



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00818317.1

[45] 授权公告日 2005 年 5 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1201211C

[22] 申请日 2000.12.7 [21] 申请号 00818317.1

[30] 优先权

[32] 2000.1.10 [33] EP [31] 00100427.4

[86] 国际申请 PCT/EP2000/012434 2000.12.7

[87] 国际公布 WO2001/052001 法 2001.7.19

[85] 进入国家阶段日期 2002.7.10

[71] 专利权人 伊塔瑞士钟表制造股份有限公司

地址 瑞士格伦兴

[72] 发明人 S·达拉皮尔扎 P·-A·法林

R·比勒 P·赫克

审查员 李 勋

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

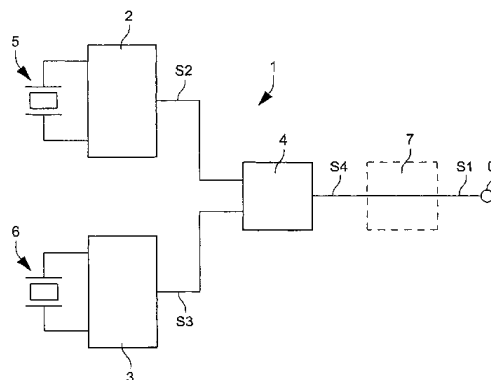
代理人 吴立明 梁 永

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 一种用于产生其频率基本与温度无关的信号的信号发生装置

[57] 摘要

本发明涉及的装置(1)包括一个混合器(4), 该混合器产生频率(F₄)的信号(S₃), 该频率等于由每个发生器(2, 3)产生的信号(S₂, S₃)的两个频率(F₂, F₃)之间的差值, 这两个频率随温度(T)的变化呈抛物线形状, 具有彼此不同的二次方系数(β_1 , β_2)。为了使混合器(4)产生的信号(S₄)的频率(F₄)至少基本与温度(T)无关, 应将发生器(2, 3)设计成使二次方系数(β_1 , β_2)的比值与相应的两个频率(F₂, F₃)在预定温度(T_r)具有的比值(F_{2r}, F_{3r})成倒数关系。



1. 一种用于产生具有第一频率 (F_1) 的第一信号 (S_1) 的装置, 该装置包括:

5 - 用于产生具有第二频率 (F_2) 的第二信号 (S_2) 的第一发生器 (2), 所述第二频率随温度 (T) 的变化呈抛物线形状, 具有第一个二次方系数 (β_1), 该频率在第一逆温 (T_{01}) 时具有第一最大值 (F_{20}), 而在参考温度 (T_r) 时具有第一确定值 (F_{2r});

10 - 用于产生具有第三频率 (F_3) 的第三信号 (S_3) 的第二发生器 (3), 所述第三频率随温度 (T) 的变化呈抛物线形状, 具有第二个二次方系数 (β_2), 该系数与所述的第一个二次方系数 (β_1) 不同, 该频率在第二逆温 (T_{02}) 时具有第二最大值 (F_{30}), 第二逆温等于所述第一逆温 (T_{01}), 而在所述参考温度 (T_r) 时具有第二确定值 (F_{3r}); 和

15 - 用于产生具有第四频率 (F_4) 的第四信号 (S_4) 的混合电路 (4), 第四频率等于所述第二频率 (F_2) 和第三频率 (F_3) 之间的差值;

20 设置所述第一和第二发生器 (2) 和 (3) 是为了使所述第一和第二二次方系数 (β_1) 和 (β_2) 之间的比值等于所述第二和第一确定值 (F_{3r}) 和 (F_{2r}) 之间的比值, 使所述第四频率 (F_4) 等于所述第一频率 (F_1) 与一个等于或大于 1 的整数的乘积;

25 其特征在于所述第二和第一确定值 (F_{3r}) 和 (F_{2r}) 之间的比值等于一个整数。

2. 根据权利要求 1 所述的装置, 其特征在于该装置还包括一个与所述混合电路 (4) 相连的分频电路 (7), 该分频电路可以从所述第四信号 (S_4) 中求得所述第一信号 (S_1)。

3. 根据上述任一权利要求所述的装置, 其特征在于所述第一发生器 (2) 包括一个按固定模式振动的第一石英谐振器 (5), 所述第二发生器 (3) 包括一个按扭转模式振动的第二石英谐振器 (6)。

一种用于产生其频率基本与温度无关的信号的信号发生装置

技术领域

5 本发明的目的在于一种用于产生具有第一频率的第一信号的装置，该装置包括：

 - 用于产生具有第二频率的第二信号的第一发生器，所述第二频率随温度的变化至少基本呈抛物线形状，它有第一个二次方系数，该频率在第一逆温时具有第一最大值，而在参考温度时具有第一确定值；

10 - 用于产生具有第三频率的第三信号的第二发生器，所述第三频率随温度的变化至少基本呈抛物线形状，它有第二个二次方系数，该系数与所述的第一个二次方系数不同，该频率在第二逆温时具有第二最大值，第二逆温至少基本等于所述第一逆温，而在所述参考温度时具有第二确定值；以及

15 - 用于产生具有第四频率的第四信号的混合设备，第四频率等于所述第二频率和第三频率之间的差值。

背景技术

 这种装置例如已在 CH626500 和 CH631315 专利中作了描述。

20 在这些文献中描述的两种装置均包括一个发生器电路，该电路响应混合电路的信号，以便产生校准脉冲，该脉冲的频率与混合信号的频率有关，因而也就与温度有关。在利用两个振荡器电路中的一个将频率分开后，通过将这些校准脉冲添加到所提供的信号中就可以得到这两种装置的输出信号。

25 利用这种结构，使得这些振荡器提供的输出信号的频率在经过足够长的时间测量后发现其基本与温度无关。但根据这种结构，一旦出现校准脉冲时，就会导致输出信号的脉冲突然变化。换句话说，输出信号的频谱有很多非常宽的谱线，此外这些谱线的位置会随温度的不同而变化。

30 因此上述文献介绍的装置不能用在其信号既要求与温度无关，又要求频谱只含有少量位置固定的谱线，而且谱线也与温度无关的装置的情况。例如，在通讯设备中，当必须使天线接收到的高频信号与该

装置产生的低频信号同步时，就要求信号具有上述特性。

众所周知，含有称作 AT 切割石英谐振器的振荡器产生的信号频率基本不随温度变化。但是，该频率通常很高。如果要求所制造的装置由这种振荡器提供频率较低的信号，则必须使该振荡器与一个分频电路相连，这样就使得该装置更加复杂，而且还增加了成本。此外，由于分频电路接收到的信号频率很高，所以由该分频电路消耗的电能很多，而当这种电能必须由小尺寸的电源提供时，例如由电子手表的电池提供电能时，就相当不方便。

发明内容

因而，本发明的一个目的在于提供一种与上述专利介绍的相同类型的装置，但没有上面所述的缺陷，也就是说，提供一种装置，该装置产生的输出信号的频率至少与温度基本无关，而且所含的频谱只有少量的谱线，另外，这些谱线的位置也与温度基本无关。

本发明的另一个目的在于提供一种信号发生装置，该信号的频率与含有 AT 切割谐振器的振荡器提供的信号频率一样随温度的变化很小，但该信号频率要比含有 AT 切割谐振器的振荡器提供的频率低许多。

这些目的由本发明装置实现，本发明的特征由所附的权利要求 1 限定。

下面将会清楚地看到，根据这些特征，本发明装置提供的信号的频率至少与温度基本无关，当温度变化时频率没有任何突变。信号的频谱只有少量的谱线，这些谱线的位置也与温度基本无关。

此外，根据这些特征，本发明装置提供的信号的频率远低于含有 AT 切割谐振器的振荡器提供的频率。因此在很多情况下可以直接使用由本发明装置提供的信号，而不必利用分频电路来降低频率，这样就减少了装置的成本，降低了装置的电能消耗。另外，如果仍将一个分频电路与本发明的装置相连，则由于该装置提供的信号频率较低，所以消耗的电能也很低。

通过下面结合附图的描述将会更加清楚地理解本发明的其它目的和优点。

附图说明

- 图 1 是唯一的一幅附图，它表示本发明装置的一种实施形式及

其一种变型。

具体实施方式

在图 1 所示的一种作为例子的非限定性的实施形式中，本发明的装置 1 用于在其输出端 0 提供一个周期信号 S1，该信号的频率 F1 在后面将会描述，信号频率至少与温度基本无关。

为此，装置 1 包括第一和第二发生器电路，这两个电路分别由标号 2 和 3 表示，并且还有一个混合电路 4。

在阅读了下面的描述以后，本领域的技术人员不难用公知的任一不同方式制造发生器 2 和 3。因此本文不再详细描述这些发生器 2 和 3。

我们将简要指出设置发生器 2 和 3 的目的在于在它们的输出提供信号 S2 和 S3，这两个信号的频率分别为 F2 和 F3。

为此，发生器 2 和 / 或 3 均包括一个振荡器电路，振荡器电路用公知方法由一个放大器构成，此处没有将其单独示出，所述振荡器电路与一个压电谐振器相连，下面将会描述谐振器的特征。

根据这些情况，可以由属于各个发生器 2 或 3 的振荡器直接提供信号 S2 和 / 或 S3，也可以由分频电路直接提供这些信号，分频电路接收各个振荡器产生的信号，并提供信号 S2 和 S3。

谐振器 5 属于发生器 2，其特征确定了信号 S2 的频率 F2，谐振器 6 属于发生器 3，其特征确定了信号 S3 的频率 F3。

在该例子中，谐振器 5 和 6 两者均为石英调音叉型，但设置谐振器 5 是为了使其分支按固定模式振动，而设置谐振器 6 是为了使其分支按扭转模式振动。

另外，在该例子中，设置谐振器 5 和 6 的目的在于使信号 S2 的频率 F2 低于信号 S3 的频率 F3，并使频率 F2 和 F3 为确定的比值，该比值与谐振器 5 和 6 的其它特征一样在后面介绍。

对于本领域的技术人员来讲，同样也不难用公知的任一不同方式制造该构成装置 1 的混合电路 4。因此本文不再详细描述该混合电路 4。

我们将简要指出该混合电路 4 包括两个输入，其中一个输入与发生器 2 的输出相连，因而它接收信号 S2，而另一个输入与发生器 3 的输出相连，因而它接收信号 S3。

我们还要指出设置混合电路 4 的目的在于使其在输出提供的信号 S4 的频率 F4 等于信号 S3 的频率 F3 与信号 S2 的频率 F2 之间的差值。

在图 1 的实线所示的实施形式中，将混合电路 4 的输出直接与装置 1 的输出 0 连接，以便使信号 S1 由信号 S4 构成，当然也使频率 F1 等于频率 F4。这样，此时信号 S1 的频率 F1 等于频率 F3 和 F2 之间的差值。

本领域的技术人员将会明白，如果需要的话，混合电路 4 可以包括一个滤波器，以便防止在信号 S1 中出现与频率 F1 不同的干扰分量。

10 本领域的技术人员很清楚，上述谐振器 5 和 6 的结构产生的结果是频率 F2 和 F3 随温度而变化，该温度用标号 T 表示，这用本领域技术人员公知的形式相似的两个方程表示。

这样，频率 F2 随温度 T 的变化用下面的方程表示：

$$F2(T) = F2_r (1 + \alpha_1 (T - T_r) + \beta_1 (T - T_r)^2 + \gamma_1 (T - T_r)^3) \quad (1)$$

15 其中：

- T_r 是参考温度，通常选择为 25°C ；

- $F2_r$ 是信号 S2 在温度 T_r 时的频率；以及

- α_1 , β_1 和 γ_1 是系数，它们主要与谐振器 5 的几何形状、机械特性和电特性以及为参考温度 T_r 选择的数值有关。

20 同样，频率 F3 随温度 T 的变化用下面的方程表示：

$$F3(T) = F3_r (1 + \alpha_2 (T - T_r) + \beta_2 (T - T_r)^2 + \gamma_2 (T - T_r)^3) \quad (2)$$

其中：

- T_r 是和方程 (1) 中相同的参考温度；

- $F3_r$ 是信号 S3 在温度 T_r 时的频率；以及

25 α_2 , β_2 和 γ_2 是系数，它们主要与谐振器 6 的几何形状、机械特性和电特性以及为参考温度 T_r 选择的数值有关。

两个系数 α_1 和 α_2 ，两个系数 β_1 和 β_2 以及两个系数 γ_1 和 γ_2 通常分别是线性系数，二次方系数和三次方系数。

30 为了简化下面的评述，我们首先假定三次方系数 γ_1 和 γ_2 的值很小，而实际情况也是如此，这样，分别在上述方程 (1) 和 (2) 中出现的 $\gamma_1 (T - T_r)^3$ 项和 $\gamma_2 (T - T_r)^3$ 项可以忽略不计。

在这些情况下，方程 (1) 和 (2) 分别变成：

$$F2(T) = F2_r (1 + \alpha_1 (T - T_r) + \beta_1 (T - T_r)^2) \quad (3) \text{ 和}$$

$$F3(T) = F3_r (1 + \alpha_2 (T - T_r) + \beta_2 (T - T_r)^2) \quad (4)$$

这些方程 (3) 和 (4) 表明, 在上述各情况中, 频率 $F2$ 和 $F3$ 总是随温度 T 以抛物线的形状变化。此外, 这些方程 (3) 和 (4) 表明, 当温度 T 用下面的方程分别得到 T_{01} 值和 T_{02} 值时, 频率 $F2$ 和 $F3$ 分别为最大值 $F2_0$ 和 $F3_0$:

$$T_{01} = T_r - \alpha_1 / 2\beta_1 \quad (5) \text{ 和}$$

$$T_{02} = T_r - \alpha_2 / 2\beta_2 \quad (6)$$

这些温度 T_{01} 和 T_{02} 通常分别称作谐振器 5 和 6 的逆温。

根据下面将会更加清楚的一个原因, 确定谐振器 5 和 6 的各个特征一方面是为了使频率 $F2(T)$ 总是小于频率 $F3(T)$, 另一方面是为了让二次方系数 β_1 大于二次方系数 β_2 。本领域的技术人员将会看到, 这些条件以及下面将要限定的其它条件可以很容易满足, 其原因在于谐振器 5 按固定模式振动, 而谐振器 6 按扭转模式振动。

根据下面将会更加清楚的一个原因, 我们还要假定谐振器 5 和 6 的各项特征受到限定, 其目的是为了为了使逆温 T_{01} 和 T_{02} 相等。方程 (5) 和 (6) 表明, 对于这些情况特别对于情况:

$$\alpha_2 = \alpha_1 \beta_2 / \beta_1 \quad (7)$$

根据下面将会更加清楚的一个原因, 为了使二次方系数 β_1 和 β_2 的比值等于 $F2_r$ 和 $F3_r$ 的比值的倒数, 我们还假定对谐振器 (5) 和 (6) 的各项特征作了限定, 即在参考温度 T_r 时, 频率 $F2(T)$ 和 $F3(T)$ 的值为 $F2_r$ 和 $F3_r$, 换句话说, 我们就有:

$$\begin{aligned} \beta_1 / \beta_2 &= F3_r / F2_r, & \text{或} \\ F2_r &= F3_r \beta_2 / \beta_1 \end{aligned} \quad (8)$$

正如上面看到的那样, 由混合电路 4 提供的信号 $S1$ 的频率 $F1$ 等于信号 $S3$ 的频率 $F3$ 与信号 $S2$ 的频率 $F2$ 之间的差值。根据方程 (3) 和 (4), 我们就有:

$$F1(T) = (F3_r - F2_r) + (F3_r \alpha_2 - F2_r \alpha_1) (T - T_r) + (F3_r \beta_2 - F2_r \beta_1) (T - T_r)^2 \quad (9)$$

如果用方程 (7) 和 (8) 给出的各值代替方程 (9) 的第二项和第三项中的 α_2 和 $F2_r$, 就有:

$$F1(T) = (F3_r - F2_r) + (F3_r \alpha_1 \beta_2 / \beta_1 - F3_r \alpha_1 \beta_2 / \beta_1) (T - T_r) + (F3_r \beta_2 -$$

$$F3, \beta_1 \beta_2 / \beta_1) (T-T_r)^2$$

我们发现, 在上面限定的各条件中, 分别与方程(9)的 $(T-T_r)$ 项和 $(T-T_r)^2$ 项相乘的系数为零。由此该方程(9)简化为:

$$F1(T) = F3_r - F2_r \quad (10)$$

5 由于频率 $F2$ 和 $F3$ 与温度 T 无关, 所以信号 $S1$ 的频率 $F1$ 也与温度无关。

尽管属于上述方程(1)和(2)的 $\gamma_1(T-T_r)^3$ 项和 $\gamma_2(T-T_r)^3$ 项的数值很小, 但如果我们仍然考虑了这两项, 则刚才进行的评述显然也是有效的。本领域的技术人员很容易看到, 在这种情况下, 信号 $S1$ 的频率 $F1$ 随温度 T 的变化由下面的方程给出:

$$F1(T) = (F3_r - F2_r) + (F3_r \gamma_2 - F2_r \gamma_1) (T-T_r)^3 \quad (11)$$

该方程(11)是三次方曲线方程, 它在温度 T_r 处有一个拐点。

本领域的技术人员很容易看到, 方程(11)的最后一项的值很小, 因此, 尽管考虑了该项的影响, 但实际上信号 $S1$ 的频率 $F1$ 与温度 T 还是没有关系。

但是很明显, 上面的方程(11)显示, 只有在严格满足上述条件时, 也就是说, 只有在逆温 T_{01} 和 T_{02} 相等时, 二次方系数 β_1 和 β_2 的比值等于 $F2_r$ 和 $F3_r$ 的比值的倒数时, 信号 $S1$ 的频率 $F1$ 才随温度变化。

本领域的技术人员很清楚, 当用大规模流水线制造谐振器5和6时, 通常上面这些条件不容易得到满足。为了满足这些条件, 显然可以在制造这些谐振器时进行专业测量, 以便根据它们的特征分拣和配对。然而这种测量大大增加了这些谐振器的成本, 因而也就增加了使用这些谐振器的装置的成本。

但本申请人经过分析确认和用实验证实, 即使用不相配的谐振器制造装置1, 例如这些谐振器来自不同的生产线, 但利用该装置产生的信号 $S1$ 的频率 $F1$ 随温度的变化要比常规振荡器提供的信号的变化小许多, 所述常规振荡器包括以固定模式或扭转模式振动的谐振器。

这样, 本申请人用谐振器制造出了本发明的装置, 使得信号 $S2$ 和 $S3$ 的逆温相差 10°C , 并使系数 β_1 和 β_2 的比值等于 $F2_r$ 和 $F3_r$ 的比值的倒数, 在约 $\pm 10\%$ 内。

本申请人发现, 即使在这些极端情况下, 在温度范围为 -40°C -

+85°C 时, 频率 F_1 的变化小于 $\pm 10\text{ppm}$ 。

作为比较, 我们知道在相同的温度范围内, 由传统振动器提供的信号频率在以固定模式振动时变化约为 $0 - -160\text{ppm}$, 而在以扭转模式振动时变化约为 $0 - -56\text{ppm}$ 。

- 5 应当注意的是, 不管用什么方式, 信号 S_1 的频率 F_1 随温度 T 的变化基本呈二次方曲线。

这样, 随着温度 T 高于或低于参考温度 T_r , 信号 S_1 的频率 F_1 就为相反的符号, 因而当温度 T 在参考温度 T_r 周围变化时, 就可以非常理想地对这些差值自动进行补偿。

- 10 本领域的技术人员将会看到, 频率 F_1 随温度 T 的变化与含有 AT 切割谐振器的振荡器提供的信号频率的变化相类似。但本领域的技术人员知道, 含有 AT 切割谐振器的振荡器提供的信号频率通常相当大, 因此常常要求将一个分频电路与这样的振荡器相连, 这样, 就出现了许多与该电路相关的各种缺陷, 这些缺陷已在上面作了介绍。

- 15 反之, 我们很容易发现, 由于本发明装置提供的信号的频率等于另两个信号的频率之间的差值, 所以信号频率较低, 在上述例子中信号 S_2 和 S_3 就使所述的另两个信号。因而不需要将一个分频电路与该装置相连, 这样也就消除了与该电路相关的各种缺陷。即使因某种原因需要将一个分频电路与本发明的装置相连, 但与含有 AT 切割谐振器的振荡器的情况相比, 所消耗的电能也要低许多, 这是由于本发明接收到的信号的频率要远比含有 AT 切割谐振器的振荡器的低。

- 20 因而我们很容易发现, 本发明装置提供的信号频率随温度的稳定性与含有 AT 切割谐振器的振荡器的基本相同, 但没有后者存在的缺陷。

- 25 我们还发现, 当温度变化时, 本发明装置提供的信号频率连续变化, 但没有任何突变, 这与上述 CH626500 和 CH631315 专利中介绍的装置产生的信号频率相反。这样, 本发明装置提供的信号的频谱只有少量谱线, 而且这些谱线的位置基本与温度无关。

- 30 我们应当特别注意的是, 最好按照整数比选择二次方系数 β_1 和 β_2 与频率 F_{2r} 和 F_{3r} 的数值, 这样就可以消除输出信号的干扰分量, 得到相当纯的频谱。例如使用固定模式振动的石英调音音叉产生信号 S_2 , 试验时的二次方系数 β_1 约为 $-0.038\text{ppm}/^\circ\text{C}$, 使用扭转模式振动的石英

调音音叉产生信号 S3, 试验时的二次方系数 β_2 约为 $-0.0126\text{ppm}/^\circ\text{C}$, 这样就可以比较理想地得到这种结果。在这种情况下, 比值 β_1/β_2 约等于 3。

此外, 为了满足上述方程 (8), 我们按照等值的比例选择频率 F2_r 和 F3_r, 例如它们分别是 131.072kHz 和 393.216kHz。应注意的是, 在这种情况下, 图 1 的混合电路 4 的输出得到的信号 S4 的频率约为 262.144kHz, 也就是说最好是 32.768kHz 频率的 8 倍, 该频率在时钟应用中特别理想。最好能够将一个被 8 除的分频电路连接到混合电路 4 上, 从而得到频率为 32.768kHz 的信号。这种分频电路例如在图 1 中用虚线 7 表示。

必须注意的是, 本发明装置与上述 CH626500 和 CH631315 专利中介绍的装置相反, 用本发明的装置不仅可以产生脉冲信号, 而且可以使该信号为正弦波信号。

在不超出本发明范围的前提下可以对本发明装置作出许多改进。

例如像图 1 装置中的谐振器 5 和 / 或 6 的谐振器可以不同于该装置中的调音音叉形式, 例如为棒状, 也可以用非石英的压电材料制成。也可以使这些谐振器按别的模式振动, 例如延长模式。但很显然, 不论形状, 材料以及它们的振动模式如何, 这些谐振器均应当使作为其一部分的发生器产生的信号频率随温度变化, 而且使这种变化至少呈抛物型。

同样, 例如像上面所述的那样, 本发明装置可以包括一个位于混合电路 (上述例子的电路 4) 输出和该装置输出 (在该相同的例子中为输出 0) 之间的分频电路 7。

在本发明装置的这种变型中, 信号 S1 和 S4 显然不再相同。另外, 装置的各个组件, 特别是信号 S2 和 S3 的发生电路应当能够使信号 S4 的频率 F4 等于信号 S1 的频率 F1 与分频电路 7 的分频系数的乘积, 当然该系数是大于 1 的整数。根据后面指出的数据实施例就能获得该结果, 在该数据实施例中, 频率 F2_r 和 F3_r 分别是 131.072kHz 和 393.216kHz。

我们记得, 在上面所述的本发明装置的第一种实施形式中, 信号 S4 直接构成信号 S1。在这种情况下, 信号 S4 的频率 F4 就等于频率 F1 与 1 的乘积。

因此通常可以说，应当使本发明装置的各个构件布置成可以使混合电路产生的信号 S4 的频率等于装置输出信号 S1 的频率与一个等于或大于 1 的整数之间的乘积。

- 5 应当注意的是，将一个分频器（例如分频器 7）设置在混合电路（在图 1 中是电路 4）输出和本发明装置的输出之间绝对不会改变该装置输出所提供的信号频率随温度的变化。因此本发明的装置相对于现有装置来讲，不论该装置是否在混合电路和该装置输出之间包括分频器，均会有相同的优点。

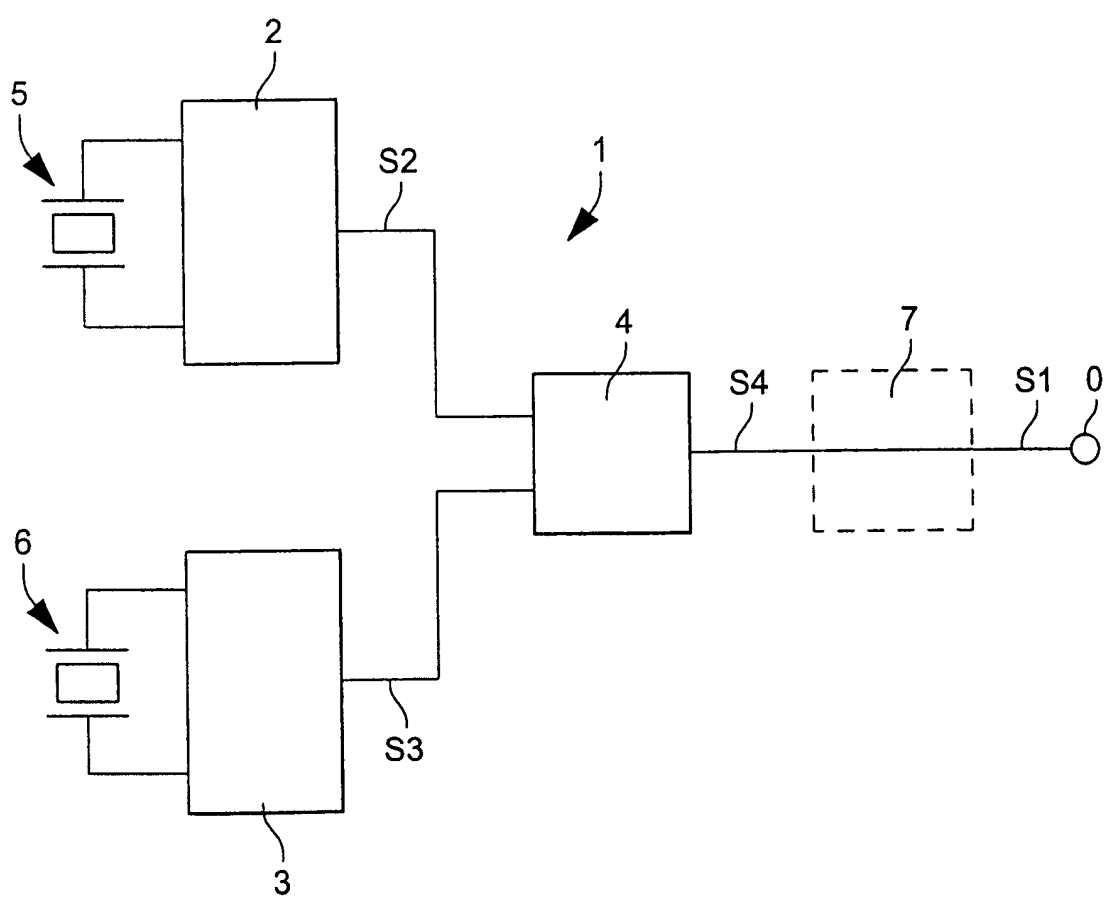


图 1