[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11B 7/00 (2006.01)
G11B 7/26 (2006.01)
G11B 23/40 (2006.01)
B41M 5/26 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510120273.0

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100527230C

[22] 申请日 2003.5.29
[21] 申请号 200510120273.0
分案原申请号 200510106830.3
[30] 优先权
[32] 2002. 5.31 [33] JP [31] 2002 - 160486
[73] 专利权人 雅马哈株式会社
地址 日本国静冈县
[72] 发明人 森岛守人
[56] 参考文献
JP9 - 306144A 1997.11.28
JP58 - 100235A 1983.6.14
JP10 - 320963A 1998.12.4
审查员 董泽华

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 朱进桂

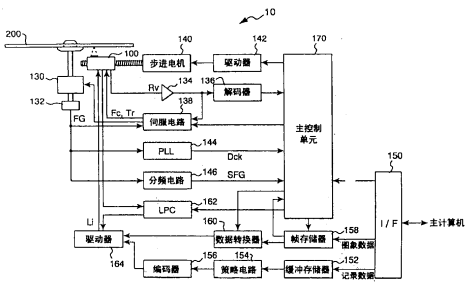
权利要求书 2 页 说明书 34 页 附图 17 页

[54] 发明名称

光盘记录设备

[57] 摘要

一种图像形成设备，包括：用于旋转光盘(200)的主轴电机(130)；用于应用激光到光盘的、沿光盘径向移动的光学拾取头(100)；当光盘多次旋转时，沿径向移动光学拾取头一预定距离的步进电机(140)；驱动从光学拾取头辐射的激光的位置的跟踪驱动器；以当光盘多次旋转时激光的辐射轨迹彼此不同的方式控制跟踪驱动器的伺服电路(138)；和根据排列的若干点的灰度等级和光盘的总旋转次数来定义激光强度的数据转换器(160)。



1、一种用于通过使变色层变色而在光盘上形成可视图像的光盘记录设备，所述光盘具有通过辐射激光而变色的变色层，将光盘上一条沿半径方向的径向线定义为基准线，从该基准线开始沿顺时针方向的其他径向线顺序作为第 1 到 N 列，以及从内圆周到外圆周按顺序定义第 1 到第 M 行，所述光盘记录设备包括：

主轴电机，用于旋转光盘；

旋转装置，用于输出与主轴电机旋转速度相对应的频率信号，并产生时钟信号，该时钟信号的时间周期与光盘旋转一列的角度相对应，根据该时钟信号对所述列进行寻址；

光学拾取头，用于将激光应用到光盘上，所述光学拾取头具有跟踪驱动器，该跟踪驱动器由跟踪线圈和保持物镜的保持部件构成，用于响应跟踪信号而驱动所述物镜，从而改变激光在光盘上的辐射位置；

步进电机，当完成灰度等级数据决定的预定多次数的旋转后，该步进电机驱动光学拾取头沿光盘的径向移动一预定距离，其中当要形成一行中某个点时，光盘旋转预定多次数，该预定多次数与由存储在帧存储器中的、要形成在变色层上的灰度等级相对应的灰度等级数据决定，所述灰度等级数据定义了要在光盘的一周排列的点的密度；

控制器，用于产生跟踪信号，且当通过使光盘旋转预定多次数而形成一行中的点时，通过改变各次旋转时的跟踪信号的相位或电压来控制跟踪驱动器，使得各次旋转时激光辐射的轨迹不同；以及

数据转换器，用于响应于预定的旋转次数，把从帧存储器中读出的灰度等级数据转换成用于把激光强度设置为写电平的 ON 数据，或者转换成用于将激光强度设置为伺服电平的 OFF 数据。

2、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，由跟踪驱动器确定的激光的位置可改变的范围大致等于步进电机进给光学拾取头的位置的距离。

3、根据权利要求 2 所述的光盘记录设备，其特征在于，应用到光盘上的激光的光斑直径小于步进电机进给光学拾取头的距离。

4、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，跟踪驱动器根据具有彼此相同的频率和幅度、但不同相位的跟踪信号改变光盘上的激光的位置。

5、根据权利要求 4 所述的光盘记录设备，其特征在于，跟踪信号的相位随着每次盘旋转而变化。

6、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，光盘的变色层形成在与具有记录层的记录面相反设置的标记面上。

7、根据权利要求 6 所述的光盘记录设备，其特征在于，不执行用于跟踪光盘上的凹槽的跟踪控制。

8、根据权利要求 7 所述的光盘记录设备，其特征在于，当将数据记录在记录层上时执行跟踪控制。

9、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，激光的强度被定义为光辐射的开/关。

10、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，写电平使变色层变色，而伺服电平不使变色层变色。

11、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，变色层包括通过在应用激光时产生的热而变色的热敏部分。

12、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，变色层包括通过在应用激光时的激光而变色的部分。

13、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，根据 CAV 体制旋转光盘的转速。

14、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，根据 CLV 体制旋转光盘的转速。

15、根据权利要求 1 所述的光盘记录设备，其特征在于，光盘的变色层被形成为记录面上的记录层。

16、根据权利要求 15 所述的光盘记录设备，其特征在于，在数据被记录在记录面上之后，在光盘的外圆周侧形成图像。

光盘记录设备

技术领域

本发明涉及一种用于在光盘上形成图像的图像形成设备和一种图像形成方法。

背景技术

一般情况下，可记录光盘例如 CD-R(可记录密度盘)和 CD-RW(可重写密度盘)已广泛用于记录大容量的信息。构成这种用于在这些光盘上记录各种信息例如音乐数据的光盘记录设备，以使其响应要记录的信息而用激光辐射在这些光盘的侧面中的一个面上形成的记录面。

在上述光盘中，为了识别已记录在记录面上的各种数据，在许多情况下，诸如标题之类的图像被应用在与记录面一侧相反的标记面一侧。通常，这些图像以这样一种方式被应用，即诸如标题之类的图像通过使用打印机等设备被打印在标记页上，并且，这些打印图像形式的标题页都粘贴在光盘的标记面上。

然而，为了将标题之类的图像应用到上述的光盘，由于除了要使用光盘记录设备以外，还要另外使用打印设备，加重了用户的经济负担。而且，这些麻烦的工作被强加给用户。也就是说，在采用光盘记录设备使信息记录在光盘的记录面上后，不仅仅是从光盘记录设备拾取记录信息的光盘的工作，而且要使用上述打印设备打印标记页，并且打印的标记页一定要粘贴到这些记录信息的光盘上。

发明内容

本发明就是为了解决上述问题而提出的，其目的是提供一种图像形成设备及图像形成方法，除了在记录面上记录信息，还能在光盘上形成高对比率的图像，而不需采用新的设备。

为了达到上述目的，本发明特征在于以下几方面。

第一方面

提供了一种用于通过使变色层变色而在光盘上形成可视图像的光盘记录设备，所述光盘具有通过辐射激光而变色的变色层，将光盘上一条沿半径方向的径向线定义为基准线，从该基准线开始沿顺时针方向的其他径向线顺序作为第 1 到 N 列，以及从内圆周到外圆周按顺序定义第 1 到第 M 行，所述光盘记录设备包括：

主轴电机，用于旋转光盘；

旋转装置，用于输出与主轴电机旋转速度相对应的频率信号，并产生时钟信号，该时钟信号的时间周期与光盘旋转一列的角度相对应，根据该时钟信号对所述列进行寻址；

光学拾取头，用于将激光应用到光盘上，所述光学拾取头具有跟踪驱动器，该跟踪驱动器由跟踪线圈和保持物镜的保持部件构成，用于响应跟踪信号而驱动所述物镜，从而改变激光在光盘上的辐射位置；

步进电机，当完成灰度等级数据决定的预定多次数的旋转后，该步进电机驱动光学拾取头沿光盘的径向移动一预定距离，其中当要形成一行中某个点时，光盘旋转预定多次数，该预定多次数与由存储在帧存储器中的、要形成在变色层上的灰度等级相对应的灰度等级数据决定，所述灰度等级数据定义了要在光盘的一周排列的点的密度；

控制器，用于产生跟踪信号，且当通过使光盘旋转预定多次数而形成一行中的点时，通过改变各次旋转时的跟踪信号的相位或电压来控制跟踪

驱动器，使得各次旋转时激光辐射的轨迹不同；以及

数据转换器，用于响应于预定的旋转次数，把从帧存储器中读出的灰度等级数据转换成用于把激光强度设置为写电平的 ON 数据，或者转换成用于将激光强度设置为伺服电平的 OFF 数据。

第二方面

根据第一方面的光盘记录设备，由跟踪驱动器确定的激光的位置可改变的范围大致等于步进电机进给光学拾取头的位置的距离。

第三方面

根据第二方面的光盘记录设备，应用到光盘上的激光的光斑直径小于步进电机进给光学拾取头的距离。

第四方面

根据第一方面的光盘记录设备，跟踪驱动器根据具有彼此相同的频率和幅度、但不同相位的跟踪信号改变光盘上的激光的位置。

第五方面

根据第四方面的光盘记录设备，跟踪信号的相位随着每次盘旋转而变化。

第六方面

根据第一方面的光盘记录设备，光盘的变色层形成在与具有记录层的记录面相反设置的标记面上。

第七方面

根据第六方面的光盘记录设备，不执行用于跟踪光盘上的凹槽的跟踪控制。

第八方面

根据第七方面的光盘记录设备，当将数据记录在记录层上时执行跟踪控制。

第九方面

根据第一方面的光盘记录设备，激光的强度被定义为光辐射的开/关。

第十方面

根据第一方面的光盘记录设备，写电平使变色层变色，而伺服电平不使变色层变色。

第十一方面

根据第一方面的光盘记录设备，变色层包括通过在应用激光时产生的热而变色的热敏部分。

第十二方面

根据第一方面的光盘记录设备，变色层包括通过在应用激光时的激光而变色的部分。

第十三方面

根据第一方面的光盘记录设备，根据 CAV 体制旋转光盘的转速。

第十四方面

根据第一方面的光盘记录设备，根据 CLV 体制旋转光盘的转速。

第十五方面

根据第一方面的光盘记录设备，光盘的变色层被形成为记录面上的记录层。

第十六方面

根据第十五方面的光盘记录设备，在数据被记录在记录面上之后，在光盘的外圆周侧形成图像。

附图说明

图 1 是表示本发明的一个实施例的能在光盘上形成图像的图像形成设备的配置方框图。

图 2 是表示图像形成设备采用的光拾取头的结构方框图。

图 3 是表示在光拾取头中采用的光接收元件的结构平面图。

图 4 是表示光盘结构的截面图，信息被记录在该光盘上或图像通过图像形成设备形成在该光盘上。

图 5 是要形成在光盘上的图像的点的说明图。

图 6 是从记录面一侧看，光盘的沟槽的说明图。

图 7 是帧存储器的存储内容的说明图。

图 8A 和图 8B 分别是激光辐射轨迹的说明图。

图 9 是图像形成设备采用的数据转换器所转换内容的说明图。

图 10 是说明光盘基准线的检测和点列的检测的时序图。

图 11 是描述光盘图像形成设备执行的图像形成操作的流程图。

图 12 是描述光盘图像形成设备执行的图像形成操作的流程图。

图 13 是描述光盘图像形成设备执行的图像形成操作的流程图。

图 14 是帧存储器的存储内容的说明图。

图 15 是根据存储内容形成的图像的说明图。

图 16 是根据存储内容形成的图像的说明图。

图 17 是帧存储器的存储内容一个例子的说明图。

图 18 是根据存储内容形成的图像的说明图。

图 19 是关于图像形成设备的一个应用例子的数据转换器的转换内容的说明图。

图 20 是应用例子的图像的举例的说明图。

具体实施方式

以下参照相应的附图来说明本发明的实施例。

〈能在光盘上形成图像的图像形成设备〉

根据本发明的实施例，能在光盘上形成图像的图像形成设备（以下简称“图像形成设备”）配置如下。即，除了通过辐射激光到光盘的记录面来在该记录面上记录信息以实现一般目的的信息记录功能，图像形成设备还具有新的图像形成功能，采用该图像形成设备，通过把辐射激光到光盘上的变色层并且该使变色层受热或光照时产生变色，从而形成图像。

总之，首先说明了构成形成图像的初始条件的光盘结构。然后，详细描述了使光盘完成信息记录操作和图像形成操作的设备的结构组成。由于能读出记录的信息的功能对本领域技术人员来说是公知的，在此就不做详细描述。

〈光盘的结构〉

图 4 是表示信息记录在盘的一面上而图像记录在盘的另一面上的光盘的结构的横截面图。如图中所示，光盘 200 由保护层 201、记录层 202、反射层 203、另一保护层 204、热敏层 205、和另一保护层 206 按顺序叠加而成。应当注意，图 4 举例说明了光盘 200 的示意性的结构，因此，各层的尺寸比例并未准确反映实际的尺寸。

在这些层中，沟槽（即轨道槽，一般称作记录槽）202a 在记录层 202 中形成。当信息记录在该光盘 200 上时，沿着该沟槽 202a 应用激光。

换句话说，当记录信息时，该光盘 200 位于保护层 201 一侧（例如，图中所示的上面）的一个面（记录面）与光学拾取头 100（见图 1）相对设置，根据其上要记录的信息（位），沿上述沟槽 202a 辐射激光到该面上，使目标信息被记录。另一方面，通过解调从射出的激光返回的激光，即通过解调表示该返回激光的接收信号来再现信息。

另一方面，当辐射光盘 200 的激光强度高于或等于预定的强度时，热敏层 205 通过该应用的激光的热量或光照产生变色。因此，在图像将在光盘 200 上形成的情况下，该光盘 200 位于保护层 206 一侧的一个面（即，标记面）与光学拾取头相对设置，通过以能使热敏层 205 变色的足够高的强度辐射该面，形成目标图像。

应该理解，由于光盘200除了热敏层205组成元件外，与常用的CD-R具有大致相同的结构，因此在这就不进一步详细阐述其组成结构。

另外，在实施例中，热敏层205用作变色层。作为选择，记录层202也可用作变色层202，在稍后的应用/改进中将会论述。

〈光盘图像形成设备的配置〉

接下来，图1是根据该实施例的图像形成设备的配置方框图。如图中所示，该图像形成设备10包括光学拾取头100、主轴电机130、旋转检测器132、RF（射频）放大器134、解码器136、伺服电路138、步进电机140、电机驱动器142、PLL（锁相环）144、分频电路146、接口150、缓冲存储器152、解码器154、策略电路156、帧存储器158、数据转换器160、激光强度控制（LPC）电路162、激光驱动器164和主控制单元170。图像形成设备10经接口150连接到主机（未详细示出）。

主轴电机130（旋转单元）旋转用来在其上记录信息或形成图像的光盘200。旋转检测器132对应于一种频率测速发电机，它通过利用主轴电机130的反电流来输出具有与主轴旋转速度相对应的频率的信号“FG”。

根据该实施例，图像形成设备10以CAV(恒定角速度)制式记录信息并且形成图像，采用伺服电路138以这种方式实现反馈控制，即，使信号FG检测到的主轴电机130的旋转速度变得与主控制单元170指令的角速度相等。应当注意，伺服电路138不仅执行对主轴电机130的旋转控制，而且还执行对光学拾取头100的跟踪控制和聚焦控制。

光学拾取头100（光辐射单元）是用于将激光辐射到旋转的光盘200的模块。该光学拾取头100的详细组成结构如图2所示。如该图所示，该光学拾取头100包括用于发射激光束的激光二极管102、衍射光栅104、用于聚焦激光束到光盘200上的光学系统110、和用于接收反射光（返回的激光）的光接收元件108。

激光二极管102由激光驱动器164提供的驱动信号“Li”驱动，从而发射强度与该驱动信号“Li”的电流值相对应的激光束。从激光二极管102

发射的激光束经过衍射光栅 104 被分离成一个主光束和两个副光束，这些被分离的光束按顺序通过由极化分束器 111、准直透镜 112、1/4 波片 113、和物镜 114 构成的光学系统 110，然后聚焦到光盘 200 上。

另一方面，从光盘 200 反射的三个光束又按顺序通过物镜 114、1/4 波片 113、和准直透镜 112，然后沿直角方向被极化分束器 111 反射。三个反射光束经由构成光学系统 110 的圆柱透镜 115 到达光接收元件 108。

由光接收元件 108 接收的光接收信号“Rv”被 RF 放大器（见图 1）放大，其后，放大的光接收信号被提供给诸如伺服电路 138 等。应当注意，光接收元件 108 实际上分别接收主光束和两组副光束。在这种情况下，正如稍后要说明的，在光接收元件 108 中接收主光束的检测区被细分成四个检测区域，并且由主光束形成的光学图像的光接收强度被每一个细分检测区域获得。因此，光接收信号 Rv 对应于表示四组光接收强度的光接收信号的总称。

物镜 114 由聚焦驱动器 121 和跟踪驱动器 122 保持，使得该物镜 114 能沿光束的光轴向和光盘 200 的径向两个方向移动。

聚焦驱动器 121 根据伺服电路 138（见图 1）提供的聚焦信号“Fc”沿光轴方向驱动物镜 114。跟踪驱动器 122（辐射位置操作单元）根据伺服电路 138 提供的跟踪信号“Tr”沿光盘 200 的径向驱动物镜 114。

在这种情况下，跟踪驱动器 122 主要由，例如，被提供了跟踪信号 Tr 的线圈，和保持物镜 114 并由该线圈排斥/吸引的保持部件构成。因此，从光学拾取头 100 发射的激光束的辐射位置是根据线圈两端的跟踪信号 Tr 的电压来确定的。

应当注意，光学拾取头 100 还包括前向监控二极管（未示出），该前向监控二极管接收从二极管 102 发射的激光，并提供对应于该接收到的激光光量的电流到图 1 所示的激光强度控制电路 162。

步进电机 140（进给单元）以这样一种方式设置，即通过旋转该步进电机 140，光学拾取头 100 沿光盘 200 的径向移动。电机驱动器 142 向步进电机 140 提供驱动信号，该驱动信号用来以一移动量沿由主控制单元指

令的移动方向移动光学拾取头 100。

RF 放大器 134 放大来自光学拾取头 100 的光接收信号 Rv，并提供已被放大的光接收信号给解码器 136 和伺服电路 138。由于在记录信息再现情况下得到的光接收信号 Rv 已经是 EFM（8 到 14 位调制）调制，因此解码器 136 EFM 解调该光接收信号，并提供该 EFM 解调光接收信号给主控制单元 170。

在这种情况下，在光学拾取头 100 中主光束和两个副光束有这样一种位置关系（未示出）。即，当主光束的光点中心位于沟槽 202a（见图 4）的沟槽中心时，副光束光点中的一个光点位于该沟槽 202a 的内侧表面，并且副光束光点中的另一个光点位于外侧表面。因此，计算由光接收元件 108 检测接收到的这些副光束的光强度之间的差值，可以得到主光束移动到目标沟槽 202a 的内/外侧的任意位置，并且可以得到其位移量。因此，当记录信息时，伺服电路 138（辐射位置控制单元）产生跟踪信号 Tr，使得沿移动方向的移动量为零，并根据该跟踪信号 Tr 驱动跟踪驱动器 122，即使当光盘 200 在偏心状态下旋转时，该伺服电路 138 也能准确跟踪沟槽 202a 的主光束（跟踪控制）。

通过旋转步进电机 140 沿径向移动光学拾取头 100 的控制操作是由主控制单元 170 执行的，该主控制单元 170 以这样一种方式发出指令，例如，每次光盘 200 以恒定的旋转数（线控制）旋转时，光拾取头 100 向外侧移动 1 步。

如上所述，当再现信息或记录信息时，光学拾取头 100 相对于光盘 200 的位置是以线控制的方式实现的，另外，从位置受控的光学拾取头 100 发射出的跟踪沟槽 202a 的激光的操作是由跟踪控制执行的。

应当注意，当图像形成时，伺服电路 138 仅产生响应主控制单元 170 发出的指令的跟踪信号 Tr，而不执行跟踪沟槽 202a 的跟踪控制（稍后会论述）。

如图 3 所示，光接收元件 108 的检测区实际上细分成四个区域“a”，“b”，“c”，和“d”。另一方面，在物镜 114 位于光盘 200 附近的情况下，由圆柱透镜 115 聚焦在光接收元件 108 上的主光束的图像，形成纵向椭圆

形“A”，在物镜 114 距离光盘 200 较远的情况下，该图像形成横向椭圆形“B”，在物镜 114 刚好聚焦的情况下，该图像形成圆“C”。

因此，（a+c）-（b+d）用来计算在四个区域得到的光接收强度，可以得到物镜 114 位移到光盘 200 的近侧/远侧以及该物镜 114 的位移量。因此，伺服电路 138 产生聚焦信号“FC”使该位移量减小到零，即使当聚焦驱动器 121 驱动光盘 200 以波动方式旋转时，伺服电路 138 也能使主光束的光点直径为常量（聚焦控制）。

其次，缓冲存储器 152 存储通过接口 150 从主计算机输出的信息，也就是说，该信息（以下称作“记录数据”）一定是以 FIFO(先入先出)模式被记录在光盘 200 的记录面上。

解码器 154EFM-解调从缓冲存储器 152 读出的记录数据，然后输出 EFM-解调后的记录数据到策略电路 156。该策略电路 156 对解码器 154 输出的 EFM 信号执行时间轴校正等处理操作后，输出处理后的 EFM 信号到激光驱动器 164。

另一方面，帧存储器 158 存储通过接口 150 从主计算机输出的信息，也就是说，该信息（以下称作“图像数据”）应形成在光盘 200 上。

该图像数据相应于一组定义要绘到光盘 200 上的点“P”的密度的灰度等级数据。如图 5 所示，对于每个点“P”，这些点“P”由每个以光盘 200 的中心为圆点的同心圆和径向直线相交而形成的交点排列而成。在这种情况下，为了说明光盘 200 的交点坐标系，为方便起见，同心圆从内圆周到外圆周按顺序定义为第一行，第二行，第三行，…，第 m 行（最后一行），而当某一径向直线被用作基准线时，其它径向直线沿顺时针方向按顺序称作第一列，第二列，第三列，…，第 n 列（最后一列）。

在这种情况下，这些点为方便起见被如此定义的原因给出如下：

一般情况下，如图 6 所示，当从记录面看光盘 200 的沟槽 202a 时，该沟槽 202a 从内圆周起沿顺时针方向呈螺旋形。当信息记录在该记录面上时，由于该沟槽 202a 按规范一定是从沟槽 202a 的内圆周的边缘点“Gs”开始跟踪，所以光盘 200 从记录面方向看是沿逆时针方向旋转，另外，光

学拾取头 100 从光盘 200 的内圆周向外圆周移动。

在该实施例中，当上述结构为初始状态时，当光盘 200 在标记面置于光学拾取头 100 的相反方向的条件下旋转时，该光学拾取头 100 通过该光盘的旋转在主扫描方向扫描，并且光学拾取头 100 在副扫描方向从内圆周移到外圆周。

因此，关于光学拾取头 100 相对于光盘 200 的相对移动，如图 5 所示，当光盘 200 被固定，从标记面方向看，光盘 200 的主扫描方向变成与旋转方向相反的逆时针方向。

当这些点阵按如上所述被定义时，图 7 中所描述的 m 行 X n 列的排列的灰度等级数据被存储在帧存储器 158 中。在这种情况下，根据该实施例，设当灰度等级数据是 3 比特时，形成每点 8（$=2^3$）个灰度等级的图像。准确地说，假设在 3 比特灰度等级数据中，灰度等级数据（000）定义最亮（最浅）密度，而从（001），（010），（011），（100），（101），（110）到（111）定义的多个密度数据按顺序表示形成的暗（深）密度点。

关于存储在帧存储器 158 中的图像数据，当主控制单元 170 指定一特定行时，该特定行（一行）的灰度等级数据以批处理模式被读出，以用来在主控制单元 170 中执行判断操作。另外，当行和列都被主控单元 170 指定时，只有位于该行和该列的一点的灰度等级数据被读出，然后，把该读出的灰度等级数据提供给数据转换器 160。

应该理解，图 5 只是示意性的说明了这些点“P”之间的位置关系。然而，在实际情况下，这些点“P”以精致的方式排列。该精致的排列可以类似的被用于图 6 所示的沟槽 202a 的间隔中。

一般来讲，以位图格式来形成用于主计算机的图形数据。因此，当在光盘 200 上形成图像时，以位图格式形成的图形数据可以由主计算机等转换成图 5 所示的坐标系，并且被转换的数据可以按照图 7 所示的存储方式存储在帧存储器 158 中。

主控制单元 170 的详细结构在图中未示出。该主控制单元 170 由 CPU（中央处理单元）、ROM（只读存储器）、RAM（随机存储器）等构成。通过

根据事先存储在 ROM 中的程序以正确的方式操作图像形成设备 10 的各个单元，主控制单元 170 控制光盘 200 的记录面的信息记录操作和光盘 200 的标记面的图像形成操作。

〈激光的辐射轨迹〉

另一方面，当激光辐射标记面时，图像形成时被返回的激光的情况与信息形成时被返回的激光的情况是不同的。存在众多无法期望的稳定且准确的跟踪控制的可能性。因此，在该实施例中，在激光辐射标记面从而形成图像的情况下，该实施例的图像形成设备以这样一种方式配置，即，控制激光辐射光盘 200 的位置而不使用跟踪沟槽 202a 的跟踪控制。

应该理解，尽管该图像形成设备未表明当图像形成时不执行跟踪控制操作，但是当图像形成时跟踪控制操作可以与辐射位置控制合并到一起执行（将在下面提及的应用/改进中说明）。

在图像形成时假设光盘200的旋转方向是主扫描方向而径向是副扫描方向的情况下，不采用跟踪控制操作的、沿径向以需要的量副扫描激光辐射位置的装置只对应于这种通过旋转步进电机 140 使光学拾取头 100 移动的配置。

在这种情况下，现在设由步进电机 140 获得的光学拾取头 100 的最小移动分辨率是大约 10μm，沿副扫描方向形成的图像的最小间距与该最小移动分辨率相等，即大约 10μm。

因此，如果聚焦控制操作是以射向热敏层 205 的激光的光点直径与该分辨率相等即大约 10μm 的方式执行的，并且激光的强度是相应于形成的图像的点而定义的，那么可以马上接受这个能够形成更好的图像的想法。

然而，在通过使光点直径从大约 1μm 扩大到大约 10μm 而在形成图像时使用记录信息时光点直径为 1μm 左右的激光二极管 102 的情况下，每个单位区域的辐射强度相对于热敏层 205 降低，以致不能执行令人满意的变色。

相反，热敏层 205 仅被光点直径为大约 1μm 的激光辐射并且光学拾

取头 100 以大约 10μm 的长度沿光盘径向进行副扫描时，该大约 10μm 的长度是相应于光盘 200 每旋转一圈光学拾取头的最小移动分辨率，实际上一点中变色的部分仅仅是宽度大约为 1μm 的线形部分。由于未被激光辐射到，一点中余下的 90%部分是未变色的。因此，就要考虑下述问题。即，在具有最亮密度的一点中，变色部分与未变色部分的比率是 0%，而在具有最暗密度的一点中，变色部分与未变色部分的比率仅接近 10%。因此，由于这些比率的差值很小，形成的图像的对比度会降低，从而导致其可见度也会变差。

总之，在该实施例中，首先，当形成一行中的若干个点时，在光学拾取头 100 保持不动的情况下光盘 200 旋转（循环）多次。应该理解，激光对光盘 200 的辐射轨迹在多次旋转时保持不变，第二，在该实施例中，每当光盘 200 旋转时，施加跟踪信号“Tr”。当跟踪信号“Tr”的频率彼此相同，跟踪信号“Tr”的幅度彼此相同，且只有跟踪信号“Tr”的相位彼此不同时，以光盘每次旋转时辐射轨迹不同的方式设置跟踪信号“Tr”。准确地说，在该实施例中，鉴于这种关系，即，根据光盘 200 旋转 7 次形成 8 灰度等级的图像和为了使若干点形成一行而把基准线的通过时间在时间轴上设置为零，主控制单元 170 发送指令给伺服电路 138，产生三角波作为跟踪信号“Tr”。也就是说，对于这些三角波信号，在第一次旋转，三角波信号的相位设置为零，然后，在第二次旋转和后续的旋转，三角波信号的相位依次延迟（2π/7）。

如图 8A 所示，当跟踪信号“Tr”提供给跟踪驱动器 122 时，从第一次旋转的轨迹（1）到第七次旋转的轨迹（7）定义的轨迹，激光对光盘 200 的辐射轨迹彼此不同。

应该注意，在图 8A 中，在光学拾取头 100 位于与要形成的图像的点阵中某一行的某一点相对应的情况下，符号“Q”表示假设跟踪信号“Tr”电压设置为零时激光的辐射轨迹。即使激光的辐射轨迹实际上是弧形，为了便于说明，在该图中该辐射轨迹以直线形式延长。

〈灰度等级显示〉

如上所述，当形成一行的多个点时，由于光盘 200 每次旋转时激光的

辐射轨迹彼此不同，如果以在某一次旋转时辐射激光到光盘 200 而使热敏层 205 变色而在另一次旋转时热敏层 205 不变色的方式执行控制操作，那么某一点变色部分与未变色部分的面积比率是变化的，从而可以表示暗/亮灰度等级。

准确地说，在该实施例中，当形成 1 行中的多个点需要旋转 7 次时，为了使热敏层变色，激光仅以等于与 7 次旋转的灰度等级的十进制值相对应的旋转次数的某些次数辐射光盘 200。例如，当灰度等级数据是（101）时，用这种 7 次旋转中仅有 5 次能使热敏层 205 变色的强度的激光辐射光盘 200，从而使相应的轨迹部分变色。当灰度等级是（011）时，用这种 7 次旋转中仅有 3 次能使热敏层 205 变色的强度的激光辐射光盘 200，从而使相应的轨迹部分变色。

用于定义形成 1 行中的多个点所需的 7 次旋转中的每次旋转激光强度的主要配置是数据转换器 160（激光强度定义单元）。换句话说，当数据转换器 160 以对比度优先模式运行时，如图 9 所示，该数据转换器 160 响应主控制单元 170 指定的旋转次数，把从帧存储器 158 读出的灰度等级数据转换为 ON 数据（位）或 OFF 数据。该 ON 数据设置激光的强度为写电平，而 OFF 数据设置激光的强度为伺服电平。例如，当从帧存储器 158 读出的灰度等级数据是（010）时，数据转换器 160 在第一次旋转和第二次旋转时转换该读出的灰度等级数据到 ON 数据，然后数据转换器 160 在第三次旋转到第七次旋转时转换该读出的灰度等级数据到 OFF 数据。

这种情况下，上述“写电平”相应于当激光辐射热敏层 205 时激光具有能使该热敏层 205 变色的某一强度的值，而上述“伺服电平”相应于当激光辐射热敏层 205 时激光具有基本上不使该热敏层 205 变色的某一强度的值。下面将给出具有伺服电平强度的激光基本上不使热敏层 205 变色但仍被输出的原因。即，稍后将说明，聚焦伺服控制操作（和光量控制操作）被执行。

当数据转换器 160 以节省时间的方式运行时（稍后将说明），如果从帧存储器 158 读出的灰度等级数据不同于（000）的任意灰度等级数据，那么数据转换器 160 转换所有灰度等级数据为 ON 数据。另外，只有当从

帧存储器 158 读出的灰度等级数据是（000）时，数据转换器 160 转换所有灰度等级数据为 OFF 数据。

〈图像形成模式〉

根据该方法，当形成 1 行的若干点时，光盘 200 至少要旋转 7 次。另一方面，当形成的图像仅由符号、字符和数字等字符构成时，并不总是需要形成有多灰度等级和高对比率的图像。期望形成只有两种（ON/OFF）灰度等级的景象，并且期望形成用户希望缩短形成图像的持续时间而不是灰度等级显示的持续时间的景象。

总之，在该实施例中，准备了两种模式，即对比度优先模式，在该模式下，以最高优先权执行有高对比率的图像的形成，和节省时间模式，在该模式下，以最高优先权执行形成图像需要的时间的缩短。图像形成设备 10 采用上述两种模式中的任意一种形成图像的配置。

应该注意，为了设定这样一种模式，可以设想各种配置。即，（1）主计算机经接口 150 向主控制单元 170 指示模式设置操作；（2）主控制单元 170 分析存储在帧存储器 158 中的灰度等级数据以便形成直方图，然后，根据该直方图判断正确的模式；和（3）用户通过各自提供的选择单元设定正确的模式。

回过来参考图 1 的描述，为了控制从激光二极管 102 发出的激光的强度，采用了激光功率控制单元 162。具体来说，激光功率控制电路 162 以由前向监控二极管检测的激光二极管 102 的发光量与由主控制单元 170 提供的最佳激光功率目标值相一致的方式控制驱动信号“Li”的电流值。

这种情况下，如上所述，由于该实施例的图像形成设备采用 CAV 体制，即恒角速度体制，光学拾取头 100 指向光盘 200 的外圆周越远，该光盘 200 的线速度就越高。因此，光学拾取头 100 越指向光盘 200 的外侧，主控制单元 170 设置的光电平的目标值就越高。

激光驱动器 164 根据存储电路 156 提供的调制数据对由激光功率控制电路 20 反射的控制内容产生驱动信号“Li”，然后，在记录信息时提供该

产生的驱动信号“Li”到光学拾取头100的激光二极管102。另外，激光驱动器164根据数据转换器160转换的数据对由激光功率控制电路20反映的控制内容产生驱动信号“Li”，然后，当图像形成时提供该产生的驱动信号“Li”到光学拾取头100的激光二极管102。

因而，以该强度与由主控制单元170提供的目标值相一致的方式来对从激光二极管102发出的激光束的强度进行反馈控制。

〈基准行和列的检测〉

如上所述，旋转检测器132输出具有与主轴旋转速度相对应的频率的信号“FG”。PLL电路144与信号“FG”同步，产生时钟信号“Dck”，然后提供该产生的时钟信号“Dck”到主控制单元170。该时钟信号“Dck”具有由通过倍频信号“FG”的频率而定义的频率。分频电路146产生由常数分频信号“FG”而得到的基准信号“SFG”，然后，提供该基准信号“SFG”到主控制单元170。

这种情况下，设旋转检测器132在主轴电机130每旋转1圈即光盘200每旋转1圈的时间周期中产生8段脉冲（如图10）作为信号“FG”，分频电路146对信号“FG”进行1/8分频从而产生分频信号作为基准信号“SFG”。因而，主控制单元170检测到基准信号“SFG”的上升时间是在光学拾取头100发出的激光的辐射位置已经通过光盘200的基准线时。

这种情况下，当在PLL电路144中频率的倍率被设置成与通过将每行的列数“n”除以8得到的值相等时，时钟信号“Dck”的一个时间周期与在光盘200以点阵的1列对应的角度旋转期间的一个时间周期相一致。

因而，由于主控制单元170在基准信号上升后按顺序计算时钟信号“Dck”的上升时间，因此该主控制单元170检测当图像形成时在光学拾取头100的激光辐射位置已经通过光盘200的基准线后出现了多少列。

应该理解，对“光盘200的基准线”这一表述描述如下：准确地讲，该表述是指主轴电机130的旋转轴的基准线。不论是当记录信息时，还是图像形成时，由于光盘200在该光盘200已夹到与该旋转轴直接耦合的工

作台的情况下旋转，主轴电机 130 的旋转轴的基准线相对光盘 200 内的某一径向直线的位置关系保持不变。因而，只要保持该条件，就可以毫无问题地将光盘 200 内的一径向直线称为光盘 200 的基准线。

在该实施例中，当基准信号的上升时间被定义为光盘 200 的基准线通过时间时，时钟信号“Dck”的上升时间被用作这样一时间，在该时间，光盘 200 只以与点阵的 1 列对应的角度旋转。很明显，在任何情况下，可以选择性地采用下降时间。

〈图像形成设备 10 的操作〉

接下来，将说明该实施例的图像形成设备 10 的操作。该图像形成设备 10 的主要特征是图像形成在光盘 200 上。另外，除了该主要特征外，该图像形成设备 10 还具有由一般的信息记录功能和该图像形成功能构成的可共同利用的功能的副特征。因此，仅简单介绍信息记录功能的操作的执行，而后要对该主要特征即图像形成操作加以详细介绍。

〈信息记录操作〉

首先，如上所述，在信息记录在光盘 200 的记录面上的情况下，在光盘 200 以其记录面面向光学拾取头 100 被定位的方式放置后，伺服电路 138 以可以获得由主控制单元 170 指示的角速度的形式对主轴电机 130 进行反馈控制。另一方面，光学拾取头 100 通过旋转步进电机 140 到沟槽 202a 的最内圆周的一点来进给。

然后，当跟踪控制操作开始沟槽 202a 的跟踪操作时，按顺序读出记录在缓冲存储器 152 中的数据，读出的数据由编码器 154EFM 调制，其后，EFM 调制数据以由策略电路 156 进行的时间轴校正等处理操作的方式被处理。然后，以根据 EFM 调制数据准确把激光的强度转换为写电平或伺服电平的方式来执行主控制单元 170 的控制操作，且该强度与主控制单元 170 指定的目标值相一致。由于在写电平改变了被激光辐射的记录层 202，所以信息被记录在该记录层 202 上。

应该注意，当记录信息时，除了旋转控制操作、跟踪控制操作、和光量控制操作外，还执行上述线控制操作和聚焦控制操作。

〈图像形成操作〉

下面将描述由图像形成设备 10 对光盘 200 执行的图像形成操作。图 11、图 12、图 13 是解释该图像形成操作的流程图。

应该理解这样的假设，即，如上所述，当图像形成时，光盘 200 以该光盘 200 的标记面面向光学拾取头 100 的方向放置。表示形成的图像的图像数据从主计算机被提供给图像形成设备 10，并且存储在帧存储器 158 中。当图像形成时，连续对光盘 200 执行聚焦控制操作、光量控制操作、和旋转控制操作。但是，如前面所述，不执行跟踪沟槽 202a 的跟踪控制操作。

〈对比度优先模式〉

首先，主控制单元 170 判断操作模式在图像实际形成之前是否已设置到对比度优先模式（步骤 S11）。当其判断结果是“是”时，主控制单元 170 输出命令使光学拾取头 100 移到与光盘 200 的最内圆周（即第一行）相对应的一点（步骤 S12）。响应该命令，电机驱动器 142 产生所需要的信号，以便将光学拾取头 100 移动到该点，然后，步进电机 140 根据该信号旋转，使光学拾取头 100 实际地移动到该点。

其次，主控制单元 170 预先读取光学拾取头 100 所在行的一行的、存储在帧存储器 158 中的图像数据的灰度等级数据（步骤 S13）。应该注意，当步骤 13 所定义的处理操作在第一次被执行时，预先读出光盘 200 的最内圆周的第一行的所有灰度等级数据。

然后，主控制单元（第一判断单元）170 判断是否 1 行的所有预先读出的灰度等级数据均为（000）（步骤 S14）。1 行的灰度等级数据均为（000）的情况表示根本不需要热敏层 205 根据形成该行的点所需要的光盘 200 旋转 7 周来变色。

最后，在判断结果是“是”时，主控制单元 170 跳过对步骤 S28（稍后将说明）的处理次序操作而没有停顿，以便省略形成该行的若干点的“n”段所需的处理操作。

另一方面，当该判断结果是“否”时，主控制单元 170 设置变量“P”为“1”（步骤 S15）。这种情况下，采用变量“P”是为了获知从形成光学拾取头 100 所在行的若干点所需的光盘 200 的 7 周旋转中所选择的一次旋转。因此，由于变量“P”设置为“1”，主控制单元 170 获知选择了第一次旋转。

随后，主控制单元 170 注意光学拾取头 100 所在行的第一列，以便按顺序处理从第一列到最后“n”列的若干列的灰度等级数据（步骤 S16）。然后，主控制单元 170 进入等待状态直到旋转的光盘 200 的基准线已经过指定的位置，即，直到基准信号“SFG”到达上升时间（步骤 S17）。

这种情况下，当基准信号“SFG”上升时，主控制单元 170 指令伺服电路 138 输出跟踪信号 Tr，其相位相应于变量“P”表示的旋转数（步骤 S18）。因此，由于伺服电路 138 开始输出其相位相应于变量“P”表示的旋转数的跟踪信号 Tr，从光学拾取头 100 发出的光束开始沿光盘 200 的径向摆动，而该光束实际上跟踪图 8A 所示的从轨迹（1）到轨迹（7）的变量“P”的轨迹。例如，当变量“P”是“1”时，光束跟踪光盘 200 的轨迹（1）。

当并行产生该跟踪信号 Tr 时，从步骤 S19 到步骤 S24 所定义的一系列处理操作与时钟信号 Dck 的 1 个时钟周期同步执行。

换句话说，主控制单元 170 从帧存储器 158 读出当时与光学拾取头 100 所在行相关的列的灰度等级数据。另外，主控制单元 170 可在预先读出的一行的灰度等级数据中选择性地输出与行/列有关的点的灰度等级数据。因此，数据转换器 160 转换读出的灰度等级数据为与变量“P”表示的旋转数有关的 ON 或 OFF 数据。这里的 ON 数据使激光强度变为写电平，而 OFF 数据使激光强度变为伺服电平。

激光驱动器 164 判断转换后的数据（步骤 S20），然后输出与只在该转换后的数据是 ON 数据情况下产生的写电平一致的驱动信号“Li”（步骤

S21）。结果导致这样一个事实，即光学拾取头 100 采用的激光二极管 102 在写电平发出激光，在光盘 200 的热敏层 205，在当时与相关的列和光学拾取头所在行相关的若干点中，只有与变量“P”表示的旋转数相关的轨迹部分变色。

另外，在转换后的数据为 OFF 数据的情况下，或在不提供转换后数据，即数据不是“ON”数据的情况下，激光驱动器 164 输出对应于伺服电平的驱动信号“Li”（步骤 S22）。因此，由于光学拾取头 100 采用的激光二极管 102 在伺服电平发出激光，热敏层 205 不变色。

其后，主控制单元 170 判断相关的列是否对应于最后“n”列（步骤 S23）。当判断结果是“否”时，该判断控制单元 170 使相关的列向前移动到下一列（步骤 S24）。然后，主控制单元 170 重复对处理操作后已经被前移的相关列单独执行相类似的处理操作。最后，由于对相关的列重复执行该处理操作直到最后“n”列，因此激光被应用到光拾取头 100 所在行变量“P”表示的旋转数的轨迹上。

如上所述，由于该重复处理操作的一个周期与时钟信号“Dck”的一个时间周期同步执行，所以每次光盘 200 以一点与基准线所成的角度旋转时，都响应根据该行和该旋转数转换的 ON 或 OFF 数据来应用激光。

另一方面，在主控制单元 170 判断相关列是最后“n”列的情况下，该主控制单元 170 进一步判断在当时变量“P”是否是“7”（步骤 S25）。当其判断结果是“否”时，主控制单元 170 使变量“P”加“1”（步骤 S26），然后等待光盘 200 的下一次旋转。

为了判断是否存在以已增加的变量“P”所表示的旋转中激光应用于电平激光的情况，主控制单元（第二判断单元）170 再次检查预先读出的一行的灰度等级数据（步骤 S27）。

例如，在增加后的变量“P”等于，例如，“4”的情况下，当一行中的所有灰度等级数据均小于或等于（011）时，如图 9 所示，主控制单元 170 判断不存在第四次旋转时激光应用于写电平的情况。当一点的灰度等级数据大于或等于（100）时，主控制单元 170 判断存在第四次旋转时激光应用于写电平的情况。

在步骤S27判断结果是“否”的情况下，处理顺序操作又返回到步骤S25，主控制单元170判断增加后的变量“P”是否是“7”。在该实施例中，在由数据转换器160得到的转换后的内容是如图9所示的内容的情况下，当某一行的变量“P”是值“α”时（“α”值是满足$2 \leq \alpha < 7$的整数），如果步骤S27的判断结果一次是“否”，那么该判断结果连续是“否”直到变量“P”后来变为“7”。

另一方面，在步骤S27的判断结果是“是”的情况下，处理顺序操作又返回到步骤S16。因此，按照增加后的变量“P”所表示的旋转数来执行步骤S16到S25所定义的处理操作。

无论是在主控制单元170在步骤S25判断变量“P”是“7”的情况下，还是在步骤S14的判断结果是“是”的情况下，主控制单元170判断光学拾取头100所在行是否是最后“m”行（步骤S28）。当其判断结果是“否”时，主控制单元170发出命令使光学拾取头以等于该光盘200的一行的距离移到光盘200较外圆周的一点，即由步进电机140以光学拾取头100的最大移动分辨率移动（步骤S29）。响应该命令，电机驱动器142产生需要的信号，以便将光学拾取头100移动到该点，然后，步进电机140响应该信号而被旋转。最后，光学拾取头100实际地被移到该点。其后，处理顺序操作又返回到步骤S13。因此，按照光学拾取头100已经移动后的一行来执行步骤S13到S28所定义的处理操作。

另一方面，在主控制单元170判断光学拾取头100所在行是最后“m”行的情况下，该判断结果表示对于置于该图像形成设备10中的光盘200，第一行到最后“m”行的图像形成操作已经完成。最后，主控制单元170完成该图像形成操作，如果需要，例如，并执行弹出处理操作（未示出）弹出该光盘200。

如上所述，在该实施例中，以激光辐射轨迹彼此不同的7次改写操作的方式，对光盘200的1行（旋转1圈）以对比度优先模式执行图像形成操作。然后，在这7次改写操作中，以由灰度等级数据所指定的强度越暗改写操作的次数越大的方式执行图像形成操作。

这种情况下，在该实施例中，主控制单元170在这1行的改写操作执

行前检查该行的灰度等级数据。如果该行的所有灰度等级数据是（000），那么光学拾取头 100 立刻向外移动 1 行而实际上不使光盘 200 旋转 7 次。换句话说，如果在形成这 1 行的图像所需的 7 次旋转中一次也不需要使用写电平的激光的话，那么光学拾取头 100 立刻向外移动 1 行而实际上不旋转 7 次。准确地说，当步骤 S14 的判断结果是“是”时，处理顺序操作跳到步骤 S28。此外，当步骤 S28 的判断结果是“否”时，执行步骤 S29 所定义的处理操作。因此，由于对不执行图像形成操作的行执行的处理操作被跳过（即，热敏层 205 不变色），所以执行图像形成操作所需的总的时间就会因该跳过处理操作所需的时间而缩短。

另外，在对比度优先模式中，在除了光盘 200 形成 1 行图像所需的 7 次旋转中的第一次旋转外的第二次和之后的旋转中，主控制单元 170 预先判断是否有在相关的旋转中激光应用于写电平的情况。当该判断结果是“否”时，与该相关电路并发的旋转被跳过。换句话说，如果 S27 的判断结果是“否”，那么处理顺序操作不返回到步骤 S26，而返回到步骤 S25。另外，与该实施例类似，在数据转换器 160 所得到的转换内容是如图 9 所示的情况下，如果步骤 S27 的判断结果一次是“否”，那么该判断结果连续是“否”直到变量“p”是“7”。

例如，在某一行中变量“P”等于“4”的情况下，当该行中的所有灰度等级数据均小于或等于（011）时，如果步骤 S27 的判断结果是“否”，那么步骤 S27 得到的判断结果连续是“否”直到变量“p”增加到“7”。因此，从第四次旋转到第七次旋转将光学拾取头 100 移动到光盘 200 的外侧 1 行，而不执行步骤 S16 到步骤 S24 定义的处理操作。

最后，由于光盘 200 的图像形成操作的这样一次不被执行的旋转的处理操作被跳过（旋转跳过），那么，结合上述行跳过处理操作，就会进一步缩短执行图像处理操作所需的时间。

在形成 1 行图像所需的 7 次旋转中，从旋转跳过主体中排除第一次旋转的原因如下：即，如果第一次旋转被跳过，那么步骤 S14 的判断结果是“是”，这种情况表示其第一行被跳过。

〈节省时间模式〉

下面将说明步骤 S11 判断结果是“否”即图像形成模式设置到节省时间模式的情况所执行的操作。在节省时间模式，通过旋转该光盘 200 一次（一圈），针对光盘 200 的 1 行（旋转 1 圈）执行图像形成操作。因此，在节省时间模式，在下述说明中没有出现与变量“P”相关的处理操作，并且不执行改写操作方式的图像形成操作。因而，在这种情况下说明节省时间模式，只有“ON”和“OFF”这样的二进制表示就受到了限制。应该注意，在该实施例中，由于灰度等级数据是 3 位，当灰度等级数据是非(000)的任意位时，具有写电平的激光辐射热敏层 205 从而使该热敏层 205 变色，而当灰度等级数据是（000）时，具有伺服电平的激光辐射热敏层 205 从而使热敏层 205 不变色。

在图像形成模式设置到节省时间模式的情况下，主控制单元 170 输出命令使光学拾取头 100 移到与光盘 200 的最内圆周（第一行）对应的一点（步骤 S30）。与上述对比度优先模式类似，光学拾取头 100 响应该命令移到该点。

其次，与对比度优先模式类似，主控制单元 170 预先只读取存储在帧存储器 158 中的图像数据中的光学拾取头 100 所在行的 1 行的灰度等级数据（步骤 S31）。然后，主控制单元（第一判断单元）170 判断是否 1 行的所有预先读出的灰度等级数据均为（000）（步骤 S32）。形成 1 行的点所需的灰度等级数据均为（000）的情况表示热敏层 205 在光盘 200 旋转 1 周的时间中根本不变色。最后，在判断结果是“是”时，主控制单元 170 跳过对步骤 42（稍后将说明）的处理次序操作而没有停顿，以便省略形成该行的若干点的“n”段的处理操作。

另一方面，当该判断结果是“否”时，主控制单元 170 注意光学拾取头 100 所在行的第一列，以便按顺序处理从第一列到最后“n”列的若干列的灰度等级数据（步骤 S33）。然后，主控制单元 170 进入等待状态直到旋转的光盘 200 的基准线已经过指定的位置，即直到基准信号“SFG”出现上升时间（步骤 S34）。

这种情况下，当基准信号“SFG”上升时，主控制单元 170 发出指令

给伺服电路 138，将跟踪信号 Tr 的电压固定为零（步骤 S35）。因此，由于伺服电路 138 设置跟踪信号 Tr 的电压为零然后输出该具有零电压的跟踪信号 Tr，从光学拾取头 100 发出的光束的轨迹不沿光盘 200 的径向摆动，从而形成仅由旋转的光盘 200 主扫描得到的圆形（即，图 8A 所示的轨迹“Q”）。

从步骤 S36 到步骤 S41 所定义的一系列处理操作与时钟信号“Dck”的 1 个时钟周期同步执行。换句话说，主控制单元 170 从帧存储器 158 读出当时与光学拾取头 100 所在行相关的列的灰度等级数据。另一方面，如果该读出的灰度等级数据是（000），那么数据转换器 160 转换该读出的灰度等级数据为把激光强度设置成伺服电平的 OFF 数据，而如果该读出的灰度等级数据是非（000）的任意位，那么数据转换器 160 转换该读出的灰度等级数据为把激光强度设置成写电平的 ON 数据（步骤 S36）。

激光驱动器 164 判断转换后的数据（步骤 S37），然后仅仅在该转换后的数据是 ON 数据情况下产生与写电平相对应的驱动信号“Li”（步骤 S38）。结果导致这样一个事实，即光学拾取头 100 采用的激光二极管 102 在写电平发出激光，光盘 200 的热敏层 205 中只有当时相关的列的若干点和光学拾取头所对应的轨迹部分的一部分变色。

另一方面，在转换后的数据为 OFF 数据的情况下，或在不提供转换后数据，即数据不是 ON 数据的情况下，激光驱动器 164 输出与伺服电平对应的驱动信号“Li”（步骤 S39）。因此，由于光学拾取头 100 采用的激光二极管 102 在伺服电平发出激光，所以热敏层 205 不变色。

其后，主控制单元 170 判断相关的列是否对应于最后“n”列（步骤 S40）。当判断结果是“否”时，该判断控制单元 170 使相关的列向前移动到下一列（步骤 S41）。然后，主控制单元 170 重复对处理操作后已经被前移的相关列执行相类似的处理操作。最后，由于对各列重复执行该处理操作直到最后“n”列，因此，根据光拾取头 100 所在行的转换后的 ON 或 OFF 数据，激光被辐射到光盘 200。

如上所述，该重复处理操作的一个周期与时钟信号 Dck 的一个时钟周期同步执行，每次光盘 200 以一点与基准线所成的角度旋转时，或者响应

ON 数据或者 OFF 数据，激光得以应用。

另一方面，在主控制单元 170 判断相关列是最后“n”列的情况下，或在步骤 S32 的判断结果是“是”的情况下，主控制单元 170 进一步判断光学拾取头 100 所在的行是否是最后“m”行（步骤 S42）。当其判断结果是“否”时，主控制单元 170 发出命令使光学拾取头以等于该光盘 200 的一行的距离移到光盘 200 外圆周的一点（步骤 S43）。响应该命令，光学拾取头 100 实际地移到该点。其后，处理顺序操作又返回到步骤 S31。因此，对光学拾取头 100 已经移动后的一行执行步骤 S31 到 S42 所定义的处理操作。

另一方面，在主控制单元 170 判断光学拾取头 100 所在行是最后“m”行的情况下，该判断结果表示对于置于该图像形成设备 10 中的光盘 200，第一行到最后“m”行的图像形成操作已经完成。

在节省时间模式，如上所述，由于对光盘 200 的 1 行（旋转 1 次）以简单的单一写操作执行图像形成操作。尽管所形成的图像的对比度与对比度优先模式相比要差，但是形成图像所需的总的时间可以短很多。

这种情况下，在该实施例中，主控制单元 170 在这 1 行的单一写操作执行前检查该行的灰度等级数据。如果该 1 行的所有灰度等级数据是（000），那么光学拾取头 100 立刻移到 1 行的外侧。准确地说，当步骤 S32 的判断结果是“是”时，处理顺序操作跳到步骤 S42。此外，当步骤 S42 的判断结果是“否”时，执行步骤 S43 所定义的处理操作。因此，与对比度优先模式相类似，由于对不执行图像形成操作的行执行的处理操作被跳过（即，热敏层 205 不变色），执行图像形成操作所需的总的时间就会因该跳过处理操作所需的时间而缩短。

〈形成的图像的具体例子〉

下面将结合具体例子来说明由图像形成设备 10 所形成的图像。

首先，在图像形成模式设置为对比度优先模式的情况下，通过执行由灰度等级数据的十进制值表示的多次改写操作来表示每行的点。准确地

说，在光盘 200 的热敏层 205 内，具有写电平的激光沿光盘 200 的每次旋转彼此不同的轨迹被应用到由代表这些点的灰度等级数据的十进制值所表示多次旋转形成的多个点对应的区域。因此，写电平总的辐射次数越大，点区域的变色区的比率就越大。

这种情况下，当图 14 所示的构成形成图像的初始条件的灰度等级数据被存储在帧存储器 158 中时，对比度优先模式所形成的图像如图 15 所示。换句话说，在对比度优先模式，对于灰度等级数据（位）是（111）的那些点，由于从第一次旋转到第七次旋转，对沿光盘每次旋转时彼此不同的轨迹应用具有写电平的激光，因此该激光辐射到的这些点的区域而变色的部分的区域所占的比率最大。

当帧存储器 158 的存储内容如图 17 所示时，对比度优先模式所形成的图像如图 18 所示。换句话说，在对比度优先模式，对于灰度等级数据（位）是（000）的那些点，具有写电平的激光总的辐射次数等于零。但是，当灰度等级数据值（位）增加到（001），（010），（011），…，（111）时，具有写电平的激光被应用的总的次数增加到 1 次，2 次，3 次，…，7 次。因此，由于辐射该激光到这些点的区域而变色的区域的比率随着上述灰度等级数据而逐渐增大，最终形成 3 比特灰度等级数据的 8 个灰度等级的图像。

另一方面，在图像形成模式设置到节省时间模式的情况下，在该实施例中，对于非（000）的灰度等级数据，每一行的点由辐射具有写电平的激光仅一次来表示。这种情况下，当图 14 所示的灰度等级数据存储在帧存储器 158 中时，节省时间模式所形成的图像如图 16 所示。换句话说，在节省时间模式，对于非（000）的点的灰度等级数据，由于这些灰度等级数据仅由应用具有写电平的激光 1 次而产生的变色来表示，与对比度优先模式相比，形成的图形的对比度降低。

应该注意，在节省时间模式，形成 1 行图像所需的总的时间仅仅是光盘 200 旋转 1 圈的时间。因此，与对比度优先模式相比，对于每行的（111）灰度等级数据，在至少一点或更多点出现的情况下，形成图像所需的总的时间缩短大约 1/7。

如上所述，在该实施例中，当需要形成具有高对比度的图像时，图像形成模式可以设置到对比度优先模式，而当需要在短时间内形成图像时，图像形成模式可以设置到节省时间优先模式。因此，当根据例如用户的品位和图像质量等各种情况，图像形成模式可以从对比度优先模式和节省时间模式中适当的选择时，可以在光盘 200 上形成合适的图像。

应该注意，在图 14 到图 18 中，符号“i”以总称表示方式表示能说明从第一行到第“m”行的每一行的符号。符号“j” 以总称表示方式表示能说明从第一列到第“n”列的每一列的符号（这些符号同样在图 20 中使用，稍后将说明）。

〈应用/改进〉

应该理解，本发明不仅仅局限于上述实施例，以下面提到的应用/改进也可以实现。

〈使用记录层作为变色层〉

在上述实施例中，图像形成设备 10 以激光辐射热敏层 205 以便在热敏层 205 上形成图像的方式来配置。作为选择，由于信息记录时采用的记录层 202 通过激光辐射而变色，根据本发明，该记录层被用作变色层。如果记录层 202 如上所述被用作变色层，那么记录数据被记录在记录面上，其后，该数据记录操作不旋转光盘就立即被提前到图像形成操作。

应该理解，在记录层 202 被用作变色层的情况下，当光盘最内侧作为起始点时，不能形成图像。其原因很明显。也就是说，是因为信息记录在光盘 200 上时，当沟槽 202a 的边缘点“Gs”作为起始点时，从最内侧写记录数据。换句话说，用来形成图像的区域和用来记录信息的区域不能以重叠方式被使用。

因此，在记录层 202 用作变色层的情况下，在采取下面提到的方法（1）和（2）后，被记录在记录层 202 上的数据量应受其它限制（即，用来在其上记录信息的区域），例如，限制用来在其上形成图像的区域。在方法

（1）中，在记录数据从光盘 200 的内圆周已被记录后，执行了上述图像形成操作，而该点被用作起始行，且该点与该记录数据的写终点分离一段对该记录数据的读操作没有负面影响的距离。在方法（2）中，当光盘 200 的最外圆周被用作起始行时，在不对已记录的记录数据带来负面影响的范围内，在光盘 200 的内圆周形成图像。

〈变色部分的极化的防止〉

在上述实施例中，图像形成设备 10 如此配置，即当图像形成模式被设置到对比度优先模式时，通过采用图 9 所示的转换表，响应旋转次数以对相邻的旋转被转换的数据连续的方式把灰度等级数据转换为 ON 数据或 OFF 数据。因此，如果在某一次旋转中的整个 1 行上均未出现大于或等于某一值的灰度等级数据，那么在该次和后续的旋转中激光的辐射被跳过，从而形成图像所需的总时间因跳过其激光的辐射所需的时间而被缩短。

然而，在上述配置中，写电平激光的辐射轨迹彼此相邻。例如，在灰度等级数据（位）是（100）时，如图 18 所示，在写电平中应用的激光跟踪与从第一次旋转到第四次旋转定义的各次的旋转相应的轨迹（1）、（2）、（3）、（4），并且轨迹沿行方向和列方向彼此相邻。因此，即使当采用相同的灰度等级数据时，可能出现两种情况。即，在一种情况下，因在其上应用激光而变色的部分集中在点的上部。在另一种情况下，因在其上应用激光而变色的部分集中在点的下部，取决于列。这有可能在视觉上被识别出差别。

例如，对于第（i+4）行/第（j+2）列的点和第（i+4）行/第（j+5）列的点，尽管任意灰度等级数据是（100）（见图 17），在前一种情况下，变色部分集中在点的上部，而在后一种情况下，变色部分集中在点的下部（见图 18）。

举一个为解决上述变色部分的极化的应用的例子，可以按照写电平激光辐射轨迹以从第一次旋转到第七次旋转基本上相等的间隔进行配置的方式来定义由数据转换器 160 转换的内容。

具体来讲，如图 19 所示，数据转换器 160 转换的内容是，对某一灰度等级数据，或 ON 或 OFF 数据以在各次旋转中基本上相等的间隔配置。在采用上述转换内容的情况下，当灰度等级数据以如图 17 所示的方式存储在帧存储器 158 中时，以对比度优先的模式形成的图像如图 20 所示，使得上述变色部分的极化或多或少得到抑制。

作为能解决如上所述变色部分的极化的方法，不同于上述能改变数据转换器 160 的方法，或者是改变跟踪信号 Tr 的相位的移动量，或者改变光盘 200 的每次旋转的顺序。

〈伺服电平的强迫插入〉

在上述实施例中，图像形成设备 10 以当暗点在某一行连续时写电平的激光连续被应用的方式配置。

另一方面，当写电平的激光被应用时，由于激光的能量，热敏层 205 被变色。在变色中所应用的激光的能量是变化的，即，能量从辐射开始在每次之间以过渡的方式改变，而且由于光盘 200 个体的差异等各种情况，在常规方式下能量也要改变。因此，由于当应用具有写电平的激光时，返回的激光不是常量，可以想象这种会导致聚焦控制操作不稳定的情况。

因此，在连续应用写电平激光的情况下，有可能发生聚焦控制操作不能准确运行的情况。

最后，举一个能避免这种情况发生的应用例子，即使在写电平激光连续应用的情况下，可构思这样一个应用的例子。即，在短时间周期内以间断的方式应用具有伺服电平的激光（显然，在对变色没有负面影响的范围内），并且在该短辐射次数周期内接收的光接收信号 Rv 被用作返回值，以便根据该返回值执行聚焦控制操作。

〈跟踪信号的另一例子〉

在对比度优先模式，跟踪信号的相位从第一次旋转到第七次旋转以相

同移动量连续移动。如果每次旋转激光的辐射轨迹互不相同，那么该不同的辐射轨迹的方法完全可以被用作跟踪信号 Tr。

例如，跟踪信号 Tr 不由三角波信号构成，而由直流电压信号构成，并且每次旋转该直流电压互不相同。即使当采用由直流电压构成的跟踪信号 Tr 时，如图 8B 所示，每次旋转激光的辐射轨迹彼此不同。

应该理解，当某一电压被用作跟踪信号 Tr 时，如果偏差量以前不是以实验的方式获知的，那么对如何得到该偏差量还不清楚。另外，根据该能应用直流电压为跟踪信号 Tr 的配置，由于噪音的出现和灵敏性的波动形成的图像很有可能变得不均匀。因此，使用例如上述三角波信号和正弦信号的交流信号以及移动该交流信号的相位是值得考虑的。

因此，考虑到消除噪音的出现和灵敏性的波动所带来的负面影响，在节省时间模式，固定为零的信号不用做跟踪信号 Tr，而优先采用具有比在对比度优先模式采用的三角波信号的幅度小的三角波信号。

〈辐射次数/激光的灰度等级数〉

在上述实施例中，在对比度优先模式以 8 灰度等级形成图像的情况下，能使热敏层 205 变色的写电平激光的总辐射次数选择为 0 次到 7 次。作为选择，辐射次数可以按照密度越高，辐射次数越大的方式来设置。例如，在灰度等级数据（位）是（000），（001），（010），…，（111）的情况下，每一行写电平激光的总辐射次数可以选择为 0，2，4，6，…，14 次。如前面所述，如果进行写电平激光辐射次数增加的设置操作，那么就可以形成更高对比度的图像。作为选择，可以不以固定的方式设置总辐射次数的增加量。

另外，已经说明了当灰度等级数据假设是 3 位时对于 1 点形成具有 8 灰度等级的图像的情况。然而，本发明不局限于该实施例，而可以应用到其它情况。例如，当灰度等级数据假设是 8 位时，对于 1 点可以形成具有 256 灰度等级的图像。

在该实施例中，1 行的图像通过进给光学拾取头 100 一次而形成。作

为选择，1 行的图像可以通过进给光学拾取头 100 多次形成。如上所述，在通过进给光学拾取头 100 多次形成 1 行图像的情况下，例如，64 次，通过进给光学拾取头 100 一次，可能形成 4 灰度等级密度表示的 256(=4×64)灰度等级的图像，另外，在光学拾取头 64 次进给操作的每一次，密度都是变化的。

〈在节省时间模式通过颜色减少形成图像〉

另一方面，在上述实施例中，在节省时间模式形成图像的情况下，仅以二进制方式应用/不被应用具有写电平的激光。作为选择，当灰度等级数据表示的最初提供的灰度等级数减少时，可以形成图像。例如，当灰度等级数据是（000）和（001）时，每行具有写电平的激光总的辐射次数假设是零次；当灰度等级数据是（010）和（011）时，每行具有写电平的激光的总辐射次数假设是两次；当灰度等级数据是（110）和（111）时，每行具有写电平的激光的总辐射次数假设是三次；在这样一种假设的情况下，光盘 200 每 1 行可以旋转三次，并且通过减少最初的灰度等级到 4 灰度等级来形成图像。显然，可以按照该轨迹在三次旋转中每次旋转互不相同的方式来设置激光的辐射轨迹。甚至当图像是通过减少由灰度等级数据表示的最初提供的总灰度等级数来形成时，与对比度优先模式相比，形成该图像所需的总时间会缩短，尽管缩短图像形成时间的效果并不好。

在节省时间模式形成图像的情况下，以在帧存储器 158 中存储与对比度优先模式相同的灰度等级数据的方式配置图像形成设备 10。作为选择，当该灰度等级数据由主计算机处理时，可以把通过减少最初的灰度等级数而产生的或者是二进制灰度等级数据或者是颜色减少灰度等级数据存储在帧存储器 158 中，然后，根据该存储的灰度等级数据，可以按照与对比度优先模式相同的灰度等级形成图像。在这种可选择的情况下，由于该灰度等级数据的总颜色数是二进制，或者比最初提供的颜色数小，所以在上述两种情况之间，形成 1 行图像所需的时间缩短这一技术问题是没有差别的。

〈CLV 体制〉

在上述实施例中，图像形成设备 10 采用 CAV 体制，通过该体制，当光盘 200 以恒定角速度旋转时，激光辐射该光盘 200 从而在其上形成图像。作为选择，可以采用线速度是常量的 CLV 体制。由于 CLV 体制不必采用随着激光辐射位置向光盘 200 外圆周的移动激光写电平增加的控制操作（然而在 CAV 体制中需要该控制操作），不存在由于激光功率目标值的变化，形成的图像质量下降的问题。

〈使用沟槽的跟踪控制〉

在上述实施例中，以当沟槽 202a 被忽略时应用激光的方式配置图像形成设备 10。甚至当光盘 200 以其标记面与光学拾取头 100 相对放置的方式设置时，有一些沟槽 202a 被检测的情况。在这种情况下，可以通过利用从沟槽 202a 返回的激光与跟踪控制一起来控制激光的辐射位置。

从记录面来看，为了从标记面跟踪沿图 6 所示的螺旋方向形成的沟槽 202a，由主轴电机 130 驱动的光盘 200 的旋转方向一定又被设置到相反的方向。如果从光盘 200 的外圆周向其内圆周跟踪沟槽 202a，那么光盘 200 的旋转方向可以彼此相同。

专用于沟槽 202a 的上述控制操作不是在图像形成在标记面的情况下更有效，而是在通过采用记录层 202 作为变色层而使图像形成在记录面的情况下更有效。

〈点的配置〉

在上述实施例中，总列数被选择成与从第一行到最后“m”行相同的“m”段。作为选择，例如，列越指向外圆周，总列数就越大。换句话说，每行的总列数可以互不相同。

在上述实施例中，当在 PLL 电路 144 中采用的频率的倍乘因子被设置到由每一行的总列数除以 8 得到的值时，时钟信号“Dck”的一个时间周

期与光盘 200 转过等于点阵的一列的角度期间的时间周期相一致。因此，由于 PLL 电路 144 的倍乘因子相应于每行的总列数而被设置，该设置的倍乘因子可以适当地应用于每行总列数互不相同的配置。

本发明说明了有一个变色层的光盘。但是，不必说，在光盘中也可以形成表示彩色图像的多变色层。

已经详细说明，根据本发明的图像形成设备和图像形成方法，除了在记录面上记录信息，还可以在光盘上形成高对比率的图像，而不需采用新的设备。

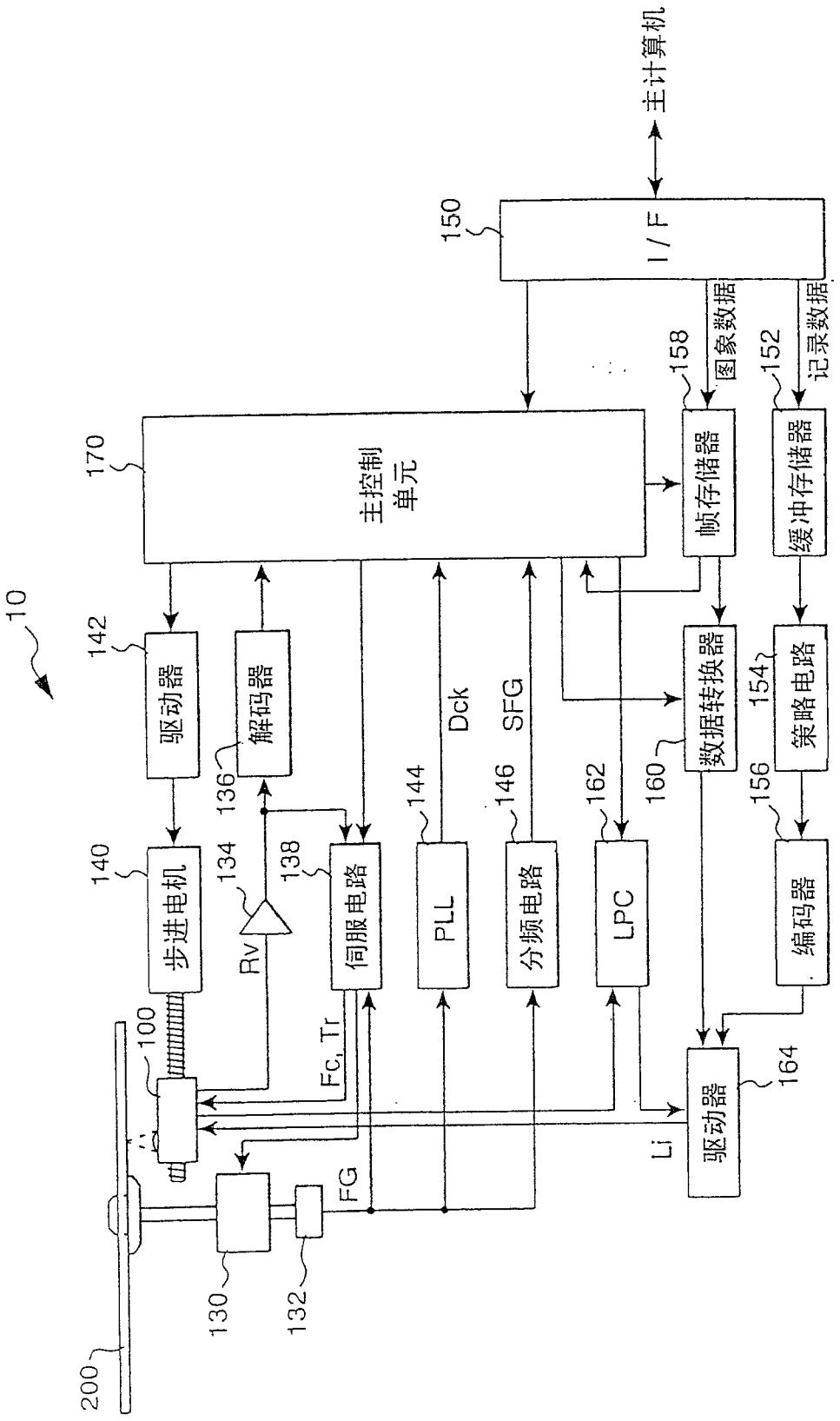

10
主计算机
I / F
150
主控制单元
170
帧存储器
158
缓冲存储器
152
图象数据
记录数据
驱动器
142
解码器
136
数据转换器
160
策略电路
154
步进电机
140
Rv
134
138
伺服电路
PLL
144
Dck
分频电路
146
SFG
LPC
162
编码器
156
驱动器
164
Li
Fc, Tr
FG
100
130
132
200

图 1

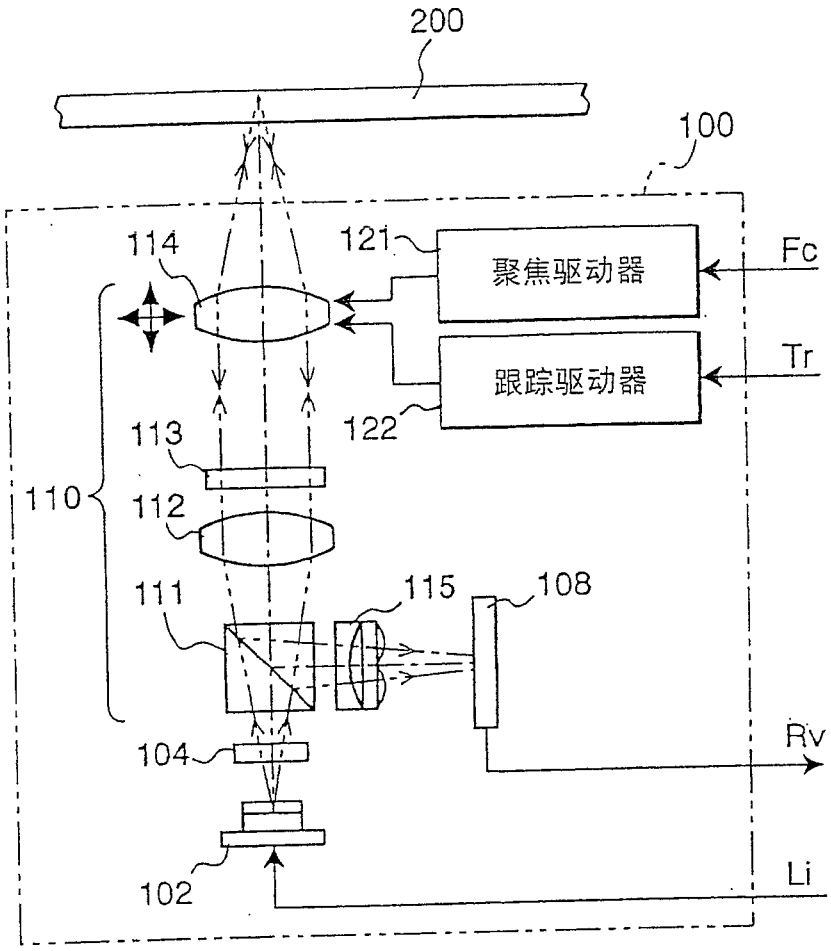

200
100
114
121
聚焦驱动器
Fc
跟踪驱动器
Tr
122
113
110
112
111
115
108
Rv
104
102
Li

图 2

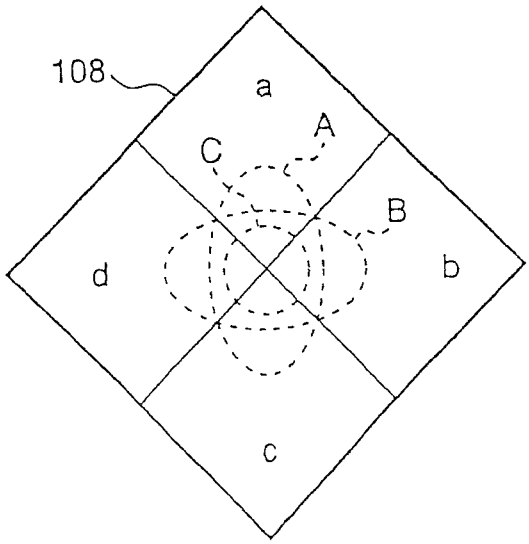

108
a
A
C
B
d
b
c

图 3

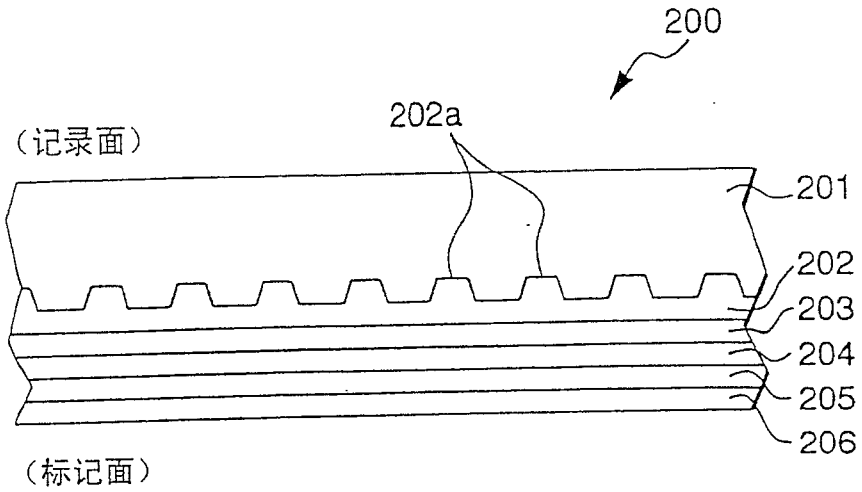
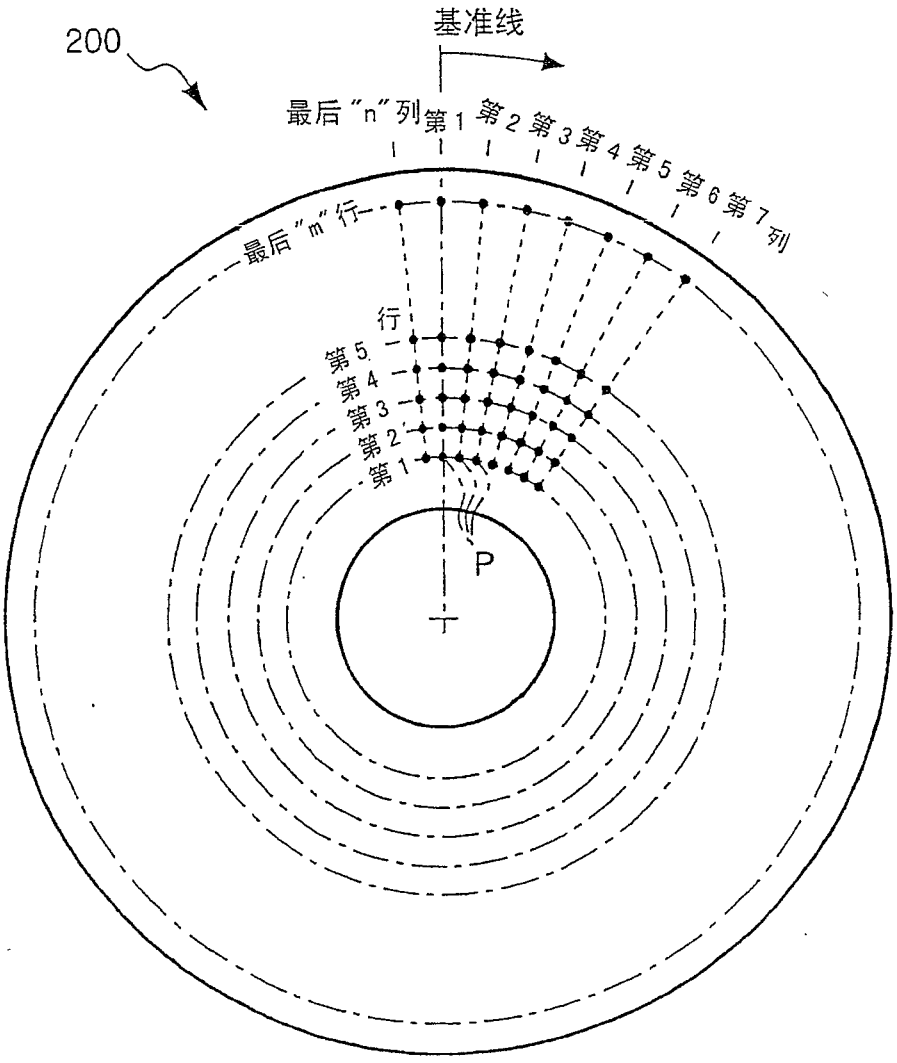


图 4



（标记面）

图 5

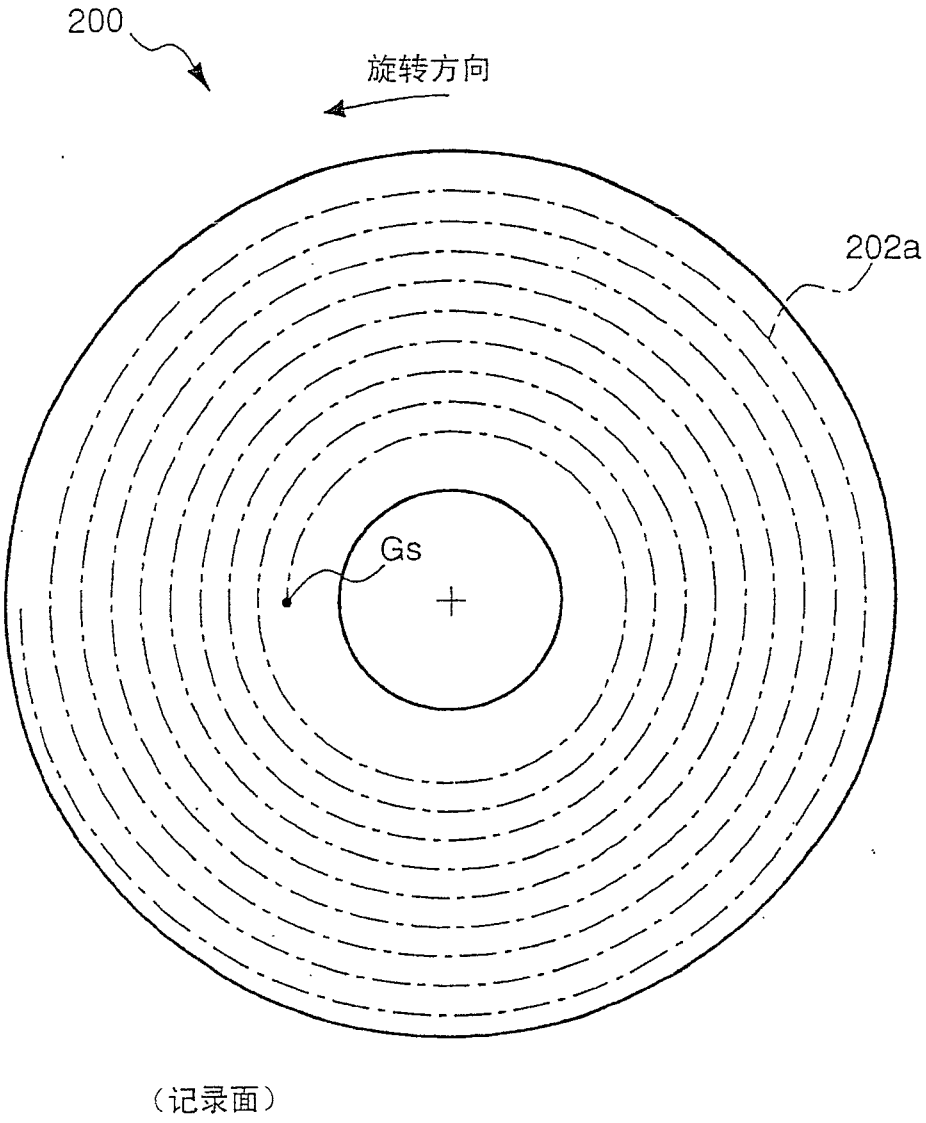
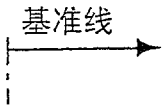


图 6



〈灰度等级数据〉

列 / 行	1	2	3	4	5	6	7		最后n列
最后m行	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)		(000)
5	(101)	(100)	(011)	(100)	(110)	(100)	(111)		(100)
4	(000)	(000)	(000	(000)	(000)	(000)	(000)		(000)
3	(100)	(100)	(011)	(011)	(100)	(011)	(100)		(011)
2	(000)	(100)	(100)	(000)	(001)	(010)	(000)		(000)
1	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)		(000)

图 7

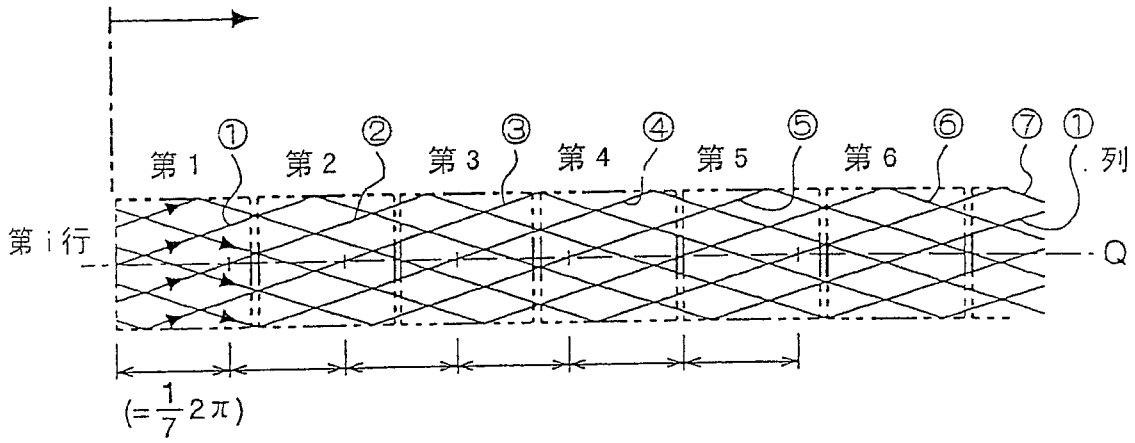

第 1
①
第 2
②
第 3
③
第 4
④
第 5
⑤
第 6
⑥
⑦
①
列
第 i 行
Q
(=1/7 2π)

图 8A

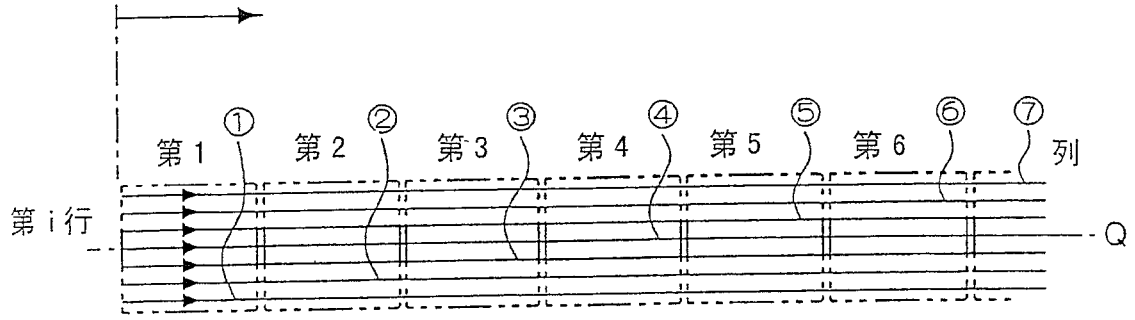

第 1
①
第 2
②
第 3
③
第 4
④
第 5
⑤
第 6
⑥
⑦
列
第 i 行
Q

图 8B

<激光的ON/OFF表>

	灰度等级数据							
	(000)	(001)	(010)	(011)	(100)	(101)	(110)	(111)
第1次旋转(①)	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
第2次旋转(②)	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
第3次旋转(③)	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
第4次旋转(④)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
第5次旋转(⑤)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
第6次旋转(⑥)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
第7次旋转(⑦)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

图 9

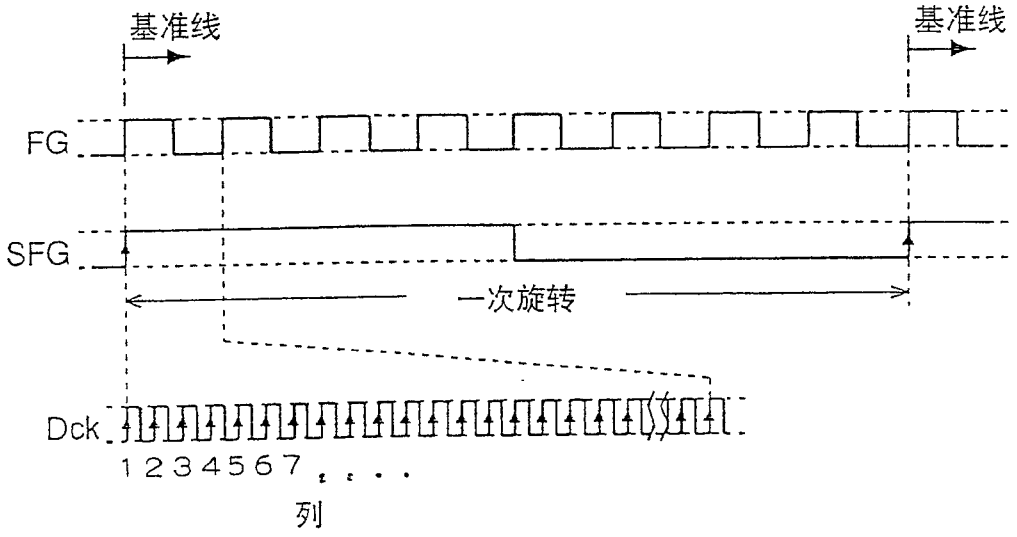


图 10

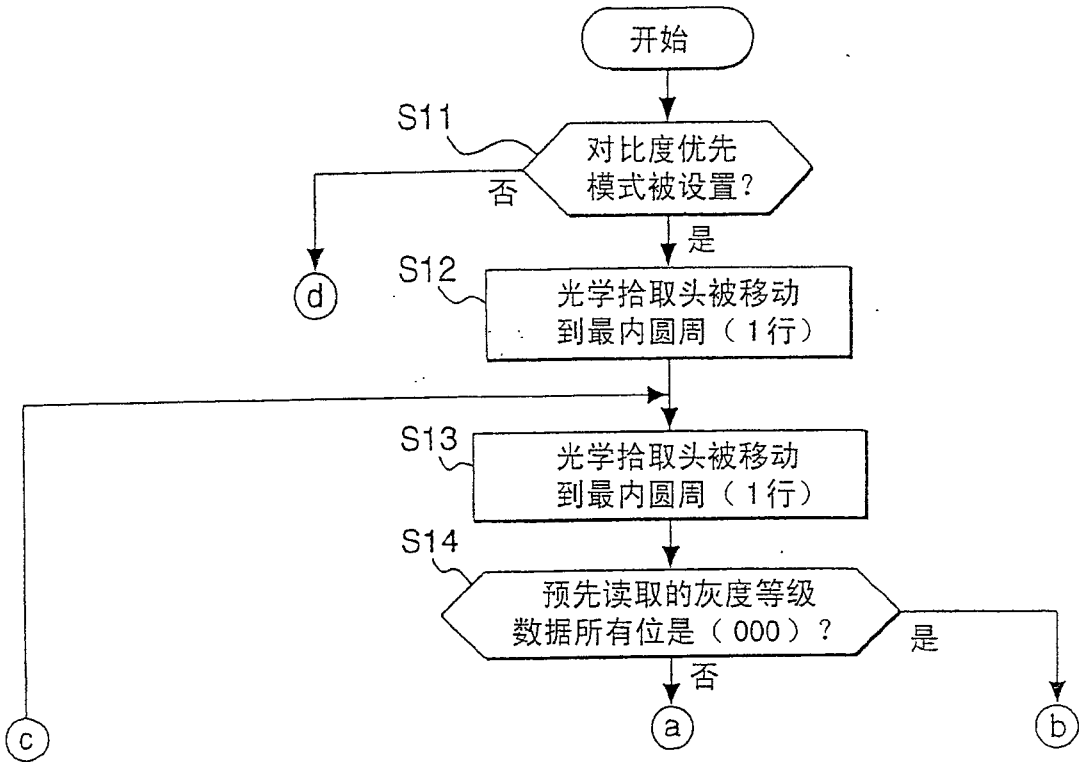

开始
S11
对比度优先
模式被设置?
否
是
d
S12
光学拾取头被移动
到最内圆周（1行）
S13
光学拾取头被移动
到最内圆周（1行）
S14
预先读取的灰度等级
数据所有位是（000）?
是
否
c
a
b

图 11

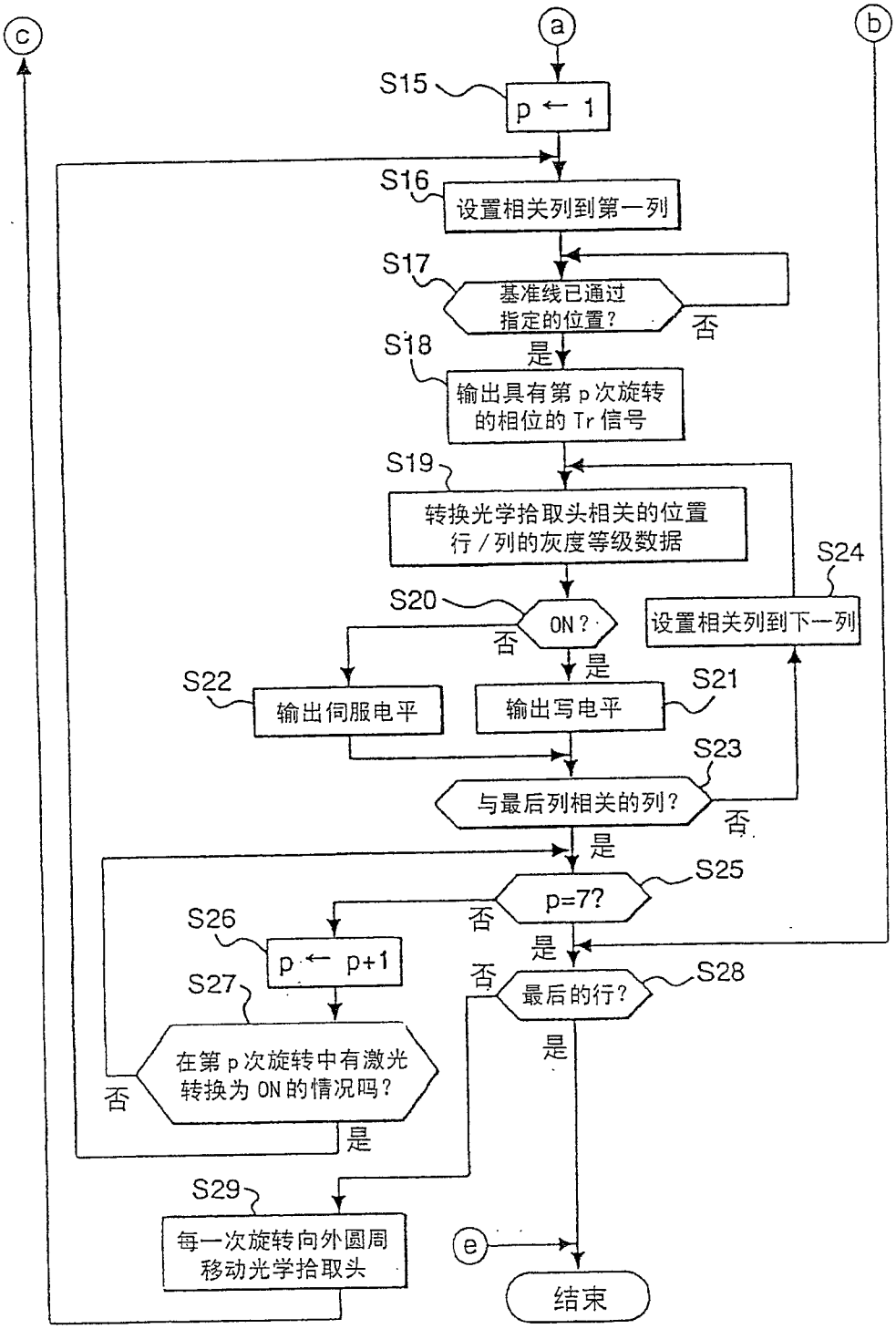

a
b
c
S15
p ← 1
S16
设置相关列到第一列
S17
基准线已通过指定的位置?
否
是
S18
输出具有第 p 次旋转的相位的 Tr 信号
S19
转换光学拾取头相关的位置行 / 列的灰度等级数据
S20
ON?
否
是
S22
输出伺服电平
S21
输出写电平
S24
设置相关列到下一列
S23
与最后列相关的列?
否
是
S25
p=7?
否
是
S26
p ← p+1
S27
在第 p 次旋转中有激光转换为 ON 的情况吗?
否
是
S28
最后的行?
否
是
S29
每一次旋转向外圆周移动光学拾取头
e
结束

图 12

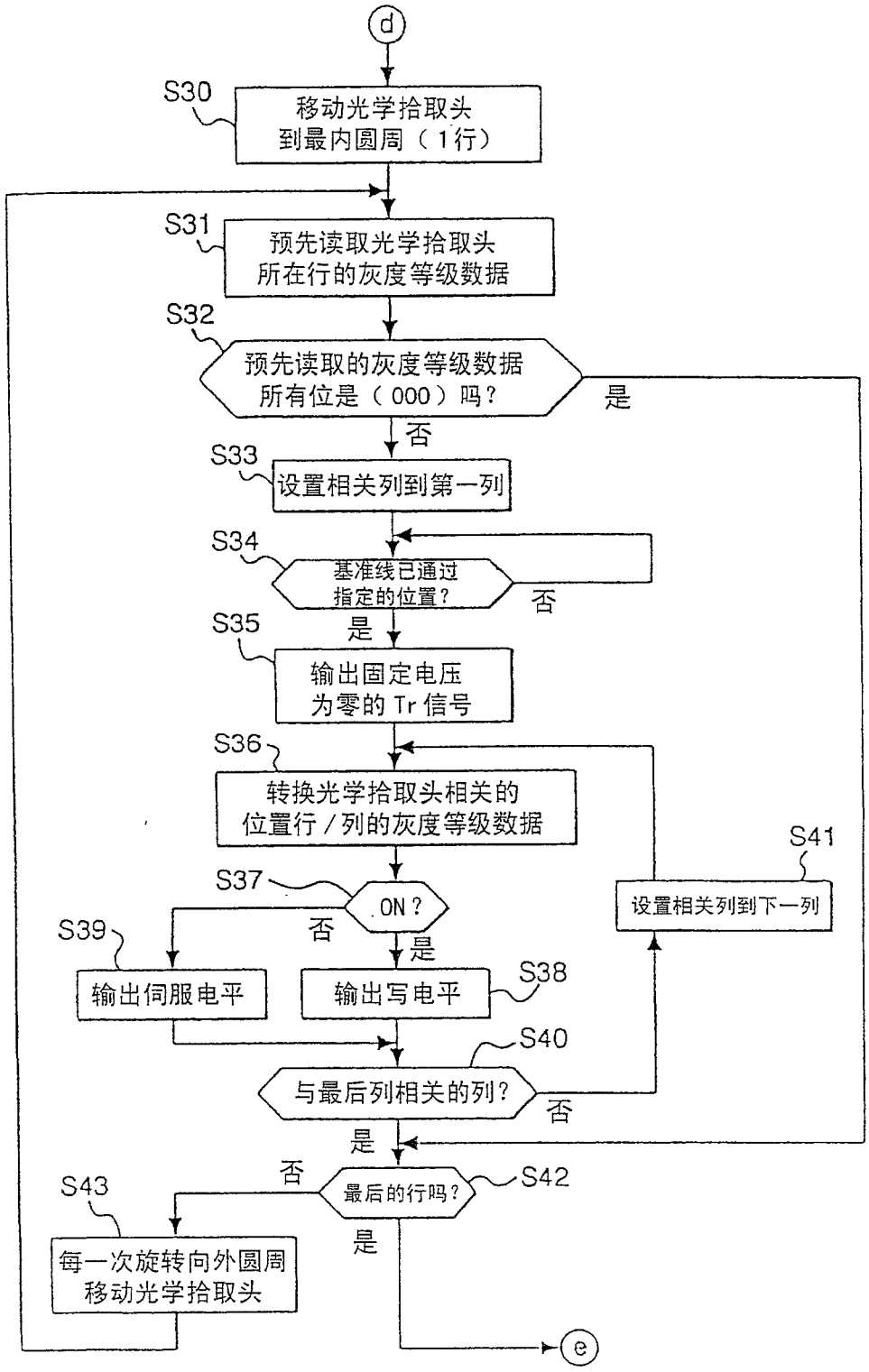

d
S30
移动光学拾取头
到最内圆周（1行）
S31
预先读取光学拾取头
所在行的灰度等级数据
S32
预先读取的灰度等级数据
所有位是（000）吗？
是
否
S33
设置相关列到第一列
S34
基准线已通过
指定的位置？
否
是
S35
输出固定电压
为零的 Tr 信号
S36
转换光学拾取头相关的
位置行／列的灰度等级数据
S37
ON？
否
是
S39
输出伺服电平
S38
输出写电平
S40
与最后列相关的列？
否
是
S41
设置相关列到下一列
否
S42
最后的行吗？
是
S43
每一次旋转向外圆周
移动光学拾取头
e

图 13

行 \ 列	j	j+1	j+2	j+3	j+4	j+5	j+6	j+6	j+7
i+8	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)
i+7	(000)	(000)	(000)	(111)	(111)	(111)	(000)	(000)	(000)
i+6	(000)	(000)	(111)	(111)	(000)	(111)	(111)	(000)	(000)
i+5	(000)	(111)	(111)	(000)	(000)	(000)	(111)	(111)	(000)
i+4	(000)	(111)	(111)	(000)	(000)	(000)	(111)	(111)	(000)
i+3	(000)	(111)	(111)	(111)	(111)	(111)	(111)	(111)	(000)
i+2	(000)	(111)	(111)	(000)	(000)	(000)	(111)	(111)	(000)
i+1	(000)	(111)	(111)	(000)	(000)	(000)	(111)	(111)	(000)
i	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)

图 14

<对比度优先模式>

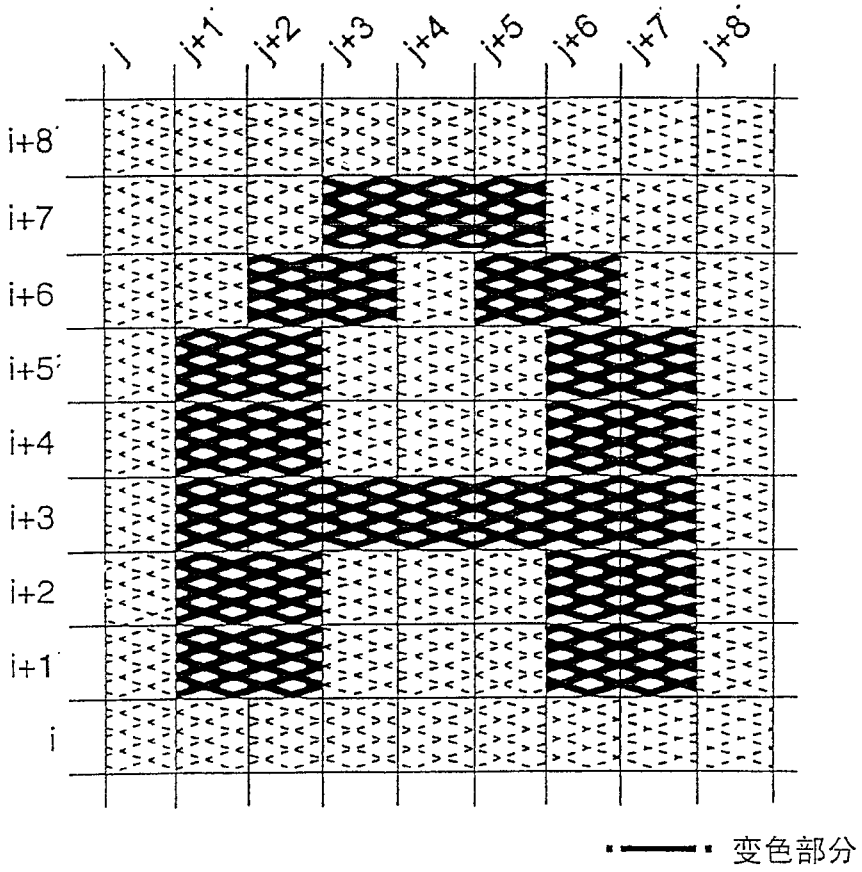


图 15

<时间节省模式>

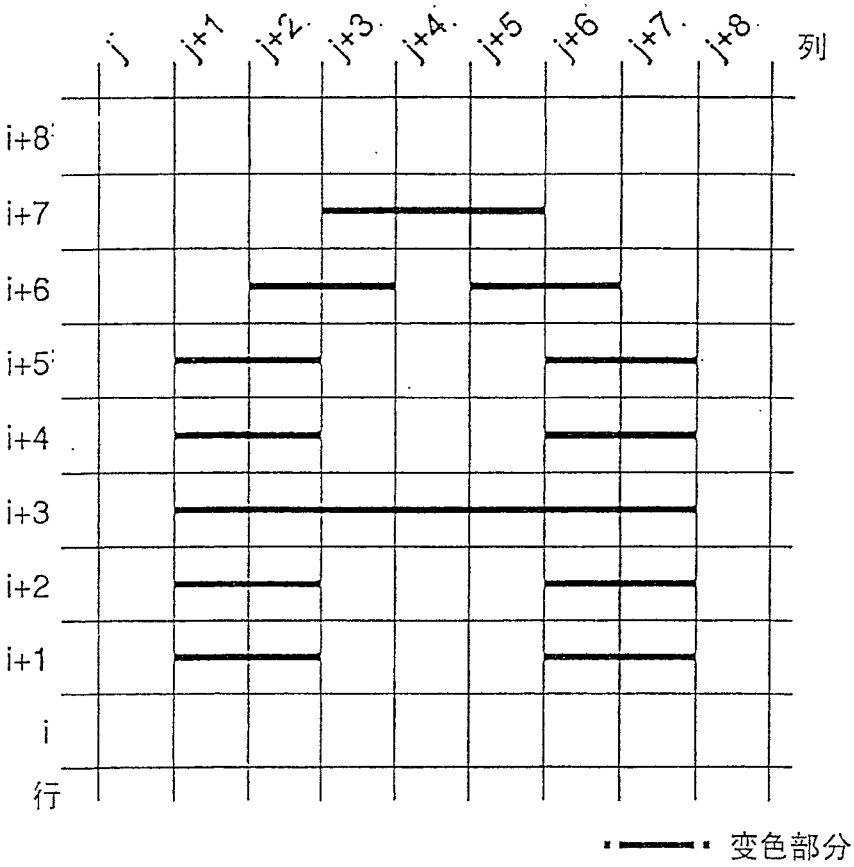


图 16

行	j	j+1	j+2	j+3	j+4	j+5	j+6	j+7
i+7	(111)	(111)	(111)	(111)	(111)	(111)	(111)	(111)
i+6	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)
i+5	(101)	(101)	(101)	(101)	(101)	(101)	(101)	(101)
i+4	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
i+3	(011)	(011)	(011)	(011)	(011)	(011)	(011)	(011)
i+2	(010)	(010)	(010)	(010)	(010)	(010)	(010)	(010)
i+1	(001)	(001)	(001)	(001)	(001)	(001)	(001)	(001)
i	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)	(000)

列

图 17

<对比度优先模式>

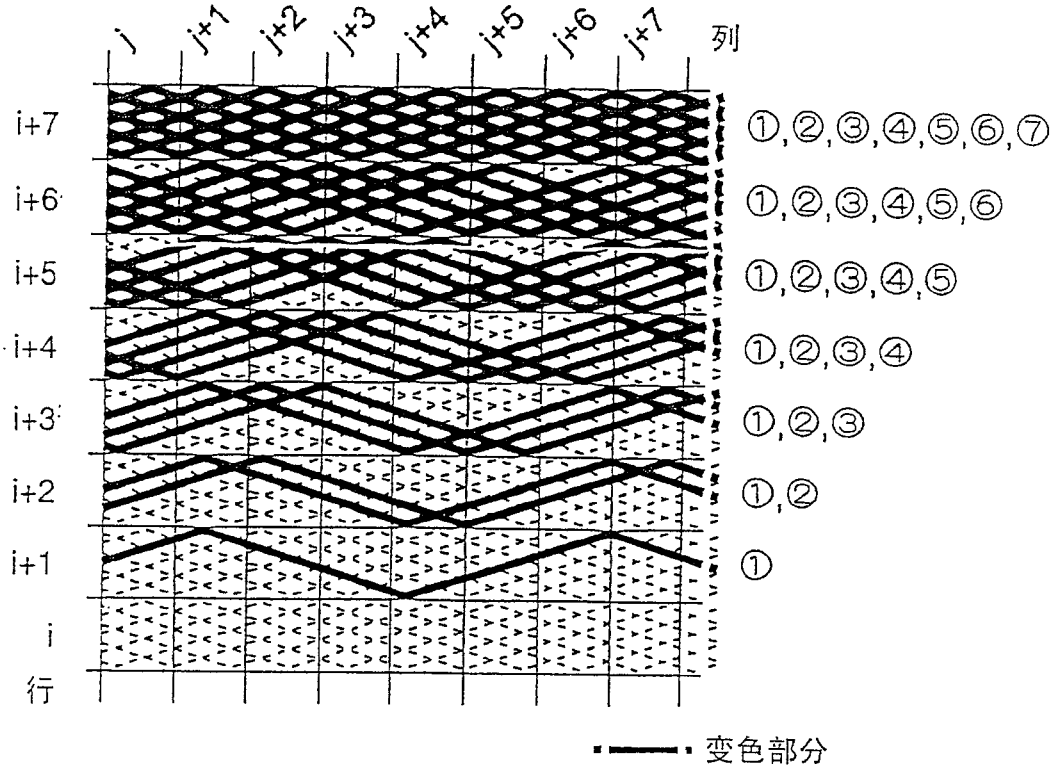


图 18

<激光的 ON/OFF 表>

	灰度等级数据							
	(000)	(001)	(010)	(011)	(100)	(101)	(110)	(111)
第 1 次旋转 ①)	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
第 2 次旋转(②)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
第 3 次旋转(③)	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON
第 4 次旋转(④)	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON
第 5 次旋转(⑤)	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
第 6 次旋转(⑥)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
第 7 次旋转(⑦)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON

图 19

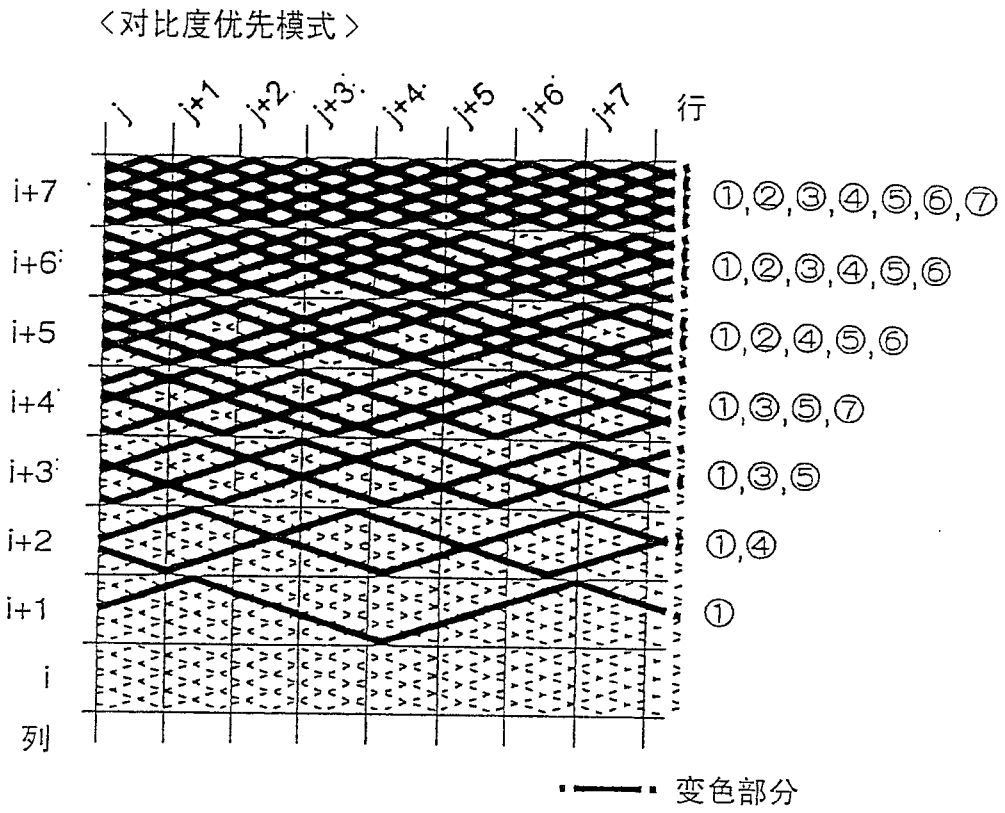

〈对比度优先模式〉
j
j+1
j+2
j+3
j+4
j+5
j+6
j+7
行
i+7
i+6
i+5
i+4
i+3
i+2
i+1
i
列
①,②,③,④,⑤,⑥,⑦
①,②,③,④,⑤,⑥
①,②,④,⑤,⑥
①,③,⑤,⑦
①,③,⑤
①,④
①
变色部分

图 20