

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01N 27/74

G01R 33/12



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96123384.2

[43] 授权公告日 2003 年 1 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 1100262C

[22] 申请日 1996.11.9 [21] 申请号 96123384.2

[30] 优先权

[32] 1995.11.10 [33] JP [31] 292489/1995

[32] 1996.9.4 [33] JP [31] 233769/1996

[32] 1996.10.28 [33] JP [31] 285024/1996

[71] 专利权人 新宇宙电机株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 笠原理一郎 野沢义尚 三好雅德

北村修

审查员 孟海燕

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

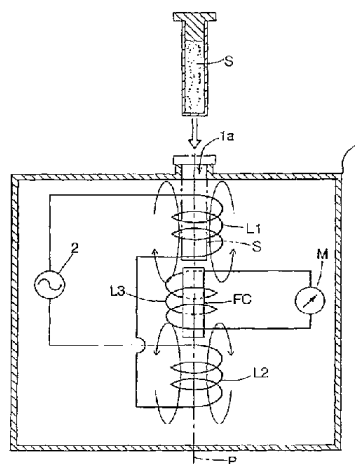
代理人 王忠忠 叶恺东

权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图 12 页

[54] 发明名称 磁性粉末浓度的测定方法及装置

[57] 摘要

本发明公开了一种磁性粉末测定装置及方法，其特征在于：将各激磁线圈串联连接，在使用各线圈产生的磁场方向相反的同时使上述一对激磁线圈中一个能允许混入磁性粉末的试料自由插入或退出，在上述激磁线圈的合成磁场为零的位置上配置检测线圈，由计量单元检测出检测线圈所感应的感应电压。



1. 一种磁性粉末浓度测定方法, 包括下列步骤:

将一对激磁线圈(L1)、(L2)串联连接;

5 将上述两个激磁线圈(L1)、(L2)配置成使它们产生的磁场方向相反;

把检测线圈(L3)放置在上述一对激磁线圈(L1)、(L2)之间, 上述检测线圈(L3)是放置在上述一对激磁线圈(L1)、(L2)中的一个激磁线圈(L1)在没有插入试料的状态, 或上述的一个激磁线圈(L1)在插入的
10 试料中不含有磁性粉末的状态之下, 上述一对激磁线圈(L1)、(L2)的合成磁场为零, 对上述检测线圈(L3)不产生感应电压的位置上; 和
设置检测在上述检测线圈(L3)中感应的感应电压的计量单元(M);

其特征在于:

15 设置具有可以插入磁性粉末的试料容器的插入孔(1a)的箱体(1);

把装载有磁性粉末的试料容器插入到上述的插入孔(1a)中, 这样, 在上述试料容器被插入到上述激磁线圈(L1)内部中的状态下, 由上述箱体(1)支持着, 如果含有磁性粉末的试料, 被从上述插入孔(1a)插入到上述一个的激磁线圈(L1)中, 只有上述的一个激磁线圈(L1)线圈内部的导磁率根据上述试料中含有的磁性粉末的浓度发生变化,
20 因此, 在上述一对的激磁线圈(L1、L2)之间产生磁性平衡的变动; 和
根据由于这磁性平衡的变动而在上述检测线圈(L3)中被感应的感应电压计算包含在上述试料中的磁性粉末的浓度。

2. 如权利要求1所述的磁性粉末浓度测定方法, 其特征在于:

25 将沿轴向可自由调节位置的铁芯(FC)配置在上述检测线圈(L3)中;

通过调节上述铁芯(FC)的位置, 借助于上述检测线圈(L3)引起的感应电压调节零点后, 将混有磁性粉末的试料插入激磁线圈(L1)中。

3. 如权利要求1所述的磁性粉末浓度测定方法, 其特征在于:

检测上述试料相对于上述激磁线圈为插入或非插入状态;

在检测为非插入状态时计算零点补偿数据的同时, 在检测为插入状态时根据快要检出时计算出的零点补偿数据自动进行零点补偿。

4. 如权利要求3所述的磁性粉末浓度测定方法, 其特征在于:

在将上述试料插入上述激磁线圈完了时, 或将试料插入激磁线圈之后, 根据在经过了预先设定的时间时, 由上述检测线圈感应的感应电压计算在上述试料中含有的磁性粉末浓度。

5. 一种磁性粉末浓度测定装置, 包括:

一对串联连接的激磁线圈(L1)、(L2), 上述一对激磁线圈(L1)、(L2)配置成使它们的磁场方面相反, 上述一对激磁线圈(L1)、(L2)中的一个具有允许混有磁性粉末的试料可自由地插入/脱出的结构;

被放置在上述一对激磁线圈(L1)、(L2)之间的检测线圈(L3), 上述检测线圈(L3)是放置在上述的一个激磁线圈(L1)在没有插入试料的状态, 或上述的一个激磁线圈(L1)在插入的试料中不含有磁性粉末的状态之下, 上述一对激磁线圈(L1)、(L2)的合成磁场为零、在上述检测线圈(L3)中不产生感应电压的位置上; 和

检测被上述检测线圈(L3)感应的感应电压的计量单元(M);

其特征在于:

设置有具有可以插入试料容器的插入孔(1a)的箱体(1);

上述的一个激磁线圈(L1)放置成使得从上述插入孔(1a)被插入的上述试料容器被插入到上述一个激磁线圈(L1)内部中的状态下, 可以由上述箱体(1)支持着; 和

装载有磁性粉末的上述试料容器, 如果被从上述插入孔(1a)插入到上述一个激磁线圈(L1)中, 只有上述的一个激磁线圈(L1), 线圈内部的导磁率根据上述试料中含有的磁性粉末的浓度发生变化, 在上述一对激磁线圈(L1)、(L2)之间因此而产生磁性平衡的变动, 根据由

于这磁性平衡的变动而在上述检测线圈(L3)中被感应的感应电压, 计算包含在上述试料中的磁性粉末的浓度。

6. 如权利要求 5 所述的磁性粉末浓度测定装置, 其特征在于:

5 将沿轴线方向可自由地调节位置的铁芯(FC)配置在上述检测线圈(L3)上。

7. 如权利要求 6 所述的磁性粉末浓度测定装置, 其特征在于上述计量单元(M)是交流电压表。

8. 如权利要求 6 所述的磁性粉末浓度测定装置, 其特征在于还包括:

10 根据上述检测线圈(L3)感应的感应电压输出在上述试料(S)中含有的磁性粉末浓度值的处理单元(3);

检测上述试料相对上述激磁线圈(L1)的插入或非插入状态的试料检测单元(4);

15 在检测出非插入状态时输入零点补偿数据, 在检测出插入状态时根据快要检测出时输入的零点补偿数据自动进行零点补偿的补偿单元。

9. 如权利要求 8 所述的磁性粉末浓度测定装置, 其特征在于:

上述处理单元(3)具有能完成下述功能的结构: 根据在上述试料(S)插入上述激磁线圈(L1)完了时或上述试料(S)插入上述激磁线圈(L1)之后在经过了预先设定的时间时检测线圈(L3)感应的感应电压, 计算上述试料(S)中含有的磁性粉末浓度。

20

10. 如权利要求 5 所述的磁性粉末浓度测定装置, 其特征在于:

该装置具有使上述激磁线圈(L1)与呈 NTC 特性的感温元件(Th)串联连接以便使流过激磁线圈(L1)的电流值与周围温度无关地保持一定的结构。

25

11. 如权利要求 5 所述的磁性粉末浓度测定装置, 其特征在于供给上述激磁线圈(L1)的激磁电源由恒流源构成。

12. 如权利要求 5 所述的磁性粉末浓度测定装置, 其特征在于

上述激磁线圈(L1)由电阻分量的温度系数在 5×10^{-5} 以下的线材构成。

13. 如权利要求 5 所述的磁性粉末浓度测定装置，其特征在于
上述激磁线圈(L1)的激磁电源为能输出方波电流的电源，通过上述检
5 测线圈(L3)构成共振电路。

磁性粉末浓度的测定方法及装置

本发明涉及通过测定在润滑油（例如黄油）等润滑剂中混入的铁粉等磁性粉末浓度间接地确定各种机械的轴承的磨损损伤等劣化状况的磁性粉末浓度测定方法及装置。

现有磁性粉末浓度测定装置包括利用原子光吸收分析法的装置，其原理为：将含有金属粒子的润滑剂导入高温火焰（空气乙炔焰等）中时，金属粒子将离介成自由原子状态，并吸收特定波长的光（例如对铁而言，吸收光的波长为 2.2483 Å ）。还有基于差动检测线圈式电磁感应法的装置，其原理如图12所示，将检测线圈L5设置在激磁线圈L4的两侧同轴上的一侧，而在另一侧设置补偿线圈L6，通过差动放大器13检测将混入磁粉的试料S（即封入待测润滑剂的容器）插入时引起的上述检测线圈L5和补偿线圈L6的感应电压之差。

但是，在上述原子光吸收分析法中，必需用空心阴极灯等特殊光源、为了产生高温火焰的乙炔燃烧器、棱镜等波长选择装置，还必需采用光电转换器等，因此存在装置体积大和价格高的问题。

而在差动检测线圈式电磁感应法中，由于阻抗随激磁线圈的周围温度的改变而变化，所以即使待测润滑剂的浓度相同，由于温度不同测量值也不同，故而存在所谓范围变动引起测量误差的问题。因此，在专门从转动机械中取出待测润滑剂时，由于润滑剂的温度比周围温度高，所以从该润滑剂的温度下降到圆周温度的整个时间内测量值可能不稳定。

本发明的目的是提供能克服上述现有装置存在的缺点、更精确和便宜的磁性粉末浓度测定方法和装置。

为了实现上述目的，本发明的磁性粉末浓度测定方法的特征在于：将串联连接的一对磁性线圈按照能使它们各自产生的磁场方向相反的方式配置，并将检测线圈配置在上述一对激磁线圈产生的合磁场为零的位置上，在将混入磁性粉末的试料插入其中一个激磁线圈中时，根据上述检测线圈引起的感应电压计算出上述试料中含有的磁性粉末的浓度。

因此,在上述方法中,最好将铁芯沿轴芯方向可自由调节位置地配置在上述检测线圈中,在调节上述检测线圈使之引起的感应电压为零后,将混入磁性粉末的试料插入其中一个激磁线圈中。

本发明的磁性粉末浓度测定装置的特征在于:将串联连接的一对激磁线圈配置成使激磁线圈的磁场方向彼此相反,将检测线圈配置在上述一对激磁线圈产生的合成磁场为零的位置上,并使之具有能使混入磁性粉末的试料可自由插入/脱出其中一个激磁线圈的结构,还设置有检测上述检测线圈引起的感应电压的计量单元。

在上述结构中,最好配置沿轴芯方向可自由调节的铁芯。

在没有把试料插入激磁线圈或在插入的试料中不含磁性粉末的状态下,上述激磁线圈对的磁场互相抵消,检测线圈中没有产生感应电压。而在试料中含有磁性粉末的状态下,只有插入试料的那个激磁线圈内部的导磁率发生变化,结果打破了激磁线圈对的磁场平衡,在检测线圈中引起感应电压。

由于线圈内部的导磁率随试料中所含的磁性粉末浓度变化而变,所以如果计量出检测线圈的感应电压,便可方便地获知试料中含有的磁性粉末浓度。

另外,插入高温试料的那侧激磁线圈的局部温度有变化时,即使由于其内部电阻的变化而引起激磁电流变化,但由于这对线圈是串联连接的,所以另一激磁线圈的激磁电流也发生同样的变化,而不会引起磁力平衡的变化,因此不会产生零点漂移。

同样,即使在一个激磁线圈上局部温度有变化,对远离的另一激磁线圈的影响也小。因此,与现有的差动检测线圈式电磁感应法中的单一激磁线圈存在局部温度变化情况下的阻抗变化相比,可以减少合成阻抗的变化;因而降低了由所谓范围变化引起的测量误差。

这样,即使从旋转机械中取出的待测润滑剂的温度高于周围温度,也不必等到润滑剂温度稳定下来,就能高精度地测定磁性粉末浓度。

另外,如果采用这种结构,可以提供不受周围温度变化和被检测的润滑剂温度变化影响的小型精确且成本低的磁性粉末测定方法和装置。

据此,如果将沿铁芯轴可自由调节位置的铁芯(例如铁芯等)配置在检测线圈中,则在试料没有插入激磁线圈中或插入的试料中不含磁性粉末的状态下,由于检测线圈的位置差等原因而在检测线圈中引起感应电压时,不必变更

检测线圈的位置，通过调节铁芯的位置就能方便地调零点，这一点尤为可取。并且还可以通过减小检测线圈内的磁阻来提高检测的灵敏度。

另外，本发明的磁性粉末浓度测定方法还可检测试料插入或没有插入上述线圈内的状态，在检测为非插入状态时计算出零点补偿数据，在检测出为插入状态时，就根据在快要检出的时候计算出的零点补偿数据进行自动零点补偿。

再者，还可以根据将上述试料插入线圈完成时刻或插入上述线圈之后经过规定时间的某一时刻由上述检测线圈感应的感应电压计算出上述试料中含有的磁性粉末浓度。

此外，还可在本发明的磁性粉末浓度测定装置中设置检测上述试料在上述线圈中的插入或非插入状态的检测单元，在检测为非插入状态时输入零点补偿数据，而在检测为插入状态时，根据即将检出之前输入的零点补偿数据自动进行零点补偿的补偿单元。

上述处理单元也可具有根据上述试料插入上述线圈完成时刻或试料插入上述线圈后经过规定时间的某时刻由上述检测线圈感应的感应电压计算上述试料中含有的磁性粉末浓度的结构。

上述补偿单元在通过试料检测单元检测为上述试料没有插入线圈时就经常或定时输入零点补偿数据，即用于使检测线圈输出为零的数据。在通过试料检测单元检测为上述试料已插入线圈中时，则不管操作者有无零点补偿意识都要根据即将检测之前输入的零点补偿数据自动进行零点补偿。从而可以使在计量时刻经常处在适当的零点补偿状态。

通过处理单元的计量应在试料插入线圈之后进行，但是在没有正确进行是否确定插入的判断的情况下，或如上所述，当将从旋转机械中取出的高温的待检测润滑剂的试料插入到线圈中时，也存在于由于线圈周围温度变化而使零点变动的情况。在这种情况下，由于装置的输出时刻变化，使操作者读取输出困难。因此，在试料插入线圈完成时刻或在试料插入线圈后经过规定时间的某时刻通过根据由检测线圈感应的感应电压计算出上述试料中含有的磁性粉末浓度就可以正确地计量磁性粉末的浓度。

因此，所谓试料插入线圈的完成时刻或所谓试料插入线圈后经过规定时间的某时刻，例如被称为从通过上述检测单元检测试料插入的时刻、确认计量的磁性粉末浓度值稳定的时刻、通过上述检测单元检测试料插入的时刻起经过规定

时间的时刻。

其结果是即使从旋转机械中取出比周围温度高的待检测润滑剂, 即使润滑剂的温度没有稳定下来, 也可以高精度地进行磁性粉末浓度测定。

因此, 如果采用这种结构, 可以提供下述磁性粉末浓度测定方法及装置: 即在周围温度变化和把高温待测润滑剂作为试料进行测定的情况下, 不管操作者有无零点补偿意识, 也能自动进行正确的零点补偿, 而且, 由于是在稳定状态下进行计量, 所以可以提供更准确的计量磁性粉末浓度的方法和装置。

另外, 本发明的磁性粉末浓度测定装置也可以具有将呈NTC特性的感温元件与上述线圈串联连接以便可以与周围温度无关地保持流过上述线圈中的电流值一定的结构。

线圈的电阻分量R一般由下式表示:

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

式中: R_0 为在特定温度下线圈的电阻值;

α 为线圈的温度系数;

ΔT 表示温度变化值。

因此, 如果把具有NTC特性 (具有当温度上升时电阻值下降的负温度系数的特性) 的感温元件例如热敏电阻与线圈串联连接, 随着线圈温度上升线圈电阻虽然增大, 但由于感温元件的电阻值随温度升高而变小, 所以从整体上看可以维持电阻值一定, 从而可以在这种情况下使线圈中流动的电流值维持一定。

此外, 供给上述激磁线圈的激磁电源也可以采用恒流源。

由于激磁线圈的激磁电源是恒流源, 所以即使随激磁线圈温度上升电阻发生变化, 也可以使线圈中的电流维持一定值。

另外, 上述激磁线圈也可以采用电阻分量的温度系数为 5×10^{-5} 以下的线材。

按照这种结构, 利用电阻温度系数很小的金属线材 [例如锰镍铜线 (Mn-Ni-Cu 合金等)] 线绕构成线圈, 可以在通常的使用条件下将温度的影响尽可能降低。

因此, 即使把周围温度变化或高温的被检测润滑剂作为试料, 仍可以提供

不需操作者进行任何调整操作就能自动进行零点输出范围调整并可以经常在稳定状态下进行测定的磁性粉末浓度测定装置。

另外, 上述激磁线圈的激磁用电流源也可以采用方形波电流源, 同时通过上述检测线圈构成共振电路。

按照这种结构, 既可用输出方形波电流的稳定方形波输出电源构成上述线圈的激磁电流源, 又可以使例如电容元件与检测线圈并联连接构成共振电路, 如果采用这种输出结构, 则可以在防止由单独的检测线圈的输出中出现的寄生振荡引起的干扰的同时获得正弦波输出。

因此, 可以提供既使用了稳定的电源又抑制了干扰还可以精确测定磁性粉末浓度的测定装置。

下面结合附图详细说明本发明的磁性粉末浓度测定方法及装置的实施方式, 其中:

图1 是磁性粉末浓度测定装置的结构图;

图2 是输出电压—磁性粉末浓度的特性曲线;

图3 是磁性粉末浓度输出的温度特性曲线;

图4 是另一实施方式的磁性粉末浓度测定装置的结构图;

图5 是说明图4 的磁性粉末浓度测定装置的使用方法的流程图;

图6 表示又一实施方式的磁性粉末浓度测定装置的结构图;

图7 表示另一实施方式的磁性粉末浓度测定装置的结构图;

图8 表示其它实施方式的磁性粉末浓度测定装置的结构图;

图9 表示再一实施方式的磁性粉末浓度测定装置的结构图;

图10 表示其它实施方式的磁性粉末浓度测定装置的结构图;

图11 表示另外实施方式的磁性粉末浓度测定装置的结构图;

图12 是现有的磁性粉末浓度测定装置的原理说明图。

图1 示出了与上述实施方式有关的磁性粉末浓度测定装置, 即串联连接的一对等效的激磁线圈L1、L2 按照能使各线圈L1, L2 产生的磁场方向相反的要求配置在箱体1 内部垂直的共同轴芯P 上。在该共轴芯P 上, 在上述一对激磁线圈L1, L2 的合成磁场为零的位置即在两激磁线圈L1, L2 的中央部分上按照能使上述共同轴芯P 与检测线圈L3 的轴芯重合的要求配置检测线圈L3。并且设置电源装置2, 以便向上述激磁线圈L1, L2 供给约30

KHz ~ 50 KHz 的激磁电流。

在上述箱体1 上面形成插入孔1 a , 以便可以使封入了混有磁性粉末的试料S 的玻璃、树脂等非金属制成的试料容器插入孔1 a 中。从插入孔1 a 中插入的上述试料容器在形成在上端的凸缘部分支持在上述箱体1 的上面的状态下, 按照能使上述试料容器插入在位于上述插孔1 a 的正下面的一个激磁线圈L 1 的内部的要求配置激磁线圈L 1 。

还设有作为计量单元M的交流电压表, 借此检测由上述检测线圈L 3 感应的感应电压。即通过上述检测线圈L 3 的感应电压的计量计算对应于上述试料S 中的磁性粉末浓度的上述激磁线圈L 1 内部的磁导率的变化引起的磁力平衡的变化, 从可换算出上述试料S 中的磁性粉末浓度。

作为周围形成有螺纹的铁芯F C 的铁涂氧与上述检测线圈L 3 螺纹配合。在上述试料S 没插入上述激磁线圈L 1 中或在插入的试料S 中不含磁性粉末的情况下, 由于上述检测线圈L 3 的位置偏差等原因引起检测线圈L 3 感应感应电压时, 不用改变上述检测线圈L 3 的位置, 可以通过对上述铁芯F C 向上述轴芯P 方向进行位置调节方便地调节零点。并且, 这种结构可以通过减小上述检测线圈L 3 内的磁阻提高检测灵敏度。

在25.8℃, 61%的湿度下, 将含铁芯粉末浓度从0.01%至5%的黄油封入2.5mm厚的玻璃容器内, 利用上述磁性粉末浓度测定装置对每个试料重复测量10次, 计算出平均值, 其结果示在图2中。如该图所示那样, 磁性粉末浓度与输出电压几乎成线性关系。

此时, 进行范围调整, 使浓度为5%的试料输出电压为1V。

下面对将高温试料插入上述磁性粉末浓度测定装置中进行测定时的范围变化与利用现有的差动检测线圈式电磁感应法的磁粉浓度测定装置的实验结果进行对比。

用设置在约25℃室温下的磁性粉末浓度测定装置测定通过恒温槽调整在约60℃下的磁性粉末浓度为0.5%的试料, 其结果示在图3中。从该图中可以看出, 利用现有的差动检测式电磁感应法的磁性粉末浓度测定装置的输出(A)随着时间的推移变化的幅度大, 与此相反, 本发明的磁性粉末测定装置的输出(B)与时间的推移无关, 输出变化很小。

下面说明本发明的其它具体实施方式。

(1) 该实施方式的磁性粉末测定装置图示在图4中,与图1所示相同,在箱体1内部串联连接的一对等同的激磁线圈L1, L2按照能使激磁线圈L1、L2产生的磁场方向相反的要求配置在垂直的共同轴芯P上。检测线圈L3配置在共同轴芯P上且位于上述一对激磁线圈L1、L2产生合成磁场为零的位置,即配置在两线圈L1, L2的中央部分,并使其轴芯与共同轴芯P重合,计测单元通过磁密封件围绕在上述一对激磁线圈L1, L2和上述检测线圈L3的周围,同时设置向上述激磁线圈L1, L2供给激磁电流的电源2。另外,在这个实施方式中,设置有根据上述检测线圈L3的输出信号计算出磁性粉末浓度的处理单元3。

在上述箱体1的上面形成有插入封装了混有磁性粉末的试料S的玻璃、树脂等由非金属制成的试料容器的插入孔1a中,从该插入孔1a插入的上述容器在上端形成有凸缘部分支持在上述箱体1的支持部分1b上的状态下,将激磁线圈L1配置成使上述试料S插入在位于上述插入孔1a的正下方的激磁线圈L1的内部。另外,在支持部分1b上设置由光电式传感器组成的试料检测单元4。因此,具有可以检测试料容器相对于上述线圈L1的插入或非插入状态的结构。此外,除了用光电式传感器作为试料检测单元4外,还可以用微型开关SW等机械传感器。

上述电源2由电源供给电路2a、输出约30KHz~200KHz的交流激磁电源发送电路2b等构成。上述处理单元3由放大上述检测线圈L3的输出信号的第一放大电路3a、用与发送电路2b的输出信号同步检波被放大的信号的同步检波电路3b、放大上述同步检波电路3b的输出的第二放大电路3c、将上述第二放大电路3c的放大信号量化的A/D变换电路3d、根据规定的换算式把量化的数据作为在上述试料S中的磁性粉末浓度进行运算导出的运算处理单元3e、驱动上述试料检测单元4并把来自该试料检测单元4的上述试料容器的检测信号输入上述运算处理单元3e的试料检出单元驱动部分3g,表示上述运算处理单元3e的运算结果的显示单元3f(例如液晶等)构成。借此,通过计量上述检测线圈L3的感应电压可计算出与在上述试料S中含有的磁性粉末浓度有关的上述激磁线圈L1内部的导磁率变化引起的磁力平衡的变化,然后换算出包含在上述试料S中的磁性粉末浓度。

作为圆周部分上形成螺纹的铁芯FC的铁淦氧芯与上述检测线圈L3螺纹

连接。在上述试料S 没有插入上述激磁线圈L 1 中或插入的试料S 中不含磁性粉末的情况下，在由于上述检测线圈L 3 的位置偏差等原因而在检测线圈L 3 中引起感应电压的情况下，在制造过程中不用变更上述检测线圈L 3 的位置，通过使上述铁芯F C 向上述轴芯P 方向调节，便可方便地调节零点。并且具有通过减小上述检测线圈L 3 内的磁阻提高检测灵敏度的结构。

再者，在上述箱体1 上安装有自复位型的范围调整用开关（图中未示出），其信号输入到上述处理运算单元3 e 。

下面参照图5 所示的流程图详细说明上述磁性粉末浓度测定装置的使用方法。

当装置的电源开关（图中未示出）接通时，首先从上述A / D 变换电路3 d 向上述处理单元3 e 输入的上述检测线圈L 3 的数据（S 1 ）。通过上述试料检测单元4 检测试料容器不在插入的状态下（S 2 ），把上述输入信号作为零点补偿数据存储在设置在上述运算处理单元3 e 的存储电路（图中未示出）中，同时，在上述显示单元3 f 上显示为磁性粉末为“0 %”浓度（S 3 ，S 4 ）。

上述零点补偿数据的输入每隔规定时间（例如每隔数百毫秒）进行一次，以便经常更新最新的数据。这是为什么要修正在制造阶段通过上述铁芯F C 的位置调节零点以后的变化和由于上述计量单元的处理单元3 等的环境温度引起的变化的原因。

通过上述试料检测单元4 检测试料容器处在插入状态下（S 2 ），检测上述范围调整用开关（图中未示出）是否正在操作，当检测出接触边缘时就设定范围调整标志（S 6 ）。

从输入数据中减去上述零点校正数据补偿零点（S 7 ），如果可以设定上述范围调整标志，则输入到范围调整工序。如果按详细说明，操作者在接通上述范围调整用开关后，将标准浓度（磁性粉末浓度为5 %的试料）的试料容器插入上述激磁线圈L 1 中，这时的零点补偿后的输入数据利用规定的换算式运算导出磁性粉末浓度，以便按该结果为5 %对上述换算式进行校正。如果这个结果显示为5 %，则在上述显示单元3 f 上把该值作为5 %表示磁性粉末浓度，并设定上述范围调整标志（S 9 ~S 13 ），具体地讲，根据在插入浓度为5 %的标准试料时输入数据（输入电压）运算导出的电压数据进行校正以便达

到规定值。

在步骤S 8 中当正在设定调整标志的情况下, 判断为范围调整完成, 对于零点补偿后的输入数据利用规定的换算式运算导出磁性粉末浓度。在上述显示单元3 f 上显示该结果 (S 1 4 、S 1 5)。来自上述检测线圈L 3 的输入数据每隔数百毫秒 (例如3 0 0 毫秒) 进行一次, 在上次输入数据和这次输入数据正在变动期间反复进行数据的输入, 当连续数次 (例如3 次) 变化量或变化率在规定值以下的数据输入时, 判断为稳定, 将该浓度值存储在设置在上述运算处理单元3 e 中的存储电路 (图中未示出) 中。通过把已存储的浓度值在上述显示单元3 f 上显示, 即使以后的输入数据变化, 操作者也能很方便地读取不变化的数据。

因此, 判断检测浓度值是否稳定是为了回避在下述情况下由于装置的输出时刻变化而给操作者正确地读取造成困难的问题: 虽然象上述那样描述了根据是否满足输入数据的变化量或变化率在所有次数中都在规定值以下的条件进行判断, 但是正当在试料插入激励线圈后需要进行测定时, 虽然通过上述试料检测单元4 检测出试料容器已插入, 但在没有正确地进行判断试料是否确定插入规定位置的情况下, 或者操作为从旋转机械中取出的高温待测润滑剂的试料插入激励线圈时, 由于线圈周围温度变化引起零点漂移, 这时由于装置的输出时刻变化而使操作者很难正确地读出输出, 上述判断就是为了避开这个问题, 即通过上述试料检测单元4 检测出试料容器开始插入后, 在连续数次 (例如3 次) 输入变化量或变化率都在规定值以下的数据状态下, 判断为试料容器规定位置的调整已完成, 则既保持显示此时的值, 又避免了由于其后的温度变化引起的输出数据变化进而再引起浓度值的显示数据的变化。

据此, 由于解决了上述问题, 所以如果已将试料容器插入上述激励线圈L 1 或在试料容器插入激励线圈L 1 后经过规定时间的时刻可以根据检测线圈L 3 中感应的感应电压计算试料中含有的磁性粉末浓度并保持该值, 则可不限定上述操作顺序。

例如, 也可以采用如图6 所示的结构, 通过在检测线圈L 3 侧设置由光电式传感器组成的上述试料检测单元4, 使检测单元4 作为激励线圈L 1 的端部, 以便形成能在试料容器插入完成时刻进行检出的结构, 从而形成能保持根据该检测时间的输入数据运算导出的数据的结构。在这种情况下, 因为担心零点补

偿数据在试料插入途中被采样, 所以最好在上述插入口1 a 侧设置第二试料检测单元4', 使检测单元4' 作为上述激磁线圈的端部, 并把由第二试料检测单元4' 的试料容器在快要检测的时候输入的数据作为零点补偿数据, 另外, 也可以采用能保持根据在通过上述试料检测单元4 从试料插入检测时刻到设定到规定位置完成时止的规定时间经过的时刻输入的数据运算导出的数据的结构。

当通过上述试料检测单元4 检测出上述试料容器被拔出时就返回到步骤S 1, 准备下次计量(S 18)。

(2) 虽然在上述说明中, 作为自动进行零点补偿的机构的说明是把试料容器插入激磁线圈L 1 之前的输入输到检测线圈L 3 的输出数据作为零点补偿数据存储在设置在上述运算处理单元3 e 中的存储电路(图中未示出), 然后从在试料容器插入激磁线圈L 1 中以后输入的检测线圈L 3 的输出数据中减去零点补偿数据, 但是作为零点补偿机构除了可以用数字运算处理之外, 也可以按下述构成: 用运算放大器构成上述第二放大电路3 c, 使其反相输入值与同相输入值相等, 设置自动切换调整输入端电压的放大电路和开关电路等, 并从上述处理单元3 e 输出调整用信号。

(3) 上述磁性粉末浓度测定装置如果采用电磁感应法结构, 则可以采用任何方式。除了可以采用上述平衡式电磁感应法之外, 也可以象图7 所示那样, 采用利用单一激磁线圈L 1 和单一检测线圈L 3 的简单磁感应法的结构。

(4) 另外, 也可以象图8 所示那样, 采用通过一对检测线圈L 3, L 4 在共同轴芯上夹入单一的激磁线圈L 1 构成的差动检测线圈式的电磁感应法的结构。因此, 虽然在采用磁平衡式的电磁感应法的结构中, 激磁线圈和检测线圈中的任何一方或双方都可以成为试料容器的插入线圈, 但是在图7 和图8 所示的方式中, 只有检测线圈才能成为试料容器的插入对象。

(5) 虽然在采用上述磁平衡式电测感应法的情况下, 说明的是将铁芯F C 可自由调节位置地设置在检测线圈L 3 中的结构, 但没有铁芯F C 本发明仍奏效。

(6) 虽然上面说明的是把串联连接的一对等同的激磁线圈L 1, L 2 按照能使各激磁线圈L 1, L 2 产生磁场方向相反的条件配置在垂直的共同轴芯P 上, 在其共同轴芯P 上由上述一对线圈L 1, L 2 产生的合成磁场为零的位置上即在两线圈L 1, L 2 的中央部分与上述共同轴芯重合地配置检测线圈

L 3 , 但是上述激磁线圈L 1 , L 2 也可以不等同, 即两线圈的匝数和阻抗等可以不等, 在这种情况下仍要将检测线圈L 3 配置在上述一对激磁线圈L 1 , L 2 的合成磁场为零的位置上。

(7) 另外, 如果使激磁线圈L 1 , L 2 按照各激磁线圈L 1 , L 2 产生的磁场方向相反的要求配置, 则不一定配置在共同的轴芯P 上。即使在这种情况下仍要将检测线圈L 3 配置在上述一对激磁线圈L 1 , L 2 产生的合成磁场为零的位置上。

(8) 下面说明其它实施方式

该磁性粉末浓度测定装置如图9 所示, 其构成为在箱体1 中装有: 用磁密封材料围绕与热敏电阻T h 串联连接的激磁线圈L 1 , 配在与上述激磁线圈L 1 共轴芯P 上 (即上述激磁线圈L 1 的磁路上) 的检测线圈L 3 的计量单元, 向上述激磁线圈L 1 供给激磁电流的电源单元2 , 根据上述检测线圈L 3 的输出信号运算导出磁性粉末浓度的处理单元3 。

与上述线圈L 1 串联连接的热敏电阻是具有NTC特性即温度上升电阻值下降的负温度系数特性的感温元件, 与随着装置周围温度变化或高温试料容器的插入引起的线圈温升变大的线圈电阻相反, 由于感温元件的电阻变小, 而从整体上看电阻值维持一定, 从而使流过线圈的电流值维持一定, 借此防止了零点漂移或输出范围的变化。另外, 除热敏电阻以外, 也可用具有半导体P - N 结温度特性的器件作为感温元件。

此外, 不限于使激磁线圈L 1 与具有NTC特性的感温元件串联, 也可以使检测线圈L 3 与感温元件相串联, 这样可以提高对更高温度的补偿效果。

(9) 虽然在上述实施方式中说明的是利用温度补偿用的感温元件的装置, 但是也可以将采用恒流电源作电源单元2 代替温度补偿用的感温元件, 即, 虽然随着温度上升线圈的电阻变化, 但是如果利用恒流电源供给激磁电流就可以维持在线圈中流过的电流值为一定值。此外, 如上所述, 如同时采用具有NTC特性的感温元件与检测线圈相串联的方案, 便可以提高更高温度的补偿效果。

(10) 另外, 也可以用电阻分量的温度系数小的线材例如锰镍铜线 (Mn - Ni - Cu 合金) 构成上述线圈L 1 , L 3 , 代替用温度补偿用的感温元件的线圈, 上述锰镍铜线圈在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的使用范围内可以有效地降低温度的影响。

(1 1) 作为计量单元可以采用适合于采用电磁感应法的任何结构。

如图1 0所示, 在箱体1的内部将串联连接的一对等同的激磁线圈L 1 和L 2 配置在垂直的共同轴芯P上, 并使各激磁线圈L 1, L 2 产生的磁场方向相反, 将检测线圈L 3 配置在其共同轴芯P上由上述一对激磁线圈L 1 和L 2 产生的合成磁场为零的位置即在两线圈L 1 和L 2 的中央部分上, 并使上述共同轴芯与上述检测线圈轴芯重合, 在通过磁密封材料围绕上述一对激磁线圈L 1、L 2 和上述检测线圈L 3 的周围构成计量单元的装置上也可以采用在上述实施方式中描述的温度补偿机构。

因此, 在上述检测线圈L 3 与作为圆周部分形成有螺纹的铁芯F C的铁氧磁芯螺纹配合, 在将上述试料S插入激磁线圈L 1 或插入的上述试料S中不含磁性粉末的状态下, 由于上述检测线圈L 3 的位置偏差等原因在上述检测线圈L 3 中产生感应电压时, 在制造阶段不用变更上述检测线圈L 3 的位置可使上述铁芯F C朝向上述轴芯P方向移动进行位置调节, 从而能方便地调节零点, 并且通过减小上述检测线圈的磁阻可提高检测灵敏度。

(1 2) 另外, 如图1 1所示, 在采用由一对检测线圈L 3, L 4 在共同轴芯上夹入单一的激磁线圈L 1 构成的差动检测线圈式的电磁感应法的装置上利用上述实施方式中描述的温度补偿机构。

(1 3) 除上述实施方式之外, 作为激磁线圈的激磁用电流的电流源2也可以不用输出正弦波电流的电源, 例如也可以采用装有干电池等的电源供给电路, 装有振荡器的振荡电路, 分频该输出的分频电路、装有与分频电路输出端相连的驱动电压, 并构成能输出方波电流的低成本电路。

在这种情况下, 如果将检测线圈与电容元件并联连接构成共振电路, 既可以防止由于发生在检测线圈单独输出中的寄生振荡引起的干扰又可以方便地获得正弦波输出, 如果能够构成用电源输出同步检波该输出的结构则可以获得高精度的输出。

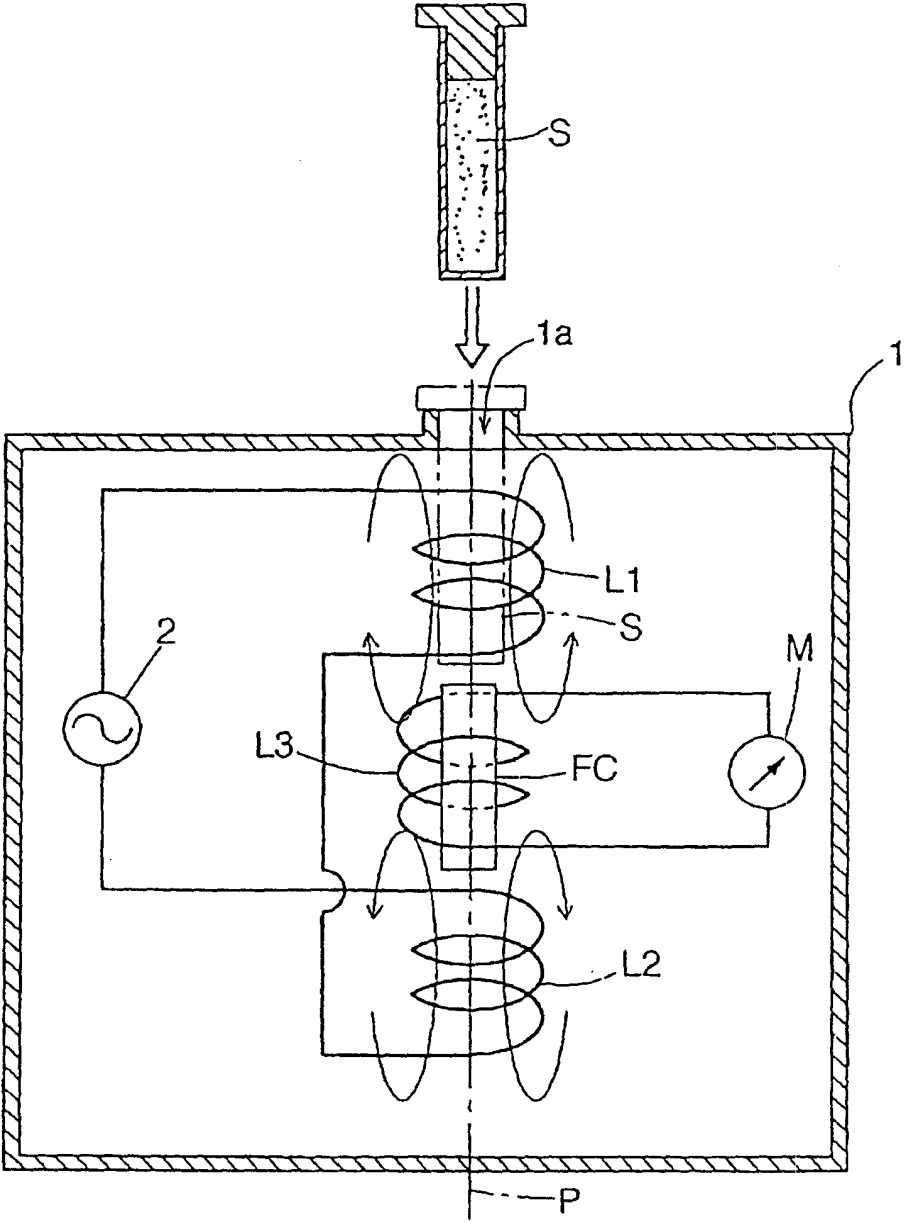


图 1

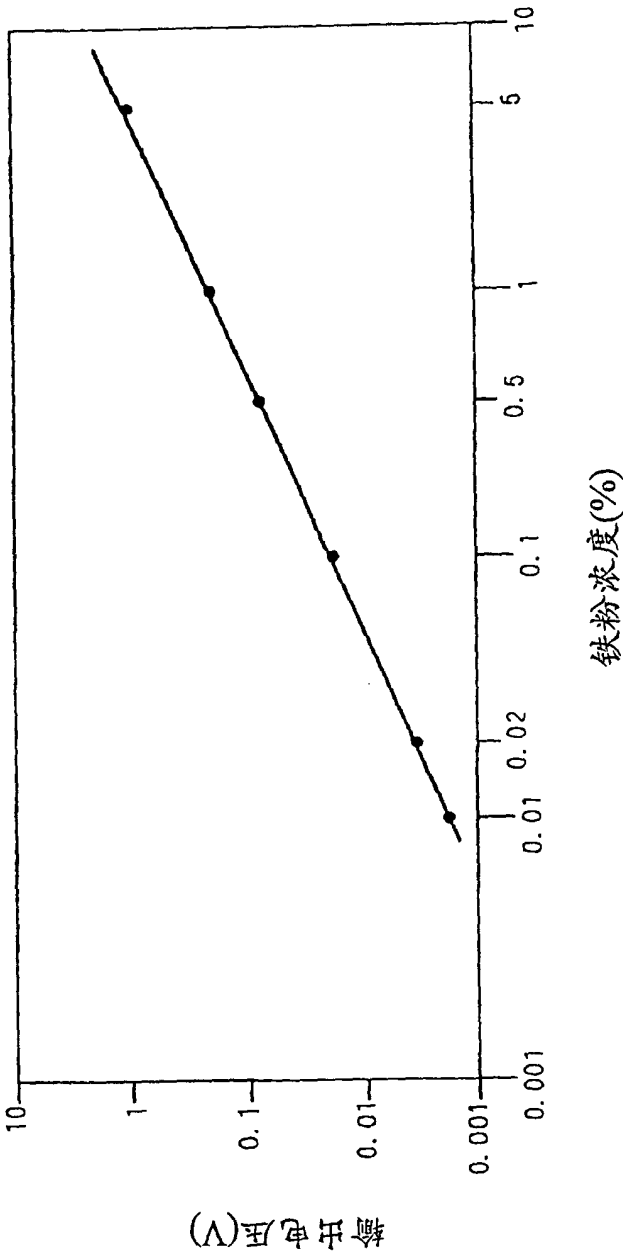


图 2

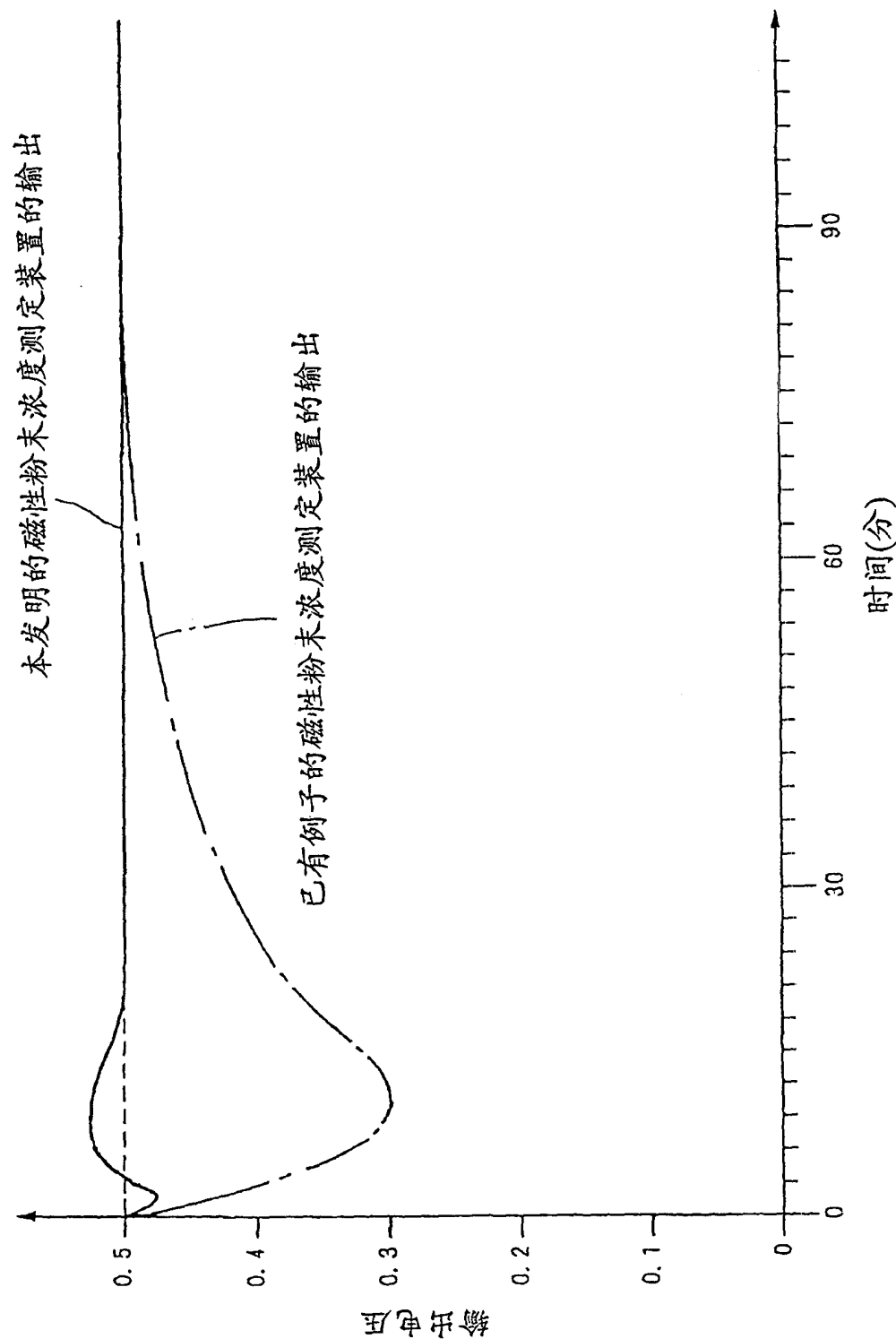


图 3

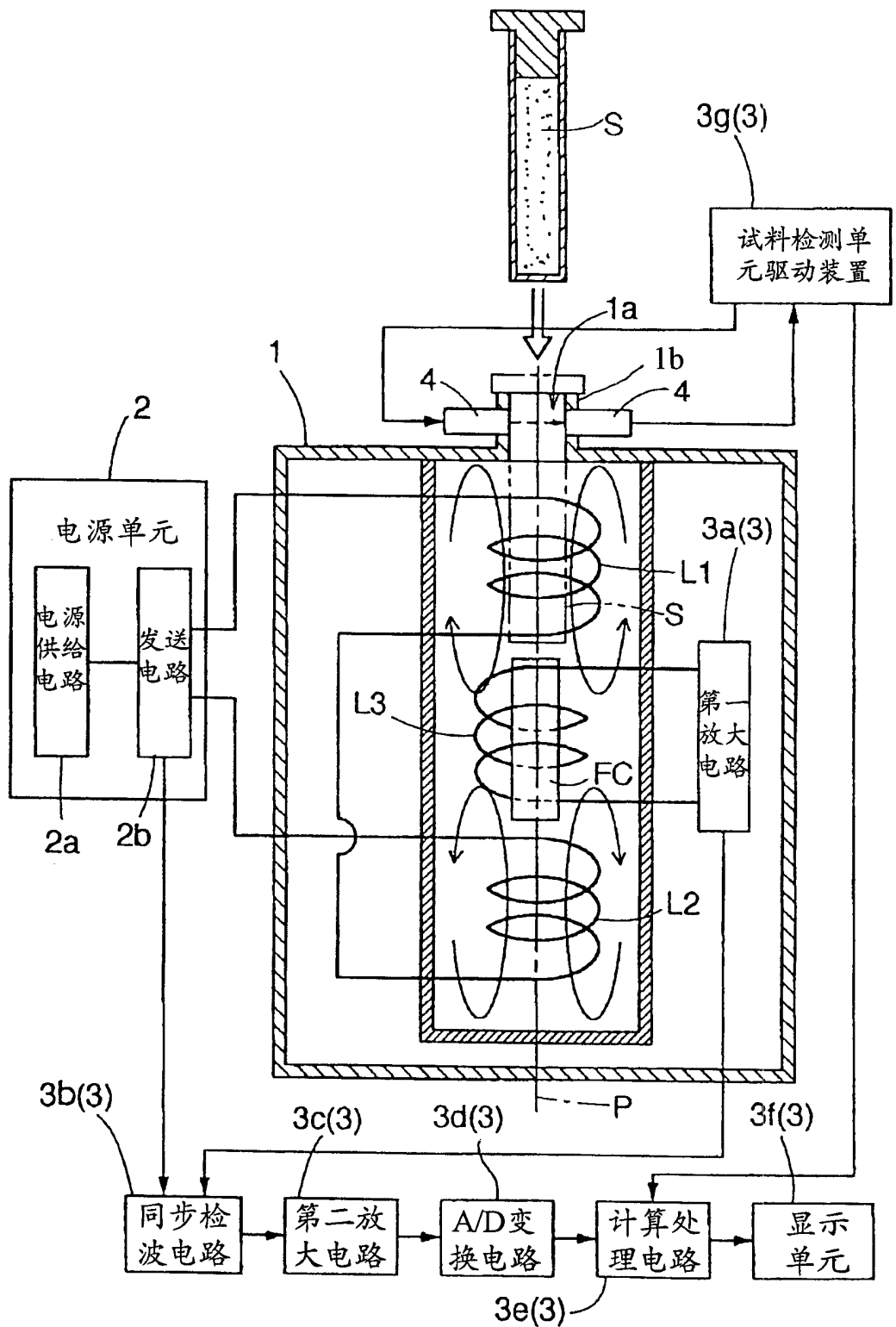


图 4

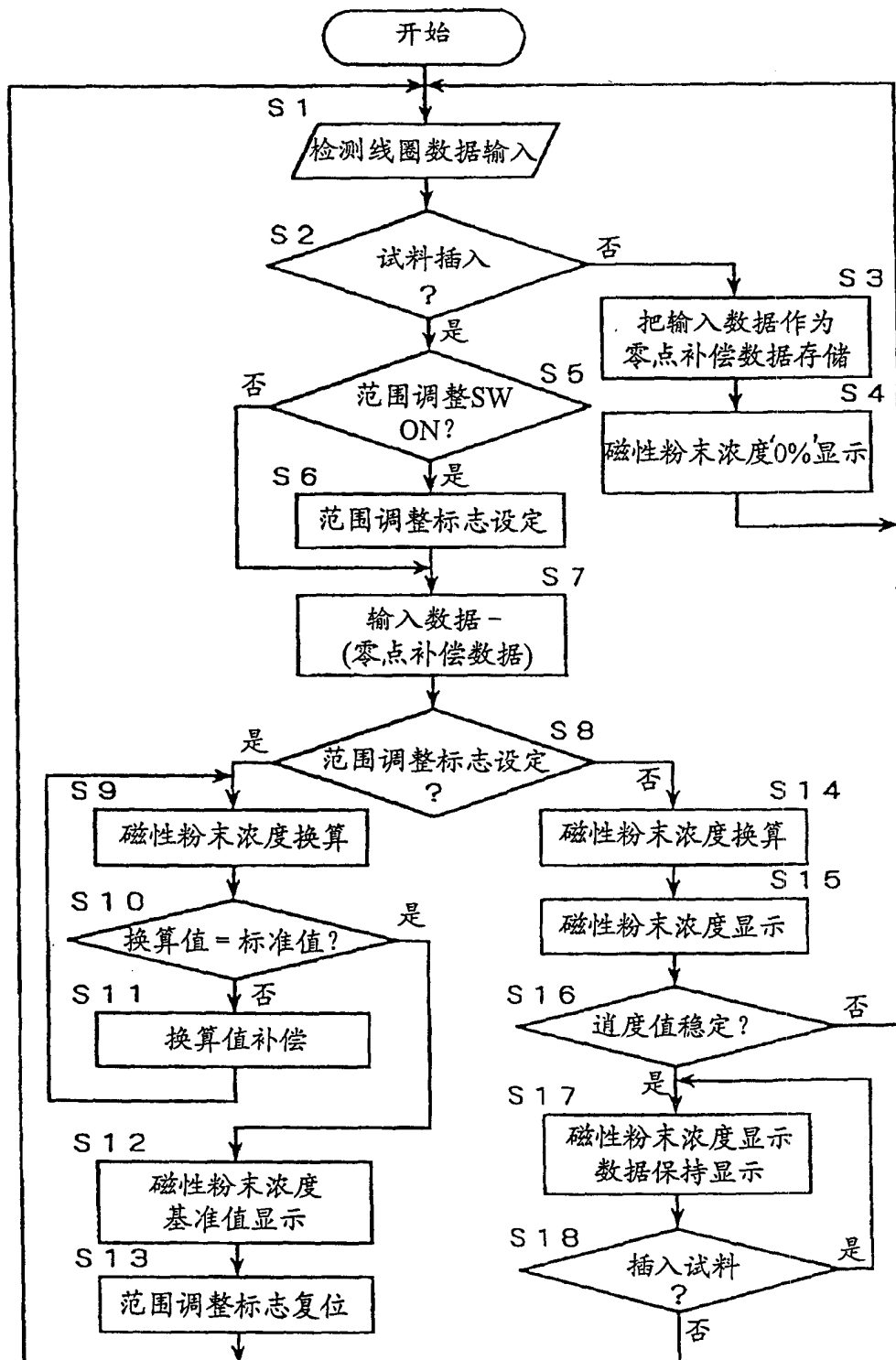


图 5

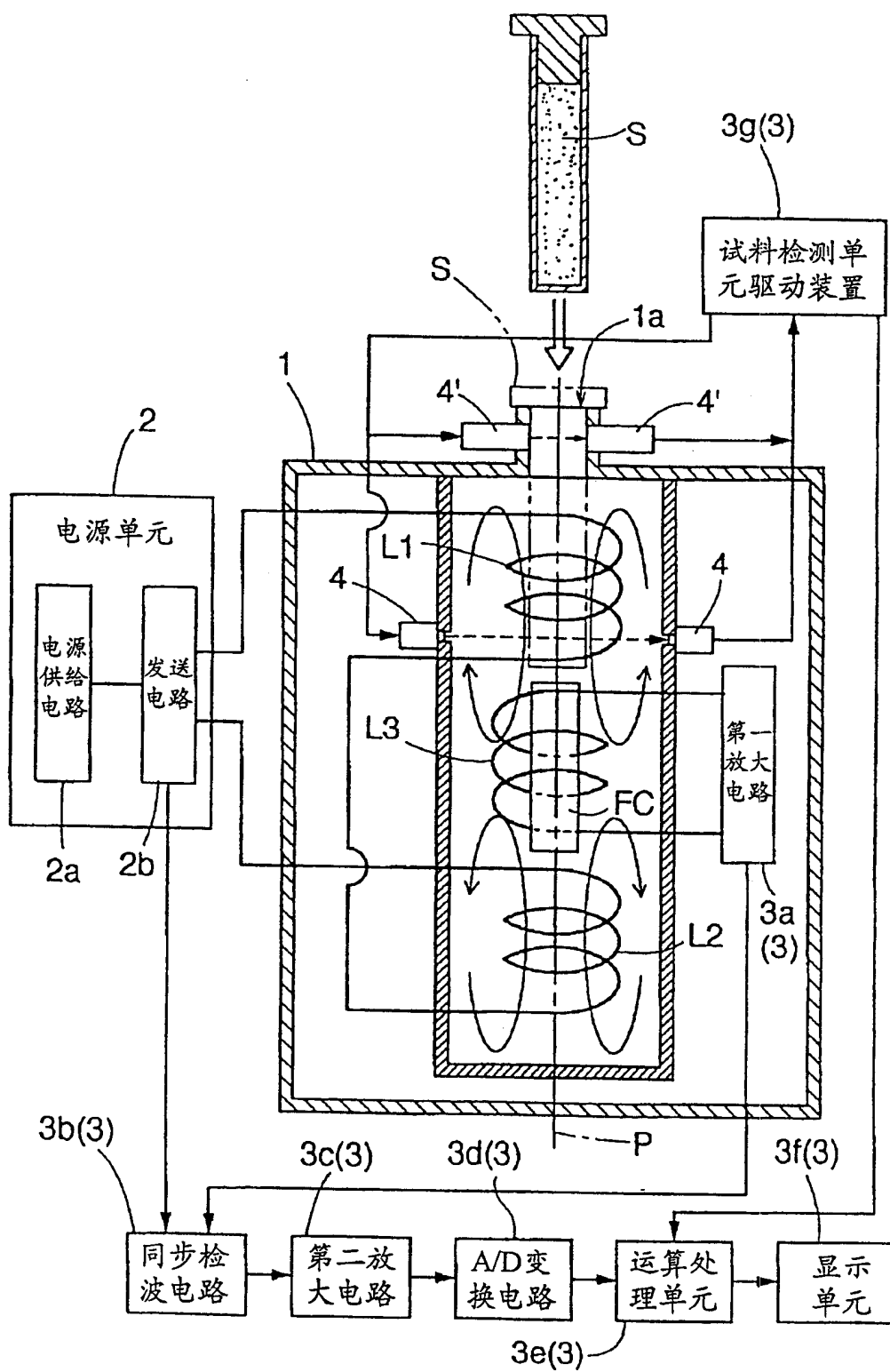


图 6

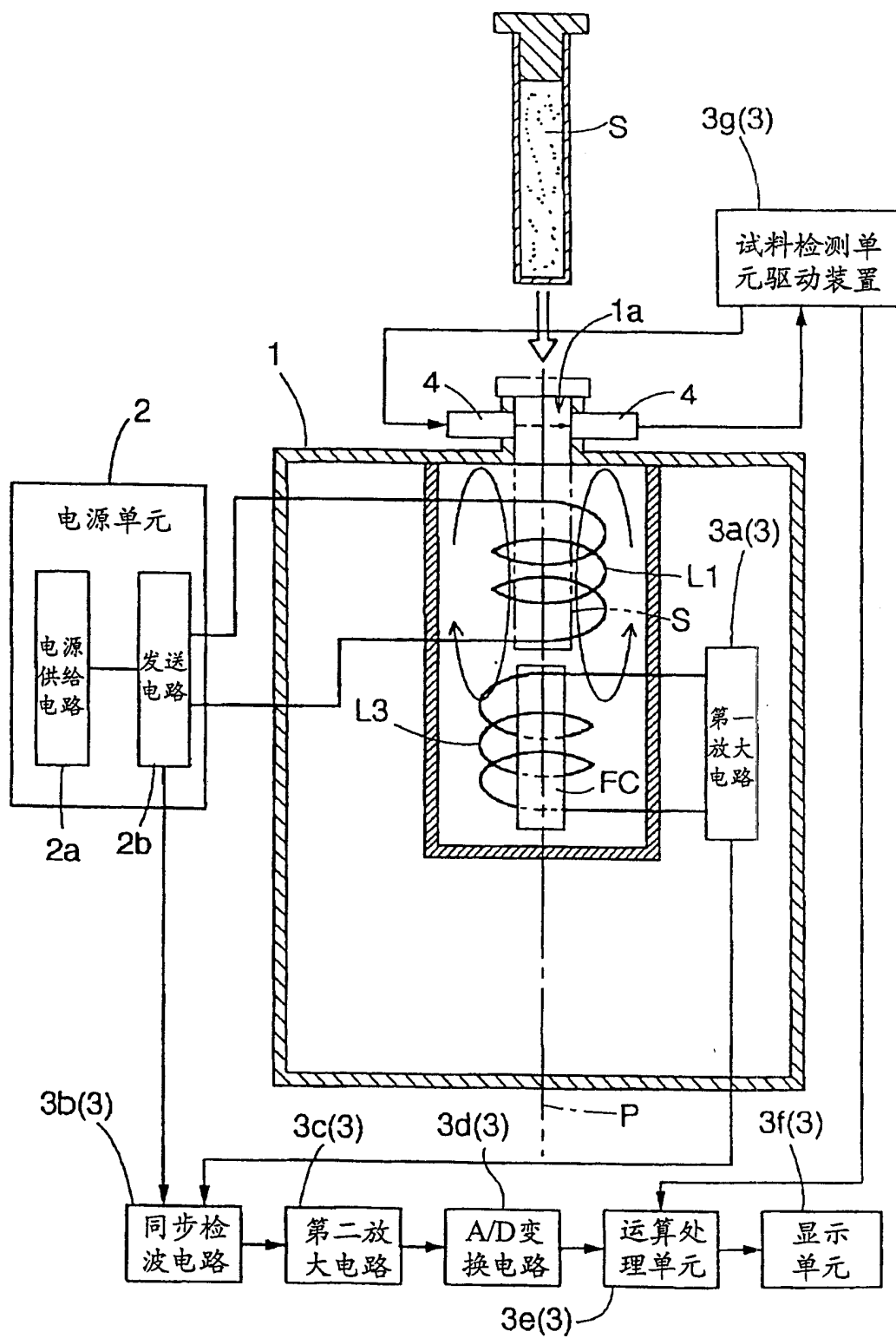


图 7

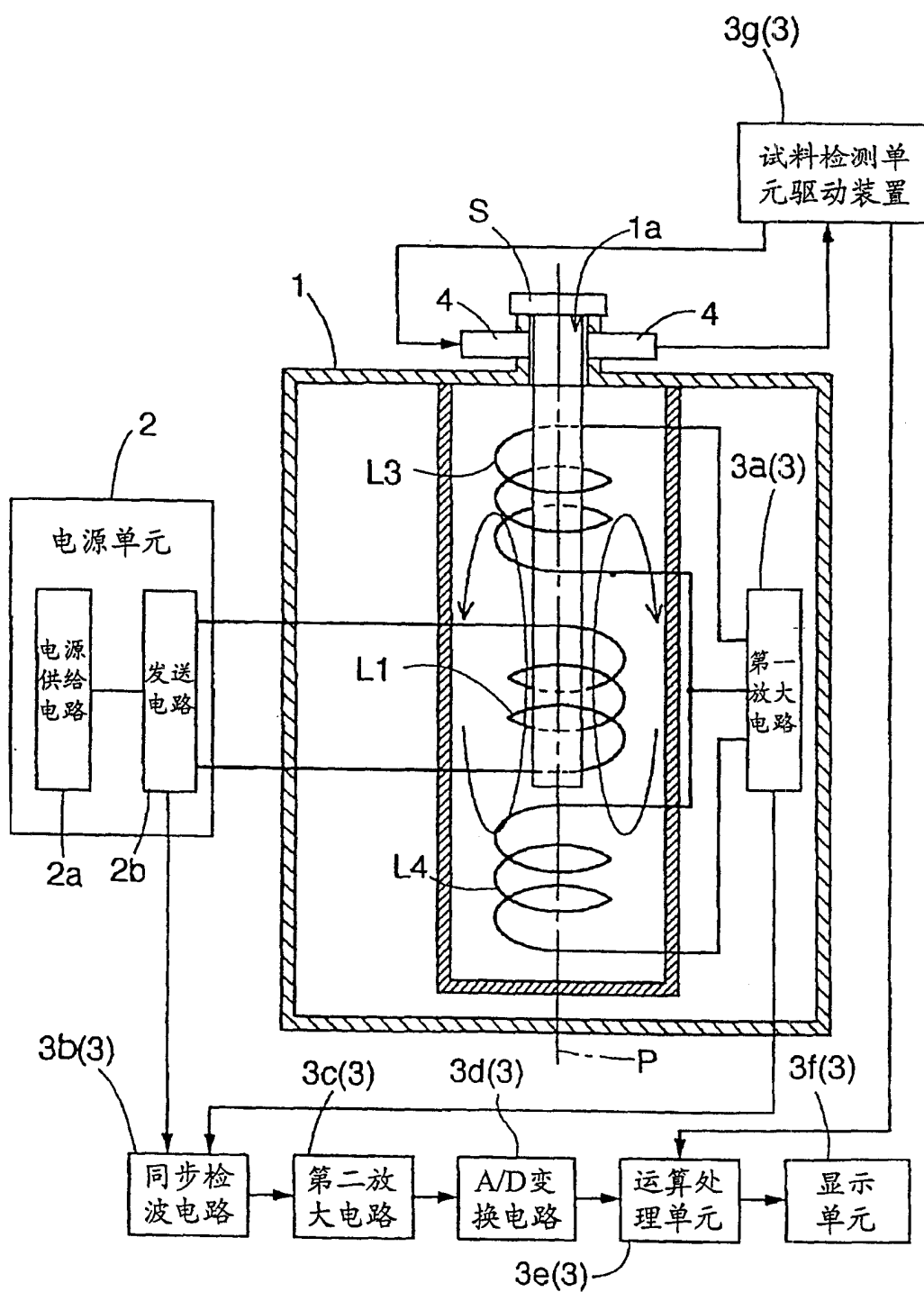


图 8

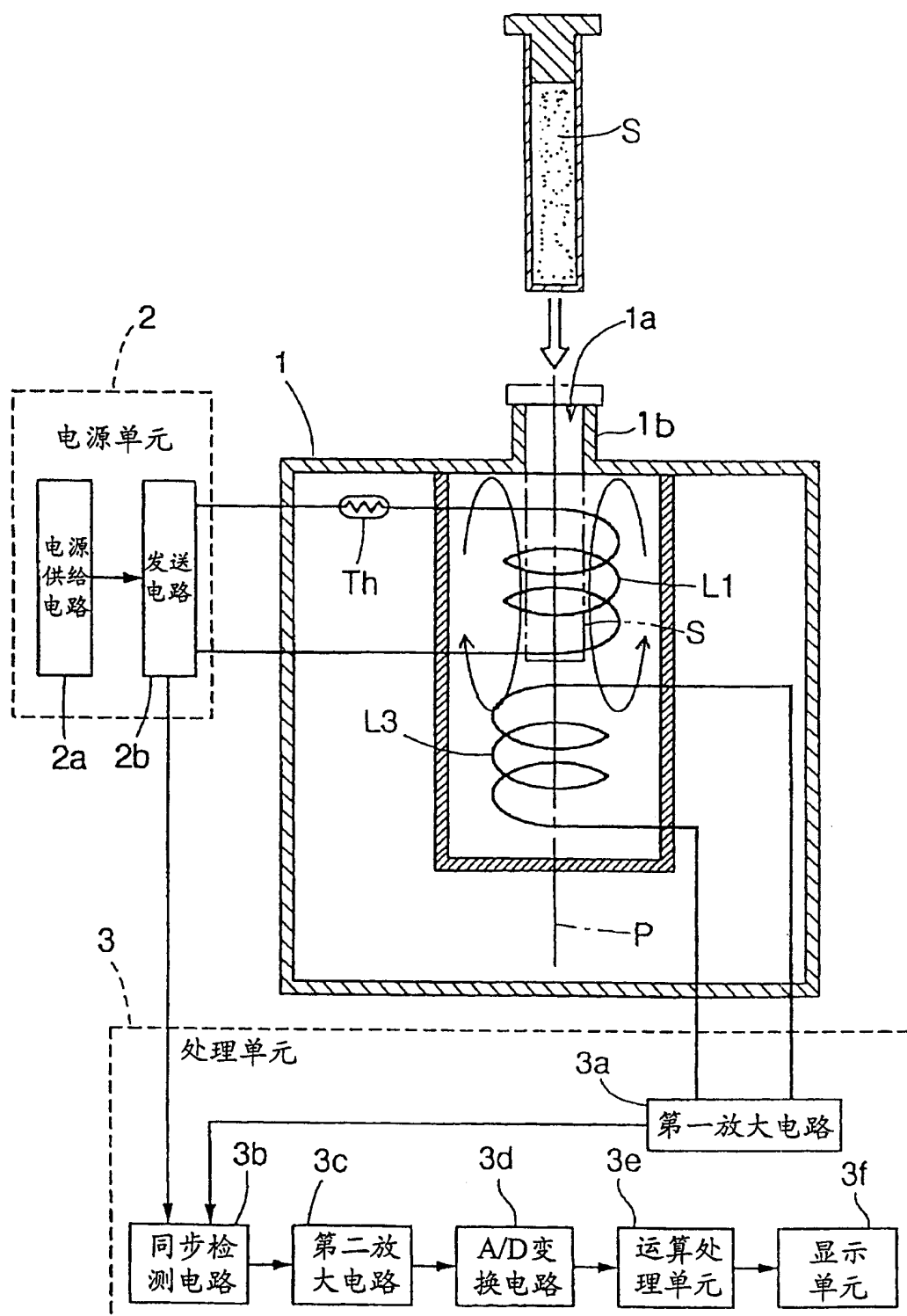


图 9

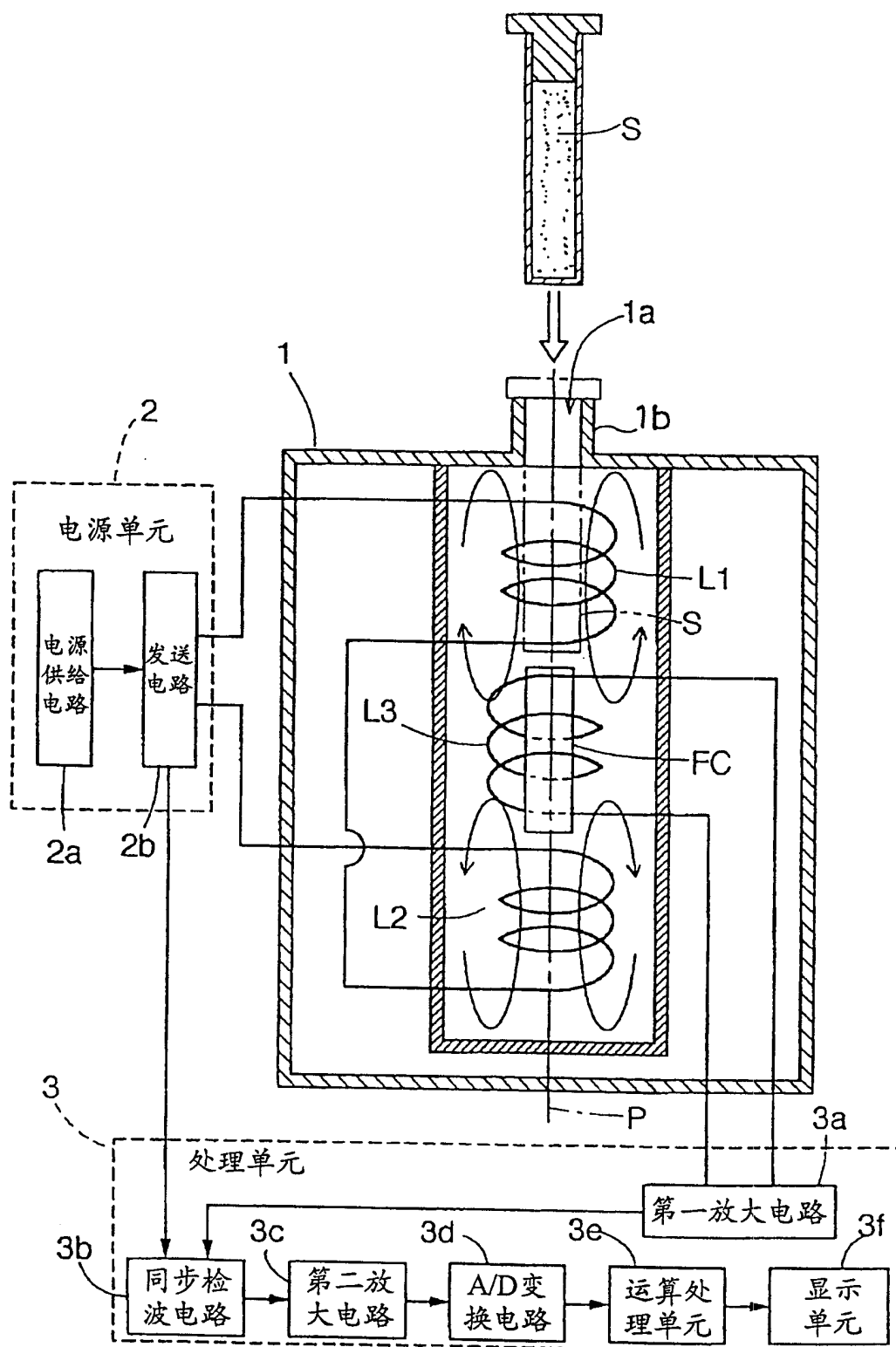


图 10

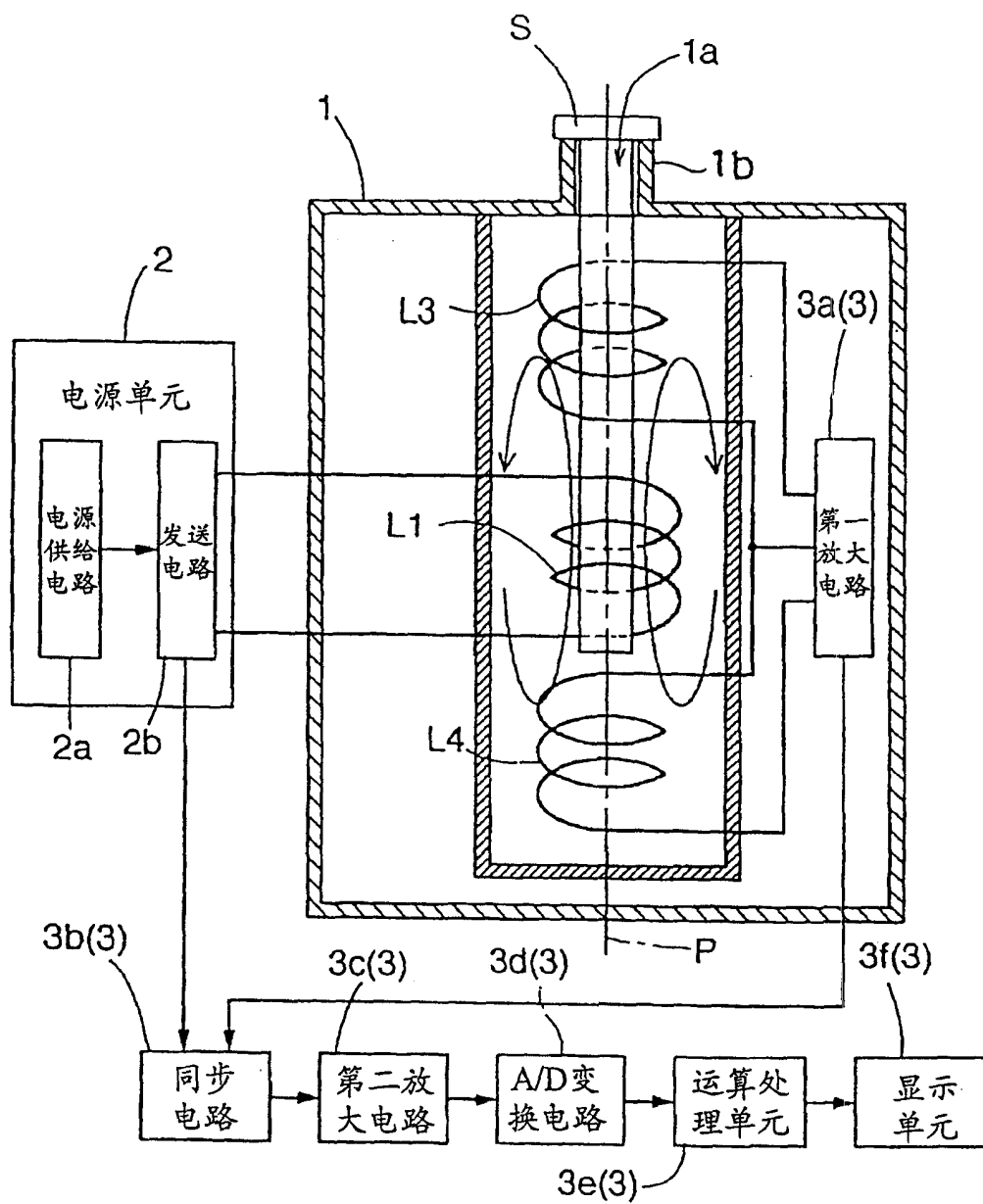


图 11

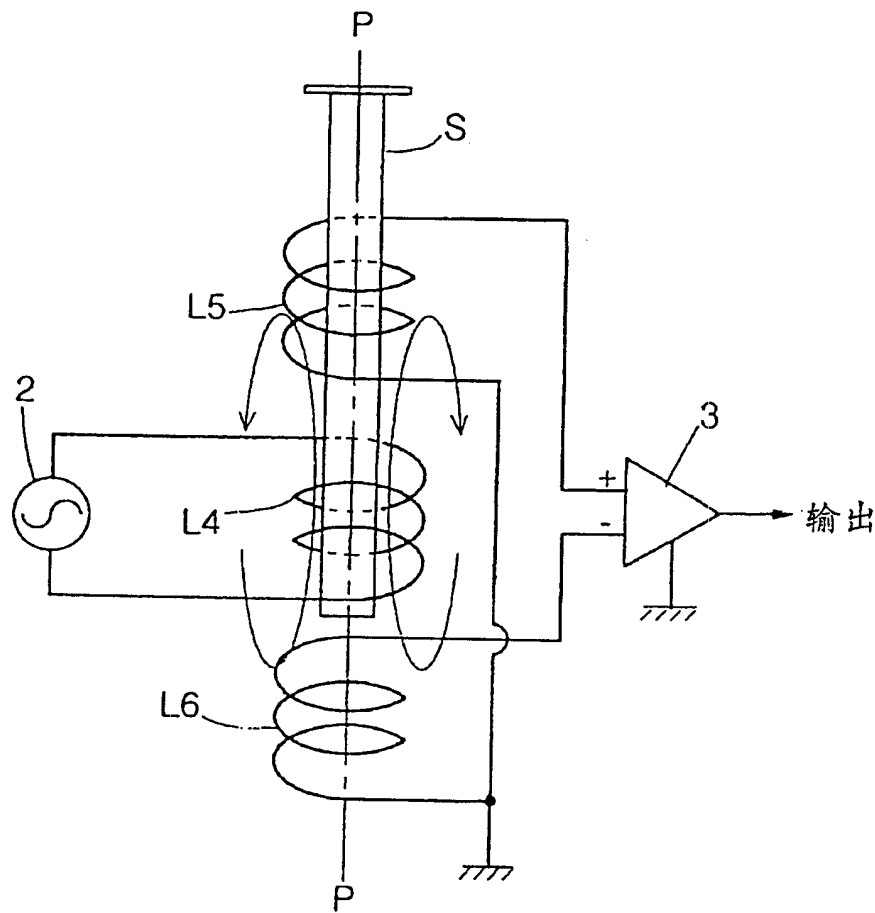


图 12