



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102484450 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 12

(21) 申请号 201080039684. 6

(22) 申请日 2010. 08. 13

(30) 优先权数据

2009-205673 2009. 09. 07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 03. 07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/064036 2010. 08. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/027671 EN 2011. 03. 10

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 尾内敏彦 关口亮太

(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 康建忠

(51) Int. Cl.

H03B 7/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5539761 A, 1996. 07. 23, 附图 4.

REDDY M 等. Bias Stabilization For

Resonant Tunnel Diode Oscillators. 《IEEE MICROWAVE AND GUIDED WAVE LETTERS》. IEEE 公司, 1995, 第 5 卷 (第 7 期), 附图 1 和 3, 第 219-220 页, 220 页最后一段.

REDDY M 等. Bias Stabilization For Resonant Tunnel Diode Oscillators. 《IEEE MICROWAVE AND GUIDED WAVE LETTERS》. IEEE 公司, 1995, 第 5 卷 (第 7 期), 附图 1 和 3, 第 219-220 页, 220 页最后一段.

审查员 胡徐兵

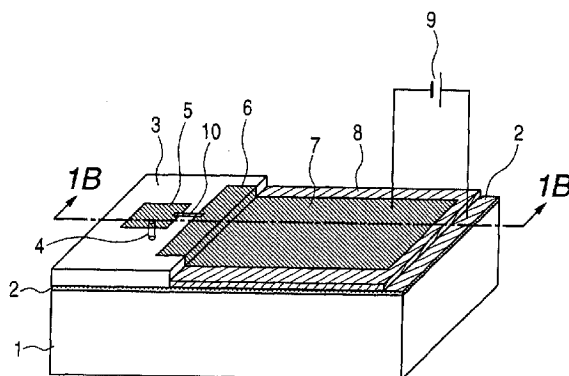
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

具有负电阻元件的振荡器

(57) 摘要

振荡器具有负电阻元件和谐振器, 以及相对于电源偏压电路与负电阻元件并联电连接的电容器, 电容器的电容被选择为使得抑制由于电源偏压电路导致的任何寄生振荡并允许由于负电阻元件和谐振器导致的谐振频率上的振荡。



1. 一种振荡器,包括:

负电阻元件;

谐振器;以及

相对于电源偏压电路与所述负电阻元件并联电连接的电容器,

其中,所述谐振器的一部分适于用作所述负电阻元件的两个电极,

其中,所述电容器的电容为使得截止频率小于由所述电源偏压电路和所述负电阻元件形成的环路反馈电路的基本谐振频率,

其中,所述截止频率满足公式 $f = 1/(2\pi CR)$, 这里 f 表示截止频率, C 表示所述电容, R 表示所述电源偏压电路的总电阻, 并且

其中,所述振荡器适于振荡在大于 30GHz 且不大于 30THz 的频率区域中的电磁波。

2. 根据权利要求 1 的振荡器,其中,

所述电容器和所述负电阻元件在电气长度方面分隔开与谐振频率对应的振荡波长的 $1/4$, 并且通过线连接。

3. 根据权利要求 1 的振荡器,其中,

所述电容器包含具有不同的电容并与所述负电阻元件并联地连接的两个或多于两个的电容器, 并且, 位置距所述负电阻元件更远的电容器的电容具有更大的电容值。

4. 根据权利要求 3 的振荡器,其中,

所述两个或多于两个的电容器被集成于同一基板上。

5. 根据权利要求 1 的振荡器,其中,

所述电源偏压电路的总电阻比所述负电阻元件的负电阻的绝对值小。

6. 根据权利要求 1 的振荡器,其中,

所述电容器的电容 C 适于抑制由于所述电源偏压电路导致的任何寄生振荡, 并且允许由于所述负电阻元件和所述谐振器导致的电磁波的振荡。

具有负电阻元件的振荡器

技术领域

[0001] 本发明涉及振荡器,并且更特别地涉及振荡电磁波的电流注入型振荡器,该电磁波的至少一部分包括从毫米波带到太赫兹波带(大于 30GHz 且不大于 30THz)的频率区域中的频率成分。更具体地说,本发明涉及具有负电阻元件(诸如具有谐振隧穿二极管结构的元件)的电流注入型振荡器。

背景技术

[0002] 已开发了使用从毫米波带到太赫兹波带(大于 30GHz 且不大于 30THz)的频率区域中的电磁波的非破坏性感测技术。该频带的电磁波的应用领域包括使用替代 X 射线装置的安全荧光检查装置的成像技术。已开发了诸如通过确定物质内的吸收光谱和/或复介电常数来检查物质的诸如接合状态的物理性能的光谱技术、生物分子分析技术和评估载流子浓度和迁移率的技术的技术。另外,正在讨论用于检查表现出太赫兹带特有的吸收光谱或所谓的指纹光谱的物质的有无的检查装置的开发。当这种检查装置被离散地提供有具有在要被检查物质的指纹光谱附近的各振荡频率(典型地为 0.1THz ~ 10THz)的振荡器时,由于它不包含在时域或频域中的任何扫描,因此,它可用于高速检查。

[0003] 用于产生太赫兹波的手段包括适于通过用来自飞秒激光器的光照射光电导元件产生脉冲波的那些手段和适于通过用来自纳秒激光器的光照射非线性晶体产生特定频率的波的参数振荡的那些手段。但是,所有这些手段基于发光激励并且面临小型化和功耗降低的限制。因此,正在讨论使用量子级联激光器或谐振隧穿二极管(RTD)作为用于在太赫兹波的区域中操作的电流注入型元件的结构。特别地,研究正致力于后者或者谐振隧穿二极管型元件,原因是它们在室温在 1THz 附近操作(参见专利文献(PTL)1 和非专利文献(NPL)1)。这些元件典型地通过使用包含经由 GaAs 或 InP 基板上的基于晶格匹配的外延生长生产的 GaAs/AlGaAs 或 InGaAs/InAlAs 的量子阱形成。当在如图 5 所示的电压/电流(V-I)特性的负电阻区域附近加偏压时,元件振荡。使用 PTL1 所示的在基板上形成的平板天线结构作为用于振荡的谐振器结构。

[0004] 这种 RTD 元件在宽的频率区域上表现增益。因此,必须抑制除希望的振荡以外的可归因于相对低频率的谐振点的寄生振荡,其是由于连接电源偏压电路与 RTD 元件而产生的。通过将 PTL 1 中的电阻器或者如图 6 所示的在 NPL 1 中的二极管元件 63 与 RTD 元件 64 并联连接,抑制寄生振荡。注意,在图 6 中,60 表示还用于取出振荡输出的缝隙天线的传输线,并且,61 和 62 表示传输线的终端部分的电容元件。振荡器由 60、61、62 和 64 形成。65 表示用于向 RTD 元件 64 施加电压的电源(V_{bias}),并且,66 表示电源 65 的内电阻和连接线 67 具有的电阻的总和(R_{bias})。电源偏压电路由 65、66 和 67 形成。

[0005] 引文列表

[0006] 专利文献

[0007] PTL 1:日本专利申请公开 No. 2007-124250

[0008] 非专利文献

[0009] NPL 1:IEEE Electron Device Letters, vol. 18, 1997, pp. 218-221

[0010] NPL 2:IEEE MICROWAVE AND GUIDE WAVE LETTERS, VOL. 5, NO. 7, JULY 1995, pp. 219-221

发明内容

[0011] 关于 PTL 1 的方法,通过用具有与图 6 的 RTD 元件 64 的负电阻基本上相同的电阻的电阻元件替代二极管元件 63,负电阻在低频率区域中被抵消,以不产生任何增益并且抑制任何寄生振荡。这里使用的低频率基本上为 kHz 和 MHz 的量级,但是可根据连接电源偏压电路与 RTD 元件的电缆的长度而改变。但是,上述的电阻元件的电阻值为几欧姆(Ω)的约几十倍,并且,不参与振荡的 DC 电流流向电阻元件,限制了功率转换效率的提高。另一方面,NPL 1 使用二极管元件 63 以替代上述的电阻元件。通过选择当 RTD 元件被驱动振荡时在偏压电压附近可抵消二极管元件 63 的负电阻的微分电阻值,防止出现寄生振荡。同样,通过这种配置,DC 电流流向 RTD 元件以外的元件,限制了功耗的降低。

[0012] 并且,由于使得电流流向电阻元件和二极管元件,因此两者均发热以消耗电力。从而,作为结果,当发热元件被一体化布置于 RTD 元件附近时,RTD 元件被加热,减少了元件的寿命和增益。

[0013] 在本发明的一个方面中,根据本发明的振荡器包括负电阻元件和谐振器,以及相对于电源偏压电路与所述负电阻元件并联电连接的电容器,所述电容器的电容被选择为使得抑制由于电源偏压电路导致的任何寄生振荡并且允许由于负电阻元件和谐振器导致的谐振频率上的振荡。

[0014] 结合附图从以下描述,本发明的其它特征和优点将变得清晰,在附图中,类似的附图标记表示相同或类似的部分。

附图说明

[0015] 被并入说明书中并构成其一部分的附图示出本发明的实施例,并与描述一起用于解释本发明的原理。

[0016] 图 1A 是本发明的实施例 1 的振荡器的示意性透视图。

[0017] 图 1B 是本发明的实施例 1 的振荡器的示意性截面图。

[0018] 图 2 是示出用于描述本发明的原理的频带和能量损失量之间的关系的曲线图。

[0019] 图 3 是本发明的实施例 2 的振荡器的示意性透视图。

[0020] 图 4 是本发明的实施例 3 的振荡器的示意性透视图。

[0021] 图 5 是负电阻元件的振荡的示意图。

[0022] 图 6 是已知的振荡器的示意图。

具体实施方式

[0023] 现在将根据附图详细描述本发明的优选实施例。

[0024] 对于本发明的本实施例的振荡器来说,以下是重要的。即,选择相对于电源偏压电路与负电阻元件并联电连接的电容器的电容,使得抑制由于电源偏压电路导致的任何寄生振荡,并且允许由于负电阻元件和谐振器导致的谐振频率上的振荡。换句话说,如果电容器

由单一部分形成,那么该部分操作以抑制任何寄生振荡并在希望的谐振频率产生振荡。另一方面,如果通过多个部分形成电容器,那么这些部分协作以抑制任何寄生振荡并在希望的谐振频率产生振荡。基于该思想,本实施例的振荡器具有上述的基本配置。

[0025] 根据该基本配置,根据本发明的振荡器可具有以下描述的更具体的配置。例如,谐振器的一部分用作负电阻元件的两个电极,并且,电容器与这些电极并联电连接。然后,按以下描述的方式选择电容器的电容 C 。即,由与电容器连接的电源偏压电路的总电阻 R 确定的截止角频率 $\omega = 1/(CR)$ 被选择为比由电源偏压电路和负电阻元件形成的环路反馈电路的基本谐振频率小(参见以下描述的实施例)。电容器和负电阻元件可在电气长度方面以与谐振频率对应的振荡波长的约 $1/4$ 分隔开,并且通过线连接(参见以下描述的实施例 1)。电容器可包含具有不同的电容并与负电阻元件并联连接的两个或多于两个的电容器,并且,位置更远离负电阻元件的电容器的电容可具有更大的电容值(参见以下描述的实施例)。

[0026] (实施例 1)

[0027] 本发明的实施例 1 具有通过在同一基板上集成 RTD 元件和大电容电容器而形成的结构。图 1A 和图 1B 示出其结构,其中,图 1A 是示意性透视图,并且图 1B 是沿图 1A 中的 1B-1B 切取的示意性截面图。在图 1A 和图 1B 中,4 表示柱状 RTD 元件,并且,该结构还包括在 InP 基板 1 上通过其晶体生长而形成的外延层,包含 InGaAs/AlAs 或 InGaAs/InAlAs 量子阱 17、一对接触层 15、16 和间隔层(未示出)。通过使用诸如 GaAs 基板上的 AlGaAs/GaAs 和 GaN 基板上的 AlGaN/InGaN 的 III-V 族化合物半导体、诸如 Si 基板上的 Si/SiGe 的 IV 族半导体和 II-VI 族半导体形成的负电阻元件也是适用的。

[0028] 通过还用作接地面的电极 2、还用作贴片天线和电源的电极 5 以及被夹在它们之间的电介质 3 形成谐振器。在其振荡区域中仅表现很少的损失的电介质 3 是优选的。优选的示例性电介质包含 BCB(商标;Benzocyclobutene)、聚酰亚胺、聚乙烯和聚烯烃,并且,这里使用 BCB。从图 1B 可以看出,RTD 元件 4 的触点中的一个通过 n+InGaAs 接触层 15 与接地面电极 2 连接,而另一触点通过 n+InGaAs 接触层 16 与变为贴片天线的电极 5 连接。天线 5 与形成电容元件的电极 6 和 7 以及线 10 电连接,使得可从电源 9 通过电缆线 13 以及电极 2 和 7 向 RTD 元件 4 供给偏压能量。

[0029] 在本实施例中,通过线 10 在 RTD 元件 4 附近形成具有相对小的电容(pF 量级的大小)的第一电容器 C_1 (11)。希望的是,它在与 RTD 元件 4 相距振荡波长 λ 的 $1/4$ 内的位置处形成。例如,如果振荡频率为 0.5THz,那么自由空间中的波长为约 $600 \mu\text{m}$,由此在分隔开约 $150 \mu\text{m}$ 的距离的位置处设置第一电容器 11 的电极 6。在贴片天线 5 的情况下,线 10 的长度为约 $\lambda/4$ 就够了。实际上,由于存在电介质,因此,以考虑了波长减小效果的有效长度来设计振荡器,使得该距离为自由空间中的距离的约一半,但是该距离可依赖于使用的材料。这是因为一般称为管内波长(intra-tube wavelength)或电气长度的长度减小约 $1/\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}$,这里, ϵ_{eff} 是有效介电常数。然后,用作第一电容器的电容器共享用于形成贴片天线 5 的电介质 3。由于第一电容器的设置,因此,能够仅在希望的振荡频率振荡,从而在一定程度上防止可归因于供给偏压所需要的线的寄生振荡。如果第一电容器的电容为 1pF,那么,当电介质 3 由 BCB(比介电常数(specific dielectric constant)2.7)制成并具有 $3 \mu\text{m}$ 的厚度(可根据 RTD 元件的柱体的高度改变)时,电极 6 的尺寸为约 10^{-7}m^2 。这根据 $C = \epsilon S/d$ 的

关系计算（这里，S 是电极面积，d 是电极之间的距离， ϵ 是电介质的介电常数）。因此，电极 6 可具有长约 $100\mu\text{m}$ 的数倍的边。

[0030] 然后，对于本实施例，具有相对大的电容（大小为 nF 和 μF 之间的量级）的第二电容器 C_2 (12) 接近于第一电容器的偏压电路与第一电容器并联连接。选择具有大的介电常数的材料 8，并然后使其表现小的厚度。可通过使用例如比介电常数不小于 10 的几倍、厚度为约 $0.1\mu\text{m}$ 并且面积为 1cm^2 （边长为 1cm）的高介电常数材料（例如，氧化钛和钛酸钡），使得第二电容器 12 表现约 100nF 的电容。在本实施例中，在同一基板上集成多个电容器。虽然电极 6 和 7 在图 1A 和图 1B 中均被绘制为表现相同的宽度，但是，电极 6 和 7 不仅可沿高度方向产生台阶而且可沿宽度方向产生台阶，只要它们相互电连接即可。

[0031] 现在，以下将参照示出频带的图 2 详细描述抑制寄生振荡的效果。在图 2 中，横轴是对于从 1Hz 直到 1THz 的频率示出 1000Hz 的步幅的对数轴。纵轴示意性地以任意选择的刻度表示振荡电路以及电源偏压电路的能量损失量。在图 2 中，由实线绘制的梯形曲线 23 表示由第一电容器 C_1 确定的特性，以证明损失在粗实线 20 所指示的希望振荡频率（例如，700GHz）处小，但在低于希望的频率的频率处增加。另外，由于第一电容器的电容的限制，因此在低于 10GHz 的几倍的频率处抑制效果小并且能量损失量减小。这是由于滤波器元件形成有由下式 (1) 限定的截止频率 f ，这里 R_s 是作为偏压电路的内电阻和电缆线 13 的电阻的总和的电阻 (14)，并且， C_1 是电容器的电容。

$$[0032] \quad f = 1 / (C_1 \cdot R_s \cdot 2\pi) \quad (1)$$

[0033] 因此，假定 $R_s \approx 10\Omega$ ，那么通过具有 1pF 的电容的电容器 C_1 和具有 10Ω 的电阻的电阻器 R_s 形成的截止频率为约 16GHz。到目前为止，由于低于截止频率处出现的寄生振荡，损失因电阻元件或二极管元件而增加。这是由图 2 中的虚线 26 表示的特性，并且，通过在与 RTD 元件分离关于振荡的 $\lambda/4$ 的位置处布置这种元件，形成在振荡点 20 处没有损失的窗口区域。

[0034] 在本实施例中，在不使用电阻元件的情况下通过利用由第二电容器 12 产生的点划线 24 的梯形特性曲线图，抑制较低频率区域中的寄生振荡。换句话说，如果电容器 C_2 的电容 = 10nF，那么如由上式 (1) 确定的（关于 C_1 的部分， $C_1 + C_2 \approx C_2$ ），截止频率 27 为约 1.60MHz，从而可使得频率比电源偏压电路的振荡点 22 低。可归因于电源偏压电路的振荡频率由使用 RTD 元件 4 作为增益元件的二端子环路反馈电路的振荡条件确定。换句话说，如果电缆线长度为 L、通过电缆线传播的有效比介电常数为 ϵ_{eff} 并且光速为 c_0 ，那么电源偏压电路的谐振频率 22 由下式 (2) 表达。

$$[0035] \quad f = c_0 / \lambda = c_0 / (2L \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}) \quad (2)$$

[0036] 例如，如果使用 $L = 1\text{m}$ 的两个引线用于连接并且假定 $\epsilon_{\text{eff}} = 1$ ，那么谐振频率为约 150MHz。然后，作为结果，通过第二电容器 12 可抑制可归因于偏压电路的任何寄生振荡。在 MIM（金属 - 绝缘体 - 金属）结构的情况下第二电容器的对于更高频带的截止效果由形成电容元件的电介质确定，并且，直到约 10GHz 的几倍介电常数都不明显改变的电介质材料的使用会是令人满意的。

[0037] 虽然由于依赖于第一电容器和第二电容器的不连续量的反射等可出现谐振点 21，但是，希望发现它在第一电容器的可抑制频带中。从以上参照图 2 给出的描述可以清楚地看出，根据本发明的谐振器需要被设计成对于偏压电路的总串联电阻 R_s 、可归因于偏压电

路的振荡的频率以及由第一和第二电容器产生的截止频率建立适当地关系。换句话说,通过这样的布置,可在不使用电阻元件的情况下抑制任何寄生振荡,并且可使不参与振荡的无效 DC 电流最小化。

[0038] 然后,作为结果,RTD 元件的设计变得根据电源偏压电路的电缆电阻、电源的内电阻和电缆长度而改变,并且,存在这样一种限制,即,除非总电阻值小于 RTD 元件 4 的负电阻的绝对值,否则在负电阻区域中,偏压是不可能的。这是因为可归因于电源偏压电路的总串联电阻 R_s 确定用于驱动该元件的负载线的斜率 $-1/R_s$ 。当 R_s 大于负电阻或者 $-1/R_s > -1/R_{\text{rtd}}$ 时,负载线在负电阻区域前后与 RTD 的 I-V 曲线相交,使得发生到用于偏压的稳定点中的任一个的跳动(例如,参见 NPL2)。

[0039] 以上的描述可被概括如下。在本实施例中,电容器被配置为替代电阻元件等。然后,电容器的电容被确定以提供比由电源偏压电路的长度和其它因素确定的谐振频率(例如,150MHz)小的截止频率(与电容与电阻的乘积成反比)。这是因为,除电源偏压电路以外的布置的长度较短,由此,截止频率将比谐振频率大。另一方面,电容与介电常数和面积成正比,并且与电极之间的距离成反比。被选择用于形成包含 RTD 元件的振荡电路的电介质应对于由振荡电路的振荡产生的电磁波表现很少的损失,并且,振荡电路的结构需要被确定为实现与空气的阻抗匹配。虽然为了提供大的电容需要使面积大,但是,过大的面积是不希望的,这是因为除电容以外的诸如电阻的分量相应地增加,并且当面积增加时可能不能获得希望的高频率特性。出于这种原因,设置具有上述的电容的第一电容器和具有不同的电容的第二电容器。表示由第一电容器和第二电容器之间的电气长度以及阻抗的不连续量确定的谐振频率的任何电磁波需要被第一电容器剪除(cut out),原因是,如果振荡不被第一电容器剪除,那么第二电容器不能抑制该振荡。由于当第一电容器和第二电容器之间的电气长度增加时谐振频率变小(参见上式(2)),因此,电气长度应使得第一电容器可剪除谐振频率的电磁波。

[0040] 虽然从便于元件制备的观点出发,在上述的实施例中具有不同电容的两种不同类型的电容元件的两个电容器并联并且阶梯式(stepwise)连接,但是,替代性地,可在负电阻元件附近集成布置表现大的电容的单个电容元件。换句话说,当可使得第一电容器的电容令人满意地大并且可使得低频率侧的截止频率比可归因于电源偏压电路的振荡点 22 小时,单个电容元件可是足够的。还作为另一替代方案,可以使用电容以分级的方式改变的结构,并由此可以使用电介质的厚度在连接部分处逐渐改变并且上部电极的尺寸逐渐增加的结构。通过使用阶梯式布置三个或多于三个的电容器的结构可实现类似的效果。

[0041] 通过本实施例,通过使用电容器抑制可归因于电源偏压电路等的寄生振荡,可提供表现高的功率转换效率并且很少发热的振荡器。然后,作为结果,能够实现具有可减少功耗、提高使用寿命并防止增益的任何降低的结构的振荡器。另外,通过使用这种振荡器可实现表现非常低的功耗率的非常紧凑的太赫兹成像装置和太赫兹分析设备。

[0042] (例子 1)

[0043] 以下将描述实施例 1 的实施例的布置的具体例子。在本例子中,在 InP 基板上形成 RTD 元件。使用三势垒量子阱结构,具有第一势垒层 AlAs (1.3nm)、第一量子阱层 InGaAs (7.6nm)、第二势垒层 InAlAs (2.6nm)、第二量子阱层 InGaAs (5.6nm)、第三势垒层 AlAs (1.3nm)。除了 AlAs 以外,所有的组成比与 InP 基板晶格匹配。另一方面,AlAs 是应变

层,但是,厚度小于临界膜厚。在三势垒量子阱结构的顶部以及底部布置由未掺杂的 InGaAs 制成的间隔层、n 型 InGaAs 电接触层和 n+InGaAs 接触层。RTD 元件柱体是圆的,直径为约 $2\mu\text{m}$ 。然后,由于光子辅助隧道现象,可以获得包括电流密度为 $J_p = 280\text{kA}/\text{cm}^2$ 、峰谷比为 3 且微分负电阻为约 -22Ω 的电流电压特性。贴片天线的电极 5 具有 $150\mu\text{m} \times 150\mu\text{m}$ 的方形图案,并且,柱体位于与远离电极 6 的方向平行地从其中心移动 $40\mu\text{m}$ 的位置处。制备谐振器以使得贴片天线谐振器和 RTD 元件表现阻抗匹配。由于天线尺寸大致与 $\lambda/2$ 对应,因此,振荡频率为约 530GHz。

[0044] 电极 2 和 5 由 Ti/Pd/Au 制成 (20nm/20nm/200nm)。线 10 具有 $12\mu\text{m}$ 的宽度和 $75\mu\text{m}$ 的长度,并且被设计为关于 530GHz 的振荡波长的 $\lambda/4$ 线。使得用于形成第一电容器的电极 6 表现 $200\mu\text{m} \times 1000\mu\text{m}$ 的矩形轮廓,以具有数 pF 的电容。对于第二电容器,电介质 8 由表现约 30 的介电常数的氧化钛 ($0.1\mu\text{m}$ 厚) 制成,并且,使得电极 7 表现 $1000\mu\text{m} \times 1000\mu\text{m}$ 的轮廓以使其具有约 2nF 的电容。然后,当与 10Ω 的电源偏压电路连接时截止频率为约 8MHz,使得如果电缆比约 18m 短,则在不引起任何寄生振荡的情况下获得具有 530GHz 的基波的振荡。

[0045] (实施例 2)

[0046] 如图 3 所示,本发明的实施例 2 具有与分立的芯片在同一底座上安装第二电容器的结构。在图 3 中,30 表示用于安装芯片的下层载体 (sub-carrier)。对于下层载体 30,可以选择性地使用通过在陶瓷基板诸如 Si 基板、 Al_2O_3 和 AlN 或塑料基板上涂敷诸如 Au 的导电层 31 制备的基板或金属板。37 表示 RTD 元件芯片或实现为承载 RTD 元件和下至 (down to) 与实施例 1 的第一电容器对应的部分的部件的单个芯片。贴片天线 33 和电极 34 由线 39 连接。但是,注意,需要使得与第一电容器对应的部分的电容比实施例 1 的电容大。RTD 元件的触点中的一个与下层载体的导电层 31 连接,并且,另一触点通过 Au 导线接合 35 与形成第二电容器的芯片电容器 38 的电极中的一个 (36) 连接。虽然在图 3 中存在单个导线接合 35,但是,如果必要的话,可以设置多个导线接合。芯片电容器 38 的另一电极与下层载体的导电层 31 导电连接。由于第一电容器和第二电容器的不连续而出现的图 2 的频带中的谐振点 21 由导线接合 35 的连接长度确定,并且,需要使得对于第一电容器的电容的截止频率比该谐振点小。出于这种原因,使得第一电容器的电容比实施例 1 的电容大。

[0047] 电源偏压电路 40 与芯片电容器的电极 36 和下层载体的导电层 31 连接。由于在本实施例中可选择并安装分立的电容器,因此,本实施例提供更高的自由度,并且,可连接诸如 $1\mu\text{F}$ 的相对较大的电容器。由于当电容增加时较低截止频率下降,因此,对于要使用的电源偏压电路的电缆长度和电阻,自由度可增加。当总电阻 R_s 如实施例 1 那样为 10Ω 并且电容器具有 $1\mu\text{F}$ 的电容时,截止频率为约 16kHz,因此,只要电缆长度为 km 的量级,实施例 2 就提供抑制任何寄生振荡的效果。

[0048] 虽然第二电容器是芯片电容器,但是,通过考虑由于各个电容器导致的寄生电感,下至第二电容器的部件可与 RTD 元件集成,并且,第三电容器和随后的部件可实现为单独的芯片。

[0049] (实施例 3)

[0050] 如图 4 所示,本发明的在实施例 3 中公开的谐振器具有通过 RTD 元件形成的条带状谐振器。RTD 元件的晶体结构具有诸如实施例 1 的例子所描述的半导体的结构,例如,

包含通过 InP 基板上的外延生长形成的 InGaAs/AlAs 多量子阱的层 46 和用作接触层的 n-InGaAs 47、48。当形成这种条带状结构时,难以在太赫兹带中使用电介质波导,并且,优选使用通过将基板夹在金属板之间形成的双等离子体激元波导。出于这种原因,图 4 所示的基板 49 不是外延生长的基板,而是保持外延薄膜 46 ~ 48 的基板。GaAs 或 InP 适于用作膨胀系数接近外延薄膜的膨胀系数的材料。也可以使用 Si 基板或陶瓷基板。金属膜 43(例如, Ti/Au 薄膜)在基板 49 的表面上形成,并且通过 Au-Au 金属接合(未示出)与外延生长膜接合,并且,通过蚀刻去除在生长该外延生长膜时使用的 InP 基板。

[0051] 在图 4 中,附图标记 45 表示在外延层周围通过 BCB 树脂形成的电介质部分,并且,通过电介质部分 45、上部电极 41 和下部电极 43 形成第一电容器。关于部件的尺寸,例如,包含多个量子阱的层 46 具有 20 μm 的宽度,并且,包含电介质部分 45 的组件为 300 μm 宽,而条带具有 500 μm 的长度,但是这些尺寸可根据外延结构和设计的振荡频率被选择。

[0052] 另一方面,在条带状区域周围形成与电介质部分 45 不同的具有高的介电常数和薄的厚度的电介质 42(例如,0.1 μm 厚的氧化钛薄膜),并且,通过从该条带状部分延伸的电极 41 和电极 43 形成第二电容器。如图 4 所示,电源偏压电路 50 与电极 41 和电极 43 连接。这种结构可在不使用任何电阻元件的情况下利用高输出 RTD 元件以与对于以上的实施例描述的机理相同的机制抑制任何寄生振荡。

[0053] 关于在 2009 年 9 月 7 月提交的日本专利申请 No. 2009-205673 的整个公开,包括权利要求书、说明书、附图和摘要,通过引用而全文并入这里。

[0054] 由于可以在不背离本发明的精神和范围的情况下提出本发明的许多明显大不相同的实施例,但是,应当理解,除非如在权利要求中被限定的,否则本发明不限于具体实施例。

[0055] 工业适用性

[0056] 本发明涉及用于产生电磁波(特别是太赫兹波)的具有负电阻元件的振荡器。这种振荡器可应用于断层摄影装置、光谱检查装置和无线电通信设备中以用作光源部分。

[0057] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这样的变更方式、等同的结构和功能。

[0058] 本申请要求在 2009 年 9 月 7 日提交的日本专利申请 No. 2009-205673 的益处,通过引用将其全部内容并入这里。

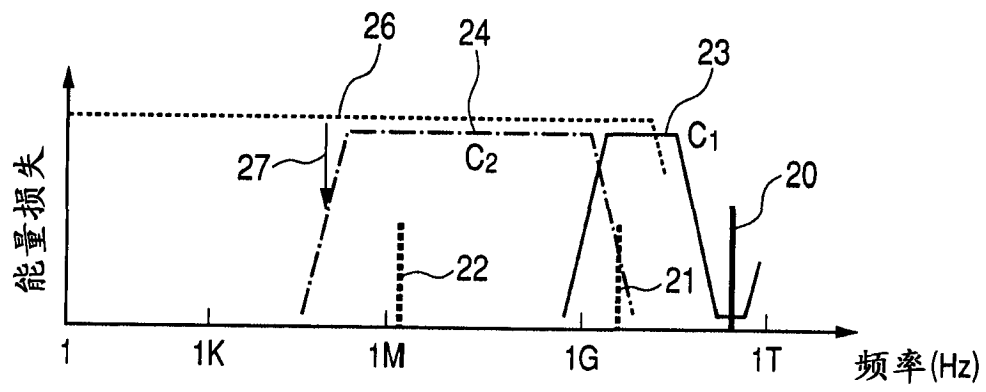


图 2

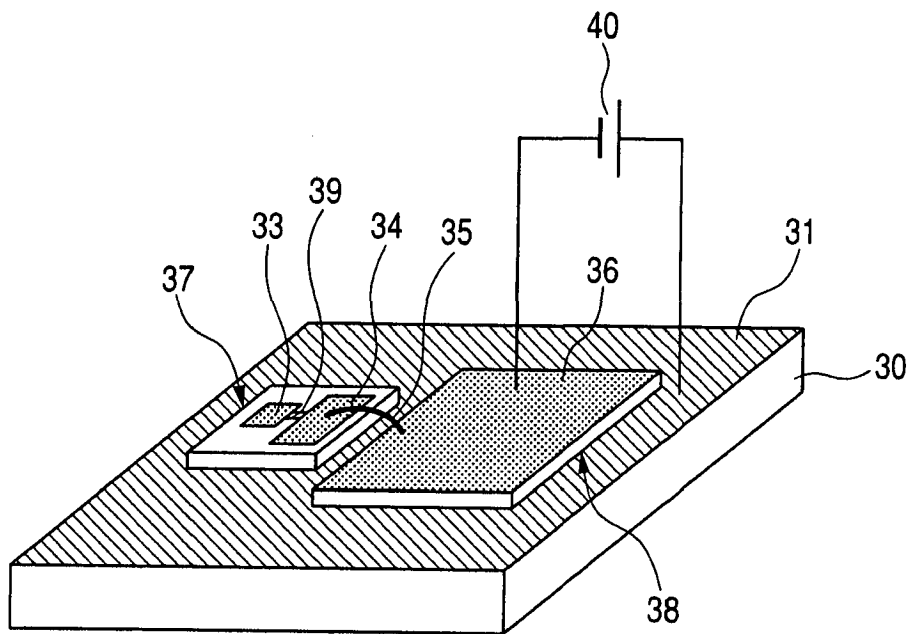


图 3

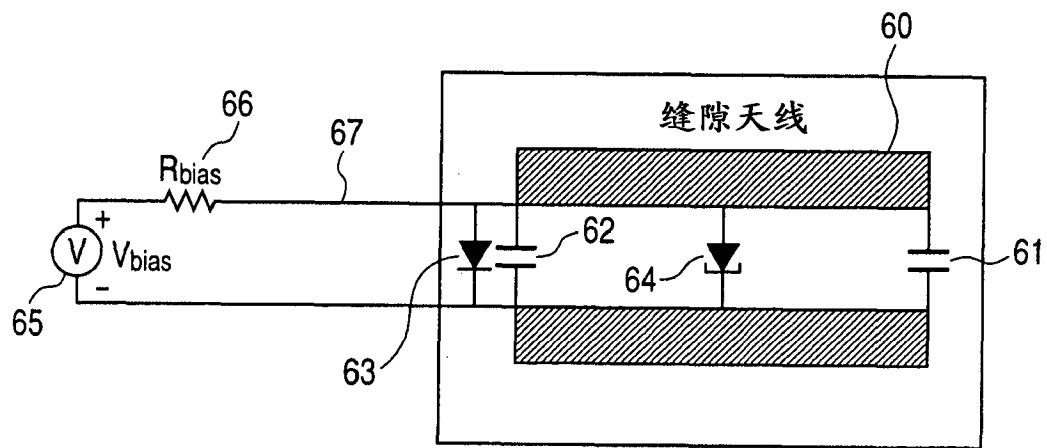


图 6 现有技术