



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108028053 A

(43)申请公布日 2018.05.11

(21)申请号 201680054267.6

(22)申请日 2016.09.09

(30)优先权数据

2015-185640 2015.09.18 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.03.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/077352 2016.09.09

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/047725 JA 2017.03.23

(71)申请人 大日本印刷株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 有塚祐树 中田尚子 小田博和

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 陈鹏 石磊

(51)Int.Cl.

G11B 7/26(2006.01)

B29C 59/02(2006.01)

G03F 7/20(2006.01)

G03F 9/00(2006.01)

G11B 7/0033(2006.01)

G11B 7/2531(2006.01)

H01L 21/027(2006.01)

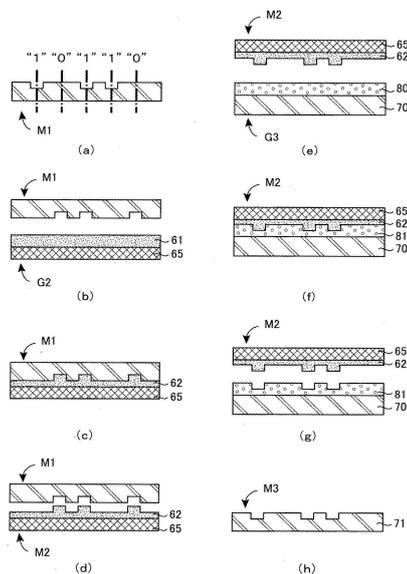
权利要求书4页 说明书36页 附图16页

(54)发明名称

用于制造信息记录介质的方法

(57)摘要

将相同的数字数据以高度集成的方式记录在能够长期持久地保持信息的多个介质上。通过光束曝光在石英玻璃衬底顶部上的抗蚀剂层上绘制指示数据位信息的微小图形图案并进行显影,并通过蚀刻形成包括具有凹陷和凸起结构的石英玻璃衬底的原版介质(M1),在蚀刻中将抗蚀剂层的剩余部分用作掩模(图(a))。使记录在原版介质(M1)上的凹陷和凸起结构成形并转印到形成有UV可固化树脂层(61)的柔性记录介质(G2)上,由此制造中间介质(M2)(图(b)-(d))。使转印到中间介质(M2)上的翻转凹陷和凸起结构成形并转印到包括石英玻璃衬底(70)且该石英玻璃衬底上形成有UV固化树脂层(80)的记录介质(G3)上,由此制造具有与原版介质(M1)相同的凹陷和凸起结构的复制介质(M3)(图(e)-(h))。在成形和转印过程中,利用中间介质(M2)的柔性来分离介质。



1. 一种用于制造信息记录介质的方法,该方法制备记录有相同数字数据的多个信息记录介质,所述方法包括:

原版介质制备步骤,其中执行用于在第一记录介质(G1)的记录表面上将待存储的数字数据记录为凹陷和凸起结构图案的过程,以制备原版介质(M1);

中间介质制备步骤,其中执行用于将记录在所述原版介质(M1)处的凹陷和凸起结构图案转印到第二记录介质(G2)的记录表面上的过程,以制备中间介质(M2);和

复制介质制备步骤,其中执行用于将记录在所述中间介质(M2)处的凹陷和凸起结构图案转印到第三记录介质(G3)的记录表面上的过程,以制备复制介质(M3);

其中,在所述原版介质制备步骤中,使用包括石英玻璃衬底(10)的介质作为所述第一记录介质(G1),以在所述第一记录介质(G1)的表面上形成抗蚀剂层(20),在所述抗蚀剂层的表面上进行光束曝光以绘制示出待存储的数字数据的位信息的图形图案,对所述抗蚀剂层进行显影以除去该抗蚀剂层的一部分,并且将所述抗蚀剂层的剩余部分(23)作为掩模而进行蚀刻处理,从而制备所述原版介质(M1),该原版介质包括表面上具有第一凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底(11),

在所述中间介质制备步骤中,利用在所述原版介质(M1)的表面上形成的所述第一凹陷和凸起结构图案执行一形状形成过程,以在所述第二记录介质(G2)的记录表面上形成与所述第一凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第二凹陷和凸起结构图案,

在所述复制介质制备步骤中,使用包括石英玻璃衬底(70)的介质作为所述第三记录介质(G3),通过利用在所述中间介质(M2)的表面上形成的所述第二凹陷和凸起结构图案的形状形成过程,在所述第三记录介质(G3)的记录表面上形成与所述第二凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第三凹陷和凸起结构图案,并且

当所述第一记录介质(G1)和所述第三记录介质(G3)被称为第一属性介质并且所述第二记录介质(G2)被称为第二属性介质时,所述第一属性介质和所述第二属性介质中的至少一个具有柔性,并且在所述中间介质制备步骤的形状形成过程和所述复制介质制备步骤的形状形成过程中,具有柔性的介质弯曲并从另一介质剥离。

2. 根据权利要求1所述的用于制造信息记录介质的方法,其中

使用包括厚度呈现刚性的石英玻璃衬底(10;70)的介质作为所述第一属性介质,使用具有柔性的介质(65)作为所述第二属性介质,从而制备具有刚性的所述原版介质(M1)和具有刚性的所述复制介质(M3)。

3. 根据权利要求2所述的用于制造信息记录介质的方法,其中

在所述原版介质制备步骤中,

使用在所述石英玻璃衬底(10)的上面形成铬层(15)的介质作为所述第一记录介质(G1),从而在所述第一记录介质的表面上形成抗蚀剂层(20),

在所述抗蚀剂层的表面上进行光束曝光,以绘制示出待存储的数字数据的位信息的图形图案,并且对所述抗蚀剂层进行显影以除去该抗蚀剂层的一部分,

以所述抗蚀剂层的剩余部分(23)作为掩模,对所述铬层进行蚀刻处理,

在剥离并除去所述抗蚀剂层的剩余部分之后,以所述铬层的剩余部分(16)作为掩模对所述石英玻璃衬底(10)进行蚀刻处理,并且

剥离并除去所述铬层的剩余部分,从而制备由表面上具有凹陷和凸起结构图案的石英

玻璃衬底(11)组成的所述原版介质(M1)。

4. 根据权利要求2或3所述的用于制造信息记录介质的方法,其中在所述中间介质制备步骤中,

在形成于所述原版介质(M1)的表面上凹陷和凸起结构的上面涂覆一厚度的具有通过光照射而固化的性质的树脂层(61),该厚度使得在固化后呈现柔性,在所述树脂层的上表面上层压具有柔性的树脂支撑层(65),并且将由所述树脂层和所述树脂支撑层组成的层压结构体用作所述第二记录介质(G2),

通过光照射使所述树脂层(61)固化,并且

由固化的树脂层(62)和所述树脂支撑层(65)组成的层压结构体利用该层压结构体的柔性而弯曲并从所述原版介质(M1)剥离,从而制备由该剥离的层压结构体组成的所述中间介质(M2)。

5. 根据权利要求2至4中的任一项所述的用于制造信息记录介质的方法,其中在所述复制介质制备步骤中,

使用在石英玻璃衬底(70)的上面形成铬层(75)的介质作为所述第三记录介质(G3),并且在所述第三记录介质的铬层的表面上涂覆具有通过光照射而固化的性质的树脂层(80),

将所述中间介质(M2)覆盖在该树脂层的上表面上并进行按压,使得该树脂层的树脂填充到凹陷和凸起结构的表面上的凹陷中,

通过光照射使该树脂层固化,

所述中间介质(M2)利用该中间介质的柔性而弯曲并从固化的树脂层(81)剥离,

利用该固化的树脂层的凹陷和凸起结构形成的厚部作为掩模对该铬层(75)进行蚀刻处理,并除去该铬层的一部分,

在剥离并除去该树脂层的剩余部分(82)之后,以该铬层的剩余部分(76)作为掩模,对该石英玻璃衬底(70)进行蚀刻处理,并且

剥离并除去该铬层的剩余部分,以制备由表面上具有凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底(71)组成的所述复制介质(M3)。

6. 根据权利要求1所述的用于制造信息记录介质的方法,其中

使用包括厚度呈现柔性的石英玻璃衬底(10;70)的介质用作所述第一属性介质,并且将具有刚性的介质用作所述第二属性介质,从而制备具有柔性的所述原版介质(M1)和具有柔性的所述复制介质(M3)。

7. 根据权利要求1所述的用于制造信息记录介质的方法,其中,

使用包括厚度呈现柔性的石英玻璃衬底(10或70)的介质作为所述第一属性介质,并且使用具有柔性的介质(65)作为所述第二属性介质,从而制备具有柔性的所述原版介质(M1)和具有柔性的所述复制介质(M3)。

8. 根据权利要求1至7中的任一项所述的用于制造信息记录介质的方法,其中所述原版介质制备步骤包括:

数据输入步骤(S11),其中计算机输入待存储的数字数据(D),

单元数据创建步骤(S12),其中所述计算机以规定的位长度单元划分该数字数据,以创建多个单元数据(U1),

单元位矩阵创建步骤(S13),其中所述计算机以二维矩阵形式布置构成各个单元数据的数据位,以创建单元位矩阵(B(U1)),

单元位图形图案创建步骤(S14),其中所述计算机将所述单元位矩阵转换成布置在预定的位记录域内的几何图案,从而创建单元位图形图案(P(U1)),

单元记录图形图案创建步骤(S15),其中所述计算机将对准标记添加到所述单元位图形图案,从而创建单元记录图形图案(R(U1)),

绘制数据创建步骤(S16),其中所述计算机创建用于绘制所述单元记录图形图案的绘制数据(E),

光束曝光步骤(S17),其中使用电子束或激光在所述第一记录介质(G1)上添加有抗蚀剂层(20)的衬底上进行光束曝光,从而基于所述绘制数据而进行绘制,以及

图案化步骤(S18),其中对已曝光的衬底进行图案化处理,从而根据所述绘制数据创建具有物理结构化图案的所述原版介质(M1)。

9. 根据权利要求8所述的用于制造信息记录介质的方法,其中,

在所述单元位图形图案创建步骤(S14)中,构成所述单元位矩阵(B(U1))的各个位“1”和各个位“0”中的一个被转换成由闭域组成的各个位图,

在所述绘制数据创建步骤(S16)中,创建示出所述各个位图的轮廓线的绘制数据(E),

在所述光束曝光步骤(S17)中,对所述各个位图的轮廓线内的部分进行光束曝光,并且

在所述图案化步骤(S18)中,形成具有凹陷和凸起结构的物理结构化图案,该凹陷和凸起结构由示出位“1”和位“0”中的一个的凹陷(C)和示出它们中的另一个的凸起(V)组成。

10. 根据权利要求9所述的用于制造信息记录介质的方法,其中,

在所述图案化步骤(S18)中,进行图案化处理以形成每个位图的外部作为凹陷(C)而每个位图的外部作为凸起(V)的所述原版介质(M1)。

11. 根据权利要求8至10中的任一项所述的用于制造信息记录介质的方法,其中

在所述单元数据创建步骤(S12)中,所述数字数据(D)被划分为由(m×n)位组成的单元数据,

在所述单元位矩阵创建步骤(S13)中,形成由m行和n列组成的单元位矩阵(B(U1)),并且

在所述单元位图形图案创建步骤(S14)中,允许构成所述单元位矩阵(B(U1))的各个位与以m行和n列矩阵形式布置的网格点对应,预定形状的位图布置在与位“1”或位“0”对应的网格点上,从而创建单元位图形图案(P(U1))。

12. 根据权利要求11所述的用于制造信息记录介质的方法,其中

在所述单元位图形图案创建步骤(S14)中,创建布置在矩形位记录域(Ab)内的单元位图形图案(P(U1)),

在所述单元记录图形图案创建步骤(S15)中,在所述矩形位记录域外部添加对准标记(Q),从而创建布置在包括位记录域和所述对准标记的矩形单元记录域(Au)内的单元记录图形图案(R(U1)),并且

在所述绘制数据创建步骤(S16)中,所述矩形单元记录域(Au)以二维矩阵形式布置,从而创建包括多个单元记录图形图案(R(U1))的绘制图案(P(E)),并且还创建用于绘制所述绘制图案的绘制数据(E)。

13. 根据权利要求11所述的用于制造信息记录介质的方法,其中,

在所述单元位图形图案创建步骤(S14)中,创建布置在矩形位记录域(Ab)内的单元位图形图案(P(U1)),

在所述单元记录图形图案创建步骤(S15)中,在所述矩形位记录域外部添加对准标记(Q),从而创建布置在包括位记录域和所述对准标记的矩形单元记录域(Au)内部的单元记录图形图案(R(U1)),

在所述绘制数据创建步骤(S16)中,所述矩形单元记录域(Au)竖直地和横向地部分重叠并且以二维矩阵形式布置,从而创建包括多个单元记录图形图案(R(U1))的绘制图案(P(E))并且创建用于绘制该绘制图案的绘制数据(E),并且

在由横向相邻布置的一对单元记录域(Au(U1)、Au(U2))重叠的域中,包括在左侧的单元记录域(Au(U1))右端的对准标记与包括在右侧的单元记录域(Au(U2))左端的对准标记重叠,以在左侧和右侧形成公共对准标记(Q2、Q5),并且在由竖直相邻布置的一对单元记录域(Au(U1)、Au(U3))重叠的域中,包括在上侧的单元记录域(Au(U1))下端的对准标记与包括在下侧的单元记录域(Au(U3))上端的对准标记重叠,以在上侧和下侧形成公共对准标记(Q4、Q5)。

用于制造信息记录介质的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造其中已记录有数字数据的信息记录介质的方法,尤其涉及在多个信息记录介质中记录相同数字数据并保持耐用性的技术。

背景技术

[0002] 长期以来,纸一直用作记录各种类型的信息的介质,甚至到现在,许多类型的信息仍记录在纸上。另一方面,随着工业的进步,已经可以使用用于记录图像信息的胶片和用于记录声音信息的记录盘。近年来,由于计算机的广泛使用,已经使用了磁记录介质、光记录介质、半导体记录介质等作为记录数字数据的介质。

[0003] 上述信息记录介质具有耐用性,根据个人使用情况,其耐用程度使得在使用其时不会引起任何麻烦。就几年的使用年限而言,可以安全地说,信息记录介质(例如,纸质印刷品、胶片和记录盘)足够耐用。然而,就几十年的使用年限而言,这些信息记录介质将不可避免地随着时间的流逝而劣化,并且可能不能保持所记录的信息。此外,它们不仅会随着时间的推移而损坏,而且还会受到水和热的影响。

[0004] 此外,用于计算机的磁记录介质、光记录介质、半导体记录介质和其它介质具有耐用性,其耐用程度使得在使用一般电子装置时不会引起麻烦。然而,这些介质的设计未考虑长达几十年的耐用性,因此不适合作为永久性信息存储介质。

[0005] 另一方面,在下面给出的专利文献1中已经公开了一种方法,作为一种用于在诸如石英玻璃的耐用介质上记录信息且记录容量增强的方法,其中基于透光率的差异在圆柱形介质内的小单元处三维地记录数据,并且当介质旋转时,利用计算机断层摄影技术来读出信息。此外,在专利文献2中已经公开了一种方法,其中为了达到相同的目的,通过改变照射角度使圆柱形记录介质暴露于电磁波的照射来测量透射率的差异,并且还通过利用计算机断层摄影技术来读出信息。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文件

[0008] 专利文献1:

[0009] 日本专利第4991487号

[0010] 专利文献2:

[0011] 日本专利第5286246号

发明内容

[0012] 本发明所要解决的问题

[0013] 如上所述,目前通常使用的信息记录介质设计成耐用几年到几十年。因此,这些介质不适合作为在几百年到几千年的较长时间内向后代传递信息的介质。物理或化学上易受损的信息记录介质,例如纸、胶片和记录盘,预计不会耐用例如几百至几千年的较长时间。当然,当如上所述使用时,用于计算机的信息记录介质诸,例如磁记录介质、光记录介质和

半导体记录介质也不合适。

[0014] 在人类历史上,作为信息记录介质的石碑已经走过了几百年到几千年的时间。然而,在石板上进行高度集成的信息记录是相当困难的。石板不适合作为记录大容量信息(例如计算机的数字数据)的介质。

[0015] 另一方面,如在先前专利文献1和2中公开的技术中所描述的那样,采用了将圆柱形石英玻璃作为介质以三维方式将信息记录在其中的方法,从而使得可以实现可以高度集成的信息记录方法,同时保持长期的耐用性。然而,当读出信息时,有必要从介质中三维分散的单元提取信息。这需要利用计算机断层摄影技术进行傅立叶变换处理。换句话说,在经过几百年到几千年的长时间之后,在记录信息时,除非采用与在记录信息时可用的计算机断层摄影技术相同的计算机断层摄影技术,否则将不可能读出信息。

[0016] 因此,本发明的目的是提供一种用于制造信息记录介质的方法,该信息记录介质能够以高度集成的方式将数字数据记录在能够以长期耐久性保持信息的介质上,并且该方法能够有效地制备记录有相同数字数据的多个介质。

[0017] 解决问题的方法

[0018] (1) 本发明的第一特征在于一种用于制造信息记录介质的方法,该方法制备已记录有相同数字数据的多个信息记录介质,该方法包括:

[0019] 原版介质制备步骤,其中执行用于在第一记录介质的记录表面上将待存储的数字数据记录为凹陷和凸起结构图案的过程,以制备原版介质;

[0020] 中间介质制备步骤,其中执行用于将记录在原版介质上的凹陷和凸起结构图案转印到第二记录介质的记录表面上的过程,以制备中间介质;和

[0021] 复制介质制备步骤,其中执行用于将记录在中间介质上的凹陷和凸起结构图案转印到第三记录介质的记录表面上的过程,以制备复制介质;其中

[0022] 在原版介质制备步骤中,使用包括石英玻璃衬底的介质作为第一记录介质在第一记录介质的表面上形成抗蚀剂层,在抗蚀剂层的表面上进行光束曝光以绘制示出要待储的数字数据的位信息的图形图案,对抗蚀剂层进行显影以除去其一部分,进行蚀刻处理,以抗蚀剂层的剩余部分作为掩模,从而制备原版介质,该原版介质包括其表面上具有第一凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底,

[0023] 在中间介质制备步骤中,利用原版介质表面上形成的第一凹陷和凸起结构图案执行形状形成过程,以在第二记录介质的记录表面上形成与第一凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第二凹陷和凸起结构图案,

[0024] 在复制介质制备步骤中,使用包括石英玻璃衬底的介质作为第三记录介质,通过利用在中间介质的表面上形成的第二凹陷和凸起结构图案的形状形成过程,在第三记录介质的记录表面上形成与第二凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第三凹陷和凸起结构图案,并且

[0025] 当第一记录介质和第三记录介质被称为第一属性介质而第二记录介质被称为第二属性介质时,第一属性介质和第二属性介质中的至少一个具有柔性,并且在中间介质制备步骤的形状形成过程和复制介质制备步骤的形状形成过程中,具有柔性的介质弯曲并从另一介质剥离。

[0026] (2) 本发明的第二特征在于根据第一特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0027] 使用包括厚度呈现刚性的石英玻璃衬底的介质作为第一属性介质,并且使用具有柔性的介质作为第二属性介质,从而制备具有刚性的原版介质和具有刚性的复制介质。

[0028] (3) 本发明的第三特征在于根据第二特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0029] 在原版介质制备步骤中,

[0030] 将其中石英玻璃衬底的上面形成铬层的介质用作第一记录介质,从而在第一记录介质的表面上形成抗蚀剂层,

[0031] 在抗蚀剂层的表面上进行光束曝光以绘制示出待存储的数字数据的位信息的图形图案,并且对抗蚀剂层进行显影以除去其一部分,

[0032] 以抗蚀剂层的剩余部分作为掩模,对铬层进行蚀刻处理,

[0033] 在剥离并除去抗蚀剂层的剩余部分之后,以铬层的剩余部分作为掩模对石英玻璃衬底进行蚀刻处理,并且

[0034] 剥离并除去铬层的剩余部分,从而制备由其表面上具有凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底组成的原版介质。

[0035] (4) 本发明的第四特征在于根据第二或第三特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0036] 在中间介质制备步骤中,

[0037] 在形成于原版介质表面上的凹陷和凸起结构的上面涂覆一厚度的具有通过光照射而固化的性质的树脂层,该厚度使得在固化之后呈现柔性,在树脂层的上面层压具有柔性的树脂支撑层,并且将由树脂层和树脂支撑层组成的层压结构体用作第二记录介质,

[0038] 通过光照射使树脂层固化,并且

[0039] 由固化树脂层和树脂支撑层组成的层压结构体利用其柔性弯曲并从原版介质剥离,从而制备由该剥离的层压结构体组成的中间介质。

[0040] (5) 本发明的第五特征在于根据第二至第四特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0041] 在复制介质制备步骤中,

[0042] 使用在石英玻璃衬底的上面形成铬层的介质作为第三记录介质,并且在第三记录介质的铬层的表面上涂覆具有通过光照射而固化的性质的树脂层,

[0043] 将中间介质覆盖在树脂层的上面并进行按压,使得树脂层的树脂填充到凹陷和凸起结构表面上的凹陷中,

[0044] 通过光照射使树脂层固化,

[0045] 中间介质利用其柔性弯曲并从固化树脂层剥离,

[0046] 利用固化树脂层的凹陷和凸起结构形成的厚部作为掩模,对铬层进行蚀刻处理,并除去其一部分,

[0047] 在剥离并除去树脂层的剩余部分之后,以铬层的剩余部分作为掩模对石英玻璃衬底进行蚀刻处理,并且

[0048] 剥离并除去铬层的剩余部分,以制备由其表面上具有凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底组成的复制介质。

[0049] (6) 本发明的第六特征在于根据第一特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0050] 使用包括厚度呈现柔性的石英玻璃衬底的介质用作第一属性介质,并且使用具有刚性的介质用作第二属性介质,从而制备具有柔性的原版介质和具有柔性的复制介质。

[0051] (7) 本发明的第七特征在于根据第一特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0052] 使用包括厚度呈现柔性的石英玻璃衬底的介质作为第一属性介质,并且使用具有柔性的介质作为第二属性介质,从而制备具有柔性的原版介质和具有柔性的复制介质。

[0053] (8) 本发明的第八特征在于根据第一至第七特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0054] 原版介质制备步骤包括,

[0055] 数据输入步骤,其中计算机输入待存储的数字数据,

[0056] 单元数据创建步骤,其中计算机以规定长度单元划分数字数据以创建多个单元数据,

[0057] 单元位矩阵创建步骤,其中计算机以二维矩阵形式布置构成单个单元数据的数据位以创建单元位矩阵,

[0058] 单元位图形图案创建步骤,其中计算机将单元位矩阵转换成布置在预定位记录域内的几何图案,从而创建单元位图形图案,

[0059] 单元记录图形图案创建步骤,其中计算机将对准标记添加到单元位图形图案,从而创建单元记录图形图案,

[0060] 绘制数据创建步骤,其中计算机创建用于绘制单元记录图形图案的绘制数据,

[0061] 光束曝光步骤,其中使用电子束或激光在第一记录介质上添加有抗蚀剂层的衬底上进行光束曝光,从而基于绘制数据进行绘制,以及

[0062] 图案化步骤,其中对已经曝光的衬底进行图案化处理,从而根据绘制数据创建具有物理结构化图案的原版介质。

[0063] (9) 本发明的第九特征在于根据第八特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0064] 在单元位图形图案创建步骤中,构成单元位矩阵的各个位“1”和各个位“0”中的一个被转换成由闭域组成的各个位图,

[0065] 在绘制数据创建步骤中,创建了示出各个位图的轮廓线的绘制数据,

[0066] 在光束曝光步骤中,在各个位图的轮廓线内的部分上进行光束曝光,并且

[0067] 在图案化步骤中,形成具有凹陷和凸起结构的物理结构化图案,该凹陷和凸起结构由示出位“1”和位“0”中的一个的凹陷和示出另一个的凸起组成。

[0068] (10) 本发明的第十特征在于根据第九特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0069] 在图案化步骤中,进行图案化处理以形成每个位图的内部作为凹陷而每个位图的外部作为凸起的所述原版介质。

[0070] (11) 本发明的第十一特征在于根据第八至第十特征的用于制造信息记录介质的方法,其中

[0071] 在单元数据创建步骤中,数字数据被划分成由(m×n)位组成的单元数据,

[0072] 在所述单元位矩阵创建步骤中,形成由m行和n列组成的单元位矩阵,并且

[0073] 在单元位图形图案创建步骤中,允许构成单元位矩阵的各个位与以m行和n列矩阵形式布置的网格点对应,预定形状的位图布置在与位“1”或位“0”对应的网格点上,从而创建单元位图形图案。

[0074] (12) 本发明的第十二特征在于根据第十一特征的用于制造信息记录介质的方法，其中

[0075] 在单元位图形图案创建步骤中，创建布置在矩形位记录域内的单元位图形图案，

[0076] 在单元记录图形图案创建步骤中，在矩形位记录域外部添加对准标记，从而创建布置在包括位记录域和对准标记的矩形单元记录域内的单元记录图形图案，并且

[0077] 在绘制数据创建步骤中，矩形单元记录域以二维矩阵形式布置，从而创建包括多个单元记录图形图案的绘制图案，并且还创建用于绘制绘制图案的绘制数据。

[0078] (13) 本发明的第十三特征在于根据第十一特征的用于制造信息记录介质的方法，其中

[0079] 在单元位图形图案创建步骤中，创建设置在矩形位记录域内的单元位图形图案，

[0080] 在单元记录图形图案创建步骤中，在矩形位记录域外部添加对准标记，从而创建布置在包括位记录域和对准标记的矩形单元记录域内部的单元记录图形图案，

[0081] 在绘制数据创建步骤中，矩形单元记录域竖直地和横向地部分重叠并且以二维矩阵形式布置，从而创建包括多个单元记录图形图案的绘制图案，并且创建用于绘制绘制图案的绘制数据，以及

[0082] 在由横向相邻布置的一对单元记录域重叠的域中，包括在左侧单元记录域右端对准标记与包括在右侧单元记录域左端对准标记重叠，以在左侧和右侧形成公共对准标记，并且在由竖直相邻布置的一对单元记录域重叠的域中，包括在上侧单元记录域下端的对准标记与包括在下侧单元记录域上端的对准标记重叠，以在上侧和下侧形成公共对准标记。

[0083] 本发明的效果

[0084] 根据本发明，首先将待存储的数字数据作为凹陷和凸起结构图案记录为包括石英玻璃衬底的原版介质中，通过使用原版介质的转印步骤来制备中间介质，并且通过使用中间介质的转印步骤来制备包括石英玻璃衬底的复制介质。原版介质和复制介质均是包括石英玻璃衬底并且能够以长期耐久性连续地将相同数字数据作为物理凹陷和凸起结构保持的介质。

[0085] 进一步地，凹陷和凸起结构是通过使用电子束或激光的束曝光形成的微小结构，因此能够高度集成地记录信息。尽管上述物理凹陷和凸起结构本身是三维结构，但是存储在其中的信息可以二维模式获得并且可以以通用方法读出。

[0086] 如上所述，根据本发明，可以在能够长期保持信息的介质上高度集成地记录数字数据。此外，凹陷和凸起结构通过形状形成过程过程转印，因此使得可以从原版介质制备复制介质。因此，可以有效地制备记录有相同数字数据的多个介质。

附图说明

[0087] 图1是示出在根据本发明的用于制造信息记录介质的方法的原版介质制备步骤中使用的信息存储装置的结构框图。

[0088] 图2是示出由图1所示的信息存储装置进行的特定信息存储处理的一个实例的示意图。

[0089] 图3是图2所示的单元记录图形图案R (U1) 的放大视图。

[0090] 图4是示出了图1所示的束曝光装置200进行的曝光过程和图案化装置300进行的图案化过程的具体实例的一组侧面剖视图(仅示出了剖面,而未示出背面的结构)。

[0091] 图5是示出了由本发明写入了信息的信息记录介质的变型的一组侧面剖视图(仅示出了剖面,而未示出背面的结构)。

[0092] 图6是示出用于从通过根据本发明的方法制备的信息记录介质读出信息的信息读出装置的构造的框图。

[0093] 图7是一组平面图,示出了本发明在记录信息时使用的对准标记的变型。

[0094] 图8是示出图7所示的对准标记的布置模式的变化了的平面图。

[0095] 图9是示出图7所示对准标记的另一变型的一组平面图。

[0096] 图10是示出图9所示的对准标记的布置模式的变化了的平面图。

[0097] 图11是示出本发明的原版介质制备步骤的基本处理过程的流程图。

[0098] 图12是示出从通过根据本发明的方法制备的信息记录介质读出信息的基本处理过程的流程图。

[0099] 图13是示出根据本发明的用于制造信息记录介质的方法中的中间介质制备步骤和复制介质制备步骤的概要的一组侧面剖视图(仅示出剖面,而未示出背面的结构)。

[0100] 图14是示出根据本发明的用于制造信息记录介质的方法中的原版介质制备步骤的具体处理过程的一组侧面剖视图(仅示出剖面,而未示出背面的结构)。

[0101] 图15是示出根据本发明的用于制造信息记录介质的方法中的中间介质制备步骤的具体处理过程的一组侧面剖视图(仅示出剖面,而未示出背面的结构)。

[0102] 图16是示出了根据本发明的用于制造信息记录介质的方法中的复制介质制备步骤的具体前半处理过程的一组侧面剖视图(仅示出了剖面,而未示出背面的结构)。

[0103] 图17是示出了根据本发明的用于制造信息记录介质的方法中的复制介质制备步骤的具体后半处理过程的一组侧面剖视图(仅示出了剖面,而未示出背面的结构)。

[0104] 图18是示出对准标记的又一变型的一组平面图。

具体实施方式

[0105] 在下文中,将通过参考示出本发明的实施方案来描述本发明。本发明基于对衬底进行光束曝光和图案化处理从而将信息记录为微小物理结构化图案的技术。在日本专利公开第2015-185184号中已经将上述技术的一个实例描述为先前发明。因此,为了便于描述,将在第1部分至第5部分中描述先前发明。应注意的是,以下第1部分至第5部分和图1至图12的细节与先前发明的公开中描述的“本发明的最佳实施方案”中第1部分至第5部分和图1至图12中的细节基本相同。

[0106] <<<第1部分,根据先前发明的信息存储装置的基本实施方案>>>

[0107] 图1是示出根据先前发明的信息存储装置的基本实施方案的构造的框图。本实施方案的信息存储装置是执行将数字数据写入信息记录介质并存储数据的功能的装置。如图所示,该装置由存储处理计算机100、光束曝光装置200和图案化装置300构成。

[0108] 这里,存储处理计算机100基于待存储的数字数据D执行用于创建绘制数据E的处理。光束曝光装置200是用于基于该绘制数据E通过使用电子束或激光在作为信息记录介质的衬底S上进行光束曝光来执行绘制的装置,并且通过光束曝光在衬底S上形成绘制图案。

图案化装置300在已曝光的衬底S上进行图案化处理,从而根据绘制数据E形成物理结构化图案,以制备信息记录介质M。最后,将根据数字数据D的信息作为物理结构化图案记录在信息记录介质M中。

[0109] 如图所示,存储处理计算机100设置有数据输入部分110、单元数据创建部分120、单元位矩阵创建部分130、单元位图形图案创建部分140、单元记录图形图案创建部分150和绘制数据创建部分160。在下文中,将按顺序描述这些单独部分的功能。然而,这些部分实际上是通过将专用程序安装到计算机中来实现的构成部分。存储处理计算机100可以通过将专用程序安装到通用计算机中来构成。

[0110] 首先,数据输入部分110是具有输入待存储数字数据D的功能并且还具有临时储存因此输入的数字数据D的功能的构成部分。待存储的数字数据D可以包括任何类型的数据,诸如文档数据、图像数据和语音数据。

[0111] 单元数据创建部分120是通过以规定的位长度单元划分由数据输入部110输入的数字数据D来创建多个单元数据的构成部分。这里,为了便于描述,将通过以下实例进行描述,其中,如图2的上部所示,以位长度单元 u 划分数字数据D以创建四组单元数据,并且第 i 个单元数据用符号 U_i 指示(在该实例中, $i=1$ 至4)。在下文中,以下说明中使用的具有“单元”一词的任何术语均表示所有数据是针对“一个单元数据”产生的。

[0112] 不必使单元数据 U_i 中的每一个的位长度相等,并且可以创建位长度彼此不同的多个单元数据。然而,实际上优选的是,稍后将描述的位记录域 A_b 是作为形状相同且面积相等的域给出。因此,优选地,预先确定公共位长度 u 以给出其中所有单元数据 U_i 均具有相同位长度 u 的数据。

[0113] 公共位长度 u 可以设置成任何给定值。然而,实际上,将 $u=m \times n$ 设置成构成由 m 行和 n 列组成的单元位矩阵,并且单元数据创建部分120可以将数字数据划分为由 $(m \times n)$ 位组成的单元数据。这里,为了便于描述,示出了一个实例,其中将 u 设置成等于25位,使得 $m=n=5$ 设置成构成由5行5列组成的单元位矩阵(实际上,优选将 u 值设置成给出更大的值)。图2所示的第一单元数据 U_1 是基于上述设置创建的单元数据,并且由25位数据构成。

[0114] 例如单元数据创建部分120可以分别从前端以每 u 位划分,因此输入的数字数据D,从而分别给出单元数据 U_1 、 U_2 、 U_3 等。在这种情况下,除非所给出的数字数据D的整个长度是位长度 u 的整数倍,否则最后一个单元数据的长度将小于位长度 u 。因此,在需要使所有单元数据的长度等于公共位长度 u 的情况下,可以在数字数据的尾端添加伪位(dummy bit)进行调整,以便整个长度是位长度 u 的整数倍。

[0115] 应注意,用于划分数字数据D的方法不一定局限于从数据前端以每规定的位长度 u 来划分数据的方法,并且例如,在数据被划分为四个的情况下,可以采用这样的划分方法,即提取第一、第五、第九,...位以给出第一单元数据 U_1 ,提取第二、第六、第十,...位以给出第二单元数据 U_2 ,提取第三、第七、第十一,...位以给出第三单元数据 U_3 ,提取第四、第八、第十二,...位以给出第四单元数据 U_4 。

[0116] 由单元数据创建部分120创建的每个单元数据 U_i 被提供给单元位矩阵创建部分130。单元位矩阵创建部分130执行处理,通过该处理,构成单个单元数据 U_i 的数据位以由 m 行和 n 列组成的二维矩阵的形式布置,从而创建单元位矩阵 $B(U_i)$ 。

[0117] 在图2中,示出了一个实例,其中构成第一单元数据 U_1 的25位数据每隔5位与该数

据前端分隔以形成由“11101”、“10110”、“01001”、“11001”和“10110”组成的5组,从而创建由5行和5列矩阵组成的单元位矩阵 $B(U_1)$,其中各个组布置在一条线上。当然,也以类似的方式处理单元数据 U_2 、 U_3 、 U_4 ,以创建单元位矩阵 $B(U_2)$ 、 $B(U_3)$ 和 $B(U_4)$ 。由单元位矩阵创建部分130如此创建的各个单元位矩阵 $B(U_i)$ 被提供给单元位图形图案创建部分140。单元位图形图案创建部分140执行处理,通过该处理,单元位矩阵 $B(U_i)$ 中的每一个被转换成布置在二维平面上的预定位记录域内的几何图案,从而创建单元位图形图案 $P(U_i)$ 。

[0118] 在图2的中间部分,示出了已基于由5行和5列矩阵组成的单元位矩阵 $B(U_1)$ 制备的单元位图形图案 $P(U_1)$ 的实际实例。在该实际实例的情况下,在二维平面上定义了正方形的位记录域 A_b (在图中用虚线表示的域),并且该正方形位记录域内布置有涂成黑色的小正方形点(以下,称为位图),由此形成了单元位图形图案 $P(U_1)$ 。

[0119] 这里,每个位图与构成单元位矩阵 $B(U_1)$ 的位“1”对应。换句话说,在位记录域 A_b 内定义5行和5列矩阵以与单元位矩阵 $B(U_1)$ 对应,并且位图仅布置在与单元位矩阵 $B(U_1)$ 内的位“1”对应的位置处,而与位“0”对应的位置处未布置位图。因此,单元位图形图案 $P(U_1)$ 通过每个位置处构成5行和5列矩阵的位图的存在或缺失来表示构成单元位矩阵 $B(U_1)$ 的25位信息。

[0120] 当然,各个位图可布置成与构成单元位矩阵 $B(U_1)$ 的位“0”对应。在这种情况下,位图仅布置在与单元位矩阵 $B(U_1)$ 内的位“0”对应的位置处,而与位“1”对应的位置处未布置位图。即,单元位图形图案创建部分140可以执行处理,通过该处理,构成单元位矩阵 $B(U_1)$ 的各个位“1”和各个位“0”中的一个被转换成闭域中的各个位图。指示各个位图的数据格式可以是任何格式。例如,在一个位图由矩形构成的情况下,作为示出单元位图形图案 $P(U_1)$ 的数据,可以使用示出每个位图的四个顶点的坐标值的数据(对角的两个顶点的坐标值即可)。也可以使用示出每个位图的中央点(左下角的点即可)的坐标值的数据和示出具有公共矩形形状的位图的竖直和水平边的长度的数据。替代地,在采用圆形位图的情况下,可以使用示出每个位图的中央点的坐标值的数据和示出公共半径值的数据。

[0121] 当然,为各个单元数据 U_2 、 U_3 、 U_4 创建的单元位矩阵 $B(U_2)$ 、 $B(U_3)$ 和 $B(U_4)$ 也通过类似的方法转换成几何图案,以创建单元位图形图案 $P(U_2)$ 、 $P(U_3)$ 和 $P(U_4)$ 。通过某种方法在介质上形成如此创建的单元位图形图案 $P(U_1)$ 至 $P(U_4)$ 中的每一个,从而使得可以将数字数据 D 的信息记录在介质中。然而,在先前发明中,考虑到为了便于稍后执行读出处理,为单元位图形图案 $P(U_1)$ 到 $P(U_4)$ 中的每一个添加了对准标记。

[0122] 单元记录图形图案创建部分150是添加对准标记的构成部分,并且在所涉及的应用中,处于添加了对准标记状态的单元位图形图案 $P(U_i)$ 被称为单元记录图形图案 $R(U_i)$ 。最后,单元记录图形图案创建部分150执行将对准标记添加到由单元位图形图案创建部分140创建的单元位图形图案 $P(U_i)$,以执行创建单元记录图形图案 $R(U_i)$ 的处理。

[0123] 在图2的中部,示出了一个实例,其中为单元位图形图案 $P(U_1)$ 外部的四个角的每一个添加了十字形对准标记 Q ,以创建单元记录图形图案 $R(U_1)$ 。这里,包括已形成单元位图形图案 $P(U_1)$ 且对准标记 Q 布置在其外部四个角处的位记录域 A_b (虚线包围的正方形)的域被称为单元记录域 A_u (单点划线包围的正方形)。单元记录图形图案 $R(U_1)$ 是形成于单元记录域 A_u 内部的图形图案。

[0124] 对准标记 Q 用于在部分3中描述的读出处理中识别各个位记录域 A_b 。因此,对准标

记Q相对于位记录域Ab布置在特定位置(在图中所示的实例中,在位记录域Ab外部四个角处的位置)。在附图中,示出了使用十字形对准标记Q的实例。然而,可以使用任何形状的图,只要其是可以与用于指示各个位的位图(在图中所示的实例中为黑色的小正方形)区分开的图即可。

[0125] 进一步地,在图中所示的实例中,虽然对准标记Q布置在位记录域Ab的外部,但是可以将对准标记Q布置在位记录域Ab内。然而,在标记被布置在位记录域Ab内的情况下,标记可能干扰表示各个位的位图。因此,如图中所示的实例所示,实际上优选的是,对准标记Q布置在位记录域Ab外部。在第4部分中将再次描述准标记Q的形状及其布置变化。

[0126] 这样,在单元记录图形图案创建部分150创建了四组单元记录图形图案R(U1)至R(U4)之后,绘制数据创建部分160执行创建用于绘制图形图案的绘制数据E的处理。具体地,如图2的下部所示,绘制数据创建部分160执行处理,通过该处理,四组单元记录域R(U1)至R(U4)以二维矩阵形式(在该实例中,两行和两列)布置,以创建包括所有四组单元记录图形图案R(U1)至R(U4)的绘制图案P(E),从而创建用于绘制绘制图案P(E)的绘制数据E。

[0127] 到目前为止,已经描述了图1所示的存储处理计算机100的各个构成部分的处理功能。如此创建的绘制数据E被提供给光束曝光装置200。光束曝光装置200是基于绘制数据E在待曝光的衬底S上进行光束曝光的装置,并且其可以通过使用用于在多种类型的电子装置的制造过程中进行半导体光刻的电子束光刻系统或激光光刻系统构成。在使用电子束光刻系统作为电子束曝光装置200的情况下,在待通过电子束曝光的衬底S的表面上描绘绘制图案P(E)。在使用激光光刻系统作为光束曝光装置200的情况下,在待通过激光束曝光的衬底S的表面上描绘绘制图案P(E)。

[0128] 在图2中,为了便于描述,位记录域Ab的轮廓线由虚线表示,且单元记录域Au的轮廓线由单点划线表示。然而,这些线不是绘制图案P(E)的构成部分。实际上在待曝光的衬底S上描绘的图形图案是表示各个位的位图(在图中示出的实例的情况下,为涂成黑色的小正方形)和十字形对准标记Q。

[0129] 如上所述,绘制数据E是提供给光束曝光装置200以在待曝光的衬底S上绘制绘制图案P(E)的数据。因此,要求其数据格式取决于将使用的光束曝光装置200。目前,在设计通用LSI时使用电子束光刻系统或激光光刻系统来绘制任何给定的图形图案的情况下,使用指示图形图案的轮廓线的矢量格式绘制数据。因此,实际上,绘制数据创建部分160可以创建示出各个位图和对准标记的轮廓线的绘制数据E。

[0130] 图3是图2所示的单元记录图形图案R(U1)的放大视图。在图2中,示出了一个实例,其中涂成黑色的小正方形用作指示位“1”的位图。在图3所示的实例中,位图F的每一个表示为指示正方形轮廓线的矢量数据。类似地,布置在四个角处的对准标记Q1至Q4中的每一个表示为得出十字形轮廓线的矢量数据。基于示出每个位图F的轮廓线和每一个对准标记Q1至Q4的绘制数据E,光束曝光装置200执行在其轮廓线的内部进行光束曝光的处理。因此,如图2所示,在待曝光的衬底S上形成了涂成黑色的正方形图形图案或十字形图形图案。

[0131] 在图3中,示出了等间隔布置的水平网格线X1至X7和等间隔布置的纵向网格线Y1至Y7。网格线中的每一条在确定各个位图F和对准标记Q1至Q4的布置位置方面起作用。也就是说,当水平网格线X1至X7和纵向网格线Y1至Y7之间的每个交点被称为网格点L时,各个位图F和对准标记Q1至Q4布置成使得其中央位于网格点L中的任何一个处。

[0132] 例如,对准标记Q1布置在网格线X1和Y1彼此相交的网格点上,对准标记Q2布置在网格线X1和Y7彼此相交的网格点上,对准标记Q3布置在网格线X7和Y1彼此相交的网格点上,对准标记Q4布置在网格线X7和Y7彼此相交的网格点上。

[0133] 进一步地,五条水平网格线X2至X6分别与五条纵向网格线Y2至Y6相交的25个网格点与由图2中部所示的5行5列组成的单元位矩阵B(U1)对应,并且位图F布置在与单元位矩阵B(U1)中的位“1”对应的网格点位置处(如前所述,位图F也可以布置在与位“0”对应的网格点位置处)。

[0134] 一般而言,单元位图形图案创建部分140可以执行处理,该处理允许构成由m行和n列组成的单元位矩阵B(Ui)的各个位与以由m行和n列组成的矩阵形式布置的网格点L对应,以将具有预定形状的位图F布置在与位“1”或位“0”对应的网格点L上,从而创建单元位图形图案P(Ui)。

[0135] 当然,实际绘制数据E中包含的图,即绘制图案P(E)中包含的图,仅仅是各个位图F和各个对准标记Q1至Q4。实际上,将不绘制图中所示的网格线X1至X7和Y1至Y7、位记录域Ab的轮廓线(虚线)和单元记录域Au的轮廓线(单点划线)。

[0136] 在绘制数据E中还包括示出在待曝光的衬底S上绘制的绘制图案P(E)的实际尺寸的信息。然而,考虑到将要使用的光束曝光装置200的绘制精度,可以设置实际尺寸。

[0137] 目前,在使用在一般LSI设计中使用的精度电子束光刻系统的图案处理中,可以在衬底S上稳定地形成尺寸大约为40nm的图形。因此,上述电子束光刻系统被用作束曝光装置200,从而使得可以将图中所示网格线之间的间隔(网格点L的间距)设置为大约100nm。基本上可以形成一个边为大约50nm的位图F。在如上所述绘制微小图形图案的情况下,位图F实际上将不会呈现精确的正方形,或者对准标记Q1至Q4将不会呈现精确的十字形形式。不过,这不会构成任何实际问题。

[0138] 最初,位图F在判断二进制状态方面起作用,即图是否存在于网格点1的位置就足够了。因此,位图F可以呈现任何形状,例如矩形或圆形。对准标记Q1至Q4各自起到指示位记录域Ab的位置的作用也足够了,并且它们可以呈现任何形状,只要可以与位图F区分开便可。因此,使用能够稳定地形成尺寸大约为40nm的图形的电子束光刻系统,通过该电子束光刻系统,如上所述,位图F可以以大约100nm的间距布置在两侧,并且可以执行高度集成的信息记录。

[0139] 另一方面,在使用激光光刻系统作为光束曝光装置200的情况下,激光束的光斑直径取决于将使用的激光的波长,并且其最小值近似等于该波长。例如,在使用ArF准分子激光器的情况下,与使用电子束光刻系统相比,其光斑直径将为约200nm,并且因此信息的记录在集成度上稍微减小。然而,可以以类似于通常使用的光学记录介质的集成度来执行信息记录。

[0140] 在图3所示的实例中,单元位图形图案P(U1)是布置在矩形(正方形)位记录域Ab内的图案。通过向其添加对准标记Q1至Q4而构成的单元记录图形图案R(U1)也布置在矩形(正方形)单元记录域Au内的图案。在执行先前发明时,位记录域Ab或单元记录域Au并不总是必须为矩形域。然而,如图2的下部所示,当考虑通过布置多个单元记录图形图案R(U1)至R(U4)来创建绘制图案P(E)时,位记录域Ab和单元记录域Au都形成为矩形域是有效率的。

[0141] 因此,实际上优选地,单元位图形图案创建部分140创建布置在矩形位记录域Ab内

部的单元位图形图案P(Ui),并且单元记录图形图案创建部分150将对准标记Q1至Q4添加到矩形位记录域Ab的外部,从而创建布置在包括位记录域Ab和对准标记Q1至Q4的矩形单元记录域Au内部的单元记录图形图案R(Ui)。因此,绘制数据创建部分160以二维矩阵方式布置这些矩形单元记录域Au,从而创建包括多个单元记录图形图案R(U1)至R(U4)的绘制图案P(E),从而使得可以创建用于绘制绘制图案P(E)的绘制数据E。

[0142] 可将单元记录域Au设置为任何大小。例如,在图3的实例中,定义了由一边为50 μ m的正方形组成的单元记录域Au,并且位图F以大约100nm的间距布置在两侧,因此使得可以在一个单元记录域Au内记录大约30KB的信息。因此,例如,使用一边为约150mm的正方形衬底作为信息记录介质,并且在衬底上的二维矩阵上布置每一个均由一边为50 μ m的正方形构成的单元记录域Au,通过该单元记录域Au,可以在一块信息记录介质中记录高达270GB的数据。

[0143] <<<第2部分,在介质上形成物理结构化图案>>>

[0144] 这里,将更详细地描述图1所示的光束曝光装置200的曝光过程和图案化装置300的图案化过程。如第1部分所述,光束曝光装置200是基于绘制数据E通过使用电子束或激光在作为信息记录介质的衬底S上执行光束曝光来进行绘制的装置。图案化装置300是在已经曝光的衬底S上进行图案处理的装置,从而创建其中已经根据绘制数据E形成了物理结构化图案(绘制图案P(E))的信息记录介质。

[0145] 实际上,在LSI制造过程中使用的半导体光刻系统也可以原样用于上述装置。换句话说,光束曝光装置200的光束曝光过程和图案化装置300的图案化过程可以通过原样利用通用LSI制造过程来进行。然而,在制造LSI时使用的绘制数据是示出用于构成半导体元件的各个域(例如沟道域、栅极域、源极域、漏极域和布线域)的图形图案的数据。相反,在先前发明中使用的绘制数据E是示出指示数据位“1”或“0”的位图F和用于构成读出时使用的对准标记Q的图形图案的数据。

[0146] 图4是一组侧面剖视图,其每一个示出了图1中给出的光束曝光装置200的曝光步骤和图案化装置300的图案化步骤的具体实例(仅示出了剖面,而未示出背面的结构)。首先,如图4的(a)所示,提供待曝光的衬底S。在该实例中,待曝光的衬底S由下层10和抗蚀剂层20构成。这里,示出了使用由一层形成的抗蚀剂层20的实例。然而,在稍后描述的图案化步骤中,需要时,可以使用由双层或更多层形成的抗蚀剂层。此外,不仅可以一起使用诸如抗蚀剂之类的有机膜,而且还可以一起使用诸如金属膜之类的无机膜(所谓的用作蚀刻阻挡层的硬掩模)。

[0147] 这里,下层10是将在图案化步骤中形成的层,并且最终是用作数字数据已记录在其内的信息记录介质M的一部分。如上所述,先前发明的目的是实现信息记录,同时保持长期耐久性,该目的与先前发明的目的相同。因此,可以使用由适于实现上述目的的材料制成的衬底作为下层10。具体地,就透明材料而言,最佳地是将玻璃衬底,特别是石英玻璃衬底用作下层10。石英玻璃衬底是一种不易受到物理损伤且化学污染程度较低的材料,并且是用于将数字数据记录为微小物理结构的最佳材料。当然,也可以使用诸如硅衬底的不透明材料作为下层10。

[0148] 另一方面,作为抗蚀剂层20,可以使用适于对下层10进行图案化的材料。也就是说,可以使用这样的材料,该材料具有在曝光于电子束或激光束时其成分会发生变化的性

质,并且其还在对下层10进行的蚀刻步骤中用作保护膜。当然,可以使用具有曝光部分在显影时溶解的性质的正型抗蚀剂或具有未曝光部分在显影时溶解的性质的负性抗蚀剂。

[0149] 应注意,待曝光的衬底S可以呈现任何形状或可以是任何任意尺寸。现在通常用作光掩模的石英玻璃衬底在大多数情况下是具有标准规格 $152 \times 152 \times 6.35\text{mm}$ 的矩形衬底。进一步地,在大多数情况下,根据直径为6、8或12英寸的规格,使用厚度约为1mm的盘状晶片作为硅衬底。可以使用标准衬底作为待曝光的衬底S,该标准衬底形成为下层10,抗蚀剂层20形成于其上面。

[0150] 在下文中,为了便于描述,将以使用石英玻璃衬底作为下层10并且使用正型抗蚀剂作为抗蚀剂层20作为实例。因此,图4的(a)所示的待曝光衬底S是在石英玻璃衬底10上形成正型抗蚀剂层20的衬底。当然,下层10不限于由单层制成的石英玻璃衬底,而是可以由具有多个层的衬底制成,其中例如石英玻璃衬底上形成有铬层,稍后将作为实施方案进行描述。

[0151] 图1所示的光束曝光装置200在衬底S中的抗蚀剂层20的表面上进行光束曝光,衬底S具有下层10和覆盖在其上的抗蚀剂层20。图4的(b)示出了光束曝光装置200的曝光过程。如第1部分所述,光束曝光装置200仅对位图F的内部和每个对准标记Q的内部进行曝光。因此,抗蚀剂层20经受曝光过程,并由此被分成曝光部分21和未曝光部分22。这里,未曝光部分22保持化学成分不变,而曝光部分21的化学成分改变。

[0152] 图案化装置300是在曝光过程完成之后对衬底S进行图案化的装置。如图1所示,装置设置有显影处理部分310和蚀刻处理部分320。

[0153] 显影处理部310进行显影处理,通过该显影处理,曝光后的衬底S被浸入具有将溶解抗蚀剂层的曝光部分21(此处使用正型抗蚀剂)或未曝光部分22(此处使用负型抗蚀剂)的性质的显影流体中,并且其一部分作为剩余部分来进行。图4的(c)示出了对图4的(b)所示的衬底S进行了上述显影处理的状态。由于在这里所示的实例中使用了正性抗蚀剂,因此通过显影处理,曝光部分21将溶解在显影流体中,而未曝光部分将保留为剩余部分23。

[0154] 另一方面,蚀刻处理部320在显影后对衬底S进行蚀刻。在图4的(c)的实例中,剩余部分23用作掩模以对下层10进行蚀刻。具体地,图4的(c)所示的衬底S可以浸入蚀刻流体中,蚀刻流体对下层10的腐蚀性大于对抗蚀剂层的剩余部分23的腐蚀性(当然,可以采用诸如干法蚀刻的方法,在干法蚀刻中,衬底不浸入蚀刻流体中)。

[0155] 图4的(d)示出了蚀刻处理部分320已经进行了蚀刻的状态。在下层10的上面中,被用作掩模的剩余部分23覆盖的部分不受腐蚀影响,但曝光部分受腐蚀影响形成凹陷。如此,下层10被处理成其上面具有凹陷和凸起结构的下层11。蚀刻处理部分320具有处理功能,以随后剥离和除去抗蚀剂层的剩余部分23,并清洗和干燥下层11。

[0156] 通过上述过程,如图4的(e)所示,最终获得了处理后的下层11。由此获得的下层11仅仅是信息记录介质M,根据先前发明的信息存储装置已经将数字数据写入到该信息记录介质M上。如图所示,信息记录介质M的上面形成有物理凹陷和凸起结构,并且位“1”和位“0”分别由凹陷C和凸起V表示。因此,通过检测介质表面在由图中的粗单点划线指示的位置(对应于图3所示的网格点L的位置)处是否由凹陷C或凸起V构成,可以读出位“1”和位“0”。

[0157] 当然,与图中所示的实例相反,可以采用将凹陷C作为位“0”,而将凸起V作为位“1”的记录方法。是否将它们中的一个作为位“0”,而将另一个作为位“1”取决于上述过程。例

如,在部分1中描述的实例的情况下,在单元位图形图案创建部分140中,位图F布置在与单元位矩阵的位“1”对应的网格点L的位置处。相反,位图F布置在与位“0”对应的网格点L的位置处,由此,凹陷和凸起上的位信息相反。在使用负型抗蚀剂代替正型抗蚀剂作为抗蚀剂层20的情况下,凹陷和凸起之间的关系也相反。

[0158] 这样制备的信息记录介质M的特征在于,其能够执行高度集成的信息记录,耐用性长,并且其还能够以通用方法读出信息。

[0159] 也就是说,在将诸如石英玻璃衬底和硅衬底等材料用作底层10的情况下,这些材料比诸如纸、膜和记录盘等常规信息记录介质更不容易随着时间的流逝而劣化或由于水和热影响而损坏,从而提供长达几百年的耐用性,相当于半永久性,如同古代的石板一样。当然,与通常用作计算机的数据记录介质的磁记录介质、光记录介质和半导体记录介质相比,信息记录介质M能够提供更长时间的耐用性。因此,先前发明可以最佳地用于存储信息,例如希望半永久性地记录信息的官方文件。

[0160] 进一步地,如第1部分所述,光束曝光装置200能够通过使用电子束或激光来进行精细曝光,从而使得能够执行极高度集成的信息记录。例如,可以使用高清晰度电子束光刻系统以约100nm的间距写入位图F,由此可以在上述具有标准尺寸的光掩模或硅衬底中存储容量为约100GB至1TB的信息。

[0161] 进一步地,根据先前发明的信息记录介质的特征在于,由于位的二进制信息被直接记录为诸如凹陷和凸起的物理结构,因此可以以通用方法读出信息。也就是说,在前面描述的专利文献1和2中,已经公开了这样的技术,即将圆柱形石英玻璃用作以三维方式记录信息的介质。为了以三维方式读出记录在介质内的信息,需要使用计算机断层摄影等专用读出装置,并且还需要诸如傅立叶变换处理等特殊计算处理。因此,即使圆柱形记录介质保持完整,例如在几百年之后,如果不在专用读出装置上进行技术转化,也不可能读出信息。

[0162] 相反,在由根据先前发明的信息存储装置制备的信息记录介质中,位的二进制信息被直接记录为物理结构。并且,如果记录表面可以通过某种方法放大并被识别为图像,则至少可以读出位本身的信息。换句话说,根据先前发明的信息记录介质本身是三维结构体,但是位信息的记录肯定是以二维方式执行。因此,即使在几百年或几千年之后发现根据先前发明的信息记录介质,也可以通过通用方法读出位信息。

[0163] 到目前为止,已经描述了根据先前发明的信息存储装置用于在石英玻璃衬底或硅衬底的表面上形成具有凹陷和凸起结构的物理结构化图案的实例,该凹陷和凸起结构由指示位“1”和位“0”中的一个的凹陷和指示它们中的另一个的凸起组成。然而,在执行先前发明时,指示位信息的物理结构不一定局限于凹陷和凸起结构。因此,将参照图5的侧面剖视图(仅示出剖面,而未示出背面的结构)来描述在介质上形成物理结构的方法的一些变型。

[0164] 图5的(a)是示出图案化装置300用于形成具有网络结构的物理结构化图案的实例的侧面剖视图,该网络结构由表示位“1”和位“0”中的一个的通孔H和表示它们中的另一个的非孔部N组成。在图中所示的网络结构体12中,由粗单点划线表示的位置对应于图3中所示的网格点L,并且如图中所示,根据所涉及的位置是通孔H还是非孔部N(未形成通孔的部分)来表示位“1”和位“0”。

[0165] 如上所述,在图5的(a)所示的信息记录介质的情况下,通过存在或不存在的通孔而非凹陷和凸起结构来表示位,因此介质本身构成网络结构主体。然而,在网格点L的位置记

录位信息的基本原理与图4的(e)所示的基本实例的原理完全相同。当然,通孔H可用于表示位“0”,而非孔部N可用于表示位“1”。在使用图5的(a)所示的网络结构体12作为信息记录介质M的情况下,蚀刻处理部分320(图4的(d))可在蚀刻步骤中进行蚀刻,直到穿透到下层10的下面,从而形成通孔H。

[0166] 另一方面,图5的(b)至图5的(d)是侧面剖视图,其每一个均示出了修改实例,其中图4的(e)所示的信息记录介质M中的凹陷C或凸起V的表面或它们二者的表面上形成有附加层。在图5的(b)所示的修改实例中,凹陷C和凸起V二者的表面上形成有附加层31。在图5的(c)所示的修改实例的情况下,仅凸起V的表面上形成有附加层32。在图5(d)所示的修改实例的情况下,凹陷C的表面上形成有附加层33。

[0167] 作为附加层31、32、33,可以使用以下材料:光反射材料(例如,诸如铝、镍、钛、银、铬、硅、钼和铂等金属及其合金、氧化物和氮化物)或光吸收材料(例如,在铬、氧化铬和氮化铬的情况下,由诸如金属的氧化物和氮化物的化合物组成的材料)。由光反射材料制成的附加层的形成使得可以基于读出时反射光的行为差异来区分凹陷C和凸起V。并且,由光吸收材料制成的附加层的形成使得能够基于读出时的光吸收模式的差异来区分凹陷C和凸起V。因此,形成这些附加层是为了获得更容易读出信息的效果。

[0168] 进一步地,可以通过在凹陷C或凸起V的表面上掺杂杂质来代替形成类似于附加层的具有清晰边界面的另一层来获得相似效果。例如,具有凹陷和凸起结构的信息记录介质由石英构成,并且在该介质的表面上掺杂硼、磷、铷、硒和铜以使其表面上的杂质浓度不同。由此,与设置附加层的情况一样,可以赋予表面光反射性或光吸收性,以更容易获得读出信息的效果。具体地,在上述杂质的情况下,获得了在约100ppm或更高的浓度下能吸收紫外线的效果,并且获得了在约1000ppm或更高的浓度下能提高反射率的效果。

[0169] 具体地,如图5的(c)的实例所示,其中仅在凸起V处形成由光反射材料或光吸收材料制成的附加层32,由于在读出时从凹陷C获得的反射光或散射光与从凸起V获得的反射光或散射光之间的明显差异,因此可以很容易地区分位“1”和位“0”。类似地,如图5的(d)的实例所示,其中仅在凹陷C处形成由光反射材料或光吸收材料制成的附加层33,由于在读出时从凹陷C获得的反射光或散射光与从凸起V获得的反射光或散射光之间存在明显差异,因此还可以很容易地将位彼此区分开。

[0170] 如图5的(b)的实例所示,为了在凹陷C和凸起V二者的表面上形成附加层31,可以进行通过蚀刻来获得图4的(e)所示的信息记录介质M的处理,并且此后,将附加层31沉积在记录介质的整个上面。进一步地,如图5的(c)的实例所示,为了获得仅在凸起V的表面上形成附加层32的结构,可以使用附加层保持在下层10与抗蚀剂层20之间的衬底来代替图4的(a)中所示的待曝光衬底S。然后,如图5的(d)的实例所示,为了获得仅在凹陷C的表面上形成附加层33的结构,在完成图4的(d)所示的蚀刻过程时,在抗蚀剂层的剩余部分23保持原样的状态下,进行用于将附加层沉积在其整个上面的处理,然后,可以剥离并除去剩余部分23。

[0171] 另一方面,图5的(e)中所示的修改实例使得已经形成在支撑层40的上面的下层51本身由光反射材料或光吸收材料构成。例如,支撑层40由石英玻璃衬底构成,其上面形成有由铝制成的附加层,其上面还形成有抗蚀剂层,并且执行类似于图4所示的那些过程,从而使得可以获得图5的(e)所示的结构体。在这种情况下,可以通过使用对铝具有腐蚀

性的腐蚀液体来进行蚀刻过程。在结构体中,凹陷C的表面由石英玻璃形成,凸起V的表面由铝形成,从而还获得在读出时能够很容易将位彼此区分开的效果。

[0172] 在实际上采用图5的(a)所示的修改实例的情况下,优选网络结构体12由不透明材料构成。因此,使通孔H的一部分作为将透射光的部分,而非孔部N的一部分作为将不透射光的部分。因此,读出时能识别出明显差异,稍后将对此进行描述,并且还可以很容易地区分位。

[0173] 另一方面,在采用图5的(c)至图5的(e)所示的修改实例的情况下,优选地,下层11或支撑层40由透明材料构成,而附加层32、33、51由不透明材料构成。由此,将其上未形成附加层的部分作为将透射光的部分,而其上已形成附加层的部分作为将不透射光的部分。因此,在读出时,稍后将进行描述,可以识别透光率的明显差异,并且很容易区分位。

[0174] <<<第3部分,根据先前发明的信息读出装置的基本实施方案>>>

[0175] 在第1部分和第2部分中,已经描述了用于将信息存储在信息记录介质中的信息存储装置的构造和步骤。这里,将描述用于读出如此记录的信息的信息读出装置的构造和步骤。

[0176] 图6是示出根据先前发明的信息读出装置的基本实施方案的构造的框图。根据实施方案的信息读出装置是通过使用图1所示的信息存储装置来执行读出存储在信息记录介质M中的数字数据的功能的装置。如图所示,该装置由图像拍摄装置400和读出处理计算机500构成。

[0177] 这里,图像拍摄装置400是放大和拍摄作为信息记录介质M的记录表面的一部分的待拍摄域、并且捕获此拍摄图像作为图像数据的构成部分。如图所示,其设置有成像元件410、放大光学系统420和扫描机构430。

[0178] 成像元件410例如可以由CCD相机构成,并且具有捕获待拍摄的预定域内的图像作为数字图像数据的功能。放大光学系统420由诸如透镜的光学元件构成,并且在放大构成信息记录介质M的记录表面的一部分的待拍摄预定域以及在成像元件410的图像表面上形成放大视图像方面发挥作用。然后,扫描机构430在对成像元件410和放大光学系统420进行扫描处理(位置和角度改变)方面起作用,使得待拍摄域在信息记录介质M的记录表面上按顺序移动。

[0179] 在图5中,示出了信息记录介质M的变型。由图5的(a)所示的网络结构体12构成的信息记录介质M能够读出其上面或下面上的信息,而不论材料透明还是不透明,并且上面和下面都将构成记录表面。相反,如图4的(e)和图5的(b)至图5的(e)所示,在信息记录介质M的上面形成有凹陷和凸起结构的情况下,上面是记录表面。因此,在下层11和支撑层40由透明材料构成的情况下,可以通过从上方或下方拍摄来读出信息。当所述层由不透明材料构成时,始终需要从上方拍摄信息。

[0180] 如图所示,读出处理计算机500设置有拍摄图像储存部分510、位记录域识别部分520、单元位矩阵识别部分530、扫描控制器540和数据恢复部分550。在下文中,将顺序描述这些部分的功能。然而,这些部分实际上是通过将专用程序安装到计算机中而提供的构成部分。读出处理计算机500可以通过将专用程序安装到通用计算机中来构成。

[0181] 首先,拍摄图像储存部分510是储存由图像拍摄装置400拍摄的拍摄图像的构成部分。即,其具有将由成像元件410在待拍摄的预定域内拍摄的图像作为数字图像数据储存的

功能。如上所述,图像拍摄装置400设置有扫描机构430,并且待拍摄的域在信息记录介质M的记录表面上按顺序移动,以在成像元件410每次移动时获得新拍摄的图像。因此,拍摄图像储存部分510执行储存由成像元件410按顺序给出的各个图像数据的功能。

[0182] 另一方面,位记录域识别部分520执行从储存在拍摄图像储存部分510中的拍摄图像中识别各个位记录域Ab的处理。在先前发明中,如参考图2所述,待存储的数字数据D被划分为多个单元数据U1、U2、U3等,每个单元数据U1、U2、U3等被记录为单个位记录域Ab内的单元位图形图案P(U1)、P(U2)、P(U3)等。因此,在进行读出处理时,首先,在识别各个位记录域Ab之后,基于记录在其内的各个单元位图形图案P(Ui)读出构成单元数据Ui的每个位。

[0183] 如在第2部分中所描述,对准标记Q和位图F被记录在信息记录介质M的记录表面上,作为具有凹陷和凸起结构或者存在或不存在通孔的结构的物理结构化图案。结果,对准标记Q和位图F或其轮廓以拍摄图像上的亮度和暗度的分布来表示。可以使用现有的图案识别技术来识别拍摄图像上的对准标记Q和位图F。

[0184] 首先,通过检测对准标记Q来识别各个位记录域Ab。由于在对准标记Q中使用与位图F不同的图形,所以位记录域识别部分520能够通过搜索储存在拍摄图像储存部分510中的拍摄图像的内部来检测对准标记Q。例如,在图2下部所示的实例中,位图F是正方形,而对准标记Q是十字形。因此,现有的图案识别技术可以用于识别拍摄图像上的对准标记Q并定位其位置。

[0185] 对准标记Q相对于位记录域Ab布置在特定位置处。因此,如果可以在拍摄图像上识别对准标记Q,则可以识别位记录域Ab的位置。例如,在拍摄图像内包括图3所示的单元记录图形图案R(U1)的情况下,能够识别四组对准标记Q1至Q4,由此可以识别在四个角附近具有四组对准标记Q1至Q4的正方形位记录域Ab。

[0186] 如果图像拍摄装置400具有拍摄其大小能够包括至少一个单元记录域Au的待拍摄域的功能,则在拍摄的图像内部进行搜索,从而使得可以识别图3所示的四组对准标记Q1至Q4并且还识别位记录域Ab。

[0187] 当然,如果待拍摄的域设置在跨越彼此相邻的单元记录域Au的位置处,则将不能被正确地识别均指示相同位记录域Ab的位置的四组对准标记Q1至Q4。在这种情况下,位记录域识别部分520能够基于所识别的对准标记的相互关系理解待拍摄的域的位置偏差,并且执行将位置偏差报告给扫描控制器540的处理。

[0188] 当报告位置偏差时,扫描控制器540控制图像拍摄装置400以调整所涉及的位置偏差。具体地,控制器向扫描机构430发出指令,以便允许待拍摄的域在预定校正方向上仅移动预定校正量。上述校正使得在对准标记Q1至Q4如图3所示适当地布置在四个角的情况下,可以获得正确的拍摄图像,并且还可以对位记录域Ab进行正确的读出处理。如上所述,扫描控制器540的主要作用是,在待拍摄域相对于单元记录域Au发生位置偏差的情况下,执行调整处理以校正位置偏差。

[0189] 扫描控制器540的第二个作用是执行扫描处理,以在完成将一个单元记录域Au作为待拍摄域的拍摄之后,将下一个单元记录域Au设置为待拍摄的新域。例如,在图2的下部所示的实例中,在完成对记录有单元记录图形图案R(U1)的单元记录域Au(U1)的拍摄之后,需要拍摄记录有单元记录图形图案R(U2)的单元记录域Au(U2)。此后,还需要允许待拍摄的域从记录有单元记录图形图案R(U3)的单元记录域Au(U3)按顺序移动到记录有单元记录图

形图案R (U4) 的单元记录域Au (U4)。

[0190] 因此,扫描控制器540将是这样的构成部分,其控制待由图像拍摄装置400拍摄的域的变化以便可以在待读出的所有位记录域中获得拍摄的图像。该控制可以通过基于由位记录域识别部分520对对准标记Q的检测结果的反馈控制来实现。即使在发生位置偏差的情况下,也可以如上所述进行轻微调整。

[0191] 然后,当位记录域识别部分520从拍摄图像中识别出第i位记录域Ab (i) 时,第i位记录域Ab (i) 的信息被提供给单元位矩阵识别部分530。单元位矩阵识别部分530执行基于位记录域Ab (i) 内的图案识别单元位矩阵的处理。例如,在图3所示的实例中,可以基于记录在位记录域Ab内的单元位图形图案P (U1) 来识别如图2的中部所示的由五行五列组成的单元位矩阵B (U1)。

[0192] 在图3所示的实例中,如第1部分所述,定义了等间隔布置的水平网格线X1至X7和等间隔布置的纵向网格线Y1至Y7,并且网格点L被定义为其每个交叉点。各个位图F和对准标记Q1至Q4均布置成其中央位于任何网格点L处。因此,单元位矩阵识别部分530能够通过以下过程执行用于识别单元位矩阵B (U1) 的处理。

[0193] 首先,基于由位记录域识别部分520识别的四组对准标记Q1至Q4的中央点位置来识别水平网格线X1和X7以及纵向网格线Y1和Y7。接下来,定义水平网格线X2至X6以均等地划分水平网格线X1与X7之间的空间,并且定义纵向网格线Y2至Y6以均等地划分纵向网格线Y1与Y7之间的空间。然后,可以执行确定水平网格线X2至X6与纵向网格线Y2至Y6相交的25个网格点的位置的处理,以判断位图F是否存在于这些网格点的每个位置。如上所述,可以基于拍摄图像上的亮度和暗度的分布来识别位图F。因此,允许位“1”与存在位图F的网格点的位置对应,并且允许位“0”与不存在位图F的网格点的位置对应,从而使得可以获得由图2的中部所示的五行五列组成的单元位矩阵B (U1)。

[0194] 因此,单元位矩阵识别部分530基于记录在第i位记录域Ab (i) 内的第i单元位图形图案P (Ui) 来执行识别第i单元位矩阵B (Ui) 的处理,并将结果提供给数据恢复部分550。单元位矩阵识别部分530将针对由位记录域识别部分520识别的所有位记录域重复执行用于通过相同方法识别单元位矩阵的处理。

[0195] 数据恢复部分550执行处理,通过该处理,从由单元位矩阵识别部分530以这种方式识别的各个单元位矩阵B (Ui) 来创建单元数据Ui,以合成各个单元数据Ui,从而恢复存储的数字数据D。例如,在图2所示的实例中,从四组单元位矩阵B (U1) 至B (U4) 创建四组单元数据U1到U4,以将它们耦接在一起,由此恢复原始数字数据D。

[0196] 到目前为止,已经通过参考图6的框图描述了根据先前发明的信息读出装置的基本实施方案。然而,上述信息读出装置对于从由根据先前发明的信息存储装置制备的信息记录介质M读出信息不是必需的。也可以通过使用例如光学测量装置、扫描电子显微镜或原子力显微镜来读出信息。

[0197] 如前所述,由根据先前发明的信息存储装置制备的信息记录介质M具有将位的二进制信息直接记录为物理结构的通用性。然后,如果可以通过某种方法放大记录表面以获得示出位图F存在与否的图像,则可以读出位信息。因此,即使在几百年或几千年之后找到信息记录介质M,并且如果在所涉及的时代有可用于识别物理结构的某种方式,则也可以读出位信息。当然,当发现介质处于被埋在地下的状态时,记录表面可能被附着的异物污染。

然而,通过洗涤可以很容易地除去异物,并且可以毫无困难地读出信息。

[0198] 采用任何读出方法都可以在信息记录表面上读出处于非接触状态的信息(在使用原子力显微镜的情况下,可以通过使用非接触模式以非接触状态读出信息)。在进行读出处理时,不存在记录表面可能被物理损坏的可能性,并且即使在重复进行读出处理时,也不会担心信息记录表面可能磨损。

[0199] 进一步地,图6所示的信息读出装置与图1所示的信息存储装置进行了组合,由此可以从信息记录介质M中的记录域的一部分读出信息,并且还可以将新信息存储在与记录域相邻的非记录域中。因此,可以提供一种一次写入型信息存储装置,其中在一个信息记录介质中按顺序执行新信息记录。当然,在将信息存储装置与信息读出装置组合的装置中,信息存储装置可用于执行将信息写入介质上的存储处理,并且此后,信息读出装置可用于验证所存储的信息。必要时也可以进行校正。

[0200] <<<第4部分,对准标记的变型>>>

[0201] 在第3部分中,已经描述了信息读出装置的基本实施方案。因此,在此,考虑到读出信息时的便利性,将描述在存储信息时记录的对准标记的变型。位图F起到指示待存储的原始信息的作用,而对准标记Q是在读出信息时用于对准的元信息(meta information)。

[0202] 在上述实施方案中,例如如图3所示,单元记录图形图案创建部分150执行将十字形对准标记Q1至Q4分别添加到矩形位记录域Ab外部的四个角的处理,从而创建单元记录图形图案。这些对准标记Q1至Q4用于进行对准,使得图6所示的信息读出装置的位记录域识别部分520能够识别位记录域Ab。

[0203] 然而,对准标记Q的形状、布置位置和数量不限于上述实施方案的形状、布置位置和数量。即,对准标记Q中的每一个可以采用任何形状,只要其可以与位图F区分开即可。此外,它们不必布置在位记录域Ab外部的四个角处,而是例如,它们可以布置在位记录域Ab的四个边之间的中央位置处。此外,对准标记Q的数量不一定局限于四组。

[0204] 图7包括平面图,其每一个示出了先前发明中使用的对准标记Q的变型。在每个平面图中,虚线包围的正方形表示位记录域Ab(为了方便起见,在内部用斜线来代替描绘出位图),单点划线包围的正方形表示单元记录域Au,并且布置在它们之间的圆形标记是对准标记Q。

[0205] 图7的(a)示出了对准标记Q11和Q12布置在矩形位记录域Ab附近的左上角和右上角的实例。将连接两组对准标记Q11、Q12的中央点的方向定义为水平坐标轴X,因此使得可以就位记录域Ab的布置指示一个坐标轴方向。在读出时,可以基于两组对准标记Q11、Q12识别水平坐标轴X。此外,纵向坐标轴Y可以被定义为与水平坐标轴正交的轴。因此,如果位记录域Ab呈现正确的矩形,则在各个位的读出处理中将不会出现问题。从这一点来看,在针对一个位记录域Ab添加两组对准标记的情况下,在执行读出处理的实践中不会出现问题。

[0206] 当然,对准标记可以单独地布置在位记录域Ab附近的左上角和左下角以限定纵向坐标轴y。也就是说,单元记录图形图案创建部分150可以通过在矩形位记录域Ab的四个角中的不在对角位置的两个角外部附近添加总共两组对准标记来创建单元记录图形图案。

[0207] 另一方面,图7的(b)示出了一个实例,其中总共添加了三组对准标记Q21、Q22、Q23,以便布置在矩形位记录域Ab的四个角中的三个角外部附近,从而创建单元记录图形图案。因此,如图所示,水平坐标轴X和纵向坐标轴Y都可以由三组对准标记Q21、Q22、Q23限定,

以进一步提高各个位的读出处理的精度。

[0208] 如上所述,在使用三组对准标记的情况下,如图8的实例所示,优选地,使相互相邻的单元记录图形图案的三组对准标记的布置模式有所不同。图8示出了多个单元记录域Au以二维矩阵形式布置的状态。这里,对于单元记录域Au(11)、Au(13)、Au(22)、Au(31)和Au(33),三组对准标记以图7的(b)所示的布置模式(即,仅右下角无对准标记的布置模式)布置。关于单元记录域Au(12)、Au(21)、Au(23)和Au(32),三组对准标记以相对于图7的(b)中给出的布置模式横向翻转的布置模式(即,仅左下角无对准标记的布置模式)布置。

[0209] 即,在为单元记录域Au的布置限定了行号 i ($i=1,2,3,\dots$)和列号 j ($j=1,2,3,\dots$)以将各个单元记录域表示为 $A(i,j)$ 的情况下,如图中所示,在 $(i+j)$ 是偶数的第一组中,采用了仅右下角无对准标记的布置模式,如图7的(b)中所示。而在 $(i+j)$ 是奇数的第二组中,采用了将图7的(b)横向翻转的布置模式,其中仅左下角无对准标记。

[0210] 如上所述,在两种布置模式中限定了三组对准标记,并且采用竖直或横向相邻的单元记录图形图案,其中标记以相互不同的模式布置。由此,可以防止当扫描控制器540扫描待拍摄的域时遗漏拍摄相邻单元记录域的错误。

[0211] 例如,在图8所示的实例中,假设扫描控制器540已经进行了这样的控制,即,首先将单元记录域Au(11)拍摄为待拍摄域,然后,允许待拍摄域在图中沿右侧方向移动,并且将与右侧相邻的单元记录域Au(12)作为待拍摄域。通常,进行这样的控制,即使得仅允许单元记录域Au移动与其间距相对应的距离,通过该距离可以将待拍摄的下一个域带到单元记录域Au(12)的位置。然而,在特定情况下引起移动距离误差并且待拍摄的域已经移动到单元记录域Au(13)的位置的情况下,将省略对单元记录域Au(12)进行读出处理。

[0212] 如果采用图8所示的布置模式,则即使在上述情况下也可以检测错误。即,假设在已拍摄了单元记录域Au(11)之后,遗漏了拍摄单元记录域Au(12),但拍摄了单元记录域Au(13),则将会使布置模式中的对准标记相同。因此,可以识别出遗漏了拍摄对单元记录域Au(12)。因此,执行了一项处理,通过该处理,待拍摄的域沿图中的左侧方向返回,并且可以进行修正以拍摄单元记录域Au(12)。如果发生纵向遗漏,也可以作出类似修正。

[0213] 作为用于识别发生遗漏的方法,存在用于提供两种布置模式的方法。此外,可以采用用于改变对准标记的形状的方法。例如,图9的(a)和图9的(b)各自示出了对准标记的形状发生改变的变型的一个实例。在图9的(a)所示的实例中,在图中所示的每个位置处布置有十字形标记Q31、三角形标记Q32和正方形标记Q33。相反,在图9的(b)所示的实例中,在图中所示的每个位置处布置有圆形标记Q41、菱形标记Q42和x形标记Q43。对准标记的上述两种模式在竖直方向和水平方向上交替设置,通过这两种模式可以识别遗漏的发生,如图8所示的实例那样。

[0214] 图10是示出先前发明中对准标记的布置模式的又一变型的平面图。在该变型中,将图8所示实例中的单元记录域Au(11)的对准标记改变成图9的(a)所示的对准标记。即,在以二维矩阵形式布置的多个单元记录域Au中,仅布置在第一行和第一列处的单元记录域Au(11)在待使用的对准标记的形状上有所不同。这是因为这样的考虑,即布置在第一行和第一列处的单元记录域Au(11)被设置成首先要读出的参考单元记录域,由此在进行读出处理时可以很容易地区分参考单元记录域。

[0215] 在采用图10所示的变型的情况下,单元记录图形图案创建部分150可以在参考单

元记录域处设置特定的单元记录域,以创建使用与相关参考单元记录域处的其他单元记录域的参考对准标记不同的参考对准标记的单元记录图形图案。在图中所示的实例中,在参考单元记录域Au(11)中使用图9的(a)中所示的参考对准标记,而在其他单元记录域中使用图8中所示的普通对准标记。因此,在进行读出处理时,首先,执行可以搜索图9的(a)所示的参考对准标记以识别要首先读出的参考单元记录域Au(11)的处理。

[0216] 即,如果图6所示的信息读出装置的图像拍摄装置400具有拍摄其大小能够包括至少一个单元记录域Au的待拍摄域的功能,则可以搜索图9的(a)所示的参考对准标记。因此,首先,扫描控制器540可以控制图像拍摄装置400调整要拍摄的域,使得可以基于图9的(a)所示的参考对准标记获得包括参考单元记录域Au(11)的域的拍摄图像。以这种方式,在完成从参考单元记录域Au(11)内的位记录域Ab(11)读出正确的位信息之后,扫描控制器540可以提供这样的控制,即使得允许待拍摄域根据布置的单元记录域Au的间距按顺序移动。

[0217] 当然,在这种情况下,如通过参考图8所描述,即使在特定情况下发生遗漏拍摄单元记录域Au(12)这种错误,也可以识别和校正该错误。此外,当出现微小位置偏差时,可以相应地调整偏差。

[0218] 进一步地,作为用于指示参考单元记录域Au(11)的方法,可以采用这样的方法,其中位图F不布置在参考单元记录域Au(11)内的位记录域Ab(11)处,而是布置唯一的识别标记,以代替采用使用与其它单元记录域的参考对准标记不同的参考对准标记的方法。位记录域Ab是最初用于通过布置位图F来记录待存储的数据的域。然而,唯一识别标记仅布置在参考单元记录域处,从而使得可以通过确认唯一识别标记来很容易地识别参考单元记录域。

[0219] 例如,在图8所示的域Au(11)中绘制大星形标记,由此可以容易地识别出域Au(11)是参考单元记录域。在这种情况下,原始信息不记录在域Au(11)内。然而,首先,进行位置调整,使得参考单元记录域Au(11)作为第一待拍摄域,并且此后,可以进行扫描,以便允许待拍摄域按顺序移动。如果参考单元记录域Au的大小可以肉眼可见,则在上述实例中可以可视地确认星形标记。然后,操作者能够肉眼地执行手动对准操作,以便使参考单元记录域Au(11)成为第一待拍摄域。

[0220] <<<第5部分,根据先前发明的信息存储过程和信息读出过程>>>

[0221] 在该部分将描述基本处理过程,其中先前发明被理解为过程的发明,即信息存储过程和信息读出过程。

[0222] 图11是示出根据先前发明的信息存储过程的基本处理程序的流程图。所述程序是用于执行信息存储过程的程序,其中数字数据被写入信息记录介质并存储。步骤S11至S16是由图1所示的存储处理计算机100执行的程序,步骤S17是由图1所示的光束曝光装置200执行的程序,步骤S18是由图1所示的图案化装置300执行的程序。

[0223] 首先,在步骤S11中,存储处理计算机100执行输入待存储的数字数据D的数据输入步骤。在随后的步骤S12中,存储处理计算机100执行单元数据创建步骤,其中以规定的位长度单元划分数字数据D以创建多个单元数据 U_i 。然后,在步骤S13中,存储处理计算机100执行单元位矩阵创建步骤,其中构成各个单元数据 U_i 的数据位以二维矩阵形式布置以创建单元位矩阵 $B(U_i)$ 。在步骤S14中,存储处理计算机100执行单元位图形图案创建步骤,其中单元位矩阵 $B(U_i)$ 被转换成布置在预定位记录域Ab内的几何图案,以创建单元位图形图案P

(U_i)。

[0224] 然后,在步骤S15中,存储处理计算机100执行单元记录图形图案创建步骤,其中将对准标记Q添加到单元位图形图案P(U_i)以创建单元记录图形图案R(U_i)。然后,在步骤S16中,存储处理计算机100执行绘制数据创建步骤,该步骤创建用于绘制单元记录图形图案R(U_i)的绘制数据E。

[0225] 然后,最后,在步骤S17中,执行光束曝光步骤,其中通过基于绘制数据E使用电子束或激光对作为信息记录介质的衬底S进行光束曝光来进行绘制。在步骤S18中,执行图案化步骤,其中对曝光的衬底进行图案化处理以创建信息记录介质M,在该信息记录介质M中,根据绘制数据E形成物理结构化图案。

[0226] 相比之下,图12是示出根据先前发明的信息读出过程的基本处理程序的流程图。这些程序是用于根据图11所示的程序执行用于读出存储在信息记录介质M中的数字数据的信息读出过程的程序。步骤S21是由图6所示的图像拍摄装置400执行的程序,步骤S22至S27是由图6所示的读出处理计算机500执行的程序。

[0227] 首先,在步骤S21中,执行图像拍摄步骤,其中图像拍摄装置400用于放大和拍摄作为信息记录介质M的记录表面的一部分的待拍摄域,以将由此获得的拍摄图像捕获为图像数据。然后,在步骤S22中,执行拍摄图像储存步骤,其中读出处理计算机500储存拍摄图像。在步骤S23中,执行位记录域识别步骤,其中读出处理计算机500从储存在拍摄图像储存步骤中的拍摄图像中检测对准标记,以识别各个位记录域A_b。

[0228] 在已在位记录域识别步骤中成功识别出位记录域A_b的情况下,程序通过步骤S24移动到步骤S25。在识别位记录域A_b失败的情况下,即,在当拍摄时发生位置偏差并且拍摄图像中不包括完整的位记录域A_b的情况下,程序返回到步骤S21并且再次执行图像拍摄步骤。此时,图像拍摄装置执行处理,通过该处理改变待拍摄的域,以便可以获得正确的拍摄图像。

[0229] 在步骤S25中,执行单元位矩阵识别步骤,其中读出处理计算机500基于位记录域A_b内的图案识别单元位矩阵B(U_i)。通过步骤S26重复执行该处理,直到完全识别出所有必要的域。即,通过图像拍摄装置控制待拍摄域的变化,以便读出处理计算机500获得待读出的所有位记录域A_b的拍摄图像,从而重复从图像拍摄步骤的步骤S21开始的一系列处理。

[0230] 最后,在步骤S27中,执行数据恢复步骤,其中读出处理计算机500从在步骤S25的单元位矩阵识别步骤中识别的各个单元位矩阵B(U_i)创建单元数据U_i,以合成各个单元数据U_i,从而恢复存储的数字数据D。

[0231] <<<第6部分,制造根据本发明的信息记录介质的方法>>>

[0232] 在第1部分至第5部分中,已经描述了先前发明(日本专利公开第2015-185184号)。根据先前发明的信息存储过程,可以在具有长期耐久性的信息记录介质中高度集成地记录数字数据。然而,无论所涉及的信息记录介质的耐用性如何,都不可能完全避免信息的丢失。甚至诸如石英玻璃衬底的耐用介质也可能破损或丢失。

[0233] 本发明的特征在于,利用由先前发明制备的信息记录介质作为原版副本来制备其复制品,从而制备其中已记录有相同数字数据的多个信息记录介质。当然,本发明与先前发明的类似之处在于,使用具有长期耐久性的信息记录介质作为用于记录的介质,并且类似之处还在于,以高度集成的方式将数据记录在介质中。然而,在本发明中,相同的数字数据

被分别记录在多个信息记录介质中,因此导致冗余增加。因此,如果介质之一意外损坏或丢失,则可以从另一介质读出数据,从而防止信息丢失。

[0234] 在根据本发明的用于制造信息记录介质的方法中,为了制备多个信息记录介质,每个信息记录介质记录相同的数字数据,将执行以下三个步骤,即原版介质制备步骤、中间介质制备步骤和复制介质制备步骤。这里,原版介质制备步骤是指执行用于将待存储的数字数据记录为在第一记录介质G1的记录表面上的凹陷和凸起结构图案的过程以制备原版介质M1的步骤。中间介质制备步骤是指执行将记录在原版介质M1中的凹陷和凸起结构图案转印到第二记录介质G2的记录表面上的过程以制备中间介质M2的步骤。复制介质制备步骤是指执行用于将记录在中间介质M2中的凹陷和凸起结构图案转印到第三记录介质G3的记录表面上的过程以制备复制介质M3的步骤。

[0235] 如上所述,根据本发明的用于制造信息记录介质的方法由用于制备原版介质M1的原版介质制备步骤、用于制备中间介质M2的中间介质制备步骤和用于制备复制介质M3的复制介质制备步骤构成。在下文中,将按顺序描述这些步骤中的每一个步骤的具体细节。

[0236] 首先,可以按原样利用在先前发明的第1部分至第5部分中描述的信息存储过程作为原版介质制备步骤。即,如图4的(a)所示,使用石英玻璃衬底10作为第一记录介质G1,在第一记录介质G1(石英玻璃衬底10)的表面上形成抗蚀剂层20。如图4的(b)所示,在抗蚀剂层20的表面上进行光束曝光以绘制示出待存储的数字数据的位信息的图形图案,从而形成曝光部分21和未曝光部分22。然后,如图4的(c)所示,对抗蚀剂层进行显影以除去其一部分(在图中所示的实例的情况下,曝光部分21)。并且,如图4的(d)所示,可以以抗蚀剂层的剩余部分23作为掩模进行蚀刻处理,剥离和除去抗蚀剂层的剩余部分23,从而制备由石英玻璃衬底组成的信息记录介质M。

[0237] 如在第2部分中所述,在信息记录介质M的上面形成物理凹陷和凸起结构,并且位“1”和位“0”由凹陷C和凸起V表示。这里,如此获得的信息记录介质M被称为原版介质M1,并且在其表面上形成的物理凹陷和凸起结构图案被称为第一凹陷和凸起结构图案。在图4(e)所示的实例中,原版介质M1由石英玻璃衬底11构成,石英玻璃衬底11的上面形成示出数字数据“10110”的第一凹陷和凸起结构图案。

[0238] 如上所述,在使原版介质M1可用之后,执行中间介质制备步骤和复制介质制备步骤。图13是示出中间介质制备步骤和复制介质制备步骤的轮廓的侧面剖视图(仅示出剖面,而未示出背面的结构)。图13的(a)示出了通过图4所示的方法制备的原版介质M1。即,图13的(a)所示的原版介质M1与图4的(e)所示的信息记录介质M(处理后的石英玻璃衬底11)相同,其上面具有示出数字数据“10110”的第一凹陷和凸起结构图案。

[0239] 图13的(b)~(d)均为示出中间介质制备步骤的过程的侧面剖视图。在该中间介质制备步骤中,利用原版介质M1的表面上形成的第一凹陷和凸起结构图案进行形状形成过程,以在第二记录介质G2的记录表面上形成与第一凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第二凹陷和凸起结构图案,从而执行用于制备中间介质M2的处理。

[0240] 在图13的(b)所示的实例的情况下,提供双层结构介质作为第二记录介质G2,其中固化之前在树脂支撑层65的上面涂覆紫外线固化树脂层61。并且,使原版介质M1的凹陷和凸起结构面与紫外线固化树脂层61的上表面接触并进行按压,由此第一凹陷和凸起结构图案便成形并被转印到紫外线固化树脂层61的上面。如图13的(c)所示,在该状态下,照

射紫外线以固化紫外线固化树脂,从而形成已经固化的紫外线固化树脂层62。由此,凹陷和凸起结构图案的转印步骤进行完毕。如图13的(d)所示,剥离原版介质M1以提供中间介质M2,该中间介质M2是由固化的紫外线固化树脂层62和树脂支撑层65组成的双层结构介质。中间介质M2的上面形成与第一凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第二凹陷和凸起结构图案。

[0241] 然后,执行图13的(e)至(h)所示的复制介质制备步骤。在复制介质制备步骤中,将石英玻璃衬底70用作第三记录介质G3,并且利用在中间介质M2的表面上形成的第二凹陷和凸起结构图案进行形状形成过程,以在第三记录介质G3的记录表面上形成与第二凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第三凹陷和凸起结构图案。

[0242] 在图13(e)所示的实例的情况下,提供了双层结构体,其中固化之前在构成第三记录介质G3的石英玻璃衬底70的上面涂覆紫外线固化树脂层80,并且将中间介质M2放置在双层结构体上方,使中间介质M2的凹陷和凸起结构面与紫外线固化树脂层80的上表面接触并进行按压,由此第二凹陷和凸起结构图案成形并被转印到第二紫外线固化树脂层80的上面。如图13(f)所示,在该状态下,照射紫外线以固化紫外线固化树脂,从而形成已经固化的紫外线固化树脂层81。并且,凹陷和凸起结构图案的转印步骤进行完毕。

[0243] 然后,如图13的(g)所示,剥离中间介质M2以制备由固化的紫外线固化树脂层81和石英玻璃衬底70组成的双层结构介质。这里,在这样固化的紫外线固化树脂层81的上面形成与第二凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第三凹陷和凸起结构图案。由于凹陷和凸起结构,紫外线固化树脂层81上形成厚部和薄部。因此,以厚部作为掩模,对石英玻璃衬底70进行蚀刻处理,剥离并除去紫外线固化树脂层81,如图13的(h)所示,得到由表面具有第三凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底71组成的复制介质M3。

[0244] 这里,将图13的(a)所示的形成在原版介质M1上的第一凹陷和凸起结构图案与图13的(e)所示的形成在中间介质M2上的第二凹陷和凸起结构图案进行比较,发现由于通过形状形成进行的转印,它们的凹陷和凸起彼此关系相反。此外,将图13的(e)所示形成在中间介质M2上的第二凹陷和凸起结构图案与图13的(h)所示的形成在复制介质M3上的第三凹陷和凸起结构图案进行比较,发现由于通过形状形成进行的转印,它们的凹陷和凸起也彼此关系相反。因此,图13的(a)所示的形成在原版介质M1上的第一凹陷和凸起结构图案和图13的(h)所示的形成在复制介质M3上的第三凹陷和凸起结构图案毫无疑问地具有相同的凹陷和凸起结构。

[0245] 注意,为了便于描述,描绘了图13中所示的各个介质的布置。在实际过程中,不必以这种方式(特别是以竖直关系)布置介质。例如,在图13的(b)至(d)所示的中间介质制备步骤的过程中,示出了将原版介质M1放置在上方而将第二记录介质G2放置在下方的实例。然而,它们可以颠倒放置。类似地,在图13的(e)至(g)中所示的复制介质制备步骤的过程中,示出了中间介质M2放置在上方而第三记录介质G3放置在下方的实例。它们也可以颠倒放置。在描述本发明的过程中,为了便于描述,诸如上方、下方、上面或下面等词示出了相对概念,并且在实际过程中未示出绝对竖直关系。

[0246] 因此,图13的(h)所示的复制介质M3实际上是图13的(a)所示的原版介质M1的复制品,并且从复制介质M3读出的信息与从原版介质M1读出的信息(在图中所示的实例的情况下为10110)相同。这里,从原版介质M1制备复制介质M3的过程可以重复执行任意次数。此

外,从中间介质M2制备复制介质M3的过程也可以重复执行任意次数。当然,复制介质M3可以代替原版介质M1用于制备中间介质M4或复制介质M5。

[0247] 如上所述,在本发明中,已将待存储的数字数据记录为暴露在介质表面上的凹陷和凸起结构。因此,可以通过形状形成过程将凹陷和凸起结构转印到另一介质。基于原版介质M1通过第一次转印获得的中间介质M2将设有已反转的凹陷和凸起结构。基于中间介质M2通过第二次转印获得的复制介质M3将通过两次翻转而设有与原始原版介质M1相同的凹陷和凸起结构。因此,复制介质M3能够执行与原版介质M1相同的信息记录介质的功能。

[0248] 在图13所示的实例中,石英玻璃衬底被用作原版介质M1和复制介质M3,这两者都可以表现出长期耐久性。如上所述,根据本发明,制备多个信息记录介质,每个信息记录介质均记录相同的数字数据,以确保冗余,并且每个信息记录介质均具有长期耐久性。

[0249] 原版介质M1和复制介质M3不一定由单层石英玻璃衬底构成。如在第8(1)部分中描述的修改实例中所示,可以使用由多层构成的衬底,其中石英玻璃衬底的上面形成有铬层。简而言之,在原版介质制备步骤中,可以使用包括石英玻璃衬底的介质作为第一记录介质G1,从而制备包括石英玻璃衬底的原版介质。并且,在复制介质制备步骤中,可以使用包括石英玻璃衬底的介质作为第三记录介质G3,从而制备包括石英玻璃衬底的复制介质。

[0250] 进一步地,在图13所示的实例中,使用柔性介质作为树脂支撑层65,并且将紫外线固化树脂层61设置为使得固化后具有柔性的厚度。因此,在中间介质制备步骤中制备的中间介质M2是作为具有柔性的介质(在所涉及的应用中,为了便于描述,各个附图在每个部分的尺寸比方面变形,并且未如实地示出实际尺寸比)。因此,即使使用刚性石英玻璃衬底作为原版介质M1和复制介质M3,也可以通过利用中间介质M2的柔性来从该刚性石英玻璃衬底剥离,从而使得可以防止在原版介质M1和复制介质M3的表面上形成的凹陷和凸起结构破损。

[0251] 具体而言,在图13的(d)所示的过程中,需要从中间介质M2(树脂支撑层65和已固化的紫外线固化树脂层62)剥离原版介质M1。具有柔性的中间介质M2可以容易地弯曲并从另一介质剥离。因此,可以防止在原版介质M1的表面上形成的凹陷和凸起结构破损。同样,在图13的(g)所示的过程中,需要从中间介质M2剥离固化后的紫外线固化性树脂层81。同样在这种情况下,柔性中间介质M2也可以弯曲并且容易地与另一介质分离。因此,可以防止紫外线固化树脂层81的表面上形成的凹陷和凸起结构破损。此外,即使介质之间夹杂异物,如果中间介质M2具有柔性,也可以防止介质之一损坏。

[0252] <<<第7部分,本发明的更具体的实例>>>

[0253] 这里,将参照图14至图17描述本发明的更具体的实例。在该实例中,使用由在石英玻璃衬底的上面形成铬层的多个层组成的衬底作为用于原版介质制备步骤的第一记录介质G1和用于复制介质制备步骤的第三记录介质G3。如下所述,通过插置铬层,可以更适当地对石英玻璃衬底进行蚀刻。

[0254] 图14是示出本发明的原版介质制备步骤的具体处理过程的侧面剖视图(仅示出剖面,而未示出背面的结构)。原版介质制备步骤的基本程序已经在第2部分中参照图4进行了描述。然而,图4所示的程序是如图4的(a)所示使用单层石英玻璃衬底10作为第一记录介质G1的程序。与之相反,图14所示的程序是其中将石英玻璃衬底10的上面形成有铬层15的多层衬底用作第一记录介质G1的那些程序。

[0255] 因此,在这里描述的处理过程中,首先,如图14的(a)所示,其中将石英玻璃衬底10的上面已形成铬层15的介质作为第一记录介质G1,并且在第一记录介质G1的上面(铬层15的上面)形成抗蚀剂层20。在这里示出的实例的情况下,在石英玻璃衬底10的上面形成100nm厚的铬层15,石英玻璃衬底10是一个边为152mm且厚度为6.35mm的正方形,并且还在其上面形成具有400nm厚度的正性抗蚀剂层20。具有该厚度的石英玻璃衬底10能够用作具有足够刚性的衬底。

[0256] 然后,如图14的(b)所示,使用图1所示的光束曝光装置200通过激光在抗蚀剂层20的表面上进行光束曝光,由此在绘制示出待存储的数字数据的位信息的图形图案之后,对抗蚀剂层20进行显影以除去其一部分。在正性抗蚀剂用作抗蚀剂层20的情况下,曝光部分通过显影溶解并被除去,因此,未曝光部分22保留在铬层15的上面。

[0257] 然后,如图14的(c)所示,以抗蚀剂层的剩余部分23作为掩模,对铬层15进行蚀刻处理。具体地,例如,使用氯气(Cl_2)进行干法蚀刻,由此可以蚀刻并除去铬层15的暴露域。然后剥离并除去抗蚀剂层的剩余部分23。

[0258] 然后,如图14的(d)所示,这一次,将铬层的剩余部分16作为掩模在预定深度处对石英玻璃衬底10执行蚀刻处理,从而在其表面上形成具有凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底11。具体地,例如,使用四氟化碳气体(CF_4)进行干法蚀刻,从而使得可以蚀刻并除去石英玻璃衬底10的暴露域。

[0259] 最后,如图14的(e)所示,剥离并除去铬层的剩余部分16,从而可以制备由表面上具有凹陷和凸起结构图案石英玻璃衬底11组成的原版介质M1。图14的(e)所示的原版介质M1与图4的(e)所示的信息记录介质M对应,并且图中所示的实例是记录了数字数据“10110”的介质。凹陷深度约为120nm。

[0260] 另一方面,图15是示出本发明的中间介质制备步骤的具体处理过程的侧面剖视图(仅示出剖面,而未示出背面的结构)。中间介质制备步骤的基本步骤如第6部分中参照图13的(b)至(d)所述。这里,将描述通过使用压辊的更具体的处理过程。在图15中,原版介质M1和第二记录介质G2以与图13的(b)至(d)中所示的垂直关系相反的布置示出。

[0261] 如前所述,在这里描述的实例的情况下,图14的(e)所示的原版介质M1是正方形石英玻璃衬底。这里,如图15的(a)所示,通过沿着构成原版介质M1的上面的正方形的一侧以线性方式在固化之前涂覆紫外线固化树脂来形成紫外线固化树脂贮存器60(在图15(a)所示的实例的情况下,紫外线固化树脂贮存器60用作在垂直于片材的方向上延伸的堤)。紫外线固化性树脂包括任何树脂,只要其是具有通过紫外线(UV)照射而固化的性质的树脂即可。此外,并不总是需要使用紫外固化树脂,而是可以使用通过照射任何给定的特定波长的光而固化的树脂(在这种情况下,在稍后描述的UV照射步骤中,将照射具有特定波长的光)。

[0262] 然后,如图15的(b)所示,将由具有柔性的片状构件制成的树脂支撑层65放置在原版介质M1上方,并且通过使用压辊来按压其上面。图中示出了压辊从右端位置R1滚动到左端位置R2的状态,由此从上面按压树脂支撑层65。在过程中,紫外线固化性树脂贮存器60滚动并涂覆在原版介质M1的表面上形成的凹陷和凸起结构的上面,以形成紫外线固化性树脂层61。也就是说,紫外线固化树脂通过压辊的压力涂覆在原版介质M1的表面上,并且还填充到原版介质M1的凹陷中。在这里示出的实例的情况下,压辊以0.3MPa的压力向下压,并且以2.0毫米/秒的移动速度滚动。需要时,可加热紫外线固化树脂。

[0263] 此时,调整紫外线固化树脂层61的涂覆厚度以便在固化后呈现柔性。简而言之,在该轧制过程中,可以在原版介质M1的表面上形成的凹陷和凸起结构的上面涂覆具有将通过光照射而固化的性质的树脂层,从而使得具有在固化之后可以呈现柔性的厚度。

[0264] 实际上,优选在轧制过程之前在其上形成有凹陷和凸起结构的原版介质M1的表面上进行一定的释放处理,从而可以促进用于剥离中间介质M2的后续过程。具体而言,可以在形成有凹陷和凸起结构的面上涂覆能有效剥离紫外线固化树脂的释放剂。

[0265] 树脂支撑层65可以由任何材料制成,只要它是具有柔性的片状构件即可。这里,厚度为0.1mm的PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)膜用作树脂支撑层65。树脂支撑层65可以具有任何尺寸,只要树脂支撑层65能够充分覆盖其上形成有凹陷和凸起结构的原版介质M1的面即可。这里,由于原版介质M1是一边为152mm的正方形,所以将尺寸为210×297mm的PET膜用作树脂支撑层65以充分覆盖介质。

[0266] 这里,实际上,优选在PET膜(树脂支撑层65)的下面上进行某些提高粘合性的处理以提高与紫外线固化树脂层61的粘合性。例如,用于通过电晕放电照射来改性表面的电晕处理在提高粘附性方面是很有效的。

[0267] 因此,在图15(b)所示的轧制过程中,紫外线固化树脂层61被涂覆在原版介质M1的上面,其厚度在固化之后将使其呈现柔性,并且具有柔性的树脂支撑层65也被层压在紫外线固化树脂层61的上面。由紫外线固化树脂层61和树脂支撑层65构成的层压结构体与用于制备图13的(b)所示的中间介质M2的第二记录介质G2对应。

[0268] 然后,通过紫外线照射使固化前的紫外线固化树脂层61固化,然后,如图15的(c)所示,获得固化后的紫外线固化树脂层62。在图中所示的实例的情况下,从下方(从原版介质M1的下面)照射紫外线。然而,可以从上方紫外线照射,或者可以从上方和下方照射。由于原版介质M1由石英玻璃衬底构成,所以其对于紫外线具有足够的透光性。即使从下方照射紫外线,也能够有效地对树脂进行紫外线照射。

[0269] 最后,如图15的(d)所示,由固化树脂层62和树脂支撑层65组成的层压结构体利用其柔性弯曲,并从原版介质M1剥离。中间介质M2由这样剥离的层压结构体形成。

[0270] 在图15所示的实例中,如图15的(b)所示,压辊的轧制过程完成,并且紫外线固化树脂层61被轧制并充分涂覆在原版介质M1上。然后,如图15的(c)所示照射紫外线。但是,在进行图15的(b)所示的轧制过程的同时,也可以照射紫外线。

[0271] 最后,将通过参考图16和图17的侧面剖视图(仅示出剖面,而未示出背面的结构)来描述本发明中复制介质制备步骤的具体处理过程。复制介质制备步骤的基本过程如第6部分中通过参考图13的(e)至(h)所述。这里,将描述在石英玻璃衬底70的上面形成铬层75并且使用压辊的处理过程。

[0272] 首先,如图16的(a)所示,提供在石英玻璃衬底70的上面形成铬层75的介质作为第三记录介质G3,并且在第三记录介质G3的上面(铬层75的上面)形成紫外线固化树脂层80。在这里示出的实例的情况下,在厚度为6.35mm的石英玻璃衬底70的上面形成100nm厚的铬层75,石英玻璃衬底70是一边为152mm的正方形,并且还在石英玻璃衬底70的上面涂覆厚度为85nm的紫外线固化树脂层80。具有上述厚度的石英玻璃衬底70用作具有足够刚性的衬底。用于涂覆紫外线固化树脂层80的方法可以包括例如通过旋转、喷墨或喷涂的方法以及通过使用刮板(丝网印刷,具体地,允许涂覆在穿孔板上的材料通过使用刮板穿过孔落

下)的方法。

[0273] 只要是具有通过紫外线照射而固化的性质的树脂均可作为紫外线固化性树脂层80进行涂覆。此外,不一定需要使用紫外线固化树脂。可以使用这种通过具有任何特定波长的光的照射而固化的树脂(在这种情况下,在稍后描述的紫外线照射过程中,照射具有特定波长的光)。

[0274] 然后,如图16的(b)所示,将中间介质M2(图15的(d)所示的中间介质M2)放置在紫外线固化树脂层80上方,其凹陷和凸起结构表面指向下方。然后,覆盖并按压紫外线固化树脂层80的上面,使得紫外线固化树脂层80的树脂填充到中间介质M2的凹陷和凸起结构表面上的凹陷中。这里,如图所示,采用了通过压辊向下按压中间介质M2的上面的方法。图中示出压辊放置在右端位置R3的状态。此后,压辊被向下放置并滚动到左端位置R4,由此中间介质M2的凸起嵌入到紫外线固化树脂层80中,并且树脂可以填充到中间介质M2的凹陷中。在这里示出的实例的情况下,压辊在0.3MPa的压力下被向下按压,并且允许其以2.0毫米/秒的速度移动,从而按压中间介质M2。可以在需要时加热紫外可固化树脂。

[0275] 然后,如图16的(c)所示,通过紫外线照射使固化前的紫外线固化树脂层80固化,从而获得固化后的紫外线固化树脂层81。在图中所示的实例的情况下,从下方(从石英玻璃衬底70的下面)照射紫外线。可以从上方照射或者可以从上方和下方照射紫外线。如上所述,石英玻璃衬底对于紫外线具有足够的透光性,并且当从下方照射紫外线时,可以有效地对树脂进行紫外线照射。

[0276] 然后,如图17的(a)所示,利用中间介质M2的柔性使中间介质M2弯曲并从固化的紫外线固化树脂层81剥离,从而获得由固化的紫外线固化树脂层81、铬层75和石英玻璃衬底70组成的三层结构介质。在固化的紫外线固化树脂层81的上面形成已转印的凹陷和凸起结构图案,并且通过凹陷和凸起结构在紫外线固化树脂层81上形成厚部和薄部。因此,利用厚部作为掩模对铬层75进行蚀刻处理,从而除去铬层75的一部分。

[0277] 具体地,如图17的(a)的下部所示,从具有厚部和薄部的紫外线固化树脂层81的上面使用氯气(Cl_2)进行干法蚀刻,由此,如图17的(b)所示,蚀刻并除去紫外线固化树脂层81的薄部,并且还可以蚀刻并除去铬层75的暴露域。在这种情况下,紫外固化树脂层81通过使用氯气的蚀刻在厚部发生腐蚀,并且厚度减小。然而,在完全除去薄部之后,厚部将保留为剩余的紫外线固化树脂层82,从而用作铬层75的掩模。结果,被剩余的紫外线固化树脂层82覆盖的部分保留为铬层的剩余部分76。

[0278] 作为从图17的(a)的下部所示的状态开始蚀刻图17的(b)所示的铬层75的另一种方法,首先,从具有厚部和薄部的紫外线固化树脂层81的上表面开始,使用氧气(O_2)对紫外线固化树脂层81进行干法蚀刻,并且在除去薄部以暴露铬层75时,蚀刻气体从氧气(O_2)变为氯气(Cl_2),并且可以以剩余的紫外线固化树脂层82作为掩模来蚀刻铬层75。

[0279] 然后,如图17的(c)所示,在剥离并除去剩余的紫外线固化树脂层82之后,此时,以铬层的剩余部分76作为掩模,将石英玻璃衬底70蚀刻到规定深度,从而在其表面上形成具有凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底71。具体地,例如,使用四氟化碳气体(CF_4)进行干法蚀刻以蚀刻并除去石英玻璃衬底70的暴露域。

[0280] 最后,如图17(d)所示,剥离并除去铬层的剩余部分76,从而可以形成复制介质M3,该复制介质M3由其表面上具有凹陷和凸起结构图案的石英玻璃衬底71制成。图17(d)所示

的复制介质M3将是记录与图14的(e)所示的原版介质M1相同的数字数据“10110”的介质。凹陷深度约为120nm。

[0281] <<<第8部分,本发明的修改实例>>>

[0282] 本发明涉及一种制造信息记录介质的方法,其中制备了多个信息记录介质,每个信息记录介质均记录相同的数字数据。到目前为止已经通过参考附图描述了其代表性实施方案。这里,将描述本发明的一些修改实例。

[0283] (1) 铬层的处理

[0284] 在图14所示的原版介质制备步骤中,如图14的(a)所示,其中将石英玻璃衬底10的上面已形成铬层15的介质用作第一记录介质G1。类似地,在图16所示的复制介质制备步骤中,如图16的(a)所示,其中将石英玻璃衬底70的上面已形成铬层75的介质用作第三记录介质G3。如上所述,使用铬层使得能够对石英玻璃衬底进行更适当的蚀刻。

[0285] 例如,在对图14的(d)所示的石英玻璃衬底11进行的蚀刻过程中,可以以铬层的剩余部分16作为掩模,使用四氟化碳气体(CF₄)进行干法蚀刻。在图17(c)所示的石英玻璃衬底71上进行的蚀刻过程中,也可以以铬层的剩余部分76为掩模进行同样的干法蚀刻。

[0286] 在到目前为止描述的实例中,由于铬层被用作在石英玻璃衬底上进行的蚀刻过程的掩模,因此铬层用作掩模之后的剩余部分16或76将最终被除去。然而,不一定需要除去铬层的剩余部分16或76。例如,由石英玻璃衬底11和图14的(d)所示的铬层的剩余部分16组成的双层结构介质可以原样用作原版介质M1。类似地,由石英玻璃衬底71和图17的(c)所示的铬层的剩余部分76组成的双层结构介质可以原样用作复制介质M3。

[0287] 在第2部分中,通过参考图5的(b)至(d),示出了一个修改实例,其中在信息记录介质M的凹陷C或凸起V的表面上或者在它们两者的表面上形成附加层。因此,根据本发明的原版介质M1或复制介质M3不一定由单层石英玻璃衬底构成,而是可以包括另一附加层,只要该附加层是包括石英玻璃衬底的介质即可。因此,可以原样使用图14的(d)所示的双层结构体作为原版介质M1,并且可以原样使用图17的(c)所示的双层结构体作为复制介质M3。

[0288] 最初,在假定原版介质M1和复制介质M3会存储几百年的情况下制备原版介质M1和复制介质M3时,优选的是,如迄今给出的实例中所述,最终除去铬层的剩余部分16或剩余部分76,以制备由图14的(e)所示的单层石英玻璃衬底组成的原版介质M1或由图17的(d)所示的单层石英玻璃衬底组成的复制介质M3。这是因为,考虑到它们储存几百年的事实,由金属制成的铬层可能受到大气成分的腐蚀。即使假设储存期为几百年至几千年,也能期望单层石英玻璃基底表现出足够的坚固性。

[0289] (2) 具有灵活性的原版介质和复制介质

[0290] 在第7部分所述的实例中,作为在原版介质制备步骤中使用的的第一记录介质G1(参照图14的(a)),使用了其中石英玻璃衬底10的上面形成厚度为6.35mm的铬层15的介质。因此,最终获得的原版介质M1(参照图14的(e))是具有足够刚性的介质。类似地,作为复制介质制备步骤中使用的第三记录介质G3(参考图16的(a)),使用了其中石英玻璃衬底70的上面形成厚度为6.35mm的铬层75的介质,因此,最终获得的复制介质M3(参考图17的(d))是具有足够刚性的介质。

[0291] 相比之下,作为在中间介质制备步骤中使用的第二记录介质G2(参考图15的(b)),使用了双层结构介质,其中在由0.1mm厚的PET膜制成的树脂支撑层65上涂覆紫外线固化树

脂层61,从而得到使得固化后将呈现柔性的厚度。因此,最终得到的中间介质M2(参照图15(d))是具有柔性的介质。

[0292] 因此,原版介质M1和复制介质M3各自是具有刚性的介质,而中间介质M2是具有柔性的介质。这将是执行本发明的最优选实施方案。即,在本发明中,原版介质M1和复制介质M3是待制备的原始目标(构成多个信息记录介质的介质,每个信息记录介质均记录相同的数字数据),起到以长期耐久性保持信息的作用。在发挥上述作用时,通常优选具有刚性的介质。

[0293] 与之相反,中间介质M2起到临时复制记录在原版介质M1上的第一凹陷和凸起结构图案作为第二凹陷和凸起结构图案,并且将其转印到作为第三凹陷和凸起结构图案的复制介质M3上的作用,而不起到以长期耐久性保持信息的作用。因此,中间介质M2不必是具有刚性的介质。此外,在原版介质M1和复制介质M3均由具有刚性的介质构成的情况下,要求中间介质M2是具有柔性的介质。

[0294] 这是因为在中间介质制备步骤的形状形成过程中或在复制介质制备步骤的形状形成过程中,具有柔性的中间介质M2可以弯曲并从另一介质剥离。例如,在图15的(d)所示的中间介质制备步骤中,当从原版介质M1剥离中间介质M2时,可以使用中间介质M2的柔性来弯曲中间介质M2,由此可以容易地从由刚性体制成的原版介质M1剥离中间介质M2。类似地,在图17的(a)所示的复制介质制备步骤中,当从已经固化的紫外线固化树脂层81剥离中间介质M2时,可以使用中间介质M2的柔性来弯曲中间介质M2,由此可以容易地从在作为刚性体的石英玻璃衬底70上形成的紫外线固化树脂层81剥离中间介质M2。

[0295] 此外,即使在每个步骤的形状形成过程中介质之间夹杂有异物,也可以通过使用中间介质M2的柔性来避免对应介质的损坏。例如,即使在图15的(b)所示的中间介质制备步骤的轧制过程中原版介质M1的凹陷和凸起结构表面中混入某一异物,并且该异物在固化之后被嵌入紫外线固化树脂层62中,在图15的(d)所示的剥离过程中,由于中间介质M2具有柔性,所以原版介质M1可以被剥离而其凹陷和凸起结构表面不会被异物损坏。图17的(a)所示的复制介质制备步骤的剥离过程也是如此。

[0296] 因此,作为原版介质M1的原件的第一记录介质G1和作为复制介质M3的原件的第三记录介质G3均被称为“第一属性介质”,而作为中间介质M2的原件的第二记录介质G2被称为“第二属性介质”。在这种情况下,“第一属性介质”是在长期耐久性地保持信息中起作用的介质,而“第二属性介质”是在转印凹陷和凸起结构图案中起作用的介质。因此,在到目前为止描述的实例中,使用包括厚度使得能够呈现刚性的石英玻璃衬底的介质作为第一属性介质,并且使用具有柔性的介质作为第二属性介质,因此使得制备具有刚性的原版介质M1和具有刚性的复制介质M3。

[0297] 然而,也可以使用具有柔性的介质作为原版介质M1和复制介质M3。如上所述,通常认为具有刚性的介质优选作为用于保持信息的介质,并且确保了长期耐久性。然而,考虑到施加过大物理力的情况,可能存在具有柔性的介质比具有刚性的介质表现出更高耐用性的情况。在这一点上,可以使用具有柔性的介质作为原版介质M1和复制介质M3。

[0298] 在前面描述的实例中,使用了在厚度为6.35mm的石英玻璃衬底上形成铬层的介质作为第一记录介质G1和第三记录介质G3。具有该厚度的介质可用作具有足够刚性的介质。即使石英玻璃衬底的厚度减小到350 μ m或更小,也能提供柔性。因此,通过使用这种厚度使

得其能够呈现柔性的石英玻璃衬底,可以制备均具有柔性的原版介质M1和复制介质M3。

[0299] 也就是说,使用包括厚度使得其呈现柔性的石英玻璃衬底的介质作为第一属性介质(第一记录介质G1和第三记录介质G3),而使用具有刚性的介质(例如,使用合成树脂板来代替上述PET膜)作为第二属性介质(第二记录介质G2),从而使得可以制备具有柔性的原版介质M1和具有柔性的复制介质M3。在这种情况下,中间介质M2是具有刚性的介质,并且在剥离过程中,作为中间介质M2的对应物的柔性介质可以弯曲并从其剥离。

[0300] 当然,所有介质均可以由柔性介质构成。也就是说,使用包括厚度使得其呈现柔性的石英玻璃衬底的介质作为第一属性介质(第一记录介质G1和第三记录介质G3),并且还使用具有柔性的介质(例如,使用上述实例中描述的PET膜的介质)作为第二属性介质(第二记录介质G2)。由此,制备具有柔性的原版介质M1,并且还使用具有柔性的中间介质M2,由此可以制备具有柔性的复制介质M3。

[0301] 简言之,在执行本发明时,第一属性介质(第一记录介质G1和第三记录介质G3)和第二属性介质(第二记录介质G2)中的至少一个将是具有柔性的介质。并且,在中间介质制备步骤的形状形成过程和复制介质制备步骤的形状形成过程中,具有柔性的介质可以弯曲并从另一介质剥离。

[0302] (3) 记录位图的方法

[0303] 在图14的(e)所示的原版介质M1中,构成凹陷和凸起结构表面的凹陷C示出位“1”,凸起V示出位“0”,从而在其上面形成示出数字数据“10110”的凹陷和凸起结构图案。对于图17的(d)所示的复制介质M3也是如此。数字数据“10110”与图2中的单元位矩阵B(U1)的第二行处的数据对应,或者与记录在图3所示的单元记录图形图案R(U1)中限定的水平网格线X3与纵向网格线Y2至Y6之间的交点处限定的五个网格点L处的数据对应。

[0304] 在图3所示的实例的情况下,由粗线正方形表示的位图F布置在每个网格点L的位置处的情况示出位“1”,而未布置位图F的情况示出位“0”(当然,它们可以以相反的方式限定)。然后,图14的(e)和图17的(d)中示出的实例都是这样的实例,即在原版介质M1或复制介质M3的凹陷和凸起结构表面上,位图F的内部由凹陷C表示,而其外部由凸起V表示。换句话说,观察原版介质M1或复制介质M3的凹陷和凸起结构表面,发现在图3中示出的图案中,被粗线包围的位图F的内部以及对准标记Q1至Q4的每一个的内部都是凹陷C,而他们的外部是凸起V。

[0305] 当然,作为修改实例,也可以制备凹陷C和凸起V之间的关系相反的原版介质M1或复制介质M3。观察根据修改实例的原版介质M1或复制介质M3的凹陷和凸起结构表面,发现位图F的内部和对准标记Q1至Q4的内部为凸起V,而其外部为凹陷C。

[0306] 如上所述,理论上,在原版介质M1或复制介质M3的凹陷和凸起结构表面上,每个位图F的内部可以为凹陷,而其外部可以为凸起,或者以相反的方式,每个位图F的内部(以及每个对准标记Q1至Q4的内部)可以为凸起,而其外部可以为凹陷。然而,在实践中,优选的是,与到目前为止描述的实例一样,在束曝光步骤中进行了绘制处理并在图案化步骤中进行了图案化处理以形成每个位图F(以及每个对准标记Q1至Q4)的内部为凹陷而其外部为凸起的原版介质M1(不可避免地形成了类似的复制介质M3)。

[0307] 这是因为每个位图F(对准标记Q1至Q4中的每一个)的内部均表示为凹陷,从而提供了将减少由于介质破损而导致读出错误数据的可能性的优点。可以通过将图3中由粗线

正方形示出的每个位图F的内部为突出到片材上方的凸起的情况与每个位图F的内部与之相反为凹陷到片材下方的凹陷的情况进行比较来理解其原因,从而考虑在介质破损时哪个具有更高的耐用性。

[0308] 首先,在前一种情况下,即,其中每个位图F的内部为凸起并向上凸起,在对凹陷和凸起结构表面施加某些物理冲击时,该凸起有可能接收物理力并且可能比凹陷更容易损坏。因此,如果位图F的内部(即凸起)被损坏,并且在网格点L的位置处的高度丢失,则将读出错误数据。

[0309] 如第3部分所述,通过判断每个网格点L的位置处是否存在位图F的处理来读出数据。在图3所示的实例的情况下,其中位图F存在于每个网格点L的位置处,其被解释为位“1”,而在不存在位图F的情况下,其被解释为位“0”。因此,在上述实例的情况下,如果位图F的内部(即凸起)被损坏并且网格点L的位置的高度丢失,则其应当基本上被解释为位“1”(存在位图F),但是其被错误地解释为位“0”(不存在位图F)。

[0310] 相反,在后一种情况下,即在每个位图F的内部为凹陷并且向下凹陷的情况下,即使在对凹陷和凸起结构表面施加一定的物理冲击时,凹陷本身也不太可能接收物理力,并且表面不太可能被损坏。实际上,物理力施加到构成凹陷的周边的边界壁(图3中的粗线正方形的轮廓部分),因此,存在边界壁可能被破坏的可能性。然而,即使边界壁破损,图3中所示的粗线正方形也仅稍微向外扩展,而网格点L(凹陷的底部)的位置的高度没有变化。

[0311] 因此,位“1”被记录为凹陷,由此在边界壁破损时,网格点L(凹陷的底部)的位置仍然被识别为凹陷,并且正确地读出位“1”。另一方面,虽然示出位“0”的网格点L的位置是凸起,但是由于与其周边一起形成平坦平面,所以其位置不太可能由于物理力而凹陷。

[0312] 由于上述原因,与到目前为止描述的实例一样,在实践中,优选以使得原版介质M1或复制介质M3的凹陷和凸起结构表面上的每个位图F的内部为凹陷而其外部为凸起的方式进行记录。在这种情况下,在中间介质M2的凹陷和凸起结构表面上,凹陷和凸起关系相反,使得每个位图F的内部为凸起,而其外部为凹陷。然而,中间介质M2在保持长期存储方面不起作用,因此不会出现问题。

[0313] (4) 中间介质材料M2

[0314] 在第7部分中,描述了使用由PET膜和紫外线固化树脂层组成的双层结构体组成中间介质M2的实例。本发明的中间介质M2可以是这样一种介质,即利用原版介质M1的表面上形成的第一凹陷和凸起结构图案的形状形成过程在其表面上形成与第一凹陷和凸起结构图案的凹陷和凸起成相反关系的第二凹陷和凸起结构图案。因此,本发明中使用的中间介质M2不限于上述双层结构体。这里,将描述关于中间介质M2的材料修改实例。

[0315] 首先,作为构成中间介质M2的树脂支撑层,可以使用由聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚烯烃、环烯烃、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯和纤维素酰化物等组合物构成的膜来代替上述PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)。当然,可以使用层压这些膜的层压结构。

[0316] 此外,作为紫外线固化树脂,可以使用可聚合单体,例如丙烯酸酯单体、丙烯酸丙酯、氨基甲酸酯丙烯酸酯、环氧丙烯酸酯或聚酯丙烯酸酯。并且,作为光引发剂,可以使用自由基聚合树脂,其包括诸如基于二苯甲酮、基于苯乙酮和基于噻吨酮的材料。

[0317] 替代地,作为可聚合单体,可以使用乙烯基醚单体、乙烯基醚低聚物、缩水甘油醚环氧树脂或脂环族环氧树脂。作为光引发剂,可以使用紫外线固化树脂,即包括碘基或铈基

材料的阳离子聚合树脂。

[0318] 作为树脂支撑层,可以使用诸如石英玻璃和钠钙玻璃等玻璃或诸如铝、镍、铁和SUS的金属。然而,为了制备在剥离时呈现柔性以弯曲的中间介质M2,需要使树脂支撑层变薄以获得柔性。

[0319] 在使用诸如上述玻璃或金属的硬层作为树脂支撑层的情况下,优选使树脂层足够厚。这是因为在中间介质制备步骤和复制介质制备步骤的形状形成过程中,介质之间会夹杂异物,并且如果树脂支撑层由诸如玻璃或金属的硬层制成而树脂层很薄,则介质之一可能会被异物损坏。如果使树脂层足够厚,则被夹杂的异物引起的应力可以被树脂层吸收,从而防止介质可能的损坏。

[0320] <<<第9部分,使用石英玻璃衬底的优点>>>

[0321] 如上所述,在本发明中,采用了将数字数据记录为包括石英玻璃衬底(单层石英玻璃衬底和在衬底上添加铬层的介质)的介质上的凹陷和凸起结构图案的技术。通过本发明制备的原版介质M1和复制介质M3均由包括石英玻璃衬底的介质构成。当然,理论上,可以使用硅氧烷衬底等代替石英玻璃衬底来记录数字数据。然而,在实践中,如上所述,优选使用包括石英玻璃衬底的介质。因此,下文将描述通过使用包括石英玻璃衬底作为原版介质M1和复制介质M3的介质而获得的优点。

[0322] 这里,石英玻璃衬底是由组合物二氧化硅构成并且基本上不含任何杂质的衬底。一般使用的玻璃是在二氧化硅中加入各种杂质制成,这种玻璃比石英玻璃易碎,其耐热性、耐腐蚀性较差且透明度较低。就本申请的发明人的知识而言,石英玻璃衬底作为在根据本发明的方法中记录数字数据并长时间存储数据的介质是最佳的。

[0323] 如上所述,目前普遍可用的信息记录介质不适于长时间如几百年至几千年地存储信息。例如,作为缩微胶片的常用原材料的乙酸钠纤维素的使用寿命为30年或更短。当然,虽然使用寿命根据储存条件而变化,但是材料将由于温度和湿度的变化而发生分解。存在一种被称为醋综合症的现象,其中表面形成醋酸并且禁止数据读出,这是一个问题。为了解决这个问题,使用聚酯作为材料使得可以将寿命延长到大约500年。然而,必须在ISO18901:2002和JISZ6009:2011等标准规定的严格条件下存储数据,并且存储条件仍然是普遍存在的风险因素。

[0324] 另一方面,使用半导体的存储装置的使用寿命也有限。例如,在EEPROM(其代表是闪速存储器)的情况下,该存储器通过将电荷保持至浮栅来保持,并且保持存储器的时间根据存储条件将变化很大。进一步地,重复写入处理会因绝缘层的破损而导致电荷失效,从而导致发生问题。与之相反,ROM是使用寿命相对较长的半导体存储器。然而,在后期阶段很难对其进行复制。也就是说,当需要复制时,必须基于从原始ROM读出的数字数据进行再次制作新ROM的过程。生产ROM需要大量的成本。因此,ROM一般不合作为数字数据的记录介质。

[0325] 硬盘装置作为用于存储计算机中使用的数字数据的装置已经得到广泛应用,并且还能够很容易地复制信息。然而,其使用寿命是几年左右。这是因为硬盘装置易受磁影响并且由多个组件构成,因此存在发生风险更高的部件缺陷的常见问题。实际上,该装置由组件的总成构成,每个组件的寿命持久,所述组件为例如用于平滑地驱动磁盘的油脂、用于进行驱动控制的半导体芯片以及诸如磁头和折片(suspension)的机械部件,因此不可避免地会导致故障风险。因此,为了以可靠的方式保持信息,需要构建RAID系统等,其中添加了冗余

作为先决条件。并且,对于长期存储,需要定期更换装置来进行维护。

[0326] 此外,上述常规信息记录介质具有诸如耐火性或耐热性较差的常见问题。例如,ISO834规定了火灾发生后60分钟内达到930°C左右的火灾情况。微膜将熔化,磁性体将失去磁性,金属在此高温下将开始流动。因此,上述传统介质不再能够保持信息。

[0327] 考虑到上述情况,显然石英玻璃衬底是用于通过根据本发明的方法记录数字数据并长时间存储数据的最佳介质。首先,石英玻璃的耐热性极高,因此,即使将本发明制备的原版介质M1和复制介质M3放置在超过1000°C的环境中,也能够保持记录为凹陷和凸起结构的信息,并且能够毫无困难地读出信息。石英玻璃的耐热性也很高,因此,即使在固化之前与熔融状态的高温树脂接触,也不会出现问题。

[0328] 一般而言,石英玻璃热膨胀系数低,约为 1×10^{-7} 至 6×10^{-7} /K,即,其是不易因热膨胀而破损的材料。因此,石英玻璃较少受到由温度突然变化引起的热冲击的影响,并且较少发生由突然加热或突然冷却引起的裂纹。此外,石英玻璃是氧化物,因此,即使在大气中加热时,也不会发生化学结构变化,并且不会由于化学结构的变化引起的体积膨胀而使凹陷和凸起结构变形。

[0329] 实际上,本申请的发明人进行了一个实验,将根据本发明的原版介质M1和复制介质M3逐渐加热到1170°C,然后冷却约700分钟,然后试图读出记录的数字数据,发现可以毫无问题地读出了数据。此外,本发明人使用光学显微镜观察凹陷和凸起结构,在实验前后比较介质时没有发现显著差异。因此,即便暴露于ISO834中规定的火灾中,通过根据本发明的方法制备的介质也能够毫无问题地执行存储信息的功能。

[0330] 此外,石英玻璃的耐腐蚀性极高,即使浸没在硫酸盐溶液中也不会发生腐蚀。实际上,能腐蚀石英的材料只有碱和氢氟酸。石英不会受到上述材料以外的材料的腐蚀。氢氟酸是以工业规模通过将硫酸与萤石(氟化钙)混合而产生的,并且其是自然界中不存在的化合物。因此,石英玻璃衬底能够在长达数百年至数千年的时间内将信息代代相传。

[0331] 上述高耐腐蚀性有利于更自由地选择待使用的洗涤剂。例如,当石英玻璃衬底被加热到高温时,碱金属或碱土金属附着于其上,开始结晶,导致石英玻璃衬底可能破裂。此外,存在树脂等可能在中间介质制备步骤或复制介质制备步骤中附着在石英玻璃衬底上的情况。因此,需要时,优选清洗石英玻璃衬底的表面。并且,在这方面,石英玻璃的耐腐蚀性高,并且不仅可以用水而且还可以使用各种类型的洗涤剂例如酸和有机溶剂来洗涤。

[0332] 石英玻璃还对诸如紫外线和X射线的电磁波具有高度的抵抗性,并且即使暴露于电磁波也不会发生劣化。石英玻璃可能会因 γ 射线的照射而劣化,但是绝不会因至少在自然界中发现的电磁波的照射或通过人工照射的X射线(例如,在机场行李检查时可能进行的照射等)而发生劣化。

[0333] 在第8部分的(1)中,已经描述了一个实例,作为修改实例,其中允许铬层的剩余部分16或76保留在石英玻璃衬底的上面上。铬将受到酸的腐蚀,并且在要在长达几百至几千年的时间内存储信息的情况下,优选除去铬层,并且使用单层石英玻璃衬底来制备原版介质M1和复制介质M3。

[0334] 此外,透明度高的石英玻璃的优点在于,即使在中间介质制备步骤和复制介质制备步骤中使用将通过光照射而固化的树脂的情况下,光也可以照射通过石英玻璃衬底。在上述实例中使用的石英玻璃衬底(厚度为6.35mm)的情况下,在260至1000nm的宽波长范围

内(例如,在650nm的波长下的透光率为94.3%,在300nm的波长下的透光率为93.5%)会获得90%或更高的透光率。因此,即使在紫外线照射通过石英玻璃衬底以固化紫外线固化树脂的情况下,也可以有效地对树脂层进行光照射。此外,由于在很宽的波长范围内的透光率很高,因此由光吸收产生的热量很少,并且可以使热量产生对每个过程的不利影响保持很低。

[0335] 到目前为止,已经描述了优选将包括石英玻璃衬底的介质用作原版介质M1和复制介质M3的原因。此外,在第8部分的(2)中,还描述了实际上优选将具有刚性的石英玻璃衬底用作原版介质M1和复制介质M3的事实。另一方面,在目前描述的实例中使用的中间介质M2是具有与原版介质M1和复制介质M3完全相反的特性的介质。

[0336] 在第7部分中,已经描述了使用由0.1mm厚的PET膜和紫外线固化树脂层组成的双层结构体作为中间介质M2的实例。上述中间介质M2具有柔性,因此其优点在于,介质可以弯曲,从而在制备原版介质M1或复制介质M3的剥离过程中容易剥离,原版介质M1或复制介质M3的每一个均由刚性体制成。并且,已经描述了该优点。

[0337] 此外,由上述材料制成的中间介质M2的耐热性和耐腐蚀性差,并且其在加热时熔化并且会因酸等而劣化。因此,上述中间介质M2不适于长期存储。然而,在执行本发明时,可以有利地使用中间介质M2,因为中间介质M2在凹陷和凸起结构上与原版介质M1或复制介质M3相反,因此,未提供待存储的数字数据被正确记录的信息。

[0338] 当然,在识别出凹陷和凸起结构已相反之后,可以从中间介质M2读出信息。然而,当将中间介质M2用作在长达几百年至几千年的时间内将信息代代相传的介质时,中间介质M2仍然具有相反凹陷和凸起结构这一事实可能会起混淆,并且这是不期望的。在上述观点中,优选中间介质M2由耐热性或耐腐蚀性差的材料构成,并且可以很容易丢弃。实际上,由上述PET膜和紫外线固化树脂层组成的中间介质M2会发生热变形并溶解于酸中,因此可以很容易丢弃。

[0339] <<<第10部分,对准标记的再另一个实例>>>

[0340] 最后,将描述在根据本发明的用于制造信息记录介质的方法中用于形成对准标记的方法的一些其它实例。在图2的底部,示出了一个实例,其中四组单元记录图形图案R(U1)至R(U4)以二维矩阵形式布置以创建绘制图案P(E)。图18的(a)和(b)分别是示出图2所示的绘制图案P(E)的修改实例的平面图。在图18的(a)和(b)中,为了便于描述,位“1”由黑色小正方形表示,位“0”由白色小正方形表示。实际上,并未将白色小正方形并绘制成实际图案。

[0341] 图18的(a)所示的修改实例与图2所示的实例同样,以二维矩阵形式布置了4组单元记录图形图案。由单点划线和虚线包围的四组正方形域分别是单元记录域Au(U1)至Au(U4),并且单元记录图形图案R(U1)至R(U4)分别布置在这些域的内部。此外,位记录域Ab(U1)至Ab(U4)分别设置在单元记录域Au(U1)至Au(U4)的中央部分处,并且每个中央部分处设有单元位图形图案,在该单元位图形图案处,白色和黑色小正方形布置成5行和5列。进一步的,各个位记录域Ab(U1)至Ab(U4)周围的四个角处布置有十字形对准标记Q。

[0342] 在图18的(a)所示的修改实例中,与图2所示的实例相比,十字形对准标记Q相当大且显著。在图2所示的实例的情况下,十字形对准标记Q在尺寸上与指示每个位的小正方形基本相似。对于图3所示的实例也是如此。与之相比,在图18的(a)所示的实例中,对准标记Q设置成相当大的十字形标记,由此在执行图12所示的信息读出处理的位记录域识别步骤

S23时,能够更容易地识别对准标记Q。

[0343] 如上所述,考虑到信息读出处理的便利性,可以将对准标记Q设置成任何形状、任何尺寸和任何布置。可以采用各种形状变化,例如,如图9所示。此外,就尺寸而言,优选使用尽可能大的对准标记Q,以便在读出信息时更容易识别,如图18的(a)所示。然而,为了增加信息的记录密度,如图2所示,优选使用尽可能小的对准标记Q。另一方面,对于布置并无特别限制。然而,为了避免可能与各个位图混淆,优选将对准标记布置在位记录域Ab之外。在图3中,示出了四个对准标记Q1至Q4布置在X1、X7、Y1、Y7的网格线上的实例。如果确定了对准标记Q中的每一个与位图之间的位置关系,则不需要将对准标记Q中的每一个布置在网格线上。

[0344] 另一方面,图18的(b)所示的修改实例是这样的实例,其中多个单元记录域被布置成竖直和横向部分重叠,从而形成公共对准标记。具体而言,在图18的(b)中,示出了允许四组方形单元记录域Au(U1)至Au(U4)竖直和横向部分重叠并以二维矩阵形式布置的实例,由此产生包含四组单元记录图形图案的绘制图案。应注意,图中所示的各个箭头dx1至dx4和dy1至dy4用于指示每个单元记录域Au(U1)至Au(U4)的竖直和水平尺寸,并且它们不是形成绘制图案的因素。

[0345] 首先,第一单元记录域Au(U1)是具有水平尺寸dx1和竖直尺寸dy1的正方形域,并且位记录域Ab(U1)布置在其中央部分。对准标记Q1、Q2、Q4和Q5布置在其四个角处。上述基本构造与图18的(a)所示的第一单元记录域Au(U1)的基本构造相同。此外,第二单元记录域Au(U2)是具有水平尺寸dx2和竖直尺寸dy2的正方形域,并且位记录域Ab(U2)布置在其中央部分。对准标记Q2、Q3、Q5和Q6布置在其四个角处。上述基本构造与图18(a)所示的第二单元记录域Au(U2)的基本构造相同。

[0346] 类似地,第三单元记录域Au(U3)是具有水平尺寸dx3和竖直尺寸dy3的正方形域,并且位记录域Ab(U3)布置在其中央部分。对准标记Q4、Q5、Q7和Q8布置在其四个角处。上述基本构造与图18(a)所示的第三单元记录域Au(U3)的基本构造相同。此外,第四单元记录域Au(U4)是具有水平尺寸dx4和竖直尺寸dy4的正方形域,并且位记录域Ab(U4)布置在其中央部分。对准标记Q5、Q6、Q8和Q9布置在其四个角处。上述基本构造与图18的(a)所示的第四单元记录域Au(U4)的基本构造相同。

[0347] 图18的(b)所示的修改实例的特征在于,横向相邻布置的单元记录域Au(U1)和Au(U2)布置成部分重叠(箭头dx1、dx2的重叠区域),横向相邻布置的单元记录域Au(U3)和Au(U4)布置成部分重叠(箭头dx3、dx4的重叠区域),并且竖直相邻布置的单元记录域Au(U1)和Au(U3)布置成部分重叠(箭头dy1、dy1的重叠区域),竖直相邻布置的单元记录域Au(U2)和Au(U4)布置成部分重叠(箭头dy2、dy4的重叠区域)。结果,可以在重叠域处布置横向单元记录域或竖直单元记录域可共同使用的对准标记。

[0348] 具体地,在图18的(b)所示的实例的情况下,横向相邻布置的一对单元记录域Au(U1)、Au(U2)的重叠域处布置有对准标记Q2、Q5。这些对准标记Q2、Q5是包括在左侧单元记录域Au(U1)的右端对准标记,也是包括在右侧单元记录域Au(U2)的左端对准标记,即,左侧和右侧的公共对准标记。此外,横向相邻布置的一对单元记录域Au(U3)、Au(U4)的重叠域处布置有对准标记Q5、Q8。这些对准标记Q5、Q8是包括在左侧单元记录域Au(U3)的右端对准标记,也是包括在右侧单元记录域Au(U4)的左端对准标记,即,左侧和右侧的公共对

准标记。

[0349] 类似地, 竖直相邻布置的一对单元记录域 $A_u(U1)$ 、 $A_u(U3)$ 的重叠域处布置有对准标记 $Q4$ 、 $Q5$ 。这些对准标记 $Q4$ 、 $Q5$ 是包括在上侧单元记录域 $A_u(U1)$ 的下端对准标记, 也是包括在下侧单元记录域 $A_u(U3)$ 的上端对准标记, 即, 上侧和下侧的公共对准标记。此外, 竖直相邻布置的一对单元记录域 $A_u(U2)$ 、 $A_u(U4)$ 的重叠域处布置有对准标记 $Q5$ 、 $Q6$ 。这些对准标记 $Q5$ 、 $Q6$ 是包括在上侧单元记录域 $A_u(U2)$ 的下端对准标记, 也是包括在下侧单元记录域 $A_u(U4)$ 的上端对准标记, 即, 上侧和下侧的公共对准标记。

[0350] 如上所述, 多个单元记录域竖直地和横向地布置成部分重叠, 从而在重叠部分形成公共对准标记, 因此使得可以减少对准标记的数量。因此, 可以提高信息的记录密度。实际上, 将图18的(a)所示的实例与图18的(b)所示的实例进行比较, 发现图18的(b)比18的(a)更大程度地提高了位记录域 A_b 所占据的面积比率, 从而有助于提高信息的记录密度。

[0351] 工业适用性

[0352] 根据本发明的用于制造信息记录介质的方法可用于长达几十年地永久存储各种类型的数字数据(例如文字信息、图像信息、运动图像信息和声音信息)的应用中。

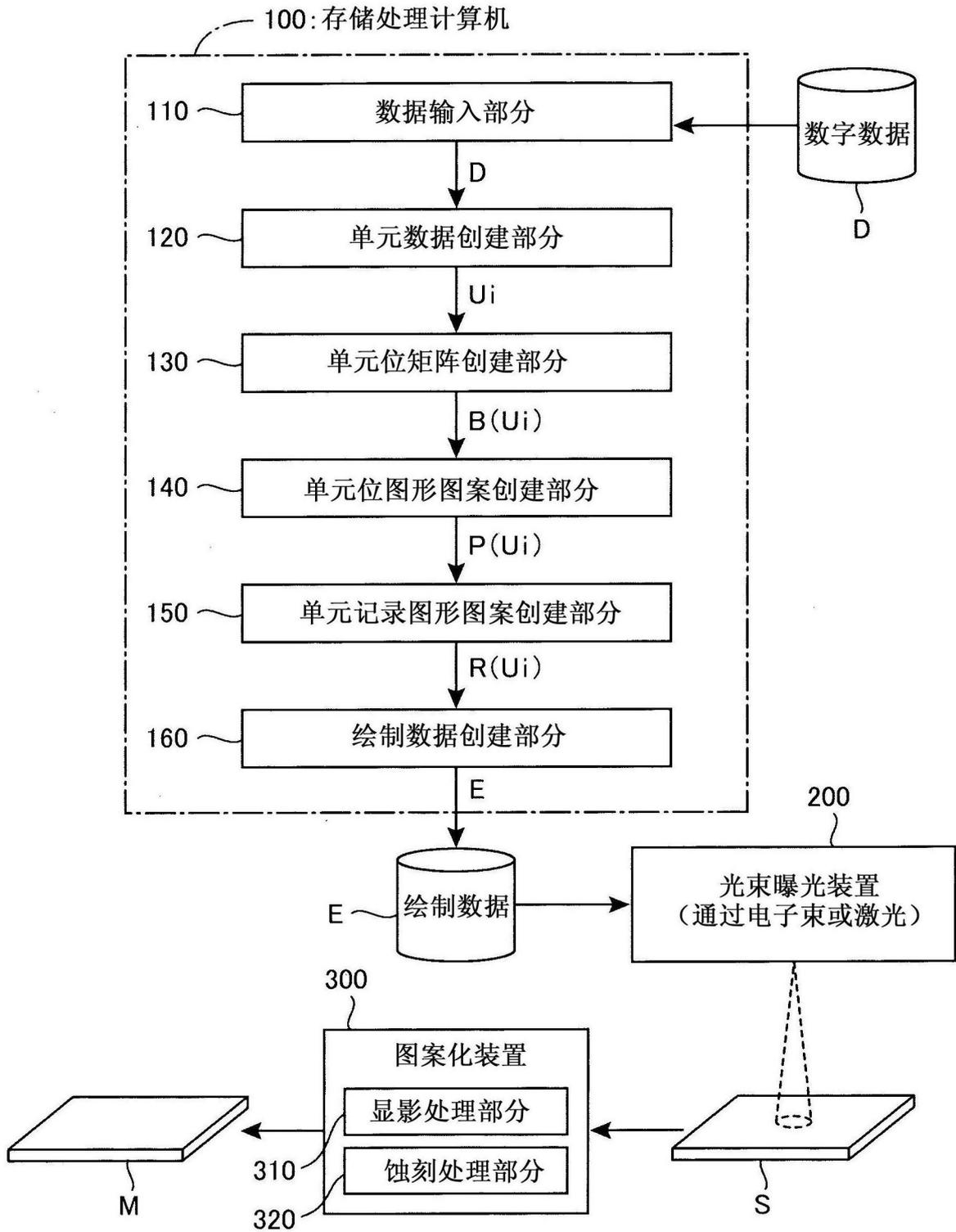


图1

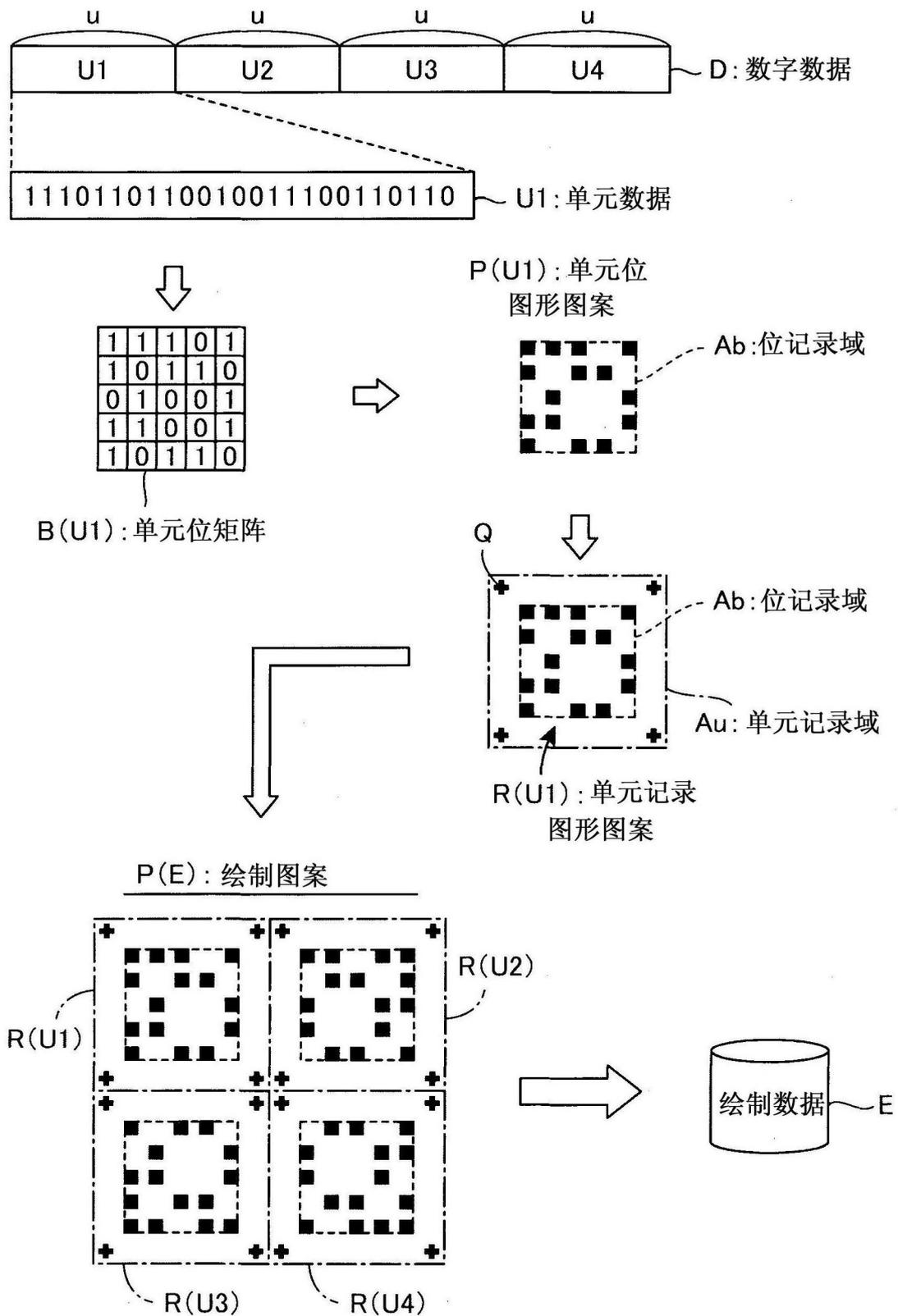
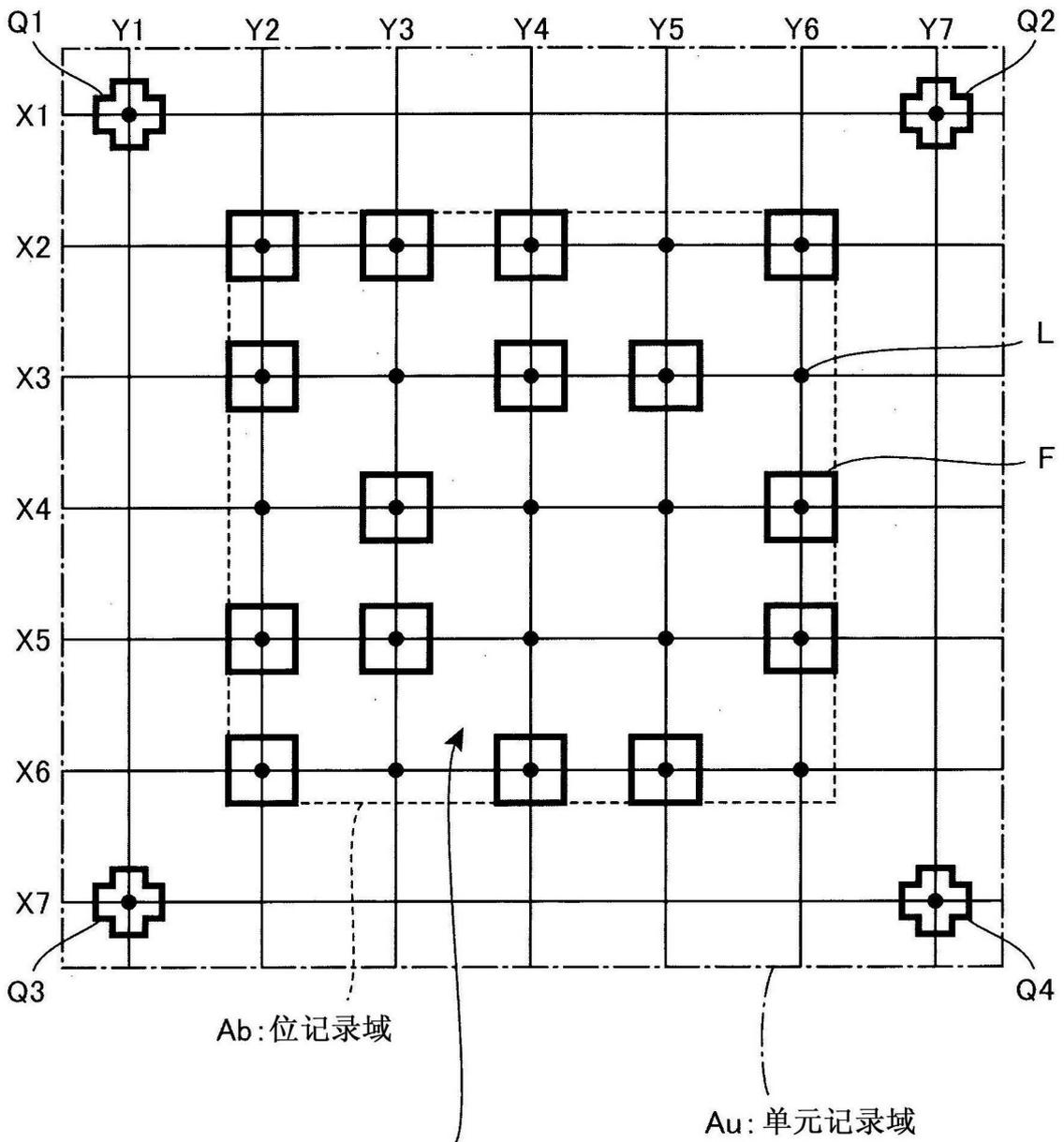


图2

R(U1): 单元记录图形图案



P(U1): 单元位图形图案

图3

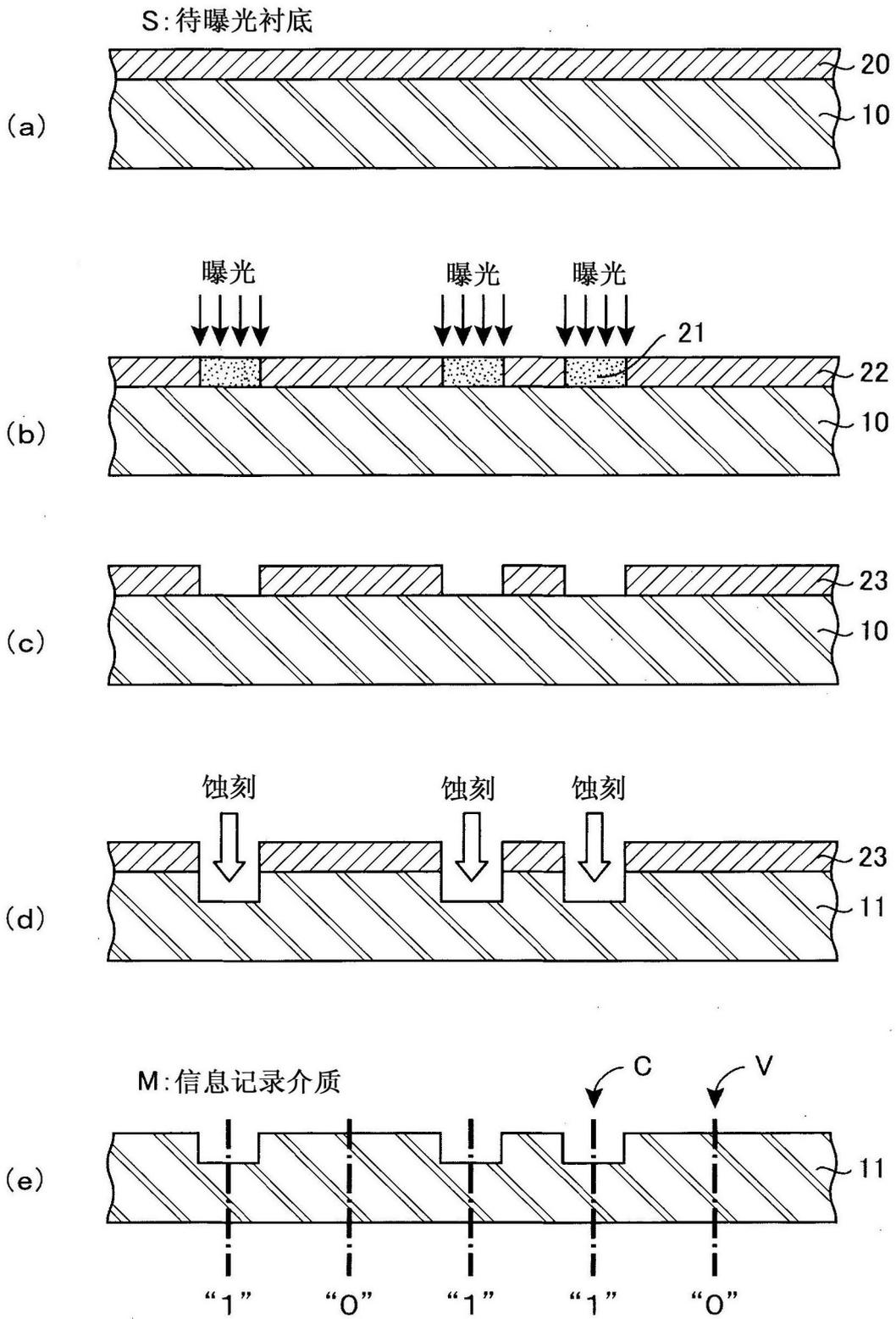


图4

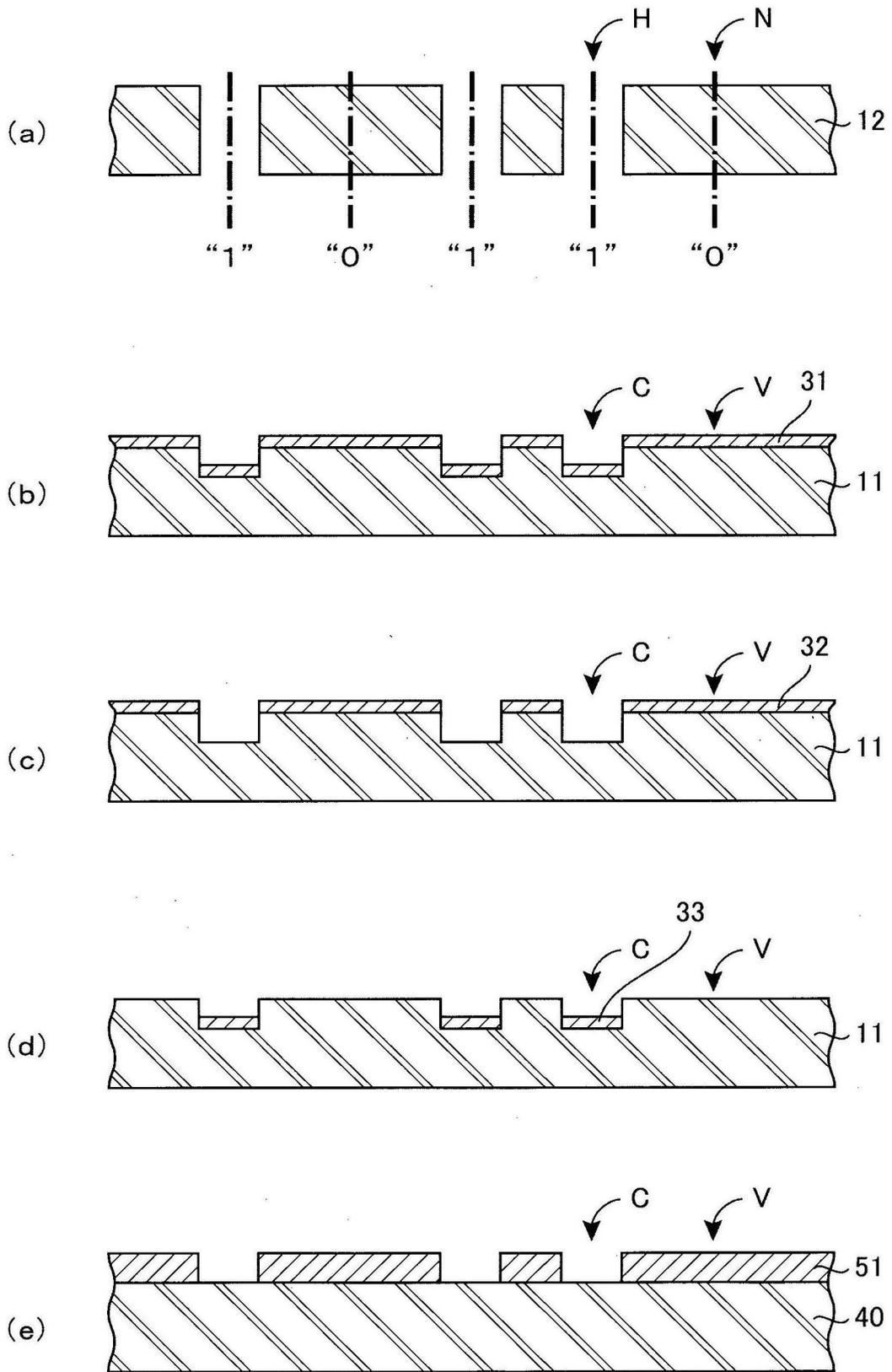


图5

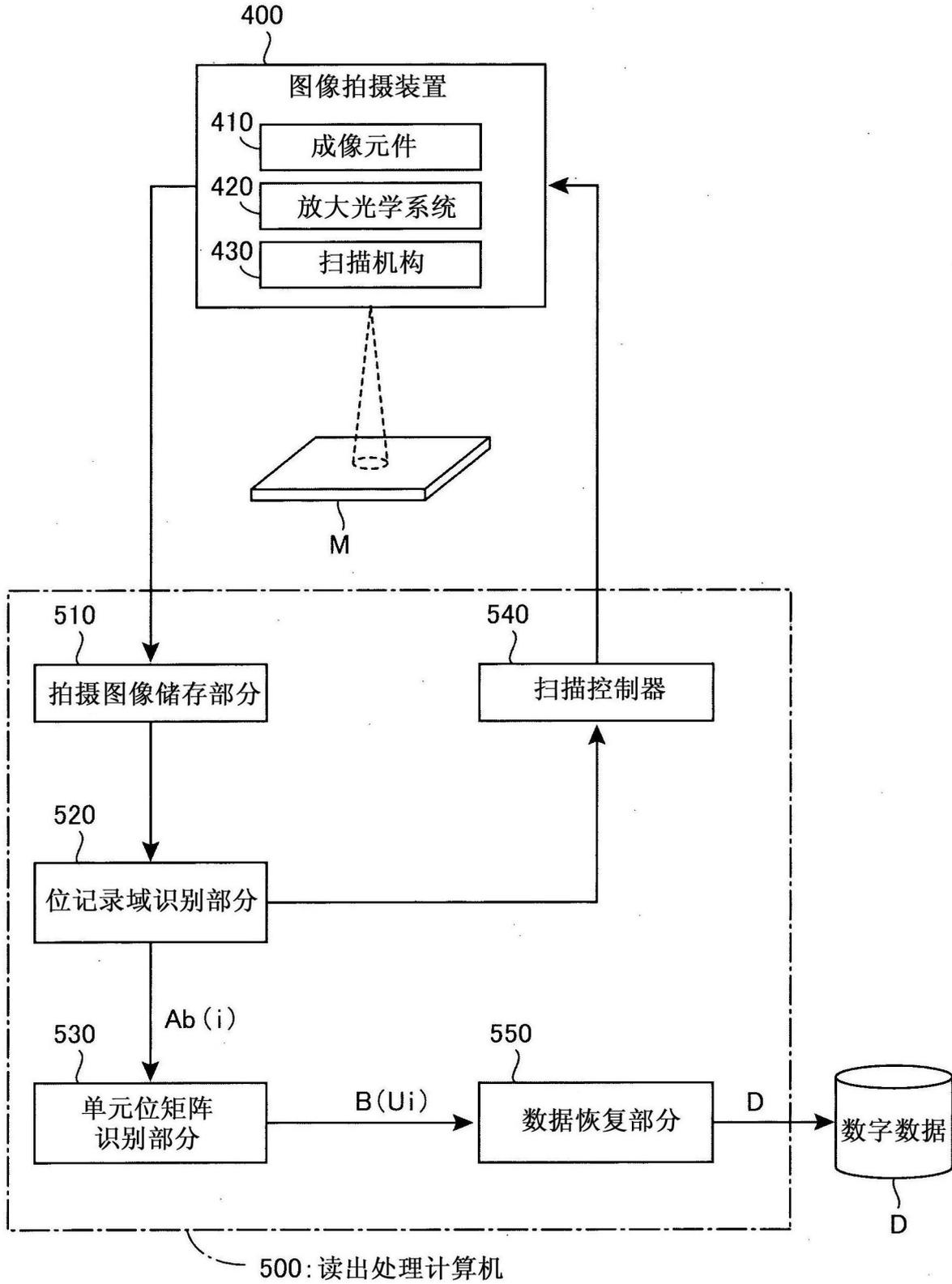


图6

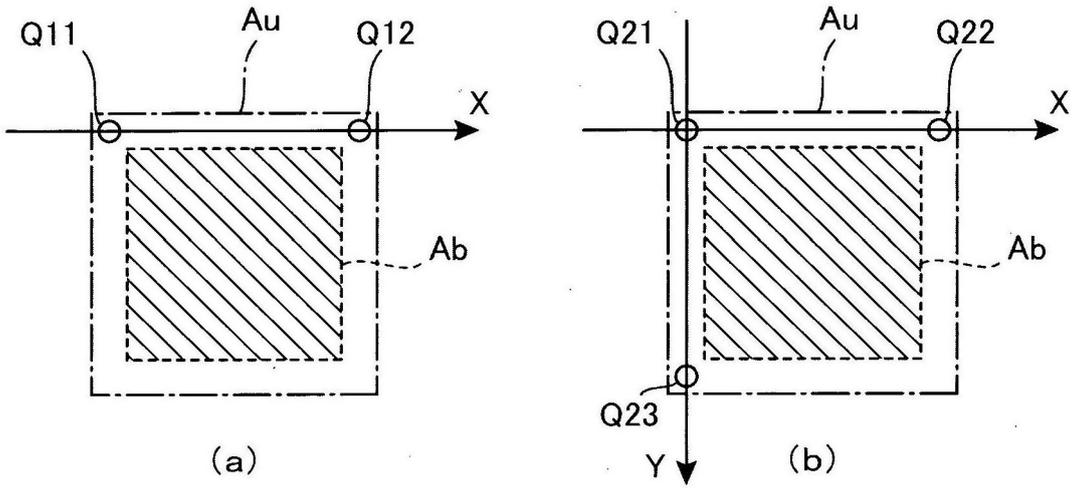


图7

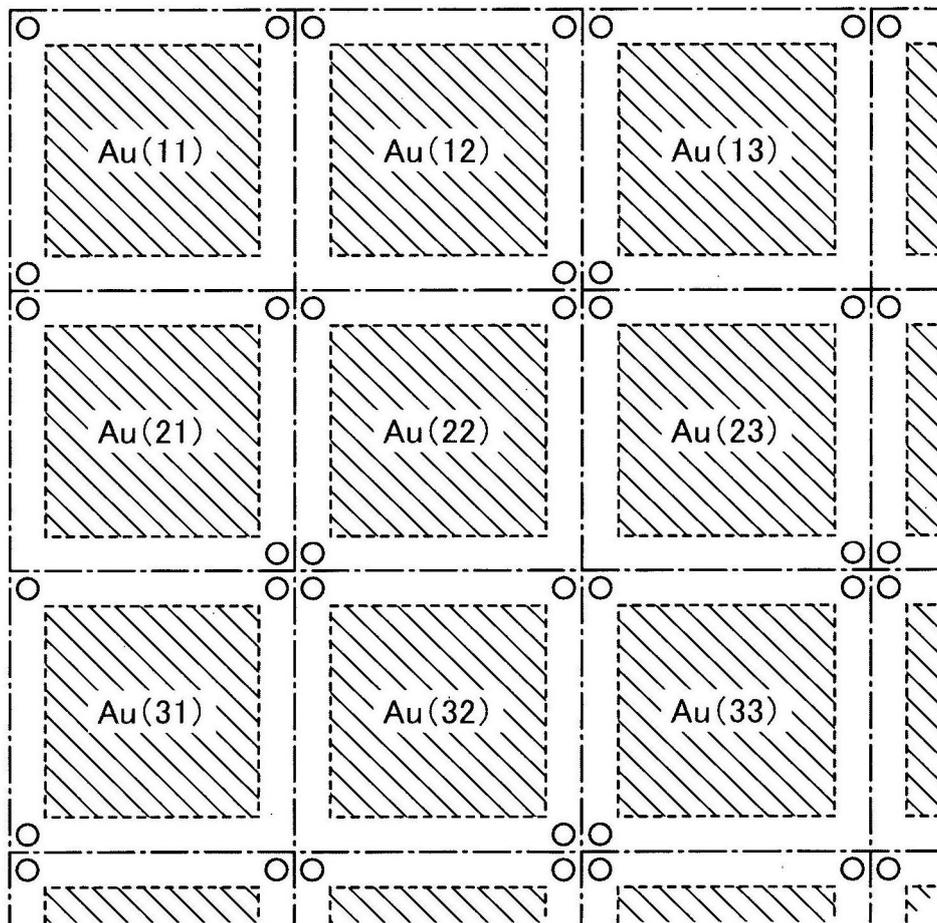


图8

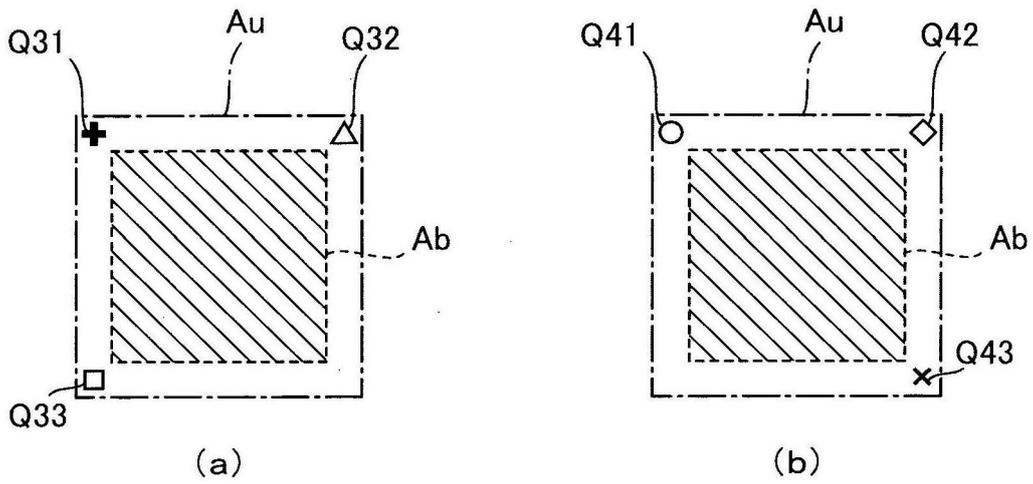


图9

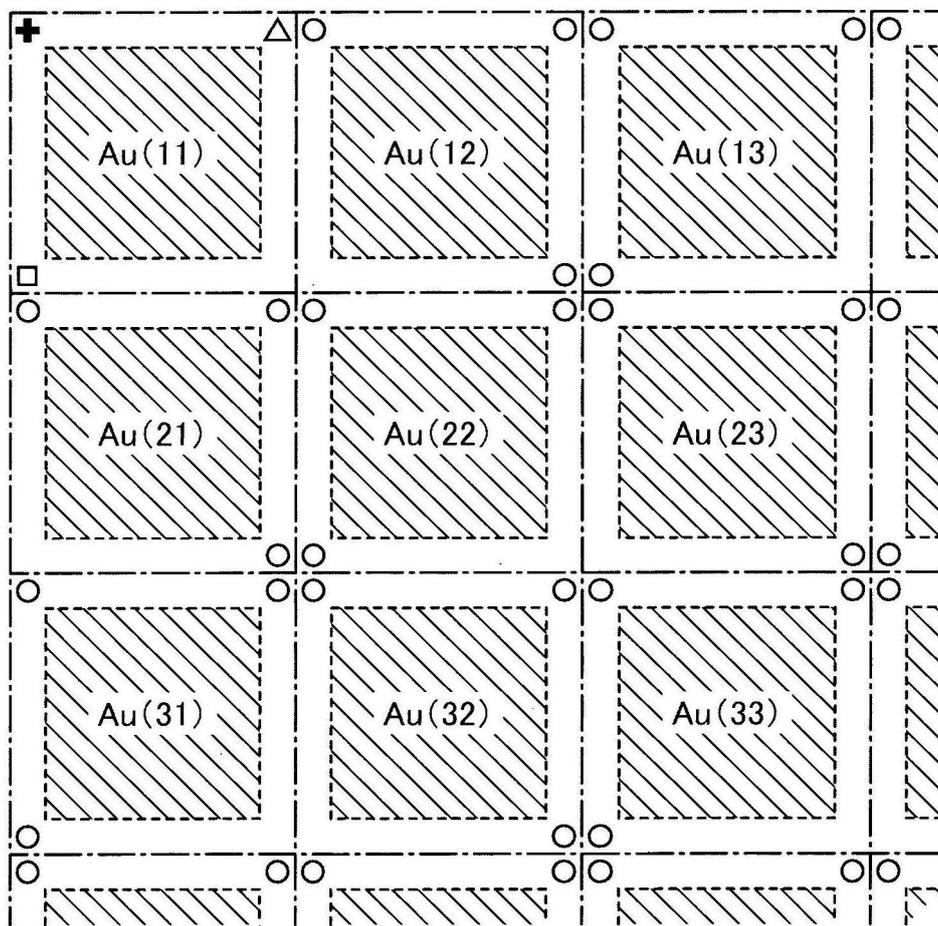


图10

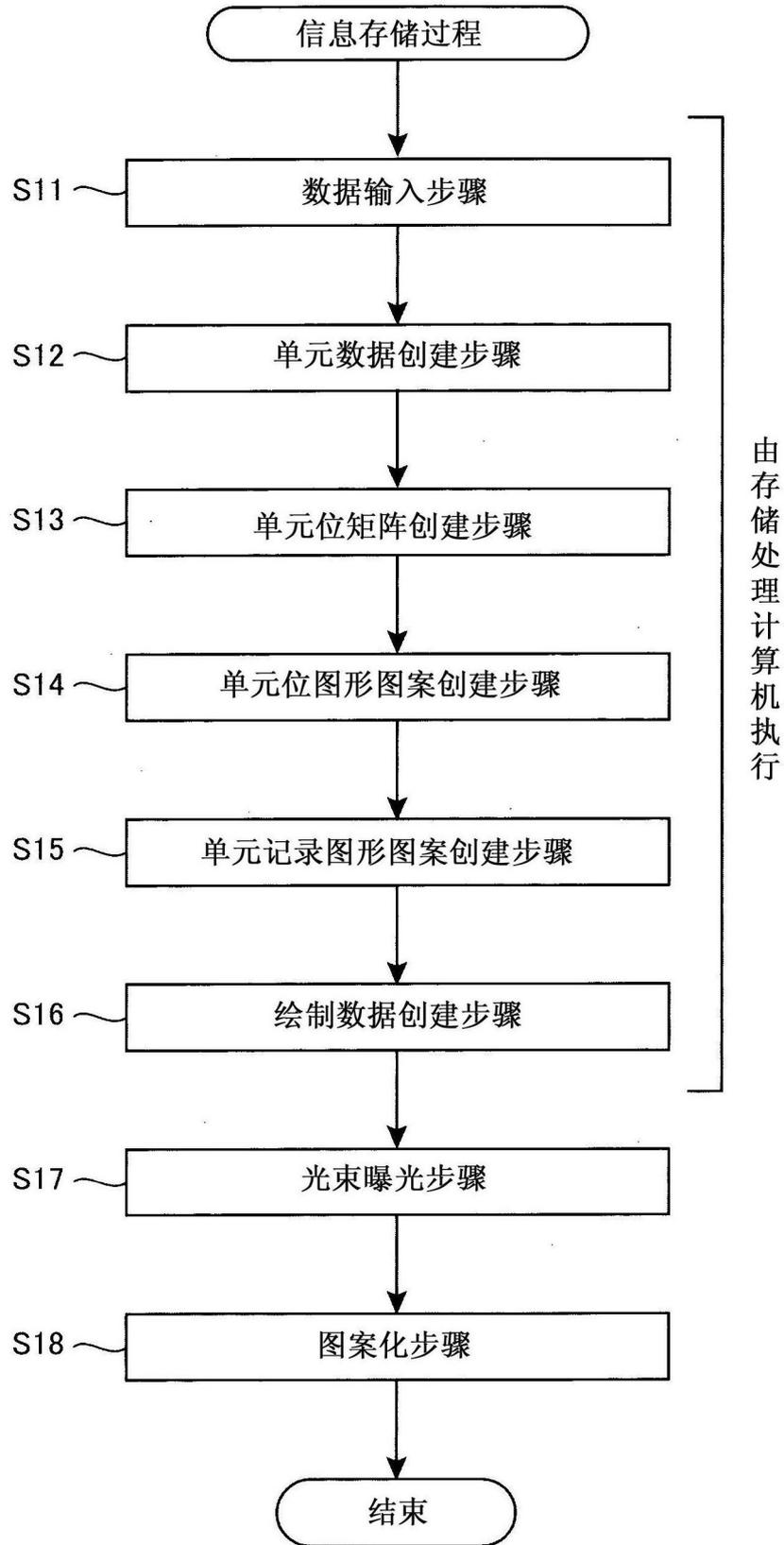


图11

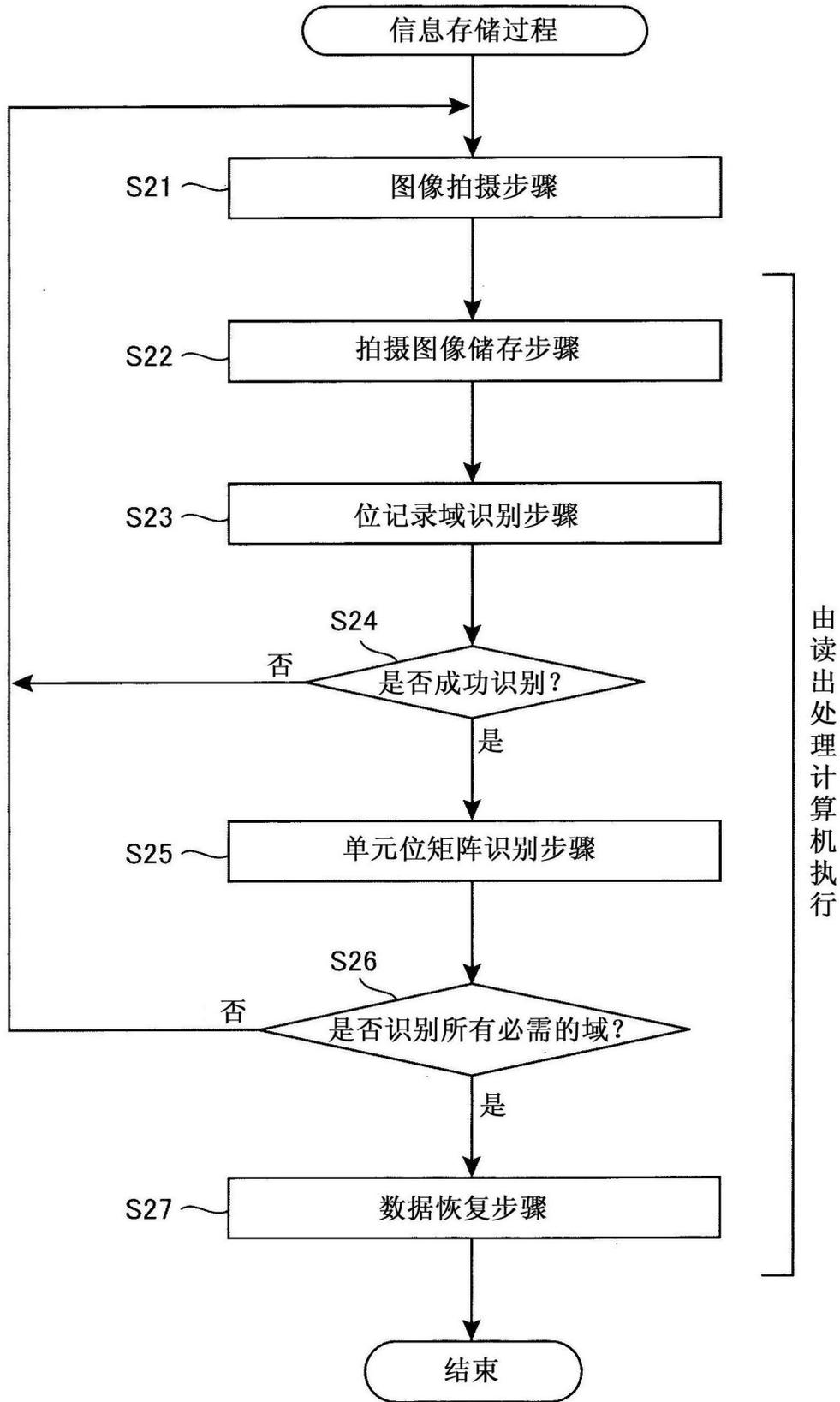


图12

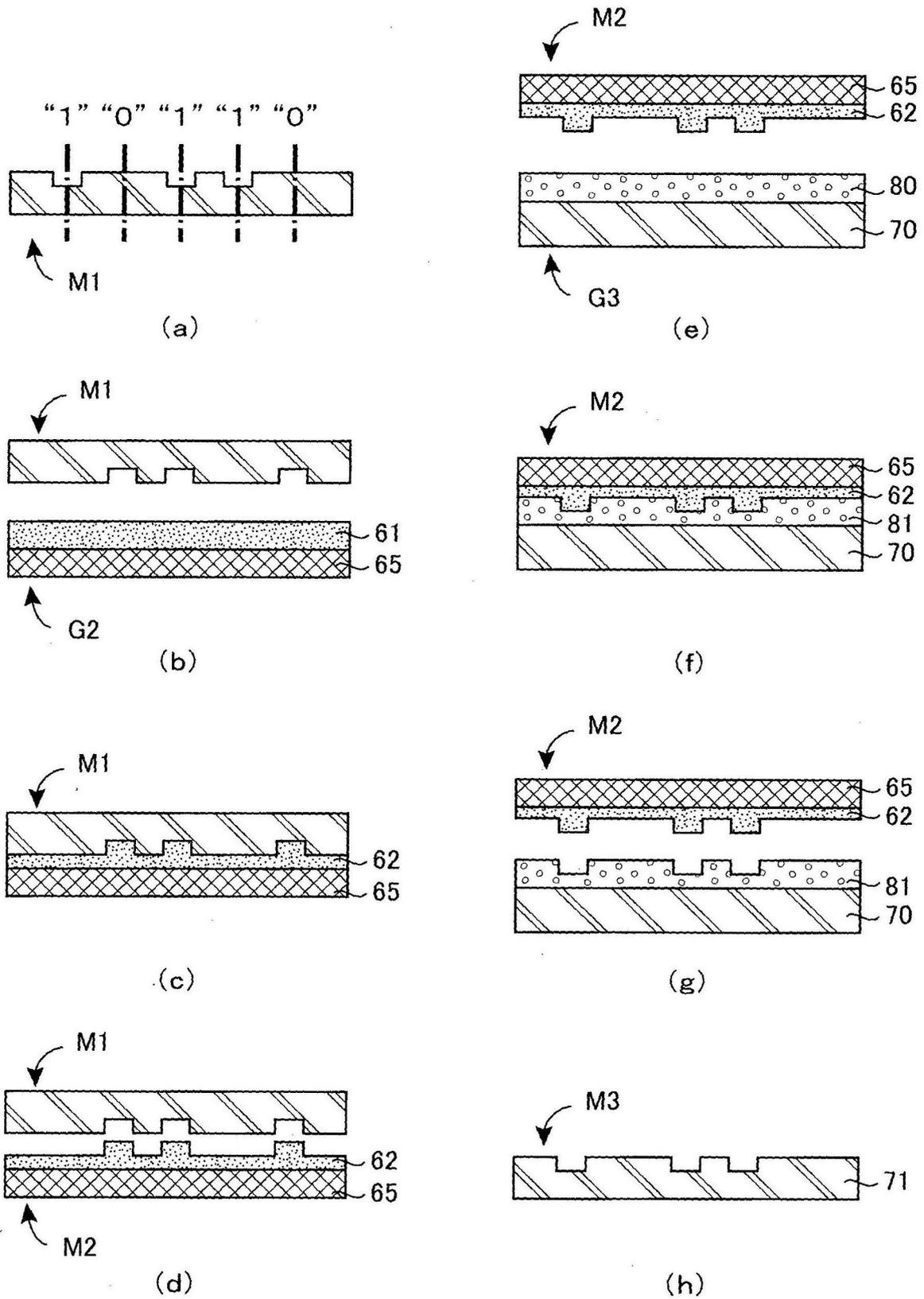


图13

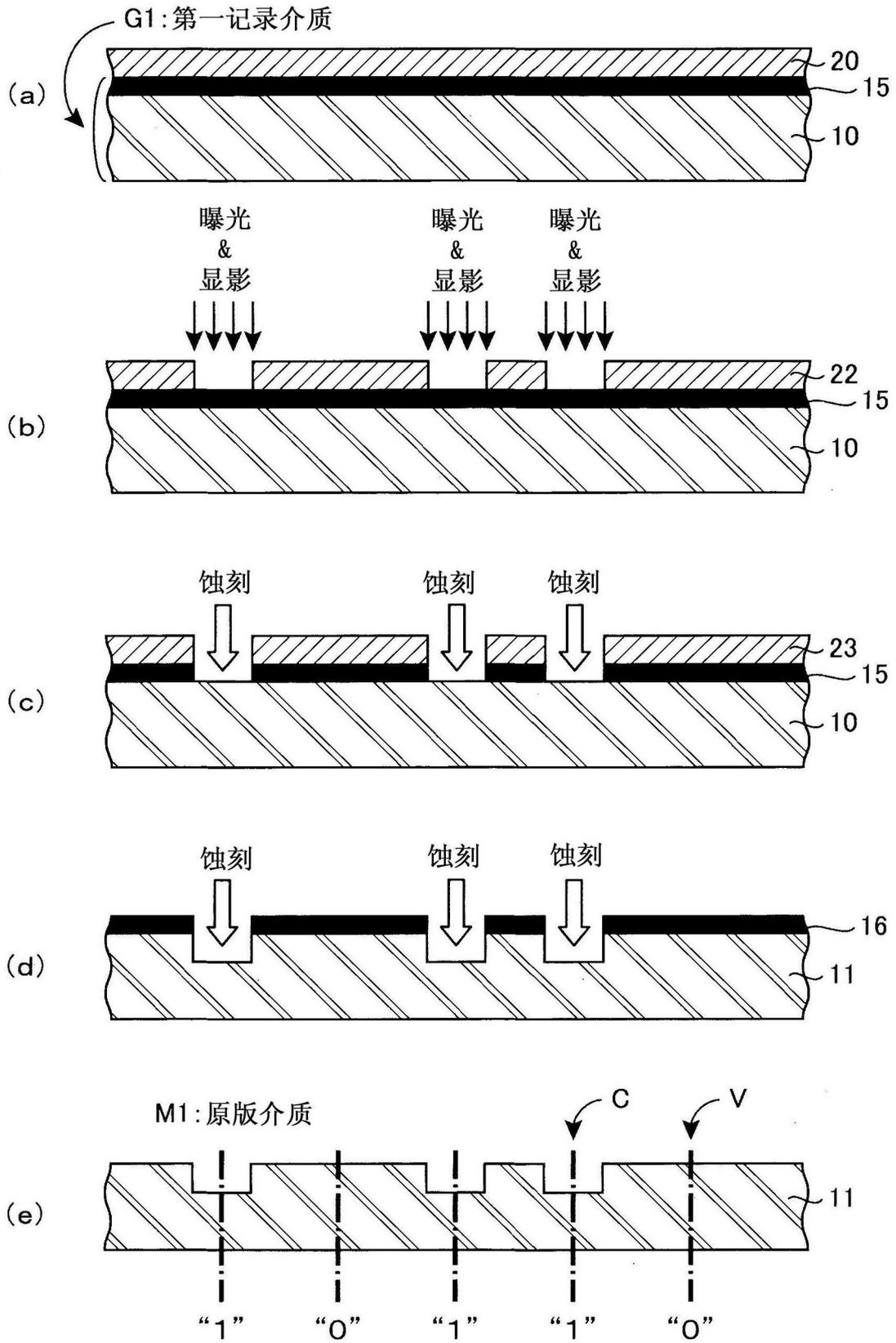


图14

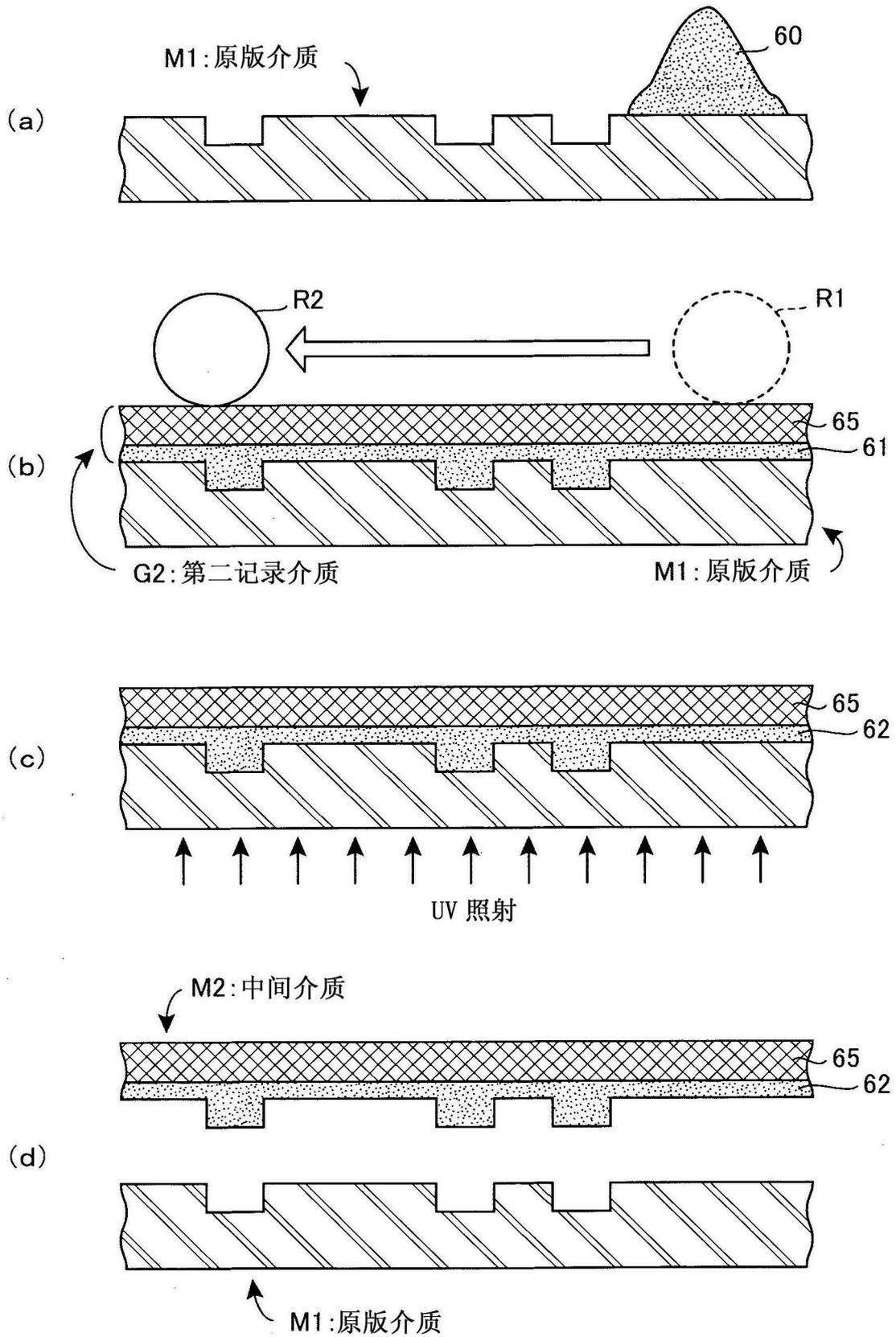


图15

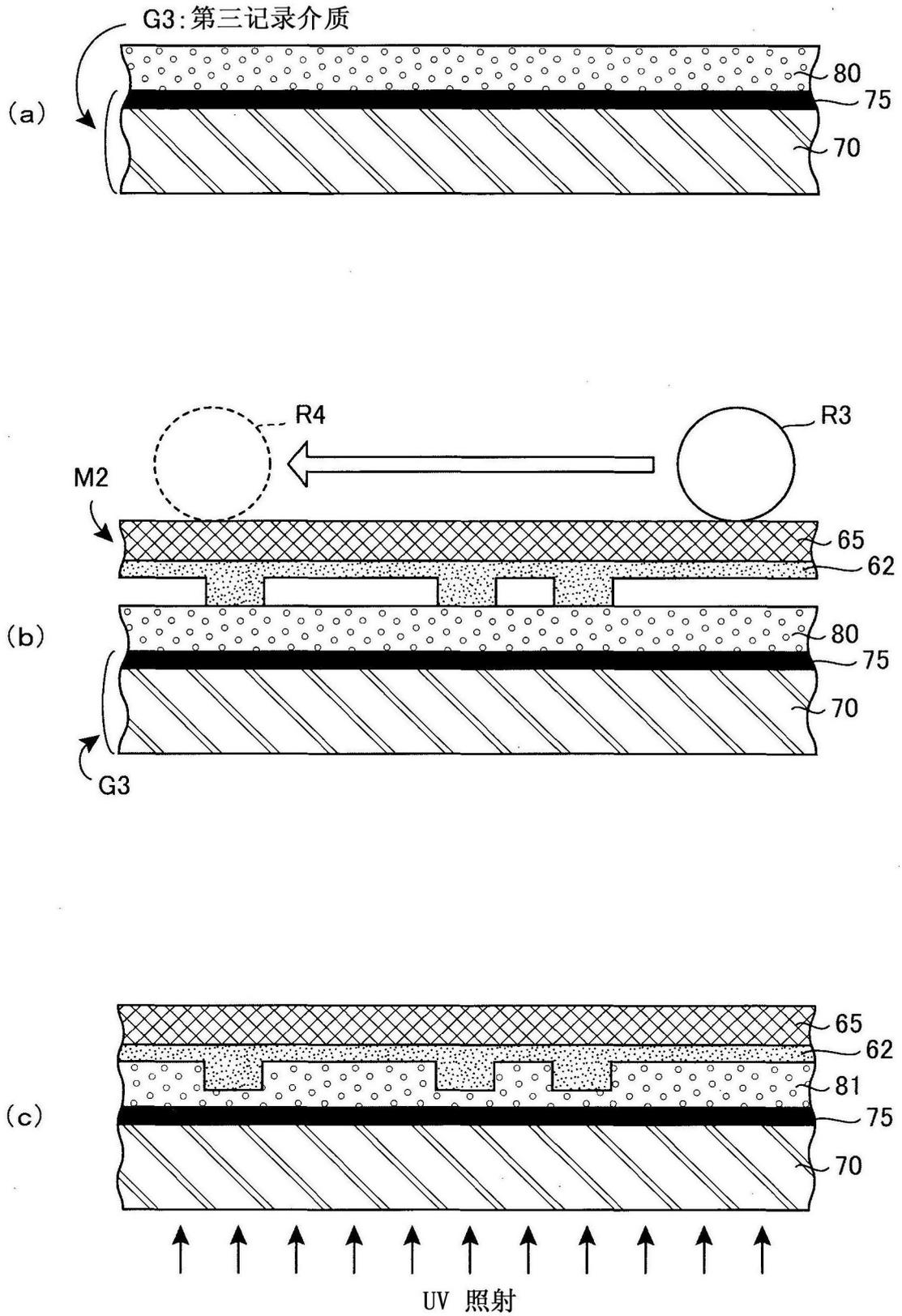


图16

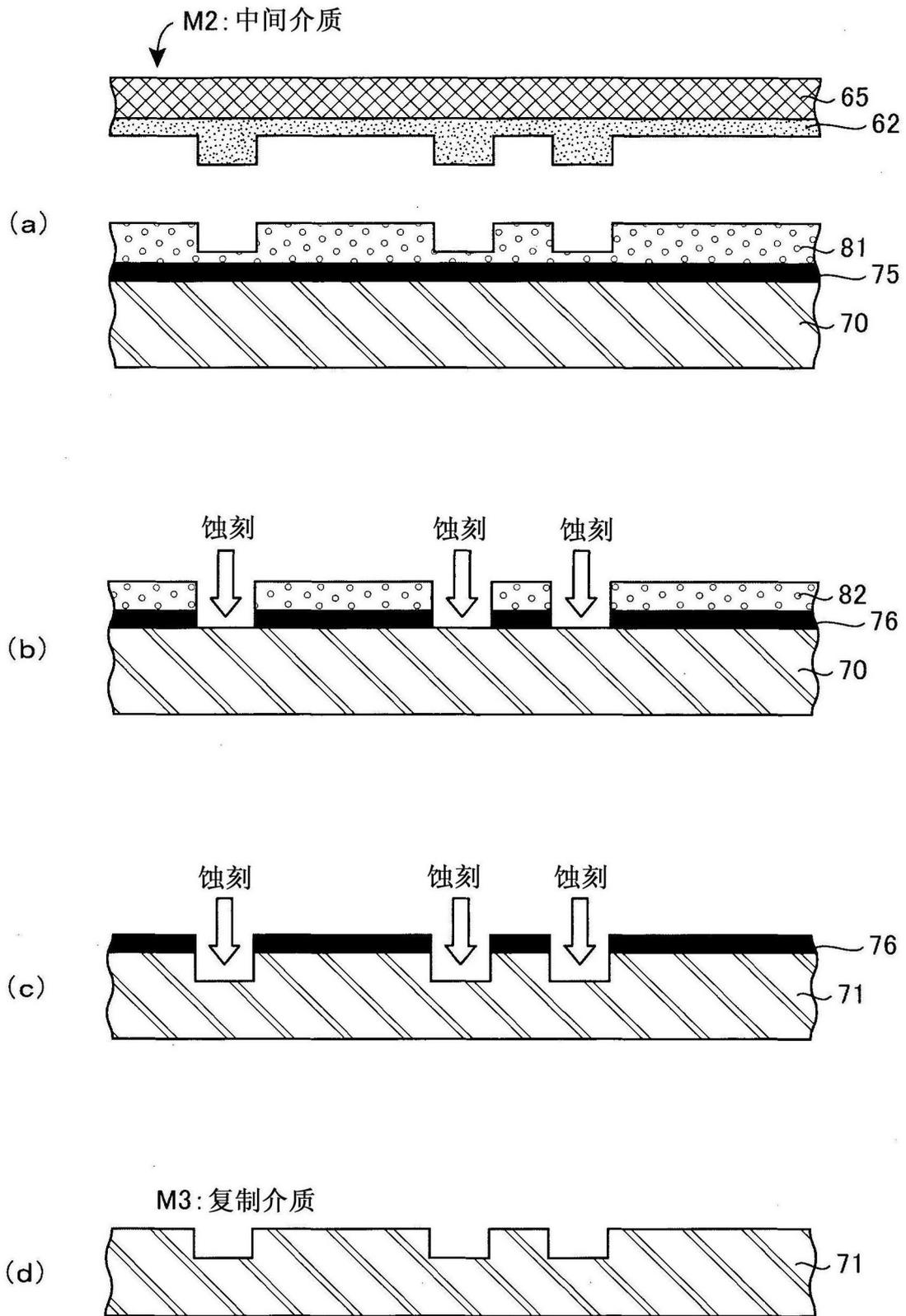


图17

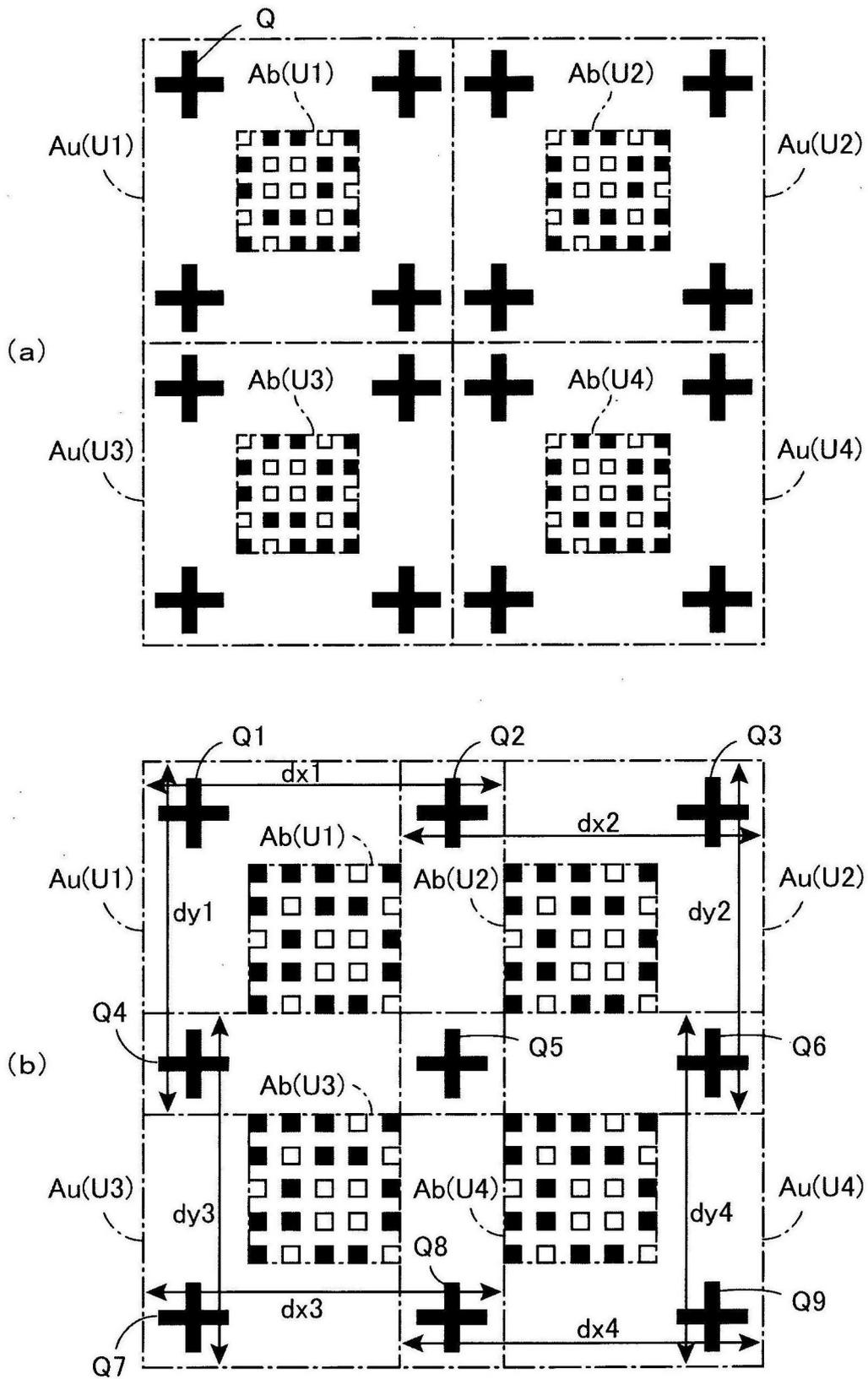


图18