



(21) 申请号 201910559152.8

G01D 5/30 (2006.01)

(22) 申请日 2019.06.26

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110672136 A

JP 2009293949 A, 2009.12.17  
CN 107024235 A, 2017.08.08  
US 2017276522 A1, 2017.09.28  
US 2007187583 A1, 2007.08.16  
US 2017074687 A1, 2017.03.16  
WO 9938046 A1, 1999.07.29  
CN 102113017 A, 2011.06.29  
US 2012072169 A1, 2012.03.22  
US 5066129 A, 1991.11.19  
JP 2006284520 A, 2006.10.19  
US 6552809 B1, 2003.04.22

(43) 申请公布日 2020.01.10

(30) 优先权数据  
2018-126818 2018.07.03 JP

(73) 专利权人 株式会社三丰  
地址 日本神奈川县

(72) 发明人 加藤庆显

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105  
专利代理师 安之斐

审查员 王雨杉

(51) Int. Cl.

G01D 5/347 (2006.01)

权利要求书1页 说明书8页 附图22页

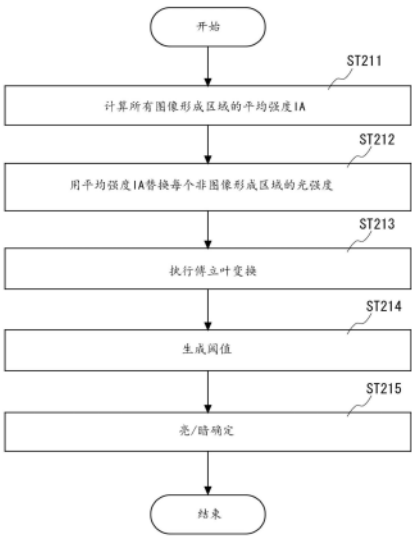
(54) 发明名称

用于光电编码器的信号处理方法

(57) 摘要

提供一种用于光电编码器的信号处理方法，其能够通过设置适当的阈值来正确地确定具有失真的光强度分布的亮/暗图案的亮部和暗部。检测器单元包括光源，接收来自标尺的透射光以获取亮/暗图像的光接收检测器，以及布置在光源和光接收检测器之间的透镜。检测器单元将由光接收检测器获取的亮/暗图像分类为对应于透镜的中心区域的图像形成区域和对应于除透镜的中心区域之外的区域的非图像形成区域，计算反映图像形成区域的光强度的代表值，并获得预处理的亮/暗图像，其中用代表值替换非图像形成区域的光强度。

(量化)



1. 一种用于光电编码器的信号处理方法，  
所述光电编码器包括：  
标尺，设置有沿长度测量方向的两级码图案；以及  
检测器单元，被设置为能够沿着所述标尺相对移动，并且被配置为基于所述标尺上的两级码图案检测相对于所述标尺的相对位置，以及  
所述检测器单元包括：  
光源；  
光接收检测器，被配置为接收来自所述标尺的反射光或透射光并获取亮/暗图像；以及  
透镜，被布置在所述光源和所述光接收检测器之间，  
所述方法包括：  
由所述检测器单元将由所述光接收检测器获取的亮/暗图像分类成对应于所述透镜的中心区域的图像形成区域和对应于所述透镜的除中心区域之外的区域的非图像形成区域；  
由所述检测器单元计算反映所述图像形成区域的光强度的代表值；以及  
获得预处理的亮/暗图像，其中用所述代表值替换所述非图像形成区域的光强度。
2. 根据权利要求1所述的用于光电编码器的信号处理方法，还包括：  
对预处理的亮/暗图像执行傅里叶变换；  
获得由低于预定频率的长时段分量形成的阈值线；以及  
基于亮/暗图像和阈值线执行亮/暗图像的亮/暗确定。
3. 根据权利要求1所述的用于光电编码器的信号处理方法，其中，  
所述透镜是微透镜阵列，以及  
所述方法还包括：  
在将亮/暗图像分类成所述图像形成区域和所述非图像形成区域之后：  
将所述图像形成区域区分为包括第0图像形成区域、第一图像形成区域、第二图像形成区域的多个区域；  
将所述非图像形成区域区分为包括第0非图像形成区域、第一非图像形成区域、第二非图像形成区域的多个区域；  
根据位于第k非图像形成区域两侧的第k图像形成区域和第(k+1)图像形成区域计算代表值 $I_k$ ；以及  
用所述代表值 $I_k$ 替换所述第k非图像形成区域的光强度，  
其中，k为零或自然数。
4. 根据权利要求3所述的用于光电编码器的信号处理方法，还包括：  
将所述第k图像形成区域分成两半，并将所述第k图像形成区域分类为第k L图像形成区域和第k R图像形成区域；  
根据位于所述第k非图像形成区域两侧的第k R图像形成区域和第(k+1) L图像形成区域计算代表值 $I_k(RL)$ ；以及  
用所述代表值 $I_k(RL)$ 替换所述第k非图像形成区域的光强度。
5. 根据权利要求1所述的用于光电编码器的信号处理方法，其中，所述代表值是平均值或中值。

## 用于光电编码器的信号处理方法

[0001] 援引加入

[0002] 本申请基于并要求2018年7月3日提交的日本专利申请No.2018-126818的优先权的权益,其公开内容通过引用整体并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及用于光电编码器的信号处理方法。

### 背景技术

[0004] 光电编码器广泛用作测量位置或位移的装置,例如,如在JP 2017-58138A中所公开的。

[0005] 图1示出了光电编码器100的主要配置。

[0006] 光电编码器100包括光源110、主标尺200、光接收检测器300以及信号处理单元400。主标尺200具有刻度图案210。光接收检测器300接收来自主标尺200的反射光或透射光。信号处理单元400根据由光接收检测器300接收的亮/暗图案计算位置或位移。

[0007] 光源110通过微透镜阵列115(下文中,也称为透镜阵列115)用光照射主标尺200。

[0008] 光源110、透镜阵列115以及光接收检测器300被组合为检测头。检测头设置成可相对于主标尺200移动。

[0009] 透镜阵列115具有比单个透镜更宽的检测区域和更短的焦距。因此,检测头可以利用透镜阵列小型化。注意,构成透镜阵列的透镜的直径约为几毫米。

[0010] 在透射型光电编码器的刻度图案210中,透射部分和非透射部分以预定或随机的间距交替排列。或者,在反射型光电编码器的刻度图案210中,反射部分和非反射部分以预定或随机的间距交替排列。注意,透射部分(或非透射部分)的宽度约为几十微米。

[0011] 例如,如图1所示,假设其中透射部分和非透射部分以随机的间距交替排列的刻度图案210被光照射以通过透射光形成亮/暗图案,且光接收检测器300获取亮/暗图案作为图像。

[0012] 由光接收检测器300获取的亮/暗图案图像被称为“亮/暗图像”。在亮/暗图像的理想光强度分布中,对应于透射部分的所有光强度应该是相同的最大光强度,并且对应于非透射部分的所有光强度应该是相同的最小光强度,如图2中所例示的。如果亮/暗图像具有这种理想的光强度分布,则可以用一个固定设置的阈值正确地确定亮部和暗部。

### 发明内容

[0013] 然而,由于各种因素,诸如光源110的光量分布、透镜的畸变或者微透镜阵列115的透镜之间的边界部分,亮/暗图像的实际光强度分布是失真的,如图3所例示的。如果将固定设置的阈值应用于这种失真的亮/暗图像,则不能正确地确定亮部和暗部。因此,可以使用傅里叶变换用滤波处理来计算阈值从而去除长时段失真。

[0014] 图3中的虚线是利用傅里叶变换计算的理想阈值线的示例。

[0015] 然而,当光强度分布具有大的偏差时,仅依靠使用傅里叶变换的简单滤波不能正确地执行亮/暗确定。

[0016] 当使用透镜阵列时,不能在透镜之间的边界部分处获得图像。因此,在亮/暗图像中出现暗部必须以固定间距排列的区域。这里,在亮/暗图像中,通过不在透镜之间的边界部分处形成图像而生成的暗部的区域被称为“非图像形成区域”。相反,在亮/暗图像中,通过用透镜形成图像而获得刻度图案210的图像的区域被称为“图像形成区域”。

[0017] 当对其中非图像形成区域以固定间距排列的亮/暗图像执行傅里叶变换时,出现具有大振幅的波,如图4所例示。(例如,如果亮/暗图像由单个正弦波近似,则正弦波在非图像形成区域的暗部强烈下降,并反过来在图像形成区域的亮部向上跃起。)然后,在图4的圈出部分中,无法正确检测到亮部。

[0018] 顺便提及,透镜阵列115的透镜之间的区域将是非图像形成区域,这是预先已知的。可以认为,在预先从亮/暗图像中去除非图像形成区域之后,可以仅对图像形成区域执行傅里叶变换。

[0019] 然而,需要 $2^n$ 条(例如,256条)数据来高速执行傅里叶变换。因此,在预先从亮/暗图像中去除非图像形成区域之后简单地执行傅里叶变换不是最佳方式。

[0020] 因此,期望一种能够改进亮/暗分析的可靠性并提高测量速度的光电编码器。

[0021] 本发明的目的是提供一种用于光电编码器的信号处理方法,其能够通过设定适当的阈值来正确地确定具有失真的光强度分布的亮/暗图案中的亮部和暗部。

[0022] 根据本发明的实施例的用于光电编码器的信号处理方法是用于光电编码器的信号处理方法,

[0023] 光电编码器包括:

[0024] 标尺,设置有沿长度测量方向的两级码图案;以及

[0025] 检测器单元,其被设置为可沿着标尺相对移动,并且基于标尺上的两级码图案检测相对于标尺的相对位置,以及

[0026] 检测器单元包括:

[0027] 光源;

[0028] 光接收检测器,接收来自标尺的反射光或透射光并获得亮/暗图像;以及

[0029] 透镜,排列在光源和光接收检测器之间,

[0030] 所述方法包括:

[0031] 由检测器单元将由光接收检测器获取的亮/暗图像分类成对应于透镜的中心区域的图像形成区域和对应于除透镜的中心区域之外的区域的非图像形成区域;

[0032] 由检测器单元计算反映图像形成区域的光强度的代表值;以及

[0033] 获得预处理的亮/暗图像,其中非图像形成区域的光强度用代表值替换。

[0034] 在本发明的实施例中,所述方法优选地还包括:

[0035] 对预处理的亮/暗图像执行傅里叶变换;

[0036] 获得由低于预定频率的长时段分量形成的阈值线;以及

[0037] 基于亮/暗图像和阈值线执行亮/暗图像的亮/暗确定。

[0038] 在本发明的实施例中,透镜优选地为微透镜阵列,以及

[0039] 所述方法优选地还包括:

- [0040] 在将亮/暗图像分类成图像形成区域和非图像形成区域之后：
- [0041] 将图像形成区域区分为第0图像形成区域、第一图像形成区域、第二图像形成区域等；
- [0042] 将非图像形成区域区分为第0非图像形成区域、第一非图像形成区域、第二非图像形成区域等；
- [0043] 根据位于第k非图像形成区域两侧的第k图像形成区域和第(k+1)图像形成区域计算代表值 $I_k$ ；以及
- [0044] 用代表值 $I_k$ 替换第k非图像形成区域的光强度，
- [0045] 其中，k为零或自然数。
- [0046] 在本发明的实施例中，所述方法优选地还包括：
- [0047] 将第k图像形成区域分成两半并将第k图像形成区域分类为第k L图像形成区域和第k R图像形成区域；
- [0048] 根据位于第k非图像形成区域两侧的第k R图像形成区域和第(k+1) L图像形成区域计算代表值 $I_k(RL)$ ；以及
- [0049] 用代表值 $I_k(RL)$ 替换第k非图像形成区域的光强度。
- [0050] 在本发明的实施例中，代表值是平均值或中值。

#### 附图说明

- [0051] 图1是示出光电编码器的主要结构的图；
- [0052] 图2是示出理想的亮/暗图像的示例的图；
- [0053] 图3是示出具有失真的亮/暗图像的示例的图；
- [0054] 图4是作为示例示出利用傅里叶变换从具有失真的亮/暗图像获得由长时段分量形成的阈值线的图；
- [0055] 图5是示出刻度图案的示例的图；
- [0056] 图6是示出代表码1和码0的比特组合的示例的图；
- [0057] 图7是根据获取的亮/暗图案计算绝对位置的过程的流程图；
- [0058] 图8是示出编码结果的示例的图；
- [0059] 图9是示出整个量化处理的流程图；
- [0060] 图10是作为示例示出从亮/暗图像中提取所有图像形成区域并且计算图像形成区域的光强度的平均值 $I_A$ 的图；
- [0061] 图11是示出预处理的亮/暗图像的示例的图；
- [0062] 图12是示出利用傅里叶变换从预处理的亮/暗图像计算出的阈值线的示例的图；
- [0063] 图13是示出第二示例性实施例中的量化处理的过程的流程图；
- [0064] 图14是示意性地说明亮/暗图像被分类为图像形成区域和非图像形成区域，并且通过从左边对图像形成区域和非图像形成区域编号来逐一区分它们的图；
- [0065] 图15是示出基于与非图像形成区域相邻的图像形成区域的光强度计算平均强度 $I_{Ak}$ 的图；
- [0066] 图16是示出预处理的亮/暗图像的示例的图；
- [0067] 图17是示出利用傅里叶变换从预处理的亮/暗图像计算出的阈值线的示例的图；

[0068] 图18是示出第三示例性实施例中的量化处理的过程的流程图；

[0069] 图19是示意性地说明亮/暗图像被分类为图像形成区域和非图像形成区域，并且通过从左边对图像形成区域和非图像形成区域编号来逐一区分它们的图；

[0070] 图20是作为示例示出基于与非图像形成区域相邻的图像形成区域的光强度计算平均强度 $I_{Ak}$  (RL) 的图；

[0071] 图21是示出简单地用方波近似的亮/暗图像的图；以及

[0072] 图22是示出当光电编码器是单透镜时图像形成区域和非图像形成区域的示例的图。

## 具体实施方式

[0073] 参考分配给附图中的元件的附图标记来图示和描述本发明的实施例。

[0074] (第一示例性实施例)

[0075] 本发明的第一示例性实施例涉及一种用于光电编码器的信号处理方法，其能够正确地确定具有失真的光强度分布的亮/暗图案中的亮部和暗部。

[0076] 本发明的第一示例性实施例的特征点是“设定适当的阈值”。在描述特征点之前，描述刻度图案210的示例。

[0077] 图5是使用伪随机码的透射型光电绝对编码器的刻度图案。为了从该刻度图案中正确地获取绝对位置，必须尽可能多地、正确且准确地检测比特的亮度(H)和暗度(L)。

[0078] (刻度图案的描述)

[0079] 图5中所示的刻度图案210是使用M序列码的绝对(ABS)刻度图案，其中M序列码是伪随机码序列之一。当取出M序列码图案中的连续N个码时，N个码的图案在M序列码图案的周期中出现一次。在图5的示例中，在随机排列码“1”和“0”的ABS刻度图案中，码“1”和“0”各自用两比特表示。码“1”由非透射部分和透射部分的组合表示。另一方面，码“0”由两个透射部分或两个非透射部分的组合表示。

[0080] 这里，为了下面的描述，透射部分被称为“亮部”(或“H”)，而非透射部分被称为“暗部”(或“L”)。

[0081] 在刻度图案210中，两个图案(两个比特都是透射部分或两个比特都是非透射部分)用于表示码“0”(图6)。这里，两个比特都是非透射部分的图案被称为B图案，并且两个比特都是透射部分的图案被称为C图案。为了表示码“0”，将要交替使用B图案和C图案。也就是说，当码“0”继续时，B图案和C图案将交替排列。如果应用该排列规则(设计规则)，则连续亮部(H)或连续暗部(L)的数量最多为三。

[0082] 当然，B图案和C图案不必交替排列，并且仅需要预先确定连续B图案或连续C图案的最大数量。然后，自动确定连续亮部(H)的最大数量和连续暗部(L)的最大数量。

[0083] 注意，本发明不限于使用伪随机码序列(例如，M序列码)的ABS刻度图案，并且还可应用于例如增量型刻度图案的读取。

[0084] (操作说明)

[0085] 图7示出了用于根据由光接收检测器300获取的亮/暗图案(亮/暗图像)计算绝对位置的过程的流程图。

[0086] 由信号处理单元400执行该计算操作。

[0087] 首先,信号处理单元400顺序扫描来自光接收检测器300的光电检测器阵列的信号,以获取ABS刻度200的透射光图案作为亮/暗图像(ST110)。然后,顺序量化所获取的亮/暗图像(ST200)。也就是说,对所获取的亮/暗图像的光强度执行阈值确定,以区分和二值化暗部和亮部。

[0088] 将在后面描述此时的阈值设定。

[0089] 暗部被称为“L”,亮部被称为“H”。

[0090] 接下来,执行编码(ST310)。

[0091] 一个码用两比特表示。

[0092] (L,H)的组合被转换为码“1”。

[0093] (L,L)或(H,H)的组合被转换为码“0”。

[0094] 图8示出了编码结果的示例。

[0095] 利用以这种方式编码的数据,执行与参考图案的相关性计算(ST320)。获得指示作为相关性计算的结果的最高相关性的位置作为当前绝对位置(ST330)。注意,作为参考图案,例如使用基于设计规则提供的刻度图案。

[0096] (量化处理ST200)

[0097] 图9示出了量化处理ST200的流程图。

[0098] 为了执行量化处理ST200,首先,将亮/暗图像分类为图像形成区域和非图像形成区域,并且计算所有图像形成区域的光强度的平均值IA(ST211)。

[0099] 这里,假设由光接收检测器300获取的亮/暗图像的光强度分布如图10所示。

[0100] 如上所述,亮/暗图像具有其中非图像形成区域和图像形成区域以预定间距交替重复的图案。透镜阵列115的透镜之间的区域是非图像形成区域,并且与透镜对应的区域是图像形成区域。这些在设计检测头时是已知的,并且预先知道亮/暗图像中的非图像形成区域和图像形成区域的位置。

[0101] 因此,如图10示意性所示,从亮/暗图像中提取所有图像形成区域,并计算所有图像形成区域的光强度的平均值IA(ST211)。“图像形成区域的光强度的平均值IA”被称为平均强度IA。

[0102] 接下来,用计算出的平均强度IA替换亮/暗图像中的每个非图像形成区域的光强度(ST212,参见图11)。将用平均强度IA替换每个非图像形成区域的光强度之后的亮/暗图像称为预处理的亮/暗图像。图11是示出预处理的亮/暗图像的示例的图。

[0103] 然后,对预处理的亮/暗图像执行傅里叶变换(ST213),根据低于预定频率的长时段分量生成阈值(ST214)。

[0104] 图12是示出利用傅里叶变换从预处理的亮/暗图像计算的阈值线的示例的图。然后,使用阈值执行亮/暗确定(ST215)。(即,将阈值应用于原始亮/暗图像以执行亮/暗确定。)

[0105] 根据本示例性实施例,非图像形成区域的暗部不影响阈值的生成,并且可以获得用于亮/暗确定的理想阈值。因此,可以基于利用正确的亮/暗确定获得的比特信息来正确且准确地获得绝对位置。

[0106] (第二示例性实施例)

[0107] 接下来,描述本发明的第二示例性实施例。

[0108] 第二示例性实施例基本上类似于第一示例性实施例,但是在第二示例性实施例中非图像形成区域的光强度被相邻图像形成区域的平均强度替换。

[0109] 图13是示出第二示例性实施例中的量化处理的过程的流程图。

[0110] 在第二示例性实施例中,首先,将亮/暗图像分类为图像形成区域和非图像形成区域,并且通过从左边对图像形成区域和非图像形成区域进行编号来逐一区分图像形成区域和非图像形成区域。

[0111] 图14中示出了这种情况的示例。

[0112] 从左边顺序地将图像形成区域区分为第0图像形成区域、第一图像形成区域、第二图像形成区域、第三图像形成区域等。类似地,从左边顺序地将非图像形成区域区分为第0非图像形成区域、第一非图像形成区域、第二非图像形成区域、第三非图像形成区域等。

[0113] 然后,计算相邻图像形成区域的光强度的平均值(ST221)。例如,计算位于第k非图像形成区域两侧的第k图像形成区域和第(k+1)图像形成区域的平均强度 $I_{Ak}$ (参见图15)。注意,k为零或自然数。

[0114] 然后,将作为第k图像形成区域和第(k+1)图像形成区域之间的非图像形成区域第k非图像形成区域的光强度替换为所计算的平均强度 $I_{Ak}$ (参见图16中的ST222)。以这种方式,获得如图16所例示的预处理的亮/暗图像。

[0115] 最后,对预处理的亮/暗图像执行傅里叶变换(ST223),并且根据低于预定频率的长时段分量生成阈值(ST224)。图17是阈值线的示例。然后,使用阈值执行亮/暗确定(ST225)。

[0116] 如果来自光源的光量分布不均匀,则尽管存在图像形成区域,但是光强度的峰值或基值可以根据位置而不同。在这种情况下,如果用平均强度 $I_A$ 代替每个非图像形成区域的光强度,则在一位置处的阈值线可能太高或太低。在这方面,如第二示例性实施例中那样,通过将每个非图像形成区域的光强度替换为其相邻图像形成区域的平均强度,可以获得反映光量分布的不均匀性的阈值线并获得用于明/暗确定的理想阈值。

[0117] (第三示例性实施例)

[0118] 接下来,描述本发明的第三示例性实施例。

[0119] 第三示例性实施例基本上类似于第二示例性实施例,但是在第三示例性实施例中图像形成区域被更精细地划分以将每个非图像形成区域的光强度替换为它的相邻图像形成区域的平均强度。

[0120] 图18是示出第三示例性实施例中的量化处理的过程的流程图。

[0121] 在第三示例性实施例中,亮/暗图像被分类为图像形成区域和非图像形成区域,并且通过从左边对图像形成区域和非图像形成区域进行编号来逐一区分图像形成区域和非图像形成区域。

[0122] 此时,将每个图像形成区域进一步分成两半,以将左侧区分为“L”,将右侧区分为“R”。

[0123] 图19中示出了一个这样的例子。

[0124] 也就是说,图像形成区域从左边被区分为第0L图像形成区域、第0R图像形成区域、第一L图像形成区域、第一R图像形成区域、第二L图像形成区域、第二R图像形成区域等。

[0125] 非图像形成区域从左边被区分为第0非图像形成区域、第一非图像形成区域、第二

非图像形成区域等。

[0126] 然后,计算位于非图像形成区域两侧的图像形成区域的光强度的平均值(ST231)。

[0127] 例如,计算位于第k非图像形成区域的两侧的第k R图像形成区域和第(k+1)L图像形成区域的平均强度 $I_{Ak}$ (RL)(参见图20)。

[0128] 注意,k为零或自然数。

[0129] 然后,用计算的平均强度 $I_{Ak}$ (RL)替换作为第k R图像形成区域和第(k+1)L图像形成区域之间的非图像形成区域的第k非图像形成区域的光强度(ST232)。

[0130] 以这种方式,获得预处理的亮/暗图像。

[0131] 最后,对预处理的亮/暗图像执行傅里叶变换(ST233),并且从低于预定频率的长时段分量生成阈值(ST234)。然后,利用阈值执行亮/暗确定(ST235)。

[0132] 通过用其相邻图像形成区域的平均强度替换每个非图像形成区域的光强度,可以获得反映光量分布不均匀性的阈值线,并获得用于亮/暗确定的理想阈值。此时,通过如第三示例性实施例中那样更精细地划分图像形成区域,可以获得更适当地反映光量分布的不均匀性的阈值线。

[0133] (修改的示例1)

[0134] 在第二和第三示例性实施例中,已用反映与第k非图像形成区域相邻的图像形成区域的光强度的值(平均强度 $I_{Ak}$ 或 $I_{Ak}$ (RL))替换第k非图像形成区域的光强度。

[0135] 作为修改的示例,可以根据从与第k非图像形成区域相邻的图像形成区域到远离第k非图像形成区域的两个或三个图像形成区域的区域获得平均强度。如果主标尺上有污垢,则一个图像形成区域的一部分或全部可以是暗部(或亮部)。通过包括第k非图像形成区域附近的多个图像形成区域来计算平均强度,可以减小指示例如特有的暗或亮的图像形成区域的异常值的影响。

[0136] (修改的示例2)

[0137] 在上述实施例中,已经基于透镜阵列的设计值将非图像形成区域和图像形成区域进行了区分。然而,可以分析亮/暗图像以确定图像形成区域和非图像形成区域。例如,如果存在预定数量的(例如,十个或一百个)连续暗部,则可以基于刻度图案设计将这种连续暗部确定为透镜之间的非图像形成区域。

[0138] 或者,为了区分图像形成区域和非图像形成区域,可以使用傅里叶变换。由于图像形成区域和非图像形成区域必须以图案中的预定间距重复,因此亮/暗图像简单地被视为方波,如图21所例示。当对亮/暗图像执行傅里叶变换并提取低频分量(例如,从初级到三级分量)时,得到如图21所示的方波。然后,通过使用约0.5的光强度(即,整个光强度的平均强度)作为阈值对方波执行亮/暗确定,可以将亮/暗图像分类为图像形成区域和非图像形成区域。

[0139] 注意,本发明不限于上述实施例,并且可以在不脱离范围的情况下适当地改变。

[0140] 在上述实施例中,作为示例,微透镜阵列的透镜之间的区域已经是非图像形成区域。然而,在单透镜以及透镜阵列的情况下,非图像形成区域如图22所例示。即,光接收检测器300检测与透镜的中心区域对应的区域作为图像形成区域,与透镜的周边部分对应的区域作为非图像形成区域。

[0141] 在这种情况下,由于需要 $2^n$ 条数据来高速执行傅里叶变换,因此需要不仅包括图

像形成区域而且包括图像形成区域附近的非图像形成区域的亮/暗图像。然后,本发明中的用于替换每个非图像形成区域的光强度的预处理是有效的。

[0142] 本发明的要点是用反映图像形成区域的光强度的值(代表值)替换每个非图像形成区域的光强度。

[0143] 在上述示例性实施例中,平均强度IA已经被例示为反映图像形成区域的光强度的值,但是反映图像形成区域的光强度的值不限于“平均值”。

[0144] 例如,该值可以是中间值(中值)。

[0145] 在上述实施例中,ABS标尺已经是透射型标尺,但也可以是反射型标尺。在上述实施例中,已经举例说明了线性标尺和编码器,但是本发明也适用于旋转编码器。

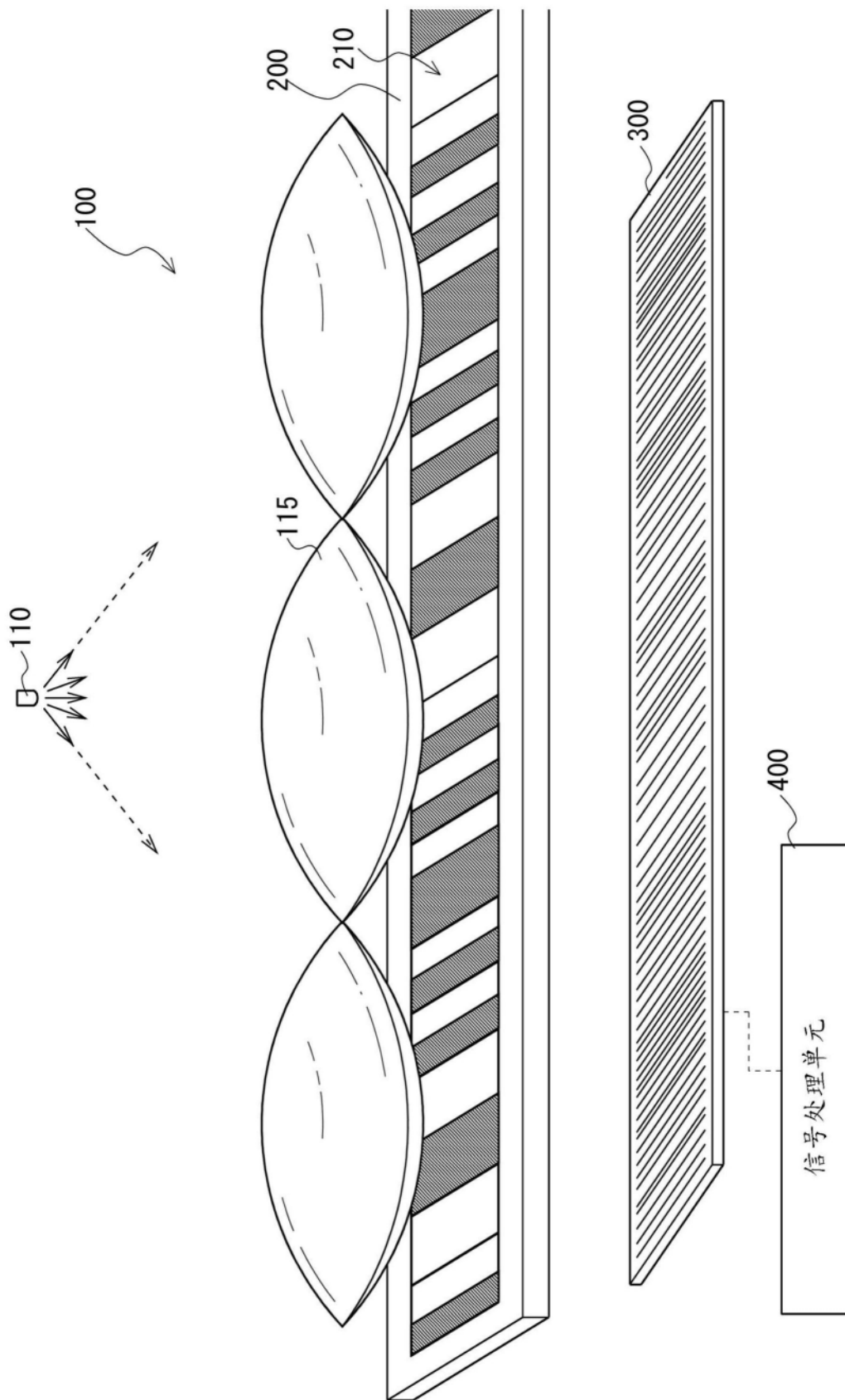


图1

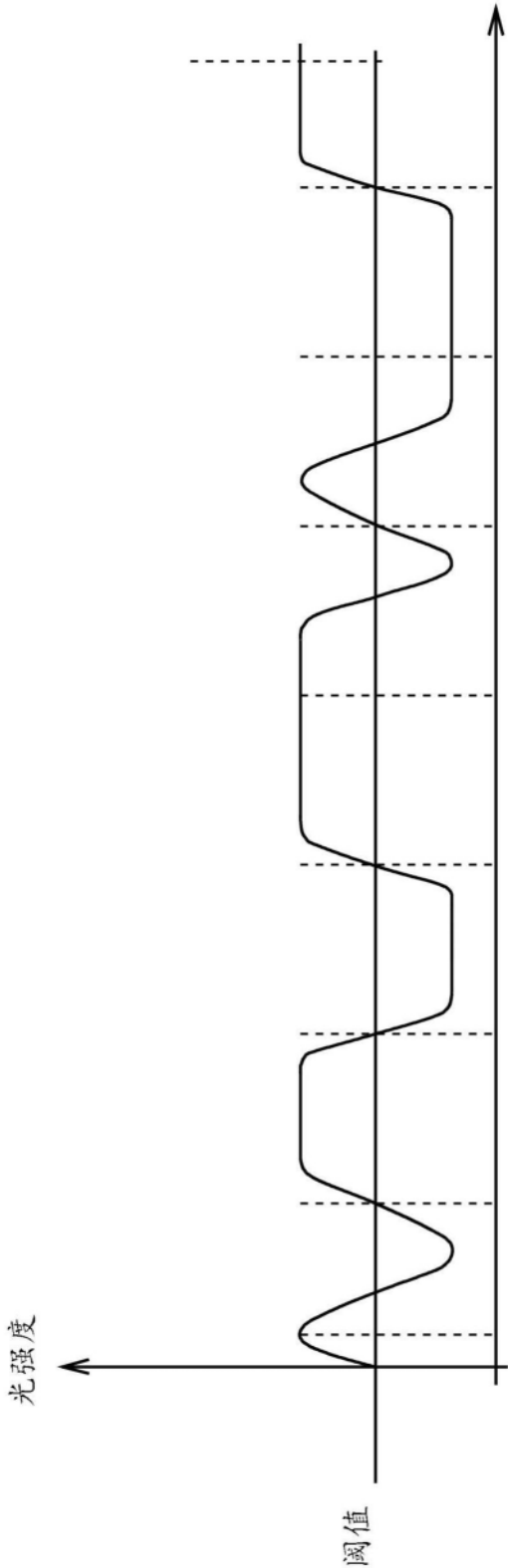


图2

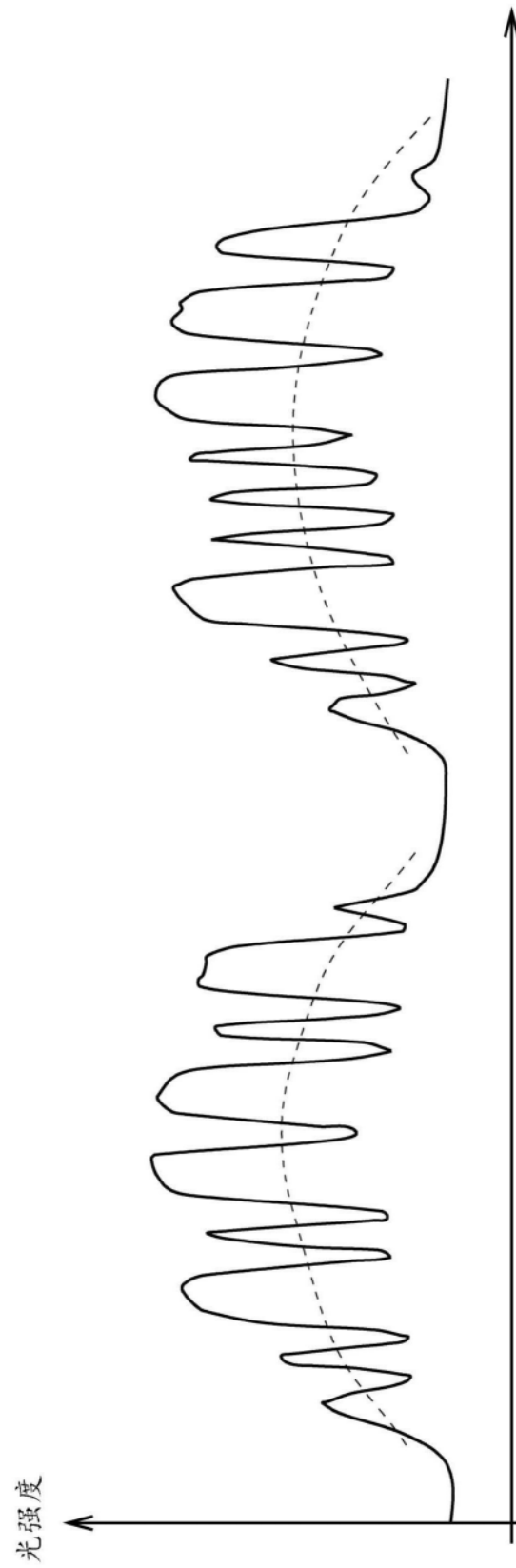


图3

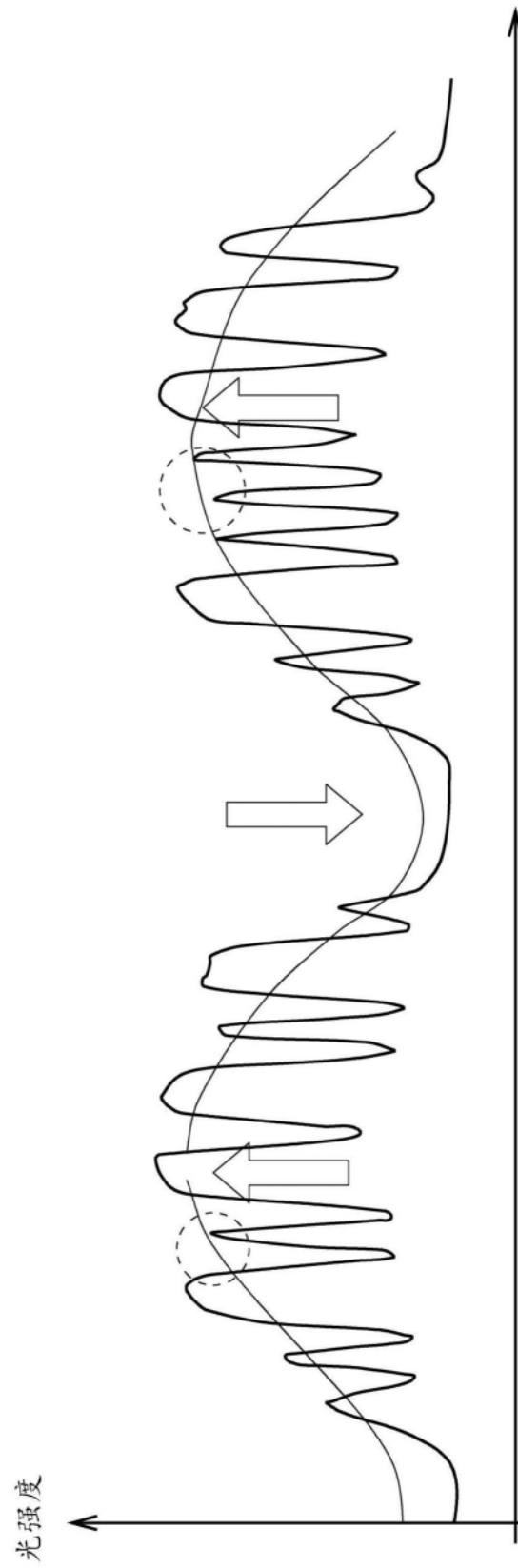


图4

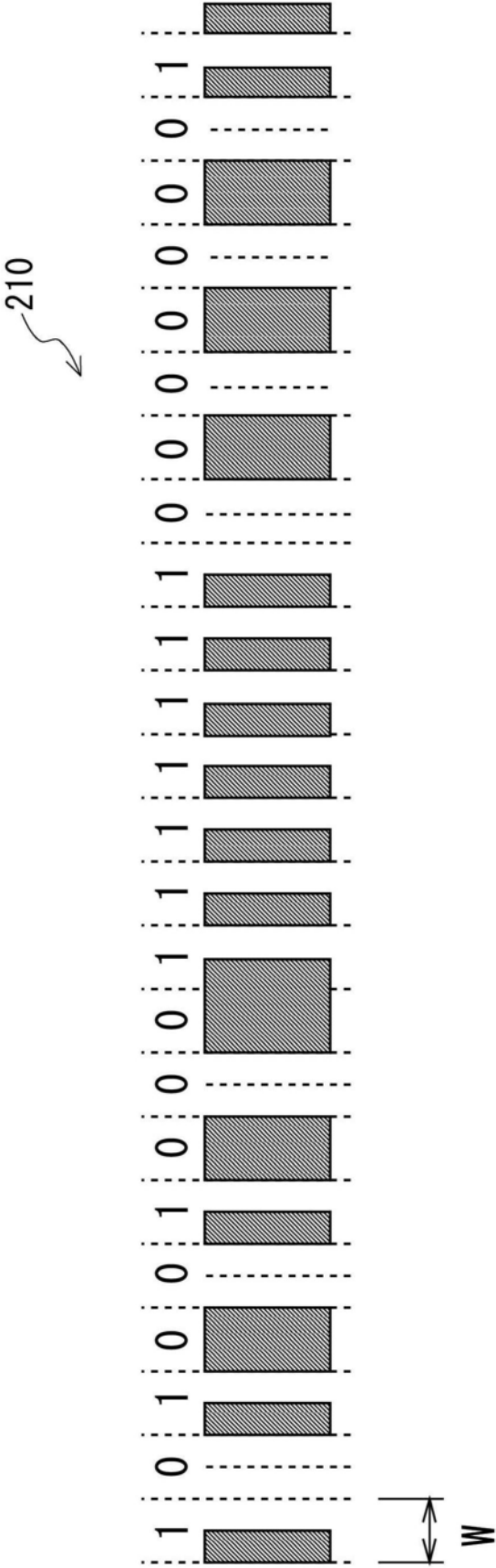


图5

"0"

or

"1"

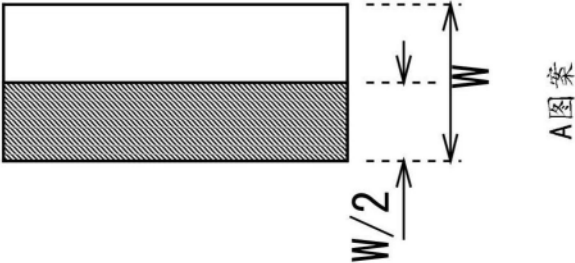
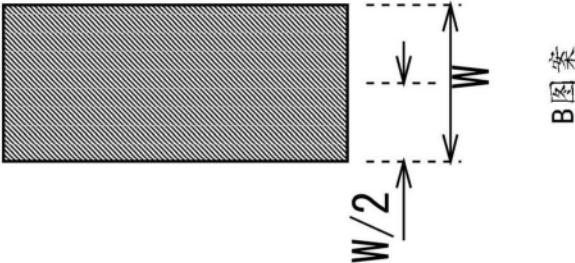
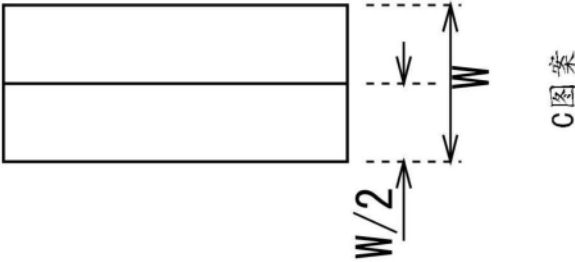


图6

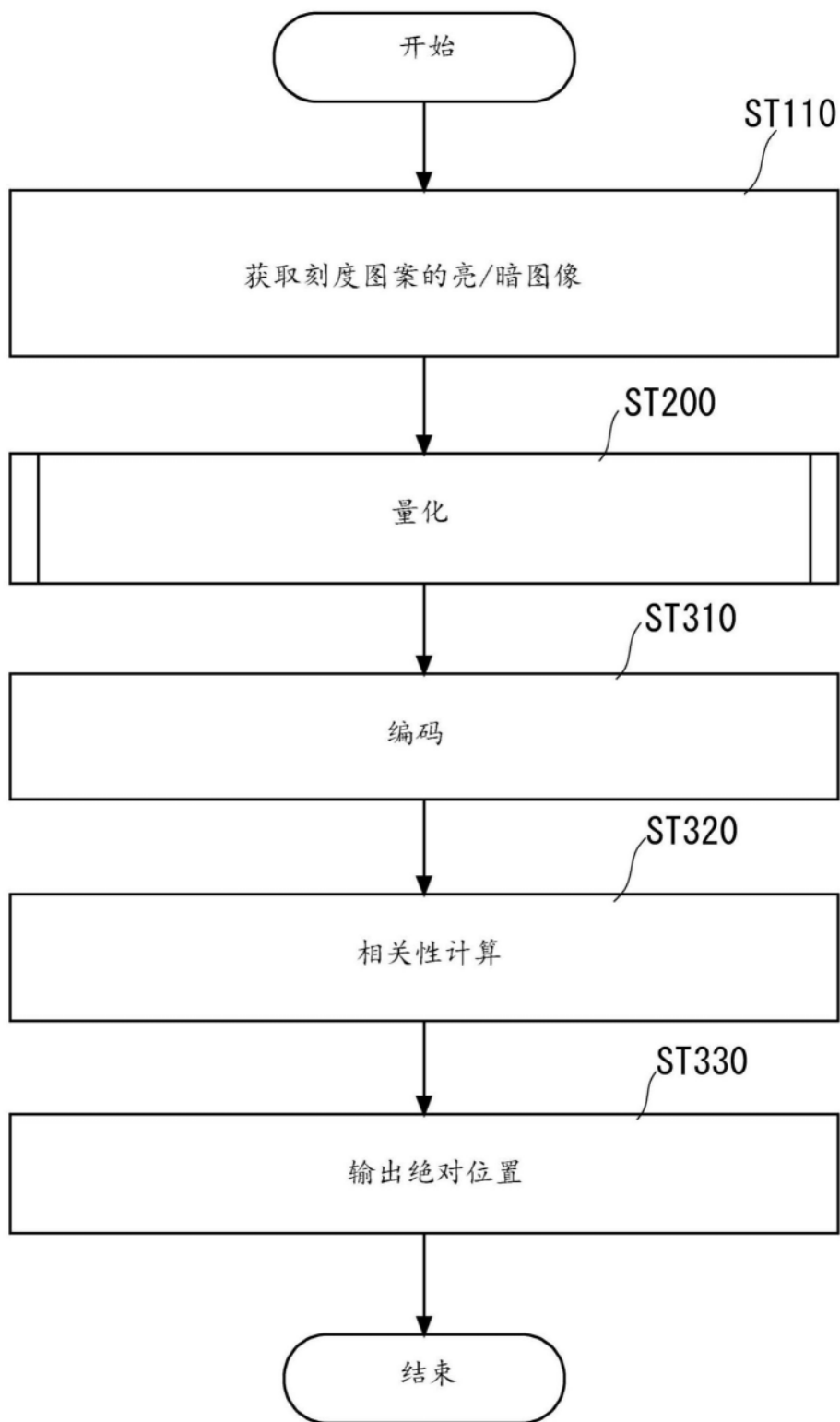


图7

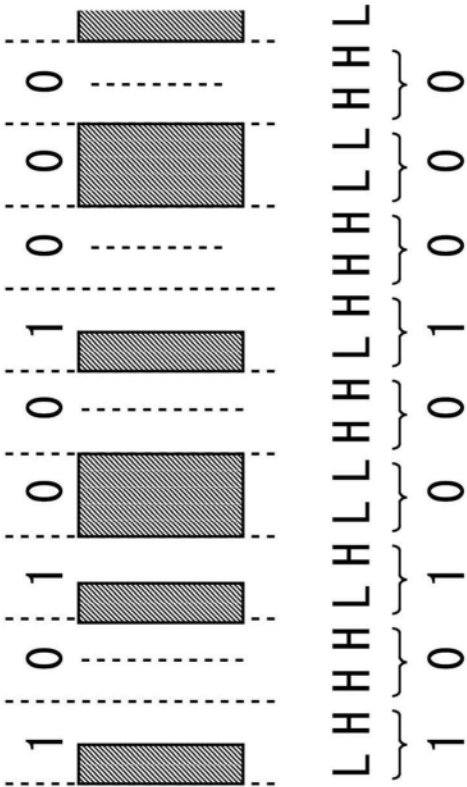


图8

(量化)

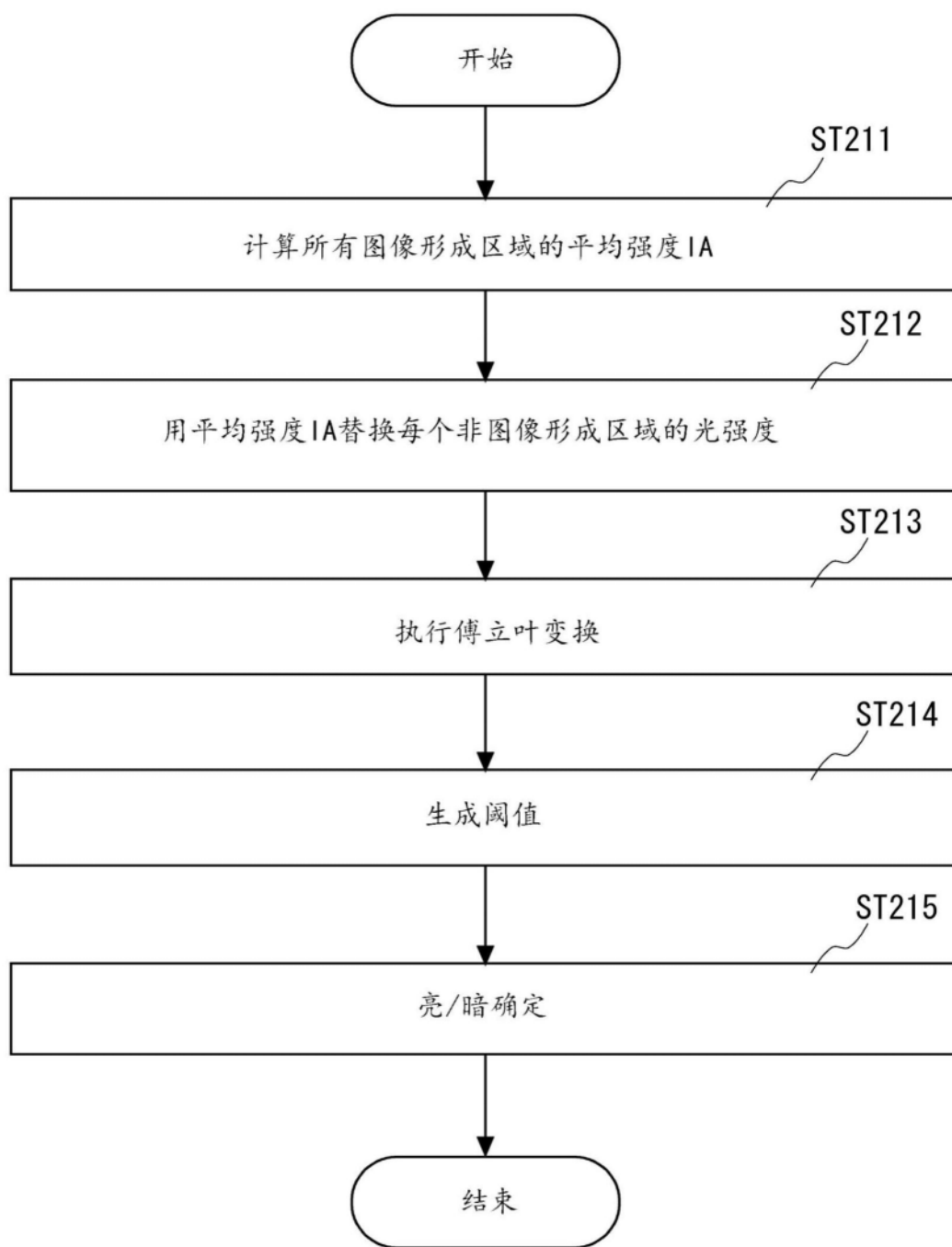


图9

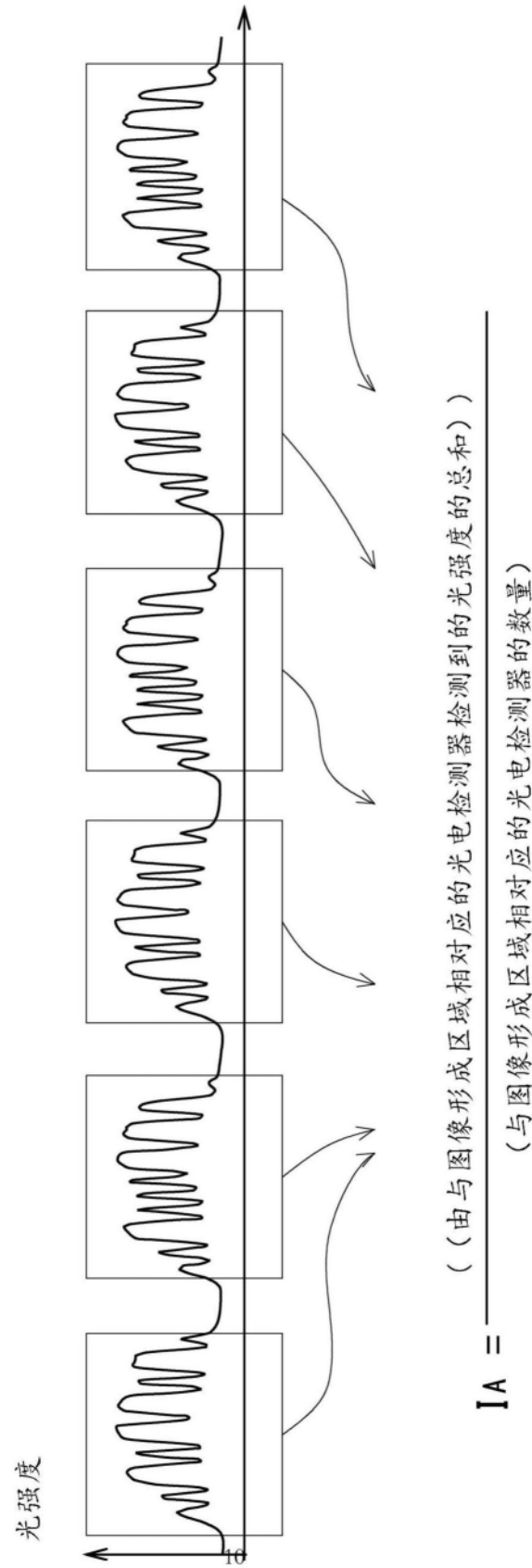


图10

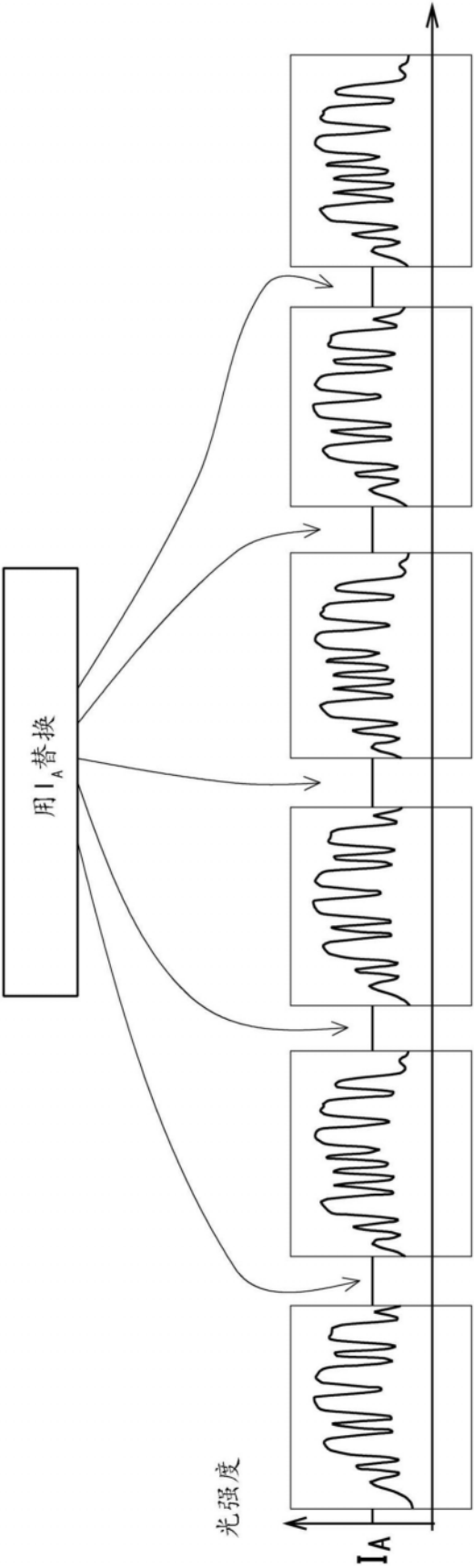


图11

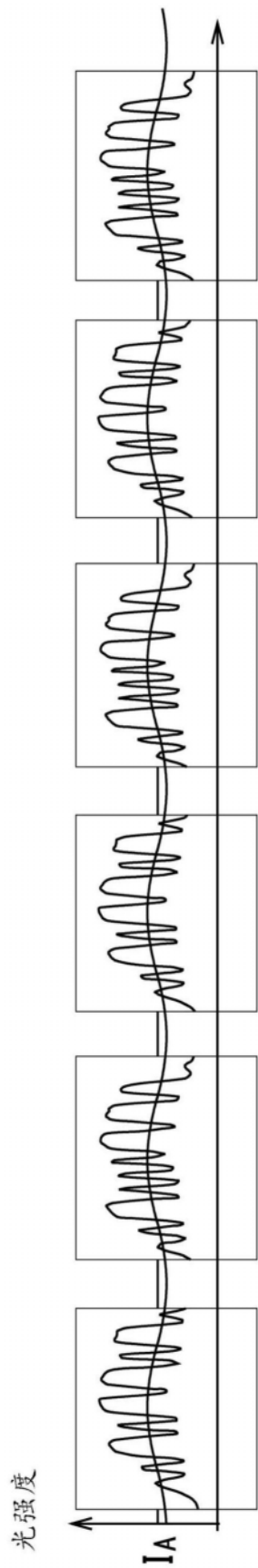


图12

## (第二示例性实施例)

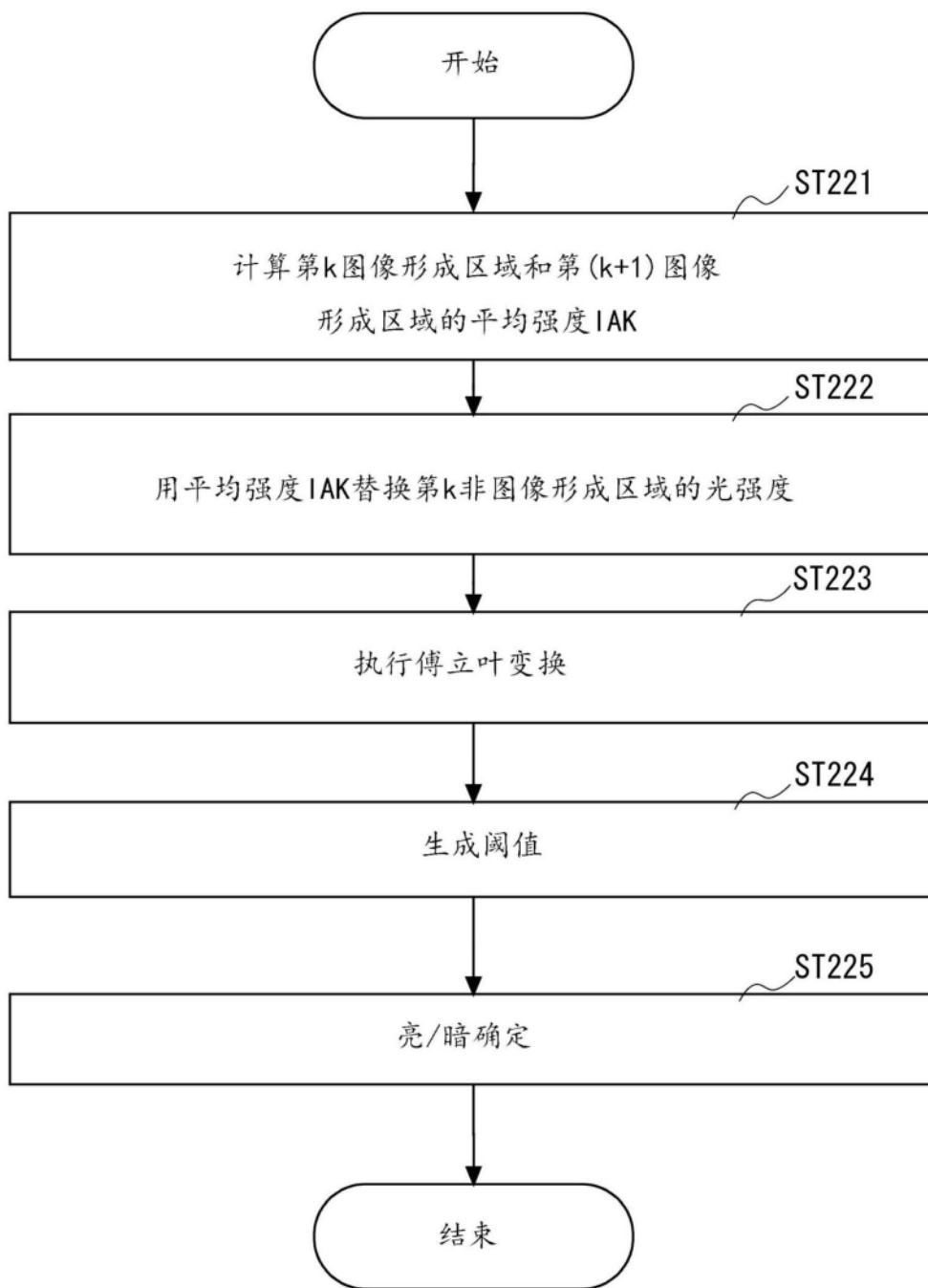


图13

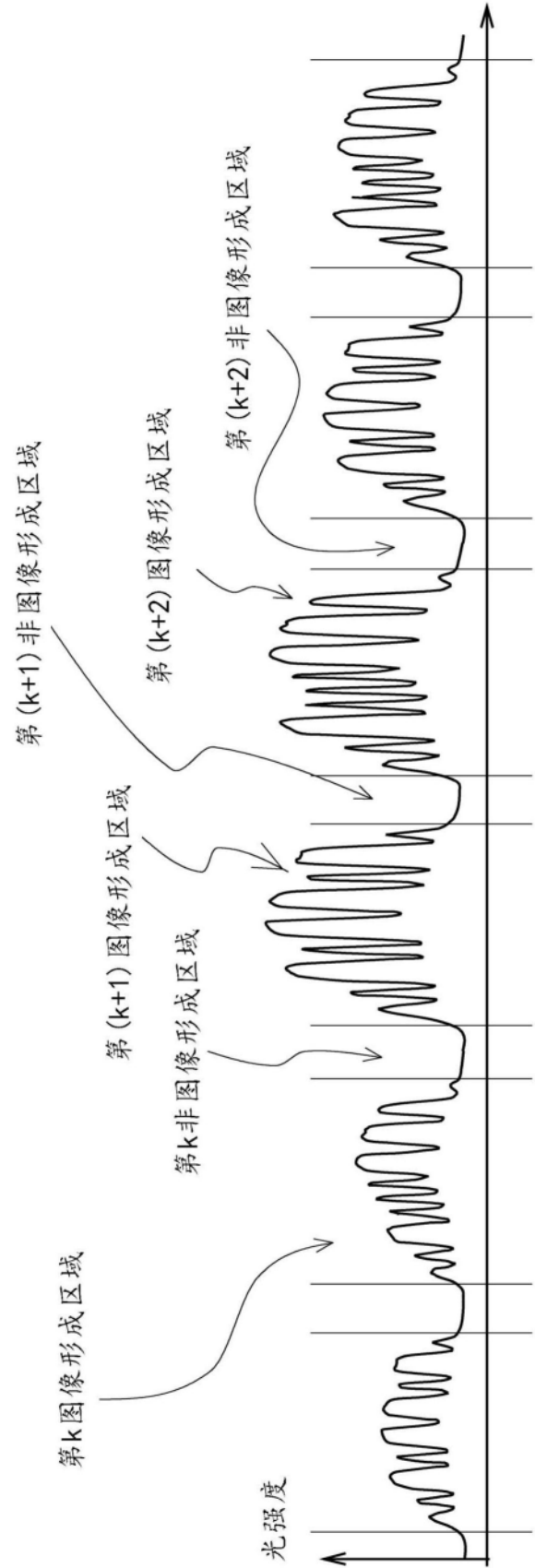


图14

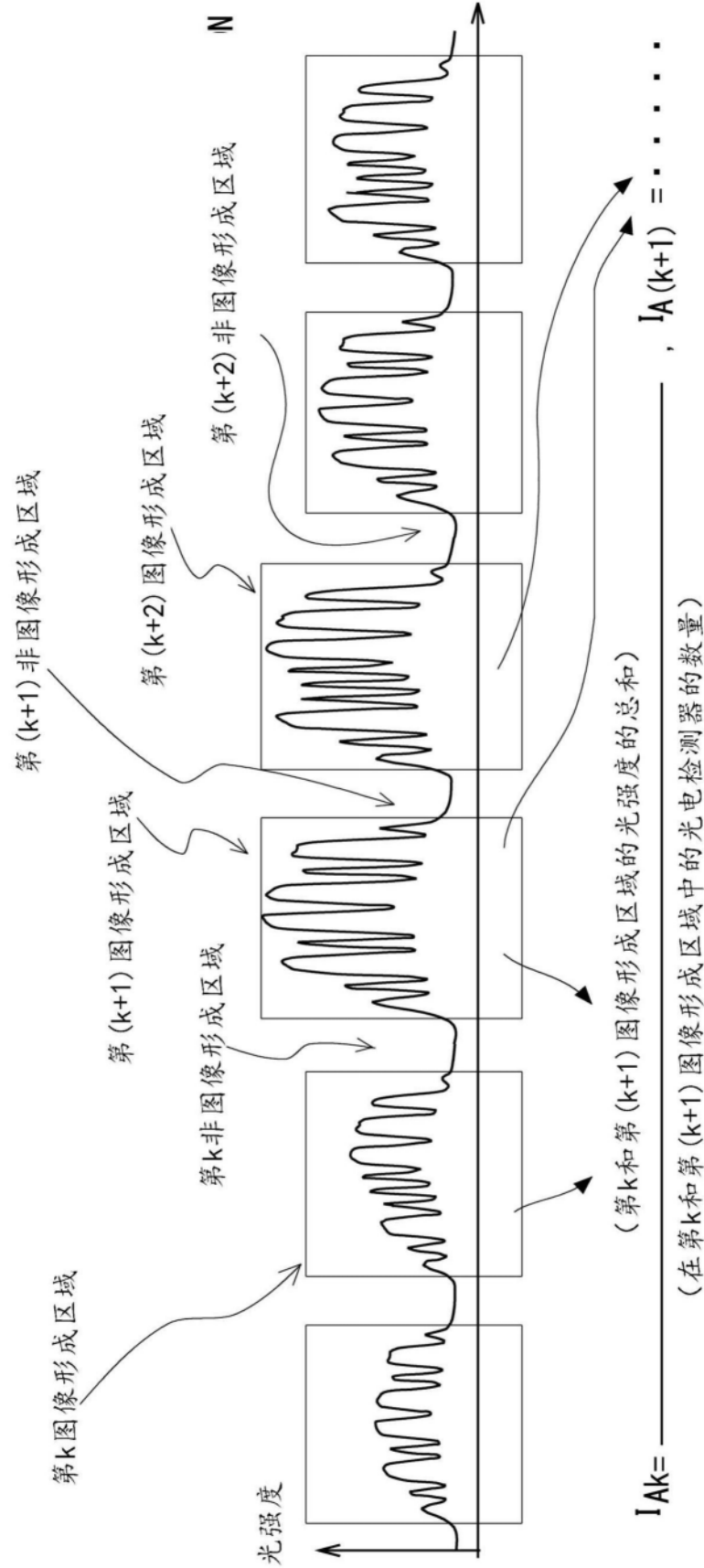


图15

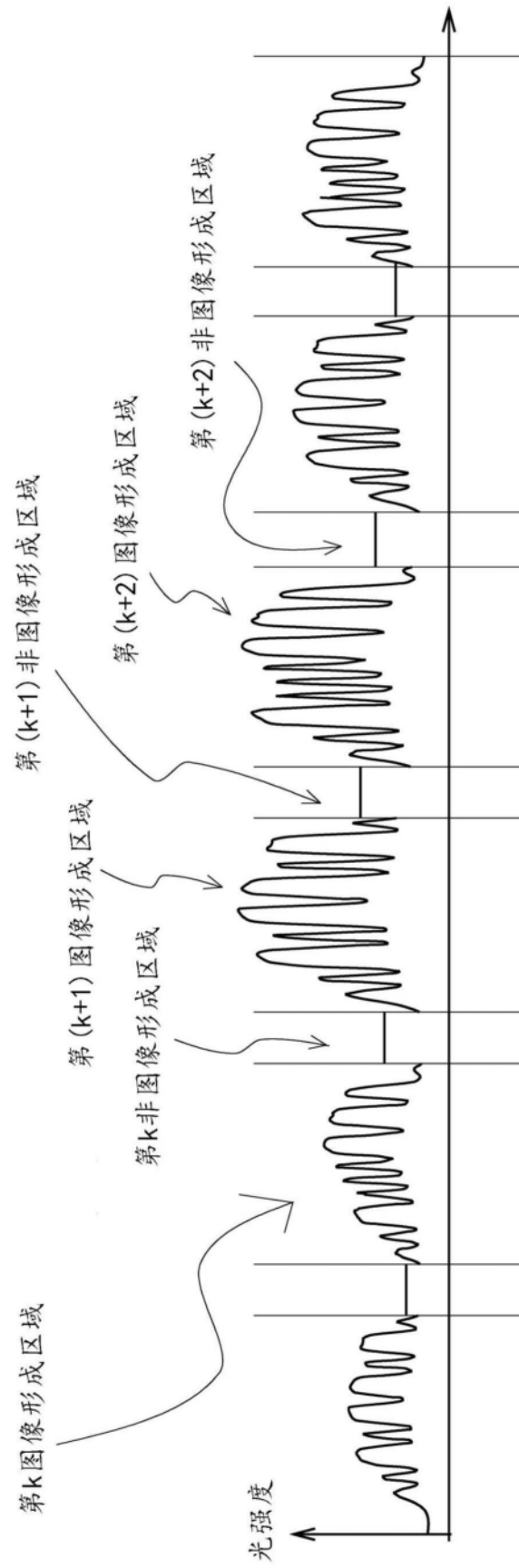


图16

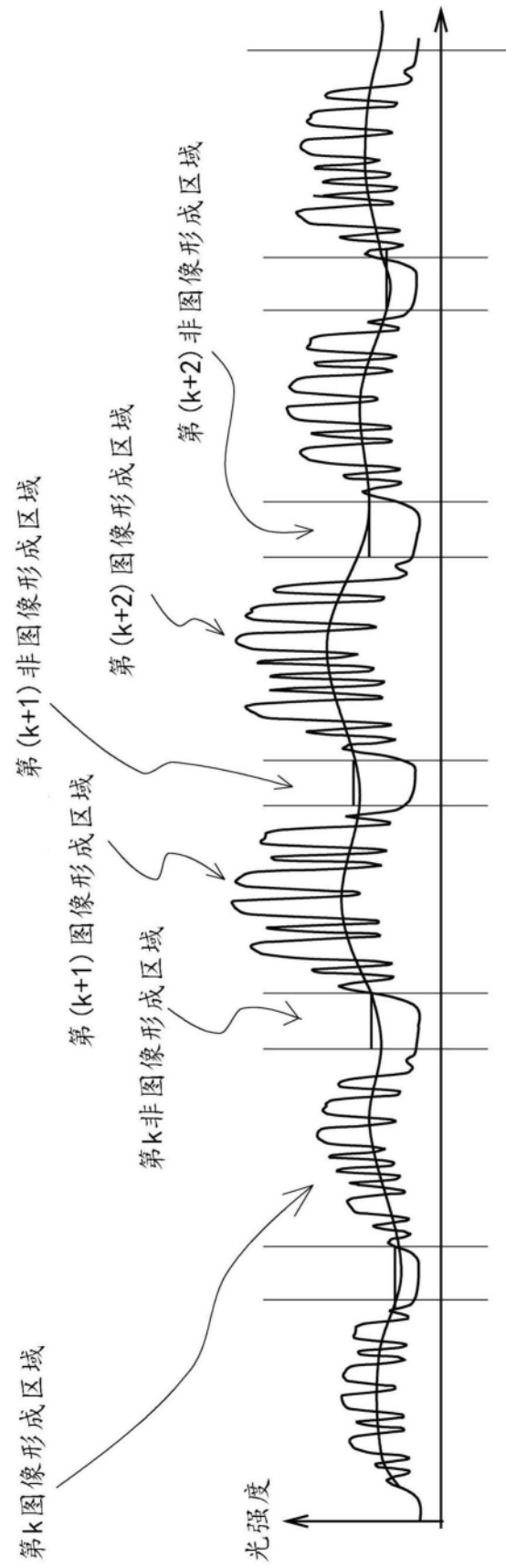


图17

## (第三示例性实施例)

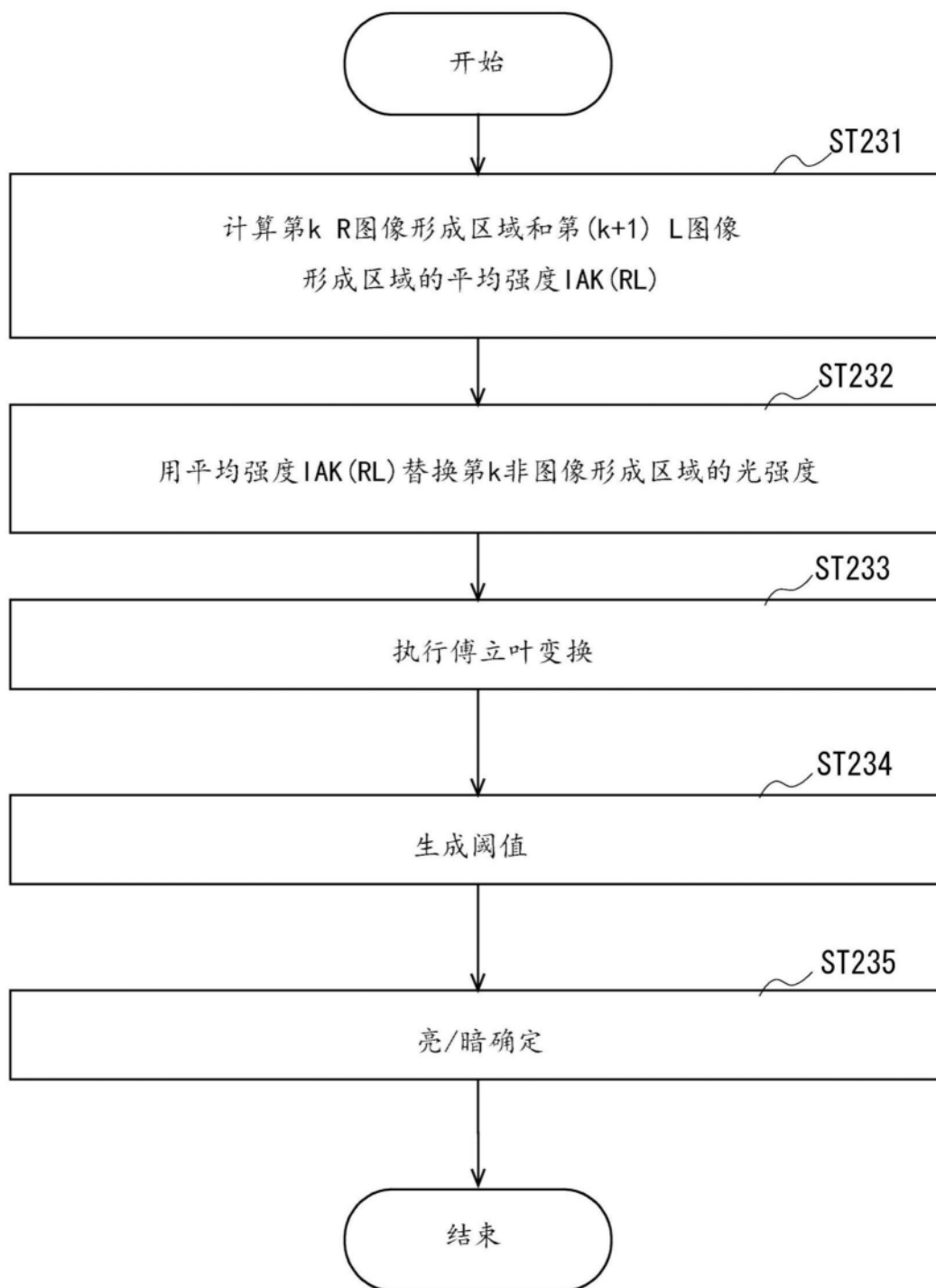


图18

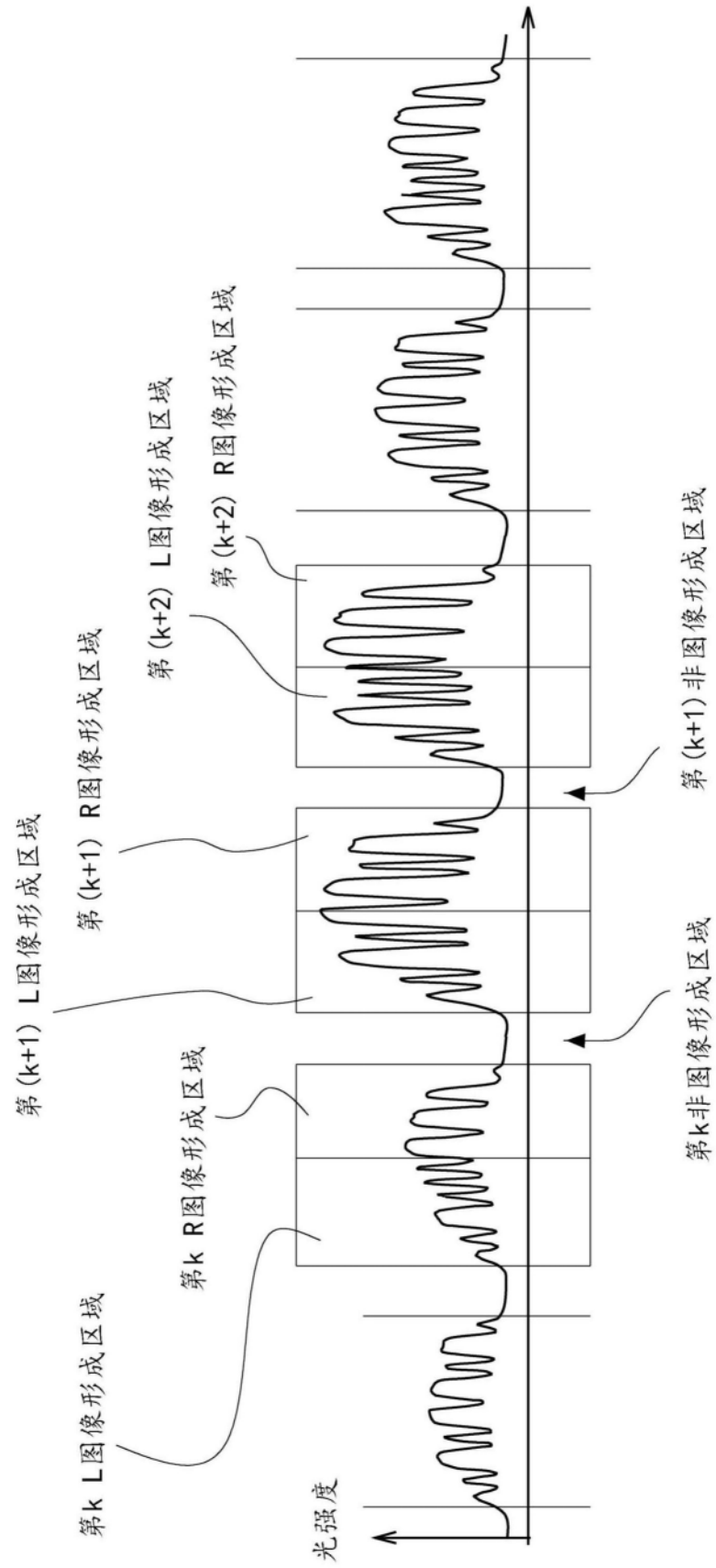


图19

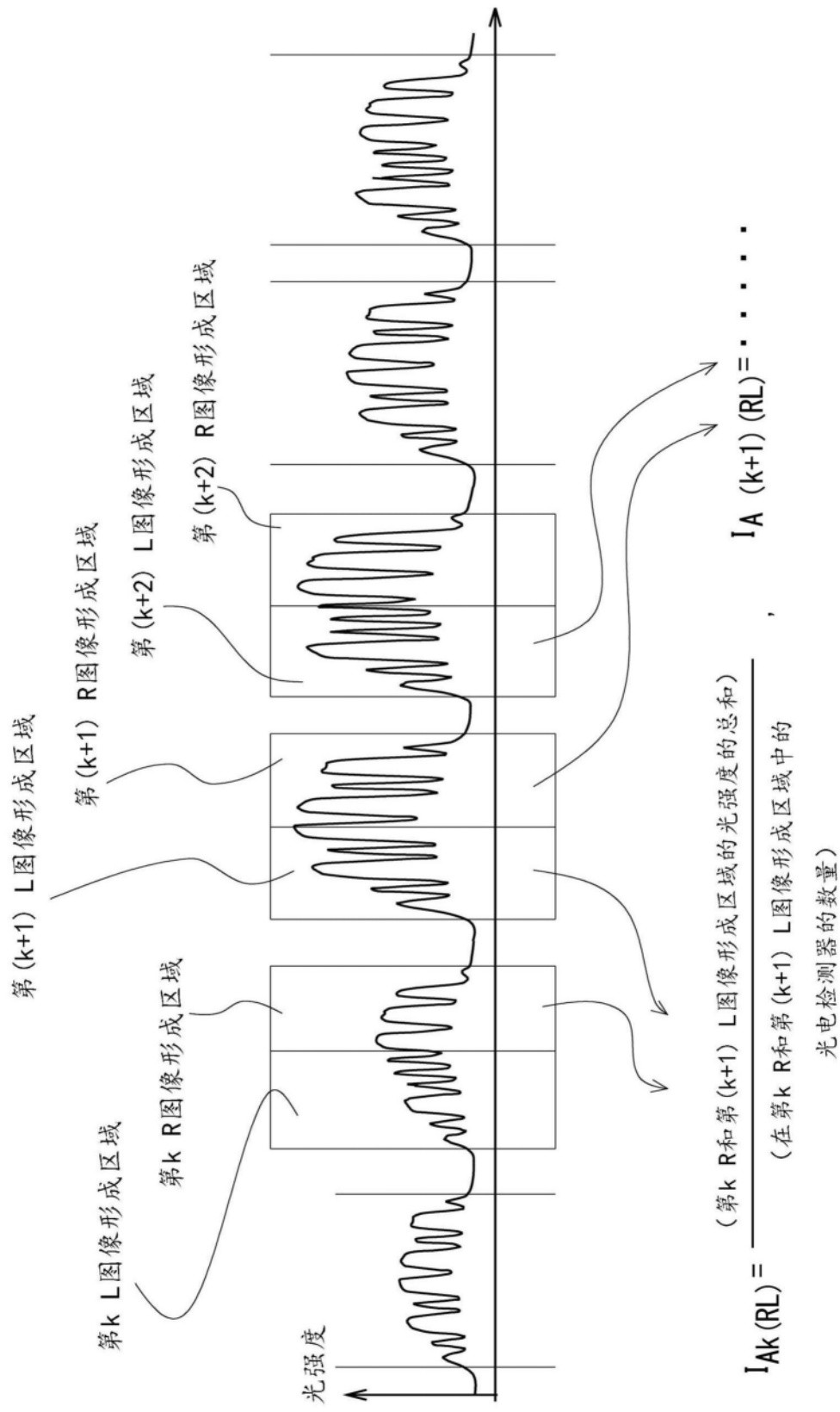


图20

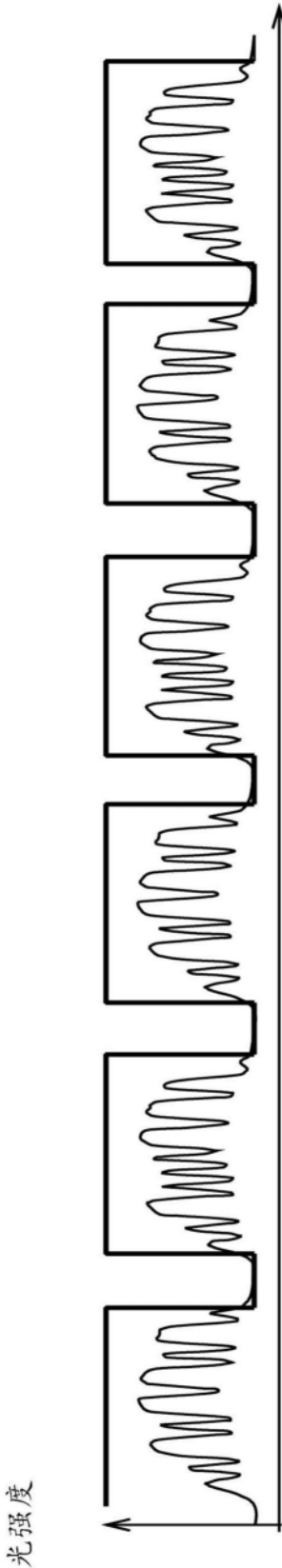


图21

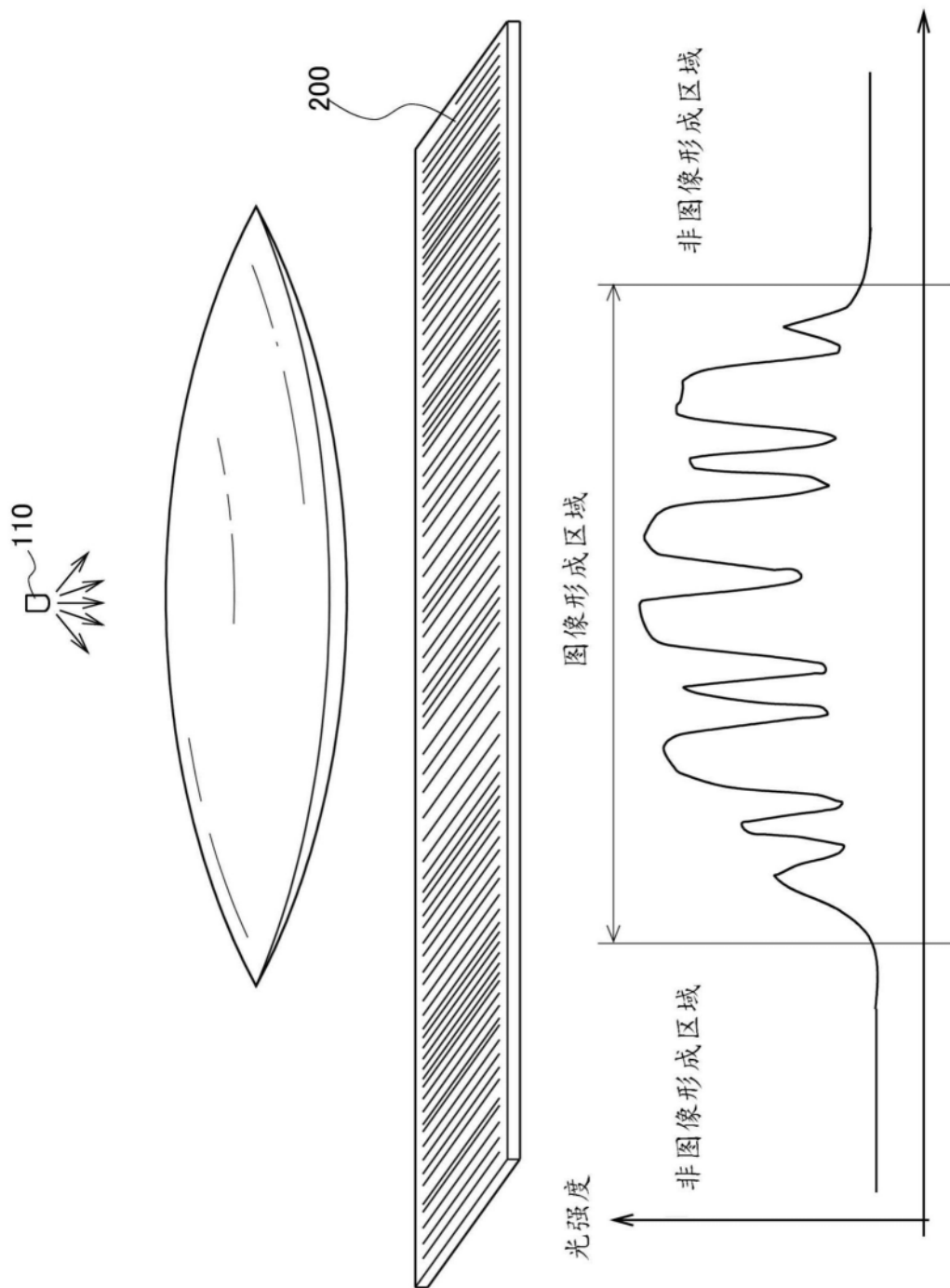


图22