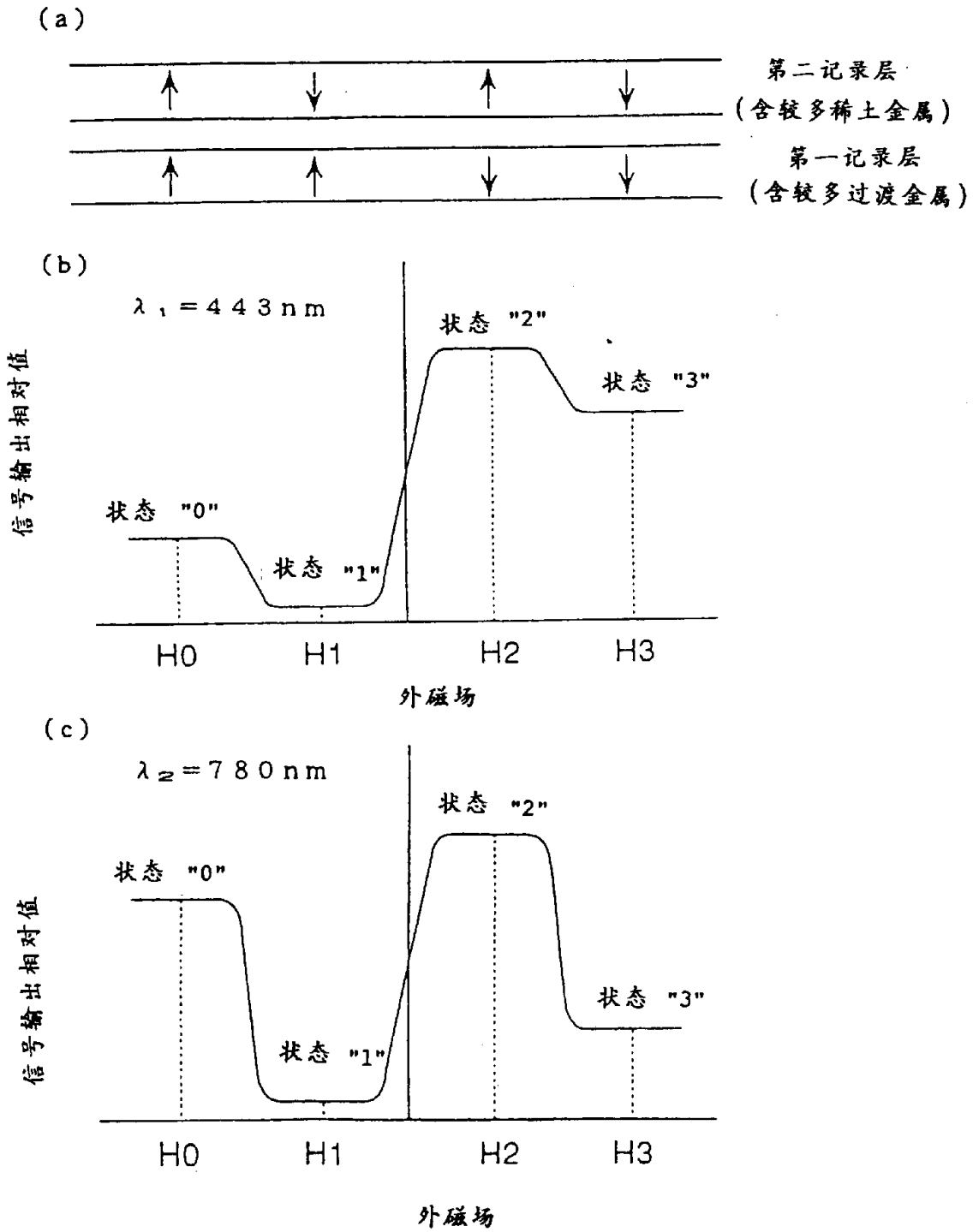


图 7

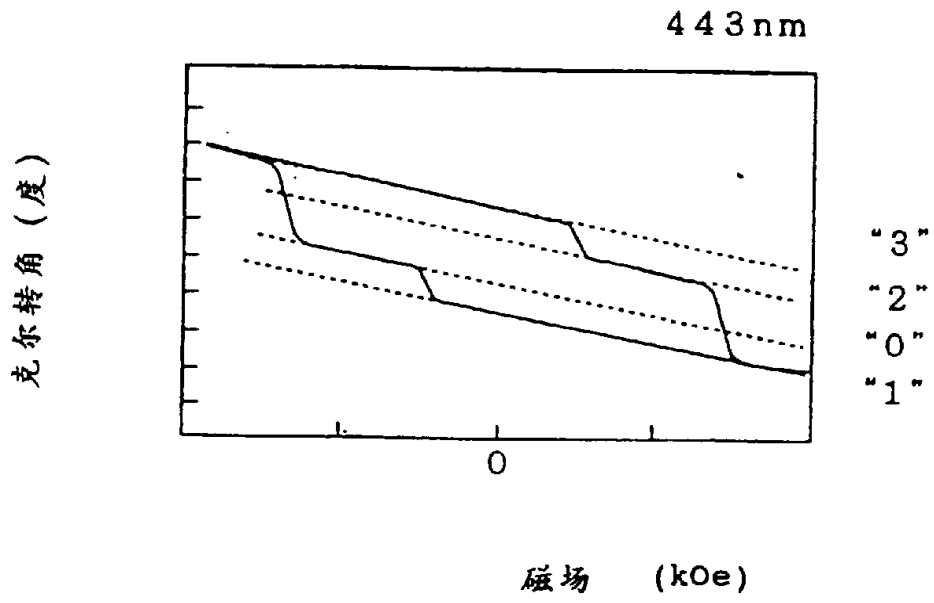


图 8

(a) 1 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 0

1 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0

(b) 1 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0

(c) 时序图

① 时钟

② 数据

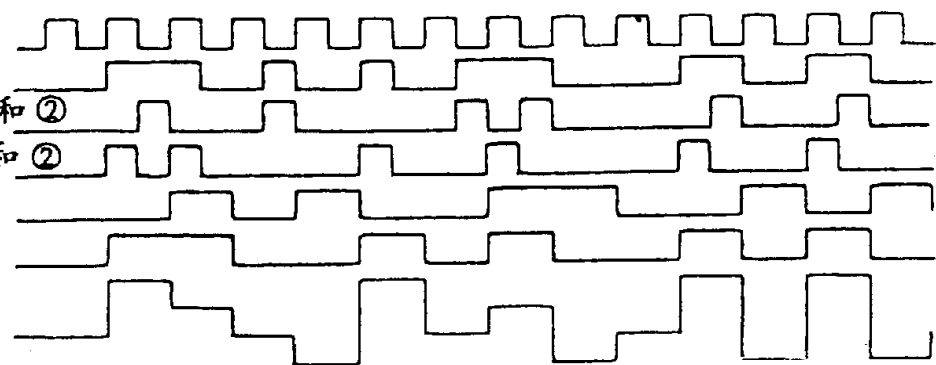
③ ① 和 ②

④ ① 和 ②

⑤ ③'

⑥ ④'

⑥ x2 - ⑤



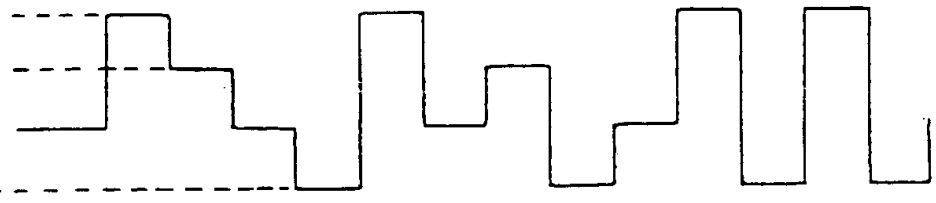
(d) 外磁场

H_3

H_2

H_1

H_0



(e) 光脉冲



(f) 磁区形状



图 9

← 磁光盘运动方向

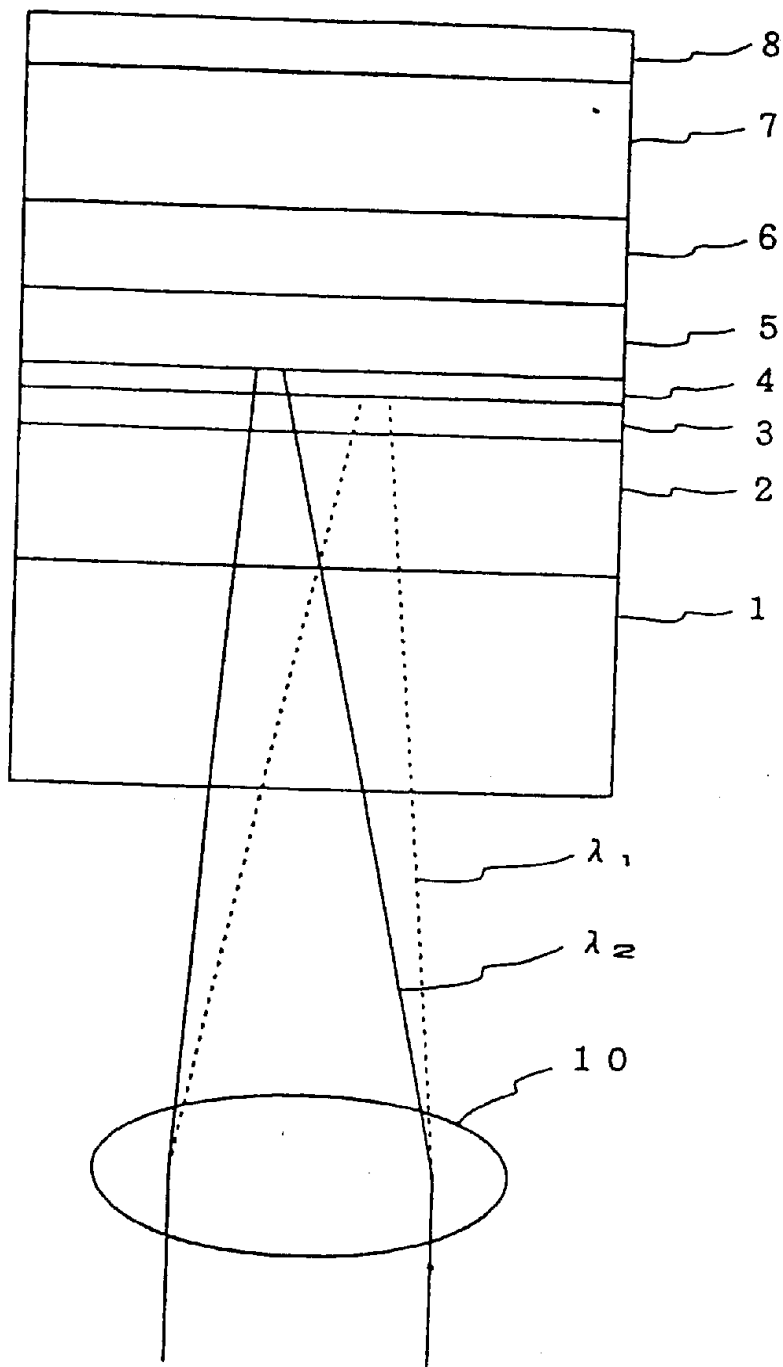


图 11

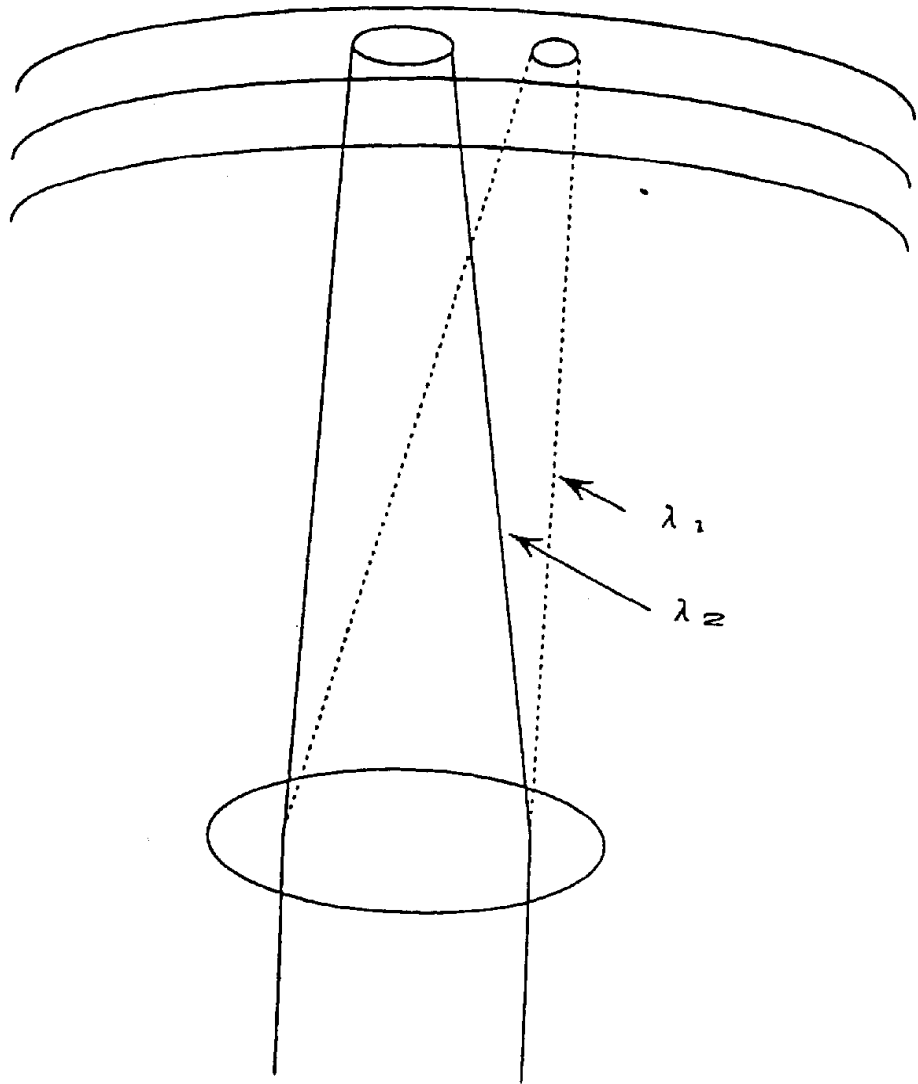


图 12

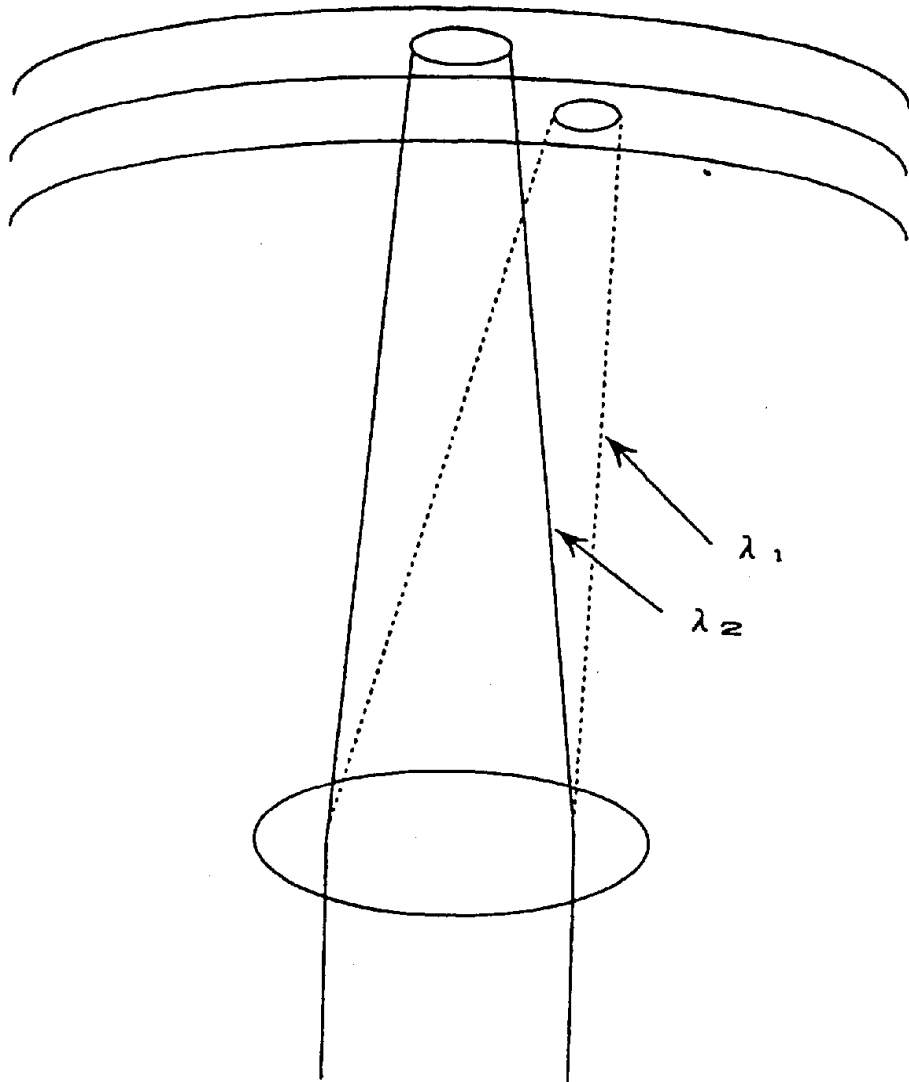


图 13

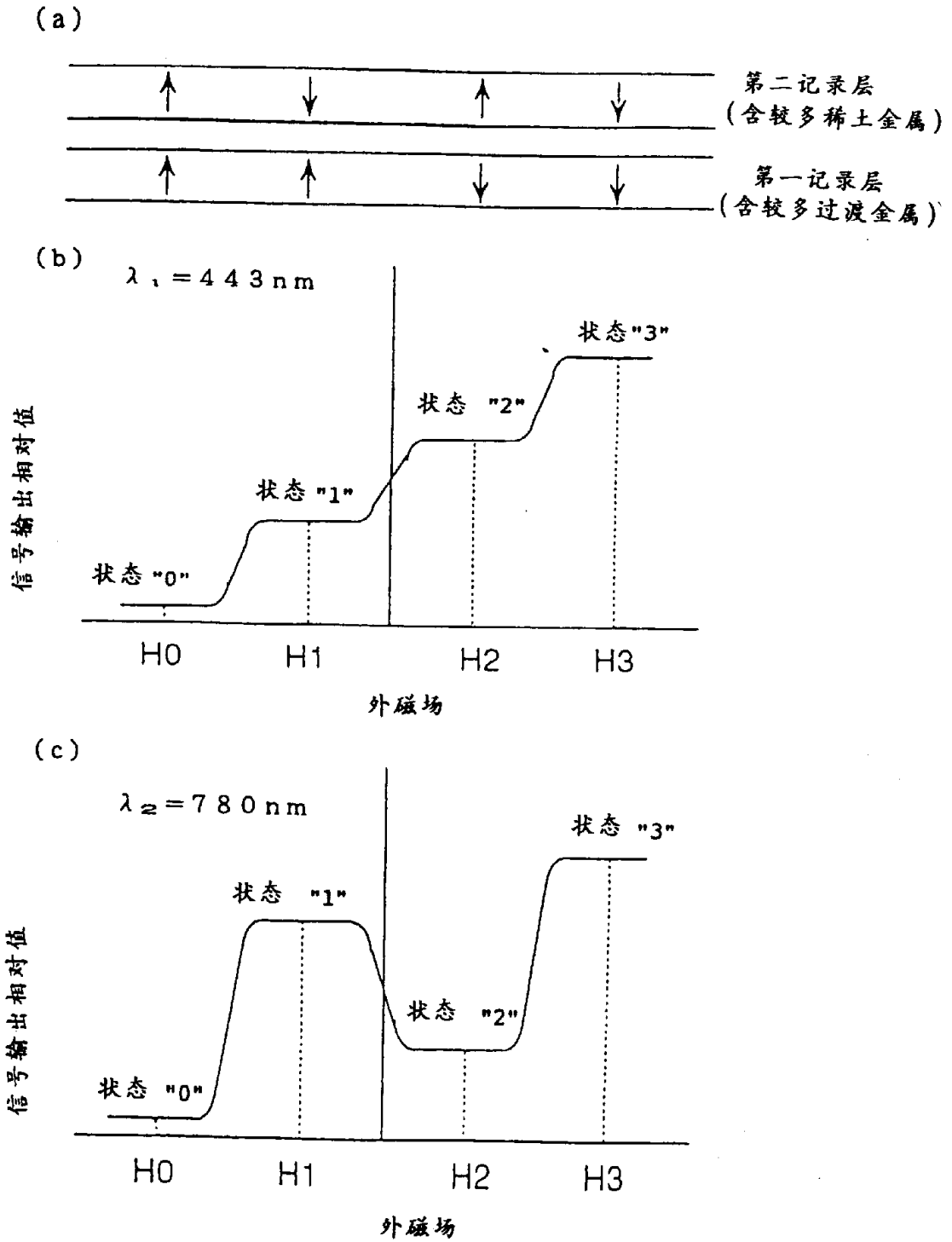


图 14

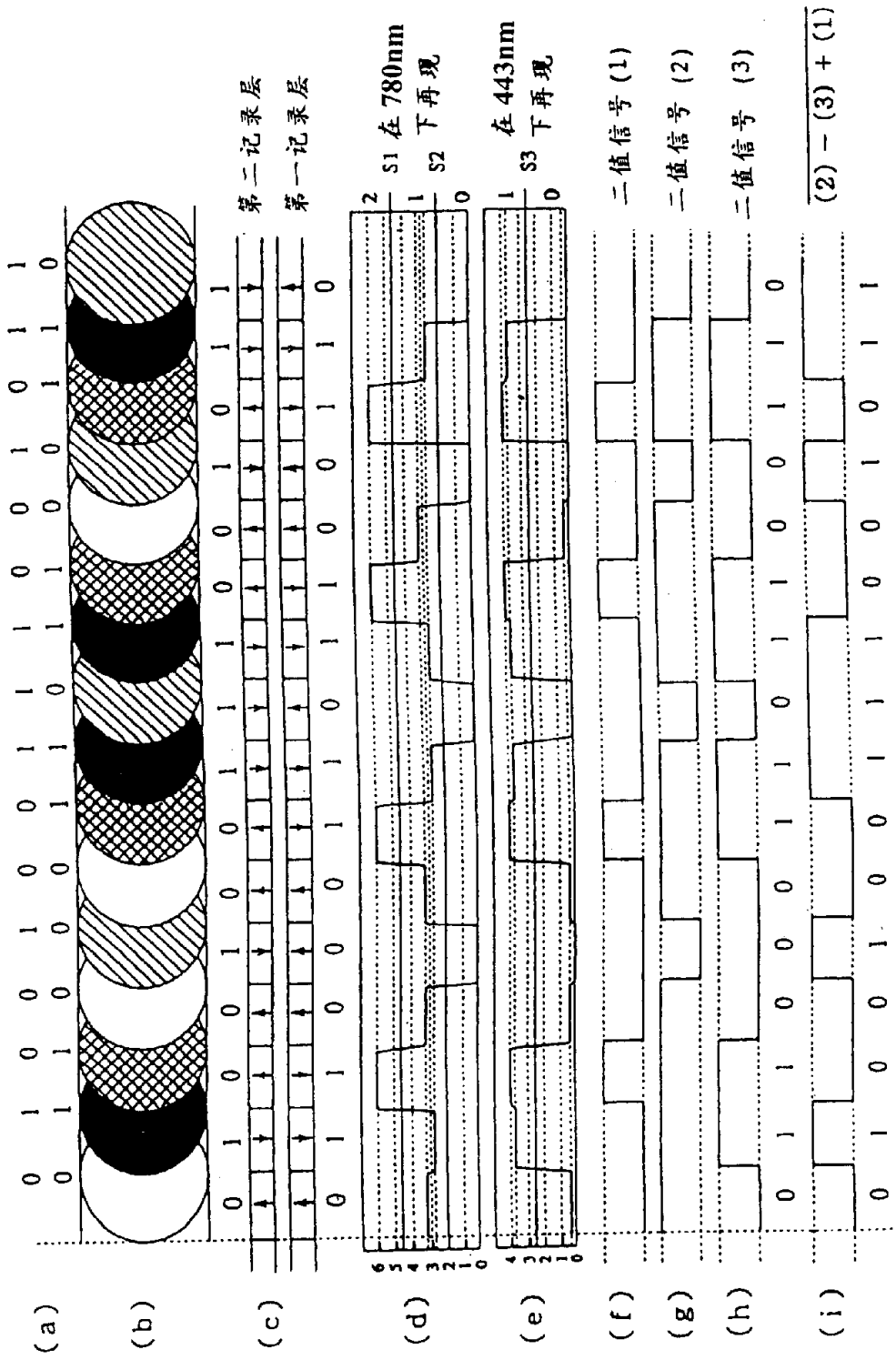


图 15

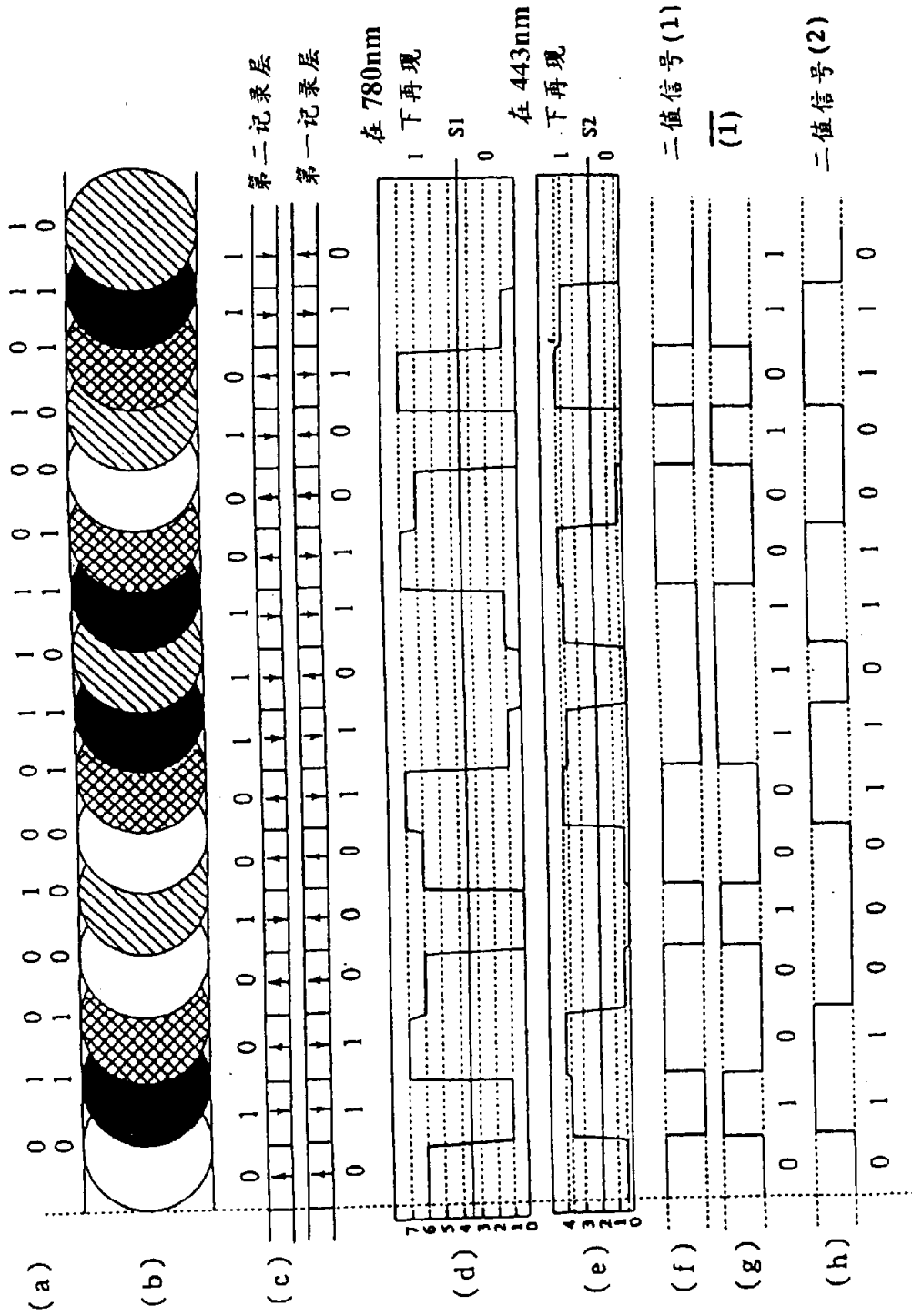


图 16

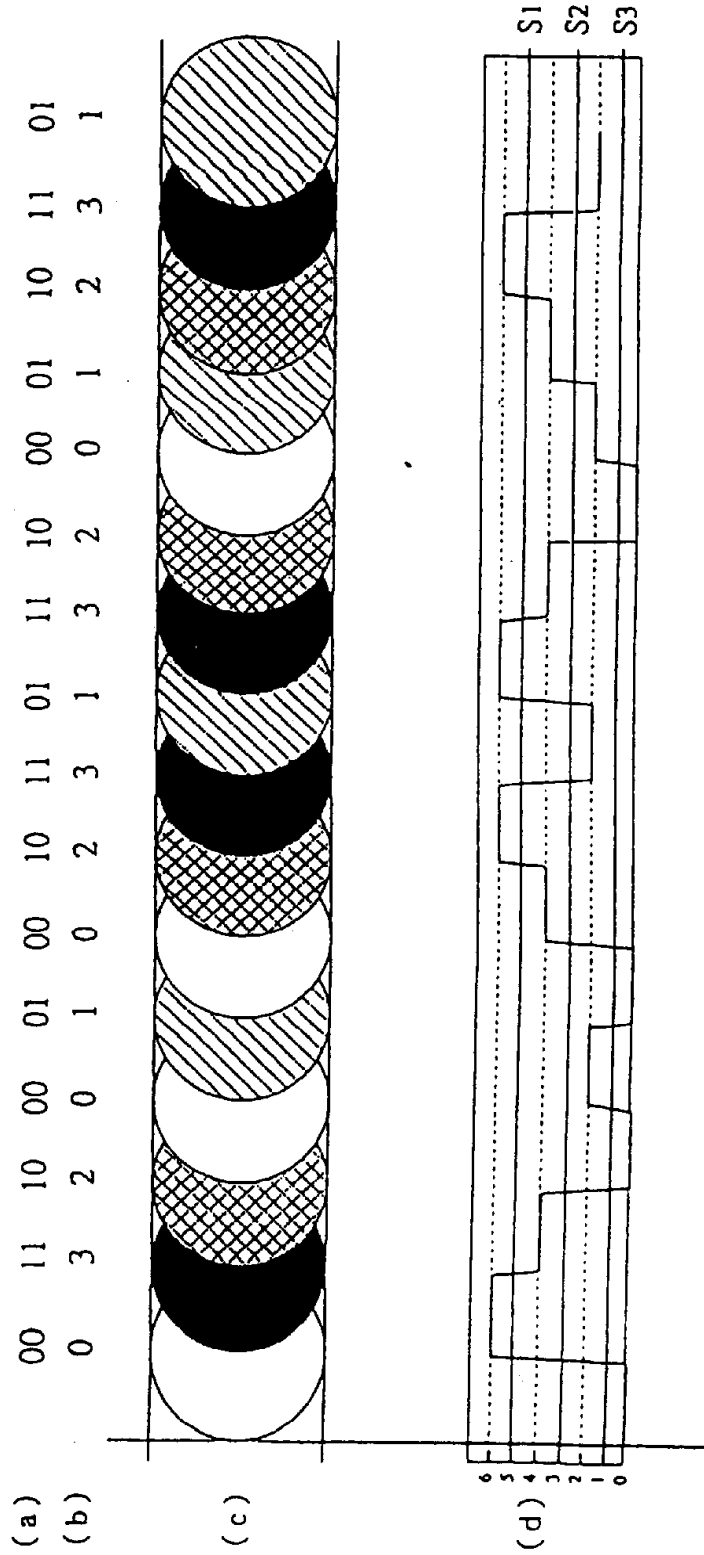


图 17

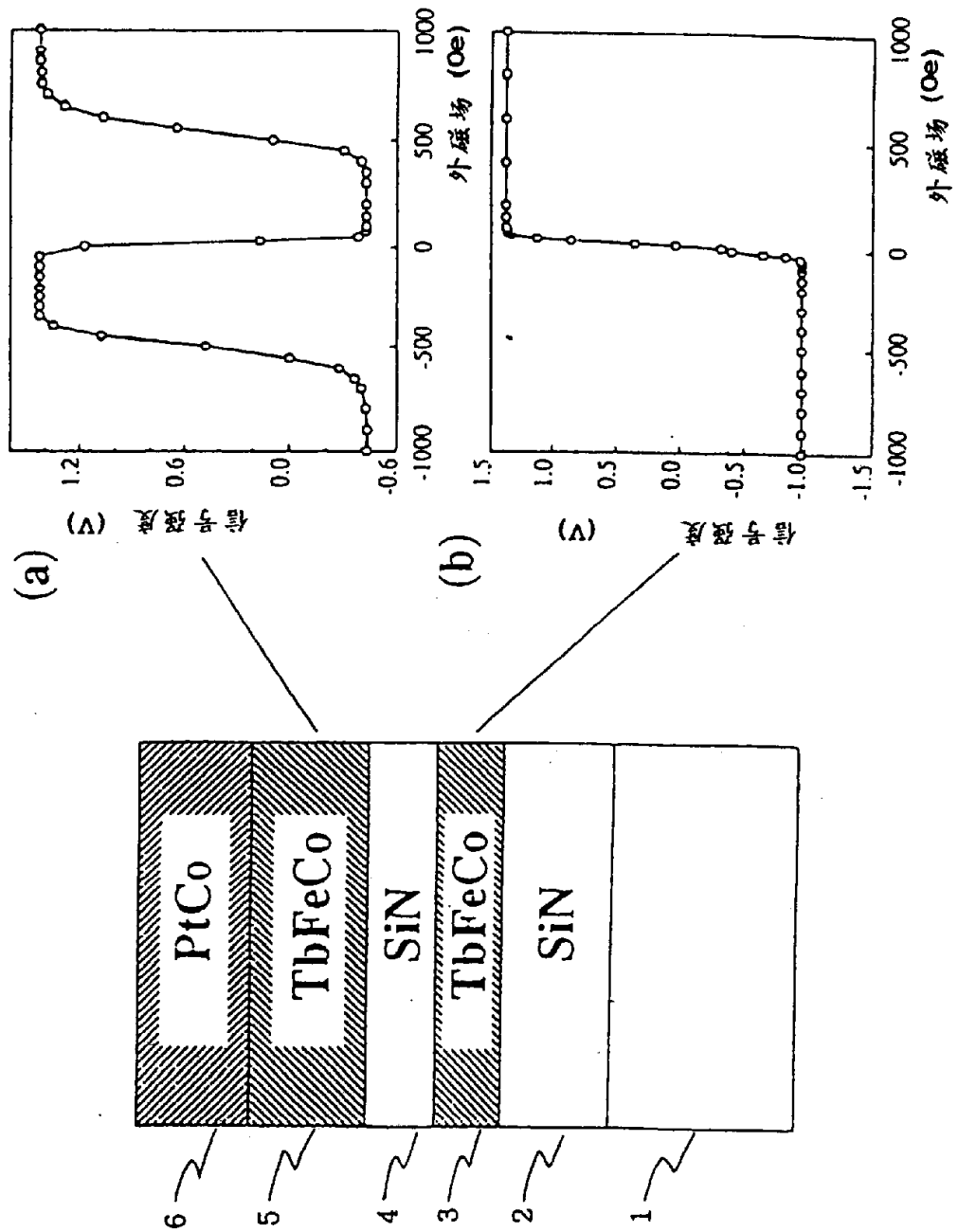


图 18

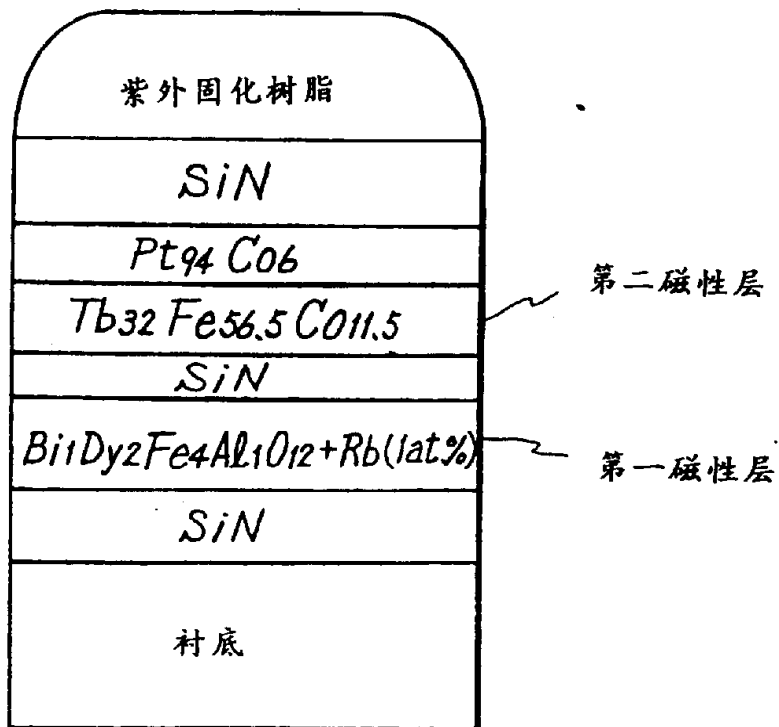


图 19

