

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101346607 B

(45) 授权公告日 2010. 10. 20

(21) 申请号 200680048508. 2

EP 0871011 A2, 1998. 10. 14, 全文 .

(22) 申请日 2006. 12. 21

WO 2004/010083 A2, 2004. 01. 29, 全文 .

(30) 优先权数据

CN 1064153 A, 1992. 09. 02, 全文 .

11/314, 163 2005. 12. 22 US

US 2002/0030484 A1, 2002. 03. 14, 全文 .

(85) PCT申请进入国家阶段日

审查员 邢雲峰

2008. 06. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/062477 2006. 12. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02007/089372 EN 2007. 08. 09

(73) 专利权人 贝尔直升机特克斯特龙有限公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 C·E·柯文顿 G·S·普克特

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 党建华

(51) Int. Cl.

G01D 3/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 4162491 , 1979. 07. 24, 全文 .

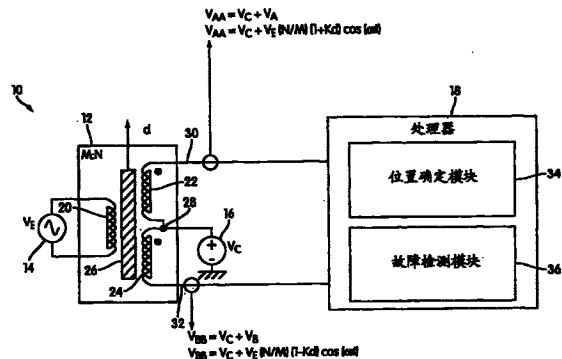
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 9 页

(54) 发明名称

对连通性故障进行自监控的位置检测系统

(57) 摘要

一种用于检测位置的、能够对连通性故障进行自监控的系统。在一个实施方式中,系统包括变压器、激励电势源、偏置电势源和处理器。



1. 一种用于检测位置的系统,其能够对连通性故障进行自监控,所述系统包括:
变压器,其中磁性构件被可移动地布置;
激励电势源,其耦合到所述变压器以将激励电势施加到所述变压器,其中所述激励电势对所述变压器的所述施加感应出取决于所述变压器内所述磁性构件的位置的至少一个感应电势;
偏置电势源,其耦合到所述变压器以将偏置电势施加到所述变压器;以及
处理器,其耦合到所述变压器以接收至少一个输出信号,所述至少一个输出信号包括所述至少一个感应电势,
所述处理器根据所述至少一个感应电势确定所述磁性构件的所述位置,以及
所述处理器根据所述输出信号中所述偏置电势的有或无来检测所述变压器内的连通性故障。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述变压器包括:
初级线圈,其耦合到所述激励电势源,使得所述激励电势施加到所述初级线圈;
第一次级线圈,其定位成接近于所述初级线圈,使得所述激励电势对所述初级线圈的所述施加在所述第一次级线圈内感应出第一感应电势;
第二次级线圈,其定位成接近于所述初级线圈,使得所述激励电势对所述初级线圈的所述施加在所述第二次级线圈内感应出第二感应电势;以及
接点,其耦合到所述第一次级线圈和所述第二次级线圈中的每个,
其中所述偏置电势源耦合到所述接点并将所述偏置电势施加到所述接点。
3. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述变压器包括:
初级线圈,其耦合到所述激励电势源,使得所述激励电势施加到所述初级线圈;
第一次级线圈,其定位成接近于所述初级线圈,使得所述激励电势对所述初级线圈的所述施加在所述第一次级线圈内感应出第一感应电势;
第二次级线圈,其定位成接近于所述初级线圈,使得所述激励电势对所述初级线圈的所述施加在所述第二次级线圈内感应出第二感应电势;
第一导线,其耦合到所述第一次级线圈;以及
第二导线,其耦合到所述第二次级线圈,
其中所述偏置电势源耦合到所述第一导线或所述第二导线,使得所述偏置电势施加到所述第一导线或所述第二导线。
4. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述处理器确定所述磁性构件的旋转方向。
5. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述处理器确定所述磁性构件的线性位移。
6. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述激励电势是交流电势而所述偏置电势是直流电势。
7. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述激励电势和所述偏置电势是交流电势。
8. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述变压器包括同步机。
9. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述变压器包括解析器。
10. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述变压器包括线性可变差分变压器。
11. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述变压器包括旋转可变差分变压器。
12. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述变压器包括 5 线变压器。

-
13. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述变压器包括 4 线变压器。

对连通性故障进行自监控的位置检测系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2005 年 12 月 22 日提交的题目为“A Position Detecting System that Self-Monitors for Connectivity Faults”的美国专利申请序列号 11/314,163 的利益。

发明领域

[0003] 本发明涉及检测变压器内的连通性故障。

[0004] 发明背景

[0005] 用作位置传感器或定位传感器的变压器是已知的。一般来说,这样的变压器提供随着布置在变压器内的磁性构件的位置而变化的一个或更多输出电势。从这些输出中可确定磁性构件的位移(旋转的和/或线性的)。

[0006] 在常规的变压器中,连通性故障(例如,短路、开路等)可对输出电势的产生带来负面影响。在某些情况下,连通性故障可降低磁性构件的位置确定的准确性,或者甚至实际上同时消除了磁性构件的位置的确定。在这种情况下,实现这种变压器的系统(例如,控制系统等)检测线性和/或旋转位移的总的功能可能被明显削弱。

[0007] Kiriyama 的美国专利申请公布 No. 2002/0030484 公开了一种提供某些连通性故障检测功能的位置测量设备。然而,Kiriyama 公开的设备在某些方面相对受限。

[0008] 因此,在常规系统中,两个或更多变压器被并行地使用,以检验输出电势并根据变压器之间输出电势的差来检测其中一个变压器中的连通性故障。然而,该解决方案需要系统包括用于额外的变压器的空间和处理能力。包括多个变压器也增加了系统的成本和复杂性。

发明内容

[0009] 本发明的一个方面涉及一种用于检测位置的、能够对连通性故障进行自监控的系统。在一个实施方式中,该系统包括变压器、激励电势源、偏置电势源和处理器。变压器包括可移动地布置在其中的磁性构件。激励电势源耦合到变压器以将激励电势施加到变压器,其中激励电势对变压器的施加感应出取决于变压器内磁性构件的位置的至少一个感应电势。偏置电势源耦合到变压器以将偏置电势施加到变压器。处理器耦合到变压器以接收至少一个输出信号,所述至少一个输出信号包括所述至少一个感应电势。处理器根据所述至少一个感应电势确定磁性构件的位置,并根据输出信号中偏置电势的有或无来检测变压器内的连通性故障。

[0010] 附图的简要说明

[0011] 图 1 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0012] 图 2 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0013] 图 3 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0014] 图 4 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0015] 图 5 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0016] 图 6 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0017] 图 7 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0018] 图 8 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0019] 图 9 是根据本发明的一个实施方式用于确定磁性构件的位置的系统的示意图。

[0020] 详细说明

[0021] 图 1 是根据本发明的一个实施方式用于检测位置的、能够对连通性故障进行自监控的系统 10 的示例性图示。系统 10 包括线性可变差分变压器 12、激励电势源 14、偏置电势源 16 和处理器 18。

[0022] 在本发明的一个实施方式中,变压器 12 包括初级线圈 20、第一次级线圈 22、第二次级线圈 24 和磁性构件 26。初级线圈 20 与激励电势源 14 电耦合,以便激励电势 (V_E) 由激励电势源 14 施加到初级线圈 20。第一和第二次级线圈 22 和 24 定位成接近于初级线圈 20,使得激励电势对初级线圈 20 的施加感应出在第一次级线圈 22 中的第一感应电势 (V_A) 和在第二次级线圈 24 中的第二感应电势 (V_B)。磁性构件 26 可滑动地布置在初级线圈 20 与次级线圈 22 和 24 之间。接点 (junction) 28 电耦合第一次级线圈 22 和次级线圈 24,因而使次级线圈 22 和 24 彼此耦合。在一个实施方式中,接点 28 还电耦合到偏置电势源 16,偏置电势源 16 将偏置电势 (V_C) 施加到接点 28。在其它实施方式中,接点 28 可耦合到可选的电势源 / 沉 (sink),如下面将描述的。在图 1 所示的实施方式中,第一导线 (lead) 30 将第一次级线圈 22 电耦合到处理器 18,而第二导线 32 将第二次级线圈 24 电耦合到处理器 18。在其它实施方式中,其中一些将在下文中 (例如,在图 7 中) 描述,第一导线 30 或第二导线 32 中只有一个可耦合到处理器 18。在图 1 的实施方式中,第一导线 30 将具有第一输出电势 (V_{AA}) 的输出信号从第一次级线圈 22 传输到处理器 18。第二导线 32 将具有第二输出电势 (V_{BB}) 的输出信号从第二次级线圈 24 传输到处理器 18。第一和第二输出电势 V_{AA} 和 V_{BB} 可在数学上表示为:

[0023] (1) $V_{AA} = V_A + V_C$; 以及

[0024] (2) $V_{BB} = V_B + V_C$ 。

[0025] 在图 1 所示的实施方式中,分别在第一次级线圈 22 和第二次级线圈 24 的每个中感应出的电势 V_A 和 V_B 基于磁性构件 26 的位置变化。更具体地,在如图 1 所示的实施方式中,当磁性构件 26 线性地移动距离 d 时,电势 V_A 和 V_B 可在数学上描述如下:

[0026] (3) $V_A(t) = V_E \left(\frac{N}{M} \right) (1 + Kd) \cos(\omega t)$; 以及

[0027] (4) $V_B(t) = V_E \left(\frac{N}{M} \right) (1 - Kd) \cos(\omega t)$;

[0028] 其中 $\frac{N}{M}$ 表示 V_E 和 V_A (或 V_B) 之间的电压比, ω 表示激励电势的频率, K 表示比例常数,以及 t 表示时间。

[0029] 如图 1 所示,处理器 18 包括位置确定模块 34 和故障检测模块 36。虽然处理器 18 在图 1 的实施方式中示为单个部件,但应认识到,在其它实施方式中,处理器 18 可包括通过有效链路连接的多个处理器。在某些情况下,多个处理器可中心定位于单个位置。在其它情况下,所述多个处理器中的一个或更多可相互远离地定位。多个处理器之间的有效链

路可包括通信链路例如有线或无线通信链路,并可包括在网络上或通过直接连接建立的连接。应进一步认识到,模块 34 和 36 的图示是为了举例说明的目的而提供,以及每个模块可包括执行指定给模块 34 和 36 的功能以及其它功能的一个或更多部件。模块 34 和 36 可包括作为硬件、软件、固件、硬件、软件和 / 或固件的组合以及在其它介质中实现的部件。

[0030] 在本发明的一个实施方式中,位置确定模块 34 确定磁性构件 26 相对于次级线圈 22 和 24 的位置。位置确定模块 34 可利用第一和第二输出电势 V_{AA} 和 V_{BB} (和 / 或在次级线圈 22 和 24 中感应出的电势 V_A 和 V_B) 之间的预定的关系式。例如,下列关系式可用于确定磁性构件 26 的位置:

$$[0031] \quad (5) \quad Kd = \frac{|V_A| - |V_B|}{|V_A| + |V_B|};$$

[0032] 其中,再次地,K 为比例常数,而 d 为磁性构件 26 被移动的距离。此关系式可用输出电势 V_{AA} 和 V_{BB} (通过使用方程式 1 和 2) 表示如下:

$$[0033] \quad (6) \quad Kd = \frac{(V_{AA} - V_{BB})}{(V_{AA} + V_{BB} - 2V_C)}。$$

[0034] 在本发明的一个实施方式中,故障检测模块 36 能够检测变压器 12 内的故障(例如,短路、开路等)。更具体地说,故障检测模块 36 能够检测在激励电势源 14 和初级线圈 20 之间、在第一导线 30 和第一次级线圈 22 之间、在第一次级线圈 22 和接点 28 之间、在接点 28 和偏置电势源 16 之间、在接点 28 和第二次级线圈 24 之间以及在第二导线 32 和次级线圈 24 之间的电连接方面的连通性故障。为了检测变压器 12 内某些可能的故障,故障检测模块 36 监控第一导线 30 和第二导线 32 上的输出信号,以确定偏置电势是否出现在每个输出信号中。如果偏置电势出现在每个信号中,则在第一导线 30 和第二导线 32 之间没有故障出现。如果偏置电势出现在第一导线 30 上的输出信号中,但没有出现在第二导线 32 上的输出信号中,则在偏置电势源 16 和第二导线 32 之间有故障。如果偏置电势出现在第二导线 32 上的输出信号中,但没有出现在第一导线 30 上的输出信号中,则在偏置电势源 16 和第一导线 30 之间有故障。如果偏置电势没有出现在任一输出信号中,则在第一导线 30 和第二导线 32 之间某处有故障。如果偏置电势在两个输出信号中都出现,但两个输出信号都不包括感应电势,则在激励电势源 14 和初级线圈 20 之间的电耦合中有故障。

[0035] 图 2 是根据本发明的一个实施方式配置的系统 10 的图示。在图 2 的实施方式中,处理器 18 包括加法器电路 38 和差分电路 40。加法器电路 38 和差分电路 40 中的每个都电耦合到第一导线 30 和第二导线 32。加法器电路 38 将第一导线 30 和第二导线 32 的输出信号相加,使得加法器电路 38 输出的信号的电势是包括输出电势 V_{AA} 和 V_{BB} 的总和电势 V_{SUM} 。更具体地说, V_{SUM} 可表示如下:

$$[0036] \quad (7) \quad V_{SUM}(t) = V_{AA}(t) + V_{BB}(t) = V_A(t) + V_B(t) + 2V_C(t)。$$

[0037] 差分电路 40 从第一导线 30 上的输出电势 V_A 减去第二导线 32 上的输出电势 V_B 以产生以差分电势 (V_{DIFF}) 表示的信号,其可表示为:

$$[0038] \quad (8) \quad V_{DIFF}(t) = V_{AA}(t) - V_{BB}(t) = V_A(t) - V_B(t)。$$

[0039] 结合加法器电路 38 和差分电路 40 的输出信号使被处理器 18 用来确定磁性构件 26 的位置的等式 6 能够通过使用总和电势 V_{SUM} 和差分电势 V_{DIFF} 简化为:

$$[0040] \quad (9) \quad Kd = \frac{V_{DIFF}}{V_{SUM} - 2V_C} \circ$$

[0041] 在图 1 和 2 所示的实施方式中,激励电势源 14 是交流电势源,而偏置电势源 16 是直流电势源。这可增强系统 10 的各个方面,包括为了故障检测的目的而把偏置电势 V_C 与感应电势 V_A 和 V_B 分离。然而,在本实施方式中,为了从感应电势 V_A 和 V_B 、输出电势或其不同组合(例如, V_{SUM} 和 V_{DIFF}) 确定磁性构件 26 的位置,部分或全部各个电势可在它们被用于确定磁性构件 26 的位置和 / 或检测故障之前被解调。各种解调技术,其中一些在下面讨论,可由处理器通过使用软件工具、硬件(例如,电路)或其一些组合 18 来完成。

[0042] 在一个实施方式中,电势,如输出电势,可乘以与激励电势 V_E 成比例并同相的电势。所得到的乘积产生两个电势,一个是频率两倍于激励电势 V_E 的频率的周期性电势,而一个不是周期性的。接着周期性的部分可被丢弃,而非周期性的电势可用于进一步的处理。为了举例说明的目的,以下关于感应电势 V_{DIFF} 实施该解调技术:

$$[0043] \quad (10) \quad V_{DIFF}(t) \cdot V_D(t) = V_E \left(\frac{N}{M} \right) (-2Kd) \cos(\omega t) \cdot D \cos(\omega t);$$

[0044] 其简化为:

[0045]

$$(11) \quad V_E \left(\frac{N}{M} \right) (-2Kd) \cos(\omega t) \cdot D \cos(\omega t) = \left[D \cdot V_E \left(\frac{N}{M} \right) (-2Kd) \right] [\cos(\omega t) \cos(\omega t)]$$

(12)

$$[0046] \quad \left[D \cdot V_E \left(\frac{N}{M} \right) (-2Kd) \right] [\cos(\omega t) \cos(\omega t)] = \left[D \cdot V_E \left(\frac{N}{M} \right) (-2Kd) \right] \left[\frac{1}{2} (1 + \cos(2\omega t)) \right];$$

[0047] 其中,乘以感应电势 V_{DIFF} 的电势 (V_D) 在数学上表示为:

$$[0048] \quad (13) \quad V_D(t) = D \cos(\omega t);$$

[0049] 其中 D 为电势 V_D 的振幅,而 ω 为激励电势 V_E 的频率。

[0050] 在一个实施方式中,通过同步采样来解调电势。更具体地说,当 $\cos(\omega t) = 1$ 时包含所关心的电势的信号被采样。这使电势的振幅能够用于计算和确定,而不必进行进一步的处理来解调被采样的电势。

[0051] 在另一实施方式中,信号可通过处理器 18 内的解调电路来解调。例如,图 3 示出系统 10 的实施方式,其中整流电路 42(示为整流电路 42a-42c) 可用于解调电势以产生解调的电势。解调的电势接着在处理器 18 中被进一步处理,以确定磁性构件 26 的位置和 / 或检测变压器 12 内的连通性故障。

[0052] 在图 3 的实施方式中,处理器 18 包括加法器电路 38,但不包括差分电路 40。在本实施方式中,差分电势 V_{DIFF} 通过用电势 V_{AA} 减去电势 V_{BB} 来确定。在本结构中,不是所有在接点 28 处或周围的连通性故障都可由处理器 18 检测。特别是,虽然在本结构中,在接点 28 周围的开路连接可容易检测到,但在次级线圈 22 和 24 之间的短路却不容易检测到。然而,图 4 示出了系统 10 的实施方式,其中避免了不能容易地检测到次级线圈 22 和 24 之间的短路。

[0053] 在图 4 所示的实施方式中,处理器 18 包括差分电路 40,且次级线圈 22 和 24 以相

反的方向缠绕,使得感应电势 V_A 和 V_B 位相相差 180° 。由于感应电势 V_A 和 V_B 之间的相移,由差分电路 40 产生的电势将为总和电势 V_{SUM} ,使用于在处理器 18 内的进一步处理的电势在图 3 和 4 的实施方式中是相同的。但是,在次级线圈 22 和 24 之间短路的情况下,感应电势 V_A 和 V_B 将严重干扰,从而使通过处理器 18 检测短路变得简单。

[0054] 在图 3 和 4 的实施方式中,偏置电势 V_C 通过低通滤波器 41 从输出电势 V_{AA} 和 V_{BB} 之一被提取。低通滤波器 41 提取输出信号的直流分量,直流分量本质上为偏置电势 V_C 。提取的偏置电势 V_C 接着在处理器 18 内用于进一步的处理,例如确定磁性构件 26 的位置以及检测变压器 12 内的连通性故障。

[0055] 图 5 示出根据本发明的一个实施方式的系统 10 的另一结构。在图 5 所示的实施方式中,偏置电势从输出信号其中之一提取,并接着通过一对差分电路 44 和 46 从输出电势 V_{AA} 和 V_{BB} 的每个中减去该偏置电势,以在被整流电路 42 解调之前产生感应电势 V_A 和 V_B 。差分电路 47 从输出电势 V_{BB} 减去 V_{AA} ,以产生与磁性构件 26 的位置无关的检测电势 V_{DIFF} 。只要系统 10 配置成使得输出电势 V_{AA} 和 V_{BB} 彼此位相相差 180° ,则在变压器 12 内没有连通性故障时 V_{DIFF} 的振幅就是恒定的,如通过下列等式所示出的:

$$[0056] \quad (14) V_{DIFF}(t) = [Kd \cos(\omega t)] - [K(1-d) \cos(\omega t - \pi)]。$$

[0057] 顺便提起地,在其它实施方式中,系统 10 可配置成使得输出电势 V_{AA} 和 V_{BB} 彼此同相,且利用下列关系式提供在没有连通性故障时具有恒定振幅的 V_{DIFF} :

$$[0058] \quad (15) V_{DIFF}(t) = [Kd \cos(\omega t)] + [K(1-d) \cos(\omega t)]$$

[0059] 在图 5 所示的实施方式中,在处理器 18 内监控 V_C 和 V_{DIFF} 二者的变化,该变化意味着变压器 12 中有连通性故障。

[0060] 参考图 6,根据本发明的一个实施方式示出系统 10,其中系统 10 的布线大体上与图 5 中示出的结构相同。不同点在于处理器 18 包括商业上现货供应的 LVDT/RVDT 信号调节芯片 49,例如模拟设备 AD598(专利未决 (patent pending)),信号调节芯片 49 作为位置确定模块 34 运行,以确定磁性构件 26 的位置。输出信号交流耦合到信号调节芯片中以去除偏置电势 V_C 。信号调节芯片可接着计算位置,就好像系统 10 中不存在偏置一样。此结构中产生两个额外的电势,即偏置电势 V_C 和 V_{DET} , V_C 从其中一个输出电势提取,如在图 5 的结构中完成的,而 V_{DET} 相应于上面讨论的图 5 的结构的检测电势 V_{DET} 。如前所述, V_{BIAS} 和 V_{DET} 都可被期望独立于磁性构件 26 的位置而保持恒定,并被监控以确保变压器 12 正常运行。在类似于图 6 的另一实施方式中,假定变压器 12 的相位被调整得当,则图 6 示出的差分电路 40 可用将产生 V_{DET} 的加法器电路代替。

[0061] 图 1-6 中示出的实施方式包括 5 线变压器。可认识到,本发明还涵盖了将偏置电势 V_C 施加到其它位置检测变压器。例如,图 7 示出包括 4 线线性可变差分变压器 48 来代替 5 线变压器 12 的系统 10 的实施方式。在变压器 48 内,类似于包括在变压器 12 内那些部件的部件被给出相同的参考数字。变压器 48 和变压器 12 之间最显著的差别是,在变压器 48 中接点 28 电耦合到第一次级线圈 22 和第二次级线圈 24 中的每个,但接点 28 没有耦合到电势沉(例如,地)或电势源(例如,偏置电势源 16)。在系统 10 内,偏置电势源 16 在第一导线 30 连接到变压器 48,以将偏置电势 V_C 施加到变压器 48。因此,在第二导线 32 的输出包括偏置电势 V_C 以及感应电势 V_A 和 V_B 。偏置电势 V_C 从第二导线 32 上的输出信号提取,且该电势接着被处理器 18 监控以检测变压器 48 内的连通性故障。在图 7 所示的实施

方式中,位置确定模块 34 包括应用常规解调方案的信号调节芯片 50,其可类似于上面描述的芯片 49。出现在第二导线 32 上的输出信号交流耦合到芯片 50 中以从该输出信号中去除偏置电势 V_c 。

[0062] 图 8 示出根据本发明一个实施方式的包括变压器 48 的系统 10 的另一结构。在图 8 所示的结构中,偏置电势源 16 再次在第一导线 30 上施加到变压器 48,但与图 7 所示的结构不同,第一导线 30 和第二导线 32 上的输出信号都交流耦合到芯片 50 中以增强抗扰度。

[0063] 图 9 示出根据本发明的另一实施方式的系统 10 的结构。系统 10 的结构类似于图 8 的结构,但包括将偏置电势 V_c 从偏置电势源 16 耦合到第一导线 30 上的无源网络 52。无源网络 52 是具有低直流阻抗和在激励电势源 14 的激励频率下具有高阻抗的电子网络。

[0064] 虽然上面讨论的本发明的实施方式被描述为包括线性可变差分变压器,但应认识到,这仅仅是为了举例说明的目的,且本发明涵盖了在能够确定变压器内构件位置的其它类型的变压器中实施偏置电势以检测连通性故障。例如,本发明涵盖了旋转可变差分变压器、同步机 (synchro) 和解析器 (resolver)。此外,上面对实施方式的描述将偏置电势 V_c 公开为直流电势,然而,在本发明的另一实施方式中偏置电势 V_c 是交流电势。

[0065] 因此可认识到,本发明的实施方式至此已被充分和有效地实现。前述实施方式被提供来说明本发明的结构和功能原理,而不是用于限制。相反,本发明意图是包括在所附权利要求的实质和范围内的所有更改、变更和替换。

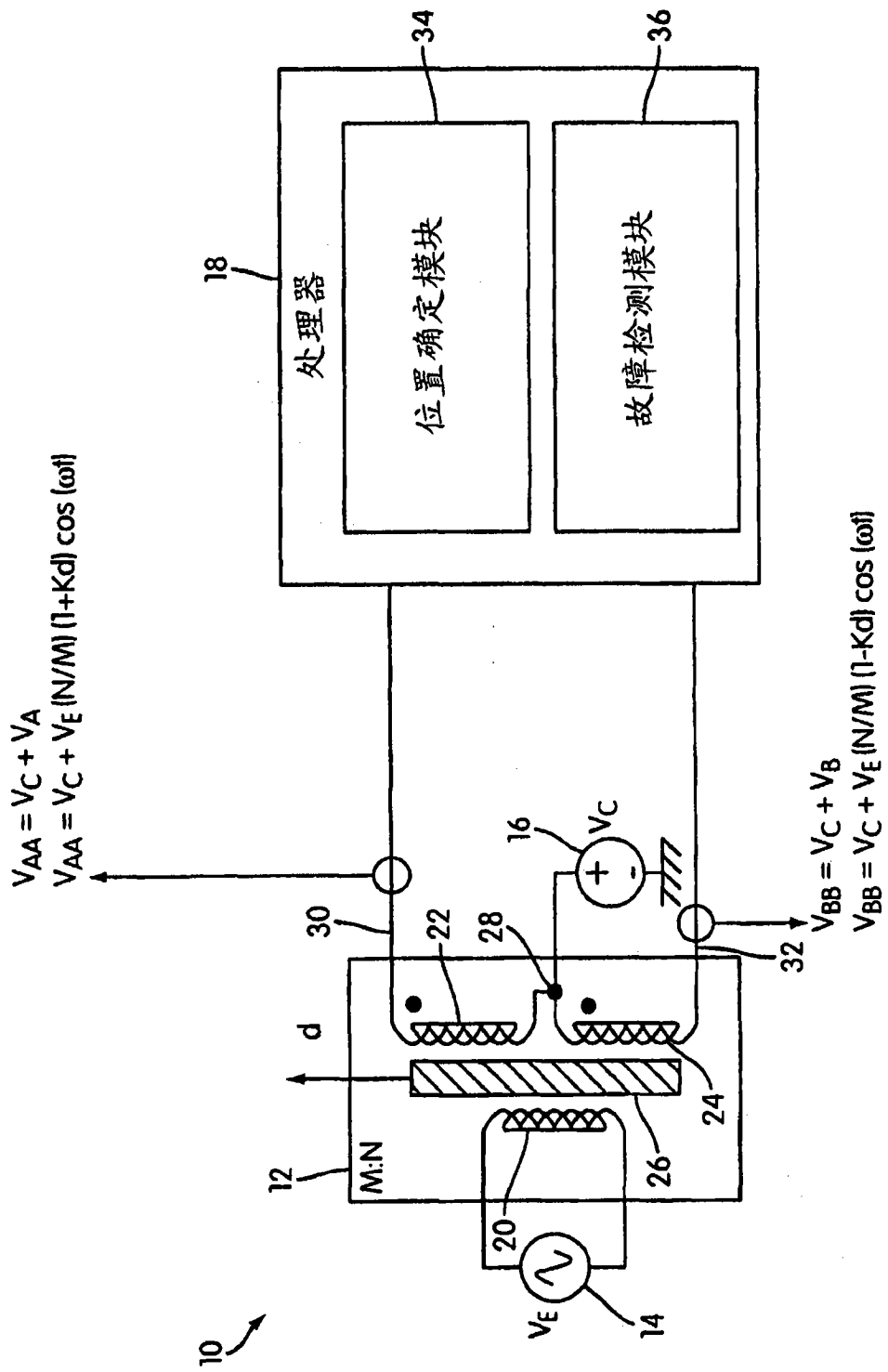


图1

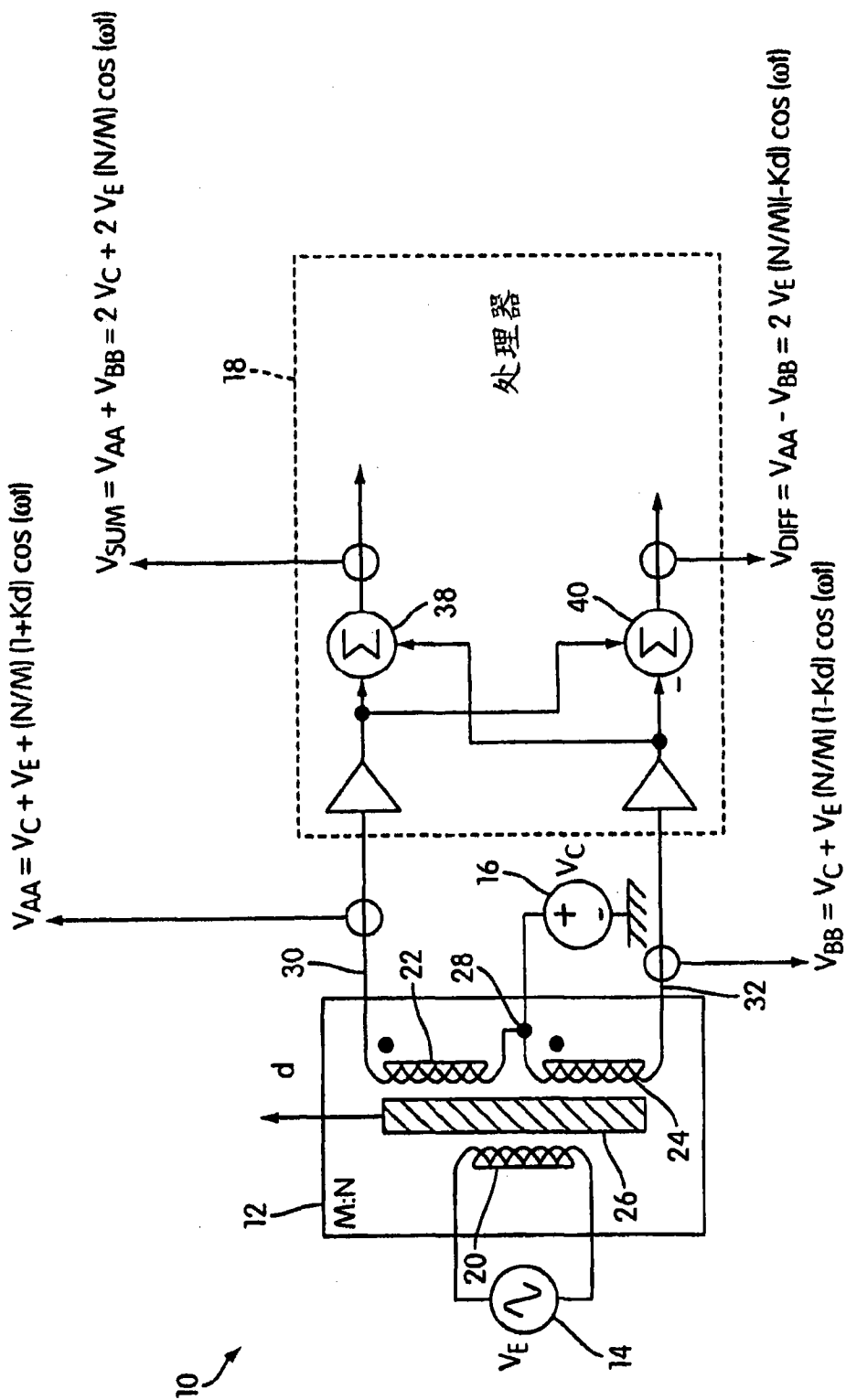


图2

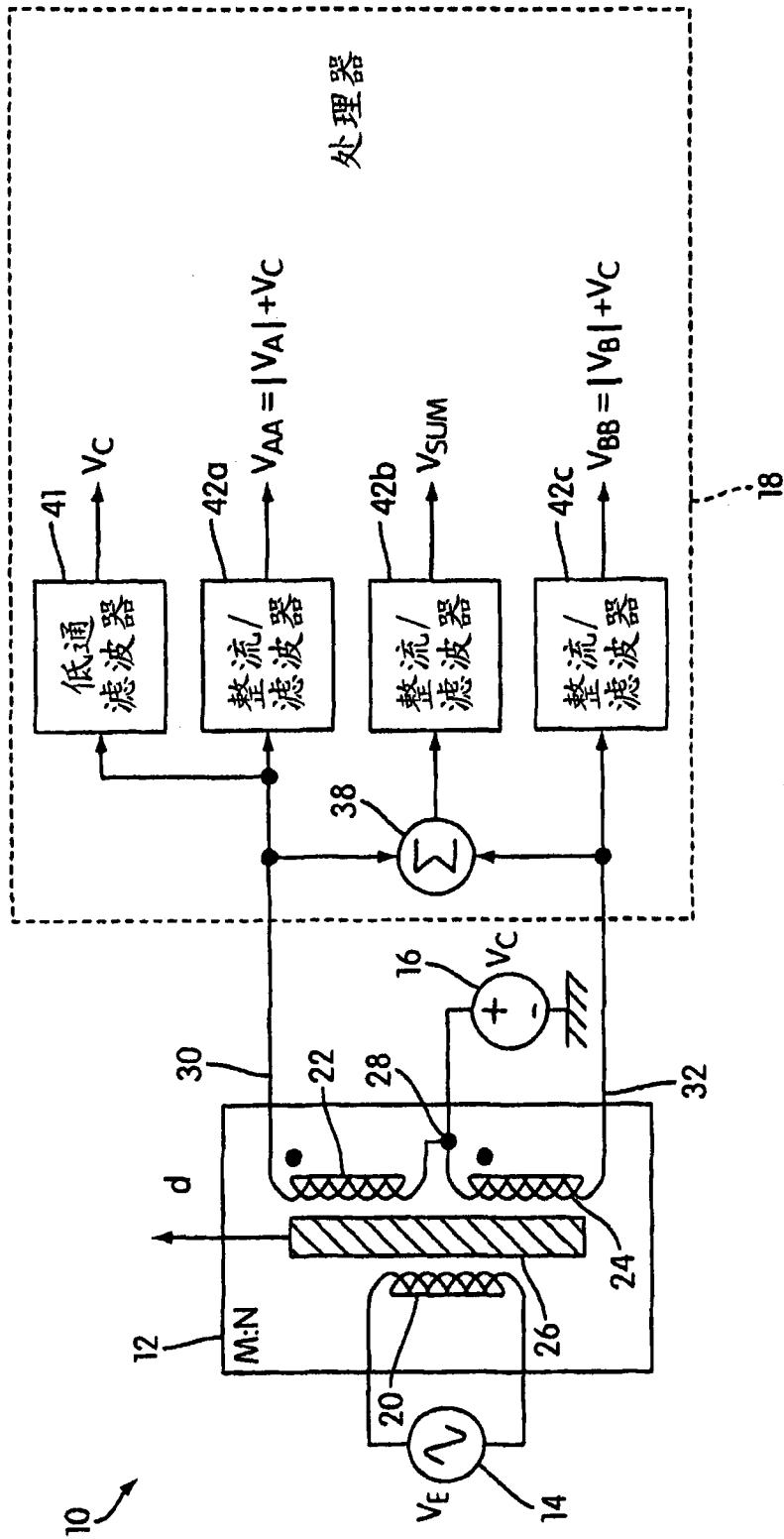


图3

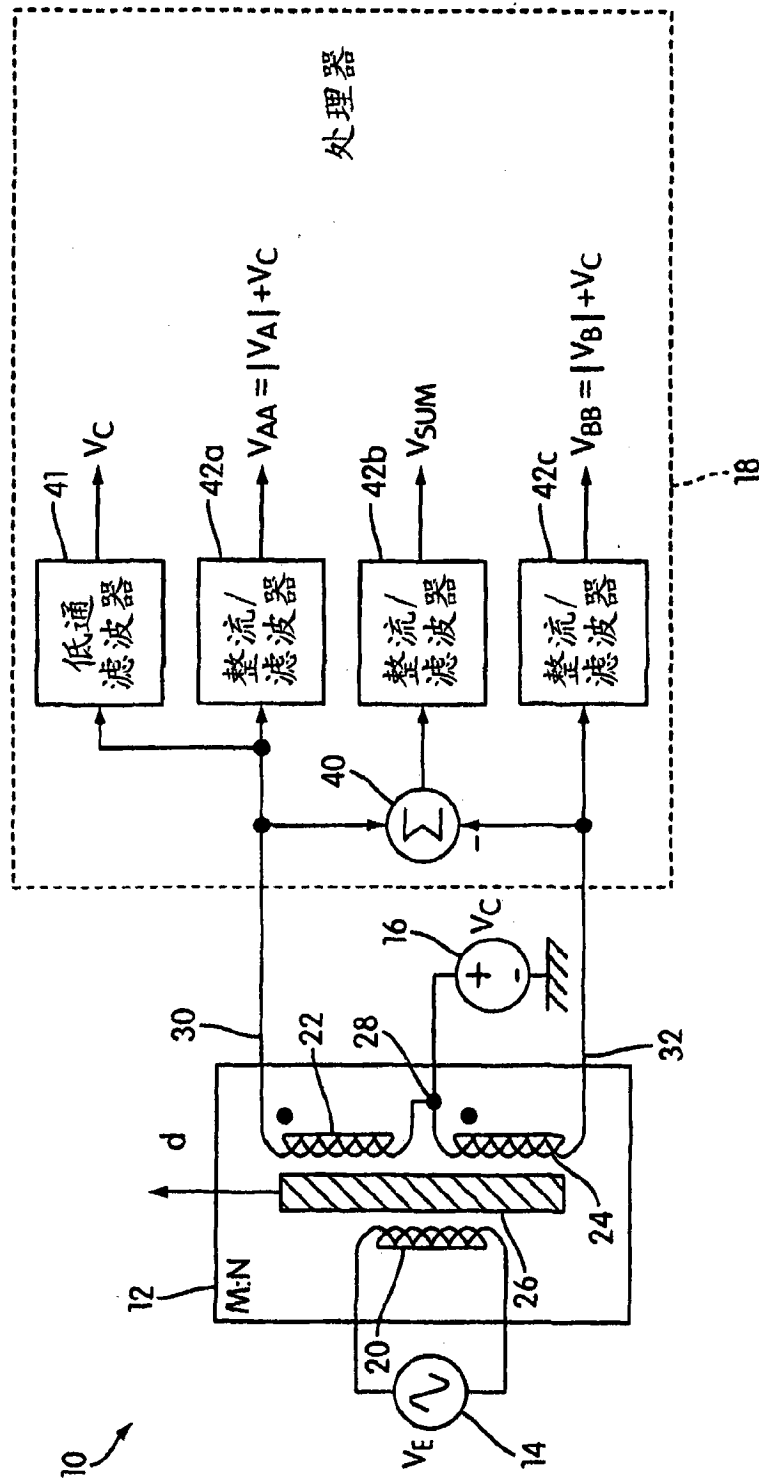


图 4

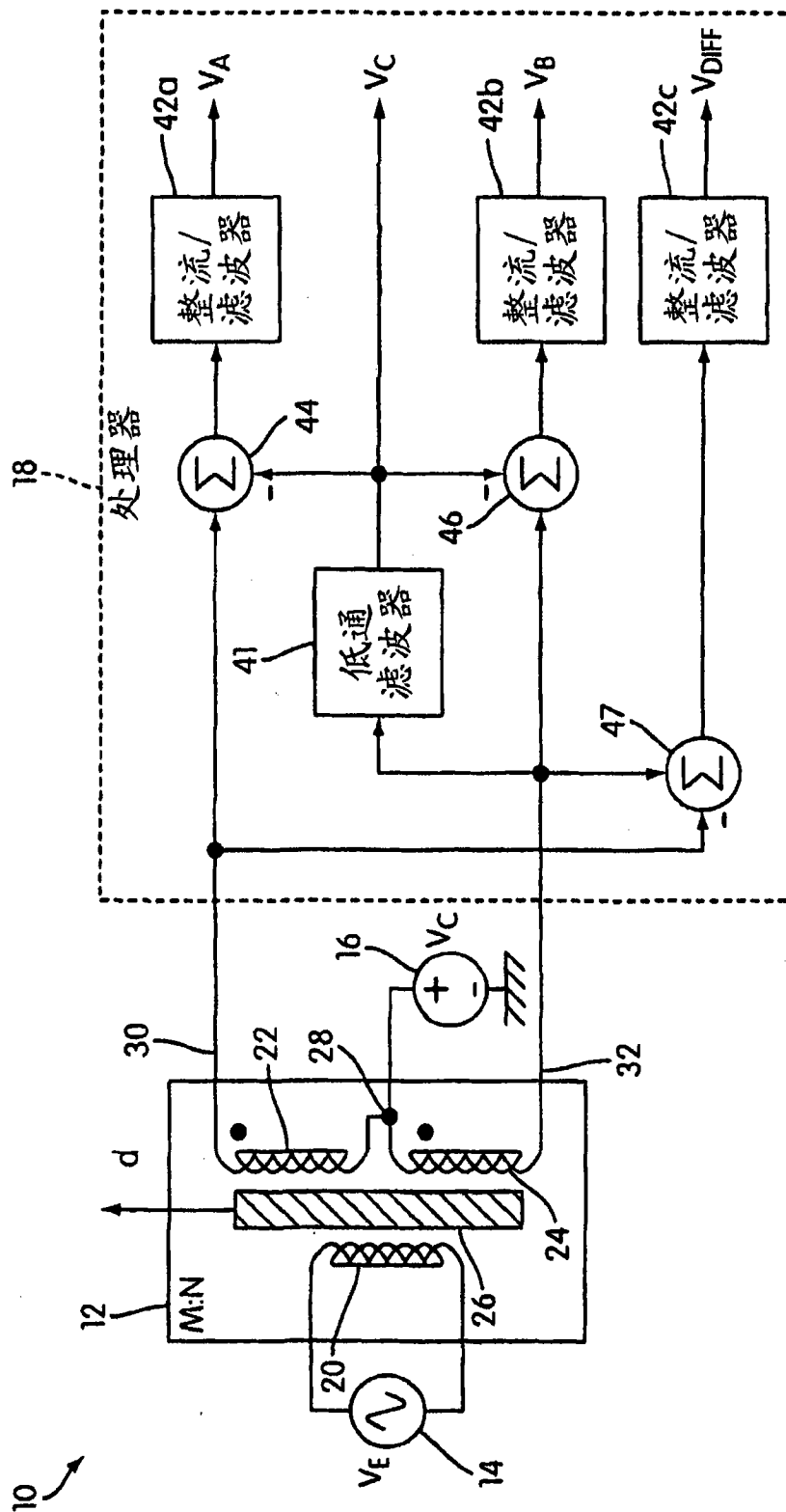


图5

∞

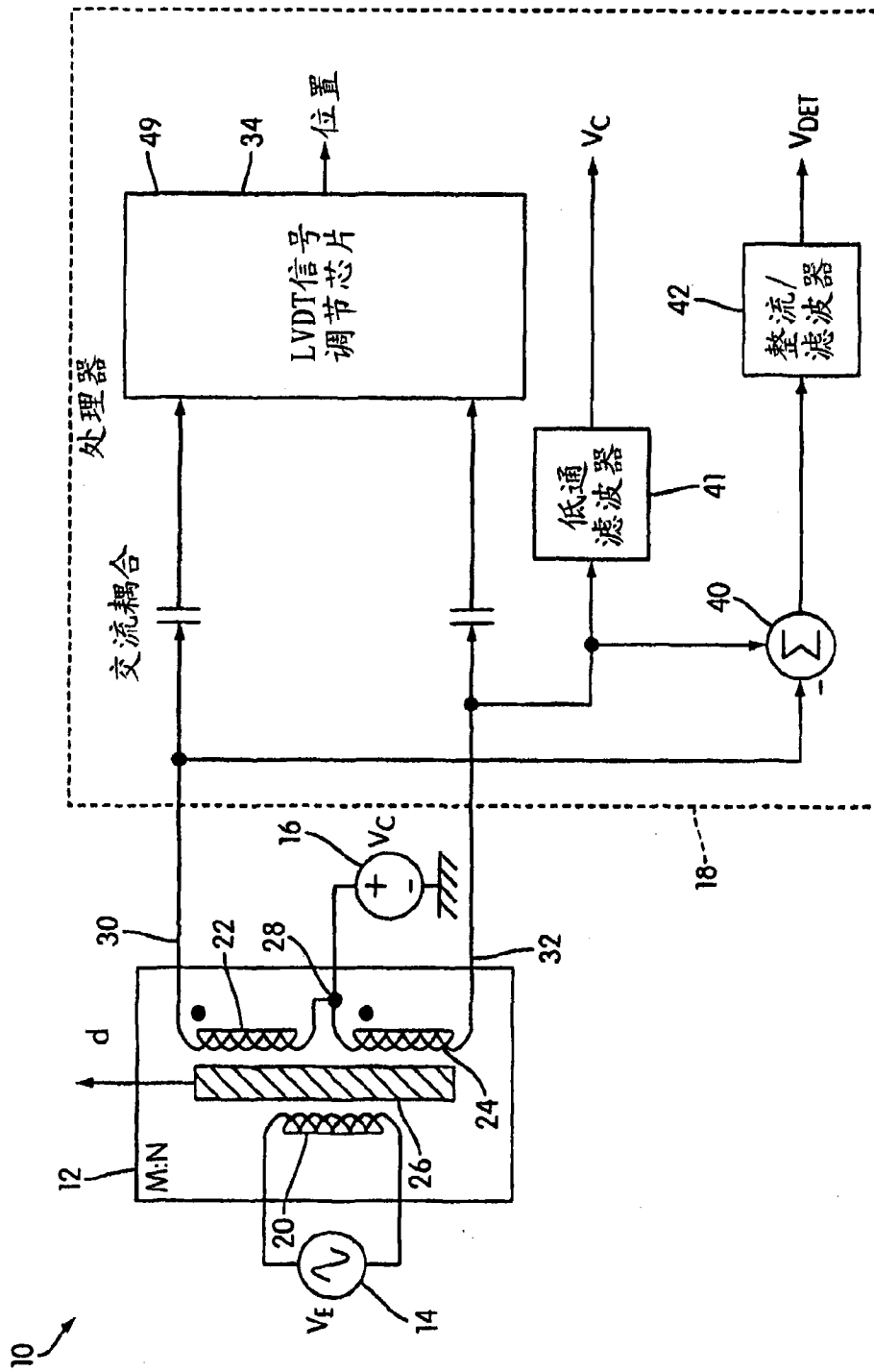


图6

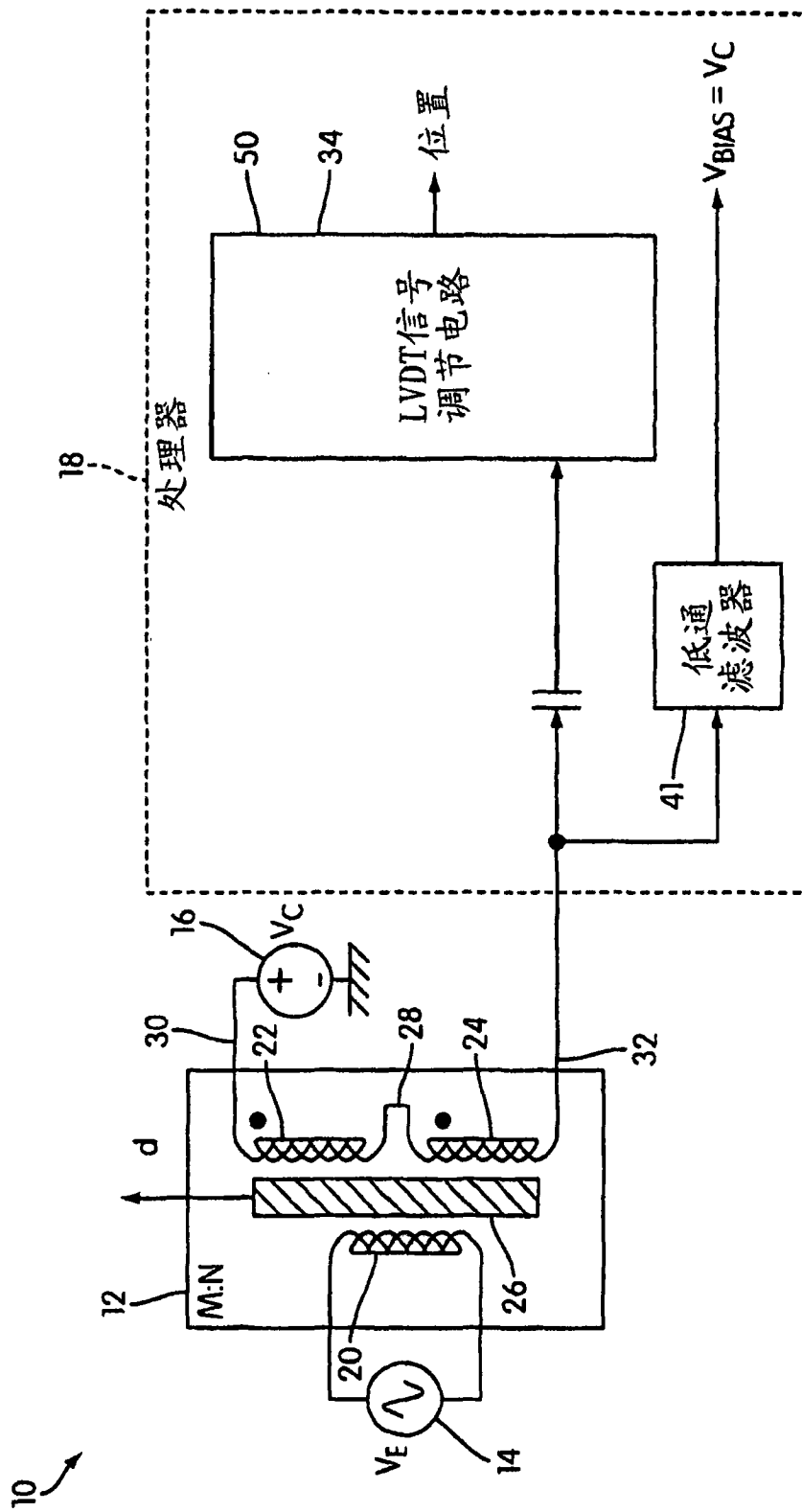


图7

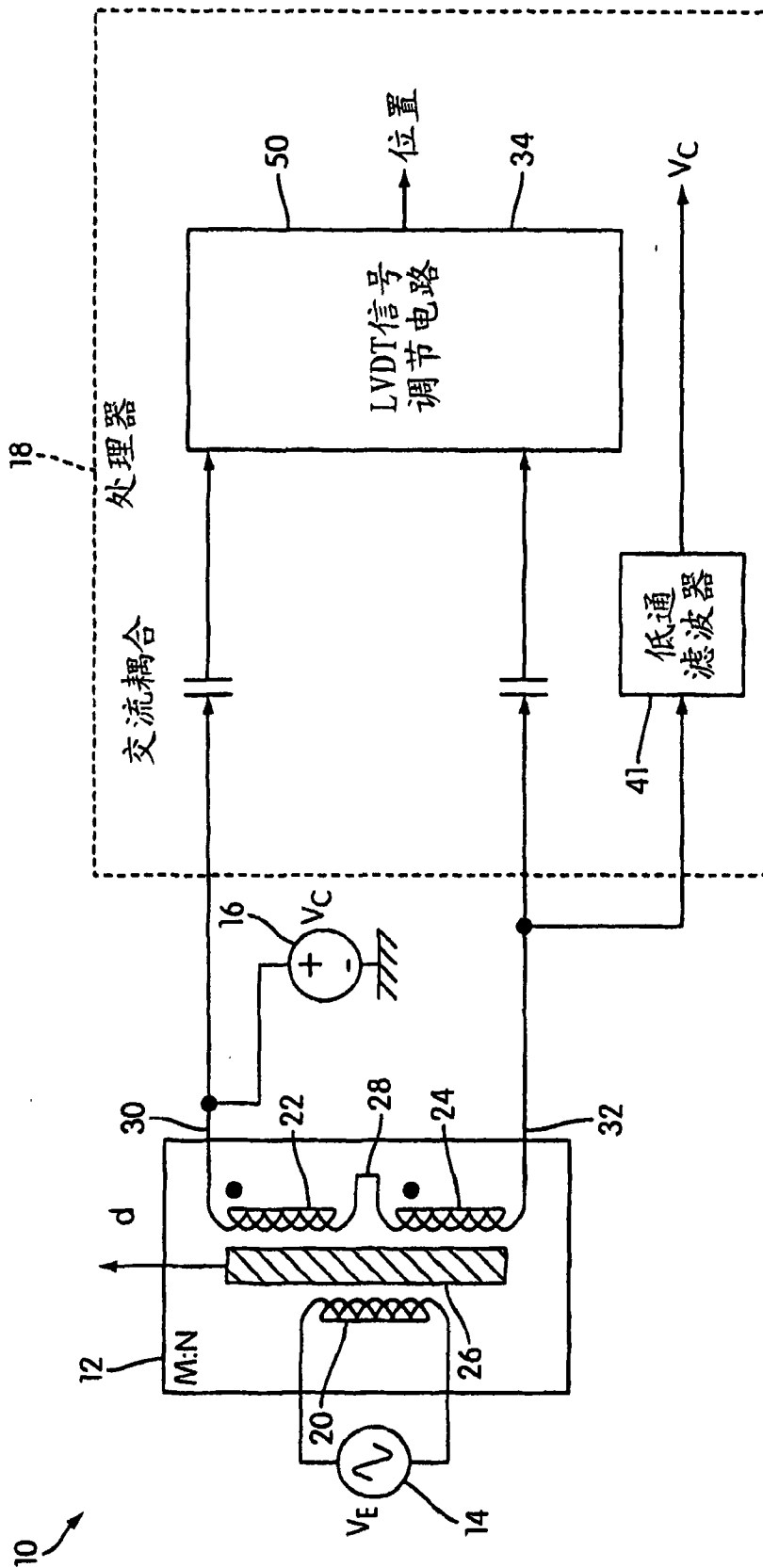


图8

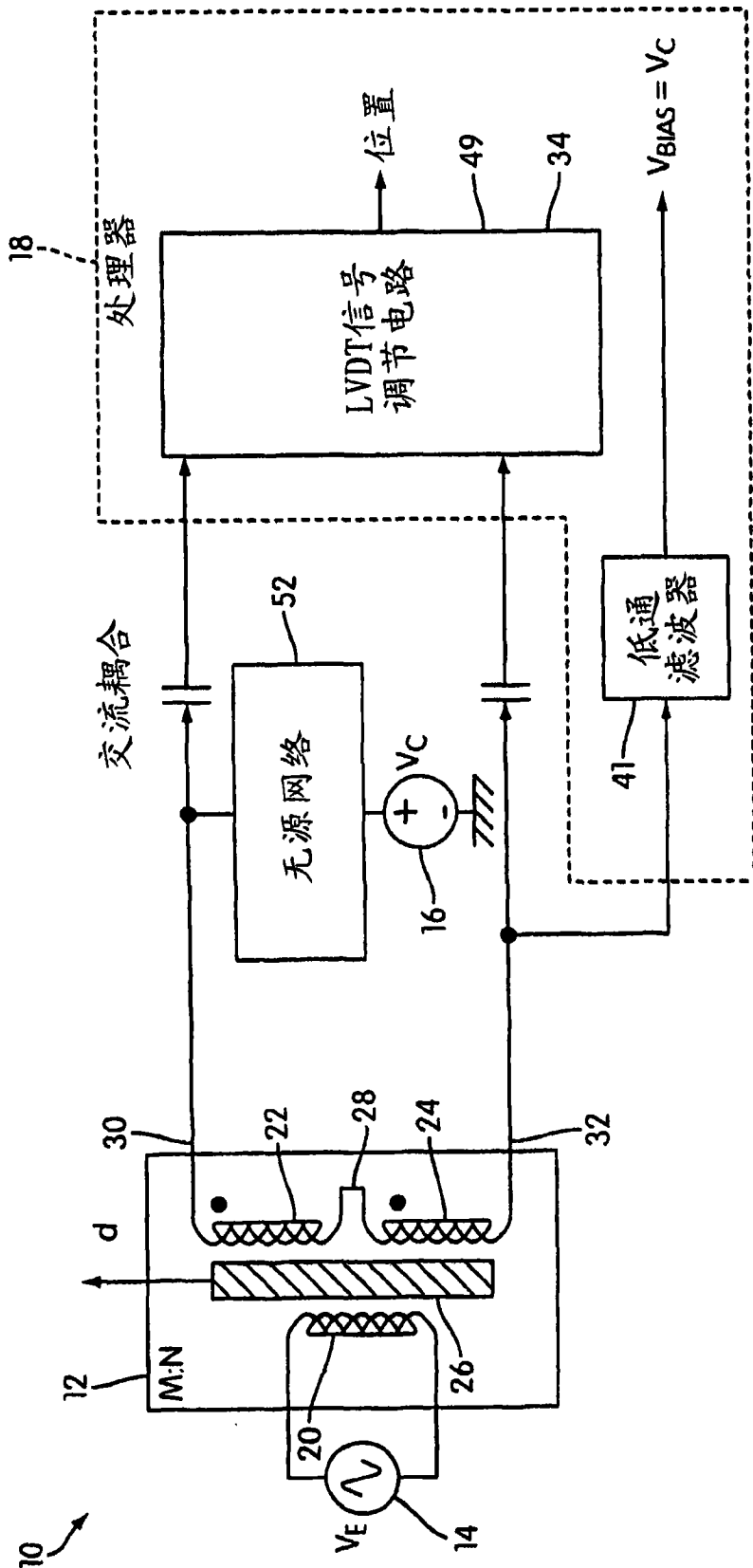


图9