



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101729023 A

(43) 申请公布日 2010.06.09

(21) 申请号 200910181065.X

(22) 申请日 2009.10.27

(30) 优先权数据

2008-275169 2008.10.27 JP

(71) 申请人 日本电波工业株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 新井淳一

(74) 专利代理机构 北京泛诚知识产权代理有限公司

11298

代理人 陈波 杨本良

(51) Int. Cl.

H03B 5/32 (2006.01)

H03B 5/04 (2006.01)

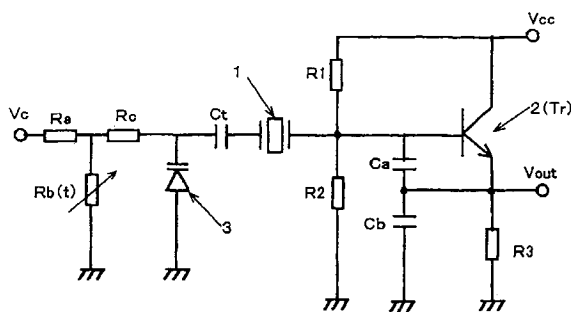
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

晶体振荡器

(57) 摘要

一种晶体振荡器,包括晶体单元和电压可变的电容性元件,该电压可变的电容性元件串联连接于所述晶体单元,该晶体单元通过在所述电压可变的电容性元件的端子之间施加控制电压以及通过改变当从晶体单元的端子之间观察的振荡器电路的一侧的串联等效电容,来改变振荡频率。该晶体振荡器还包括用于分压所述控制电压的第一电阻器和第二电阻器。所述第一电阻器和第二电阻器的至少一个是温度感测电阻器,其阻抗基于温度而改变,从而校正振荡频率的频率温度特性。



1. 一种晶体振荡器,包括晶体单元和电压可变的电容性元件,该电压可变的电容性元件串联连接于所述晶体单元,该晶体振荡器通过在所述电压可变的电容性元件的端子之间施加控制电压以及通过改变从所述晶体单元的端子之间观察的、所述振荡器电路的一侧的串联等效电容,来改变振荡频率,

其中所述晶体振荡器还包括用于分压所述控制电压的第一电阻器和第二电阻器,并且

其中所述第一电阻器和所述第二电阻器的至少一个是温度感测电阻器,其阻抗基于温度而改变,从而校正所述振荡频率的频率温度特性。

2. 根据权利要求 1 所述的晶体振荡器,

其中所述控制电压是由所述第一电阻器和所述第二电阻器预先分压的自动频率控制电压。

3. 根据权利要求 2 所述的晶体振荡器,

其中所述晶体振荡器是恒温型晶体振荡器,其中使所述晶体单元的工作温度恒定。

4. 根据权利要求 1 所述的晶体振荡器,

其中所述控制电压是晶体振荡器的电源电压的分压。

5. 根据权利要求 1 所述的晶体振荡器,

其中所述温度感测电阻器是线性电阻器,其电阻值相对于温度线性地改变。

## 晶体振荡器

[0001] 本申请要求 2008 年 10 月 27 日提交的日本专利申请 No. 2008-275169 的优先权，通过参考而在此包含其全部主题。

### 技术领域

[0002] 本发明存在于具有基于晶体单元的频率温度特性的晶体振荡器的技术领域，并且具体地涉及一种晶体振荡器，该晶体振荡器的频率温度特性在一标准内被校正。

### 背景技术

[0003] 由于晶体振荡器相比于使用陶瓷等的振荡器具有显著更高的 Q 值，并且具有优异的频率稳定性，所以可以在使用频率和时间作为基准源的各种类型的电子设备中引入晶体振荡器。作为一种类型的晶体振荡器，有这样一种晶体振荡器，其中使用具有 AT 切割作为代表切割角度并且具有大约 10 至 100MHz 的频带的晶体单元。

[0004] 图 5、6A 和 6B 是描述现有技术晶体振荡器的图，其中图 5 是现有技术晶体振荡器的电路图，而图 6A 和 6B 是现有技术晶体振荡器的频率温度特性图。

[0005] 晶体振荡器使用分压电容器 (Ca 和 Cb) 和晶体单元 1 作为电感器元件而形成谐振电路。晶体振荡器被制成所谓的 Colpitts 型振荡器，其中谐振电路的振荡频率由振荡放大器 2 回馈放大。在该例子中，将振荡放大器 2 制成共集电极作为发送器 Tr。电压可变电容器元件 (可变电容器二极管) 3 串联连接于晶体单元 1，而控制电压 Vc 施加在电压可变电容器元件 3 的端子之间。

[0006] 从 AFC 电路输入控制电压 Vc，该 AFC 电路连同晶体振荡器一起被合并于电子设备的集基板 (set substrate) 上，该控制电压 Vc 例如是自动频率控制电压 (AFC 电压)。由于 AFC 电压根据电子设备的规格而不同，所以通常由第一电阻器 Ra 和第二电阻器 Rb 来分压并施加该 AFC 电压。因此，通过选择其中电压可变电容器元件 3 相对于电压的电容变化为线性的部分，就可以改进振荡频率的频率变化特性。顺便提及，图中的符号 R1、R2 和 R3 指代偏压电阻器，RC 指代高频阻塞电阻器，Ct 指代频率调节电容器、Vcc 指代电源，而 Vout 指代输出。

[0007] 在这种晶体振荡器中，振荡频率根据温度，特别是根据晶体单元 (AT 切割) 1 的频率温度特性而变化。在 AT 切割晶体单元中，频率温度特性成为在常温 (大约 25°C) 附近具有拐点的三次曲线。在 AT 切割晶体单元中，根据极微小不同的切割角度，导致了在标准温度范围 (-20 至 70°C) 的两侧具有最大值和最小值的三次曲线 (图 6A 中的曲线 A) 以及在常温侧具有最大值和最小值的三次曲线 (图 6B 中的曲线 B)。

[0008] 并且，例如，如果晶体单元 1 的工作温度是恒温型的，则选择在高温侧具有最大值的频率温度特性 (图 6A 中的曲线 A)，在该恒温型中，通过具有加热器 (未示出) 等的温度控制电路而将晶体单元 1 的工作温度固定、并且稳定为高的工作温度。在这种情况下，如果将工作温度设置为常温或更低，则当温度超过常温时，温度不能被降低。因此，将工作温度设置为超过常温的最大值。在最大值处，以该温度为中心的振荡频率的波动宽度 (变化量)

减小。

[0009] 此外,在典型的晶体振荡器中,由于即使温度从常温改变为低温侧或高温侧也抑制了振荡频率的波动宽度,因此也如上述情况那样,选择具有最大值和最小值的频率温度特性(图 6B 中的曲线 B)。

[0010] 顺便提及,日本专利申请 JP-UM-A-59-118307、JP-UM-A-61-81208 和 JP-A-6-85538 每个都描述了现有技术晶体振荡器。

[0011] 然而,在具有上述结构的晶体振荡器中,晶体振荡器的频率温度特性取决于晶体单元 1,而晶体单元 1 的频率温度特性特别地取决于微妙的切割角度(以秒为单位)。因此,对于切割晶体单元 1(人造晶体)而言需要严格的加工。此外,如果切割角度偏离标准切割角度,或者如果由其他电路元件导致的温度特性的影响较大,则相对于温度的频率偏移变为在标准之下。因此,出现晶体振荡器的产率下降的问题。

[0012] 因此,例如,考虑应用这样一种电容器作为用于调节振荡频率的电容器  $C_t$ ,该电容器具有温度特性,并且其电容值具有正特性或负特性。即,通过电容器的温度特性,使频率温度特性以常温(即,拐点的大约  $25^{\circ}\text{C}$ )为中心,而使得频率温度特性为标准。总之,由根据温度而变化的电容器的电容,改变从晶体单元 1 的两端所观察到的串联等效电容(负载电容),并且频率温度特性被校正。

[0013] 例如,对于如在图 6A 中的曲线 A,在标准温度范围( $-20$  至  $70^{\circ}\text{C}$ )的频率温度特性的最大值或最小值超过可允许偏差  $\pm \alpha$  ppm 的情况,具有负特性的电容器适用于曲线 A,该负特性向右侧倾斜下降(即,其电容值随着温度上升而下降)。因此,由于电容器的电容值随着温度上升而下降,从而导致振荡频率上升,频率温度特性左转以使得最大值和最小值都变为标准(曲线 A')。此外,在这种情况下,可以通过频率温度特性满足该标准,该频率温度特性是非对称的,并且仅仅其最大值在该标准之外。

[0014] 此外,对于如在图 6B 的曲线 B,对于即使频率温度特性的最大值和最小值在频率偏差  $\pm \alpha$  ppm 之内,在标准温度内的两侧处,频率温度特性的最大值和最小值都在频率偏差以外的情况,适用于具有正特性的电容器,该正特性向右侧倾斜上升(即,其电容值随着温度上升而上升)。因此,由于电容器的电容值随着温度上升而上升,从而导致振荡频率下降,频率温度特性右转,并且甚至在标准温度的两侧也纳入频率偏差中(图 6B 的曲线 B')。此外,可以通过频率温度特性满足该标准,其中仅该频率温度特性的高温侧在该标准之外。

[0015] 然而,事实上,仅仅不多的几种电容器具有温度特性,而大多数的电容器具有向右侧倾斜下降的负特性。因此,在这些情况中,即便可以通过右转来校正频率温度特性,也难以通过左转校正频率温度特性。此外,在任何一种情况下,例如,仅仅几种类型(即,四种类型)的具有负特性的电容器是可得的,在它们当中的特性上存在大的变化,从而变得难以设计和制造晶体振荡器。特别地,在其频率偏差为例如 ppb 级( $1/10$  亿)的恒温型晶体振荡器的情况下,存在精细调节变得困难的问题。

## 发明内容

[0016] 本发明的目的是提供一种晶体振荡器,其能够通过校正频率温度特性来促进设计。

[0017] 根据本发明的第一方面,提供一种晶体振荡器,其包括:晶体单元和电压可变的电

容性元件,该电压可变的电容性元件串联连接于所述晶体单元,该晶体振荡器通过在该电压可变的电容性元件的端子之间施加控制电压以及通过改变当从晶体单元的端子之间观察的振荡器电路的一侧的串联等效电容,来改变振荡频率,其中晶体振荡器还包括用于分压所述控制电压的第一电阻器和第二电阻器,并且其中所述第一电阻器和第二电阻器的至少一个是温度感测电阻器,其阻抗基于温度而改变,从而校正振荡频率的频率温度特性。

[0018] 根据本发明的第二方面,在所述晶体振荡器中,其中所述控制电压是由所述第一电阻器和第二电阻器预先分压的自动频率控制电压。

[0019] 根据本发明的第三方面,在所述晶体振荡器中,其中该晶体振荡器是恒温型晶体振荡器,其中晶体单元的工作温度恒定。

[0020] 根据本发明的第四方面,在所述晶体振荡器中,其中所述控制电压是晶体振荡器的电源电压的分压。

[0021] 根据本发明的第五方面,在所述晶体振荡器中,其中所述温度感测电阻器是线性电阻器,其电阻值相对于温度线性地改变。

[0022] 根据本发明的各方面,施加到所述电压可变的电容性元件的所述控制电压变为基于温度感测电阻器的温度而变化的电压。因此,由于所述电压可变的电容性元件的电容也基于温度而变化,所以在晶体单元的端子之间观察到的所述串联等效电容也可以变化。因此,如果将控制电压设置为依据频率温度特性而使所述串联等效电容平衡,则所述频率温度特性可以被校正在标准之内。因此,可以改进各种类型的晶体振荡器的产率。

[0023] 根据本发明的第二方面,通过使得所述第一电阻器和第二电阻器的至少一个成为基于温度的电阻器,可以促进本发明的应用。

[0024] 根据本发明的第三方面,可以容易地设计高度稳定的振荡器,其中振荡频率的频率偏差例如在 ppb 的量级。

[0025] 根据本发明的第四方面,一般的晶体振荡器的频率温度特性可以容易地保持在标准之内。

[0026] 根据本发明的第五方面,通过容易地控制基于第一电阻器和第二电阻器的分压,可以满足频率温度特性在标准之内。

## 附图说明

[0027] 图 1 是根据本发明的第一实施例的晶体振荡器的电路图;

[0028] 图 2A 是用于晶体振荡器的电阻器的温度特性图,而图 2B 是用于晶体振荡器的电压可变的电容性元件的电容特性图;

[0029] 图 3 是根据本发明的第二实施例的晶体振荡器的电路图;

[0030] 图 4A 和 4B 是根据本发明的第三实施例的晶体振荡器的电路图;

[0031] 图 5 是现有技术晶体振荡器的电路图;以及

[0032] 图 6A 和 6B 是现有技术晶体振荡器的频率温度特性图。

## 具体实施方式

[0033] (第一实施例)

[0034] 图 1 和 2 是用于说明根据本发明的第一实施例的晶体振荡器的图。图 1 是晶体振

荡器的电路图。图 2A 是用于晶体振荡器的电阻器的温度特性图，而图 2B 是用于晶体振荡器的电压可变的电容性元件的电容特性图。顺便提及，与现有技术相同的那些元件将给予相同的参考数字，并且简化或省略它们的描述。

[0035] 如上所述，晶体振荡器使用 AT 切割晶体单元 1 作为电感元件而形成分压电容器 (Ca 和 Cb) 以及谐振电路，并且被制成 Colpitts 型振荡器，其由用于共集振荡器的放大器 2 (晶体管 Tr) 回馈放大。在该实施例中，使用恒温型晶体振荡器，特别地，在该恒温型晶体振荡器中，通过温度控制电路 (未示出) 而将晶体单元 1 的工作温度固定在 80°C。该晶体振荡器具有输入端，成为 AFC 电压的控制电压 Vc 施加到该输入端。

[0036] 如上所述，分压控制电压 Vc 的所述第一电阻器 Ra 和第二电阻器 Rb 连接在控制电压 Vc (AFC 电压) 的输入端和地电位之间。第一电阻器 Ra 连接到输入端，而第二电阻器 Rb 连接到地电位 (基准电位)。成为反向电压的分压被从第一电阻器 Ra 和第二电阻器 Rb 的串联连接点施加到电压可变的电容性元件 3 的阴极。

[0037] 在第一实施例中，将第一电阻器 Ra 制成如现有技术中相对于温度的相对于温度恒定的电阻值 (图 2A 的曲线 p)，而将第二电阻器 Rb 制成温度感测电阻器 Rb(t)，其阻抗值基于温度而变化。这里，所述温度感测电阻器 Rb(t) 是线性电阻器，阻抗值随着温度的增加而线性地增加，即，电阻器 Rb(t) 具有正特性 (图 2A 中的曲线 q)。

[0038] 在这种类型中，在由第一电阻器 Ra 和第二电阻器 Rb 所分压的控制电压 Vc (分压) 中，由于第二电阻器 Rb 是线性电阻器 Rb(t)，所以在串联连接点处的分压基于温度而变化。由于第二电阻器 Rb 的线性电阻器 Rb(t) 具有正特性并且在地电位侧，所以当温度上升时，由于线性电阻器 Rb(t) 而施加到输入端的控制电压 Vc (AFC 电压) 中的电压降上升。因此，在串联连接点处的分压随着温度的增加而增加，并且相对于温度具有正特性。

[0039] 并且，如相对于施加电压的电压可变的电容性元件 3 的电容特性 (图 2B) 所示，施加电压变得越大，电容值变得越小。换言之，施加电压变得越小，电容变得越大。因此，电压可变的电容性元件 3 的电容随着温度的增加而减小，相对于温度具有正特性的分压施加到该电压可变的电容性元件 3 上。因此，电压可变的电容性元件 3 具有相对于温度的负特性。

[0040] 因此，如果温度上升，由于电压可变的电容性元件 3 的电容值减小而从晶体单元 1 观察到的振荡电路的串联等效电容减小，所以振荡频率增加。因此，通过电压可变的电容性元件 3 的电容的增加，晶体单元 1 和基于其的振荡频率的频率温度特性以常温 (即，拐点温度的大约 25°C) 为中心左转。

[0041] 从上述说明判断，在标准温度 (例如，-20°C 至 70°C) 内的最大值和最小值具有超出频率偏差  $\pm \alpha$  的频率温度特性 (图 6A 的曲线 A)，该值可以被校正到标准之内 (图 6 的曲线 A')。由于线性电阻器 Rb(t) 随着温度而线性地变化，所以在各温度处的波动率变得一致，其中能够以高度精确性来校正频率温度特性，并且可以促进设计。这种效果是显著的，特别是在其中频率稳定性在 ppb (1/10 亿) 的量级上为高的恒温型的情况下。

[0042] (第二实施例)

[0043] 图 3 是根据本发明的第二实施例的晶体振荡器的电路图。顺便提及，省略或简化了那些与第一实施例相同的部分的说明。

[0044] 在第二实施例中，如在第一实施例中那样，将晶体振荡器制成恒温型的，其中通过温度控制电路 (未示出) 而使晶体单元 1 的工作温度恒定，并且该晶体振荡器具有输入端，

由第一电阻器  $R_a$  和第二电阻器  $R_b$  分压的控制电压  $V_c$  (AFC 电压) 施加到该输入端。在第二实施例中,与第一实施例不同,使得在输入端侧的第一电阻器  $R_a$  成为正特性的线性电阻器  $R_a(t)$ ,其中电阻值随着温度的增加而线性地增加,并使得在接地侧的第二电阻器  $R_b$  相对于温度恒定。

[0045] 在这种结构中,由于第一电阻器  $R_a$  成为线性电阻器  $R_a(t)$ ,随着温度的增加,电压降通过线性电阻器  $R_a(t)$  增加。因此,随着温度的增加,在与第二电阻器  $R_b$  串联连接的点处的分压减小,该分压成为相对于温度的负特性的电压。电压可变的电容性元件 3 的电容值随着温度的增加而增加,相对于温度减小的电压值的分压(具有负特性)施加到该电压可变的电容性元件 3,并且使得电容值成为相对于温度的正特性的电容值。

[0046] 因此,在晶体单元 1 的端子之间观察到的振荡电路的串联电容随着温度的增加而增加,并且振荡频率减小。因此,在第二实施例中,通过基于第一电阻器  $R_a$  和第二电阻器  $R_b$  的线性电阻器  $R_a(t)$  的分压,振荡频率成为负特性,通过该负特性,振荡频率相对于温度而减小。因此,基于晶体单元 1 的频率特性的频率温度特性以所述拐点为中心右转。

[0047] 基于上述说明,在第二实施例中,在标准温度范围( $-20^{\circ}\text{C}$ 至 $70^{\circ}\text{C}$ )的两侧,超出频率偏差  $\pm \alpha$  的频率温度特性(图 6B 的曲线 B)可以被满足在标准之内(图 6B 的曲线 B')。由于线性电阻器  $R_b(t)$  的阻抗值相对于温度线性地变化,所以在各温度处的频率温度特性的波动率变得一致。因此,可以容易地设计晶体振荡器。因此,第二实施例对于将晶体振荡器制成其中振荡器是高度稳定的恒温型的情况是最佳的。

[0048] (第三实施例)

[0049] 图 4A 和 4B 是根据本发明的第三实施例的晶体振荡器的电路图。顺便提及,省略或简化了那些与上述实施例相同的部分的说明。

[0050] 根据第三实施例的晶体振荡器,与典型的晶体振荡器相似,由第一电阻器  $R_a$  和第二电阻器  $R_b$ ,而不是由控制电压  $V_c$ ,分压电源电压  $V_{cc}$ ,并将分压施加到电压可变的电容性元件 3 的阴极。顺便提及,例如施加电源电压  $V_{cc}$  作为固定电压。这里,在第三实施例中,使得第一电阻器  $R_a$  相对于温度恒定,而使得第二电阻器  $R_b$  成为线性电阻器  $R_b(t)$ (见图 4A)。替换地,使得第一电阻器  $R_a$  成为线性电阻器  $R_a(t)$ ,而使得第二电阻器  $R_b$  相对于温度恒定(见图 4B)。

[0051] 在根据第三实施例的这些情况中,如在第一和第二实施例中那样,由于施加到电压可变的电容性元件 3 的分压具有相对于温度的正特性或负特性,所以电压可变的电容性元件 3 的电容将具有相对于温度的正特性或负特性。因此,可以通过将基于常温的晶体单元 1 的频率温度特性左转或右转,来将频率温度特性校正在标准之内。

[0052] 在上述实施例中,温度感测电阻器是线性电阻器。替换地,可以将热敏电阻器、正温度系数热敏电阻器等应用于该温度感测电阻器。然而,热敏电阻器或正温度系数热敏电阻器的电阻值相对于温度指数地变化,并且电阻值的变化是大的。即,热敏电阻器或正温度系数热敏电阻器非常敏感。因此,频率温度特性的校正变得不均匀。因此,比起热敏电阻或正温度系数热敏电阻,线性电阻器更为有利,因为线性电阻器具有线性,并且相对于阻抗的电阻器变化是微小的。

[0053] 在上述实施例中,尽管晶体单元是基于 AT 切割,晶体单元却不限于于此。例如,SC 切割和 IT 切割是可接受的。此外,在上述实施例中,尽管振荡放大器 2 是晶体管  $Tr$ ,但它可

以是例如反相器。在该情况下,分压电容器 (Ca 和 Cb) 的一个或两者可以同时用作电压可变的电容性元件。此外,理所当然的是,晶体振荡器并不限制于 Colpitta 型,而正反馈型对该晶体振荡器是可应用的,在该正反馈型中,晶体单元的串联谐振点成为操作点 (振荡频率)。



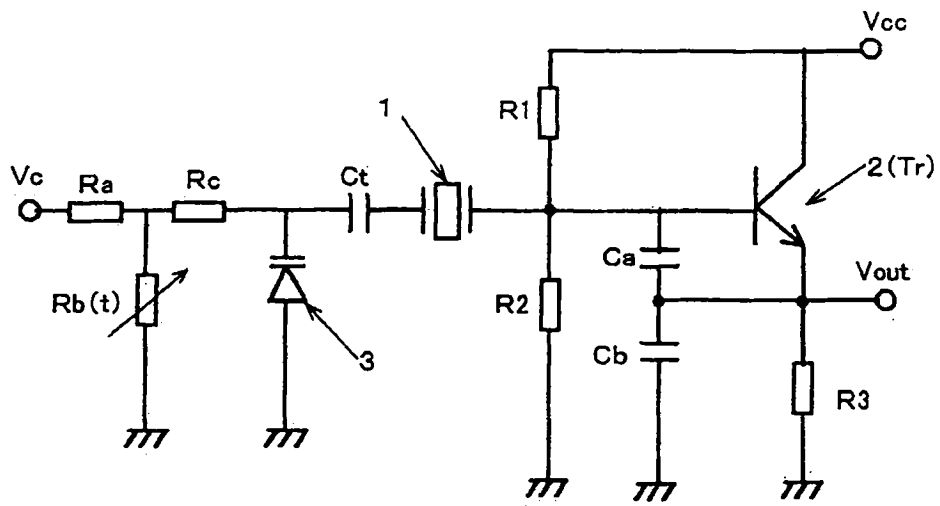


图 1

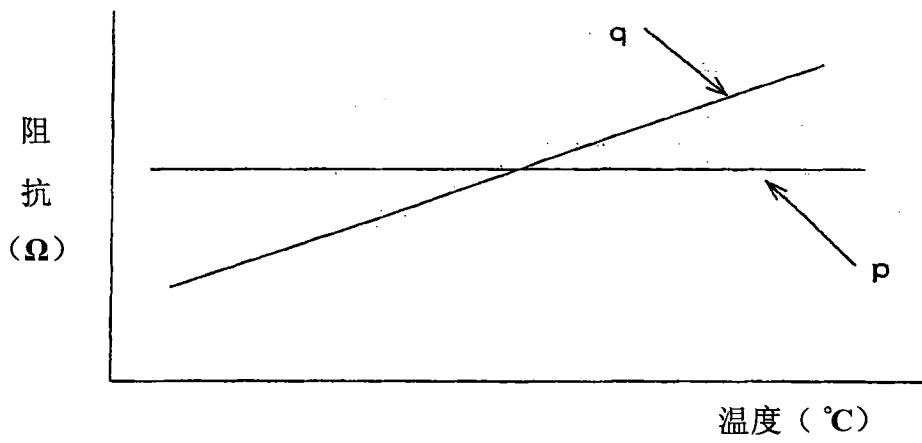


图 2A

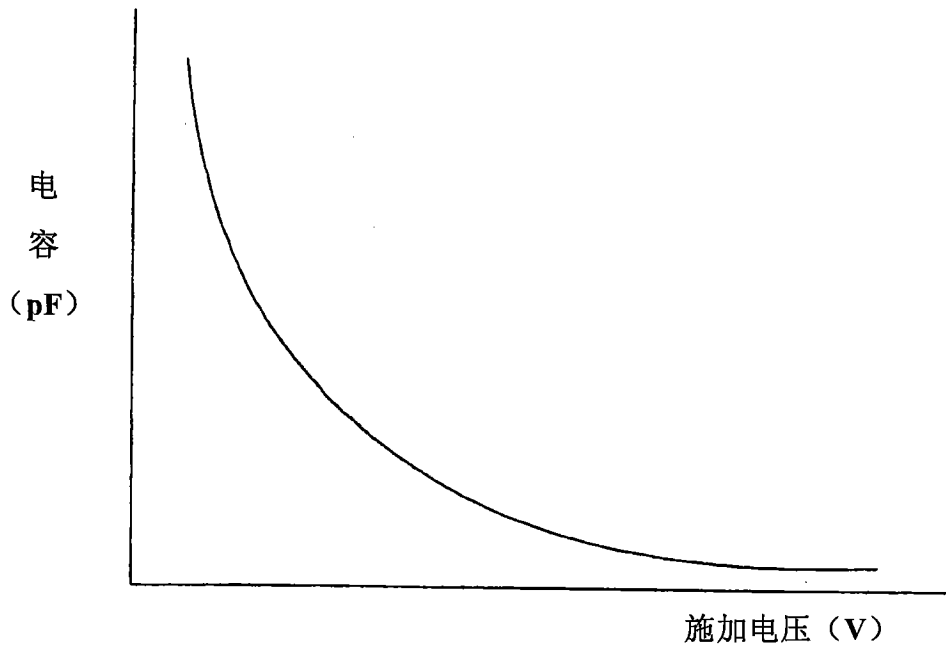


图 2B

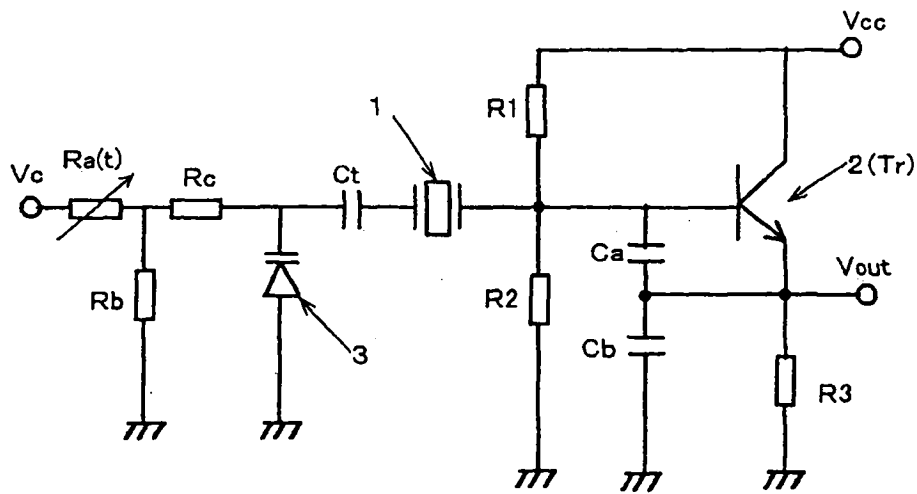


图 3

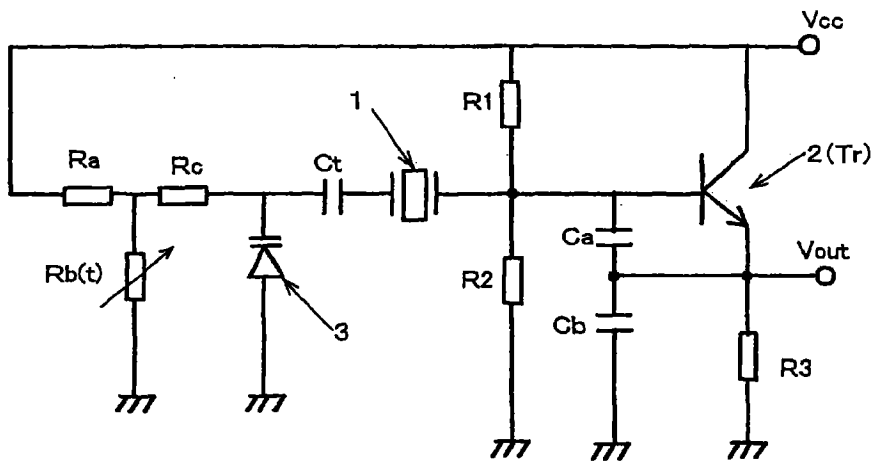


图 4A

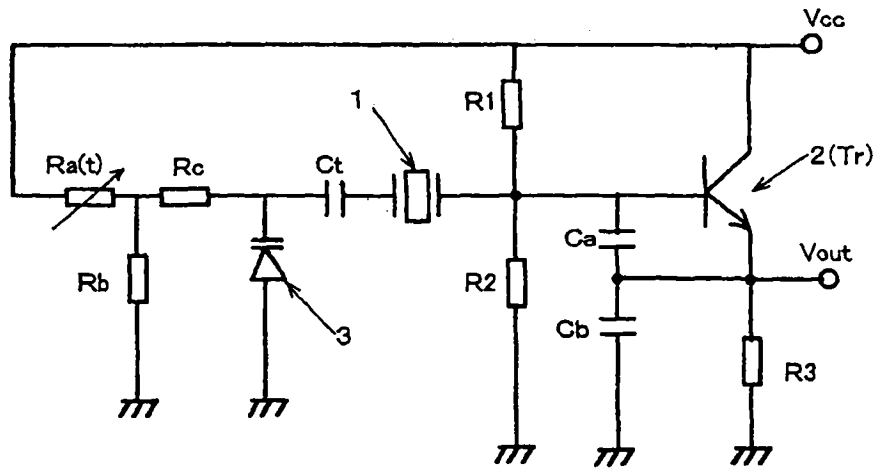


图 4B

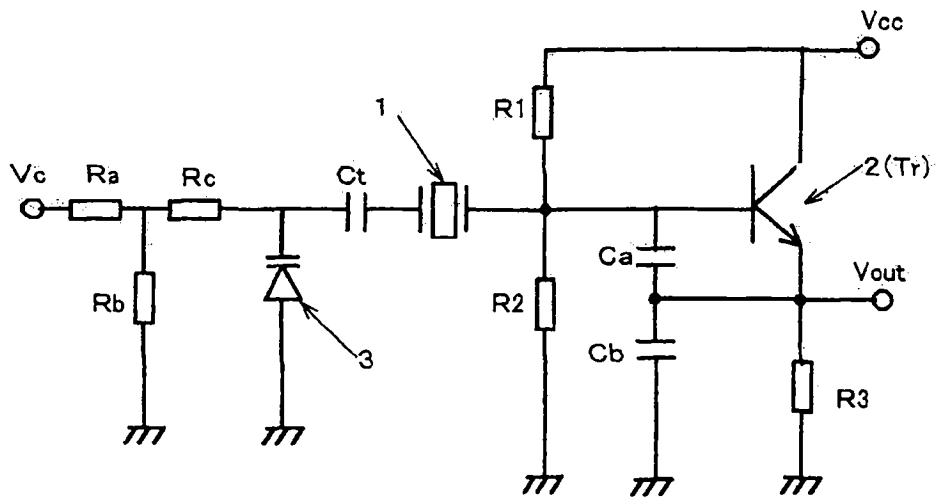


图 5

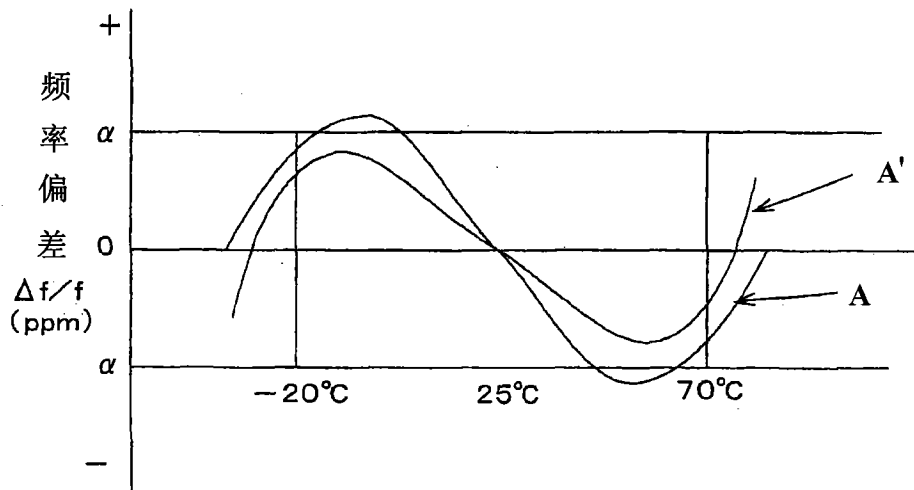


图 6A

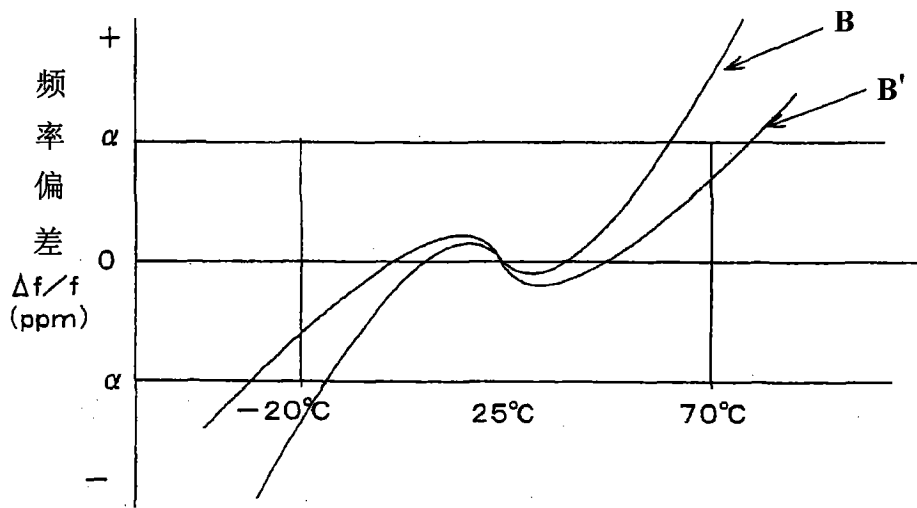


图 6B