

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[ 51 ] Int. Cl<sup>7</sup>

G01D 5/245

G01D 5/347 G01D 5/36



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02813888.0

[43] 公开日 2004年9月1日

[11] 公开号 CN 1526065A

[22] 申请日 2002.7.5 [21] 申请号 02813888.0

[30] 优先权

[32] 2001.7.9 [33] DE [31] 10132521.5

[86] 国际申请 PCT/EP2002/007453 2002.7.5

[87] 国际公布 WO2003/006926 德 2003.1.23

[85] 进入国家阶段日期 2004.1.9

[71] 申请人 约翰尼斯海登海恩博士股份有限公司

地址 德国特劳恩罗伊特

[72] 发明人 A·格鲁贝尔 M·赫尔曼

W·霍尔扎普菲尔 M·屈勒

H·普罗诺德 S·通多夫

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

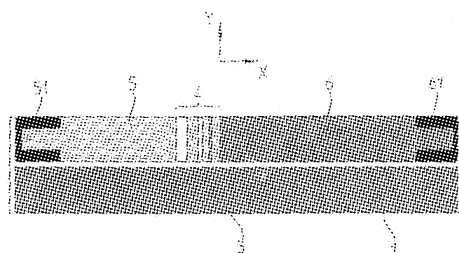
代理人 胡强 赵辛

权利要求书2页 说明书6页 附图7页

[54] 发明名称 位置测量装置

[57] 摘要

本发明涉及一种增量式位置测量装置，它有一个刻度尺(1)，在该刻度尺上除了有增量式测量刻度(3)外还有一个迹线，它具有一个基准标记(4)以及量程标记(5, 6)。通过对量程标记(5, 6)的扫描，可以明确区分出扫描装置(2)是否处于基准标记(4)的右边或者左边。在此，量程标记(5, 6)把所出现的扫描射线束(12)引向不同方向地射到各个不同的光电检测器(131; 133, 134)上。在刻度尺(1)的端部，通过遮光板(51, 61)局部地遮盖住量程标记(5, 6)以形成极限量程(50, 60)。



ISSN 1008-4274

1. 一种具有一个刻度尺(1)和一个相对该刻度尺在测量方向(X)上移动的扫描装置(2)的位置测量装置, 其中
- 该刻度尺(1)具有一测量刻度(3)并可通过对测量刻度(3)的扫描产生周期性测量信号(M1, M2, M3);
  - 该刻度尺(1)有至少一个基准标记(4)并可通过对基准标记(4)的扫描产生一个基准标记信号(R1, R2);
  - 该刻度尺(1)具有可光学扫描的量程标记(5, 6)并通过用一种扫描光束(12)对量程标记(5, 6)进行光电扫描来产生一量程信号(B), 可通过其特性区分出在基准标记(4)旁边的多个测量量程(5, 6, 50, 60), 其特征在于,
    - 所述量程标记是光学上不同绕射的元件(5, 6), 它使所出现的扫描光束(12)在多个测量量程(5, 6, 50, 60)内偏转到不同的光电接收器(131, 133, 134)上。
2. 按权利要求1所述的位置测量装置, 其特征在于, 所述光学绕射的元件是具有不同光栅参数的光栅(5, 6)。
3. 按权利要求2所述的位置测量装置, 其特征在于, 该测量刻度(3)、基准标记(4)和量程标记(5, 6)都是相衍射光栅。
4. 按上述权利要求之一所述的位置测量装置, 其特征在于, 所述量程标记(5, 6)和基准标记(4)都布置在同一个迹线里。
5. 按上述权利要求之一所述的位置测量装置, 其特征在于, 这些不同的光电接收器(131, 133, 134)是这样布置的, 即, 射到基准标记(4)上的扫描光束(12)也射向至少其中一个光电接收器(131; 133, 134)。
6. 按上述权利要求之一所述的位置测量装置, 其特征在于, 通过量程信号(B), 可以区分出该扫描装置(2)是否处于基准标记(4)的第一侧或者第二侧, 其做法是使量程标记(5)如此形成在基准标记(4)的第一侧上, 即所出现的扫描光束(12)射到一个第一光电接收器(131)上, 而量程标记(6)如此形成在基准标记(4)的第二侧上, 即所出现的扫描光束(12)射到至少一个第二光电接收器(133, 134)上。
7. 按权利要求6所述的位置测量装置, 其特征在于, 在基准标记(4)的第一侧的该量程标记(5)被设计成是反射的或者透明的, 而在基准

标记(4)第二侧的量程标记(6)被设计成绕射光栅的形式。

8.按权利要求6或7所述的位置测量装置,其特征在于,该刻度尺(1)有极限量程(50,60),其中该极限量程(50,60)通过局部改变量程标记(5,6)的光学作用来形成。

5 9.按权利要求8所述的位置测量装置,其特征在于,该极限量程(50,60)通过局部覆盖所述量程标记(5,6)而形成。

10.按权利要求9所述的位置测量装置,其特征在于,为了形成极限量程(50,60),在量程标记(5,6)上各设置一个遮光板(51,61)。

11.如权利要求6-10之一所述的位置测量装置,其特征在于,通过对基准标记(4)的光电扫描,可以产生至少一个基准标记信号(R1, R2),通过对量程标记(5,6)的光电扫描,分别可以由第一光电接收器(131)和所述的至少一个第二光电接收器(133,134)产生一个第二扫描信号(B1),其中为了形成一个量程信号(B),这些信号(R1, B1)在一个分析处理单元中按照第一逻辑关联规则被组合起来,为了形成  
15 一个极限信号(L),这些信号按照一个不同的第二逻辑关联规则被组合起来。

## 位置测量装置

本发明涉及一种如权利要求 1 前序部分所述的位置测量装置。

- 5 这种位置测量装置尤其在加工机床里用于测量工具相对待加工工件的相对位置，在座标测量机床里，它被用于测量检验物的位置和外形尺寸，而且最近也越来越多地被用于半导体工业中如晶片步进器中。在这里，该位置测量装置是角度测量装置或长度测量装置，其中刻度尺直接设置在驱动单元（旋转式电动机或线性电动机）上，或者刻度尺设置在
- 10 在一个由该驱动单元驱动的构件上。

这样的如由专利 DE 9209801 U1 公开的位置测量装置的刻度尺具有一个周期性刻度以产生计数信号及一个基准标记以产生一基准标记信号。通过该基准标记信号，为基准标记的位置产生一个位置测量的绝对基准，其作法是将一计数器设定到一预定的计数器读数上。

- 15 在开始位置测量时，在切断电源地中断运行后并为了校正和检查计数器读数，往往需要从一个任意位置起移动基准标记。为此，量程标记设在刻度尺上，可以通过它来区分该扫描装置是否在基准标记的这一侧或是在另一侧上。该量程标记在基准标记的一侧被制作成连续不透光条纹的形状。在基准标记的另一侧，量程标记被制作成透明区的形状。为
- 20 对这两个量程标记进行扫描，在扫描装置里设有一个共用的光电接收器。要区分扫描装置是否在基准标记的这一侧或另一侧上要根据光电接收器的测量信号来定。

- 事实表明，这种根据测量信号的信号电平进行的区分是有问题的，因为电平的相互差距比较小。这种测量信号也可能易受到刻度尺局部污
- 25 染的影响，因而检测到的扫描装置位置有误。

因而，本发明的任务是提出一种位置测量装置，其中可以更可靠地区分出在基准标记附近的多个测量量程。

该任务通过一种具有权利要求 1 特征的位置测量装置来完成。

有利的实施方案见从属权利要求。

- 30 按本发明设计的位置测量装置尤其具有以下优点：相当可靠地明确区分出扫描装置是否在基准标记的这一侧或另一侧。提高了抗干扰性。
- 以下，借助一个实施例并结合附图来详细说明本发明。附图所示

为:

- 图 1: 一个位置测量装置的剖视示意图;
- 图 2: 如图 1 所示的位置测量装置的刻度尺俯视图;
- 图 3: 光电接收器的俯视图;
- 5 图 4: 扫描板的俯视图;
- 图 5: 在基准标记区里的扫描光路;
- 图 6: 基准标记信号;
- 图 7: 在基准标记一侧的扫描光路;
- 图 8: 在基准标记另一侧的扫描光路;
- 10 图 9: 线路布局;
- 图 10: 量程信号;
- 图 11: 极限信号。

图 1 表示呈长度测量装置形式的光电增量式位置测量装置, 它有一个可相对一扫描装置 2 在测量方向 X 上滑移的刻度尺 1。在刻度尺 1 上, 15 在一个第一迹线上设有一个周期性增量式测量刻度 3, 在一个第二迹线上设有一个基准标记 4 以及量程标记 5、6。扫描装置 2 有一个光源 7 以便对刻度尺 1 进行光电扫描, 光源的光由一个准直光管 8 集束并穿过一个扫描板 9 射在刻度尺 1 上。射在刻度尺 1 上的光在测量刻度 3、基准标记 4 以及量程标记 5、6 上同位置有关地被反射并进入一个光电接收器 10 里。图 2 以俯视图表示刻度尺 1, 图 3 表示该光电接收器 10。在 20 图 5、7 和 8 中示出了光线在各个区域 4、5 和 6 里如何与位置有关地受到影响。

射到反射的相衍射光栅 3 上的扫描光束 11 与位置有关地进行调制, 其做法是折射成各个不同的分光束, 然后它们相互产生干涉并射到 25 三个光电接收器 111、112、113 上, 这些光电接收器以已知的方式按照干涉扫描原理产生与相互相位移类似的周期性测量信号 M1、M2、M3, 按照已知方式并通过内插法由这些测量信号产生高分辨率的计数信号。

扫描光束 12 在基准标记 4 的区域里从基准标记 4 的反射区域被引至扫描板 9。扫描板 9 在反射光照射区域里有一个扫描区 13, 它由一具有透明的区域 13.1 和横向偏转的区域 13.2 的非周期性光栅 (图 4) 构成。由于光线无论在去时还是从刻度尺 1 返回时都经过该扫描区 13, 因而产生横向分解。通过合理选择光栅参数, 就可以从到达接收器 131 的 30

光中产生一个推挽基准标记信号 R1 (图 6)。另一部分则以横向第一级方式产生偏转, 其中一个用光电接收器 132 来检测, 因而产生一个节拍基准标记信号 R2 (图 6)。通过叠加节拍基准标记信号 R2 与推挽基准标记信号 R1 ( $R=R2-R1$ ), 产生一合成基准标记信号 R。图 4 表示用于扫描基准标记 4 的扫描板 9 的结构, 图 5 则表示扫描光路。这种扫描原理在 EP 0 669 518 B1 中已经详细叙述了, 明确参见该专利的公开内容。

准直光管 8 的第一段用于使上迹线的扫描光束准直照射到光电接收器 131、132、133、134 上, 而准直光管 8 的第二段用于使下迹线的扫描光束准直照射到光电接收器 111、112、113 上。图 1 只是示意表示了这些段。

一呈非周期相衍射光栅形式的基准标记 4 分布在测量刻度 3 的多个刻度周期上。若扫描区 13 精确位于基准标记 4 对面, 则光电接收器 131、132 产生一个明确属于增量计数脉冲的基准标记信号。该计数脉冲明确规定了一个行程段, 它通过内插法小于测量刻度 3 的一个刻度周期。

在基准标记 4 的左侧, 刻度尺 1 被均匀地反射。若扫描装置 2 位于反射的量程标记 5 的对面, 那么所产生的扫描光束 12 按照图 7 所示的扫描光路射向光电接收器 131。

在基准标记 4 的右侧, 一个绕射光栅 6 作为量程标记地设置在刻度尺 1 上。绕射光栅 6 是一个相衍射光栅, 它尽量抑制了零绕射级并将产生的扫描光束 12 偏转至  $\pm 1$  绕射级。这些在绕射光栅 6 上反射的并在测量方向 X 上绕射的绕射级被准直光管 8 集中到光电接收器 133、134 上。图 8 表示该扫描光路。

就是说, 光的方向在量程标记 5、6 上与刻度尺位置有关地被偏转。具有其光栅常数和/或光栅定向的性能的光栅尤其适用于该方向偏转。方向偏转信息在透镜 8 的焦面里编成码, 这是由于每个光栅常数和每个光栅方向都在透镜 8 的焦面里对应着一个点, 在此处可以放置适合的光电元件 131、133、134。

测量刻度 3、基准标记 4 和量程标记 6 比较有利的是相衍射光栅, 它带来的优点是: 这些光栅 3、4、6 可以在共同的工艺步骤里制成并保证了光栅 3、4、6 相互正确地配置。例如, 相衍射光栅 6 具有与测量刻度 3 相同的光栅参数。

通过在光学方面不同地构成基准标记 4 的右侧和左侧, 使扫描光束

12 或者反射到一个方向上并射向光电接收器 131，或者在一个与之不同的方向上反射地射到光电接收器 133、134 上。因而，在这两个位置上提供了一个明确的量程信号 B (图 10)。与现有技术相比，在基准标记 4 的两侧有一个大于零的量程信号，因而也可以识别出例如由于污染而造成的扫描光路中断。

通过本发明的措施，可以将基准标记 4 和量程标记 5、6 布置在一个共同的迹线里，也就是一个接一个地布置在测量方向 X 上，因而这些区域 4、5、6 由一个共同的光束 12 来扫描。通过在刻度尺 1 上的区域 5、6 的方向择优反射功能，实现了在光电接收器 131 或光电接收器 133 上的转向。区域 5、6 的这种方向择优反射也可以按其它方式进行，例如通过不同倾斜的反射表面或透射光扫描原理中的锥形玻璃表面或者通过各种不同绕射的光栅区，它的形式是在纵向 (X 方向) 或在横向 (Y 方向) 上绕射的振幅光栅或相衍射光栅。

为产生图 10 所示的量程信号 B，将光电接收器 131 的输出信号 R1 和光电接收器 133、134 的输出信号 B1 输给一个差动电路 20。由量程信号 B 的幅值就可以明确地区分出扫描装置 2 处在基准标记 4 的右边或者左边。可以看到，电平的相互差距比较大。通过求差，使量程信号 B 基本与照明强度无关。

图 9 详细表示一种用于形成量程信号 B 的特别有利的分析处理单元。推挽基准标记信号 R1 和节拍基准信号 R2 在一个加法器 21 里按不同的权重相加而形成信号  $B2=R1+1.45*R2$ 。因而，在基准标记 4 区域里获得了否则的话会振荡较强的量程信号 B 的滤平。加法器 21 的输出信号 B2 以及信号 B1 被供给差动电路 20 以形成量程信号  $B=B2-3*B1$ 。量程信号 B 被输送给一个比较器 22，量程信号 B 在该比较器里与一个基准值 B0 进行比较。如果量程信号 B 大于基准值 B0，这就意味着扫描装置 2 处于基准标记 4 的右侧。若量程信号 B 小于基准值 B0，这就意味着扫描装置 2 位于基准标记 4 的左侧。

在前言所述的现有技术中 (DE9209801U1)，除了在基准标记左边和右边的量程标记之外，还在刻度尺端部上设有所谓的控制标记。这些控制标记规定了扫描装置的极端位置并且也被称为终端开关或者极限标记。在专利 DE4111873C3 和 EP0 145 844B1 里也描述了具有这种终端开关或者极限标记的位置测量装置。

在具有按本发明设计的量程标记的一位置测量装置里，可以特别有利地实现极限位置开关的功能，其做法是量程标记 5、6 在极限量程 50、60 里被部分盖住。如图 2 所示，为此在刻度尺 1 上装有遮光板 51、61。这些遮光板 51、61 可以作成可滑动的、包围刻度尺 1 的并由弹簧板制成的夹子的形状，或者它们也可以被蒸镀或粘贴在刻度尺 1 的表面上，或者作成滤光玻璃的形式。遮光板 51、61 尤其对光电接收器 133、134；131 的输出信号 B1；R1 并进而也对极限量程 50、60 内的量程信号 B 的电平产生影响。根据量程信号 B 的变化情况，可以将刻度尺 1 分成四个不同区域，也就是左极限区 50、基准标记 4 的左边区域 5、基准标记 4 的右边区域 6 以及右极限区 60。由于扫描光束 12 在极限量程 50、60 里保持了不同的偏转，因而在这些极限量程 50、60 里也包含方向信息，基准标记 4 的右侧或者左侧。

图 9 表示一种特别有利的线路布局，借此可以产生一个如图 11 所示的极限信号 L。这样产生的极限信号在极限量程 50、60 和其余区域之间具有比较大的电平差。信噪比因而比较大。

为产生极限信号 L，该线路布局有一个加法器 21，它以不同权重将推挽基准标记信号 R1 和节拍标记信号 R2 相加成信号  $B2=R1+1.45*R2$ 。加法器 21 的输出信号 B2 及信号 B1 被输送给另一加法器 23 以形成信号  $L1=B2+3*B1$ 。信号 L1 输送给一差动电路 24 以形成极限信号  $L=L1-M$ ，其中 M 是在一加法器 25 里相加的测量刻度 3 的测量信号 M1、M2、M3 的总和。极限信号 L 被送给一个比较器 26，极限信号 L 在该比较器里与基准值 B0 进行比较。若极限信号 L 大于基准值 B0，这就意味着扫描装置 2 位于许可范围内。若极限信号 L 小于基准值 B0，那就意味着扫描装置 2 位于极限量程 50 或 60 之一里。扫描装置 2 是否位于右极限量程或者左极限量程里，这根据量程信号 B 来识别。

通过在极限量程 50、60 内的量程标记 5、6 的光学影响，保持实现了方向择优地偏转到光电接收器 131 或 133、134 上，因而不再需要附加的光电接收器来对极限量程 50、60 进行扫描。还保证了量程标记 5、6 和极限量程的紧凑布置。有利的是，为了在一线路布局中按照第一逻辑关联规则形成量程信号 B 并为了按照不同的第二逻辑关联规则形成极限信号 L 地将扫描信号 R1、B1 组合起来，其中第一逻辑关联规则包括扫描信号求差  $(R1-B1)$ ，第二逻辑关联规则包括加法  $(R1+B1)$ 。当刻

度尺 1 被弄脏时或在扫描光路中断时, 极限信号 L 就降到基准值 B0 以下。在出错时, 在这个例子中产生与在获得极限量程时相同的信息。

或者, 可以形成这些极限标记, 其做法是使绕射级强度改变, 为此利用了光栅参数即栅条空隙比以及在相衍射光栅时利用相位深度。在该  
5 替换方案中, 同样保持了绕射光方向, 因而保持了量程信息。

极限标记也可通过其它绕射区形成, 这些区域与量程标记 5、6 不同, 因而它们将出现的光引向另一方向地射到其它光电接收器上。那么, 这些极限标记尤其是有与量程标记 5、6 的光栅不同的光栅参数(刻度周期和/或光栅方向)的光栅。如果检测第一绕射级, 则有透镜焦面  
10 上的各个不同位置并因而不同的光电元件提供给这些极限区使用。

根据所示实施例, 刻度尺 2 设计成反射的。刻度尺也可以按照未示出的方式被设计成是透明的, 因而光栅 3、6 被设计成是透明的绕射光栅。本发明也可以在垂直入射光及透射光扫描时实现。

不同的光电接收器 131、133、134 是独立的单个元件或是阵列元件。  
15 用于沿刻度尺区分多个测量量程的量程标记在上述有利实施例中是有不同的光栅参数的光栅, 其中光栅参数从一测量量程跃变到另一测量量程, 以使大多数测量行程可以相互区分开来。

量程标记的另一种应用是在基准标记两侧标记环境。因此, 可以在基准标记两侧的范围产生一个量程信号, 它在位置测量时指明所出现  
20 的基准标记并因而在一定条件下能够使移动速度减小。

总而言之, 本发明就是提供一种有一个刻度尺和一个相对该刻度尺在测量方向上移动的扫描装置的位置测量装置, 其中

-刻度尺具有一测量刻度并通过对测量刻度的扫描可以产生周期性的测量信号;

25 -刻度尺有至少一个基准标记并通过对基准标记的扫描可以产生一个基准标记信号;

-刻度尺具有可光学扫描的量程标记并通过用扫描光束对量程标记进行光电扫描来产生一个量程信号, 可通过其特性区分出在基准标记旁边的多个测量量程;

30 -量程标记是在光学上不同绕射的元件, 它将所出现的扫描光束在多个测量量程内偏转到不同的光电接收器上。

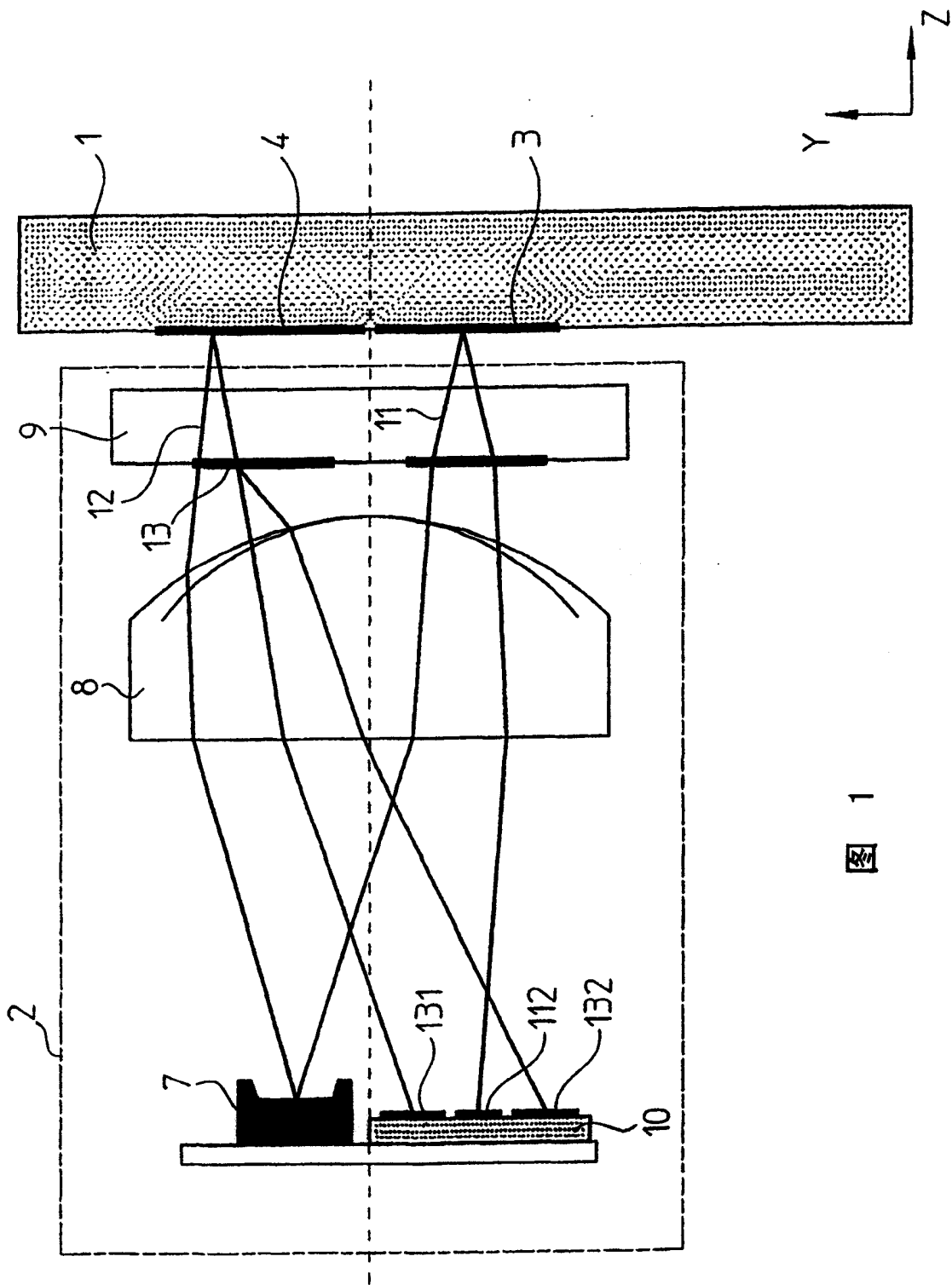


图 1

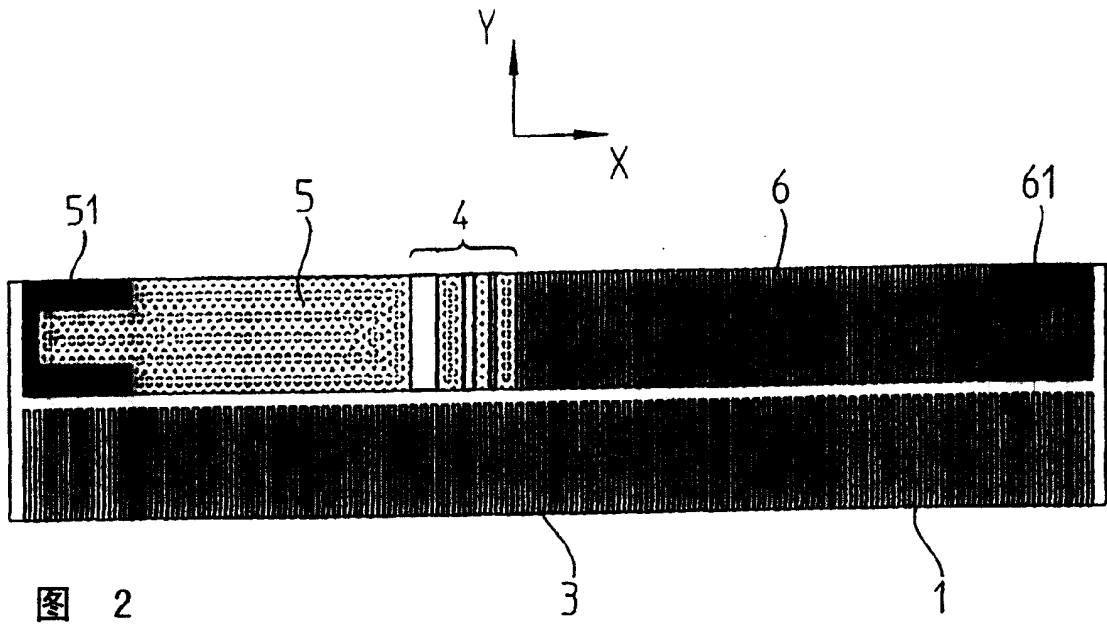


图 2

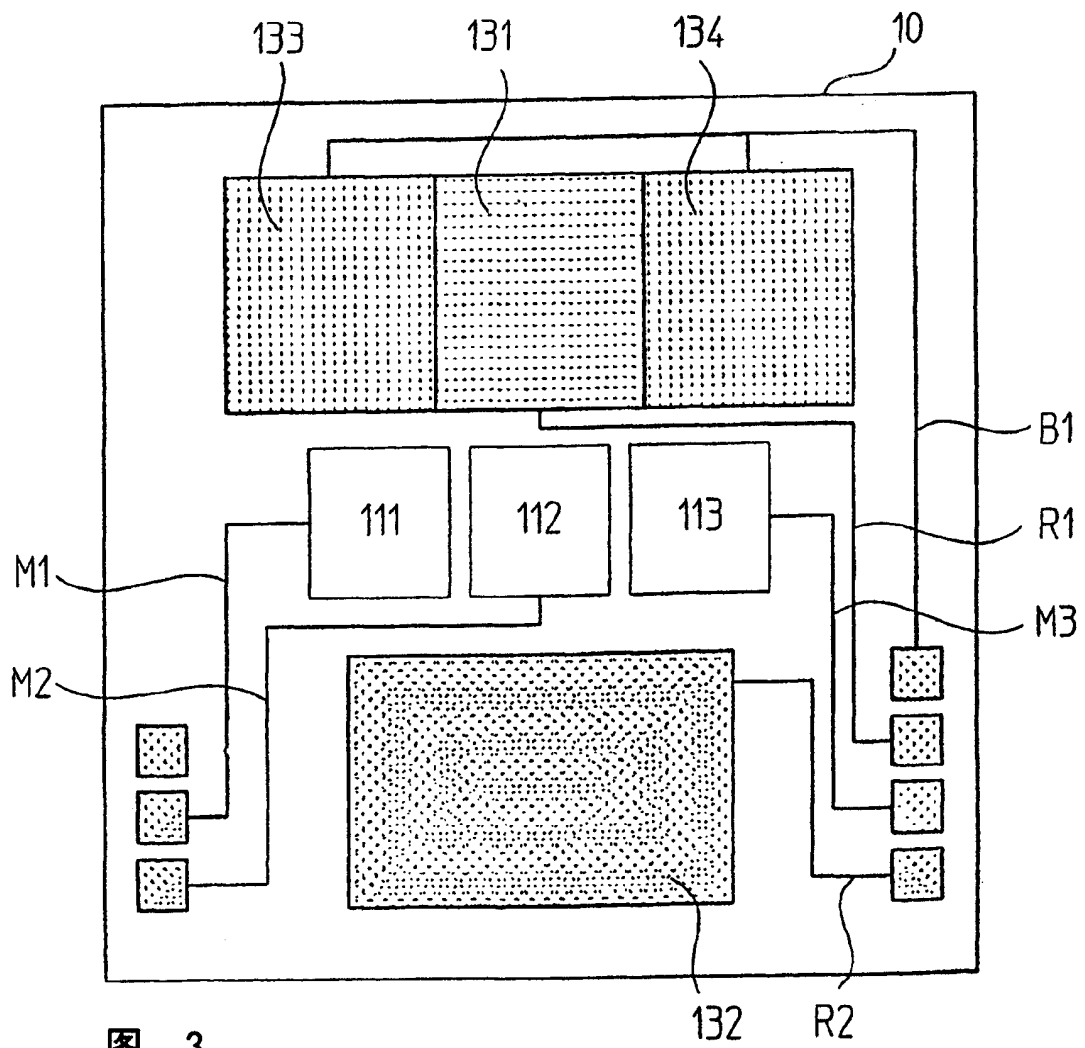


图 3

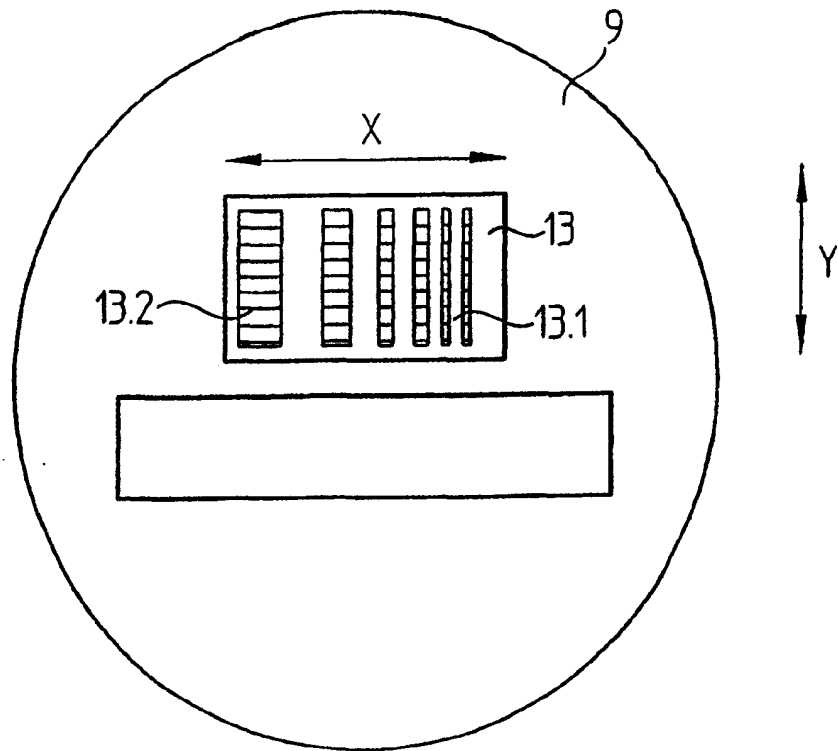


图 4

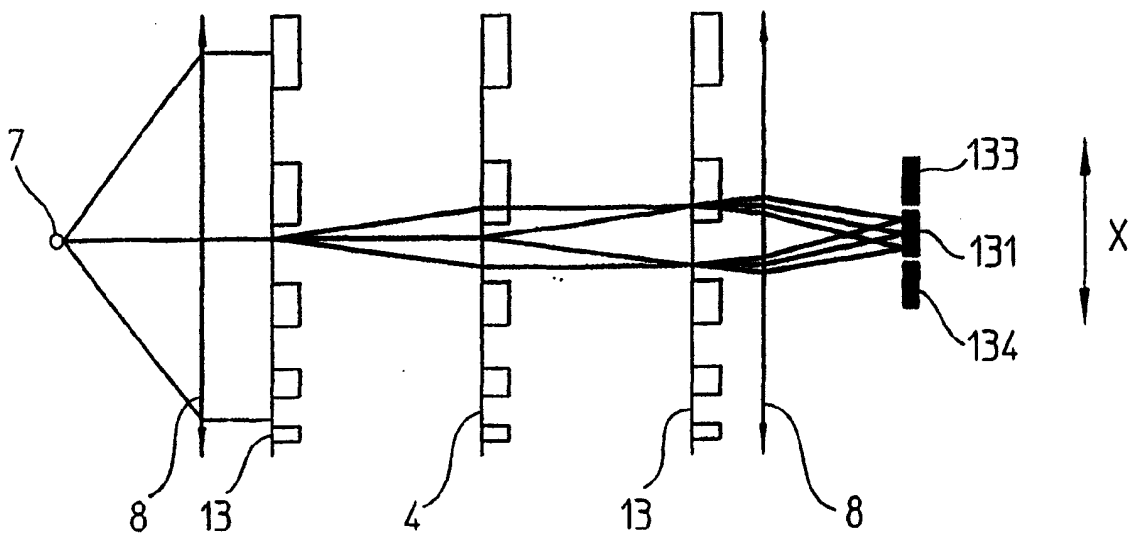


图 5

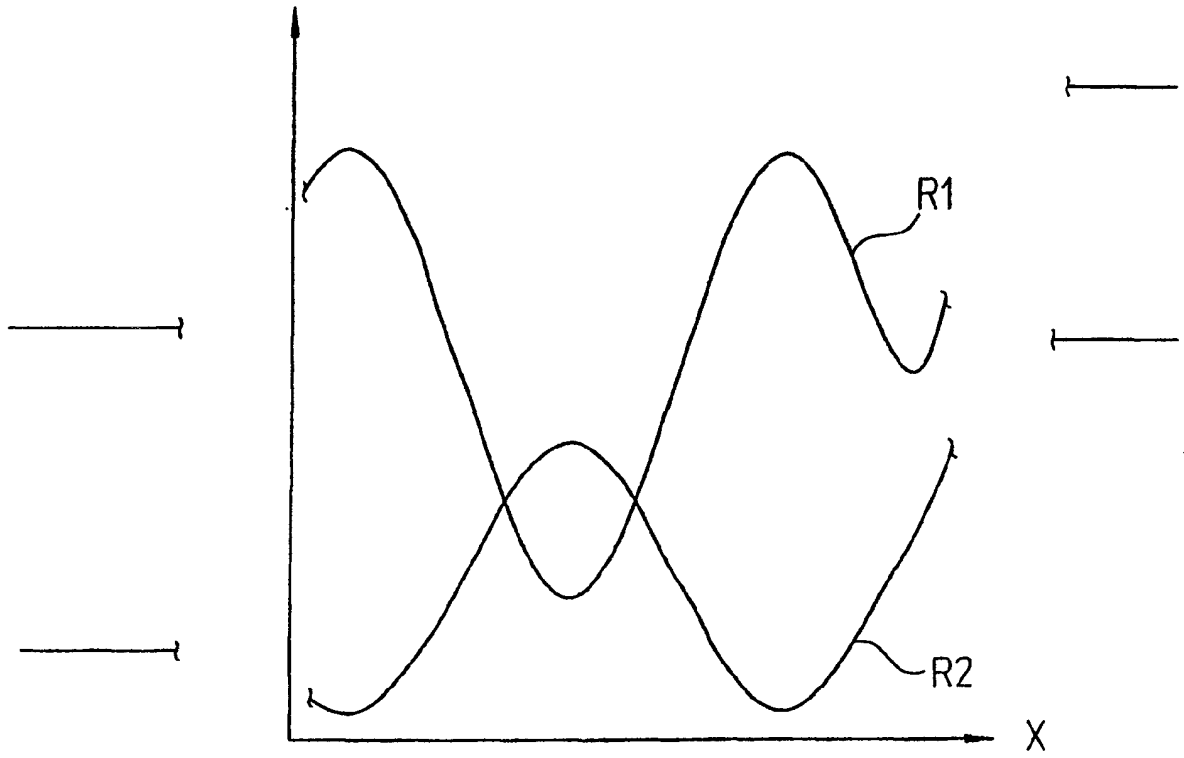


图 6

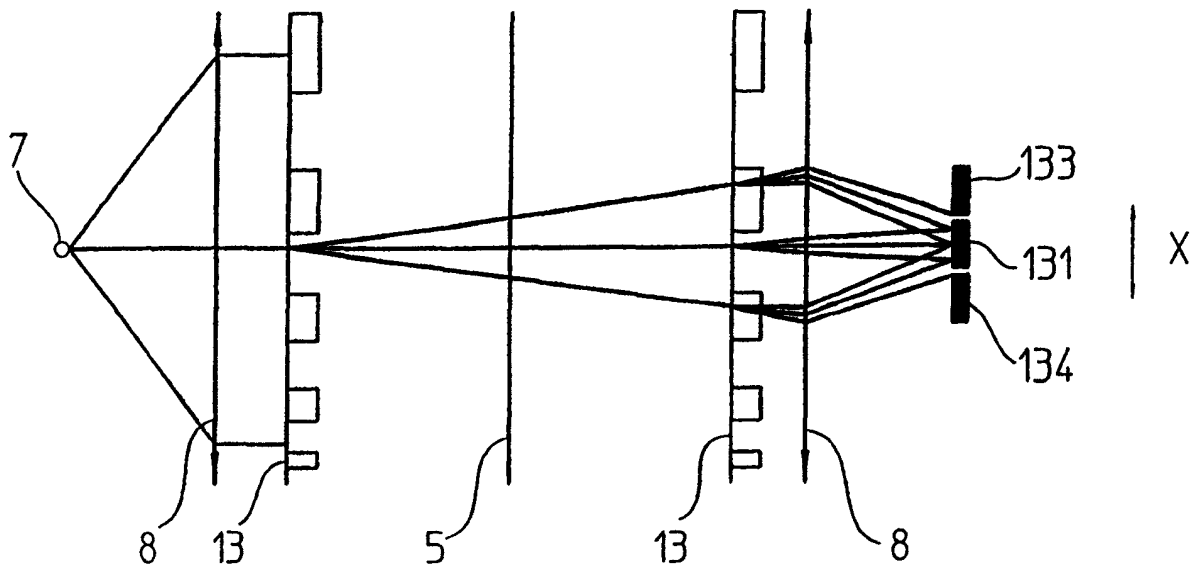


图 7

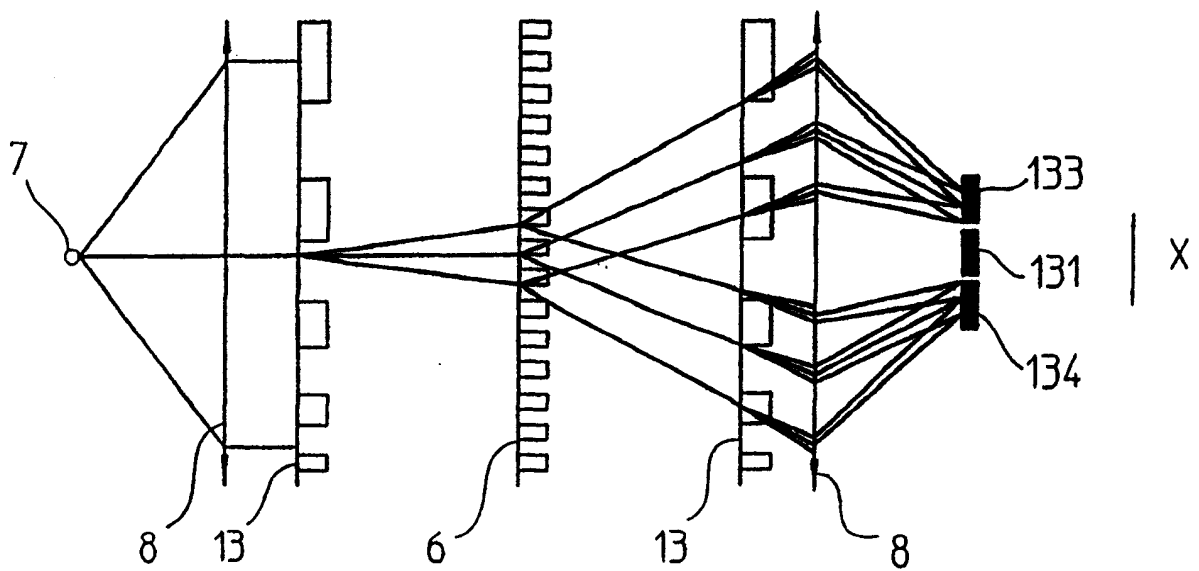


图 8

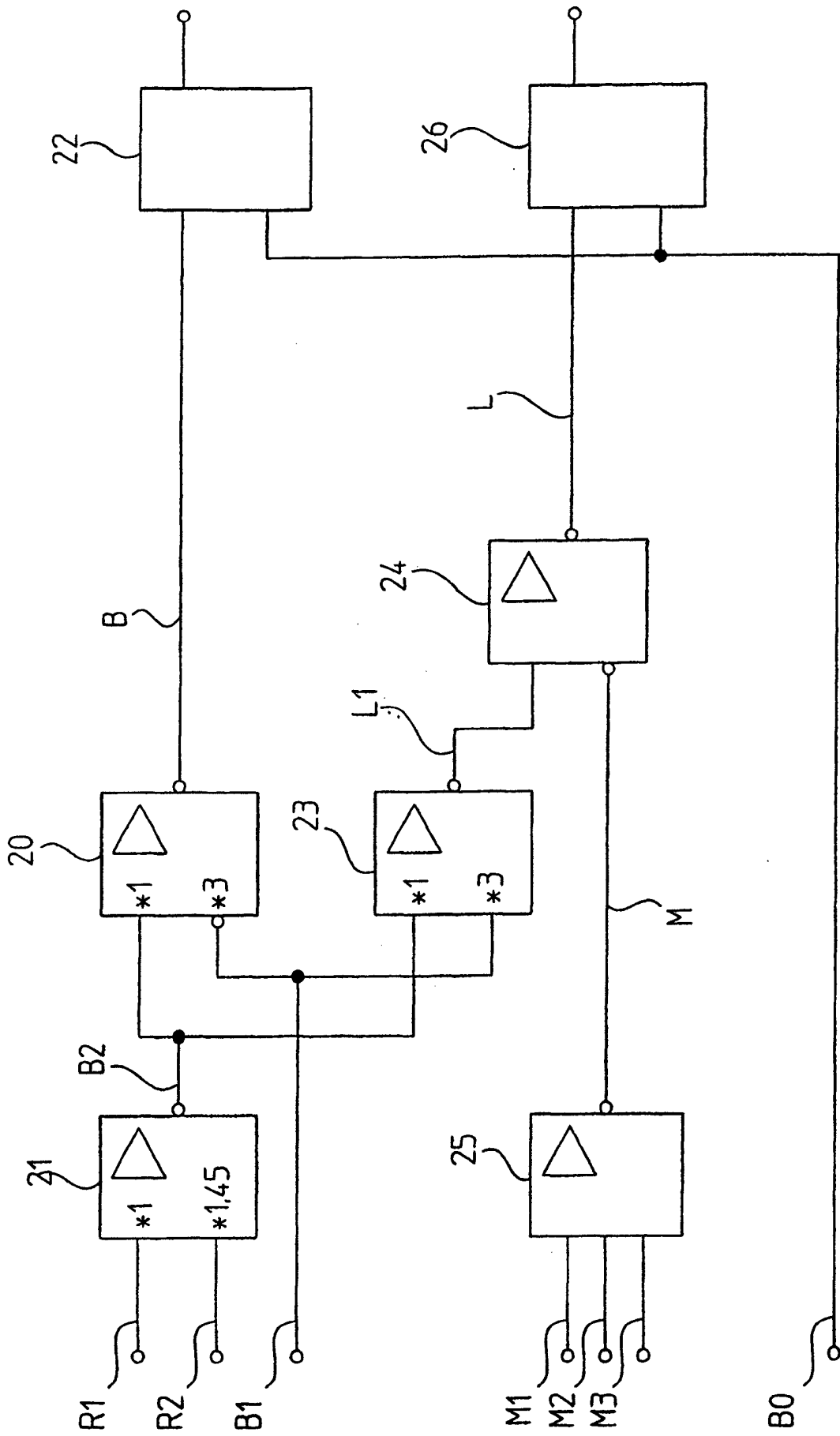


图 9

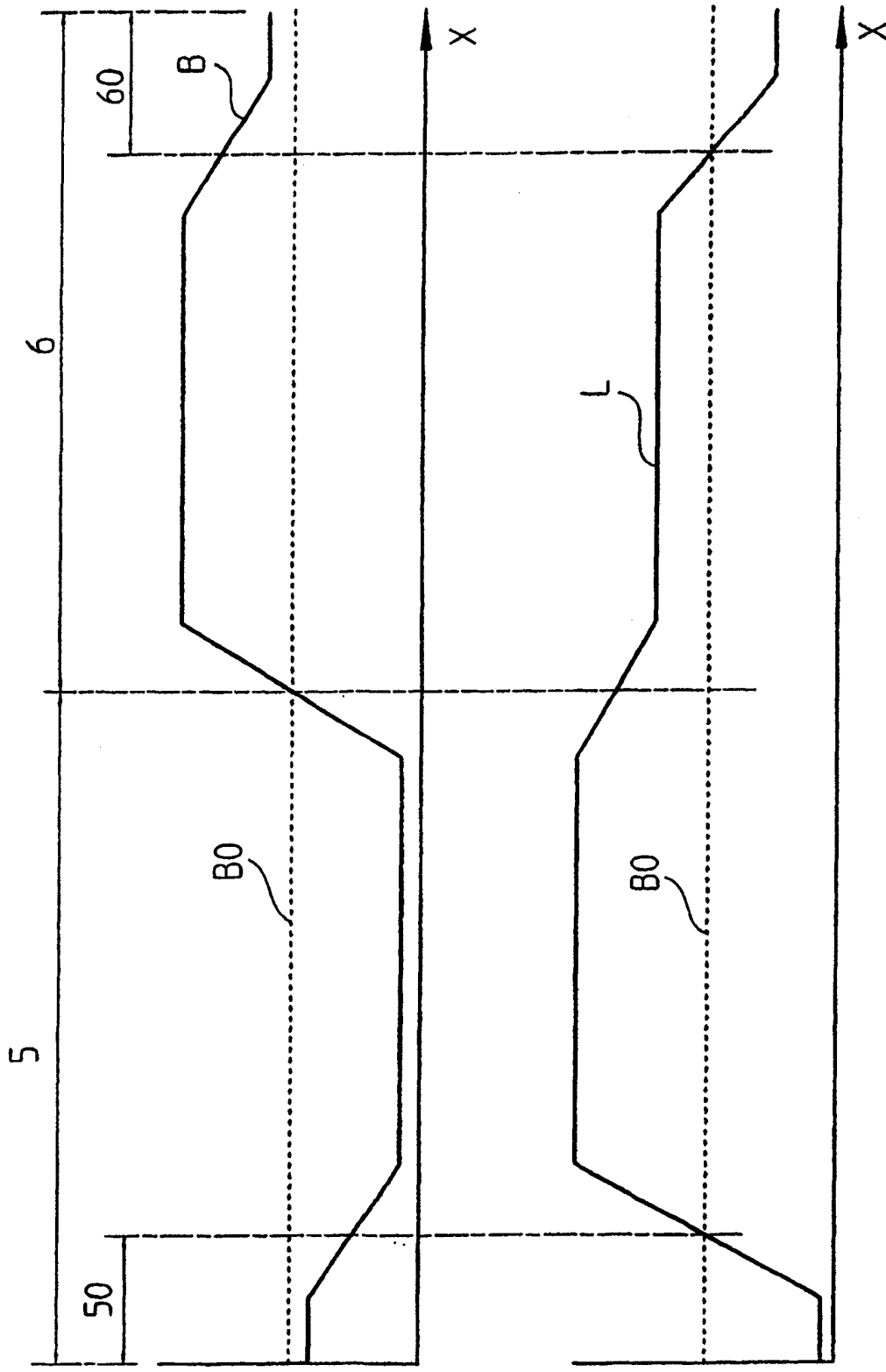


图 10

图 11