

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99800062.0

[43]公开日 2000年6月7日

[11]公开号 CN 1255975A

[22]申请日 1999.1.14 [21]申请号 99800062.0

[30]优先权

[32]1998.1.23 [33]JP [31]11581/1998

[32]1998.2.6 [33]JP [31]26240/1998

[32]1998.12.9 [33]JP [31]350021/1998

[86]国际申请 PCT/JP99/00098 1999.1.14

[87]国际公布 WO99/38020 英 1999.7.29

[85]进入国家阶段日期 1999.9.23

[71]申请人 住友金属工业株式会社

地址 日本大阪府

共同申请人 北斗电子工业株式会社

[72]发明人 广岛龙夫 中野浩一 原田宗生

松本俊行 广田良浩

[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

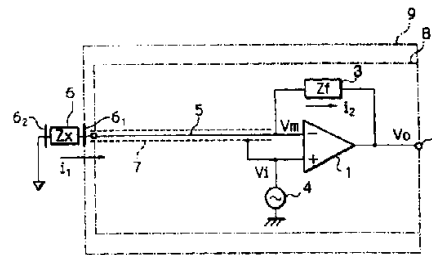
代理人 王茂华

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 阻抗-电压转换器

[57]摘要

一种用于将目标的阻抗转换成电压的阻抗-电压(Z/V)转换器,包括运算放大器(OP),由信号传输线和屏蔽部分组成的同轴电缆,和交流信号发生器。反馈阻抗电路被连接于OP的输出端与反相端之间,从而同相端与反相端处于假短路状态。信号传输线的一端连到OP的反相输入端,另一端连到目标的一个电极,并且AC信号发生器连到OP的同相输入端。屏蔽元件包括至少一个屏蔽层,它们环绕信号传输线,并被连到OP的同相输入端,而且由于OP的两个输入端的假短路,所以信号传输线与屏蔽层同电位,使信号传输线上的噪声减小。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1.一种用于将目标的阻抗转换成电压的阻抗-电压(Z/V)转换器,包括:

5 运算放大器,具有连接于其输出端与反相输入端之间的反馈阻抗电路;

信号传输线,其一端连到所述运算放大器的反相输入端,另一端连到目标阻抗的一个电极;

10 交流(AC)信号发生器,它连到所述运算放大器之同相输入端;以及

至少一个屏蔽,它们至少环绕部分信号传输线,并被连到所述运算放大器的同相输入端和所述交流信号发生器。

2.如权利要求1所述的Z/V转换器,其中所述屏蔽包括具有网状结构或管状结构的第一屏蔽层。

15 3.如权利要求2所述的Z/V转换器,其中所述屏蔽还包括环绕第一屏蔽层外表面的第二屏蔽层。

4.如权利要求3所述的Z/V转换器,其中所述第二屏蔽层具有网状结构或管状结构。

20 5.如权利要求3所述的Z/V转换器,其中将所述第二屏蔽层连到所述运算放大器的同相输入端和所述交流信号发生器。

6.如权利要求3所述的Z/V转换器,其中将所述第二屏蔽层与一参考电压相连。

7.如权利要求1所述的Z/V转换器,其中所述目标及反馈阻抗电路二者的阻抗是具有相同的特征的电阻、电容或电感之一。

25 8.如权利要求1所述的Z/V转换器,其中所述目标阻抗为静电电容,反馈阻抗电路的阻抗是电阻。

9.一种阻抗-电压(Z/V)转换器,包括:

运算放大器,它有连接于其反相输入端和输出端的第一目标;

信号传输线,其一端连到所述运算放大器的反相输入端,另一



端连到第二目标的一端；

交流(AC)信号发生器，它连到所述运算放大器之同相输入端；
以及

5 至少一个屏蔽，它们至少包围部分信号传输线，并被连到所述运算放大器的同相输入端和所述交流信号发生器。

10.如权利要求9所述的Z/V转换器，其中所述屏蔽包括具有网状结构或管状结构的第一屏蔽层。

11.如权利要求10所述的Z/V转换器，其中其中所述屏蔽还包括环绕第一屏蔽层外表面的第二屏蔽层。

10 12.如权利要求11所述的Z/V转换器，其中所述第二屏蔽层具有网状结构或管状结构。

13.如权利要求11所述的Z/V转换器，其中将所述第二屏蔽层连到所述运算放大器的同相输入端和所述交流信号发生器。

15 14.如权利要求11所述的Z/V转换器，其中将所述第二屏蔽层与一参考电压相连。

15.如权利要求9所述的Z/V转换器，其中所述第一和第二目标的阻抗是相同特征的电阻、电容或电感元件。

16.如权利要求9所述的Z/V转换器，其中所述第二目标阻抗为静电电容，第一目标阻抗是电阻。

20 17.一种用于将目标的阻抗转换成电压的阻抗-电压(Z/V)转换器，包括：

运算放大器，具有连接于其输出端与反相输入端之间的反馈阻抗电路，所述反相输入端与同相输入端处于假短路状态；

25 信号传输线，其一端连到所述运算放大器的反相输入端，另一端连到目标阻抗的一端；

至少一个屏蔽，它们至少环绕部分信号传输线，并被连到所述运算放大器的同相输入端。

18.一种阻抗-电压转换器，包括：

运算放大器，它有连接于其反相输入端和输出端的第一目标，



所述反相输入端与同相输入端处于假短路状态；

信号传输线，其一端连到所述运算放大器的反相输入端，另一端连到第二目标的一端；

至少一个屏蔽，它们至少环绕部分信号传输线，并被连到所述
5 运算放大器的同相输入端。

阻抗-电压转换器

5 本发明涉及一种阻抗-电压转换器(以下称为“Z/A转换器”),用于采用运算放大器输出与待检测目标的阻抗值对应的电压。具体地说,本发明涉及一种使用运算放大器的Z/A转换器,它可以去掉信号传输线上杂散电容的影响,从而能得到与被检测目标的阻抗总能更精确对应的电压。

10 图1以示意的方式表示日本(未审)专利公开特开昭61-14578中描述的一种现有技术静电电容-电压转换器。提出这种静电电容-电压转换器,用以解决由将未知静电电容器连到运算放大器一个输入端之电缆上的杂散电容所引出的以下问题。也即所述电缆上的杂散电容被叠加到待检测的静电电容上,而且这种杂散电容的值会因所述电
15 缆的移动、弯曲等缘故而改变,以致不能将静电电容器的阻抗值转换成正确相关的电压。

如该现有技术所示,当未知静电电容值 C_x 较小时,传输线路上杂散电容的影响就变得突出,从而引出转换器不能将电容 C_x 正确地转换成电压的问题。另外,在电容器 C_x 的一个电极被加以一定偏压
20 的情况下,不可能有交流信号被加给电容器 C_x ,因而引出另一个问题,即不能将电容 C_x 完全转换成电压。

为解决图1所示现有技术中的这些固有问题而提出本发明。于是,本发明的目的在于提供一种阻抗-电压转换器(Z/V转换器),它能高精度地把被检测目标或组件的阻抗值 Z 转换成电压 V ,即使阻
25 抗值 Z 比较小,也不受信号传输线与屏蔽装置间存在的杂散电容的影响。

另外,本发明的目的还在于提供一种Z/V转换器,它能高精度地把被检测目标或组件的阻抗值 Z 转换成电压 V ,即便使所述目标的一个电极保持在一定电压,也不受信号传输线与屏蔽装置间存在



的杂散电容的影响。

为实现上述目的，一种用于将目标的阻抗转换成电压的阻抗/电压(Z/V)转换器包括：运算放大器，具有连接于其输出端与反相输入端之间的反馈阻抗电路；信号传输线，其一端连到所述运算放大器的反相输入端，另一端连到目标阻抗的一个电极；连到所述运算放大器之同相输入端的交流(AC)信号发生器；以及至少一个屏蔽，它们包括至少一个至少环绕部分信号传输线的屏蔽层，并被连到所述运算放大器的同相输入端和所述交流信号发生器，其中所述反相端和同相端处于假短路状态，从而所述运算放大器从其输出端输出一个与目标的阻抗值对应的电压。

所述屏蔽层最好有网状结构或管状结构。另外，所述屏蔽最好还有环绕第一屏蔽层外表面的第二屏蔽层，它也有网状结构或管状结构，并将其连到所述运算放大器的同相输入端和所述交流信号发生器，或者与一参考电压相连。

最好使目标及反馈阻抗电路二者的阻抗是具有相同特征的电阻、电容或电感之一或它们的任意组合。在这种情况下，可使设备的 S/N 比得到改善。其它的组合也可被容许，并且在目标阻抗为静电电容，而反馈阻抗电路是一个电阻时，很容易将所述运算放大器和反馈阻抗电路集成在一块芯片上。

当设有与目标阻抗值对应的直流电压发生器时，更易于进行进一步的处理。还能改进所述 Z/V 转换器，使所述反馈阻抗电路是一个未知的第二目标阻抗，在这种情况下，运算放大器的输出电压与第一及第二目标阻抗的比值对应。

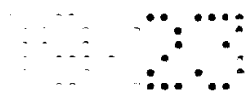
图 1 是表示现有技术静电电容-电压转换器的电路图；

图 2 表示本发明阻抗-电压转换器第一实施例的电路图；

图 3 是表示电容 C_x 与输出电压 V_o 之间关系的测试实例曲线，其中被测目标的阻抗为电容；

图 4 表示本发明 Z/V 转换器第二实施例的电路图；

图 5(A)和 5(B)是表示采用第一和第二实施例时测试实例之噪声



影响结果的图线;

图 6 表示本发明 Z/V 转换器第三实施例的电路图;

图 7 是在所述目标有一静电电容为其阻抗并且所述反馈阻抗电路由一电阻组成情况下的第三实施例电路图。

5 以下将参照图 2-7 详细描述本发明的 Z/V 转换器。

图 2 是示意地表示本发明 Z/V 转换器第一实施例的电路图。图 2 中的标号 1 表示一个电压增益远大于闭环增益的运算放大器。反馈阻抗电路 3 连在运算放大器 1 的输出端 2 与反相输入端(-)之间, 形成跨接于运算放大器 1 的负反馈闭环。反馈阻抗电路 3 可以是任何
10 阻抗元件, 如电阻、电容器、电感或它们的任何组合。运算放大器 1 有一连到用于产生交流(AC)电压之 AC 信号发生器 4 的同相输入端(+). 运算放大器的反相输入端(-)还连到信号传输线 5 的一端。信号传输线 5 的另一端连到目标或目标元件 6 的检测电极 6_1 ; 所述目标的阻抗值要被测量。所述目标可为任何阻抗元件, 如电阻、电容器、
15 电感或它们的任何组合。目标 6 的另一电极 6_2 接地, 或者将其定位于恒定的直流电位(不等于地电位), 或者使其保持开路状态或不连接状态。虽然可给第二电极 6_2 加一交流偏压, 但对于运算放大器 1 的输出电压需要更为复杂的数学分析。

由屏蔽层组成的屏蔽 7 缠绕在信号传输线 5 周围, 以防止外界
20 的不想要的信号, 如噪声引入信号传输线 5。屏蔽 7 不接地, 而连到运算放大器 1 的同相输入端(+), 并因此而连到交流信号发生器 4。

由于借助包括反馈阻抗电路 3 的电路给运算放大器 1 提供负反馈, 并且它的电压增益远大于它的闭环增益, 所以运算放大器 1 的反相输入端(-)和同相输入端(+)处于假短路状态, 致使其间的电位差
25 实质上为 0。因此, 分别被连到反相输入端和同相输入端的信号传输线 5 和屏蔽 7 具有相同的电位, 使得能够消除信号传输线 5 和屏蔽 7 之间可能存在的任何杂散电容。这一点与信号传输线 5 的长度无关, 而且这也与信号传输线 5 被移动, 弯曲、亦或是被折回无关。

假设自交流信号发生器 4 输出的交流电压是 V_i , 目标 6 的



未知阻抗值为 Z_X ，流过目标 6 的电流为 i_1 ，反馈阻抗电路 3 的已知阻抗值是 Z_f ，流过反馈阻抗电路 3 的电流为 i_2 ，运算放大器 1 的反相输入端(-)的电位是 V_m ，运算放大器 1 的输出电压是 V_o 。另外，还假设目标 6 的第二电极 6_2 接地。反相输入端(-)的电位 V_m 与 AC 信号发生器 4 发生的 AC 电压 V_i 相同，这是因为像上面所说的那样，运算放大器 1 的两个输入端处于假短路状态。也就是 $V_i = V_m$ 。

由下式表示电流 i_1, i_2 :

$$i_1 = -V_m / Z_X = -V_i / Z_X$$

$$i_2 = (V_m - V_o) / Z_f = (V_i - V_o) / Z_f$$

10 由于因运算放大器 1 的输入阻抗足够大而使 $i_1 = i_2$ ，所以运算放大器 1 的输出电压 V_o 由下面的方程(1)表示:

$$V_o = V_i (1 + Z_f / Z_X) \quad (1)$$

方程(1)表示运算放大器 1 输出一个随阻抗值 Z_X 变化的交流电压 V_o 。

15 由上面所述可以理解，由点划线示出的方块 8 包含信号传输线 5、屏蔽 7、AC 信号发生器 4、与信号传输线及反馈阻抗电路 3 相连的运算放大器 1，它们构成一个 Z/V 转换器，用于将与信号传输线 5 另一端相连的目标元件 6 的阻抗值 Z_X 转换成与之相应的电压 V_o 。

20 这里应予说明的是，由于运算放大器 1 的反相及同相输入端处于假短路状态，所以信号传输线 5 与屏蔽 7 之间产生的一切杂散电容都不会显现在所述反相输入端或运算放大器 1 的两个输入端之间。因此，运算放大器 1 的输出电压 V_o 并不包含任何与信号传输线 5 与屏蔽 7 之间发生的杂散电容有关的项。所以，即使目标 6 的阻抗值 Z_X 很小，所述运算放大器 1 的电压 V_o 也只与小阻抗 Z_X 对应。

25 如上所述，运算放大器 1 的输出电压 V_o 由方程(1)表示，其中反馈阻抗电路 3 的值 Z_f 和 AC 信号 V_i 的频率及幅值均为已知。另外，运算放大器 1 的输出电压 V_o 具有与 AC 信号电压 V_i 相同的频率，并可由测量放大器 1 输出波形的峰值得到它的幅值。所以，通过解方程(1)，可以从中计算阻抗值 Z_X 。在目标 6 的阻抗 Z_X 为电容



$C_x(Z_x=1/(j\omega C_x))$, 其中 ω 是 AC 信号发生器 4 的角频率)的情况下, 如方程(1)所表现的那样, V_o 关于 C_x 呈线性变化。在试验中, 可以得到 C_x 与 V_o 的幅值之间的关系如同图 3 所示的图线。

另外, 通过把输出电压 V_o 提供给电路, 得到与 AC 电压 V_o 相关的直流电压 V_{dd} , 则可用 V_{dd} 计算阻抗值 Z_x 。利用诸如整流器和滤波电路等各种 AC-DC 变换器, 可以给出所述产生与输出电压 V_o 对应之直流电压 V_{dd} 的电路。如果需要, 可以在电压 V_o 放大之后实施这样的 AC-DC 变换。

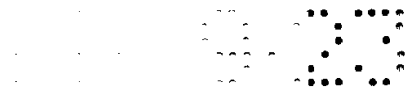
因此, 可以提供一检测器, 用以通过使方块 8 与一处理电路组合, 检测目标 6 的阻抗 Z_x , 所述处理电路从运算放大器 1 或方块 8、AC-DC 变换器及该处理电路的输出电压 V_o 计算阻抗 Z_x 。

在图 2 所示的第一实施例中, 屏蔽 7 可以是管型屏蔽装置。另外, 可将屏蔽 7 制成单层网状结构, 这种结构包括编织的窄金属条, 为的是提供可弯折的包含信号传输线 5 及屏蔽 7 的同轴电缆。

不过, 采用单层网状结构的屏蔽 7, 如果从 AC 信号发生器 4 产生高频信号, 则会通过网状结构 7 的微孔从信号传输线 5 泄漏, 结果可能会影响 AC 输出电压 V_o 。另外, 还可能通过所述微孔把高频外部噪声引入信号传输线 5, 在这种情况下, AC 输出电压 V_o 将会受到这种外界噪声的影响。此外, 如果操作者用手碰触这种具有单层网状结构之屏蔽装置的同轴电缆, 则运算放大器 1 的输出电压 V_o 可能会改变。

图 4 示出本发明 Z/V 转换器的第二实施例, 即使为提供挠性而将屏蔽装置制成网状结构, 它也能进行高精度的 Z/V 转换。图 4 中与图 2 中第一实施例相同的部件用相同的参考标号表示。第二实施例与第一实施例的不同在于, 屏蔽装置被制成包含内屏蔽(第一屏蔽层)7₁ 和外屏蔽(第二屏蔽层)7₂ 的双层网状结构, 该二者都与运算放大器 1 的同相输入端相连。

在第二实施例中, 由于屏蔽装置具有双层网状结构(内、外屏蔽 7₁ 和 7₂), 所以与单层网状结构的孔的直径相比, 它的孔的直径比较



小，以致即使 AC 信号发生器 4 产生高频信号，也使从信号传输线 5 泄漏到屏蔽 7₁,7₂ 的高频信号电场减少。另外，也使外界噪声的影响减小。所以，可以得到与待检测的阻抗值 Z_x 正确对应的输出电压 V_o 。例如，在目标 6 的阻抗为静电电容并且信号 V_i 的频率接近 1MHz 的情况下，当用单层网状结构作为屏蔽装置时，用手碰触同轴电缆可能引起输出电压 V_o 差不多几百 ppm 的起伏，而对于双层网状结构，即使手碰触同轴电缆，也将基本上消除这种起伏。

用第一和第二实施例作为湿度传感器的试验已经得到实践，用以检验该二实施例中因碰触所述单层结构与双层结构所引起的噪声的影响，其中每个实施例的 AC 信号发生器 4 都被设定成产生频率为 1MHz 的 AC 信号，并用手间歇地碰触同轴电缆。图 5(A)和 5(B)分别示出关于第一和第二实施例的测试结果图线，其中，每个图的纵座标轴都表示运算放大器 1 输出的 AC 电压 V_o ，而每个横座标轴都表示时间 t 。T₁,T₂ 和 T₃ 表示用手碰触同轴电缆的时间段。

有如从图 5(A)和 5(B)所看到的，在采用单层网状结构的第一实施例中，在时间 T₁,T₂ 和 T₃ 期间，对于输出电压 V_o 引致很大的噪声；而在采用双层网状结构的第二实施例中，输出电压 V_o 并未像第一实施例那样包含这种噪声。因此，由这种试验明显地看出，双层网状结构对于降低外界噪声对输出电压的影响是十分有效的。

图 6 示出本发明 Z/V 转换器的第三实施例。虽然第三实施例与第二实施例类似，其中对屏蔽装置采用双层网状结构，并将内层屏蔽装置 7₁ 连到运算放大器 1 的同相输入端，但第三实施例仍与第二实施例不同，其中的外屏蔽 7₂ 接地。

不过，第三实施例中接地的外屏蔽 7₂ 可能引起层间电容，即内屏蔽 7₁ 与外屏蔽 7₂ 之间的寄生电容，它可能有 1000pF/m 或更大。随着同轴电缆(信号传输线 5 和内、外屏蔽 7₁ 与 7₂)越长，此寄生电容变得越大。另外，来自 AC 信号发生器 4 较高频率的信号会引起所述寄生电容阻抗的下降，并因此造成泄漏的信号增大。因此，最好在检测电极 6₁ 位于相对比较靠近运算放大器 1 并用比较短的同轴



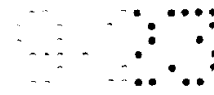
电缆连接它的情况下，或者在 AC 信号发生器 4 的信号频率比较低的情况下使用第三实施例。

按照本发明第一至第三实施例中的每一个，最好由屏蔽 7 或内、外屏蔽 7_1 与 7_2 屏蔽整个信号传输线 5。屏蔽除读出电极 6_1 以外的整个设备则更好。然而，根据 Z/V 转换器的应用条件，可能只能遮盖部分信号传输线 5(它的 10%以上)。另外，如上所述，目标 6 可为任何阻抗元件，如电阻、电容器、电感或它们的任何组合。

当把电容元件 C_x 用为目标 6 时，第一至第三实施例给出电容-电压(C/V)转换器，并因此而构成电容传感器。在这种情况下，使电容元件 C_x 的电极 6_2 接地，设定于适当的偏压下，或者留在原地。可以应用本发明的“电容传感器”包括任何电容性传感器，比如加速度传感器、地震仪、压力传感器、位移传感器、浮子式液体比重计、距离传感器、接触传感器、离子传感器、湿度传感器、雨滴传感器、积雪传感器、闪光传感器、准直传感器、接触失效传感器、形状传感器、端点检测传感器、振动传感器、超声传感器、角速度传感器、流量传感器、气体传感器、红外传感器、辐射传感器、水位传感器、霜冻传感器、湿度传感器、振动仪、电荷传感器等。

还可将本发明用于印刷电路板测试仪。具体地说，对于印刷电路板而言，考虑到寄生在电路板上的静电电容的大小、均匀性等，要确定印刷电路板是否为能用的。当把目标 6 看作是电极 6_1 的每一区段与所述电路板接近时，可由运算放大器 1 得出与该区段静电电容值 C_x 对应的电压，从而能够确定该电路板是否能用。在这种情况下，图 2,4 和 6 中包含电极 6_1 、信号传输线 5、屏蔽 7 或内、外屏蔽 7_1 与 7_2 、运算放大器 1、反馈阻抗电路 3 和 AC 信号发生器 4 的点划线所围起的方框 9 也可构成静电电容-电压转换器，用以输出随静电电容 C_x 变化的电压 V_0 。另外，可以通过使方框 9 与一个处理输出电压 V_0 的装置组合，实现用来得到电容值 C_x 的静电电容检测器。

当目标 6 为电容元件时，最好采用电容器作为反馈阻抗电路 3；当目标 6 是电阻元件时，采用电阻或电容器作为反馈阻抗电路 3；当



目标 6 是电感元件时，则采用表现最大 S/N 比的电感、电阻及电容器之一作为反馈阻抗电路 3。通过设置与目标部件有相同阻抗特性的反馈阻抗电路 3，可使更多的噪声得以被减少。

5 不过，在未予指出的情况下，可以使具有不同阻抗特性的元件与目标部件 6 组合。比如，有如图 7 所示者，当目标 6 是电容元件 C_x 时，可以采用电阻作为反馈阻抗电路 3。把电阻用作反馈阻抗电路，便于把运算放大器 1 与反馈电阻 3 形成于一块芯片上。在这种情况下，假设 AC 信号发生器 4 的输出的角频率为 ω ，并且反馈电阻 3 的阻值为 R_f ，则可由下述方程(2)表示输出电压 V_o ：

10
$$V_o = V_i(1 + j\omega R_f C_x) \quad (2)$$

另外，可以采用电阻与电容器等的并联电路作为反馈阻抗电路 3。再有，任何组合都是可能的。

正如从方程(1)所显见的，可以用待检测的目标 6 的位置代替反馈阻抗电路 3 的连接位置。也即可将目标 6 连接于运算放大器 1 的反相输入端与输出端之间，而把已知阻抗电路连到信号传输线 5 的端部。在这种情况下，需要提供屏蔽装置，以覆盖用来将目标 6 的两个检测电极连到运算放大器 1 的反相输入端和输出端的两条导线。

20 反馈阻抗电路 3 以及目标 6 也可以是一个未知阻抗元件。在这种情况下，由于方程(1)右边的 Z_f 和 Z_x 二者均为未知值，所以输出电压 V_o 存在一个与 Z_x 对 Z_f 之比(Z_f/Z_x)有关的 AC 电压。作为这种包含两个未知阻抗目标的结构示例性应用，考虑一种二轴加速度传感器。这种二轴加速度传感器的工作使一个传感器的阻抗响应加速度的增大而变得较大，其它传感器的阻抗变得较小。因此，即使相应的阻抗表现出较小的改变量，所述阻抗的比值也会大大改变。由于 AC 输出电压 V_o 相应于阻抗比而变化，其中即使相应的阻抗值如此轻微的变化，所述阻抗比也会大大变化，所以能够明显地提高所述二轴加速度传感器的检测灵敏度。

25 在比如图 7 所示的 Z/V 转换器中，反馈阻抗电路或元件 3 也可



以是一个未知电阻元件。当电阻元件 3 的阻抗 $Z_f=R_f$ 和 $Z_x=1/(\omega C_x)$ ，并且电容元件 6 响应一个比如压力、温度等变量 Y 而变化时，比值 Z_f/Z_x 随着该 Y 值变化，从而得到输出电压 V_0 ，该电压的幅值响应变量 Y 变化。

5 另外，即使两个未知阻抗元件响应一定的变量 Y 不作线性变化，该二阻抗元件的某些组合仍能输出电压 V_0 ，响应变量 Y 线性地改变它的幅值。相反，即使当各个阻抗元件响应变量 Y 而线性地变化，仍可使输出电压 V_0 非线性变化。

上面描述的本发明可以产生如下积极效果：

10 (1)由于信号传输线连到受到检测的阻抗元件或目标元件，并且因运算放大器的假短路而使环绕它的屏蔽处于相同的电位，所以能产生一个只与目标元件的阻抗值有关的电压，而不受信号传输线与屏蔽之间可能形成的寄生电容的任何影响。因此，即使只有很小的阻抗值要被检测，也能实现高精度的 Z/V 转换。

15 (2)即使目标元件的一个电极被偏置在一定的电压下，仍能产生与目标元件阻抗值相应的电压。

(3)采用被制成双层网状结构的屏蔽，当提供可弯折的同轴电缆时，可使从信号传输线泄漏信号及引入信号传输线的外界噪声减少，从而能够实现高精度的 Z/V 转换。

20 (4)当把反馈阻抗看成为第二未知阻抗元件时，可以到精度地得到与该二阻抗元件的阻抗比相应的输出电压，而不受信号传输线的寄生电容的任何影响。

25 (5)即使信号传输线比较长，也能精确地检测目标的阻抗值，因为信号传输线与屏蔽装置之间的杂散电容不受信号传输线长度的影响，因此即使阻抗值很小，也能这样做。

虽然已用特定的关系描述了这些优选实施例，但这样的描述只是为了说明的目的，并应理解可以做多种改型和变化，而不致脱离所附各权利要求的精髓和范围。

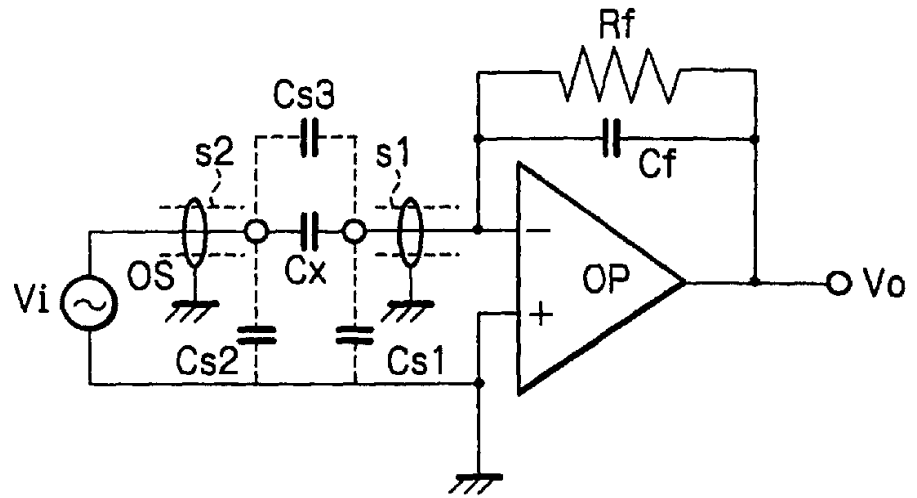


图1

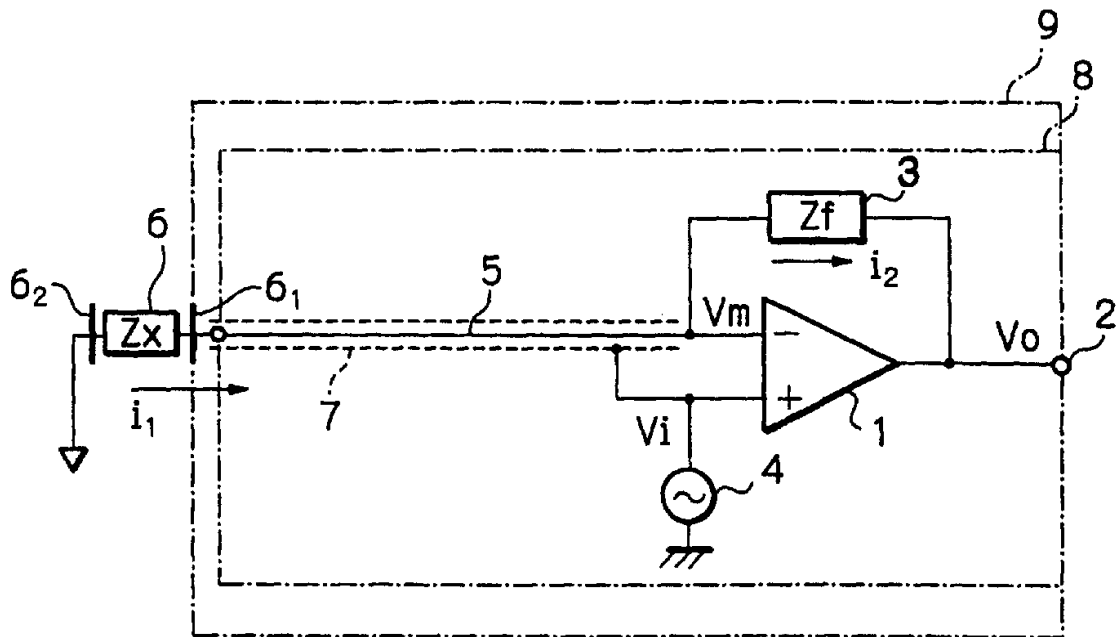


图2

图 3

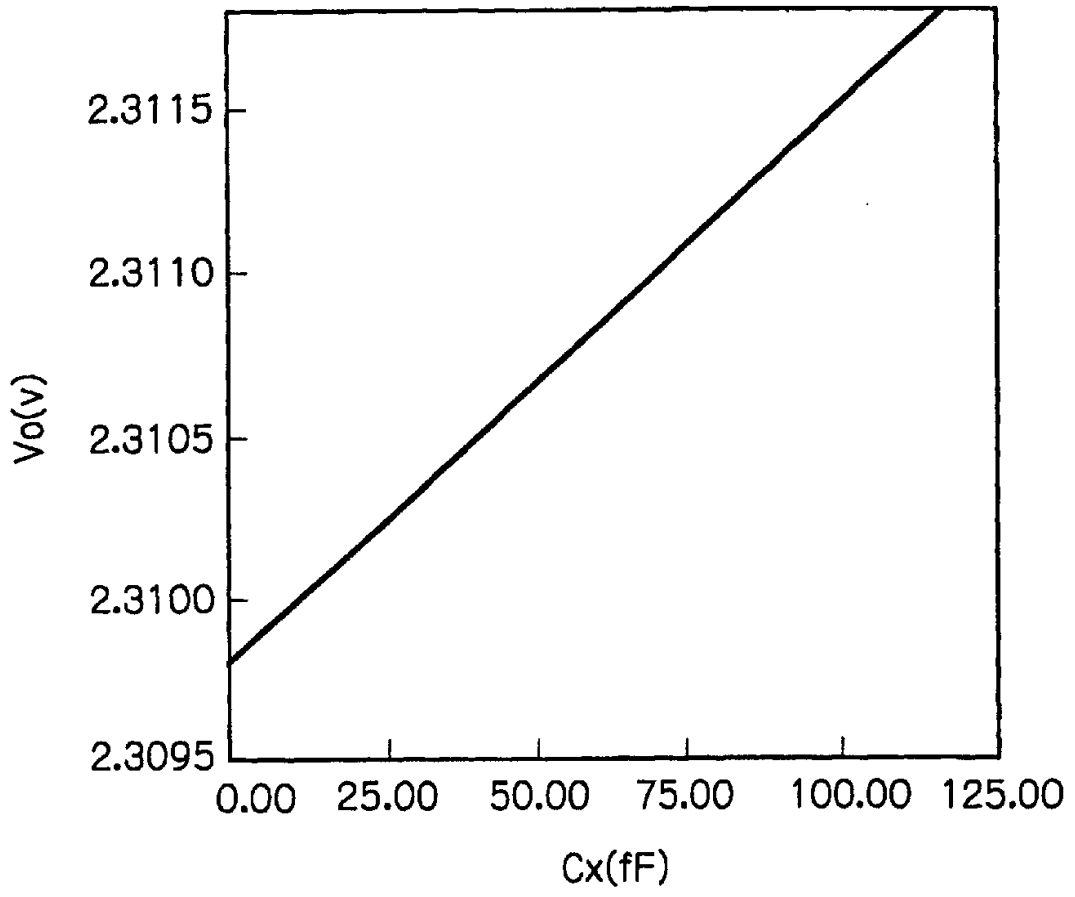


图 4

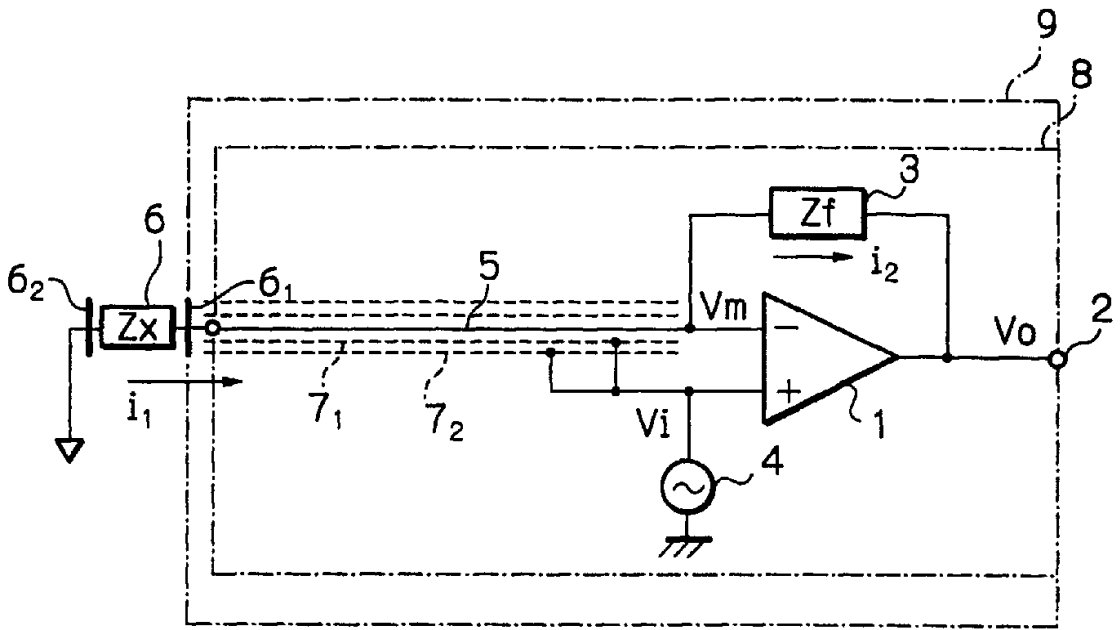


图5 (A)

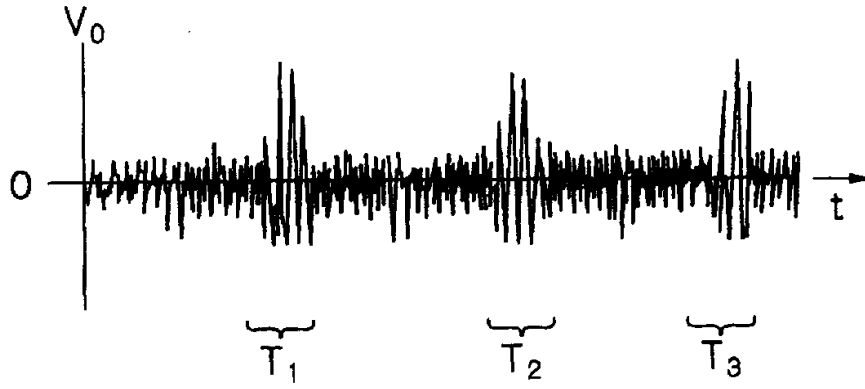


图5 (B)

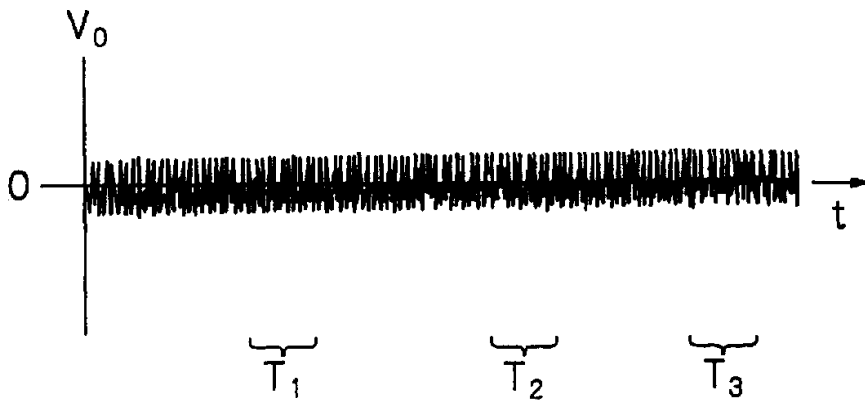


图6

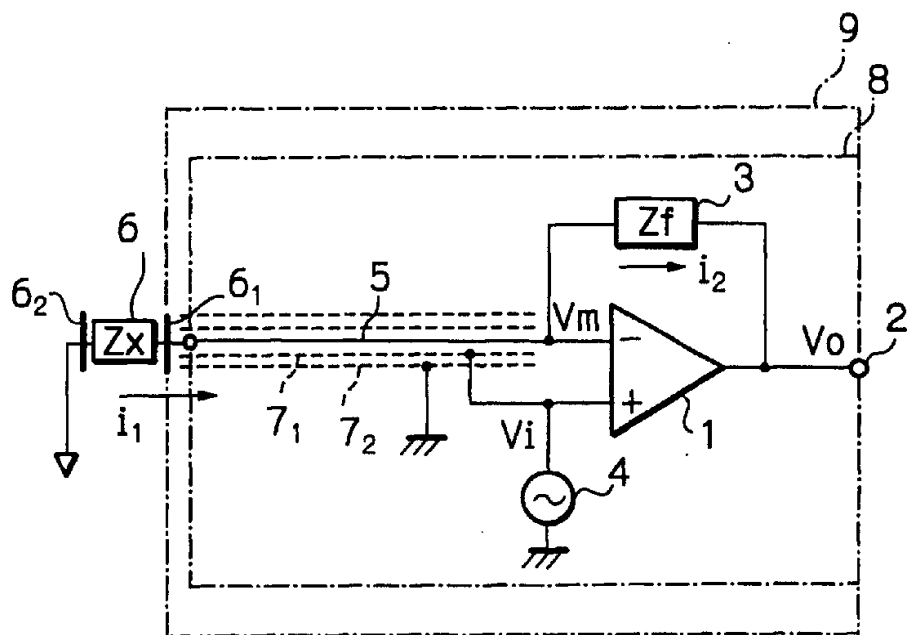


图7

