

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02H 7/085

G01R 33/02 H02H 3/08



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02805042.8

[43] 公开日 2004年4月21日

[11] 公开号 CN 1491470A

[22] 申请日 2002.2.14 [21] 申请号 02805042.8

[30] 优先权

[32] 2001.2.16 [33] JP [31] 40264/2001

[86] 国际申请 PCT/JP02/01237 2002.2.14

[87] 国际公布 WO02/065608 日 2002.8.22

[85] 进入国家阶段日期 2003.8.15

[71] 申请人 富士电机株式会社

地址 日本神奈川县川崎市

[72] 发明人 工藤高裕 北出雄二郎 石川公忠

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

司

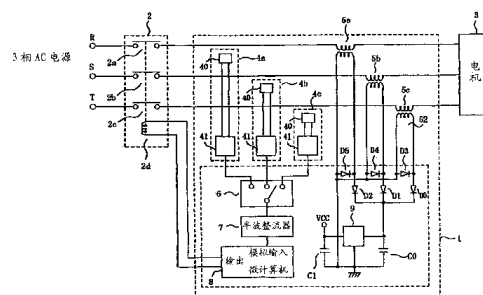
代理人 李 辉

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 14 页

[54] 发明名称 使用磁阻抗元件的过载电流保护设备

[57] 摘要

一种过载电流保护设备，用于在发生过载时通过接触器(开关)(2)切断从电源提供给诸如电动机的负载(3)的电源。在这种配置中，使用具有磁阻抗效应的元件(40)作为电流检测单元(4a、4b和4c)，从而通过消除铁芯导致的磁饱和而扩展了电流检测范围，避免了传统电流互感器的问题，提供了一种低成本的具有宽电流检测范围的过载电流保护设备。



ISSN 1008-4274

1. 一种过载电流保护设备，其具有：开关，用于提供或切断从电源到负载的电流；电流检测器，用于检测电流；以及控制电源，用于向该设备的各个单元供电，所述过载电流保护设备在发生电流过载时切断向负载提供的电流，其特征在于

电流检测器由具有磁阻抗效应的磁阻抗元件构成，且使用磁阻抗元件检测由电流产生的磁通。

2. 一种过载电流保护设备，其具有：开关，用于供给或切断从电源到负载的多相电流；多个电流检测器，用于检测各相的多相电流；以及控制电源，用于向该设备的各个单元供电，所述过载电流保护设备在发生电流过载时切断向负载提供的电流，其特征在于

所述的多个电流检测器各由具有磁阻抗效应的磁阻抗元件构成，且使用磁阻抗元件检测由电流产生的磁通。

3. 根据权利要求1或2所述的设备，其特征在于

提供了用于传导电流的配线和安装配线的基板，磁阻抗元件位于基板上靠近配线的位置，从而磁阻抗元件可以直接检测由电流产生的磁通。

4. 根据权利要求1至3中任何一项所述的设备，其包含

电流施加单元，用于向磁阻抗元件施加高频电流；检测单元，用于检测磁阻抗元件的输出；修正单元，用于修正检测结果；磁场施加单元，用于向磁阻抗元件施加偏置磁场；磁场变化单元，用于改变偏置磁场的中值；以及控制单元，用于控制所述中值的变化，该设备的特征在于，改变偏置磁场的中值，检测输出，并根据检测结果对输出进行修正。

5. 根据权利要求4所述的设备，其特征在于

磁场施加单元由偏置线圈和振荡单元构成。

6. 根据权利要求4或5所述的设备，其特征在于

磁场变化单元由偏移线圈和恒流发生单元构成。

7. 根据权利要求4或5所述的设备，其特征在于

磁场变化单元由恒流发生单元、切换单元和加法单元构成，并且偏

置线圈被施加有恒定电压。

8. 根据权利要求 1 所述的设备，其特征在于
两个磁阻抗元件的位置配置为：响应于电流产生的磁通的输出的绝对值相等而极性相反，根据两个磁阻抗元件的输出差值计算结果来检测
5 电流。

9. 根据权利要求 1 所述的设备，其特征在于
两个磁阻抗元件的位置配置为：响应于电流产生的磁通的输出的绝对值相等且极性相同，根据两个磁阻抗元件的输出和值计算结果来检测
10 电流。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的设备，其特征在于
为传导电流的配线和两个磁阻抗元件提供了用于隔绝外部磁场的屏蔽。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任何一项所述的设备，其特征在于
控制电源由以下部件构成：电源变压器，其具有插入在从电源到负
15 载的电流供应路径中的初级绕组和与初级绕组电连接的次级绕组；电容器，用于存储电源变压器的次级绕组的电流；以及电压调节器。

12. 根据权利要求 2 至 10 中任何一项所述的设备，其特征在于
控制电源由以下部件构成：电源变压器，其具有多个初级绕组和次
级绕组，每相的每个初级绕组缠绕在铁芯上，插入在从电源到负载的电
20 流供应路径中；电容器，用于存储电源变压器的次级绕组的电流；以及
电压调节器，其中，各相的初级绕组的圈数不同。

使用磁阻抗元件的过载电流保护设备

5 技术领域

本发明涉及一种过载电流保护设备，用于检测流经导体的电流，并在电流超过一个预定阈值时切断电流，例如，能够控制提供给电动机的电源的过载电流保护设备。

10 背景技术

一般来说，例如，这种类型的过载电流保护设备检测到通过接触器流向三相电动机的电流超过一个安全阈值时，就根据检测结果切断流向电动机的电流，这是通过使电动机的全部或部分电流流经一个双金属元件而实现的。即，若向由双金属片制成的开关施加电流，该双金属片根据电流大小而被加热，且电动机电流超过安全阈值一段预定时间后，该双金属片受热弯曲，从而开关的触点置于断开状态，供给接触器的控制输入端的电流也被停止。然而，在使用该开关的系统中，当开关进入断开状态时难以调节电流，导致系统长时间处于错误状态。

为解决上述问题，可以由电子方式来执行传统上由双金属开关实现的功能。使用电子设备可以提供可靠的、容易调节的设备。但是，由于这种电子系统需要复杂的电路，因此需要多个部件，诸如恒压电源等，通过适当地检测电流来操作接触系统。此外，把电流检测变压器（称为CT）用作电流检测单元，这将导致由于铁芯产生磁饱和而不能获得宽的电流检测范围的问题。还有一种使用磁阻元件的方法。但是，由于其灵敏度低，所以需要铁芯，因此和上述CT一样不能获得宽的电流检测范围。另外，由于磁阻元件受温度影响而波动很大，元件间的差异性很大，且受干扰噪声的影响，从而产生了高精度设备需要高成本的问题。

因此，本发明的目的在于提供一种低成本、高精度的过载电流保护设备，其能够扩展电流检测范围而不需要恒压电源等，也不会由于干扰

噪声等环境特征和时间的变化而降低精度。

发明内容

为解决上述问题，在根据权利要求 1 所述的发明中，一种过载电流
5 保护设备具有：开关，用于提供或切断从电源到负载的电流；电流检测器，用于检测电流；以及控制电源，用于向设备的各个单元供电，该过载电流保护设备在发生电流过载时切断向负载提供的电流，电流检测器由具有磁阻抗效应的磁检测元件构成，并使用磁阻抗元件检测电流产生的磁通。

10 在根据权利要求 2 所述的发明中，一种过载电流保护设备具有：开关，用于供给或切断从电源供给负载的多相电流；多个电流检测器，用于检测各相的多相电流；以及控制电源，用于向设备的各个单元供电，该过载电流保护设备在发生电流过载时切断向负载提供的电流，该多个
15 电流检测器各由具有磁阻抗效应的磁检测元件构成，并使用磁阻抗元件检测电流产生的磁通。

根据权利要求 1 或 2 所述的发明具有用于传导电流的配线和安装配线的基板，其中，磁阻抗元件位于基板上靠近配线的位置，从而磁阻抗元件可以直接测量电流产生的磁通（根据权利要求 3 所述的发明）。

在根据权利要求 1 到 3 中任何一项所述的发明中，该设备还包括：
20 电流施加单元，用于向磁阻抗元件施加高频电流；检测单元，用于检测磁阻抗元件的输出；修正单元，用于修正检测结果；磁场施加单元，用于向磁阻抗元件施加偏置磁场；磁场变化单元，用于改变偏置磁场的中值；以及控制单元，用于控制所述中值的变化。通过这种配置，可以改变偏置磁场的中值，检测输出，并可以根据检测结果对输出进行修正（根
25 据权利要求 4 所述的发明）。

在根据权利要求 4 所述的发明中，磁场施加单元可由偏置线圈和振荡单元构成（根据权利要求 5 所述的发明）。

在根据权利要求 4 或 5 所述的发明中，磁场变化单元可由偏置线圈和恒流发生单元构成（根据权利要求 6 所述的发明），或磁场变化单元可

由恒流发生单元、开关单元和加法单元构成，其中，可以向偏置线圈施加一个恒定电压（根据权利要求7所述的发明）。

在根据权利要求1所述的发明中，两个磁阻抗元件的安装位置使得：响应于电流产生的磁通的输出的绝对值相等且极性彼此相反，可以根据
5 两个磁阻抗元件的输出差的计算结果而检测出电流（根据权利要求8所述的发明），或者两个磁阻抗元件的安装位置使得：响应于电流产生的磁通的输出的绝对值相等且极性相同，可以根据两个磁阻抗元件的输出差的计算结果而检测出电流（根据权利要求9所述的发明）。

在根据权利要求8或9所述的发明中，可以为传导电流的配线和两个
10 磁阻抗元件提供用于隔绝外部磁场的屏蔽（根据权利要求10所述的发明）。

在根据权利要求1到10中任何一项所述的发明中，控制电源包含：电源变压器，其具有插入在从电源到负载的电流供应路径中的初级绕组和与初级绕组电连接的次级绕组；电容器，用于存储电源变压器的次级
15 绕组的电流；以及电压调节器（根据权利要求11所述的发明）。

在根据权利要求1到10中任何一项所述的发明中，控制电源可包含：电源变压器，其具有多个初级绕组和次级绕组，每相的初级绕组缠绕在铁芯上，插入在从电源到负载次级绕组的电流供应路径中；电容器，用于存储电源变压器的次级绕组的电流；以及电压调节器，其中，各相中
20 每相的初级绕组的圈数不同（根据权利要求12所述的发明）。

附图说明

图1是一个框图，显示了根据本发明的第一实施例；
图2是一个平面图，显示了图1所示的MI元件的配置实例；
25 图3是一个框图，显示了图1所示的检测电路的实例；
图4显示了图3所示的恒流电路的电路实例；
图5显示了检测MI元件的输出灵敏度的方法；
图6是一个框图，显示了另一种检测电路的实例；
图7是一个平面图，显示了MI元件单元的配置的另一种实例；

- 图 8 显示了图 6 所示用于偏置的振荡电路的电路实例；
图 9 是一个斜视图，显示了 MI 元件单元的另一种配置实例；
图 10 是一个示意图，显示了流经图 9 中相邻配线的电流的影响；
图 11 是一个平面图，显示了 MI 元件单元的磁场屏蔽的实例；
5 图 12 是一个框图，显示了检测电路的另一种实例；
图 13 是一个框图，显示了本发明的第二实施例；以及
图 14 显示了控制电源单元的另一种配置实例。

具体实施方式

- 10 图 1 显示了本发明一个实施例的系统配置。

标号 R、S 和 T 表示电源线，其与未在附图中显示的三相交流电源相连，并通过三相接触器（开关）2 和三个电源变压器 5a、5b 和 5c 与电动机 3 相连。在三相接触器 2 和三个电源变压器 5a、5b 和 5c 之间为每一相设置了电流检测器 4a、4b 和 4c。接触器 2 包含触点 2a、2b 和 2c，每个触点通过不同电源线经过各个电源变压器 5a、5b 和 5c 的初级绕组连接至电动机 3。这组触点机械连接，从而由电磁线圈 2d 同时操作。电磁线圈 2d 与微计算机 8 的数字输出端相连。由微计算机 8，电流检测器 4a、4b 和 4c，电源变压器 5a、5b 和 5c 等构成的控制电路形成了电子过载继电器 1。

- 20 通过切换器 6 顺序对电流检测器 4a、4b 和 4c 的输出进行切换。通过半波整流器 7，把切换器 6 选择的电流检测器 4a、4b 和 4c 的输出连接到微计算机 8 的模拟输入端。

通过整流二极管 D0、D1 和 D2 把电源变压器 5a、5b 和 5c 的次级绕组连接至第一电容器 C0，从而形成了控制电源。该第一电容器 C0 连接在电压调节器 9 的正输入端和地之间，第二（稳定）电容器 C1 连接在电压调节器 9 的正输出端和地之间，从而可以由电压调节器 9 提供恒定电平的电压 V_{cc} 作为控制电源。标号 D3、D4 和 D5 表示保护二极管。

下面参考图 2 和图 3 描述由电流检测元件 40 和检测电路 41 构成的电流检测器 4a、4b 和 4c 的实际配置。由于电流检测器 4a、4b 和 4c 的

配置相同，下面描述其中的一个，作为代表性配置。

如图 2 所示，磁阻抗元件 (MI) 元件 40 具有磁阻抗效应，配线 200 传导特定相的电流。标号 401 表示偏置线圈，标号 402 表示偏移线圈，标号 403 表示绕线架。MI 元件 40 可以是，例如，日本专利申请公开特开
5 平 6-281712 中公布的无定型导线，或日本专利申请公开特开平 8-330645 中公布的薄膜。

图 3 显示了检测电路的实例。

图 3 中，振荡电路 411 向 MI 元件 40 施加高频电流，振荡电路 412 (或恒流电路) 驱动偏置线圈 401，恒流电路 413 (用于偏置偏移) 驱动
10 偏移线圈 402，控制电路 414 控制是否对偏置进行偏移，标号 R1 和 R2 表示电阻器，标号 C2 表示电容器，从而形成了驱动单元。

另一方面，由检测电路 415、保持电路 416a 和 416b、差动放大电路 417 等构成了检测单元。

通过上述配置，振荡电路 412 驱动偏置线圈 401，恒流电路 413 驱
15 动偏移线圈 402，振荡电路 411 向 MI 元件 40 施加高频电流，从而改变 MI 元件 40 的阻抗。检测电路 41 中的检测电路 415 检测这种变化，保持电路 416a 和 416b 分别保持所检测的波形的正 (+) 侧和负 (-) 侧，差动放大电路 417 检测其中的差值。

如图 4 所示，用于驱动偏移线圈的恒流电路由 (例如) 恒流电路 CC
20 和电流镜 CM 构成。若恒压二极管 ZD 的参考电压由 V_{ref} 表示，电阻值由 R_{ref} 表示，则可通过下式获得施加给偏移线圈 402 的电流 I 。

$$I = V_{ref} / R_{ref}$$

图 5 显示了检测 MI 元件 40 的输出灵敏度的方法，其中，外部磁场为 0，且施加了 AC 偏置。

25 在图 5 的 (a) 和 (b) 所示的情况 1 中，偏置磁场的中值为 0，保持电路 416a 和 416b 的输出彼此相等，差动放大电路 417 的输出为 0。

在图 5 的 (c) 和 (d) 所示的情况 2 中，偏置磁场的中值移动了 ΔH 。于是，保持电路 416a 和 416b 的输出差为 ΔV ，差动放大电路 417 的输出为 $\alpha \times \Delta V$ (α 表示差动放大电路的增益)。因此，磁性传感器 (MI 元件)

的灵敏度可表示为 $\Delta V/\Delta H$ 。

这表明，通过把偏置磁场的中值改变一个已知值，可以通过获取输出电压而自动地检测磁性传感器（MI 元件）的检测灵敏度。因此，虽然传感器的检测灵敏度随环境变化和时间变化等而改变，但通过图 5 所示的方法可以获得传感器的检测灵敏度，从而可以自动地进行修正。

在上面的描述中外部磁场为 0。但是，当施加了任意磁场时，偏置磁场中值仅改变该已知偏移值时所获得的磁性传感器检测灵敏度与图 5 所示的检测灵敏度相比保持不变。虽然在上述情况中施加了 AC 偏置，但可以通过施加 DC 偏置而检测并修正传感器的检测灵敏度。

10 图 6 显示了检测电路的另一个实例。

在图 2 和图 3 中，使用偏移线圈施加偏移磁场，以改变偏置磁场的中值。该实例的特征在于：改变用于驱动偏置线圈的振荡脉冲的直流电流。在图 6 及后图中省略了用于偏置移动的恒流电路，在图 7 和后图的磁性传感器中省略了图 2 所示的偏移线圈。

15 因此，如图 8 所示，例如，用于偏置的振荡电路由几十 KHz 的振荡电路 OS、恒压电路 CV、切换器 SW 以及加法电路 AD 构成。由于切换器 SW 通常接地为零电势，虽然振荡电路 OS 的偏移量为 0，当切换器 SW 由控制电路 414a 连接到恒压电路 CV 时，来自振荡电路 OS 的脉冲和来自恒压电路 CV 的偏移电压在加法电路 AD 相加。从而施加了改变偏置磁场中值的
20 偏移磁场。

由于传感器检测灵敏度的自动检测和修正的执行方式与图 2 和图 3 所示的情况相似，这里省略了其说明。

上面叙述了使用一个 MI 元件的系统，但如下所述，可以有两个或多个 MI 元件。在下面的说明中，省略了偏置线圈等，但显然可以使用偏置
25 线圈等。

图 9 显示了配置有两个 MI 元件的实例。图 9 所示的标号 40a 和 40b 表示 MI 元件。标号 200 表示用于传导特定相的电流的配线。标号 300 表示用于安装配线 200 和 MI 元件 40a 和 40b 的基板。标号 41 表示检测电路。

图 10 是示意图,显示了在图 9 所示配置中流经相邻配线的电流的影响,并显示了电流 I1 和另一个电流 I2 彼此相邻流动的情况。假设电流 I1 和 I2 产生的磁通分别由 ϕ_1 和 ϕ_2 表示,且两个 MI 元件上由 ϕ_1 和 ϕ_2 产生的输出电平分别为 S2 和 N2,则两个 MI 元件 40a 和 40b 之间的差动输出可计算如下。

$$\begin{aligned} \text{差动输出} &= 40a \text{ 的输出} - 40b \text{ 的输出} = S2 + N3 - (-S2 + N3) \\ &= 2 \times S2 \quad \dots\dots (1) \end{aligned}$$

因此,可以不受相邻配线 210 的电流 I2 的影响而检测电流 I1。此外,当施加有作为噪声的均匀外部磁场时,在两个 MI 元件上产生大小和符号相同的输出。因此,可以消除外部磁场的影响,如同附近配线的情况一样。

图 11 显示了消除流经相邻配线的电流的影响的另一个实例的配置。

该实例中,与图 11 所示相比,添加了坡莫合金(Permalloy)的屏蔽板 404 作为磁屏蔽。即,如图 9 和 10 所示,可以从逻辑上消除流经相邻配线的电流的影响,但由于两个 MI 元件间灵敏度的差异、位置偏移的影响等,不能完全消除外部磁场的噪声。因此,可以通过磁屏蔽来减少这种影响。

图 12 显示了检测电路的另一个实例。

检测电路 41 使用振荡电路 411a 和分压电阻器 R3 和 R4 向 MI 元件 40a 和 40b 施加高频电流,使用检测电路 415a 和 415b,通过电压的变化而检测 MI 元件 40a 和 40b 由磁场引起的阻抗变化,并使用差动电路 417a 产生与 MI 元件 40a 和 40b 之间的差值成正比的输出,使用放大电路 418 取出这个输出。可用加法电路来替换差动电路 417a,从而与 MI 元件 40a 和 40b 之间的差值成正比的输出可替换为与 MI 元件 40a 和 40b 的和值成正比的输出。

在上述实例中,两个 MI 元件之间的磁场检测方向相同。但是很显然,通过将磁场检测方向设置为彼此相反,并获得两个 MI 元件的输出和,也可以和上述实例一样,检测电流不受干扰噪声的影响。

图 13 显示了本发明的另一个实施例。

图 1 中，每相都提供有电源变压器。但在图 13 中，一个铁芯 53 上有各相的初级绕组 51a、51b 和 51c，通过二极管 D6 从次级绕组 52 施加电源。标号 D7 表示保护二极管。

图 14 显示了使用环形铁芯的实例。这种情况下，选择初级绕组 51a、51b 和 51c 的圈数比例，以便从次级绕组 52 提供适当的电流电平。即，由于当均衡地设定初级绕组的圈数时不产生磁通，所以圈数设置为彼此不同。

在上述实例中应用了三相交流电。但是，考虑到单相交流电对应于三相交流电中的其中一相，很明显，也可以适当地应用单相交流电。

10 根据本发明，可以实现下述优点。

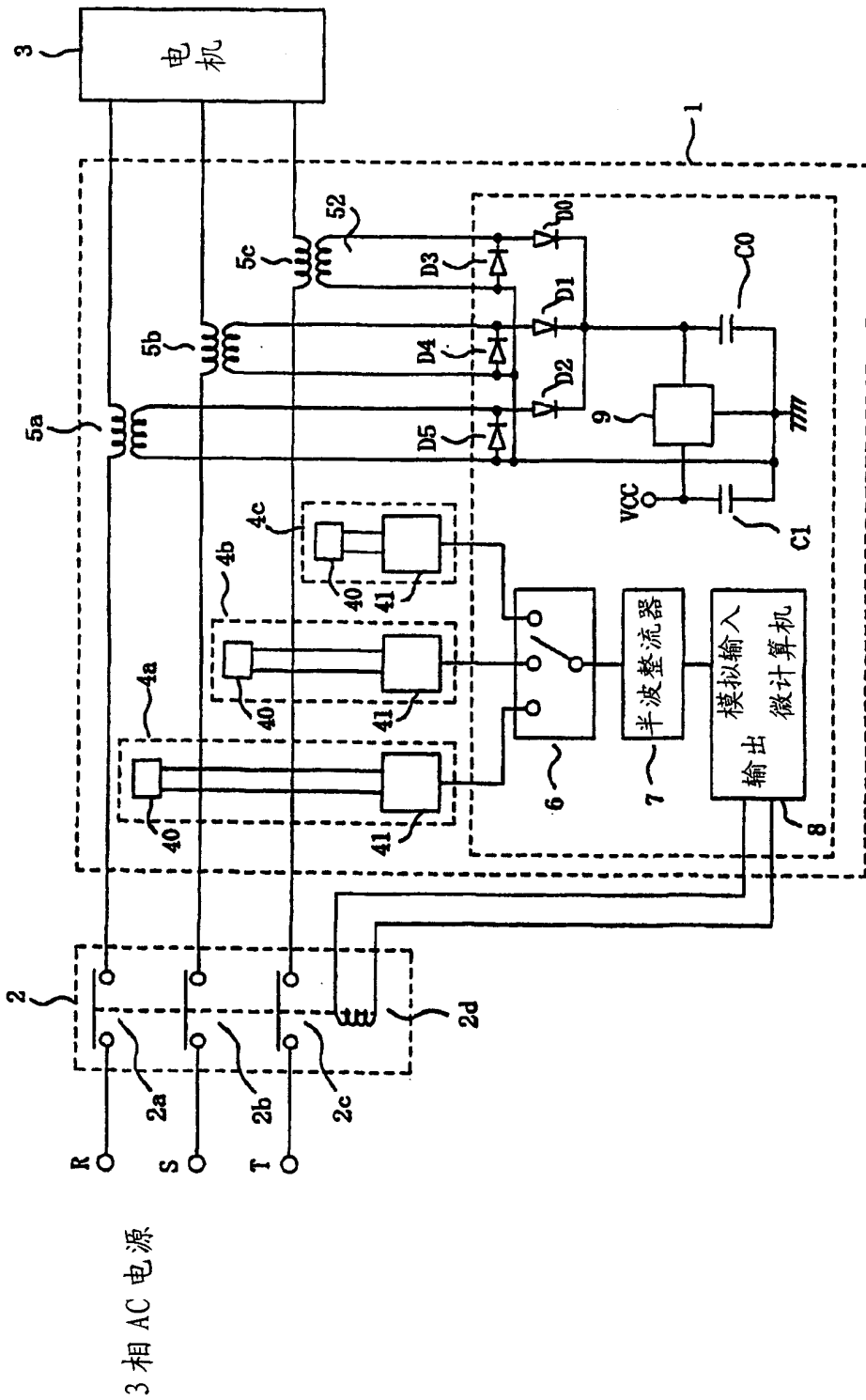
1) 由于使用了具有磁阻抗效应的磁检测元件，所以不会出现由广泛使用的电流检测变压器所导致的铁芯磁饱和，从而扩展了电流检测范围。

2) 使用磁阻抗元件，把偏置磁场的中值变化一个已知量，并检测输出电压，这使得自动检测传感器的灵敏度成为可能。因此，可以对随环境特征和时间改变的传感器检测灵敏度进行自动修正。因此，可以提供高精度的设备，其不因为环境特征和时间的改变而降低精度。

3) 由于不需要从外部提供控制电源，这种设备可以适当地以低的总成本用作通用设备。

4) 当控制电源使用多相交流电时，不需要为每相提供电源变压器，即，最少可以提供一个电源变压器。因此，所需的单元数目可以更少，可以降低总成本。

5) 若两个磁检测元件的输出的绝对值相等，作为由电流产生的磁通值，且可以在极性相反的位置上检测到两个元件之间的差值，则可以消除由外部磁场和流经相邻配线的电流所引起的磁场的影响，可以提供抗环境干扰性能优异的设备。



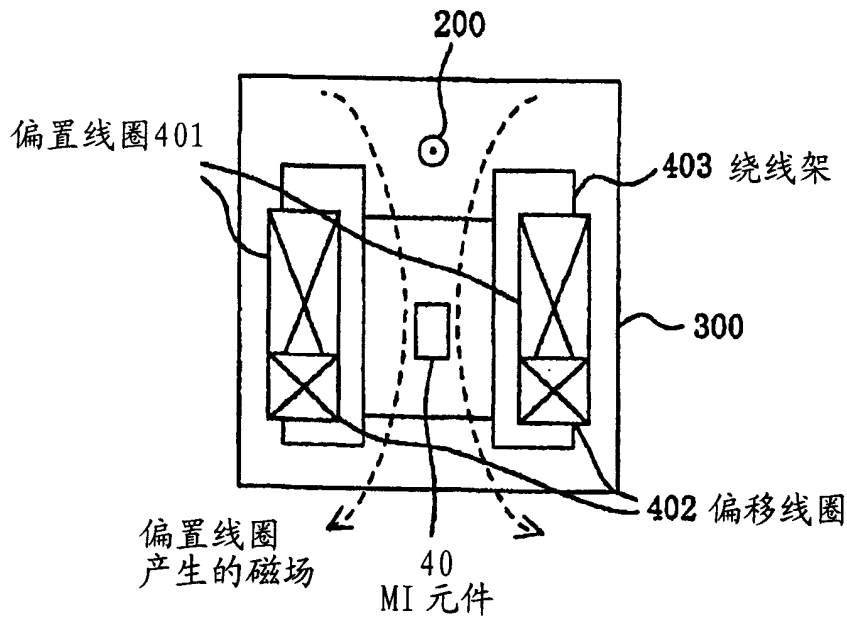


图 2

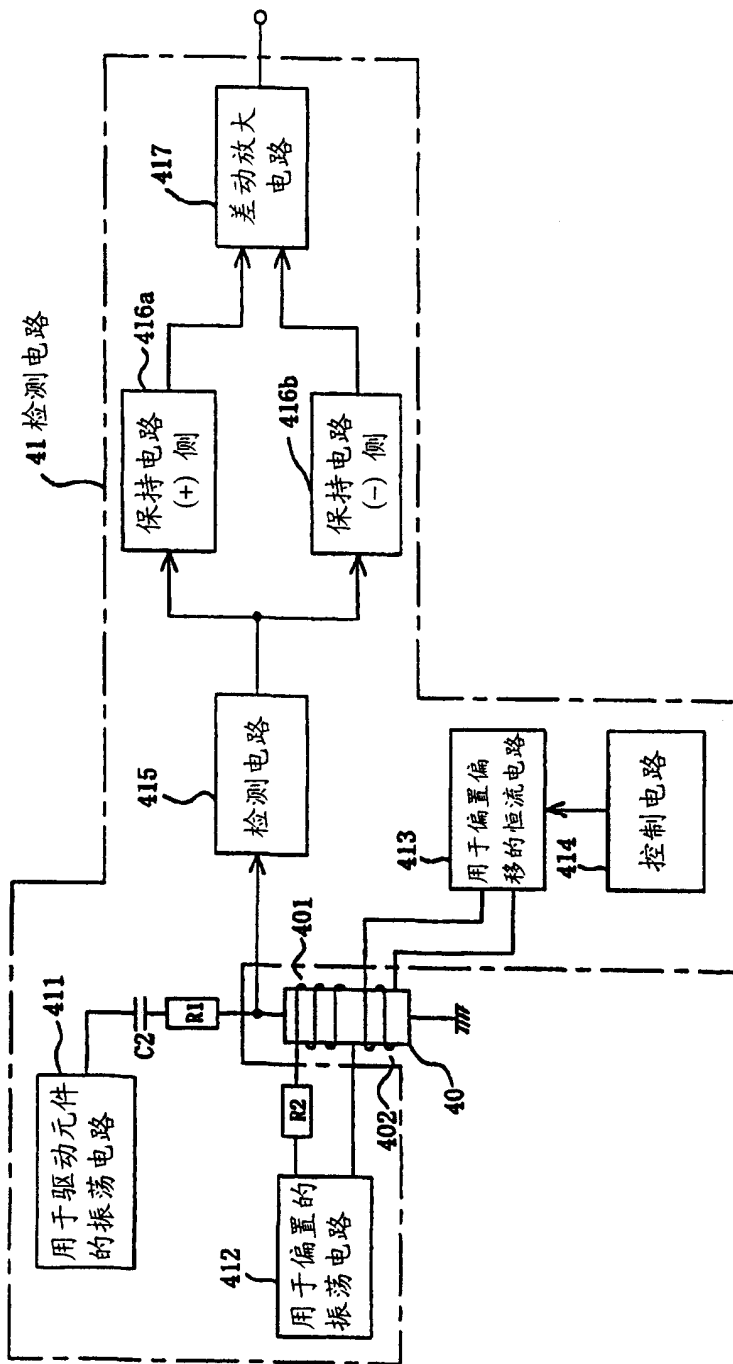


图 3

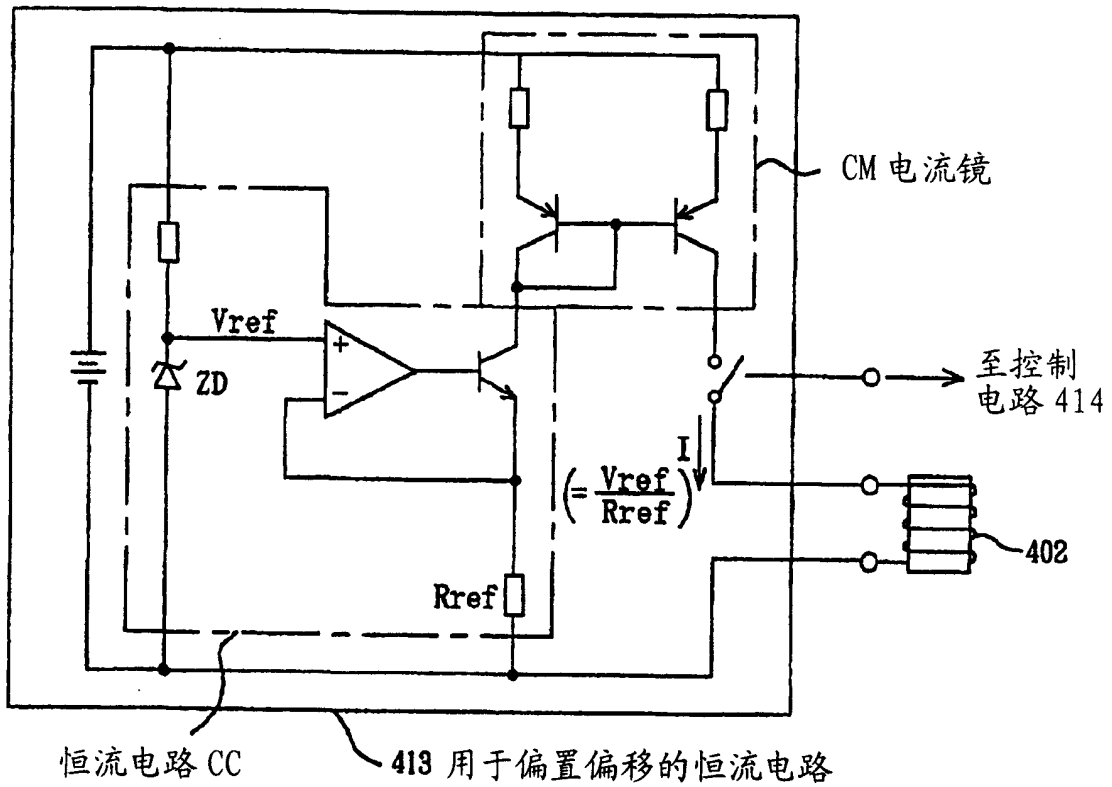


图 4

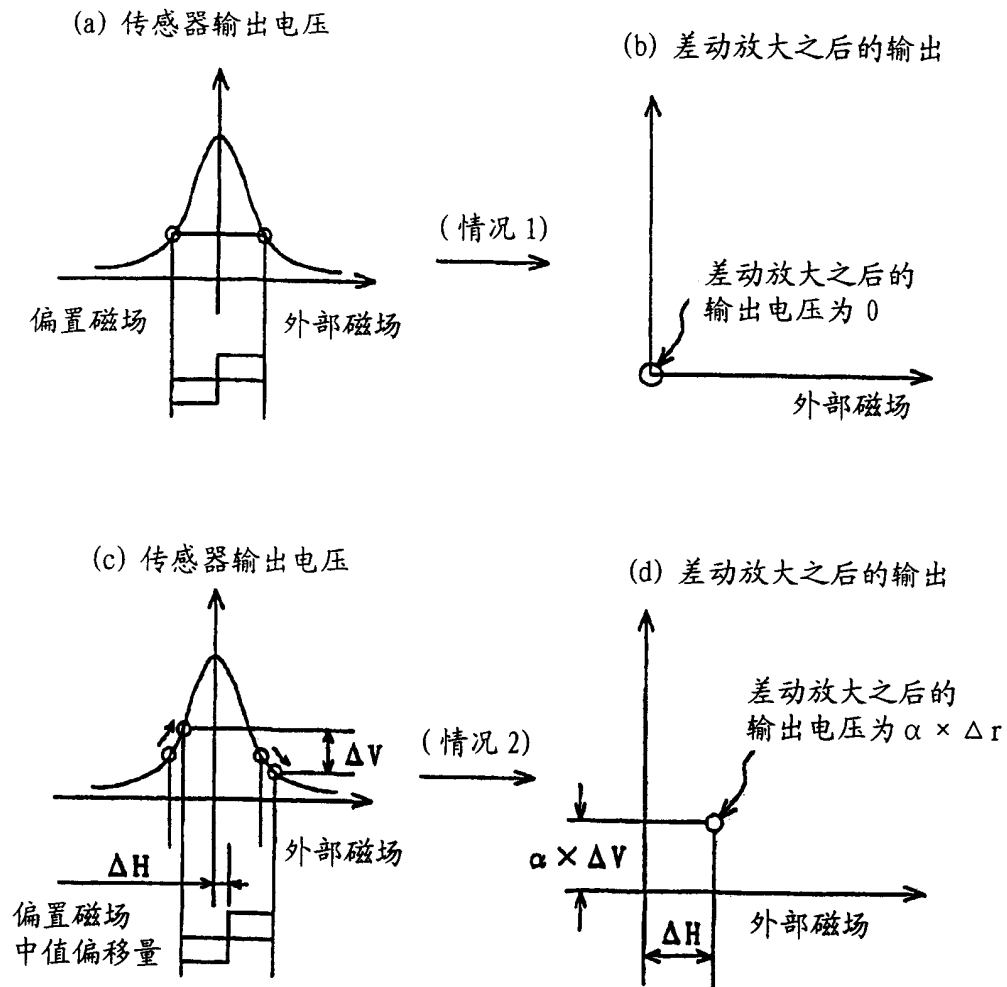


图 5

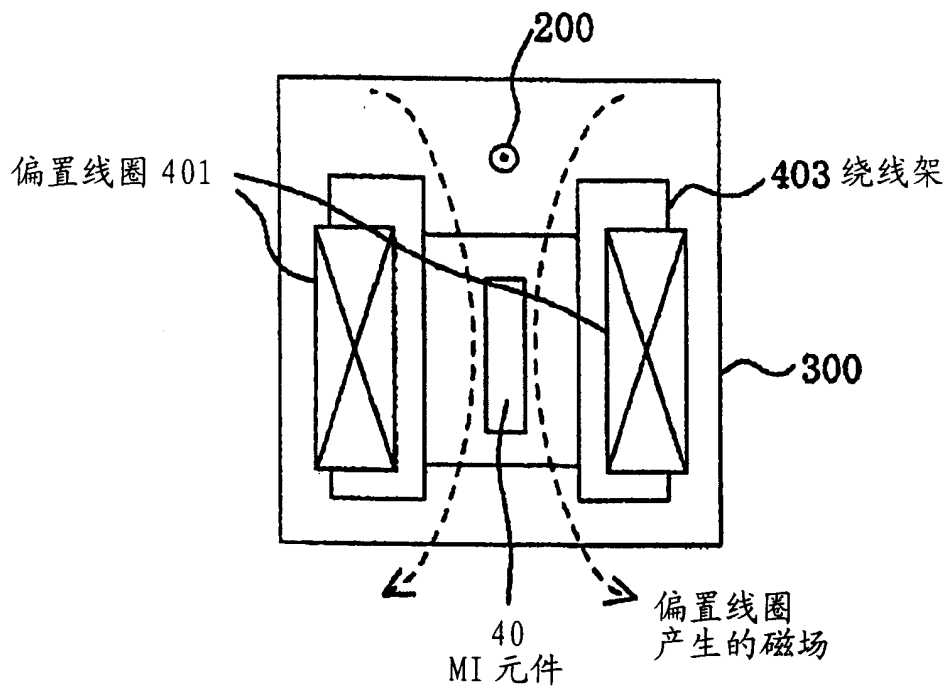


图 7

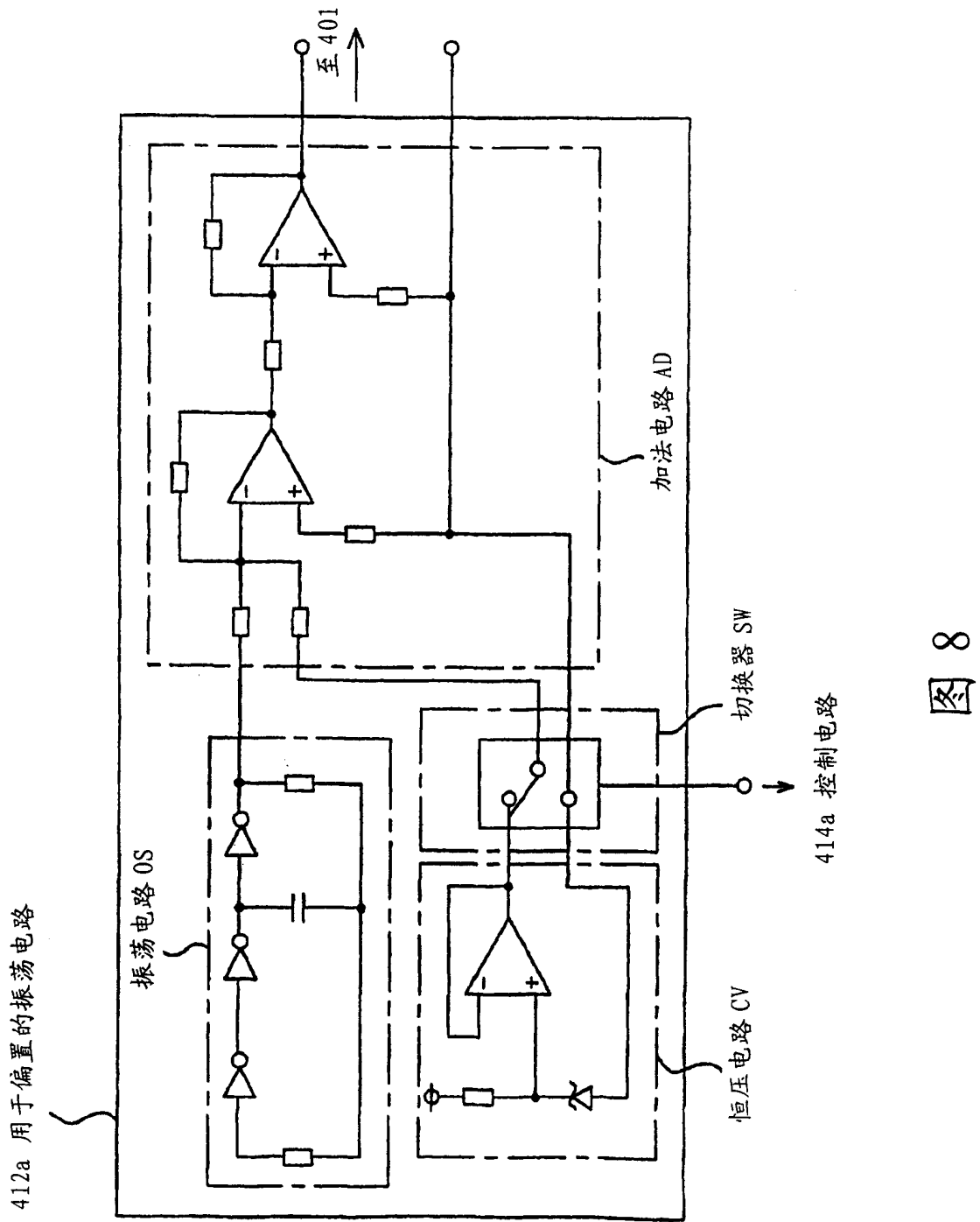


图 8

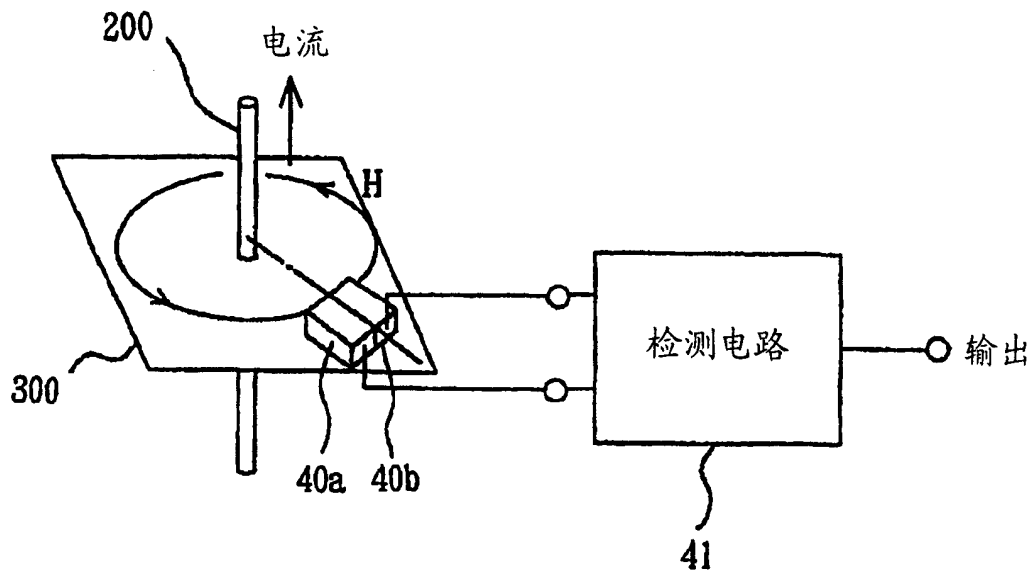


图 9

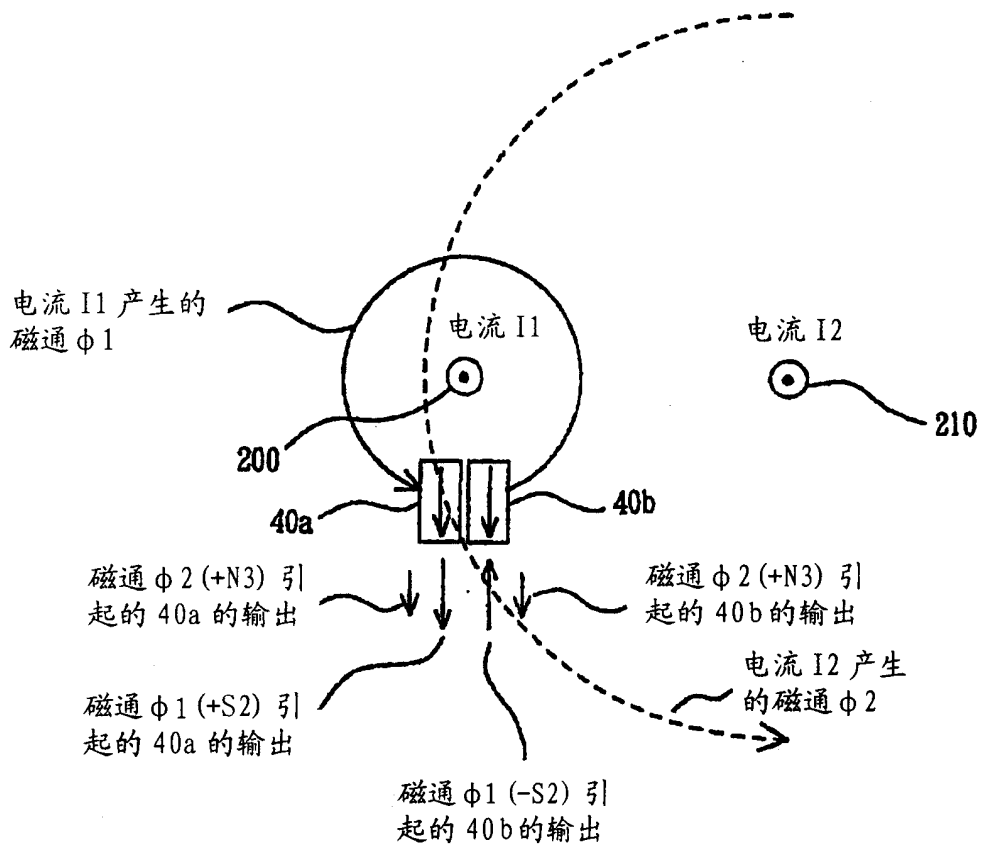


图 10

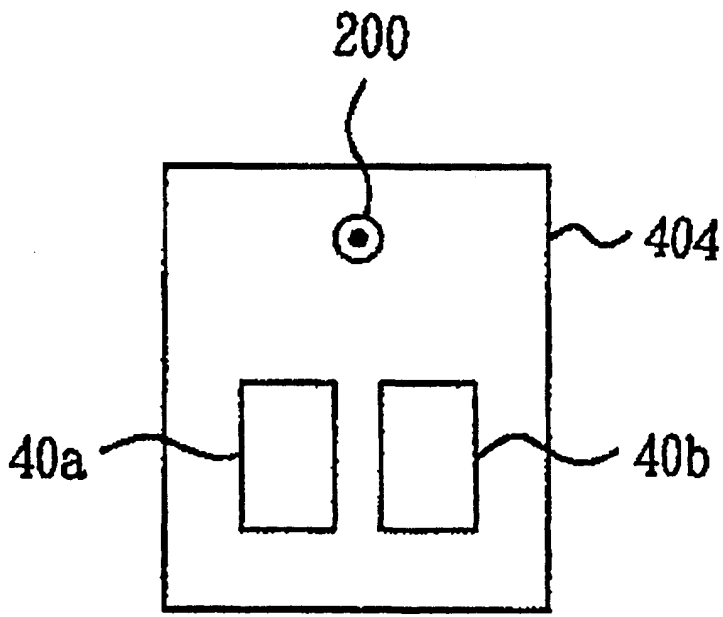


图 11

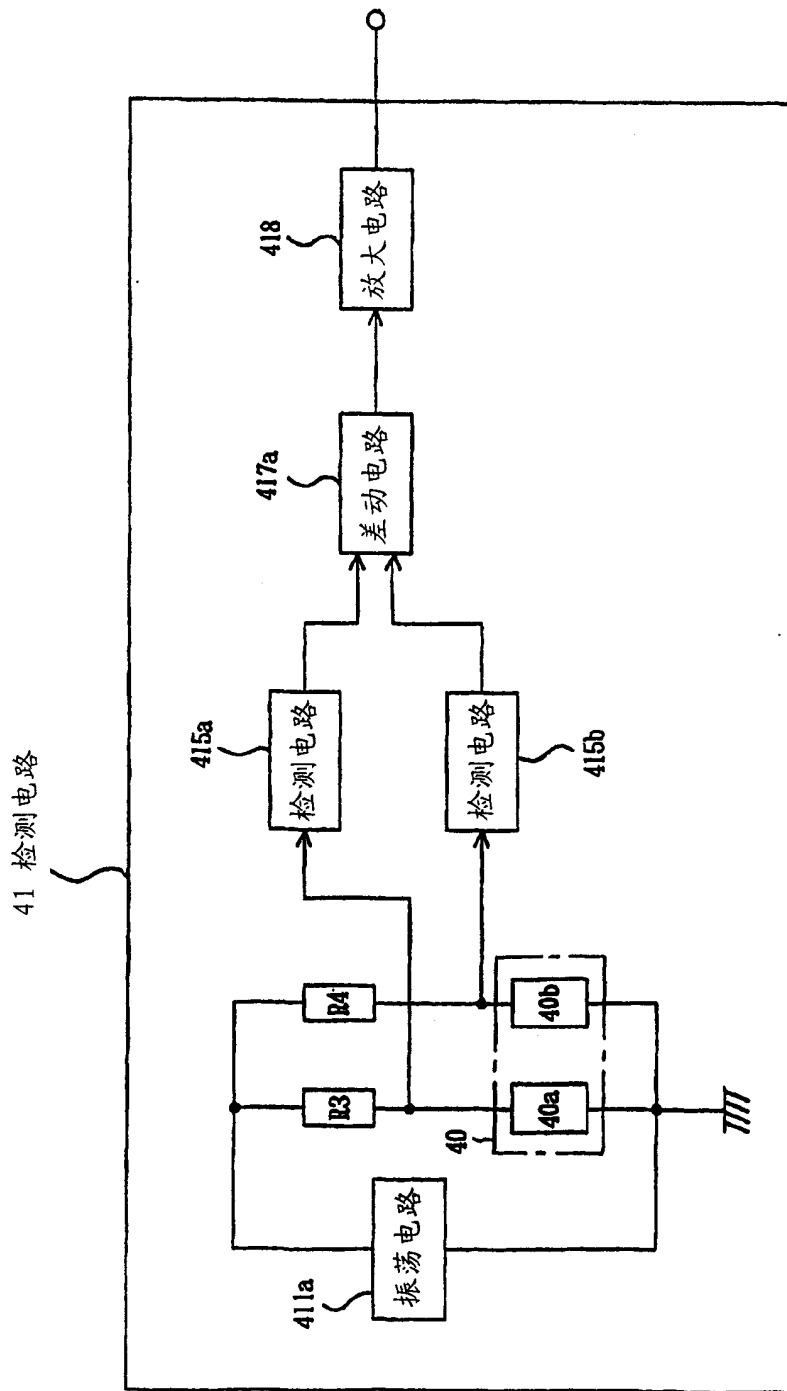


图 12

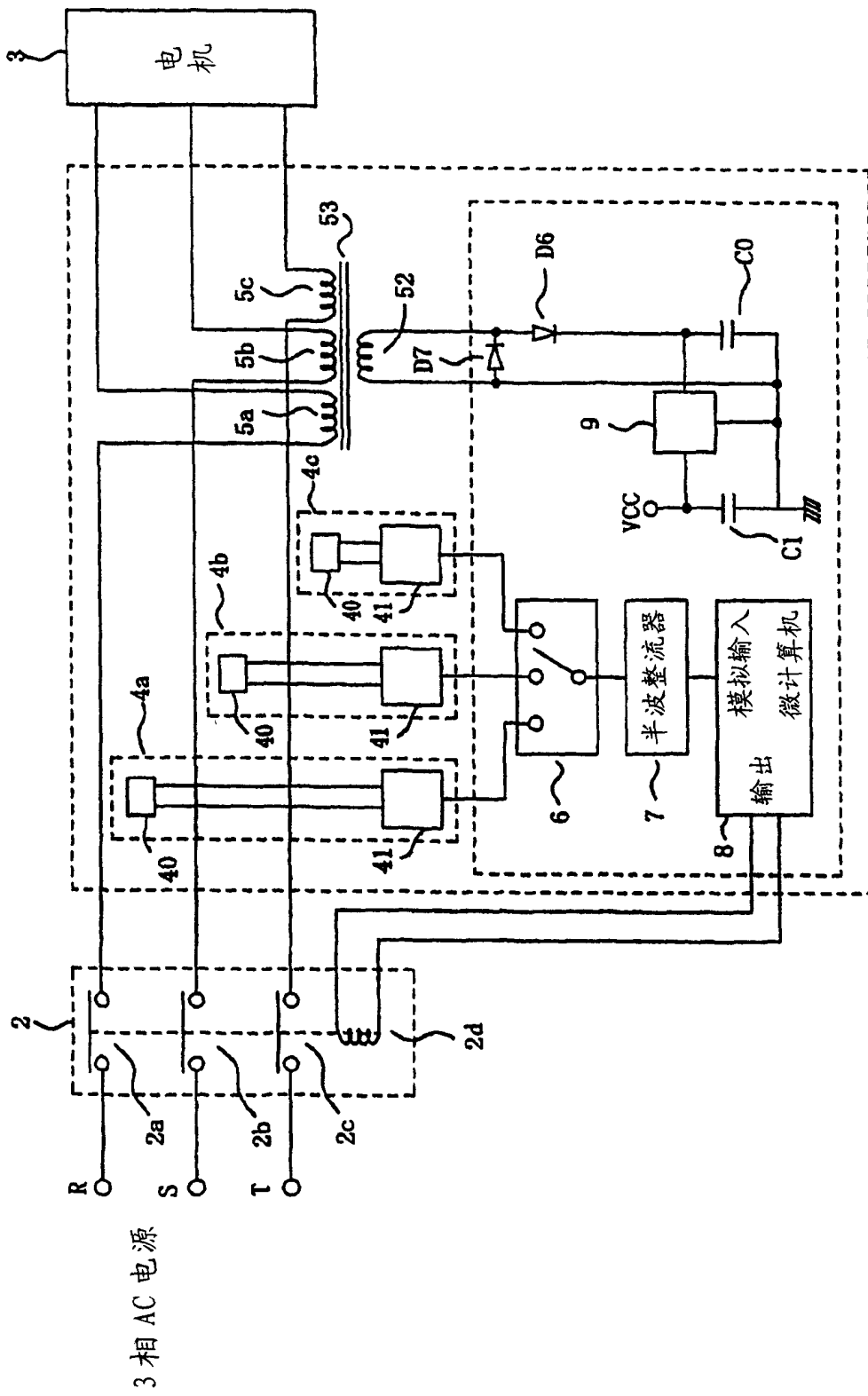


图 13

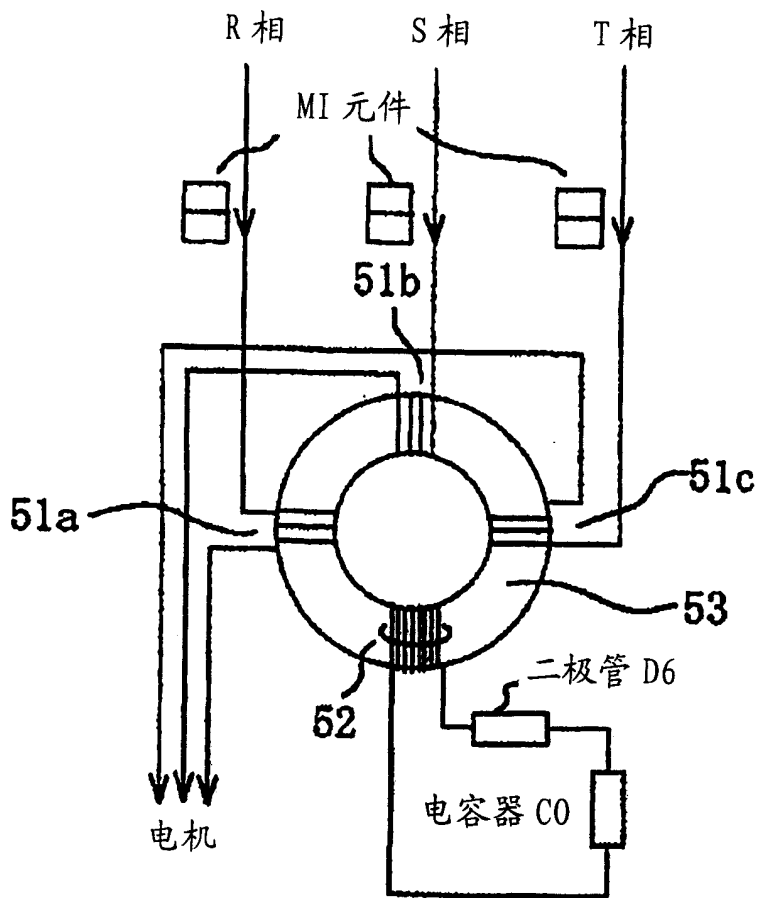


图 14