

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11B 7/09 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03813769.0

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1294571C

[22] 申请日 2003.5.27 [21] 申请号 03813769.0

[30] 优先权

[32] 2002. 6. 14 [33] EP [31] 02077384.2

[86] 国际申请 PCT/IB2003/002343 2003.5.27

[87] 国际公布 WO2003/107335 英 2003.12.24

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.13

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 H·J·戈斯森斯

[56] 参考文献

JP11-039674A 1999.2.12 G11B7/09

US6219317B1 2001.4.17 G11B7/00

审查员 刘楠娟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 李亚非 王忠忠

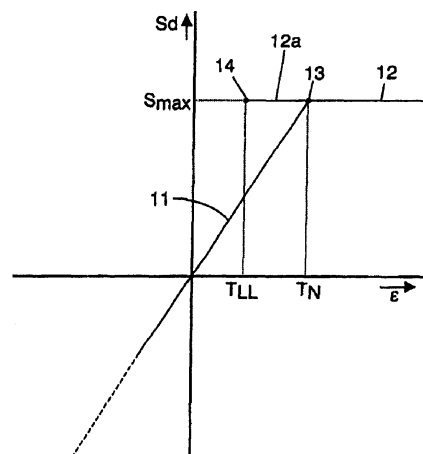
权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称

具有可转换特性的控制器设备

[57] 摘要

一种控制器(30)，能够在两个可能工作模式下工作，每个模式都具有相应的特性曲线(11；12)。所述特性曲线在误差信号值的范围($[T_{LL} - T_N]$)内具有重叠区。控制器能够根据输入误差信号(ε)的时间导数(v)的值从一个模式切换到另一个模式，从而，对于所述范围($[T_{LL} - T_N]$)内的某个输入误差信号，控制器可以处于其模式中的任意一个模式下。



1、一种用于控制光盘驱动器的控制器(30)，该控制器具有可转换的性能特性，包括：

第一输入端(31)，用于接收误差信号(ϵ)；

输出端(39)，用于产生致动器驱动信号(S_d)；

该控制器(30)能够在误差信号值的第一范围内在第一工作模式下工作，所述第一工作模式具有第一性能特性曲线(11)；

该控制器(30)能够在误差信号值的第二范围内在第二工作模式下工作，所述第二工作模式具有第二性能特性曲线(12, 12a)；

其中，所述第一范围和所述第二范围具有重叠区；

对于在所述重叠区内的误差信号值，该控制器(30)可以从第一工作模式切换到第二工作模式，反之亦然。

2、根据权利要求1所述的控制器，其中，所述误差信号值的第二范围具有下限阈值(T_{LL})。

3、根据权利要求2所述的控制器，其中，所述下限阈值(T_{LL})等于零。

4、根据权利要求1或2所述的控制器，其中，所述误差信号值的第一范围具有相应于第一特性曲线(11)与第二特性曲线(12, 12a)相交的过渡点(13)的上限阈值(T_U)。

5、根据权利要求1所述的控制器，其中，该控制器被设计为基于至少两个输入参数选择其第一工作模式或其第二工作模式，第一输入参数是输入误差信号(ϵ)，第二参数是指示输入误差信号(ϵ)改变速率的速度信号(v)。

6、根据权利要求5所述的控制器，其中，该控制器包括第二输入端(32)，用于接收输入速度信号(v)。

7、根据权利要求5所述的控制器，其中，该控制器包括计算单元(50)，它具有耦合到控制器的误差信号输入端(31)以便接收输入误差信号(ϵ)的输入端(51)，并且被设计用于计算输入误差信号(ϵ)的一阶时间导数($v = d\epsilon/dt$)和用于在输出端(52)上提供代表所述一阶时间导数(v)的输出速度信号(v)。

8、根据权利要求7所述的控制器，其中，该控制器包括开关，它具有连接到计算单元(50)的输出端(52)的第一输入端(61)、连接到控

制器的第二输入端(32)的第二输入端(62)以及可有选择地连接到第一输入端(61)或第二输入端(62)的输出端(63)。

9、根据权利要求5所述的控制器，其中，该控制器被设计用于将输入误差信号(ε)和所述速度信号(v)的预定组合与预定阈值电平(T_L)进行比较。

10、根据权利要求9所述的控制器，其中，所述误差信号(ε)和速度信号(v)的预定组合是根据下述公式计算出的和 Σ ：

$$\Sigma = \varepsilon + K v^2,$$

其中 Σ 表示和，

ε 表示误差信号，

v 表示速度信号，以及

K 表示乘法常数。

11、根据权利要求10所述的控制器，其中， $K = 1/(2a_{max})$ ， a_{max} 是最大可达到的加速度值。

12、根据权利要求9所述的控制器，其中，所述预定阈值电平(T_L)与预定误差限制值相对应。

13、根据权利要求5所述的控制器，还包括：

第一控制器单元(33)，具有连接到所述第一输入端(31)的输入端(33a)和提供输出信号($S1(\varepsilon)$)的输出端(33c)，第一控制器单元(33)具有第一特性曲线；

第二控制器单元(34)，具有连接到所述第一输入端(31)的输入端(34a)和提供输出信号($S2(\varepsilon)$)的输出端(34c)，第二控制器单元(34)具有第二特性曲线；

可控开关单元(40)，具有耦合到第一控制器单元(33)的输出端(33c)的第一输入端(43)、耦合到第二控制器单元(34)的输出端(34c)的第二输入端(44)、控制输入端(45)以及耦合到控制器输出端(39)的输出端(46)；

其中可控开关单元(40)可以在第一工作状态和第二工作状态下进行操作，在第一工作状态下，其输出端(46)耦合到其第一输入端(43)，在第二工作状态下，其输出端(46)耦合到其第二输入端(44)；

可控开关单元(40)对在其控制输入端(45)上接收到的控制信号(S_c)进行响应，选择所述第一工作状态或所述第二工作状态。

14、根据权利要求 13 所述的控制器，其中，第一控制器单元 (33) 作为比例控制器、或 PI 控制器、或 PD 控制器、或 PID 控制器被实现；其中，第二控制器单元 (34) 作为比例控制器、或 PI 控制器、或 PD 控制器、或 PID 控制器被实现。

15、根据权利要求 13 所述的控制器，还包括处理器单元 (35)，它具有耦合到所述第一控制器输入端 (31) 的第一输入端 (35a) 和耦合到所述可控开关单元 (40) 的所述控制输入端 (45) 的输出端 (35c)。

16、根据权利要求 15 所述的控制器，其中，所述处理器单元 (35) 能够在 $\Sigma > T_l$ 时产生具有第一预定值的输出信号 (Sc)，以及其中，所述处理器单元 (35) 能够在 $\Sigma < T_l$ 时产生具有第二预定值的输出信号 (Sc)，其中：

T_l 是预定阈值电平；

$\Sigma = \epsilon + K v^2$ ，其中：

ϵ 是在第一控制器输入端 (31) 上接收到的信号；

v 代表一阶时间导数 $d\epsilon/dt$ ；

$K = 1/(2a_{max})$ ，其中： a_{max} 是最大可达到的加速度值。

17、根据权利要求 16 所述的控制器，其中，所述处理器单元 (35) 包括计算单元 (50)，它具有耦合到处理器单元 (35) 的第一输入端 (35a) 的输入端 (51)，并被设计用于计算一阶时间导数 $v = d\epsilon/dt$ 和用于在其输出端 (52) 上提供代表所述一阶时间导数 v 的输出信号。

18、根据权利要求 15 所述的控制器，

其中，该控制器被设计用于基于至少两个输入参数选择其第一工作模式或其第二工作模式，第一输入参数是输入误差信号 (ϵ)，第二参数是指示输入误差信号 (ϵ) 改变速率的速度信号 (v)，

所述控制器包括用于接收输入速度信号 (v) 的第二输入端 (32)，

其中所述处理器单元 (35) 具有耦合到所述第二控制器输入端 (32) 的第二输入端 (35b)，用于接收所述速度信号 (v)。

19、根据权利要求 18 所述的控制器，其中，所述处理器单元 (35) 包括开关 (60)，该开关 (60) 具有连接到计算单元 (50) 的输出端 (52) 的第一输入端 (61)、连接到所述处理器单元 (35) 的第二输入端 (35b) 的第二输入端 (62) 以及可有选择地连接到第一输入端 (61) 或第二输入端 (62) 的输出端 (63)。

20、根据权利要求 15 所述的控制器，其中，所述处理器单元(35)包括接收代表所述速度信号的信号(v)并设计用于计算所述速度信号的平方(v^2)的平方计算器(71)和将所述平方计算器(71)的输出信号与预定乘法常数(K)相乘的乘法器(72)。

21、根据权利要求 20 所述的控制器，其中，所述处理器单元(35)包括加法器(73)，该加法器(73)具有耦合到所述处理器单元(35)的所述第一输入端(35a)的第一输入端(73a)和耦合到所述乘法器(72)的输出端的第二输入端(73b)。

22、根据权利要求 21 所述的控制器，其中，所述处理器单元(35)包括比较器(74)，该比较器(74)具有耦合到所述加法器(73)的输出端(73c)的第一输入端(74a)、接收所述预定阈值电平(T_L)的第二输入端(74b)和耦合到所述处理器单元(35)的输出端(35c)的输出端(74c)。

23、一种用于控制可移动对象的位置的伺服系统，包括：

根据上述权利要求其中之一所述的控制器(30)；

第一检测器，能够产生表示实际对象位置与目标对象位置之间的偏差的误差信号(ϵ)；

致动器，从所述控制器(30)接收驱动信号(S_d)，并可操作地与所述对象相关联，以在所述驱动信号(S_d)的控制下施加对象移动力。

24、根据权利要求 23 所述的伺服系统，还包括第二检测器，能够产生表示所述对象的速度信号(v)。

25、一种光盘驱动器，包括至少一个可移动光学元件和根据权利要求 23 或 24 所述的用于控制所述光学元件的实际位置的伺服系统。

26、根据权利要求 25 所述的光盘驱动器，其中，所述光学元件是物镜。

27、根据权利要求 25 所述的光盘驱动器，其中，所述光学元件是光学头。

具有可转换特性的控制器设备

技术领域

本发明总的来说涉及一种用于光盘驱动器的控制器，用于控制光盘驱动器的光学头的某些参数。

背景技术

众所周知，光学存储盘包括至少一条轨道，所述轨道为连续的螺旋形或形成多个同心圆，其存储空间内可存储数据。光盘可以是只读型光盘，在所述光盘中，数据记录于制造过程中，用户只可以读取数据。光学存储盘也可以是可重写型光盘，用户可以将数据存储在所述光盘上。为了在光学存储盘的存储空间内写数据和从盘上读取数据，光盘驱动器一方面包括用于接收和旋转光盘的装置，另一方面包括用于以光束扫描存储轨道的光学头，所述光束典型的是激光束。例如，在从盘上读取数据的过程中，产生激光束，所述激光束被会聚在旋转盘的轨道上。反射光被捕捉，从反射光束中检索数据信号。由于，通常来说，在光盘技术中，数据可存储在光盘中的方式以及可从光盘中读取光学数据的方式是公知的，因此在这里不必对所述技术进行详细描述。

为了完成其任务，光盘驱动器的光学头包括可移动部件。例如，为了将激光束正好聚焦在光盘的轨道上，光学头包括具有物镜的透镜系统，其可以在Z方向—即光束的纵向方向—上移动。此外，为了跟踪光盘的轨道，物镜在光盘的径向方向上是可移动的。即使光盘包括多个圆形轨道，实际上，所述轨道也可能偏离正确的圆形形状，因此需要移动光学头来保持激光束的焦点正好在轨道上。

在下文中，将就物镜的聚焦控制来进一步详细描述本发明；然而，本领域技术人员应当清楚，相同的阐释、加以必要的变化也同样适用于光学头的跟踪控制。

为了进行聚焦控制，将物镜可移动地设置在Z方向上，盘驱动器包括可控致动器，与物镜联动，用于沿Z方向移动物镜。光盘驱动器还配备有用于产生聚焦误差信号的装置，所述聚焦误差信号表示聚焦

误差的大小。正如本领域技术人员所公知的，可以从光学读取信号中得到所述聚焦误差信号，因此，在这里没有必要详细解释聚焦误差信号是如何产生的。

可控致动器由控制器控制，所述控制器接收聚焦误差信号作为输入信号，并产生用于致动器的驱动信号，致动器通过移动物镜对所述驱动信号作出响应。整个装置设置为通过移动物镜减小聚焦误差。换句话说，控制器用于产生输出驱动信号，使其输入误差信号减小。

在下文中，将详细描述控制器的操作情况。原则上，任何一种已知的用于产生误差信号的装置都可以用于产生用于控制器的输入信号，任何一种已知的致动器都可以用于执行控制器输出的驱动信号的命令。本发明特别涉及控制器的设计，以及用于响应接收的输入误差信号产生致动器驱动信号的方法。

图 1A - B 是现有技术的控制器的可能特性的示意图。横轴表示输入误差信号 FE 的大小。纵轴表示输出驱动信号 Sd。图 1A 示出了线性特性：驱动信号 Sd 与输入误差信号 FE 成正比。这种类型的控制器也别称为“比例控制器”。在这种情况下，控制器的控制特性由直线 1 表示，其相对于横轴具有角度 α ，所述角度指示了控制器的增益。更具体的说，如果增益 G 由下述公式定义：

$$G = Sd/FE,$$

则比例控制器的增益等于 $\tan(\alpha)$ 。

简而言之，较高的增益将导致较快的控制器响应，因此，误差信号 FE 的总量将变小。换句话说，增益越高，误差越小。但是，并不建议将增益 G 选择得过高，因为这会导致控制系统不稳定。

图 1B 示出了已知的非线性控制器。在这种情况下，控制器的控制特性由两条直线描述，第一直线 2 过零并且相对于横轴具有角度 α ，所述直线在零与某点 P 之间延伸，所述点 P 与某阈值驱动信号 Sd_T 以及某阈值误差信号 FE_T 相应。在正常情况下，误差信号 FE 将小于所述阈值误差信号 FE_T ，控制器根据所述第一直线 2 进行操作。然而，在异常情况下，例如，如果光盘驱动器受到机械撞击，则误差信号可能超过所述阈值电平 EF_T ，在这种情况下，期望通过增大增益来提高控制器的校正作用。为此，特性曲线包括第二直线 3，所述直线开始于所述点 P，并且相对于横轴具有大于所述角度 α 的角度 β 。

理论上, 图 1B 的非线性特性是在图 1A 的线性特性上的改进; 然而, 实际上, 这种特性是不理想的, 因为似乎很难找到适用于不同情况的设定方式。有可能将非线性的控制器调整到其功能适用于一种情况, 但是在另一种情况下, 在该情况下误差信号的噪声含量较高, 对控制器的所述设定是不可用的。噪声成分的改变可能是由盘的变化引起的。当然, 光盘驱动器应当能够以可靠的方式处理各种光盘。

发明内容

因此, 本发明的目的在于提供一种具有改进的控制器特性的改进的控制器, 其能够对多个光盘减小误差, 而不必针对每个新的光盘都调整控制器的设定。

在图 1B 所示的具有非线性特性的现有技术的非线性控制器中, 控制器在低值 (直线 2) 与高值 (直线 3) 之间切换其增益, 关于使用哪个增益的决定仅取决于一个参数, 所述参数为误差信号 FE。如果输入误差信号 FE 低于所述阈值电平 FE_T , 则控制器将选择其最低增益 (直线 2), 而如果输入误差信号 FE 超过所述阈值电平 FE_T , 则控制器将选择其最高增益。相反, 根据本发明的重要方面, 控制器的关于使用哪个增益的决定基于两个输入参数。

附图说明

通过下文参考附图的详细描述, 将进一步解释本发明的这些和其它方面、特征以及优点, 其中, 相同的附图标记代表相同或相似的部件, 其中:

图 1A - B 是说明现有技术的控制器的特性的曲线图;

图 2A 是说明根据本发明的控制器的实施方式的示意性功能方框图;

图 2B 是处理器单元的示意性功能方框图;

图 3 是说明图 2A 的控制器的实施方式的特性的曲线图;

图 4A - 4C 是仿真的曲线图;

图 5A - 5C 是仿真的曲线图。

具体实施方式

图 2A 是控制器装置 30 的示意性功能方框图, 所述控制器装置包括第一控制器单元 33、第二控制器单元 34、处理器单元 35 和可控开

关单元 40。控制器装置 30 具有用于接收输入误差信号 ε 的第一输入端 31 以及用于提供控制器输出信号 S_d 的输出端 39。

第一控制器单元 33 具有耦合到所述第一控制器输入端 31 的输入端 33a，并具有提供输出信号 $S_1(\varepsilon)$ 的输出端 33c。第一控制器单元 33 可以作为传统控制器实现。第一控制器单元 33 可以是具有如图 1A 所示的特性的比例控制器。第一控制器单元 33 还可以是 PI 控制器，在这种情况下，输出信号 $S_1(\varepsilon)$ 是基于输入误差信号 ε 和通过对误差信号 ε 进行一次或多次积分获得的信号和/或通过对在先输出信号（反馈）进行一次或多次积分获得的信号而产生的，这对本领域技术人员而言是显而易见的。第一控制器单元 33 也可以是 PD 控制器，在这种情况下，输出信号 $S_1(\varepsilon)$ 是基于输入误差信号 ε 和通过对输入误差信号 ε 和/或在先输出信号进行一次或多次微分获得的信号而产生的，这对本领域技术人员而言是显而易见的。第一控制器单元 33 还可以是 PID 控制器，在这种情况下，输出信号 $S_1(\varepsilon)$ 是基于输入误差信号 ε 、通过对输入误差信号 ε 和/或在先输出信号进行一次或多次微分获得的信号和通过对输入误差信号 ε 和/或在先输出信号进行一次或多次微分获得的信号而产生的，这对本领域技术人员而言是显而易见的。由于 PI 控制器、PD 控制器和 PID 控制器本身是公知的，因此在这里不必对其设计和操作进行详细描述。

同样，第二控制器单元 34 具有耦合到所述第一控制器输入端 31 的输入端 34a 和提供输出信号 $S_2(\varepsilon)$ 的输出端 34c。如上参考第一控制器单元 33 所述，第二控制器单元 34 可以由传统的 P 控制器、PI 控制器、PD 控制器、PID 控制器实现。

可控开关单元 40 具有耦合到第一控制器单元 33 的输出端 33c 的第一输入端 43、耦合到第二控制器单元 34 的输出端 34c 的第二输入端 44 以及耦合到控制器输出端 39 上的输出端 46。可控开关单元 40 具有至少两个工作状态。在第一工作状态下，其输出端 46 耦合到其第一输入端 43，从而，控制器输出端 39 的控制器输出信号 S_d 相当于第一控制器单元 33 的输出信号 $S_1(\varepsilon)$ 。现在，控制器 30 整体上具有与第一控制器单元 33 的特性相应的控制器特性。所述情况被称为“控制器装置 30 工作在第一工作模式下”。

在第二工作状态下，可控开关单元 40 的输出端 46 耦合到其第二

输入端 44, 从而, 控制器输出端 39 上的控制器输出信号 S_d 相当于第二控制器单元 34 的输出信号 $S_2(\varepsilon)$ 。现在控制器 30 整体上具有与第二控制器单元 34 的特性相应的控制器特性。所述情况被称为“控制器装置 30 工作在第二工作模式下”。

为了对其第一或第二工作状态进行选择, 可控开关单元 40 对在控制输入端 45 上接收到的信号 S_c 作出响应, 所述输入端耦合到处理器单元 35 的输出端 35c。处理器单元 35 具有耦合到所述第一控制器输入端 31 的输入端 35a, 用于接收输入误差信号 ε 。处理器单元 35 基于输入误差信号 ε 和至少一个另外的参数 v 产生其输出信号 S_c , 所述参数代表误差信号 ε 的变化率, 如下文中将参考图 2B 所述的, 所述附图是处理器单元 35 的实施方式的功能性方框图。

图 2B 是说明处理器单元 35 的实施方式的功能性方框图, 所述处理器单元具有两个输入端 35a、35b 和输出端 35c。第一输入端 35a 用于接收输入误差信号 ε 。处理器单元 35 包括具有输入端 73a 的加法器 73, 所述输入端从第一输入端 35a 接收误差信号 ε 。

表示误差信号 ε 的变化率的信号, 即表示有关对象的速度的信号, 在下文中将用 v 进行表示。所述信号可以由外部检测器提供, 所述外部检测器与所述对象相耦合, 以检测其速度。原则上, 可以使用任何适当的速度检测器, 因此在这里就不需要对速度检测器的设计和功能进行阐释。只要这样说就够了, 即这种速度检测器(未示出)可以在处理器单元 35 的第二输入端 35b 上提供速度信号 v 。

然而, 处理器单元 35 本身能够通过根据下述公式计算作为误差信号 ε 的一阶时间导数的速度 v 从输入误差信号 ε 中导出速度信号 v :

$$v = d\varepsilon/dt$$

在图 2B 的功能性方框图中, 处理器单元 35 作为具有接收误差信号 ε 的输入端 51 上的计算单元 50 而示出, 所述计算单元 50 用于在其输出端 52 提供其输入信号的一阶时间导数(d/dt)。由于这种计算单元本身是公知的, 因此, 在这里可以使用现有技术的计算单元, 没有必要在这里详细描述这种计算单元的设计和操作。然而, 应当注意, 计算单元 50 不但可以作为硬件装置实现, 而且可以以软件方式实现。

处理器单元 35 可特别用于接收输入误差信号 ε 和输入速度信号 v 。在这种情况下, 处理器 35 将具有两个输入端 35a 和 35b, 并且可以省略计算单元 50。另一方面, 也可将控制器 30 特别用于只接收输入误差信号 ε , 在这种情况下, 可以省略第二输入端 32。在图 2B 所示的优选实施方式中, 控制器 30 可任意地使用或不使用外部速度信号 v 。为此, 处理器单元 35 包括开关 60, 所述开关具有耦合到计算单元 50 的输出端 52 的第一输入端 61 和耦合到处理器单元 35 的第二输入端 35b 的第二输入端 62。开关 60 具有输出端 63, 能够将其输出端 63 与其第一输入端 61 或其第二输入端 62 相连。在与速度检测器一起工作的情况下, 开关 60 将被设定在将输出端 63 与其第二输入端 62 相连的位置上。在没有速度检测器而工作的情况下, 开关 60 将被设定在将其输出端 63 与其第一输入端 61 相连的位置上。因此, 在开关 60 的输出端 63 上总是出现速度信号 v 。

应当注意, 代替接收速度信号 v 或通过计算误差信号 ε 的一阶时间导数计算速度信号 v , 也可以使用状态估计器, 即从由于噪声影响而相当不准确的估计值估计参数(例如速度)的值的滤波器。这种估计器在现有技术中是已知的, 因此在这里就没必要对其设计和功能进行详细描述。以举出适当的实施例的方式, 这里描述卡尔曼状态估计器。

加法器 73 具有耦合的第二输入端 73b, 用于接收从所述速度信号 v 导出的信号。图 2B 示出了将速度信号 v 施加到加法器 73 的第二输入端 73b 之前对速度信号 v 进行处理。在图 2B 所示的优选实施方式中, 所述预处理包括通过平方计算器 71 对速度信号 v 求平方的步骤, 以及通过乘法器 72 将平方的速度信号 v^2 与常数 K 相乘的步骤, 因此, 加法器 73 接收 Kv^2 。

在加法器 73 中, 所述输入信号 Kv^2 被加到在第一输入端 73a 接收到的误差信号 ε 上, 以产生和 Σ , 所述和被提供到比较器 74 的第一输入端 74a。比较器 74 的第二输入端 74b 接收表示过渡电平 T_L 的信号。比较器 74 的输出端 74c 耦合到处理器单元 35 的输出端 35c。比较器 74 将在其第一输入端 74a 上接收到的和 Σ 与过渡电平 T_L 进行比较。如果和 Σ 低于所述过渡电平 T_L , 则比较器 74 提供具有第一值的输出信号 S_c 。否则, 如果和 Σ 高于所述过渡电平, 则输出信号 S_c 具

有第二值。

开关 40 通过如果控制信号 S_c 具有其第一值则选择其第一工作状态、如果控制信号 S_c 具有其第二值则选择其第二工作状态来对所述输出信号 S_c 进行响应。

或者，处理器单元 35 可以提供和 Σ 作为输出信号 S_c ，比较器 74 可以组合到开关 40 中。

比较器 74 可以具有带有滞后作用的特性，即对于增长的和 Σ ，过渡电平 T_L 较高，对于下降的和 Σ ，过渡电平 T_L 较低，这对本领域技术人员来说是显而易见的。

由于平方计算器、乘法器、加法器和比较器是通用的公知元件，这些现有技术中的元件可以用在本发明的控制器 30 中，因此在这里就没必要对这些元件的设计和进行操作进行详细的描述。然而，应当注意，这些元件不但可以硬件实现，而且可以软件实现。

在相对简单的实施方式中，第一控制器单元 33 是比例控制器，具有如图 1A 所示的特性曲线，而第二控制器单元 34 不考虑误差信号 ε 而输出恒定输出信号 S_2 。产生的控制器 30 的特性曲线如图 3 所示，其中，横轴代表误差信号 ε ，纵轴代表控制器输出信号 S_d 。由于所述特性曲线不是必要地但是优选地相对于原点 $(0, 0)$ 对称，因此，图 3 仅示出了一个象限的特性曲线。本发明的控制器具有两个工作模式，并可以基于至少两个参数在所述两个工作模式之间进行切换。在其第一工作模式下，当开关 40 处于其第一工作状态下并且控制器的特性由第一控制器单元 33 决定时，控制器具有线性特性，如图 3 中的直线 11 所示，所述直线穿过原点。在所述第一工作模式下，控制器的输出驱动信号 S_d 与误差信号 ε 成线性比例。

在其第二工作模式下，当开关 40 处于其第二工作状态下并且控制器的特性由第二控制器单元 34 决定时，输出驱动信号 S_d 基本恒定，而不管输入误差信号的确切值如何。也被表示为恒定模式的所述第二模式由图 3 中的第二直线 12 示出，所述第二直线 12 是水平线。第一直线 11 和第二直线 12 相遇于过渡点 13；与该过渡点 13 相应的误差信号电平被称为正常过渡阈值电平 T_N 。

在图 3 中，恒定模式下的输出驱动信号的电平表示为 S_{max} ，代表所述控制器可以提供的最大输出信号。应当注意，所述最大电平可以是

第二控制器单元 34 的能力的上限，即控制器不能简单的产生任何量值高于 S_{max} 的输出信号。所述上限也可以等于驱动致动器的功率放大器的最大电平。然而，所述电平 S_{max} 也可以由软件或硬件限制器定义， S_{max} 的电平可以在控制器的制造过程中或在用户设定时通过设定所述限制器进行设定。

在正常情况下，控制器装置 30 用作普通线性控制器，在第一或线性工作模式下工作。在该正常情况下，输入误差信号 ε 小于正常过渡电平 T_N ，控制器根据第一直线 11 的特性产生其输出驱动信号 S_d 。这表示为控制器装置 30 沿第一直线 11 移动。

如果输入误差信号 ε 缓慢增加，控制器装置 30 将沿第一直线 11 移动，直到到达过渡点 13，一旦到达所述过渡点，控制器装置 30 将过渡到第二工作模式，并沿第二直线 12 移动，即，其将保持其输出驱动信号恒定。应当注意，正常情况下，在现有技术的控制器中也可以形成所述过渡，即，如果输入误差信号 ε 过大，将使控制器达到饱和。

参考图 1B 的上述现有技术中的控制器也具有两个工作模式，每个模式都由 S_d/FE 特性图中的直线部分表征。根据现有技术的这两个工作模式由输入信号 FE 专门定义：低于某个阈值电平，控制器总是处于其第一工作模式，高于该阈值电平，控制器总是处于其第二工作模式。相反，根据本发明的一个重要方面，两个工作模式具有某个重叠区，其由第二直线 12 的直线部分 12a 示出，所述直线部分 12a 越过过渡点 13 延伸至输入误差信号的较低值。所述直线部分 12a 可以具有表示为下限 14 的端点；相应的误差信号电平表示为下限阈值电平 T_{LL} 。所述下限阈值电平 T_{LL} 可以大于零，但是直线部分 12a 最好一直延伸到纵轴，即端点 14 可以相应于零输入误差信号。

由此，在输入误差范围 T_{LL} 到 T_N 中，控制器装置 30 具有两条特性曲线，并可以在这两条特性曲线之间进行切换，或，换句话说，对于范围 T_{LL} 到 T_N 中的某个输入误差信号而言，控制器可以处于其两个工作模式中的任意一个模式，即使是对相同的输入误差信号而言。这两个工作模式之间的切换是基于和信号 Σ 而进行的，所述和信号包含第二信号 (v) 的重要影响，所述第二信号代表误差信号 ε 发生变化的速率，如下所述。

如果误差信号 ε 高于正常过渡阈值电平 T_N , 则输出信号 S_d 将总是根据第二工作模式即恒定模式 (12) 而产生。

如果输入误差信号 ε 低于正常过渡阈值电平 T_N , 但是高于下限阈值电平 T_{LL} , 同时变化率相当小, 则输出信号 S 将根据第一工作模式 (11) 而产生。否则, 如果输入误差信号 ε 低于正常过渡阈值电平 T_N , 但是高于下限阈值电平 T_{LL} , 同时变化率相当大, 则输出信号 S 将根据第二模式即恒定模式 (12a) 而产生。

最后, 如果输入误差 ε 低于下限阈值电平 T_{LL} , 则输出信号 S 将总是根据第一工作模式即线性模式 (11) 而产生。

在采用光驱动器的情况下, 误差信号 ε 实际上是对象 (物镜, 或光学头) 的位置的量度; 在这种情况下, 误差信号的变化率实际上是所述对象相对于所述对象所跟随的目标对象的实际速度的量度, 所述目标对象例如是光盘驱动器的轨道。高速度例如发生在诸如机械撞击之类的极端情况下。对于所述极端情况, 期望控制器装置 30 工作于第二工作模式下, 其提供了最高可能的抑制力。

过渡电平 T_L 和乘法常数 K 可以是固定值, 所述值在处理单元 35 的制造过程中定义。然而, 乘法器 72 也可以是可设定的, 以使乘法常数可以由用户改变。同样, 比较器 74 对过渡电平 T_L 的设置也可以采用上述方式。所述乘法常数 K 和所述过渡电平 T_L 最好根据控制器所控制的致动器的工作特性来选择。所述选择方式如下所述。

如上所述, 从控制器装置 30 接收驱动输出信号的致动器对所关心的对象 (物镜, 光学头) 加力, 所述力使所述对象加速。原则上, 如果驱动信号 S_d 较大, 则所施加的力也将较大, 从而由所述力引起的加速度也较高。然而, 加速度不能为无限大。实际上, 加速度由最大加速度电平 a_{max} 限定。

假设在某个时刻 τ 误差信号 ε 具有某个值 $\varepsilon(\tau)$, 速度信号 v 具有某个值 $v(\tau)$ 。这些值分别与所关心对象 (物镜, 光学头) 偏离目标位置的某个位置以及所述对象的速度相应。还假设致动器对所述对象施加恒力 F , 所述力具有将所述对象以恒定加速度 a 推向其目标位置的方向, 即具有减小 ε 的方向。此外, 假设速度 v 具有远离目标位置的方向, 从而, 如果在不久的将来加速度 a 将降低速度 v , 但误差信号 ε 将增加。可以很容易看出, 根据下面的公式, 如果加速度保

持恒定,则对象将达到远离其目标位置的最大偏差,该最大偏差与最大误差信号 $\varepsilon_{\max}$ 相应:

$$\varepsilon_{\max} = \varepsilon(\tau) + v(\tau)^2/2a.$$

显而易见,速度 $v(\tau)$ 越高,最大偏差 $\varepsilon_{\max}$ 越大。

如果加速度 a 增加,则所述最大偏差 $\varepsilon_{\max}$ 将减小。然而,如上所述,在所述系统中的最大加速度具有上限 $a_{\max}$ 。因此,最大偏差 $\varepsilon_{\max}$ 不能小于数值 $\varepsilon_{\max, \min}$, 所述数值 $\varepsilon_{\max, \min}$ 由下述公式确定:

$$\varepsilon_{\max, \min} = \varepsilon(\tau) + v(\tau)^2/(2a_{\max})$$

在控制器装置 30 中,将常数 K 选择为至少约等于 $1/(2a_{\max})$ 。然后,和 Σ 等于最大偏差 $\varepsilon_{\max}$ 的最小可实现的值 $\varepsilon_{\max, \min}$ 。

在控制器装置 30 中,与和 Σ 相比较的阈值电平 T_L 现在等于可接受的偏差 ε 的限制值。只要和 Σ 保持低于所述可接受限制 T_L ,就可以预测最大偏差 $\varepsilon_{\max}$ 将在可接受限制内,允许控制器装置 30 在其线性模式(11)下进行操作。另一方面,如果和 Σ 超出了可接受电平 T_L ,则可以预测由于可能存在某些不可预见的外部情况最大偏差 $\varepsilon_{\max}$ 将出现高值,高于可接受值,控制器装置 30 决定通过将其操作切换到第二工作状态来采取紧急措施,在第二工作状态下,对致动器进行尽可能大的校正操作。

本发明所提出的控制器的性能通过运行仿真程序进行研究。图 4A 到 4C 示出了仿真结果,在所述仿真中,假设由于机械撞击物镜出现振荡,所述振荡在其目标位置附加具有递减的振幅,物镜距离所述目标位置的偏差表示为误差 $\varepsilon(\mu\text{m})$ 。在图 4A 所示的仿真中,假设控制器装置 30 作为正常 PID 控制器工作,其增益具有如图 1A 所示的线性特性。换句话说,参考图 2A,第一控制器单元 33 具有 PID 特性,并且开关 40 恒定地在其第一工作状态下工作。

在图 4B 所示的仿真中,假设控制器具有如图 1B 所示的转换增益特性,线性特性部分(2)相应于图 4A 的 PID 控制器的线性特性曲线(1)。过渡点 P 相应于 $0.1\mu\text{m}$ 的误差 ε 。线性特性部分(2)的第一增益 $G1 = \tan(\alpha)$ 具有值 9×10^4 ; 第二特性部分(3)的第二增益 $G2 = \tan(\beta)$ 具有值 59×10^4 。换句话说,参考图 2A,第一控制器单元 33 有具有第一增益 $G1 = 9 \times 10^4$ 的线性 PID 特性,第二控制器单元 34 有具有第二增益 $G2 = 59 \times 10^4$ 的 PID 特性。在处理器单元 35 中,常

数 K 为零, 过渡电平 T_L 等于 $0.1\mu\text{m}$ 。

图 4C 示出了根据本发明进行操作的控制器的特性。再次, 第一控制器 33 有具有第一增益 $G1 = 9 \times 10^4$ 的线性 PID 特性, 第二控制器单元 34 输出恒定输出信号, 正如上文中参考图 3 的水平特性曲线 12a 所述。比较器 74 的过渡电平 T_L 对于上升信号等于 $0.1\mu\text{m}$, 对于下降信号 (滞后) 等于 $0.09\mu\text{m}$ 。 K 的值设定为等于 $1/(2a_{\text{max}})$, a_{max} 等于 100m/s^2 。

通过将图 4C 与图 4B 进行比较, 可以清楚地得出: 当使用本发明所提出的控制器时, 发生的最大偏差远远小于使用图 4B 所示的控制器时所产生的最大偏差。

图 5A - 5C 示出了与图 4A - 4C 相同的仿真结果, 所述仿真具有假设系统包含噪声的附加特征。从图 5B 中明显可以看出, 在存在噪声的情况下, 具有如图 1B 所示的特性的转换增益控制器可能受到很强的振荡峰, 例如在 10ms 、 38ms 和 79ms 所示的振荡峰。从图 5C 中明显可以看出, 本发明所提出的振荡器不受所述强振荡峰的影响。

本领域技术人员应当可以清楚的得知, 本发明并不局限于上述示例性的实施方式, 在不背离附加的权利要求所定义的本发明的保护范围的条件下, 本发明还可有多种变化和改进。

例如, 控制器的特性曲线被描述为彼此相交的两条直线 11 和 12 的组合。然而, 两条线是否是直的并不重要; 那些线也可以是曲线。重要的是控制器能够在至少两个可能的工作模式下工作, 每个模式具有相应的特性曲线, 并且所述特性曲线中的至少两条在误差信号值 $[T_{LL} - T_H]$ 的范围内具有重叠区。此外, 重要的是控制器能够基于至少一个另外的参数的值从一个模式切换到另一个模式, 所述参数最好是误差信号的时间导数, 从而, 即使误差 ε 相同, 所述控制器也可以处于其模式中的任意一种模式下。

在优选实施方式中, 特性曲线中的一条是极大值特性曲线, 即水平线 (12), 而另一条特性曲线是较低值线 (曲线或直线), 该线通过原点并与极大值特性曲线 (12) 相交。在另外的实施方式中, 控制器可以具有第三特性曲线或位于上述较低值和极大值特性曲线之间的中间特性曲线。如果速度 v 相对较低, 则所述控制器遵循较低值特性曲线; 如果速度 v 相对较高, 则控制器遵循极大值特性曲线; 如果速

度 v 在中间范围内，则控制器遵循中间特性曲线。

此外，在上述实施例中，基于两个参数 ε 和 v 而定义判据 Σ 。然而，也可以基于三个或更多参数来定义判据。例如，作为第三参数，可以使用二阶导数 $d^2\varepsilon/d\varepsilon^2$ 。在任何情况下，如果参数的数量等于 n ，而且它们定义了 n 维空间的坐标系，则判据将所述 n 维空间划分为两部分。如果控制器装置的状态投影在所述坐标系上时相应于所述 n 维空间的一部分中的点，则控制器装置工作于一个模式下，而如果其状态相应于所述 n 维空间的另一部分中的点，则控制器装置工作于另一模式下。为了提供具有滞后作用的特性，可以定义两个平行判据 Σ^+ 和 Σ^- ，其略有不同，以使当控制器的状态从 n 维空间的所述一个部分过渡到所述另一部分时，其可以连续穿过两个平行判据边界，控制器仅在穿越第二边界时改变其模式。

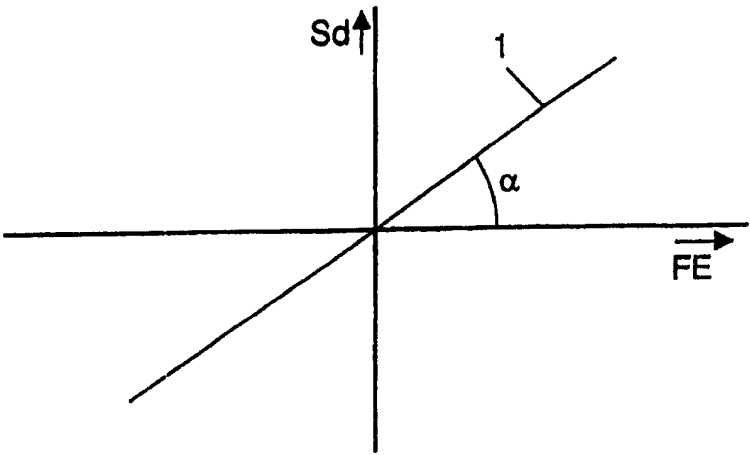


图 1A

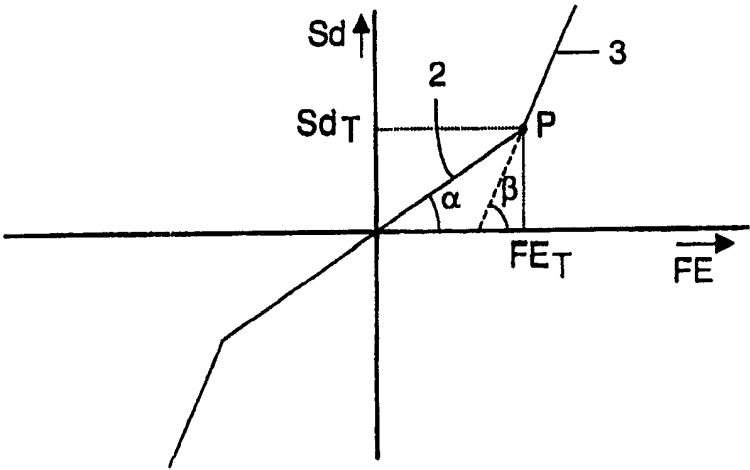


图 1B

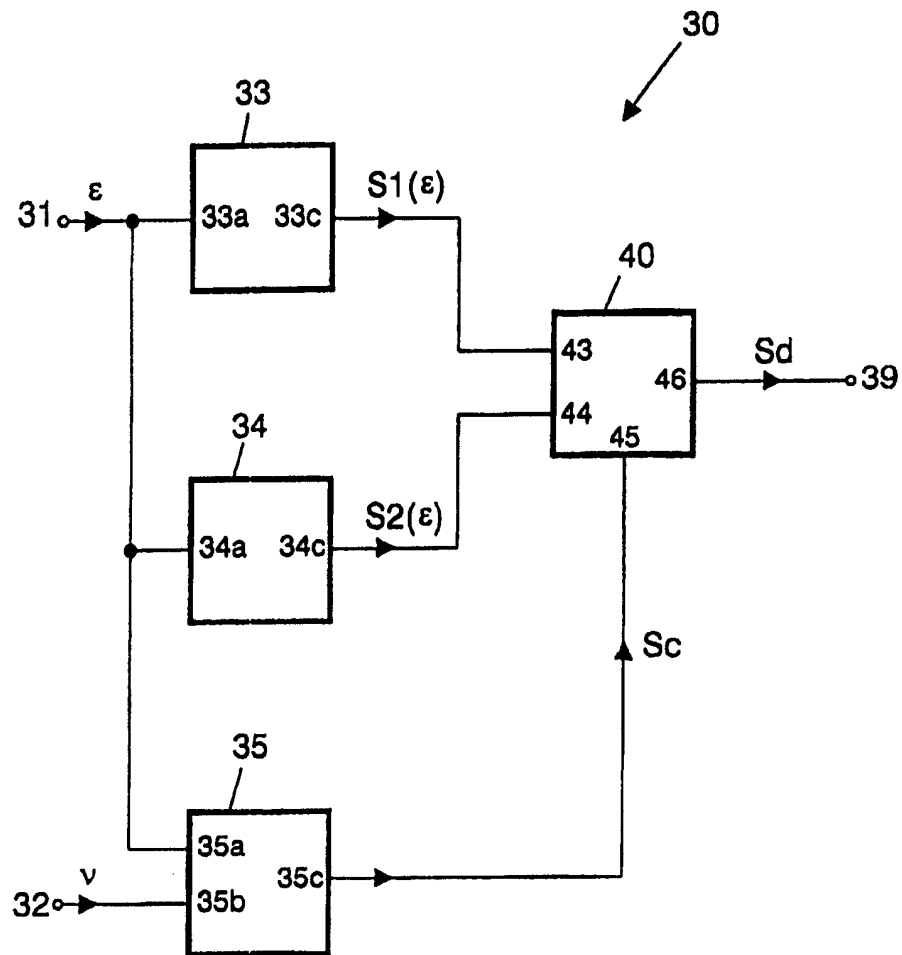


图 2A

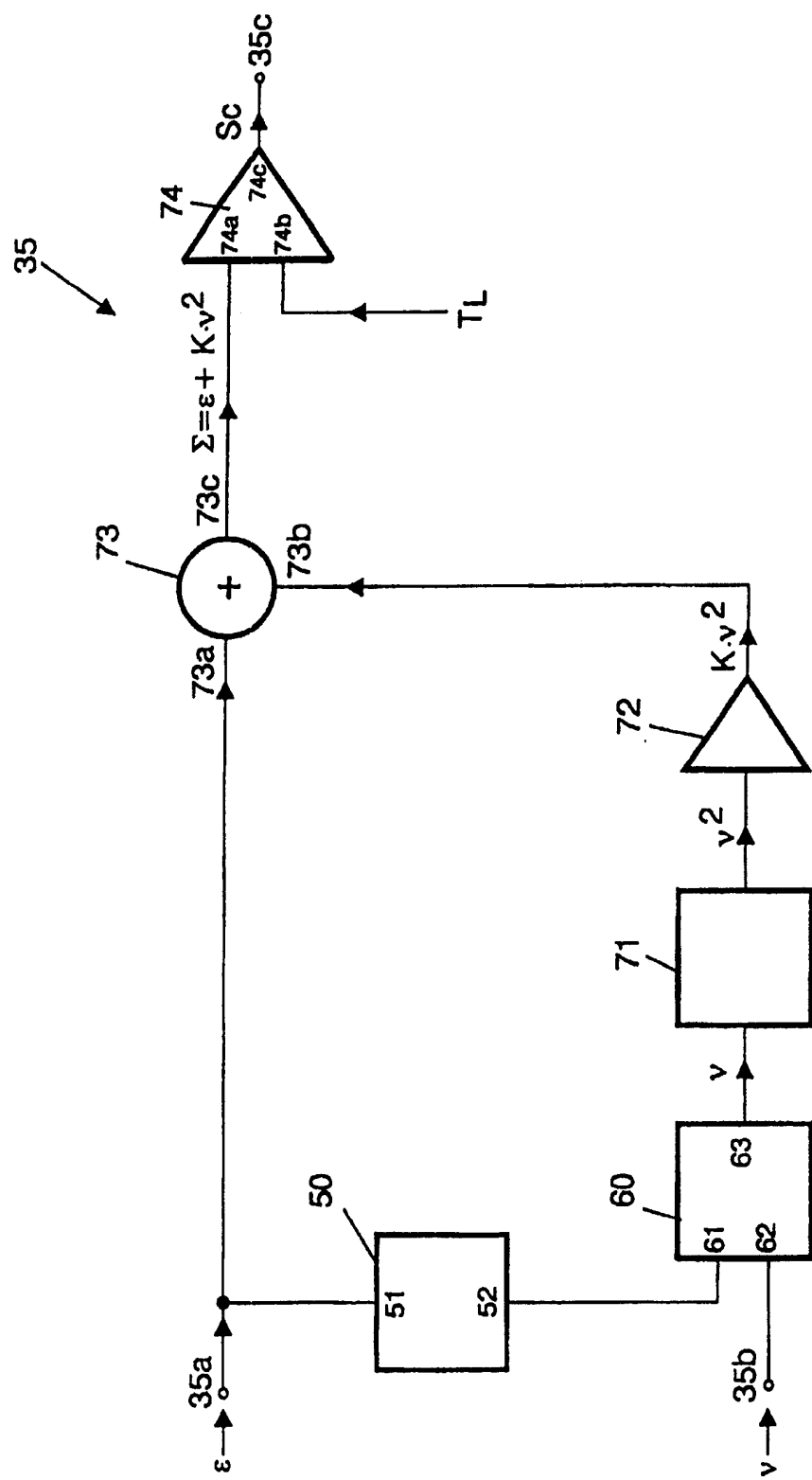


图 2B

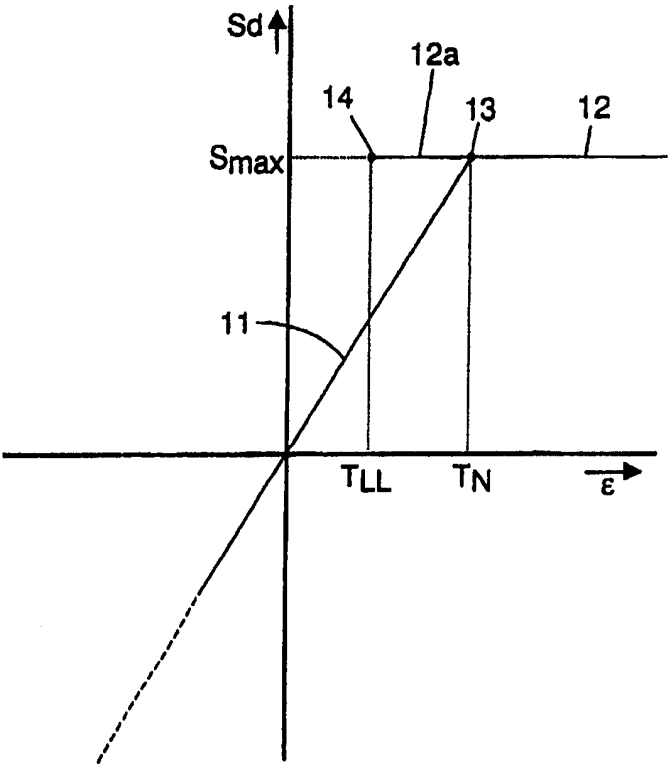
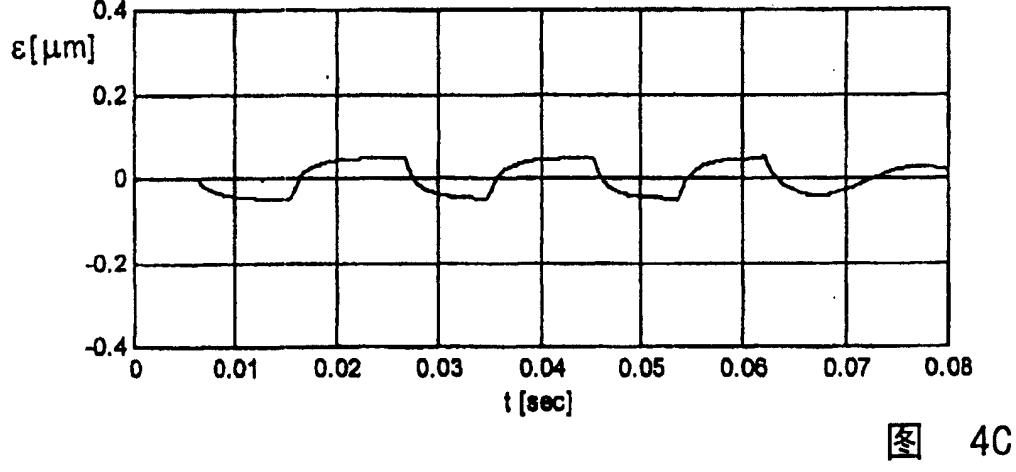
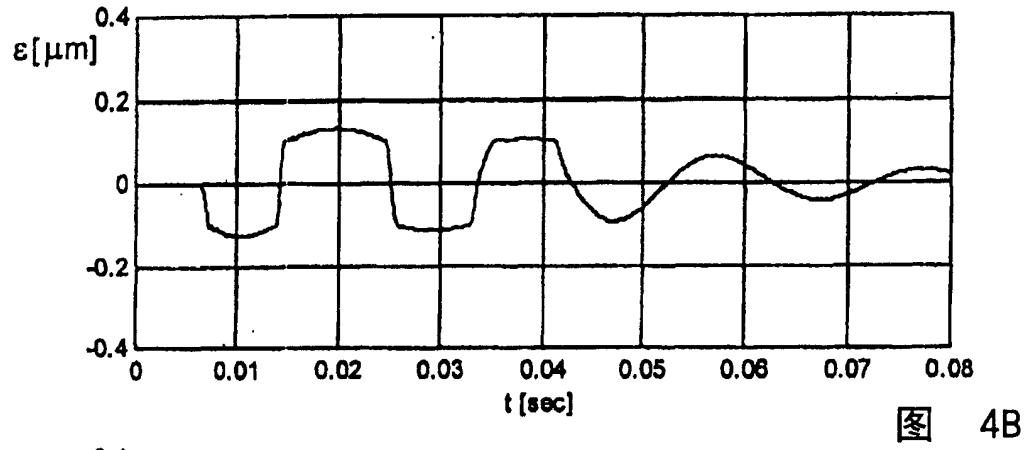
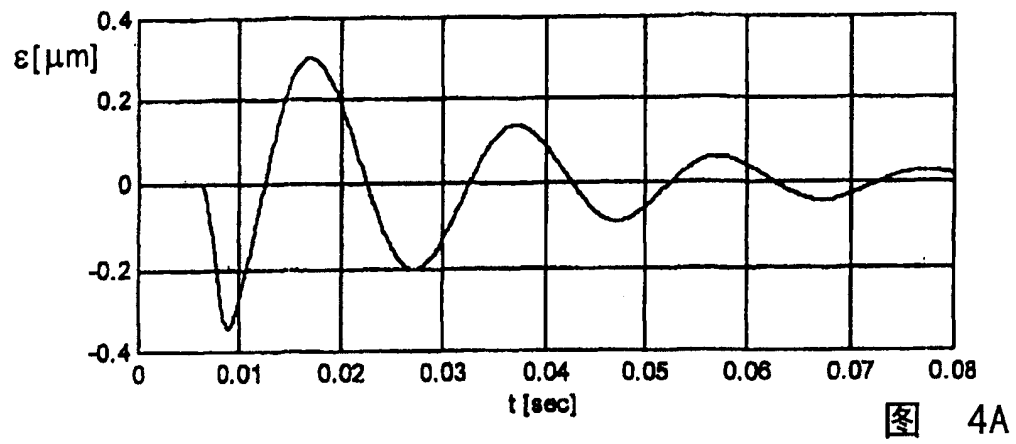


图 3



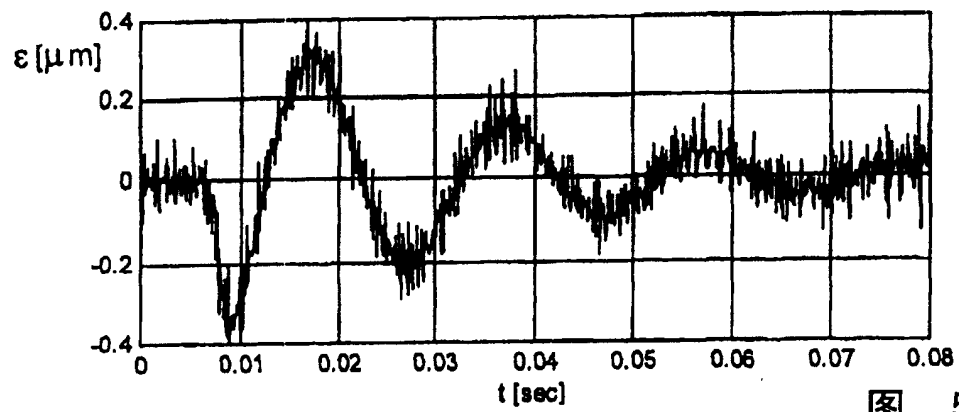


图 5A

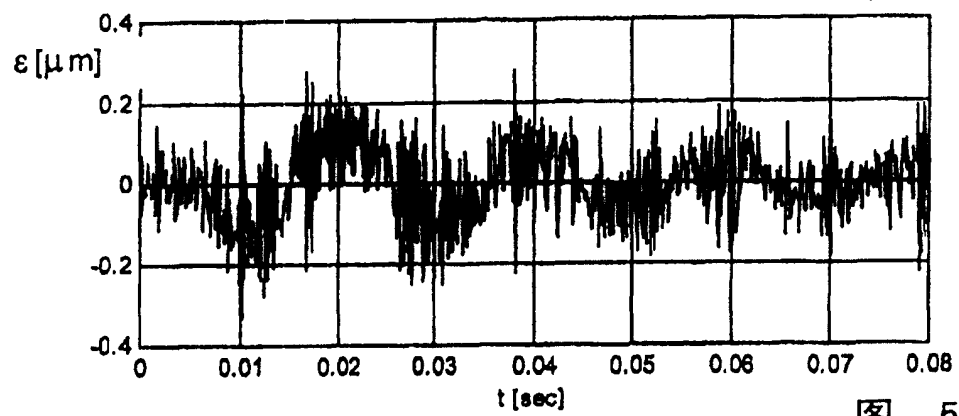


图 5B

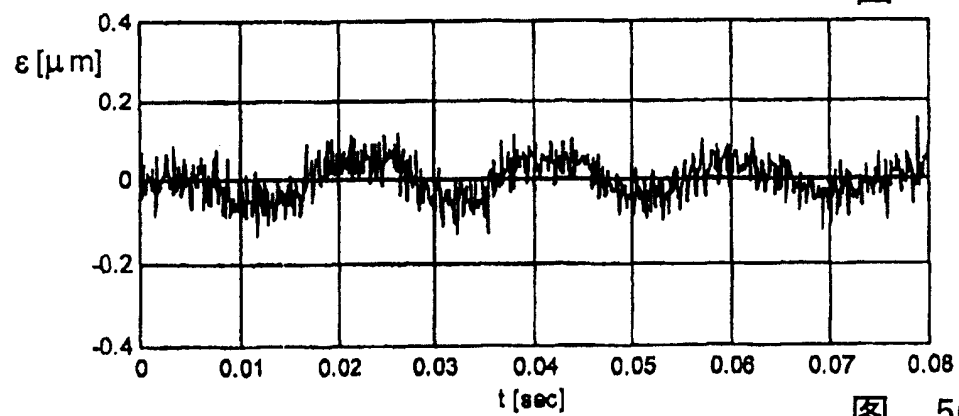


图 5C