



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102187097 B

(45) 授权公告日 2013.06.19

(21) 申请号 200980109268.6

(22) 申请日 2009.01.22

(30) 优先权数据

2008-012959 2008.01.23 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.09.16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/050953 2009.01.22

(87) PCT申请的公布数据

W02009/093645 JA 2009.07.30

(73) 专利权人 柯尼卡美能达精密光学株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 谷村康隆 本多泰启 塩田奈津子

原吉宏

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 经志强 杨林森

(51) Int. Cl.

F03G 7/06 (2006.01)

G02B 7/04 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2001227454 A, 2001.08.24,

JP 2003131106 A, 2003.05.08,

JP 2003136495 A, 2003.05.14,

JP 60135673 A, 1985.07.19,

CN 101248270 A, 2008.08.20,

审查员 卫红

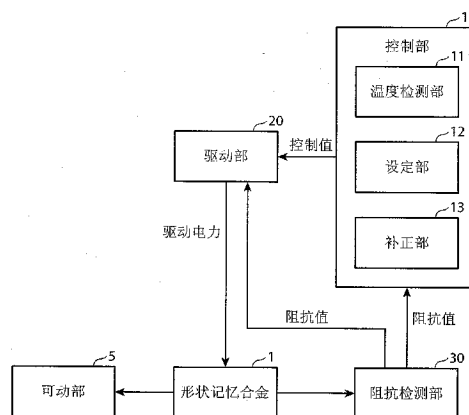
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

驱动装置

(57) 摘要

本发明提供一种驱动装置,包括:设定部(12),利用表示用于定位可动部(5)的控制值与可动部(5)的位移之间的关系在指定的基准温度下的控制值-位移特性来设定控制值;驱动部(20),向形状记忆合金(1)提供与由设定部(12)设定的控制值相对应的驱动电力,通过使形状记忆合金(1)伸缩来定位可动部(5);修正部(13),基于由温度检测部(11)检测到的环境温度修正控制值,从而修正由环境温度下的控制值-位移特性与基准温度下的控制值-位移特性之间的偏差引起的可动部(5)偏离目标位置的位置偏移。



CN 102187097 B

1. 一种驱动装置,其特征在于包括:
可动部;
温度检测部,检测环境温度;
移动机构部,具备形状记忆合金,利用所述形状记忆合金使所述可动部移动;
设定部,利用表示用于定位所述可动部的控制值与所述可动部的位移之间的关系的在指定的基准温度下的控制值-位移特性来设定所述控制值;
驱动部,向所述形状记忆合金提供与所述控制值相对应的驱动电力,通过使形状记忆合金伸缩来定位所述可动部;
补正部,基于由所述温度检测部检测到的环境温度补正所述控制值,从而修正由所述环境温度下的控制值-位移特性与所述基准温度下的控制值-位移特性之间的偏差所引起的所述可动部偏离目标位置的位置偏移。
2. 根据权利要求1所述的驱动装置,其特征在于:所述补正部补正所述控制值,从而修正由所述环境温度下的控制值-位移特性与所述基准温度下的控制值-位移特性之间的倾斜成分及偏移成分的至少其中之一的偏差所引起的所述可动部偏离目标位置的位置偏移。
3. 根据权利要求2所述的驱动装置,其特征在于:所述补正部基于所述环境温度与所述基准温度之差乘以指定的温度系数所得的值来补正所述控制值。
4. 根据权利要求3所述的驱动装置,其特征在于:所述温度系数是基于由所述温度检测部检测到的环境温度与所述移动机构部的线膨胀系数之间的关系预先计算出的值。
5. 根据权利要求3或4所述的驱动装置,其特征在于:
所述设定部利用在所述基准温度下的驱动装置共同的控制值-位移特性来设定控制值,
所述温度系数被设定为修正由所述驱动装置共同的控制值-位移特性与驱动装置自身的控制值-位移特性之间的偏差所引起的所述可动部偏离目标位置的位置偏移的值。
6. 根据权利要求5所述的驱动装置,其特征在于:所述驱动装置自身的控制值-位移特性通过计测在指定的第一位置时的控制值和在与所述第一位置不同的第二位置时的控制值而得到。
7. 根据权利要求1至4、6中任一项所述的驱动装置,其特征在于:所述温度检测部,基于所述形状记忆合金的阻抗值来检测所述环境温度。
8. 根据权利要求5所述的驱动装置,其特征在于:所述温度检测部,基于所述形状记忆合金的阻抗值来检测所述环境温度。
9. 根据权利要求7所述的驱动装置,其特征在于:所述温度检测部,检测所述形状记忆合金实际开始位移时的阻抗值,并基于检测到的阻抗值与在所述基准温度下所述形状记忆合金开始位移时的阻抗值之间的偏差,检测所述环境温度。
10. 根据权利要求8所述的驱动装置,其特征在于:所述温度检测部,检测所述形状记忆合金实际开始位移时的阻抗值,并基于检测到的阻抗值与在所述基准温度下所述形状记忆合金开始位移时的阻抗值之间的偏差,检测所述环境温度。
11. 根据权利要求1至4中任一项所述的驱动装置,其特征在于:所述驱动部通过电压、电流或PWM信号提供所述驱动电力。

驱动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用形状记忆合金 (shape memory alloy) 使可动部移动的驱动装置。

[0002] 背景技术

[0003] 近年来,在摄像装置中开发出了一种技术,该技术是利用形状记忆合金的形状恢复动作使透镜单元移动,来进行透镜单元的定位。在专利文献 1 中公开了一种驱动装置,该驱动装置检测形状记忆合金周围的环境温度,并基于检测到的环境温度,控制通电加热期间内对形状记忆合金的通电量,使形状记忆合金的温度无论环境温度如何始终为大致恒定的温度。

[0004] 专利文献 1:日本专利公开公报特开昭 60-135673 号

[0005] 但是,专利文献 1 的方法是进行使形状记忆合金的温度恒定的控制的方法,而不是根据环境温度的变化修正透镜单元的位置偏移的方法。因此,根据专利文献 1 的方法,无法在环境温度变化时将支撑透镜单元的可动部正确地定位在目标位置。

[0006] 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种驱动装置,即使环境温度变化也能够将可动部定位在目标位置。

[0008] 附图说明

[0009] 图 1 表示本发明的一个实施方式的驱动装置的外观结构图。

[0010] 图 2 表示应用本发明的一个实施方式的驱动装置的摄像装置的框图。

[0011] 图 3 是表示本发明的一个实施方式的形状记忆合金的位置和阻抗值之间的特性的图示。

[0012] 图 4 是表示本发明的一个实施方式的驱动部的控制值 - 位移特性的图示,实线表示基准温度时的控制值 - 位移特性,虚线表示驱动时的控制值 - 位移特性。

[0013] 图 5 是表示本发明的一个实施方式的基准温度下的设备共同的控制值 - 位移特性和自身的控制值 - 位移特性的图示。

[0014] 图 6 是表示有挡块时的形状记忆合金的位移和阻抗值之间的特性的图示。

具体实施方式

[0015] 以下说明本发明的一个实施方式的驱动装置。在以下的说明中,举例说明将驱动装置用于摄像装置的情况。图 1 表示驱动装置的外观结构图。驱动装置包括:形状记忆合金 1、固定部 2、偏置弹簧 (bias spring) 3、透镜 4、可动部 5、导向轴 6 以及总体控制部 100。另外,形状记忆合金 1、固定部 2、偏置弹簧 3 以及导向轴 6 构成移动机构部。

[0016] 形状记忆合金 1 是上端与可动部 5 的右端连接、下端与下侧的固定部 2 连接的以上下方向为长度方向的线材,当超过某一规定温度时则会收缩以恢复到记忆形状,通过该收缩力使可动部 5 向下方移动。另外,形状记忆合金 1 与总体控制部 100 连接,通过被提供来自总体控制部 100 的驱动电力而被加热。

[0017] 固定部 2 包括被固定在摄像装置的框体上的上下一对固定部 2、2，上侧的固定部 2 与导向轴 6 及偏置弹簧 3 连接，下侧的固定部 2 与导向轴 6 及形状记忆合金 1 连接。并且，在上侧的固定部 2 上形成有用于将来自拍摄对象的光导向透镜 4 的孔（图略），在下侧的固定部 2 上形成有用于将通过透镜 4 而成像的拍摄对象的光学图像导入摄像传感器（图略）的孔（图略）。

[0018] 偏置弹簧 3 的上端与上侧的固定部 2 连接，下端与可动部 5 的右端连接，将向上的应力施加给形状记忆合金 1，使形状记忆合金 1 向上方延展，以使可动部 5 向上方移动。透镜 4 例如采用凸透镜，将来自拍摄对象的光成像并导入摄像传感器。

[0019] 可动部 5 具有可动主体部 51 和支撑部 52，通过形状记忆合金 1 的收缩力沿导向轴 6 向下方移动，通过偏置弹簧 3 的压靠力沿导向轴 6 向上方移动，从而使透镜 4 在上下方向上移动。

[0020] 可动主体部 51 中贯穿有以上下方向为长度方向的长孔，导向轴 6 被插入该长孔中。支撑部 52 从可动主体部 51 右侧面的上下方向的大致中央向右方延伸而形成，以环绕圆形的透镜 4 的周围的方式支撑透镜 4。另外，支撑部 52 的右端的上侧与偏置弹簧 3 的下端连接，右端的下侧与形状记忆合金 1 连接。

[0021] 导向轴 6 为上端与上侧的固定部 2 连接、下端与下侧的固定部 2 连接的以上下方向为长度方向的棒状部件，引导可动部 5 在上下方向上移动。

[0022] 在以上的结构中，当形状记忆合金 1 因加热弹性提高而收缩时，偏置弹簧 3 伸长，而因放热弹性降低时，由于偏置弹簧 3 的应力形状记忆合金 1 会伸长，由此使支撑透镜 4 的可动部 5 移动。总体控制部 100 定位控制可动部 5，并且负责整个摄像装置的控制。

[0023] 图 2 表示总体控制部 100 的框图。总体控制部 100 包括控制部 10、驱动部 20 以及阻抗检测部 30。控制部 10 由具备 CPU、ROM、RAM 等的微型电子计算机构成，包括温度检测部 11、设定部 12 以及补正部 13。温度检测部 11 检测形状记忆合金 1 的周围的环境温度。在本实施方式中，温度检测部 11 基于由阻抗检测部 30 所检测的形状记忆合金 1 的阻抗值检测环境温度。具体而言，温度检测部 11 检测形状记忆合金 1 实际上开始位移时的阻抗值，并基于检测到的阻抗值与在基准温度下形状记忆合金 1 开始位移时的阻抗值之间的偏差，来检测环境温度。

[0024] 图 3 是表示形状记忆合金的位移和阻抗值之间的特性的图示，实线表示低温时的特性，虚线表示高温时的特性。如图 3 所示，可知高温时曲线的倾斜大于低温时曲线的倾斜。而且可知，形状记忆合金 1 在开始位移的点 P 处的阻抗值，在高温时大于低温时。

[0025] 即，点 P 处的阻抗值取决于温度。因此，温度检测部 11 预先存储点 P 处的阻抗值与温度之间的关系，检测点 P 处的阻抗值，并通过确定与检测到的阻抗值相对应的温度，能够检测出形状记忆合金 1 的温度，并将该温度作为环境温度。

[0026] 另外，已知，形状记忆合金 1 在开始位移的前后其阻抗值相对于驱动电力的变化率变化很大。因此，以一定的刻度增大提供给形状记忆合金 1 的驱动电力，每当增大驱动电力时，温度检测部 11 可以求出增大前后的阻抗值的差分，并将差分大幅变化时的阻抗值作为点 P 处的阻抗值进行检测。

[0027] 另外，基于阻抗值的环境温度的检测只是一个例子，也可以通过检测施加不会导致位移的微小电力时的形状记忆合金 1 的阻抗值来检测环境温度，也可以通过在形状记忆

合金 1 的附近设置热敏电阻 (thermistor)、热电偶 (thermocouple) 等温度传感器来检测环境温度。

[0028] 返回到图 2, 设定部 12, 通过利用作为表示用于定位可动部 5 的控制值与可动部 5 的位移之间的关系的控制值 - 位移特性、在指定的基准温度下的控制值 - 位移特性来设定控制值, 将可动部 5 定位到目标位置。这里, 较为理想的是, 采用假定摄像装置所使用的环境下的平均气温作为基准温度。

[0029] 补正部 13 基于由温度检测部 11 检测到的环境温度来补正控制值, 以便修正由环境温度下的控制值 - 位移特性与基准温度下的控制值 - 位移特性之间的偏差所引起的可动部 5 偏离目标位置的位置偏移。

[0030] 图 4 是表示可动部 5 的控制值 - 位移特性的图示, 实线表示基准温度时的控制值 - 位移特性, 虚线表示驱动时的控制值 - 位移特性。如图 4 所示, 可知, 由于环境温度变化而偏离基准温度, 驱动时的控制值 - 位移特性相对于基准温度时的控制值 - 位移特性产生偏差。

[0031] 这样的控制值 - 位移特性的变化被认为是由于环境温度引起的移动机构部的线膨胀系数等的变化而产生。并且, 欲将可动部 5 定位在位置 P1 时, 如果设定部 12 利用基准温度下的控制值 - 位移特性来设定控制值, 则 Cval1 被设定为控制值, 可动部 5 不是被定位在位置 P1, 而被定位在位置 P1'。

[0032] 于是, 补正部 13 补正控制值, 使控制值成为在驱动时的控制值 - 位移特性中的位置 P1 处的控制值即 Cval1' 而不是 Cval1。具体而言, 补正部 13 通过公式 (1) 所示的运算来补正控制值, 其中, 公式 (1) 中使用驱动时的环境温度 and 基准温度之间的差分乘以指定的温度系数所得的值。

$$[0033] \quad Cval' = Cval + a \cdot \Delta T \quad (1)$$

[0034] 其中, Cval' 是补正后的控制值, Cval 是补正前的控制值, a 是预先设定的第一温度系数, ΔT 是基准温度和环境温度之间的差分。

[0035] 由此, 补正部 13 能够补正控制值, 从而修正由环境温度下的控制值 - 位移特性与基准温度下的控制值 - 位移特性之间的偏移成分 (offset component) 的偏差引起的可动部 5 偏离目标位置的位置偏移。

[0036] 这里, 较为理想的是, 第一温度系数 a 采用基于环境温度 and 移动机构部的线膨胀系数之间的关系, 通过实验预先计算出的值。

[0037] 另外, 补正部 13 也可以通过公式 (2) 所示的运算来补正控制值。

$$[0038] \quad Cval' = Cval \cdot \beta \cdot \Delta T \quad (2)$$

[0039] 其中, β 是预先设定的第二温度系数。

[0040] 由此, 补正部 13 能够补正控制值, 从而修正由环境温度下的控制值 - 位移特性与基准温度下的控制值 - 位移特性之间的倾斜成分 (inclination component) 的偏差引起的可动部 5 偏离目标位置的位置偏移。

[0041] 这里, 较为理想的是, 第二温度系数 β 与第一温度系数 a 同样, 采用基于环境温度 and 移动机构部的线膨胀系数之间的关系, 通过实验预先计算出的值。

[0042] 另外, 补正部 13 也可以通过公式 (3) 所示的运算来补正控制值。

$$[0043] \quad Cval' = Cval \cdot \beta \cdot \Delta T + a \cdot \Delta T \quad (3)$$

[0044] 由此,补正部 13 能够补正控制值,从而修正由环境温度下的控制值-位移特性与基准温度下的控制值-位移特性之间的偏移成分和倾斜成分的偏差引起的可动部 5 偏离目标位置的位置偏移。

[0045] 返回到图 2,驱动部 20 通过向形状记忆合金 1 提供与由设定部 12 设定的控制值相对应的驱动电力,使形状记忆合金 1 伸缩,以对可动部 5 进行定位。具体而言,驱动部 20 确定与由阻抗检测部 30 检测到的形状记忆合金 1 的阻抗值相对应的控制值,并且调节驱动电路使所确定的控制值成为由设定部 12 设定的控制值。另外,由于形状记忆合金 1 的阻抗值随着位移而变动,因此能够通过检测形状记忆合金 1 的阻抗值来确定形状记忆合金 1 的位移。

[0046] 另外,驱动部 20 可以通过电压、电流或者 PWM 信号向形状记忆合金 1 提供驱动电力。这里,在电压的情况下,驱动部 20 可以调节向形状记忆合金 1 输出的电压,以使形状记忆合金 1 的阻抗值成为由设定部 12 设定的阻抗值。另外,在电流的情况下,驱动部 20 可以调节向形状记忆合金 1 输出的电流,以使形状记忆合金 1 的阻抗值成为由设定部 12 设定的阻抗值。此外,在 PWM 信号的情况下,驱动部 20 可以调节向形状记忆合金 1 输出的 PWM 信号的占空比,以使形状记忆合金 1 的阻抗值成为由设定部 12 设定的阻抗值。

[0047] 阻抗检测部 30 例如具备连接在形状记忆合金 1 的一端的惠斯登电桥 (Wheatstone bridge),通过检测流经形状记忆合金 1 的电流值和电压值来计算形状记忆合金 1 的阻抗值。这里,在形状记忆合金 1 被定电流控制时,也可以检测形状记忆合金 1 的电压值来作为阻抗值。另外,形状记忆合金 1 的另一端接地。

[0048] 接着,说明本驱动装置的动作。首先,设定部 12 利用基准温度时的控制值-位移特性设定针对目标位置的控制值 (C_{val})。接着,补正部 13 将由温度检测部 11 检测到的环境温度和由设定部 12 设定的控制值 (C_{val}) 代入公式 (1) 至 (3) 中的任意之一来补正控制值 (C_{val}),计算出控制值 (C_{val}')。接着,设定部 12 将由补正部 13 计算出的控制值 (C_{val}') 输出至驱动部 20。

[0049] 接着,驱动部 20 调节驱动电力直到由阻抗检测部 30 检测到的形状记忆合金 1 的阻抗值成为与控制值 (C_{val}') 相对应的阻抗值,并将形状记忆合金 1 的位置当作目标位置。由此可动部 5 被定位在目标位置。

[0050] 这里,设定部 12 所采用的控制值-位移特性是在设计阶段得到的设备共同的控制值-位移特性。即,采用对于应用本驱动装置的所有的产品为共同的控制值-位移特性。

[0051] 另一方面,由于移动机构部的线膨胀系数等因个体的不同而呈现差异,因此控制值-位移特性也因个体的不同而呈现差异。因此,如果设定部 12 利用设备共同的控制值-位移特性设定控制值,则因自身的控制值-位移特性与设备共同的控制值-位移特性之间的偏差,会导致无法将可动部 5 定位到目标位置。

[0052] 于是,较为理想的是,第一温度系数 a 采用实验获得的能够修正设备共同的控制值-位移特性与自身的控制值-位移特性之间的偏差所引起的可动部 5 偏离目标位置的位置偏移的值。

[0053] 图 5 是表示基准温度下的设备共同的控制值-位移特性和自身的控制值-位移特性的图示,虚线表示设备共同的控制值-位移特性,实线表示自身的控制值-位移特性。如图 5 所示,可知设备共同的控制值-位移特性和自身的控制值-位移特性有偏差。

[0054] 于是,例如,在出厂前,对每个驱动装置,在基准温度下计测相对指定的第一位置 P1 的控制值和相对指定的第二位置 P2 的控制值,并通过用直线连接得到的两个点来计算自身的控制值 - 位移特性。这里,也可以通过用直线连接 P1、P2 以外的位置的点求出自身的控制值 - 位移特性。

[0055] 然后,可以求出设备共同的控制值 - 位移特性与自身的控制值 - 位移特性之间的偏移成分及倾斜成分中的至少其中之一的偏差,并求得能够补正控制值的第一温度系数 α 及第二温度系数 β ,以便修正由该偏差引起的位置偏移。

[0056] 例如,在图 5 中,当设定部 12 为了将可动部 5 定位到第一位置 P1 而将控制值设定为 C_{val1} 时,可以求出第一温度系数 α ,以便将 C_{val1} 补正到作为相对自身的控制值 - 位移特性中的第一位置 P1 的控制值的 C_{val1}' 。

[0057] 另外,在图 1 所示的可动部 5 的上侧设置挡块的情况下,如图 6 所示,形状记忆合金 1 的位移 - 阻抗特性以 L 字形的曲线发生变化,出现位移恒定而阻抗值变化的区域。这是因为,在可动部 5 接触挡块的状态下,即使为了使可动部 5 进一步向上侧移动而提高形状记忆合金 1 的阻抗值,可动部 5 的移动也被挡块所限制。此时,温度检测部 11 检测形状记忆合金 1 开始位移的拐点 P,并根据该拐点 P 和基准温度下的拐点 P 计算环境温度即可。

[0058] 这样,根据本驱动装置,由于基于环境温度来补正控制值,以便修正由环境温度下的控制值 - 位移特性与基准温度下的控制值 - 位移特性之间的偏差所引起的可动部偏离目标位置的位置偏移,因此,即使环境温度变化也能够将可动部 5 定位到目标位置。

[0059] 上述的驱动装置的技术特征总结如下。

[0060] (1) 上述驱动装置包括:可动部;检测环境温度的温度检测部;具备形状记忆合金并利用所述形状记忆合金使所述可动部移动的移动机构部;利用表示用于定位所述可动部的控制值与所述可动部的位移之间的关系的在指定的基准温度下的控制值 - 位移特性来设定控制值的设定部;向所述形状记忆合金提供与所述控制值相对应的驱动电力,通过使所述形状记忆合金伸缩来定位所述可动部的驱动部;基于由所述温度检测部检测到的环境温度补正所述控制值,从而修正由所述环境温度下的控制值 - 位移特性与所述基准温度下的控制值 - 位移特性之间的偏差所引起的所述可动部偏离目标位置的位置偏移的补正部。

[0061] 根据该结构,由于能够基于环境温度补正控制值,从而修正由环境温度下的控制值 - 位移特性与基准温度下的控制值 - 位移特性之间的偏差所引起的可动部偏离目标位置的位置偏移,因此,即使环境温度变化也能够将可动部定位到目标位置。

[0062] (2) 较为理想的是,所述补正部补正所述控制值,从而修正由所述环境温度下的控制值 - 位移特性与所述基准温度下的控制值 - 位移特性之间的倾斜成分及偏移成分的至少其中之一的偏差所引起的所述可动部偏离目标位置的位置偏移。

[0063] 根据该结构,能够补正控制值,以修正由环境温度下的控制值 - 位移特性与基准温度下的控制值 - 位移特性之间的倾斜成分及偏移成分的至少其中之一的偏差所引起的可动部偏离目标位置的位置偏移。

[0064] (3) 另外,较为理想的是,所述补正部基于所述环境温度与所述基准温度的差分乘以指定的温度系数所得的值来补正所述控制值。

[0065] 根据该结构,由于基于环境温度与基准温度的差分乘以指定的温度系数所得的值来补正控制值,因此能够精确地定位可动部。

[0066] (4) 另外,较为理想的是,所述温度系数是基于由所述温度检测部检测到的环境温度与所述移动机构部的线膨胀系数之间的关系预先计算出的值。

[0067] 根据该结构,由于基于环境温度与移动机构部的线膨胀系数之间的关系确定温度系数,因此能够精确地定位可动部。

[0068] (5) 较为理想的是,所述设定部利用在所述基准温度下的设备共同的控制值-位移特性来设定控制值,所述温度系数被设定为修正由所述设备共同的控制值-位移特性与自身的控制值-位移特性之间的偏差引起的所述可动部偏离目标位置的位置偏移的值。

[0069] 根据该结构,由于温度系数被设定用以修正由设备共同的控制值-位移特性与自身的控制值-位移特性之间的偏差引起的可动部偏离目标位置的位置偏移,因此能够精确地定位可动部。

[0070] (6) 较为理想的是,所述自身的控制值-位移特性通过计测在指定的第一位置时的控制值和在与所述第一位置不同的第二位置时的控制值而得到。

[0071] 根据该结构,由于自身的控制值-位移特性通过计测在指定的第一位置时的控制值和在与第一位置不同的第二位置时的控制值而得到,因此通过在两个点进行计测能够获得自身的控制值-位移特性。

[0072] (7) 较为理想的是,所述温度检测部基于所述形状记忆合金的阻抗值来检测所述环境温度。根据该结构,即使不另外设置温度检测部,也能够检测环境温度。

[0073] (8) 较为理想的是,所述温度检测部检测所述形状记忆合金实际开始位移时的阻抗值,并基于检测到的阻抗值与在所述基准温度下所述形状记忆合金开始位移时的阻抗值之间的偏差,检测所述环境温度。

[0074] 根据该结构,由于检测形状记忆合金开始位移时的阻抗值,并基于检测到的阻抗值与基准温度下的形状记忆合金开始位移时的阻抗值之间的偏差,检测环境温度,因此能够利用形状记忆合金精确地检测环境温度。

[0075] (9) 较为理想的是,所述驱动部通过电压、电流或者 PWM 信号提供所述驱动电力。根据该结构,使用电压、电流或者 PWM 信号向形状记忆合金提供驱动电力。

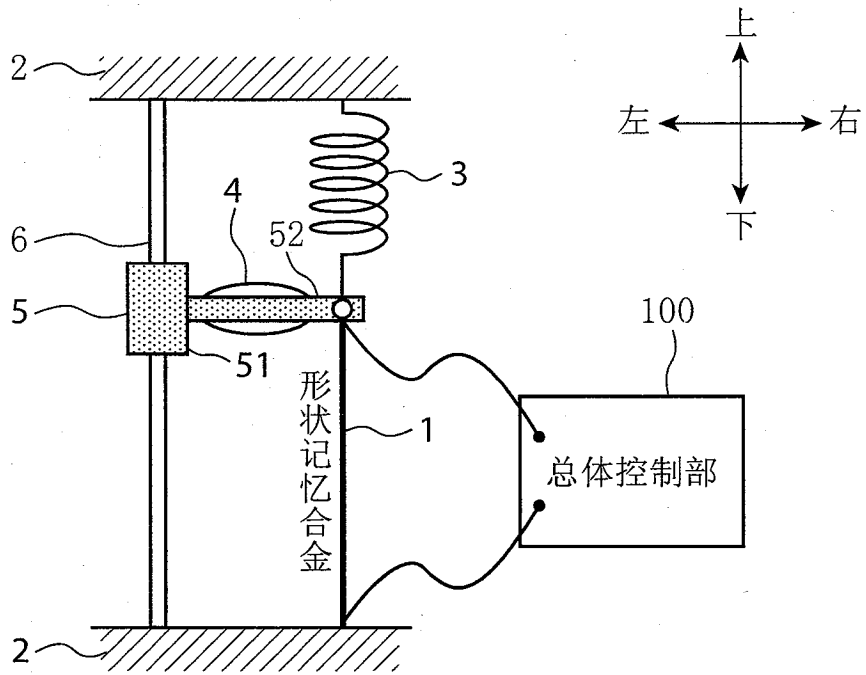


图 1

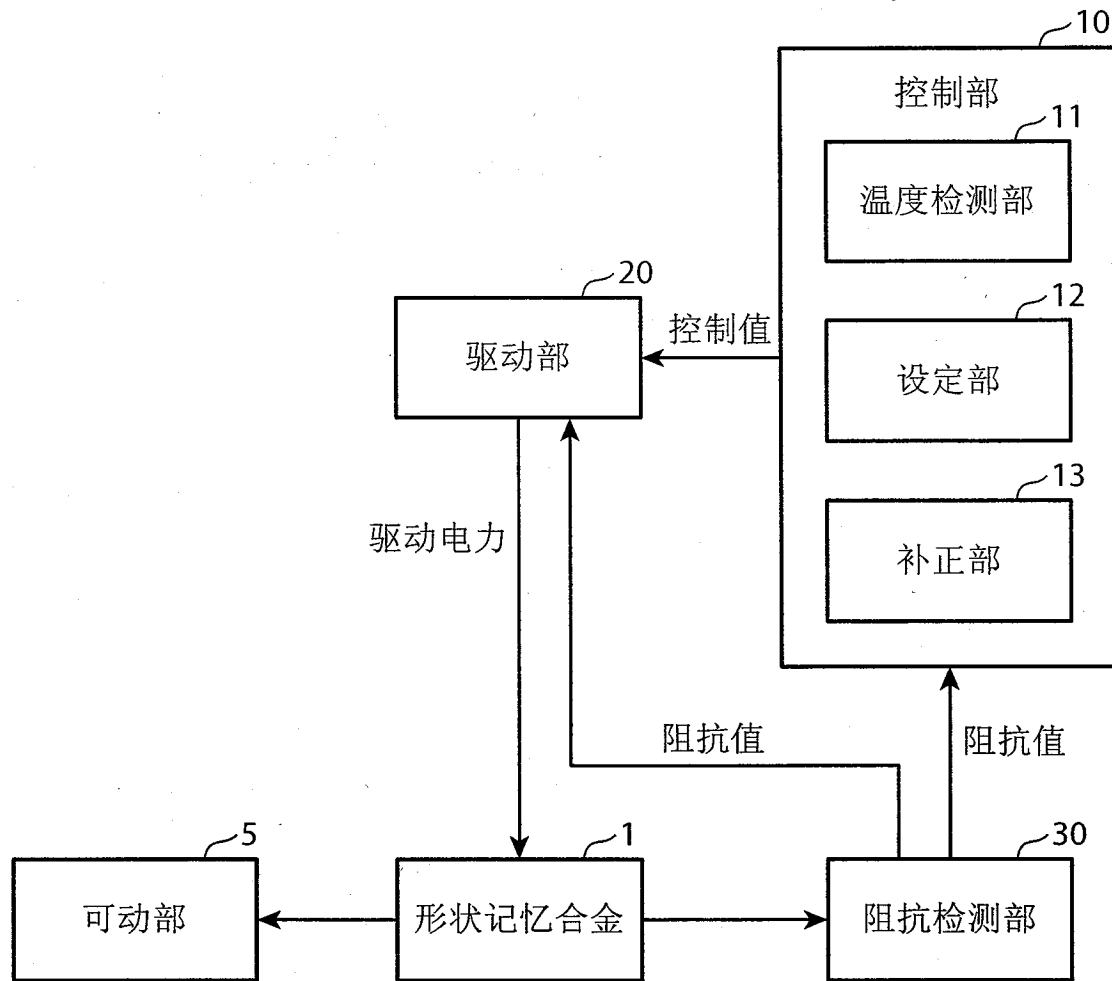


图 2

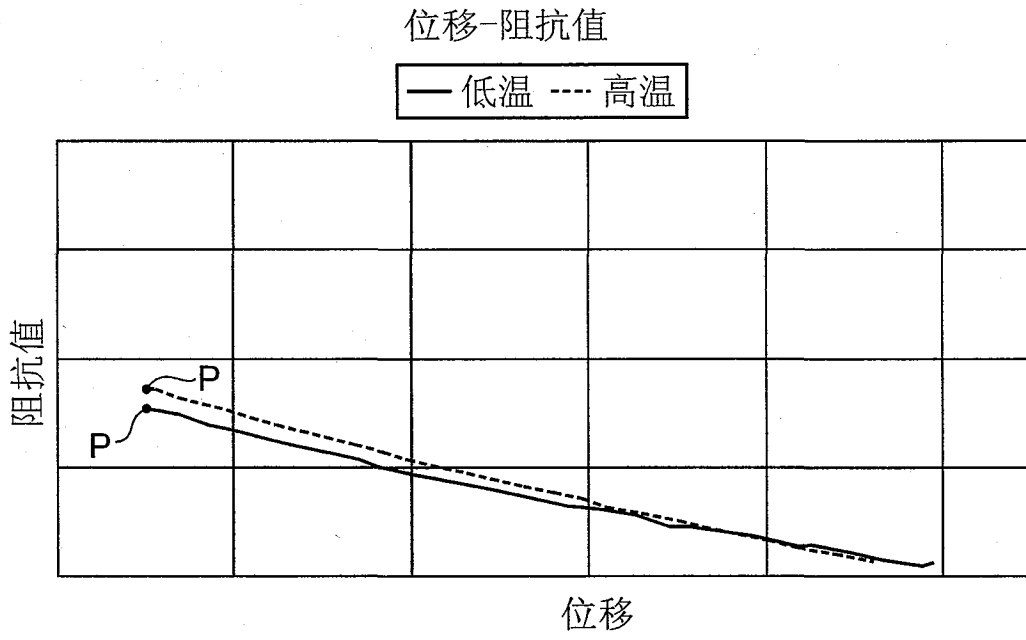


图 3

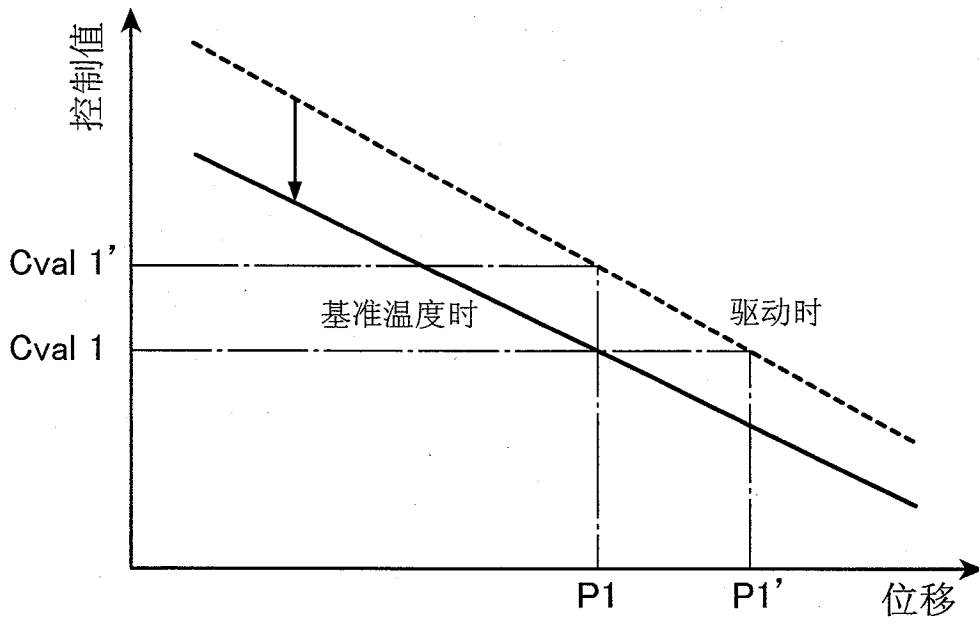


图 4

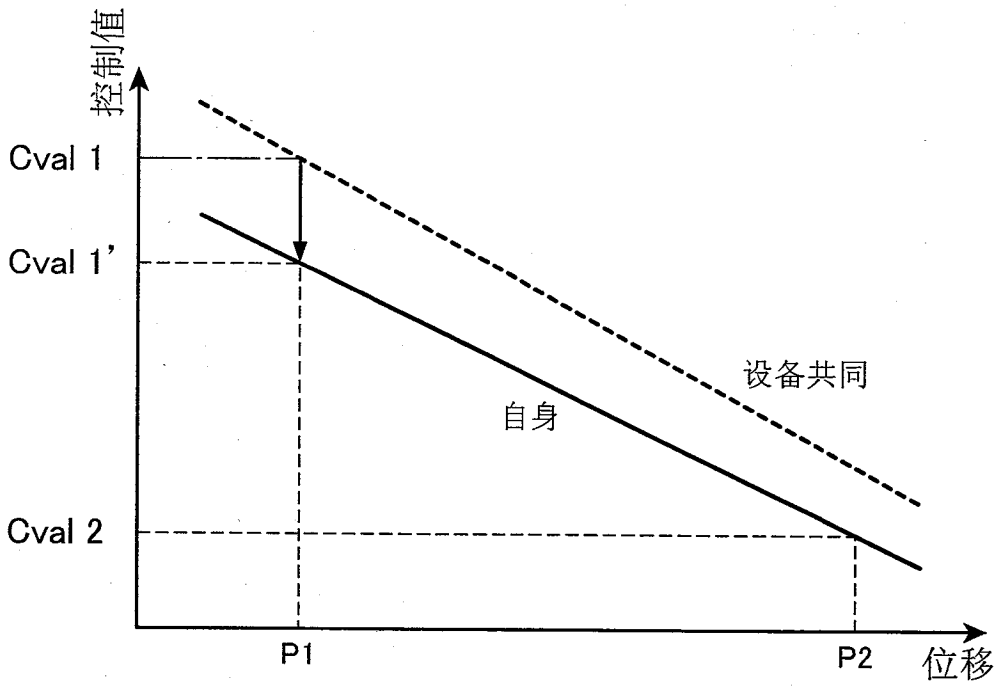


图 5

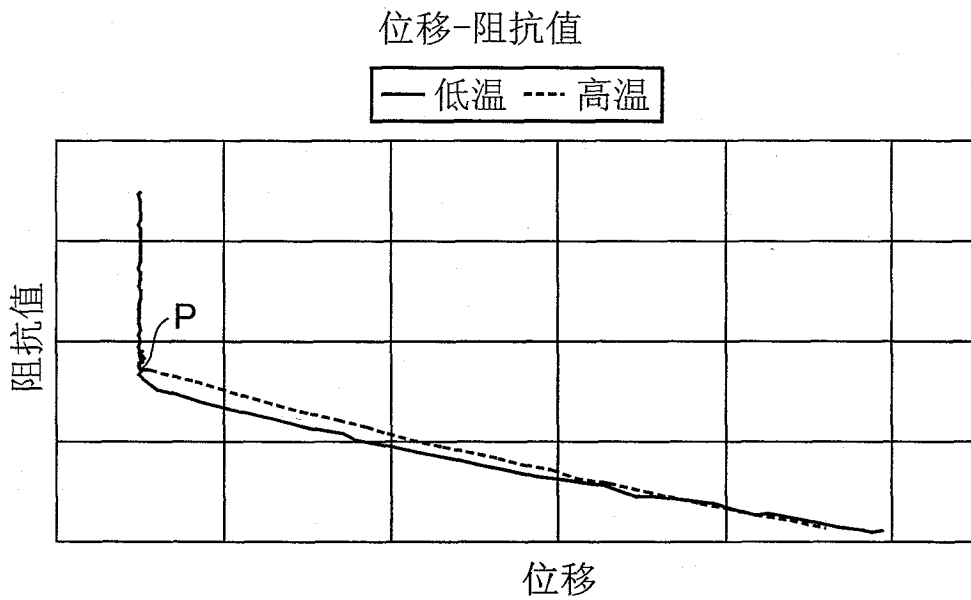


图 6