

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01C 5/00

G06K 7/10

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98104318.6

[45] 授权公告日 2002 年 9 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1090755C

[22] 申请日 1998.1.25

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 王以平

[21] 申请号 98104318.6

[30] 优先权

[32] 1997.2.3 [33] JP [31] 20709/97

[32] 1997.2.3 [33] JP [31] 20710/97

[73] 专利权人 株式会社索佳

地址 日本东京都

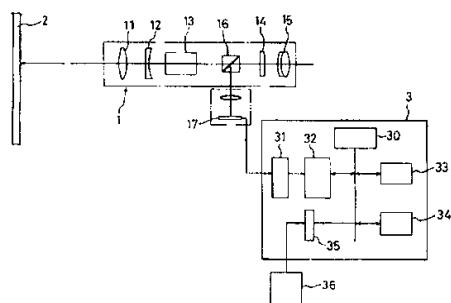
[72] 发明人 木下真之

审查员 李璐

[54] 发明名称 电子水准仪

[57] 摘要

一种电子水准仪，其中对准一个水准标尺 2 以把对准结果转换成电信号形式的图象信号，然后自动地把刻度数值作为字符识别，由此计算对准位置，当望远镜 1 与水准标尺 2 之间的距离较大时，不能用较小的刻度数值识别。如果加大刻度数值，则当距离较小时就不能进行识别。把两种大的和小的刻度数值 A、B 表示在水准标尺 2 上。由图象信号中图案 M1、M2 的间距，得到望远镜 1 与水准标尺 2 之间的距离。然后，从刻度数值 A、B 中选出要识别的刻度数值。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权利要求书

1. 一种电子水准仪，包括：

一个用来对准水准标尺(2)的望远镜(1)，所述水准标尺带有在水准标尺(2)竖直方向上以预定间距布置的刻度图案(M1、M2)、和对应于刻度图案布置的刻度数值；

一个二维的传感器(17)，用来把那些望远镜(1)对准的水准标尺(2)的图象转换成图象信号；

其中把所述图象信号与预先存储的图象数据相互比较，以辨别刻度数值，由此自动地计算在水准标尺(2)上的对准位置，

其特征在于：

由通过在布置所述刻度图案的方向对所述图象信号进行傅里叶变换得到的谱频率，确定所述刻度图案；及

根据所述刻度图案的位置辨别所述图象信号中的所述刻度数值。

2. 根据权利要求1所述的电子水准仪，其特征在于：

水准标尺(2)已经在其上表示了尺寸彼此不同的多种刻度数值(A、B)；

根据在布置所述刻度图案方向对所述图象信号进行傅里叶变换得到的谱频率，计算到水准标尺(2)的距离；及

在该距离比预先设置的预定距离长的情况下，识别刻度数值A，而在该距离比预定距离短的情况下，识别刻度数值B。

3. 根据权利要求1所述的电子水准仪，其特征在于：

水准标尺(2)已经在其上表示了尺寸彼此不同的多种刻度数值(A、B)；

优先识别较小的刻度数值；及

在识别较小刻度数值不可能的情况下，依次把识别目标变到较大的刻度数值。

说 明 书

电子水准仪

本发明涉及一种电子水准仪，该水准仪自动地识别或辨别标记在对准的水准标尺(或塔尺)上的刻度数值，由此得到对准位置。

作为上述类型常规电子水准仪，至今已知，在日本公开的未审查专利申请 No.272970/1993 中有一种如下类型的电子水准仪。即，该电子水准仪包括：一个用来对准一个水准标尺的望远镜，其中在水准标尺的竖直方向(或纵向)带有以预定间距布置的刻度(或分度)图案，并且其中还有单一种类尺寸的刻度数值，刻度数值对应于刻度图案布置；及一个二维传感器，用来把望远镜对准的水准标尺的图象转换成图象信号。该图象信号与预先存储的图象数据相比较，由此辨别或识别刻度数值。因而自动地得到水准标尺上的对准位置。

在上述的常规电子水准仪中，如果不实现下述过程，就不能进行测量。即，为了在图象信号中测定或定位刻度图案和刻度数值的位置，必须在水准标尺的横向(或侧向)的某一地方设置一个基准位置。然后必须进行对准，从而使该基准位置正确地位于视场的中心。因此，有这样的缺点：水准标尺的对准需要很长时间，并且由于震动等之类的干扰或扰动使测量结果变得不稳定。

此外，在上述的常规电子水准仪中，表示了仅一种尺寸的刻度数值。因此，如果望远镜与水准标尺之间的距离很大，则图象信号中的刻度数值太小而不能辨别。另一方面，如果使要表示在水准标尺上的刻度数值较大，则在望远镜与水准标尺之间的距离很大的情况下没有问题。但是，在望远镜与水准标尺之间的距离很小的情况下，刻度数值将位于视野之外，结果不能辨别刻度数值。

鉴于上述问题，本发明的一个目的在于，提供一种能够辨别刻度数值而与望远镜与水准标尺之间距离无关的电子水准仪。

为了实现以上和其他目的，本发明的电子水准仪包括：一个用来对准

水准标尺的望远镜，该水准标尺带有在水准标尺竖直方向上以预定间距布置的刻度图案、和对应于刻度图案布置的刻度数值；一个二维的传感器，用来把那些望远镜对准的水准标尺的图象转换成图象信号；其中把图象信号与预先存储的图象数据相互比较，以辨别刻度数值，由此自动地计算在水准标尺上的对准位置。本发明的特征在于：由图象信号确定刻度图案；及根据刻度图案的位置辨别图象信号中的刻度数值。

根据本发明，当在布置刻度图案的方向上观察图象信号时，注意下述问题。即，对应于刻度图案的信号以预定频率展现，而对应于其中指示刻度数值的区域的信号、以及对应于其余部分的信号的频率较低。根据这些特征，能把对应于刻度图案的信号同对应于其余部分的信号辨别开，由此确定或识别他们。只要对应于刻度图案的信号能如此确定，根据对应于刻度图案的信号就能辨别对应于刻度数值的信号。

作为用来确定对应于刻度图案的信号的具体方法，考虑在布置刻度图案的方向上把图象信号进行傅里叶变换。用傅里叶级数展开能把周期性函数表示为一组基波频率整倍数的正弦波。频谱由此变成不连续谱，并且谱频率的最大值较高。另一方面，非周期性函数的频谱将成为连续谱，并且谱频率的最大值较低。因此，根据频谱中频率的最大值，能把对应于刻度图案的信号同对应于其余部分的信号识别或区分开。

根据本发明的另一个方面，提供了一种电子水准仪，它包括：一个用来对准水准标尺的望远镜，该水准标尺带有在水准标尺竖直方向上以预定间距布置的刻度图案、和对应于刻度图案布置的刻度数值；一个二维的传感器，用来把那些望远镜对准的水准标尺的图象转换成图象信号；其中把图象信号与预先存储的图象数据相互比较，以识别刻度数值，由此自动地计算在水准标尺上的对准位置。本发明的特征在于：水准标尺已经在其上表示了尺寸彼此不同的多种刻度数值；由图象信号中刻度图案的间距大小计算望远镜与水准标尺之间的距离；及根据该距离确定识别哪一种尺寸的刻度数值。

根据本发明，以预定的恒定间距表示刻度图案。因此，当望远镜与水准标尺之间的距离较大时，图象信号中刻度图案的间距较小。另一方面，当望远镜与水准标尺之间的距离较小时，图象信号中刻度图案的间距较

大。那么，如果这样进行布置，从而根据望远镜与水准标尺之间的距离识别或辨别不同尺寸刻度数值中最恰当尺寸的刻度数值，则能识别刻度数值，而与望远镜与水准标尺之间的距离是小还是大无关。

作为用来得到刻度图案间距的具体方法，最好在布置刻度图案的方向上把图象信号进行傅里叶变换。用傅里叶级数展开能把周期性函数表示为一组基波频率整倍数的正弦波。频谱由此变成不连续谱，并且谱频率的最大值较高。换句话说，当图象信号中刻度图案的间距较小时，谱频率的最大值较高。另一方面，当图象信号中刻度图案的间距较大时，谱频率的最大值较低。因此，由频率的最大值能得到望远镜与水准标尺之间的距离。

另一方面，较小刻度数值不会超出视场的范围，不管望远镜与水准标尺之间的距离是小还是大。因此，最好优先识别较小的刻度数值。在由于图象信号中刻度数值太小不能识别较小刻度数值的情况下，作出望远镜与水准标尺之间距离太大的确定。然后依次把识别目标变成较大的刻度数值。

当联系附图进行考虑时，通过参照如下详细描述，将使本发明的以上和其他目的及伴随的优点易于理解，其中：

图1是方块图，表示本发明一个实施例的布置；

图2表示一种水准标尺上的一个读数例子；

图3是曲线图，表示通过傅里叶变换得到的最大频率的一个例子；

图4是曲线图，表示最大频率在水准标尺整个侧向宽度的变化；

图5是示意图，解释内插一个对准位置的方法；及

图6是流程图，表示本发明另一个实施例中的处理。

参照图1，标号1表示用来对准一个水准标尺2的望远镜，水准标尺2在位于望远镜1前方的一个测量点处竖直地布置。望远镜1把水准标尺2的图象转换成作为电信号的图象信号，并在运算部分或运算模块3中输出它。本发明的一种电子水准仪由望远镜1和运算部分3组成。在望远镜1内，以从前端所述的顺序布置有如下元件，即，一个物镜11、一个聚焦透镜12、一个补偿器13、一个聚焦板14、和一个目镜15。即使望远镜1稍微前后倾斜(即，相对于水平线)，补偿器13也能起补偿

倾斜的作用，从而能对准水准标尺 2。尽管没有表明，聚焦透镜 12 在其上带有一个十字对准线。此外，望远镜 1 在其中在补偿器 13 与聚焦板 14 之间布置有一个光束分离器 16。如此布置光束分离器 16，从而能把水准标尺 2 的图象分离进入用作一个二维传感器的电荷偶合器件(CCD)摄像机 17 中，该二维传感器相对于望远镜 1 的光轴布置在一侧。CCD 摄像机 17 把对准的水准标尺 2 的图象转换成作为电信号的图象信号，并把它输出到运算部分 3。来自 CCD 摄像机 17 的图象信号由一个模/数(A/D)转换器 31 数字化，并存储在一个图象存储器 32 中。在运算部分 3 中，除上述的图象存储器 32 外，还经一根总线把一个只读存储器(ROM)33 和一个随机存取存储器(RAM)34 连接到一个进行运算处理的中央处理单元(CPU)30 上。此外，运算系统 3 中的运算结果和水准标尺 2 的图象经一个驱动器电路 35 显示在一个液晶显示器 36 上。作为二维传感器，还可以用一个金属氧化物硅场效应晶体管(MOSFET)来代替 CCD 摄像机。

如图 2 中所示，水准标尺 2 在其表面上带有一个相邻布置的刻度图案 M1、M2 的标志或标记。以预定间距以彼此相等的距离使刻度图案 M1、M2 的每一个中的刻度在水准标尺的竖直方向或纵向。在本实施例中，把刻度图案 M1 的刻度间距设置为刻度图案 M2 的间距的一半。此外，在刻度图案 M1、M2 的右侧，标志或标记有 3 位刻度数值 B。这些刻度数值 B 在纵向(即，高度方向)的尺寸为 4 毫米，并且以每 10 毫米为间隔表示。例如，标志 300 意味着它位于离开水准标尺 2 底端的 300 厘米处。在刻度图案 M1、M2 的左侧，表示有大于刻度数值 B 的刻度数值 A。刻度数值 A 在纵向(即，高度方向)的尺寸为 4 厘米，并且其中表示有刻度数值 AF 和刻度数值 AR，刻度数值 AF 为黑色并且表示每 10 厘米的量级，刻度数值 AR 为黑底反衬的白色并且表示每 1 毫米的量级。换句话说，黑底反衬的白色刻度数值 AR “3”表示 3 米的位置，而在“3”上方标记的黑色刻度数值 AF “1”表示 3 米 10 厘米的一个位置。水准标尺 2 的这种图象作为数字化的图象信号存储在图象存储器 32 中。CPU30 根据 ROM33 中的计算程序，沿布置刻度图案 M1、M2 的竖直方向，进行图象信号的傅里叶变换。当把周期性函数进行傅里叶

变换时，能得到一个高频率的频谱。另一方面，由非周期性函数，仅能得到一个低频率的频谱。因此，当就高周期性的刻度图案 M1 部分进行傅里叶变换时，能得到一个高频率 f_1 的频谱，如图 3 中所示。当就刻度图案 M2 进行傅里叶变换时，能得到一个频率 f_2 （是频率 f_1 的 $1/2$ ）的频谱，因为 M2 的间距是 M1 的两倍。其中标记有刻度数值 A、B 的部分的周期性较低，并且因此仅能得到低频组 f_0 的频谱。如果就水准标尺 2 的图象信号从左侧到右侧连续地进行这种傅里叶变换，则由傅里叶变换能得到的频谱频率的最大值如图 4 中所示。从图 4 可以看出，通过在水准标尺 2 的整个宽度上重复傅里叶变换，就能得到刻度图案 M1、M2 的位置。只要已经如此得到刻度图案 M1、M2 的位置，就根据位置，在刻度数值 A 和 B 之一的图象信号与存储在 ROM33 中的数据图案数据比较，由此以字符形式辨认或识别刻度数值。当望远镜 1 与水准标尺 2 之间的距离较大时，对应于刻度图案 M1、M2 的图象信号的间距比较细小，结果频率 f_1 、 f_2 都较高。另一方面，当望远镜 1 与水准标尺 2 之间的距离较短时，频率 f_1 、 f_2 较低。因此，由频率 f_1 、 f_2 得到望远镜 1 与水准标尺 2 之间的距离。换句话说，只要知道频率 f_1 ，就能得到刻度图案 M1 的图象信号间距，并且借助于一个视距系统由间距能得到至水准标尺 2 的距离。以类似的方式就频率 f_2 也能得到望远镜 1 与水准标尺 2 之间的距离。最后使就频率 f_1 、 f_2 的距离的平均值成为望远镜 1 与水准标尺 2 之间的距离。如果该距离比已经预先设置的预定距离长，则识别刻度数值 A。如果该距离比预定距离短，则识别刻度数值 B。以这种方式，能够提高字符识别精度。

如图 5 中所示，最终必须得到的对准位置是水平对准线 K 的位置。因此，当使用刻度图案 M1 时，插入在水准标尺 2 上的间距 P1(例如，5 毫米)，而当使用刻度图案 M2 时，插入在水准标尺 2 上的间距 P2(例如，10 毫米)，由此得到尺寸 L。假定尺寸 L 是 2.5 毫米，那么把 2.5 毫米加到通过刻度数值 B 的自动读出已经识别的 302 厘米上，由此得到作为对准线 K 的对准位置的 302.25 厘米。

除了上述实施例外，如下实施例也是可能的。即，如图 6 中所示，优先识别较小的刻度数值 B(S1)，来代替得到望远镜与水准标尺 2 之间的

距离。只要已经识别，就对参照图 5 在上文解释的插入，进行计算操作(S3)，由此得到对准位置的高度。当因为望远镜与水准标尺 2 之间的距离太大不能识别刻度数值 B 时，就把识别目标切换到刻度数值 A，由此识别刻度数值 A (S2)。此后，也进行用于插入的计算操作(S3)。

显而易见，上述的电子水准仪满足上述的所有目的，并且还具有广泛工业用途的优点。应该理解，上文所述的具体发明形式并不意味着仅仅是代表性的，因为对于熟悉本专业的技术人员在这些论述范围内的某些修改是显而易见的。

因而，在确定本发明的完整范围时应该参照如下的权利要求书。

说 明 书 附 图

图 1

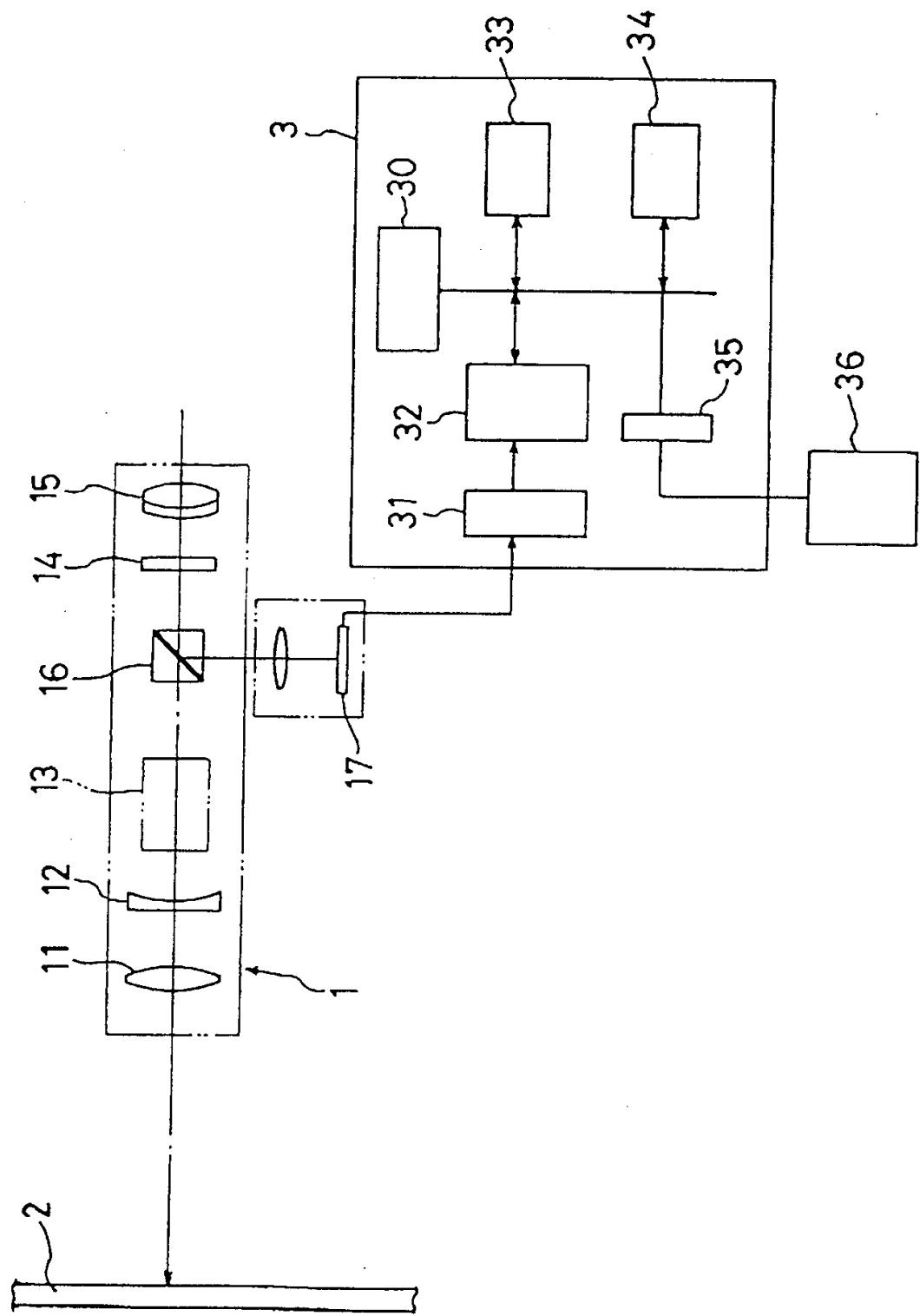


图 2

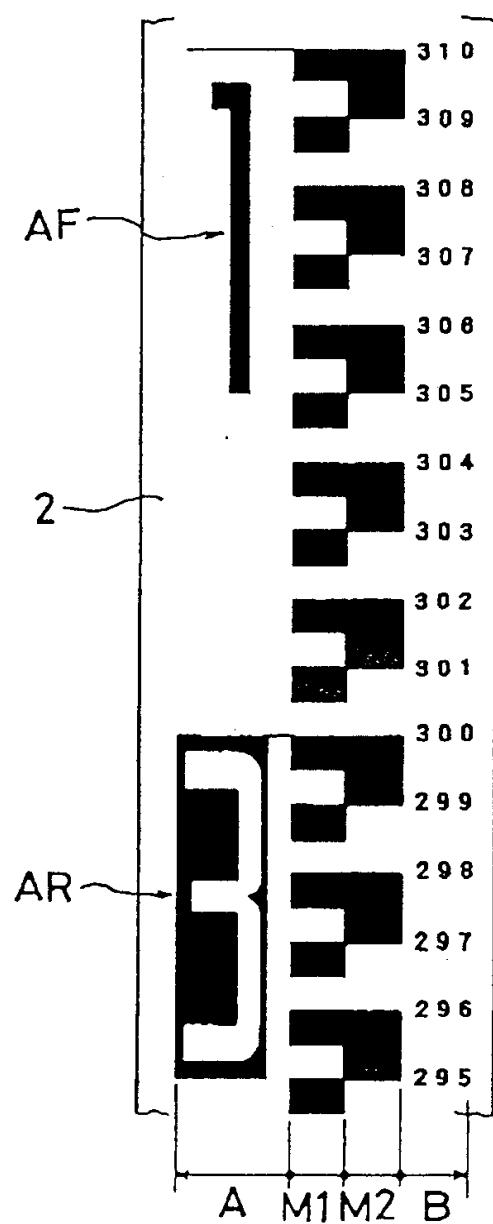


图 3

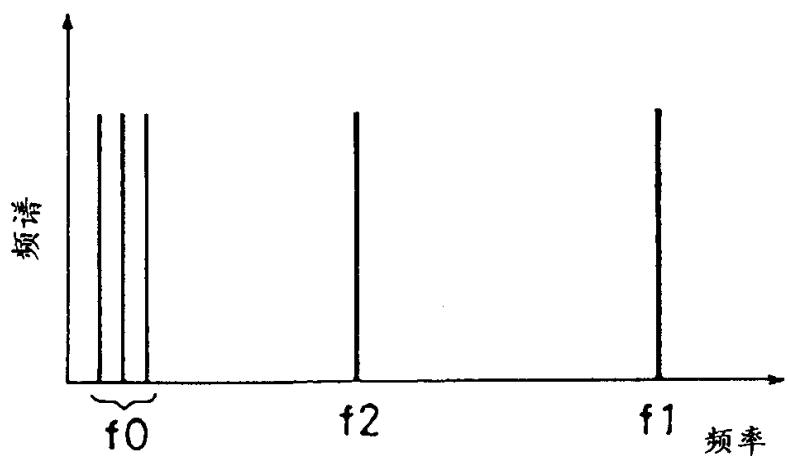


图 4

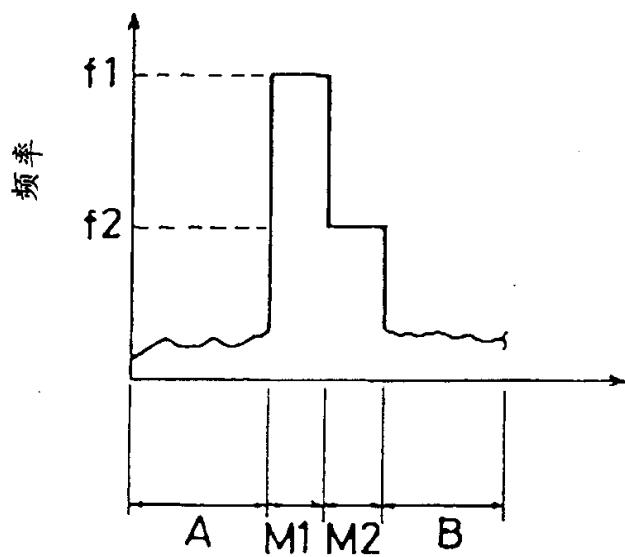


图 5

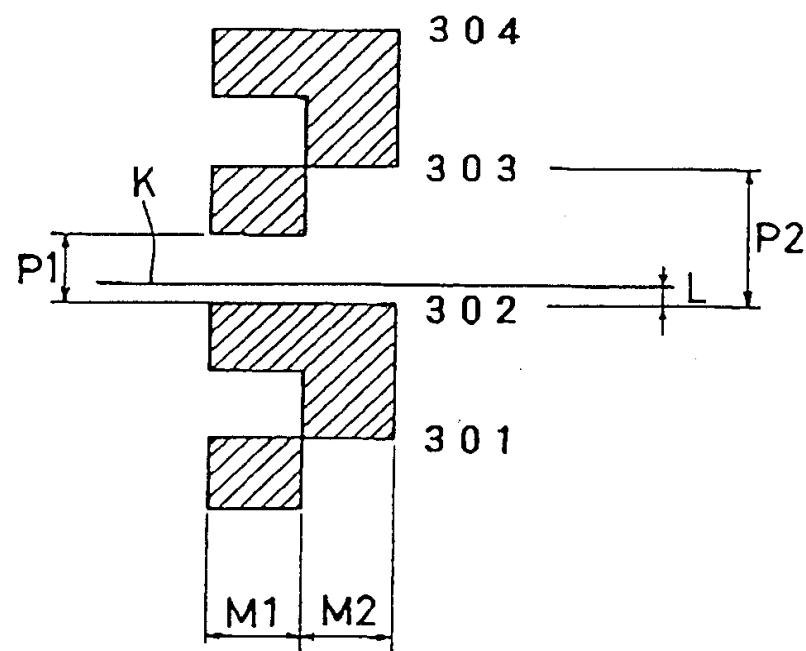


图 6

