



# [12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 87 1 06874 A

[43] 公开日 1988年6月22日

[21] 申请号 87 1 06874

[22] 申请日 87.10.10

[30] 优先权

[32]86.10.10 [33]US [31]917,790

[71] 申请人 罗斯蒙德公司

地址 美国明尼苏达州

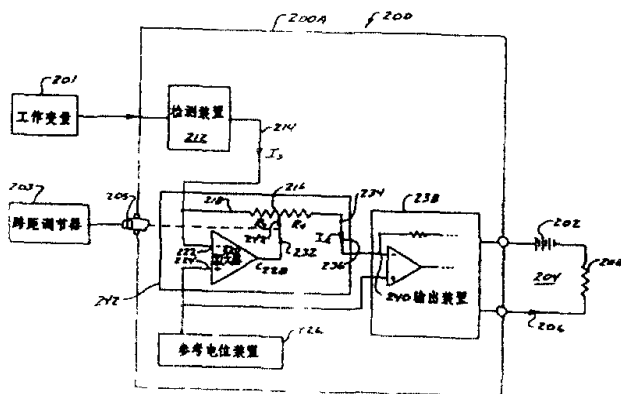
[72] 发明人 罗格·L·弗里克

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
代理部  
代理人 侯迎

## [54] 发明名称 带有改进的跨距调节器的传感器

### [57] 摘要

一种装有一检测器检测工作变量的传感器,可提供由跨距调节器调节的双线输出来代表检测信号。在检测器和产生双线输出的输出电路之间接有一跨距控制电路。它包括一个与跨距调节电位器耦合的放大器,电位器的滑片接在放大器的输出端,以使电位器的一部分电阻做为放大器输出到输入的反馈电阻。而其另一部分接在放大器输出与输出电路之间。这两部分电阻变化会影响跨距和输出分辨力。如此,在宽的关断比内提供出改进的分辨力。



CN 87 1 06874 A

1. 一种用于检测工作变量和提供跨距调节器调节的双线输出的传感器，包括：

一个检测装置，与工作变量耦合用于提供代表工作变量的检测器输出；

一个跨距控制装置，连接到跨距调节器和控制所说双线输出的检测器输出上，该跨距控制装置还包括用于调节跨距的、具有随跨距调节的增加而增加的第一阻值的第一阻抗装置，还包括用于调节跨距并具有随跨距调节的增加而减少的第二阻值的第二阻抗装置，

这第一和第二阻抗装置连接在检测器输出上从而使双线输出有一个作为跨距调节器的函数的增加了的分辨率；以及

连接到跨距控制装置的输出装置用于提供双线输出。

2. 权利要求 1 的传感器包括用于接受跨距调节的与跨距控制装置连接的调节装置。

3. 按权利要求 2 所描述的传感器，其中所说调节装置控制第一和第二阻抗的大小。

4. 按权利要求 3 所描述的传感器，其中跨距控制装置进一步包括放大器装置，该放大器的输入和输出连接第一和第二阻抗用于放大检测器的输出。

5. 按照权利要求 4 的传感器，其中第一阻抗装置连接在放大器的输出和输出装置之间。

6. 按照权利要求 5 的传感器，其中第二阻抗装置连接在放大器的输入和放大器的输出之间。

7. 按照权利要求 6 的传感器, 其中第一和第二阻抗装置一起构成一个变化的电阻。

8. 按照权利要求 7 的传感器, 其中作为跨距调节量的函数的双线输出的分辨率为:

$$\frac{\Delta R}{R_3 + R_4} \cdot \left( 2 + \frac{R_3}{R_4} + \frac{R_4}{R_3} \right)$$

其中  $\Delta R$  是电位器的分辨率,  $R_3$  是第一阻抗,  $R_4$  是第二阻抗。

9. 按照权利要求 8 的传感器, 其中检测装置至少包括一个电容性的检测器用于检测作为工作变量的压力。

10. 一种用于检测工作变量和提供由跨距调节器调节的双线输出的传感器包括:

一个检测装置, 接有工作变量用于提供代表工作变量的检测器输出检测装置;

一个输出装置连接双线电路用于提供双线输出;

一个跨距控制装置连接跨距调节器用于控制双线输出的跨距, 该跨距控制装置包括一个放大器, 该放大器输入连接检测器, 放大器输出连接输出装置并还包括一个电位器, 该电位器有一个第一阻抗元件连在放大器输出和输出装置之间的前馈通路上, 和一个第二阻抗元件接在放大器输出和输入之间的反馈通路上, 第一阻抗和第二阻抗元件有着作为调节量函数并相反变化的阻值, 以使传感器在选定的关断比之上有一个所需的输出分辨率。

## 带有改进的跨距调节器的传感器

本发明是关于用来检测工艺变量并提供表示该工作变量的双线输出的传感器。工作变量可包括压力，温度，流量和其他工作变量。传感器接有一跨距调节器，用来调节传感器输出的跨距。传感器包括检测装置，该装置检测工艺变量并提供表示该工作变量的检测器输出。传感器还包括连接在跨距调节器和检测器输出端的跨距控制装置。跨距控制装置控制双线输出。跨距控制装置进一步包括用于调节跨距的第一阻抗装置。这一第一阻抗装置具有随跨距调节量的增加而增加的第一阻抗。滑线控制装置还包括用于调节跨距的第二阻抗装置。该装置具有随跨距调节量的增加而减少的第二阻抗。第一和第二阻抗都连接在检测器输出端，使双线输出得到一个提高了的为跨距调节量函数的分辨力。传感器还包括连接到跨距控制装置的输出装置。该输出装置提供上述双线输出。

在本发明较好的实施例中，传感器还包括用于接纳跨距调节器的调节装置。该调节装置连接跨距控制装置。跨距调节器是通过调节部件接在跨距控制装置上来控制第一阻抗和第二阻抗的大小。在另一个较佳实施方案中，跨距控制装置还包括用于放大检测器输出的，具有一输入和连接到第一和第二阻抗装置上的输出的放大器。第一阻抗装置连接在放大器的输出的输出装置之间来提供传感器跨距的前馈控制。第二阻抗装置连接在放大器的输入和输出之间提供放大器增益的反馈控制。跨距的前馈和反馈控制都影响输出分辨力。对输出分辨力

的两种影响结合起来给出了在选定关断以上的理想输出分辨力。从而传感器检测在宽的关断比范围内是有用的并且基本上克服了第一和第二阻抗装置的不期望的分辨力极限。

在另一个较佳步施例中，第一阻抗和第二阻抗装置共同构成一个可变电阻，比如电位器。电位器有一个可调节的抽头，该抽头连接到放大器的输出来提供所要求的高分辨力。在另一个较佳实施例中，双线输出是用来激励传感器的4~20毫安电流。检测装置可包括一个电容压电检测器。

图1是表示带跨距调节器的传感器的先有技术的部份为线路、部份为框图的图示。

图2是分辨力系数线，以先有技术传感器和本发明的传感器的增益为函数的图示。

图3是按照本发明的传感器的部分为线路图，部分为框图的示意图。

图4是按照本发明的电容性压力传感器线路图。

图1中的线路部分10表示典型的先有技术传感器。工作压力P加在检测装置20上，该装置用于容性地检测工作压力P并在导线22上给出检测器输出 $V_s$ 。导线22上的输出 $V_s$ 的幅值表示检测到的压力P。运算放大器26的正相输入端24检测检测器输出。运算放大器26的输出28经由导线32连接到跨距调节电位器34的端子1上。跨距调节电位器34的端子2连到固定参考电位（直流公共点）36上。电位器的滑片；端子3，通过导线42接在运算放大器26的反相输入端38上。电位器34各有一个接在1端和3端之间的电阻 $R_1$ 和接在3端和2端之间的电阻 $R_2$ 。电位器的分辨力与

电阻最小增量 $\Delta R$ 决定的值有关。 $\Delta R$ 可由电位器具体调节。电位器的分辨率( $\Delta R / (R_1 + R_2)$ )是电位器调节量 $\Delta R$ 的最小实际增量和电位器的总电阻( $R_1 + R_2$ )之比。

放大器26和电位器34构成接受检测器输出 $V_s$ 并提供跨距调节输出 $V_a$ 的增益级44。输出级的增益是( $\Delta V_a / \Delta V_s$ )之比,由电位器按照如下公式进行调节来控制的增益

$$\frac{\Delta V_a}{\Delta V_s} = \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} \quad \dots\dots\text{公式1}$$

其中 $\Delta V_s$ 是检测器输出幅值的变化, $V_a$ 表示跨距调节输出的相应变化。

跨距调节输出 $V_a$ 是加在输出电路46上,该输出电路向一个双线电流环路提供一个4~20毫安的输出信号48,该环路包括串联的电源52和负载阻抗54。传感器的跨距是输出电流变化与输入压力变化之比。在这类传感器中调节跨距使传感器适用于各种输入压力是必要的。例如,当传感器应用于某一用途希望用一个16毫安输出电流变化,来表示10psi(每平方英寸10磅)的输入压力变化,而当同样的传感器用于另一用途时,必须进行调节以使16毫安输出电流变化表示每平方英寸100磅的输入压力变量。

在这样的传感器中所期望的是调节在一个宽范围跨距刻度内具有高数量级分辨力的传感器跨距。传感器的最大跨距刻度和其最小跨距刻度之比即为“关断比”。不难看出先有技术传感器10的关断比是受传感器增益调节线路的输出分辨力所限制的。这一输出分辨力定义为一个比值,这一比值是跨距调节电压的调节量 $\Delta V_a$ 的最小实际增

量被跨距调节电压  $V_a$  除。如图 1 所描绘的传感器，包括运算放大器 2 8 和电位器 3 4 的增益调节电路的输出分辨力  $\Delta V_a / V_a$  为：

$$\frac{\Delta V_a}{V_a} = \frac{\Delta R}{(R_1 + R_2)} \cdot \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} \quad \dots\dots\text{公式 2}$$

增益调节电路的输出分辨力等于电位器分辨力 ( $\Delta R / (R_1 + R_2)$ ) 乘以分辨系数 ( $(R_1 + R_2) / R_2$ )。电路的增益和电路的分辨系数两者都由电位器的调节来控制。在附图 2 中曲线 1 0 0 描绘了为电路增益函数的电路分辨系数。仅举一例，如果使用一个分辨力  $\Delta R / (R_1 + R_2)$  等于 0.02% 的电位器，并且传感器的输出分辨力必须小于或等于 0.2%，以便提供准确校正调节量，则电位器只能提供由公式 2 所决定的分辨系数小于或等于 10 的输出分辨力。

现在参见图 2，可以看出相对于分辨力 10 或 10 以下小增益可从最大值 10 调节到最小值 1。在使用分辨力有限的电位校准时，这使先有技术传感器的关断比限制在 10 : 1 以获得所需的分辨力。这样，在关断比为 10 : 1 的情况下，跨距调节器的分辨力在最低跨距刻度处下降了一个系数 10。如果使用一个不同分辨力的电位器或需要不同的输出分辨力，与用先有技术装置可获得不同的关闭比。

在先有技术传感器中加上了开关和搭接片，将调节范围分成较小的部分，来增加传感器的调节范围。这种方法并不能提供满意的解决方案。开关或搭接片增加了传感器的成本，并且为接通开关或搭接片在外壳上打孔会使暴露传感器的电子部件，使之在工作控制环境中受到侵蚀和温度的有害影响。

制做技术的改进已生产出在一宽的压力范围内均可操作改进了的检测器。需要一个具有较大关断比的改进的跨距调节器才能使不带开关或搭接片的宽域检测器的范围得到充分地利用。

如图3所示，按照本发明制作的传感器200检测设备的工作变量201，诸如：温度，压力或流量。传感器200是环路功率（Loop-power）传感器，该传感器靠4~20毫安的工业过程控制环路204的电源202给与能量。流经环路的4~20毫安电流206幅值是根据检测的工作变量由传感器200来控制。环路中有一电阻208，该电阻表示接收4~20毫安信号的装置，诸如指示计，环路放大器，或记录器。传感器200，电流202，电阻208串联在一起。传感器200安置在封闭壳体200A中以保护电子部件不受恶劣的工作控制环境的损害。传感器跨距调节器203通过一个封装在传感器壳体内的传递耦合装置205，从而不必打开壳体就能进行调节。

检测装置212包括一个检测器和与之相配合的电路用于提供正比于检测工作变量的检测电流214。检测装置212在输入跨距的宽范围内检测工作变量。例如，跨距范围为12:1。电位器216在第一端子218处接入检测电流214。运算放大器220有一个连接到第一端218的反相输入端222用于检测端子218的电位。输入端222是一个高阻抗输入端以致使检测电流214基本上全部进入电位器的第一端218。放大器220的正相输入端224连接在传感器的参考电位226上。放大器220的输出228连接到电位器216的展宽端子232上。跨距调节电流236从电位器216的端子234流出；再进入输出装置238的求和节点240。求和



节点240的电位由输出装置238内的反馈基本上保持在与输入224相同的电位上，电位器216给出端子218和232之间可变阻抗 $R_3$ ，和端子232和234之间可变阻抗 $R_4$ ；并且电位器216提供了终端218和234之间基本上指定阻值( $R_3 + R_4$ )。电位器216包括连接在放大器220的输出和输出装置238之间的具有第一阻抗 $R_4$ 的第一阻抗装置。电位器216还包括第二阻抗装置，即连接在输出238和输入222之间的第二阻抗 $R_3$ 。

电阻 $R_3$ 处于放大器220的输出228和输入222之间的一个反馈回路。电阻 $R_3$ 控制输出228的信号电压与检测电流214的比。电阻 $R_4$ 控制跨距调节电流236与输出228的信号电压的比。因此跨距调节电位器216的调节同时调节两个比值，并给出了一个传感器的增益与分辨系数之间所要求的关系。仅举例如下，放大器220和电位器216包括接入检测电流214并给出跨距调节电流236的跨距控制装置242。跨距控制装置242的增益是电流 $\Delta I_a$ 与 $\Delta I_s$ 之比，由电位器的调节量控制基本符合如下公式：

$$\text{增益} = \frac{\Delta I_a}{\Delta I_s} = \frac{R_3}{R_4} \quad \dots\dots\text{公式 3}$$

传感器200的跨距是输出电流的变量与输入压力变量之比。在这样的传感器中有必要调节跨距以致使传感器适用于较宽的输入压力范围以利用输入检测的宽范围。例如当传感器200应用于一种用途时，它可以要求用一个16毫安的输出电流变化表示每英寸2磅的输入压力变化。而当传感器200用于另一种用途时，该传感器必须调节到用16毫安的输出电流变化表示每英寸100磅输入压力变化。对于

这种传感器 200，要求调节或校准传感器的跨距使之在跨距刻度的宽范围内具有高度分辨力。

图 3 描绘的传感器中，其跨距控制装置 242 的输出分辨力 ( $\Delta I_s / I_s$ ) 符合下式：

$$\frac{\Delta I_s}{I_s} = \frac{\Delta R}{R_3 + R_4} \cdot \left( 2 + \frac{R_3}{R_4} + \frac{R_4}{R_3} \right) \quad \dots\dots\text{公式 4}$$

跨距控制装置 242 的输出分辨率等于电位器分辨率 ( $R / (R_3 + R_4)$ ) 乘以分辨系数 ( $2 + (R_3 / R_4) + (R_4 / R_3)$ )。电路增益和电路分辨系数都由电位器 216 的调节器控制。以电路增益为函数的电路分辨系数由图 2 中的曲线 102 所描绘。顺便例一例，如果电位器应用于一个分辨率  $\Delta R / (R_3 + R_4)$  等于 0.02% 并且传感器输出分辨率必须小于或等于 0.02% 来提供精确的跨距校准调节，则电位器将提供一输出分辨率 0.2%，此时，由公式 4 所决定的分辨系数小于或等于 10。

参见图 2，可看出对于分辨系数为 10 或少于 10，增益可从最大值 10 调节到最小值 0.2。因此，传感器 200 的关断比是从较高的增益刻度与较低的增益刻度之比或为 50 : 1。从曲线 102 可看出，分辨系数是增益的非线性函数。跨距控制装置 242 提供了传感器的跨距调节的宽范围，而不超越传感器关断比的限制。高的关断比使检测装置 212 的跨距的宽范围得以利用。

图 4 所表示的是容性检测压差的传感器 300 的线路图。压差检测装置 302 包括电容性压差检测器 304。

压力检测器 304 的结构可见我的美国专利 3,793,885,

下述仅做参考。例如，提供一对电容 $C_1$ 和 $C_2$ ，它们按照加在检测器304上的压差 $P$ 而变化。电压控制振荡器(VCO)306是一个集成电路VCO，比如莫托罗拉公司的MC14046，并在导线308上产生激励，该导线通过固定电容312接在检测器302的动片310上。二极管314和316将电流从检测器302的电容定片耦合到控制电路318。控制电路318检测来自二极管314和316的电流并在导线322上提供表示这些电流的输出 $V_c$ 。

导线322上的输出 $V_c$ 耦合给VCO306来控制导线308上的VCO的激励信号的频率。控制电路318中的热控管324是用于稳定传感器300工作于在要求的工作温度范围内的装置。固定电容326，二极管328和330和电位计332连在一起接成线性调节电路和调节电位计332来提供在检测压力和激励频率之间的更线性化的关系。VCO306，检测器304，二极管314和316，线性调节电路和控制电路318连接在一起构成闭合环路形式，(如图4所示)以便在导线308上提供具有基本上固定幅值和频率的代表所测压力 $F$ 的激励信号。二极管334和336接在检测器304和导线308之间来提供表示检测电压 $P$ 的检测电流 $I_s$ 。

检测电流 $I_s$ 通过导线338接到跨距控制电路340上。在电路340中，电流 $I_s$ 在求和节点342处接入。求和节点还接有来自跨距调节电位器346的端子344的电流，和从包括固定电阻348和调零电位器350，如图4所示。放大器352A有一个反相输出354连在求和节点342上用于检测求和节点处的电位。放大器352的输入354是高阻抗输入，则基本上来自调零网络的全

部电流上来自检测装置的电流  $I_s$  都流入跨距调节电位器 346 的端点 344。电位器 346 的可调触点 356 连在放大器 352 A 的输出上。放大器 352 A 正相输入连接在传感器的 +1 伏的参考电位上。旁路电容 358 连接在反相输入 354 和正相输入 360 之间以减少噪音影响和提供平滑的传感器输出。跨距调节电位器 346 的端点 362 向输出装置 664 供给一个经调节输出电流  $I_a$ 。跨距调节电位器 346 和调零电位器 350 都备有封好的调节螺钉 347, 351。它们可从传感器周围的壳体 353 的外边进行调节而无须打开传感器的盖板。

跨距控制电路 340 的操作类似于图 2 中跨距调节电路 242 的操作。公式 3 和公式 4 同样适用于跨距调节电路 340。电位器 346 的电阻  $R_1$  连接在围绕放大器 352 的反馈回路中来控制增益。电位器 346 的电阻  $R_2$  接在滑片 356 和输出装置 364 之间的前馈电路来控制电流  $I_a$ 。当调节电位器 346 时, 电阻  $R_1$  和  $R_2$  是相反变化的。当  $R_1$  增加时,  $R_2$  便减少, 反之亦然。由跨距调节器控制的电阻的相反变化的设置, 一个电阻在反馈回路中而另一个在前馈线路上) 提供了所要求的高关断比。

输出装置 364 接入跨距调节电流  $I_a$  并在端点 366 和 368 提供 4~20 毫安的输出电流。输出电流的幅值由跨距调节的电流  $I_a$  控制。传感器是由 4~20 毫安的电流环路提供能量的。输出装置 364 也包括有源装置可用于激励传感器 300。环路电流通过整流器 370 流入传感器线路, 该整流器提供不使电流极性反向的保护。三极管 372 响应加在放大器 374 A 上的信号控制环路电流。放大器 374 A 检测求和节点 376 的电位进入求和节点 376 的电

流是跨距调节电流  $I_a$  和表示环路电流的电流  $I_f$ 。工厂生产的标准可调 (Factory-trimmable) 电阻 378 也给求和节点 376 提供一个基本上固定电流  $I_t$ 。电阻器 378 的阻值是出厂时已调好的, 以便减少跨距调节器和零调节器之间的相互作用。稳压二极管 374c 和放大器 374B 包括有源装置并提供定为“+6 伏电源”的常规电位, 如图 4 所示该电源连接线到传感器线路中标明“+6 伏”的点, 为了简明这种连接没画在图 4 中。阻抗分配网络 382 连接在 +6 伏电源上并向传感器环路提供其他常规电位。旁路电容 384 连在分阻网络 382 上以减少分阻网络 382 的噪音电平。+1 伏电源电位是由分阻器产生并且连接到传感器环路上的标明 +1 伏的点上。缓冲放大器 352B 接入来自分阻网络 382 的电位, 并提供一常规电位“+2 伏电源”, 该“+2 伏电源”是连到传感器的环路的标明“+2 伏”的点上。

放大器 352A, 352B, 352C 和 352D 是象限放大器集成电路的各部分, 如由松下半导体厂制作的 LM246 型。放大器 374A 和 374B 和稳压二极管 374C 是由松下半导体厂制作的 LM10 型集成电路的各部分。

传感器线路置于密封壳体 353 内并接在端点 366 和 368 处将传感器连接好而不用打开电子器件的壳体。零调节器 386 和跨距调节器 388 接在输入壳体的调节器的螺钉 347 和 351 上, 而不须打开壳体。这样装好的传感器 300 可在恶劣的工作控制环境而不会将电路景象在外界环境。

已就采用跨距调节的电位器控制对本发明进行了描述, 应当指出对于本领域的技术人员来说也可选用, 象 D/A 转换器, 或开关电路

**等具有一定分辨力的其他阻抗元件。但应归于本发明的范围之内。**

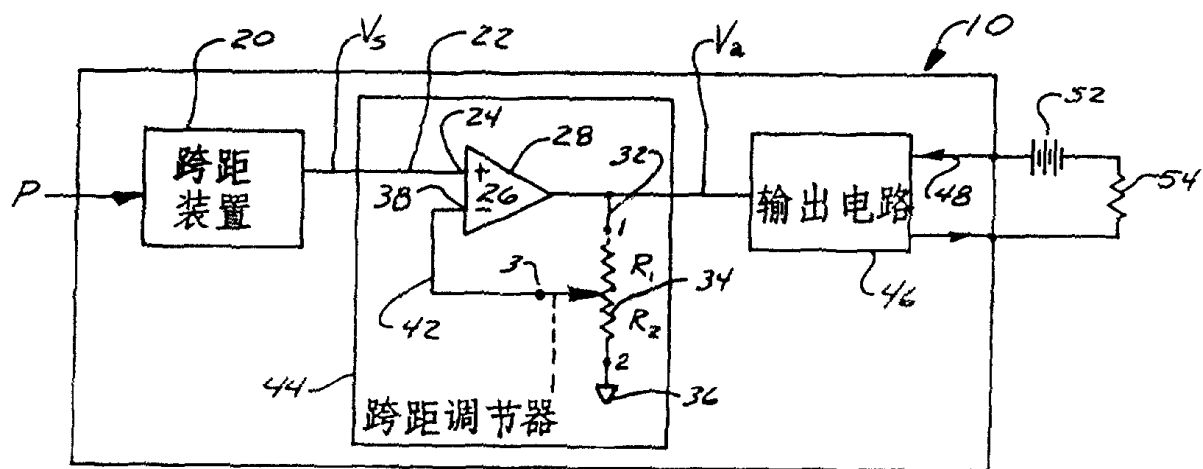


图 1

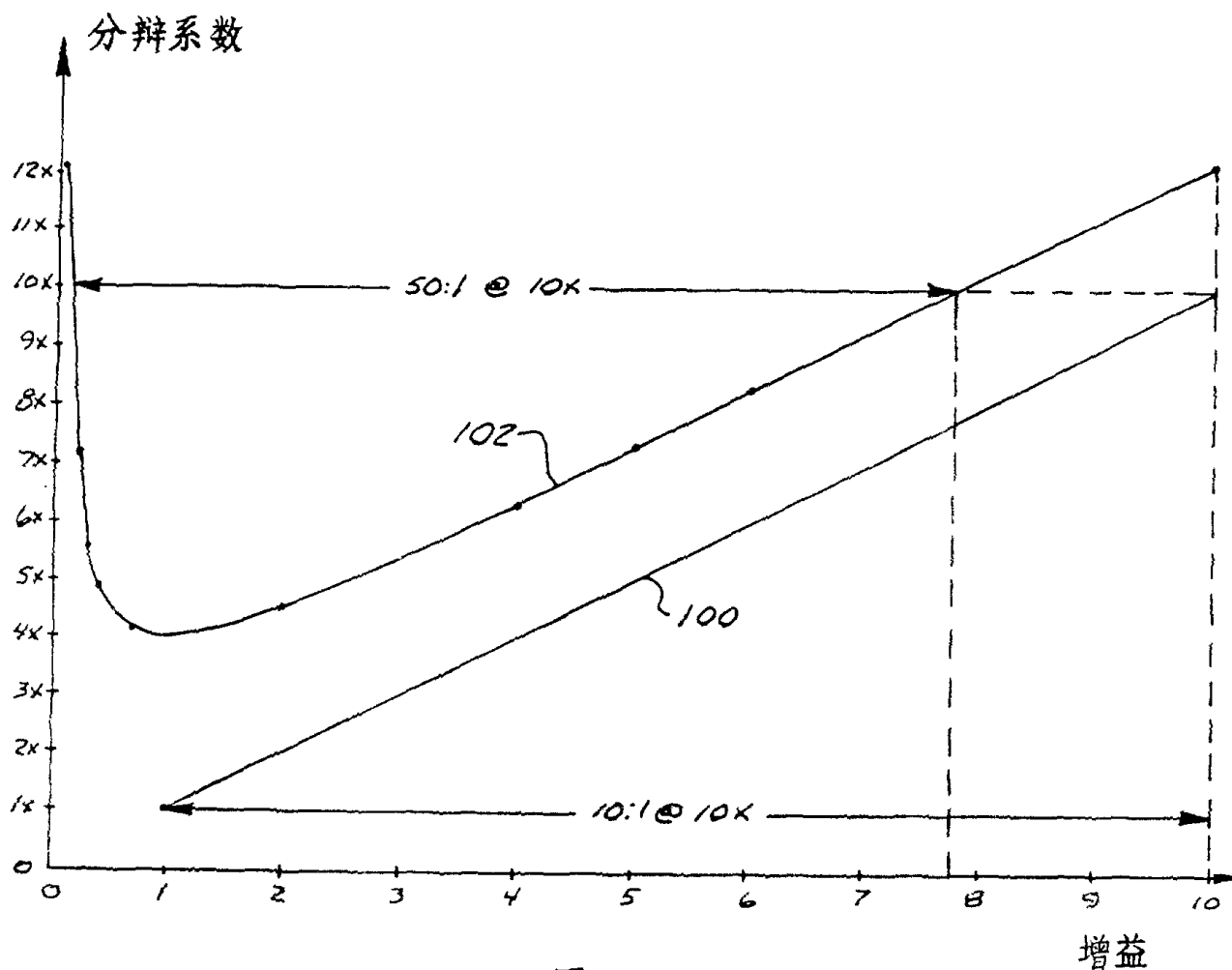
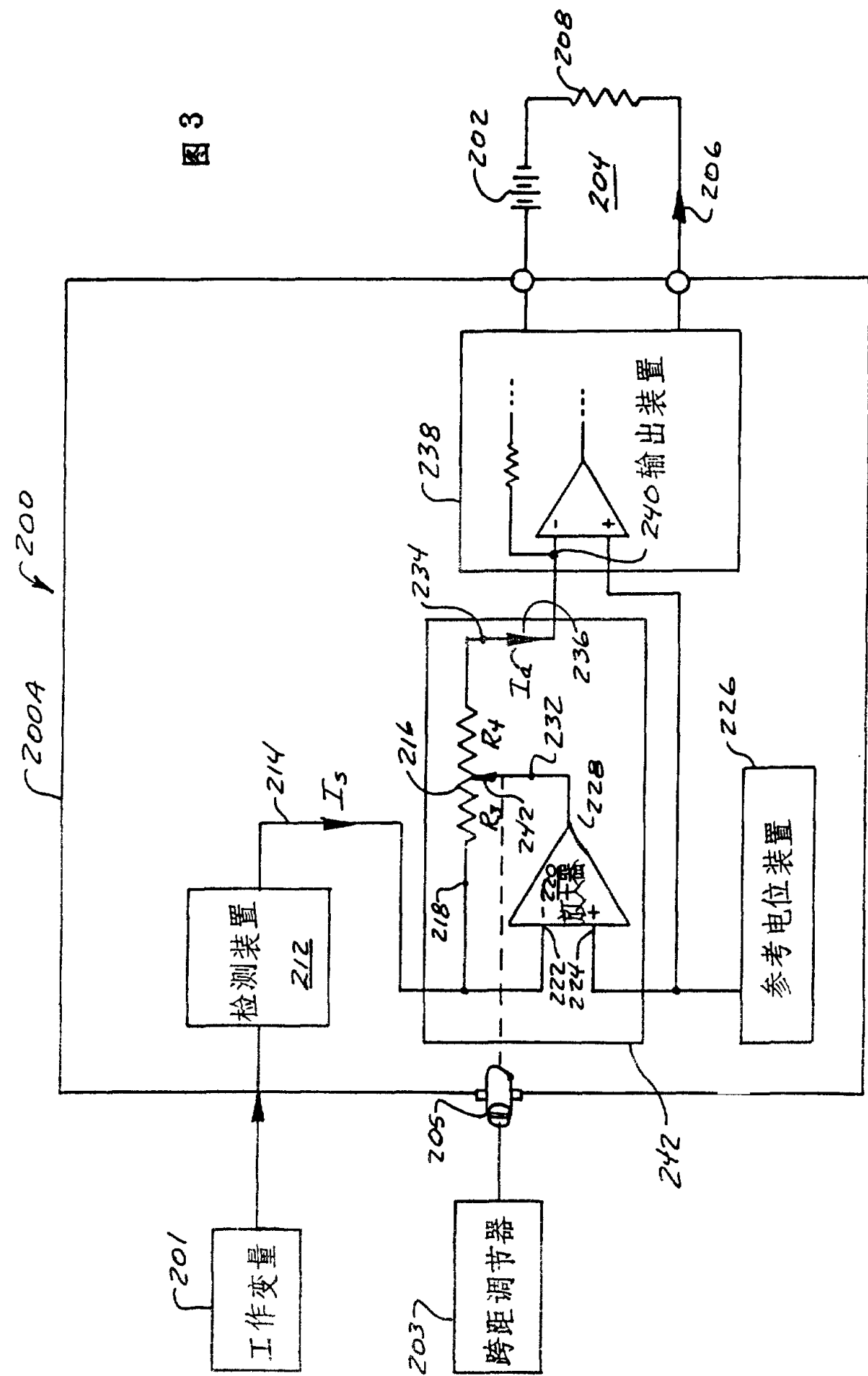


图 2

图 3





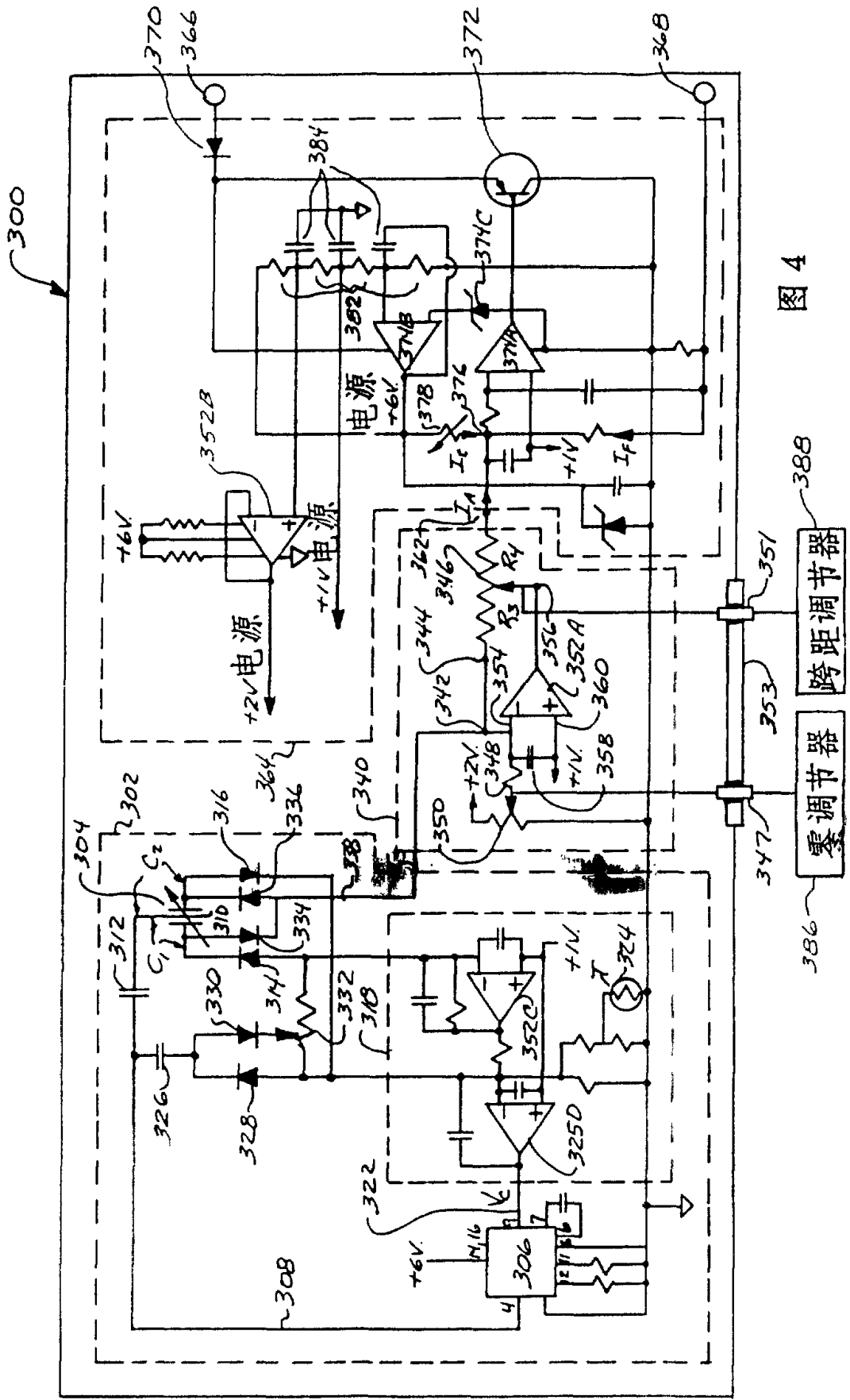


图 4