

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H03F 3/60 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02811164.8

[45] 授权公告日 2006年5月17日

[11] 授权公告号 CN 1256805C

[22] 申请日 2002.4.5 [21] 申请号 02811164.8

[30] 优先权

[32] 2001.4.6 [33] JP [31] 108775/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/003452 2002.4.5

[87] 国际公布 WO2002/082640 日 2002.10.17

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.2

[71] 专利权人 日本电气株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 细谷健一

审查员 黄 渊

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 穆德骏 关兆辉

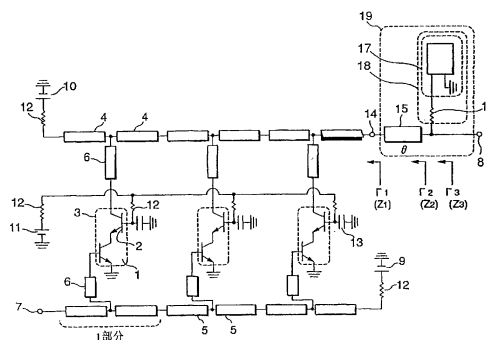
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 12 页

[54] 发明名称

反射损耗抑制电路

[57] 摘要

目的是抑制所要求带宽外的任意的频率带宽中的反射损耗，而对所要求频率带宽的电路特性不产生影响。通过传输线路 15，特定的频率带宽的电路的输出阻抗变换为高阻抗。具有频率选择性的电阻接地电路 18 并联连接。电阻接地电路 18 由具有负载电阻值附近的电阻值的电阻 16、在包含在前述频率带宽中的角频率 ω_0 中选择的满足表达式 $\text{Im} \{ \tanh \{ \gamma (\lambda/2 - \delta) \} \} = -\omega_0 C Z_0$ 的电容 C、和 $(\lambda/2 - \delta)$ 长前端开放抽头构成。



1. 一种反射损耗抑制电路，其特征在于，具有
传输线路，在高频率电路或者数字电路中，将特定频率带宽中的
5 输出阻抗或者输入阻抗变换为高阻抗；和

电阻接地电路，从所述传输线路输出端子一侧或者输入端子一侧
看为并联连接，具有频率选择性，

所述电阻接地电路具有电阻，该电阻具有负载电阻值或者信号源
电阻值附近的规定的电阻值，并且该电阻接地电路在所述特定的频率
10 带宽中具有低阻抗；

所述电阻接地电路由在该频率带宽外具有高阻抗的一端子对电路
为终端的电路构成，

所述一端子对电路，在设与在所述频率带宽中所含的任意的频率
中基波的波长 λ 相比十分小的长度为 δ 时，由电容元件以比基波的 $1/2$
15 波长仅短 δ 的前端开放抽头为终端的电路构成，

在与所述频率对应的角频率 ω_0 中，选择所述电容元件的电容值
C、所述前端开放抽头的特性阻抗 Z_0 、传输常数 γ 及所述 δ ，满足下
式，

$$\text{Im} \{ \tanh \{ \gamma (\lambda / 2 - \delta) \} \} = -\omega_0 \times C \times Z_0$$

20

2. 根据权利要求 1 所述的反射损耗抑制电路，其特征在于：
所述传输线路和所述前端开放抽头采用微波传输带线路形成。

3. 根据权利要求 1 所述的反射损耗抑制电路，其特征在于：
25 所述传输线路和所述前端开放抽头采用共平面型线路形成。

4. 根据权利要求 1 至 3 的任何一个所述的反射损耗抑制电路，
其特征在于：

所述传送线路的电气长度被设在把该传输线路计算在内的输出阻
30 抗的绝对值为最大的值的前后 $\pm 50\%$ 范围内；

构成所述电阻接地电路的所述电阻的电阻值，被设定在所述负载电阻值或者所述信号源电阻值的 0.5~2 倍的范围内。

5 5. 一种反射损耗抑制电路，其特征在于，具有
传输线路，在高频率电路或者数字电路中，将特定频率带宽中的
输出阻抗或者输入阻抗变换为高阻抗；和

电阻接地电路，从所述传输线路输出端子一侧或者输入端子一侧
看为并联连接，具有频率选择性，

10 所述电阻接地电路具有电阻，该电阻具有负载电阻值或者信号源
电阻值附近的规定的电阻值，并且该电阻接地电路在所述特定的频率
带宽中具有低阻抗，

所述电阻接地电路由在该频率带宽外具有高阻抗的一端子对电路
为终端的电路构成，

15 所述一端子对电路，在设与在所述频率带宽中所含的任意的频率
中与基波的波长 λ 相比充分小的长度为 δ 时，由电感元件以比基波的
1/2 波长仅长 δ 的前端开放抽头为终端的电路构成，

在与所述频率对应的角频率 ω_0 中，选择所述电感元件的电感 L 、
所述前端开放抽头的特性阻抗 Z_0 、传输常数 γ 及所述 δ ，满足下式，

$$\text{Im} \{ \tanh \{ \gamma (\lambda / 2 + \delta) \} \} = Z_0 / (\omega_0 \times L)$$

20

6. 根据权利要求 5 所述的反射损耗抑制电路，其特征在于：
所述传输线路和所述前端开放抽头采用微波传输带线路形成。

25 7. 根据权利要求 5 所述的反射损耗抑制电路，其特征在于：
所述传输线路和所述前端开放抽头采用共平面型线路形成。

8. 根据权利要求 5 至 7 的任何一个所述的反射损耗抑制电路，
其特征在于：

30 所述传送线路的电气长度被设在把该传输线路计算在内的输出阻
抗的绝对值为最大的值的前后 $\pm 50\%$ 范围内；

构成所述电阻接地电路的所述电阻的电阻值，被设定在所述负载电阻值或者所述信号源电阻值的 0.5~2 倍的范围内。

9. 一种反射损耗抑制电路，其特征在于：

5 具有传输线路，在高频率电路或者数字电路中，将特定频率带宽中的输出阻抗或者输入阻抗变换为高阻抗；和电阻接地电路，从所述传输线路输出端子一侧或者输入端子一侧看为并联连接，具有频率选择性；

10 所述电阻接地电路由使所述频率带宽的信号通过的带通滤波器经由电阻而接地的电路构成，该电阻具有负载电阻值或者信号源电阻值附近的规定的电阻值，

所述带通过滤器由在所述特定的频率带宽中所含的任意的频率中具有基波的 1/4 波长长度的交叉指型电容器构成。

15 10. 根据权利要求 9 所述的反射损耗抑制电路，其特征在于：

所述传送线路的电气长度被设在把该传输线路计算在内的输出阻抗的绝对值为最大的值的前后 $\pm 50\%$ 范围内；

构成所述电阻接地电路的所述电阻的电阻值，被设定在所述负载电阻值或者所述信号源电阻值的 0.5~2 倍的范围内。

20

11. 一种广带宽放大器，其特征在于，输出端或者输入端至少一端具备根据权利要求 1 至 8 的任何一项所述的反射损耗抑制电路。

25

12. 一种广带宽放大器，其特征在于，输出端或者输入端至少一端具备根据权利要求 9 所述的反射损耗抑制电路。

反射损耗抑制电路

技术领域

5 本发明涉及一种在各种微波、毫米波电路及数字电路使用的反射损耗抑制电路。

背景技术

10 以往，进行高频信号的放大、振荡、混合等的微波、毫米波电路，以及进行数字信号的放大、识别、分支等的数字电路，正在多种系统中被应用。

15 参照第 1 图对上述多种多样的电路中，用在光通信系统和无线通信系统的分布型的宽频带放大器进行说明。第 1 图是表示以往的分布型放大器的一个实施例的电路图。

20 该以往的分布型放大器，是采用由异质结双极晶体管 1（以下称作 HBT）和 HBT2 共射-共基连接构成的 HBT 共射-共基放大器对 3 的共射-共基型的三段结构的分布型放大器。输入信号从输入端子 7 被输入，输出信号从输出端子 8 被输出。对 HBT1 的基极端子由基极电源 9 经终端电阻 12 供给 DC 电源。对 HBT2 的集电极端子由集电极电源 11 经终端电阻 12 供给 DC 电源。对 HBT2 的基极端子由共射共基电源 11 经电阻 12 供给 DC 电源。此外，HBT2 的基极端子经由 RF 接地用电容器 13 高频接地。

25

上述分布型放大器，通过 HBT1 和 HBT2 的寄生电抗和高阻抗传输线路 4 和 5 的组合，形成截止频率高的传输线路。该传输线路具有信号源阻抗和负载阻抗相等的特性阻抗，可以实现在宽频带上平坦的增益和低的反射损耗。

然而，第 1 图所示的现有的共射-共基型的分布型放大器，在所要求的频率带宽的外侧特别是输出侧的反射损耗增大。有时会产生导致发生负阻抗的问题。此外，因而使电路的稳定性劣化，产生引起寄生振荡或者不稳定动作的问题。

5

此外，这里虽列举分布型放大器为例，而上述的课题是进行高频信号的放大、振荡、混合等的微波、毫米波电路以及进行数字信号的放大、识别、分支等的数字电路等多种电路中会产生的课题。

10

本发明是鉴于以上的问题而提出的。本发明的目的是通过与以分布型放大器为开始的各种电路连接，使所要求的频率带宽内的电路特性不劣化，充分抑制所要求的频率带宽外的反射损耗，实现电路的稳定性。

15

发明内容

20

为了实现上述目的，本发明的反射损耗抑制电路具有传输线路，在高频率电路或者数字电路中，将特定频率带宽中的输出阻抗或者输入阻抗变换为高阻抗；和电阻接地电路，从所述传输线路输出端子一侧或者输入端子一侧看为并联连接，具有频率选择性。所述电阻接地电路具有电阻，该电阻具有负载电阻值或者信号源电阻值附近的规定的电阻值，以及在所述特定的频率带宽中为低阻抗。所述电阻接地电路由在该频率带宽外具有高阻抗的一端子对电路为终端的电路构成。所述一端子对电路，在设与在所述频率带宽中所含的任意的频率中与基波的波长 λ 相比十分小的长度为 δ 时，由电容元件以比基波的 1/2

25 波长仅短 δ 的前端开放抽头为终端的电路构成。在与所述频率对应的角频率 ω_0 中，选择所述电容元件的电容值 C 、所述前端开放抽头的特性阻抗 Z_0 、传输常数 γ 及所述 δ ，满足下式

$$\text{Im} \{ \tanh \{ \gamma (\lambda / 2 - \delta) \} \} = -\omega_0 \times C \times Z_0。$$

30

本发明的反射损耗抑制电路具有传输线路，在高频率电路或者数

字电路中，将特定频率带宽中的输出阻抗或者输入阻抗变换为高阻抗；和电阻接地电路，从所述传输线路输出端子一侧或者输入端子一侧看为并联连接，具有频率选择性。所述电阻接地电路具有电阻，该电阻具有负载电阻值或者信号源电阻值附近的规定的电阻值，以及在所述特定的频率带宽中为低阻抗。所述电阻接地电路由在该频率带宽外具有高阻抗的一端子对电路为终端的电路构成。所述一端子对电路，在设与包含在所述频率带宽中所含的任意的频率中与基波的波长 λ 相比充分小的长度为 δ 时，由电感元件以比基波的 $1/2$ 波长仅长 δ 的前端开放抽头为终端的电路构成。在与所述频率对应的角频率 ω_0 中，选择所述电感元件的电感 L 、所述前端开放抽头的特性阻抗 Z_0 、传输常数 γ 及所述 δ ，满足下式 $\text{Im} \{ \tanh \{ \gamma (\lambda / 2 + \delta) \} \} = Z_0 / (\omega_0 \times L)$ 。

所述传输线路和所述前端开放抽头采用微波传输带线路或者共平面型线路形成。

本发明的反射损耗抑制电路，具有传输线路，在高频率电路或者数字电路中，将特定频率带宽中的输出阻抗或者输入阻抗变换为高阻抗；和电阻接地电路，从所述传输线路输出端子一侧或者输入端子一侧看为并联连接，具有频率选择性。所述电阻接地电路由使所述频率带宽的信号通过的带通滤波器经由电阻而接地的电路构成，该电阻具有负载电阻值或者信号源电阻值附近的规定的电阻值。所述带通滤波器由在所述特定的频率带宽中所含的任意的频率中具有基波的 $1/4$ 波长长度的交叉指型电容器构成。

所述传送线路的电气长被设定在把该传输线路计算在内的输出阻抗的绝对值为最大值的前后 $\pm 50\%$ 范围内。构成所述电阻接地电路的所述电阻的电阻值，被设定在所述负载电阻值或者所述信号源电阻值的 $0.5\sim 2$ 倍的范围内。

本发明的广带宽放大器的输出端或者输入端至少一端具备所述反射损耗抑制电路。

附图说明

5 图 1 是用于说明现有的分布型放大器的电路图。

图 2 是用于说明本发明第 1 实施例涉及的反射损耗抑制电路结构的电路图。

图 3 是用于说明本发明第 2 实施例涉及的反射损耗抑制电路结构的电路图。

10 图 4 是用于说明本发明第 3 实施例涉及的反射损耗抑制电路结构的电路图。

图 5 是表示本发明第 3 实施例涉及的反射损耗抑制电路的电阻接地电路结构的电路图。

图 6 是用于说明本发明的效果的示意图。

15 图 7 是将应该抑制反射损耗的频率带宽中的反射系数 Γ 绘制在史密斯图表上的图。

图 8 是用于说明本发明的效果的图，是表示增益对频率的依赖关系的模拟结果的曲线图。

20 图 9 用于说明本发明的效果的图，是表示输出侧反射损耗对频率的依赖关系的模拟结果的曲线图。

图 10 是用于说明本发明的效果的图，是表示稳定系数对频率的依赖关系的模拟结果的曲线图。

图 11 是用于说明本发明的效果的图，是表示稳定量对频率的依赖关系的模拟结果的曲线图。

25 图 12 是用于说明本发明第 4 实施例涉及的反射损耗抑制电路结构的电路图。

图 13 是表示本发明第 4 实施例涉及的反射损耗抑制电路的电阻接地电路结构的电路图。

图 14 是用于说明本发明的效果的示意图。

30 图 15 是表示本发明第 5 实施例涉及的反射损耗抑制电路的电阻

接地电路结构的电路图。

图 16 是表示本发明第 6 实施例涉及的反射损耗抑制电路的电阻接地电路结构的电路图。

5 具体实施方式

以下参照第 2 图对本发明的第 1 实施例涉及的反射损耗抑制电路进行说明。第 2 图是表示将本实施例的反射损耗抑制电路连接于分布型放大器输出端的示例的电路图。此外，该实施例中，反射损耗抑制电路 19 以外的部分与第 1 图所示的现有分布型放大器的结构相同，
10 相同的部分标以相同的标号。

本实施例的反射损耗抑制电路 19 由串联连接在分布型放大器的输出端 14 的传输线路 15 和从输出端子 8 一侧看与前述传输线路 15 并联连接的具有频率选择性的电阻接地电路 18 构成。前述传输线路 15 的电气长 θ ，可在使包括前述传输线路 15 在内的输出阻抗 Z_2 的绝对
15 值最大的值的前后 $\pm 50\%$ 范围内选择。前述电阻接地电路 18 由电阻 16 和在应该抑制反射损耗的频率带宽中呈现低阻抗，在其以外的频率带宽中呈现高阻抗的一端子对电路 17 构成。电阻 16 的电阻值可在负载电阻值或者信号源电阻值的 0.5~2 倍的范围内选择。

20 根据上述结构，在应该抑制反射损耗的频率带宽中输出阻抗 Z_1 经由传输线路 15 变换为高阻抗 Z_2 后，与电阻接地电路 18 并联连接。因此，电路全体的输出阻抗 Z_3 大致与电阻 16 的值相等。因此通过将电阻 16 的电阻值设定在负载电阻值附近，具体而言是 0.5~2 倍的范围，
25 能抑制反射损耗。此外，通过使前述电阻接地电路 18，即前述一端子对电路 17 的频率选择性十分高，可以实现前述效果而不影响应该抑制反射损耗的频率带宽外的电路特性。

参照第 3 图对本发明的第 2 实施例涉及的反射损耗抑制电路进行
30 说明。第 3 图是表示将本实施例的反射损耗抑制电路连接于分布型放

大器输出端的示例的电路图。此外，与第 2 图表示的反射损耗抑制电路相同的部分标以相同的标号。

5 本实施例中的反射损耗抑制电路，在应该抑制反射损耗的频率带宽中呈现低阻抗。在其以外的频率带宽呈现高阻抗的一端子对电路 17 由相对于包含在前述频率带宽中的任意的频率，具有基波的 $1/4$ 波长长度的前端开放抽头 20 构成。这里说的波长是指传播前端开放抽头的电磁波的有效波长。

10 如上述，作为一端子对电路 17 采用具有基波的 $1/4$ 波长的长度的前端开放抽头 20，与前述第 1 实施例相同，可以抑制反射损耗。此外，通过使前述一端子对电路 17 的频率选择性十分高，可以实现前述效果而不影响应该抑制反射损耗的频率带宽外的电路特性。

15 参照第 4 图~第 11 图对本发明的第 3 实施例涉及的反射损耗抑制电路进行说明。第 4 图是表示将本实施例的反射损耗抑制电路连接于分布型放大器输出端的示例的电路图。第 5 图是反射损耗抑制电路中的电阻接地电路部分的电路图。第 6 图和第 7 图是用于说明本发明的效果的图。第 8 图、第 9 图、第 10 图、和第 11 图是表示加上和没加上本实施例的反射损耗抑制电路的情况下模拟结果的图。此外，与第 20 2 图所示的反射损耗抑制电路相同的部分标以相同的标号。

本实施例中的反射损耗抑制电路在应该抑制反射损耗的频率带宽中呈现低阻抗。在其以外的频率带宽呈现高阻抗的一端子对电路 17 由电容 21 和 $(\lambda / 2 - \delta)$ 长前端开放抽头 22 构成。这里， $(\lambda / 2 - \delta)$ 长前端开放抽头 22 是相对于包含在前述频率带宽中的任意的频率，具有比基波的 $1/2$ 波长仅短 δ 长度的前端开放抽头。 δ 是与基波的波长 λ 相比十分短的长度。前述电容 21 的电容 C 、前述 δ 、 $(\lambda / 2 - \delta)$ 长前端开放抽头 22 的特性阻抗 Z_0 及传输常数 γ ，在与前述频率对应的角频率 ω_0 中选择以满足以下的表达式 (1)。其中 $\text{Im} [\cdot]$ 的意思是复数的

30

虚部。

$$\operatorname{Im}\left[\tanh\left\{\gamma\left(\frac{\lambda}{2}-\delta\right)\right\}\right] = -\omega_0 CZ_0 \quad \dots (1)$$

5 下面参照第 5 图~第 11 图对本实施例中反射损耗抑制电路具有的效果（产业上利用性）进行说明。

10 第 5 图是表示第 4 图所示的反射损耗抑制电路 19 中的电阻接地电路 18 的结构的图。包括 $(\lambda / 2-\delta)$ 长前端开放抽头 22 和电容 21 的在内阻抗 Z_{i2} 由以下的表达式求得。

$$Z_{i2} = \frac{1}{j\omega C} + \frac{Z_0}{\tanh(\gamma l_-)} \quad \dots (2)$$

其中， $l_- = \lambda / 2 - \delta$ 。为了说明，如果假定 $(\lambda / 2 - \delta)$ 长前端开放抽头 22 是低损耗，那么表达式 (2) 变成以下的表达式 (3)。

15

$$Z_{i2} = Z_0 \frac{\alpha l_-}{\sin^2 \beta l_-} - jZ_0 \left\{ \frac{1}{\omega CZ_0} + \cot \beta l_- \right\} \quad \dots (3)$$

20 其中， α 是前端开放抽头 22 的衰减常数， β 是相位常数， $\gamma = \alpha + j\beta$ 。现在，由于 $l_- = \lambda / 2 - \delta$ ，所以 $\beta l_- = \beta (\lambda / 2 - \delta)$ 在角频率 ω_0 中比 π 稍微小一点的值，为 $\pi - \beta\delta$ 。此时如果选择电容 C 满足下面表达式 (4)，则构成 (3) 式的虚部的两项在各频率下平衡，互相抵消。

$$-\cot \beta l_- = \frac{1}{\omega_0 CZ_0} \quad \dots (4)$$

25 由于一般传输线路的损耗小，上述表达式 (3) 的实部非常小，所以 Z_{i2} 几乎为 0。其样子如第 6 图所示。

另一方面，如果从角频率从 ω_0 偏移，例如只上升 $\Delta\omega$ ，那么构成表达式 (3) 虚部的两项的值向第 6 图中箭头的方向变化。由于正负平衡的两个值同时减少，表达式 (3) 的虚部的绝对值增加。其中，由于 δ 与基波波长 λ 相比十分小，所以上述表达式 (3) 中虚部的绝对值对于频率的增加率可以是很大的值。因此，电阻接地电路 18 的频率选择性可以很大。

为了简便，以上的说明中假定 $(\lambda/2-\delta)$ 长前端开放抽头 22 是低损耗。在实际的设计中应该充分考虑损耗的情况下，如果选择各参数满足表达式 (1) 来代替表达式 (4) 是可以的。

第 7 图是在将本实施例中的反射损耗抑制电路连接于分布型放大器的输出端的电路 (第 4 图的电路) 中，应该抑制反射损耗的频率带宽中反射系数 Γ_i ($i=1, 2, 3$) 绘制在史密斯图表上的图。该例是针对前述频率带宽中反射系数的绝对值超过 1，即发生负电阻的情况。在反射系数的绝对值不超过 1，即不发生负电阻的情况下也和以下的说明及本发明的效果完全相同。

如第 7 图所示，前述频率带宽中反射损耗增大达到发生负阻抗的反射系数 Γ_1 ，通过传输线路 15 向史密斯图表的无限远点附近移动。即，输入阻抗 Z_1 变换为高阻抗 Z_2 。此外，如前所述，通过具有高频率选择性的电阻接地电路 18 并联连接，使反射系数 Γ_2 向史密斯图表的中央附近的 Γ_3 变换。即高阻抗 Z_2 变化为负载阻抗附近的阻抗 Z_3 。因此，前述频率带宽中反射损耗被抑制。

第 8 图和第 9 图是表示加上本实施例的反射损耗抑制电路时 (本发明) 和不加上时 (第 1 图所示现有的技术)，增益 S_{21} 和输出侧反射损耗 S_{22} 对频率的依赖关系的模拟结果的图。从两图可知，通过加上本实施例的反射损耗抑制电路，可以实现降低所要求带宽外的输出侧反射损耗 S_{22} ，而几乎不影响所要求带宽内的增益 S_{21} 。

第 10 图和第 11 图表示加上本实施例的反射损耗抑制电路时（本发明）和不加上时（第 1 图所示现有的情况），稳定系数和稳定量对频率的依赖关系的模拟结果的图。稳定系数大于 1 和稳定量大于 0 时，电路具有绝对稳定性。从两图可知，与不加上反射损耗抑制电路时（现有的情况）不能得到绝对稳定性相对，本实施例中通过加上反射损耗抑制电路能得到绝对稳定性。

此外，参照第 12 图~第 14 图对本发明的第 4 实施例涉及的反射损耗抑制电路进行说明。第 12 图是表示将本实施例的反射损耗抑制电路连接于分布型放大器输出端的例的电路图。此外，第 13 图是反射损耗抑制电路中的电阻接地电路部分的电路图。第 14 图是表示加上和没加上本实施例的反射损耗抑制电路时的模拟结果的图。此外，与第 2 图所示的反射损耗抑制电路相同的部分标以相同的标号。

本实施例的反射损耗抑制电路在应该抑制反射损耗的频率带宽中呈现低阻抗。在其以外的频率带宽中呈现高阻抗的一端子对电路 17 由电感 23 和 $(\lambda/2+\delta)$ 长前端开放抽头 24 构成。

其中， $(\lambda/2+\delta)$ 长前端开放抽头 24 是相对于包含在前述频率带宽中的任意频率，具有比基波的 $1/2$ 波长仅长 δ 长度的前端开放抽头。 δ 是与基波的波长 λ 相比十分短的长度。前述电感 23 的电感 L 、前述 δ 、 $(\lambda/2+\delta)$ 长前端开放抽头 24 的特性阻抗 Z_0 、及传输常数 γ ，在与前述频率对应的角频率 ω_0 中选择，以满足以下的表达式 (5)。其中 $\text{Im}[\cdot]$ 的意思是复数的虚部。

25

$$\text{Im}\left[\tanh\left\{\gamma\left(\frac{\lambda}{2}+\delta\right)\right\}\right]=\frac{Z_0}{\omega_0 L} \quad \dots(5)$$

下面参照第 13 图及第 14 图对本实施例中反射损耗抑制电路具有的效果（产业上利用性）进行说明。

第 13 图是表示第 12 图所示的反射损耗抑制电路 19 中的电阻接地电路 18 结构的图。包括 $(\lambda / 2 + \delta)$ 长前端开放抽头 24 和电感线圈 23 在内的阻抗 Z_{i2} 由以下的表达式 (6) 求得。其中, $l_+ = \lambda / 2 + \delta$ 。

$$Z_{i2} = j\omega L + \frac{Z_0}{\tanh(\gamma l_+)} \quad \dots(6)$$

5

为了说明, 如果假定 $(\lambda / 2 + \delta)$ 长前端开放抽头 24 是低损耗, 那么表达式 (6) 变成以下的表达式 (7)。其中, α 是前端开放抽头 24 的衰减常数, β 是相位常数, γ 是满足 $\gamma = \alpha + j\beta$ 的值。

10

$$Z_{i2} = Z_0 \frac{\alpha l_+}{\sin^2 \beta l_+} + jZ_0 \left\{ \frac{\omega L}{Z_0} - \cot \beta l_+ \right\} \quad \dots(7)$$

现在, 由于 $l_+ = \lambda / 2 + \delta$, $\beta l_+ = \beta (\lambda / 2 + \delta)$ 在角频率 ω_0 下, 是比 π 稍微大一点的值, 为 $\pi + \beta\delta$ 。此时如果选择电感 L 满足下面表达式 (8), 则构成上述表达式 (7) 的虚部的两项在各频率 ω_0 下平衡, 互相抵消。

15

$$\cot \beta l_+ = \frac{\omega_0}{Z_0} \quad \dots(8)$$

由于一般传输线路的损耗小, 表达式 (7) 的实部非常小, 所以 Z_{i2} 大致为 0。其样子如第 14 图所示。

20

另一方面, 如果角频率从 ω_0 只上升 $\Delta\omega$, 那么构成表达式 (7) 的虚部的两项的值向第 14 图中箭头的方向变化。由于正负平衡的两个值同时减少, 表达式 (7) 的虚部的绝对值增加。其中, 由于 δ 与基波波长 λ 相比十分小, 所以上述表达式 (7) 中虚部的绝对值对于频率的增加率可以是很大的值。因此, 电阻接地电路 18 的频率选择性可以是很大的值。

25

为了简便，以上的说明中假定 $(\lambda / 2 + \delta)$ 长前端开放抽头 24 是低损耗。在实际的设计中应该充分考虑损耗的情况下，如果确定各参数，使之满足表达式 (5) 来代替表达式 (8) 是可以的。

5

下面参照第 15 图对本发明的第 5 实施例涉及的反射损耗抑制电路进行说明。第 15 图是表示将本实施例的反射损耗抑制电路连接于分布型放大器输出端的例的电路图。此外，与第 2 图所示的反射损耗抑制电路相同的部分标以相同的标号。

10

本实施例的反射损耗抑制电路具有以下特征，具有频率选择性的电阻接地电路 18 由使应该抑制反射损耗的频率带宽的信号通过的带通滤波器 25 经由电阻 16 接地的电路构成。根据这种结构可以抑制反射损耗。通过使前述带通滤波器 25 的频率选择性十分高，能实现前述效果而不影响应该抑制反射损耗的频率带宽外的电路特性。

15

下面参照第 16 图对本发明的第 6 实施例涉及的反射损耗抑制电路进行说明。第 16 图是表示将本实施例的反射损耗抑制电路连接于分布型放大器的输出端的例的电路图。此外，与第 15 图所示的反射损耗抑制电路相同的部分标以相同的标号。

20

本实施例中反射损耗抑制电路具有以下特征，即第 5 实施例中的带通滤波器 25 由交叉指型电容器 26 构成。利用这种结构可以抑制反射损耗。通过使前述交叉指型电容器 26 的频率选择性十分高，能实现前述效果而不影响应该抑制反射损耗的频率带宽的电路特性。

25

此外，以上的实施例是以分布型放大器作为抑制反射损耗的对象的电路来说明的，而本发明不限定于上述实施例，可以根据需要适用于所有类型的放大器、振荡器、混合器、倍频器、分频器、还有各种数字电路等多种电路。

30

此外，以上的实施例中采用的是异质结双极晶体管 HBT (Hetero-junction Bipolar Transistor) 作为基本元件。此外本发明也可以适用于使用 MESFET (Metal Semiconductor Field Effect Transistor) 和 HEMT (High Electron Mobility Transistor) 等的 FET、硅双极晶体管等任何种类器件的电路。

如上述说明，本发明，通过将想要抑制反射损耗的频率带宽中的输出或者输入阻抗，经具有适当电气长的传输线路变换为高阻抗后，与具有高频率选择性的电阻接地电路并联连接，可以降低所要求频率带宽以外的任意频率带宽的反射损耗，而对所要求频率带宽中电路特性没有影响。此外，可以通过降低反射损耗提高电路的稳定性。

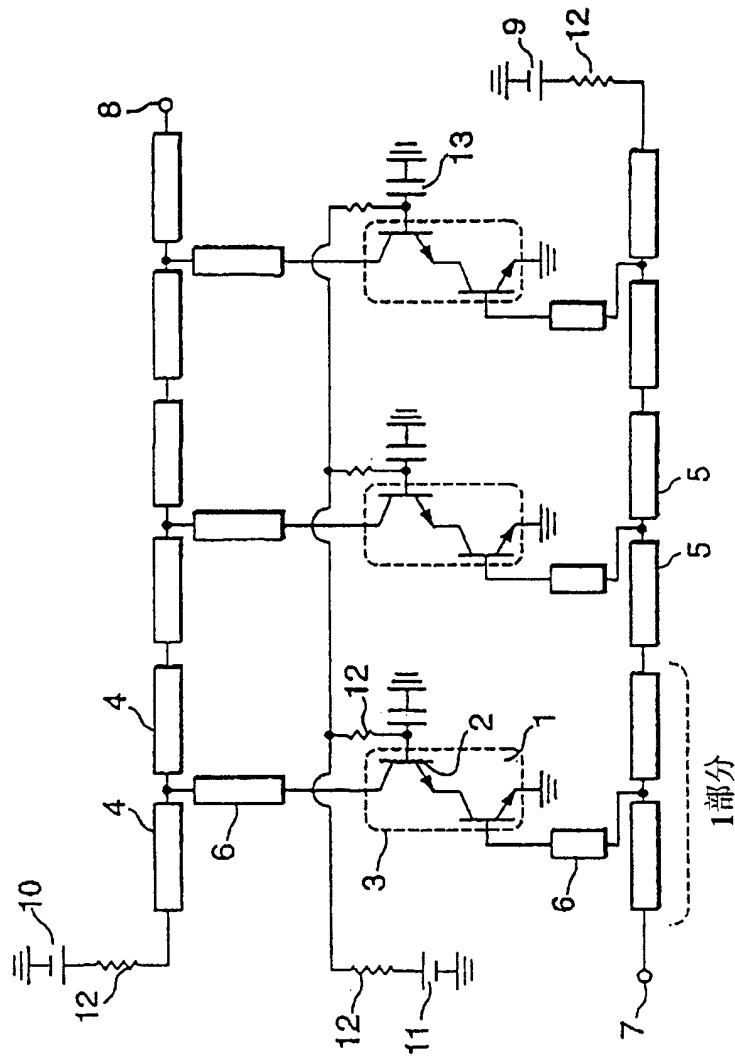


图1

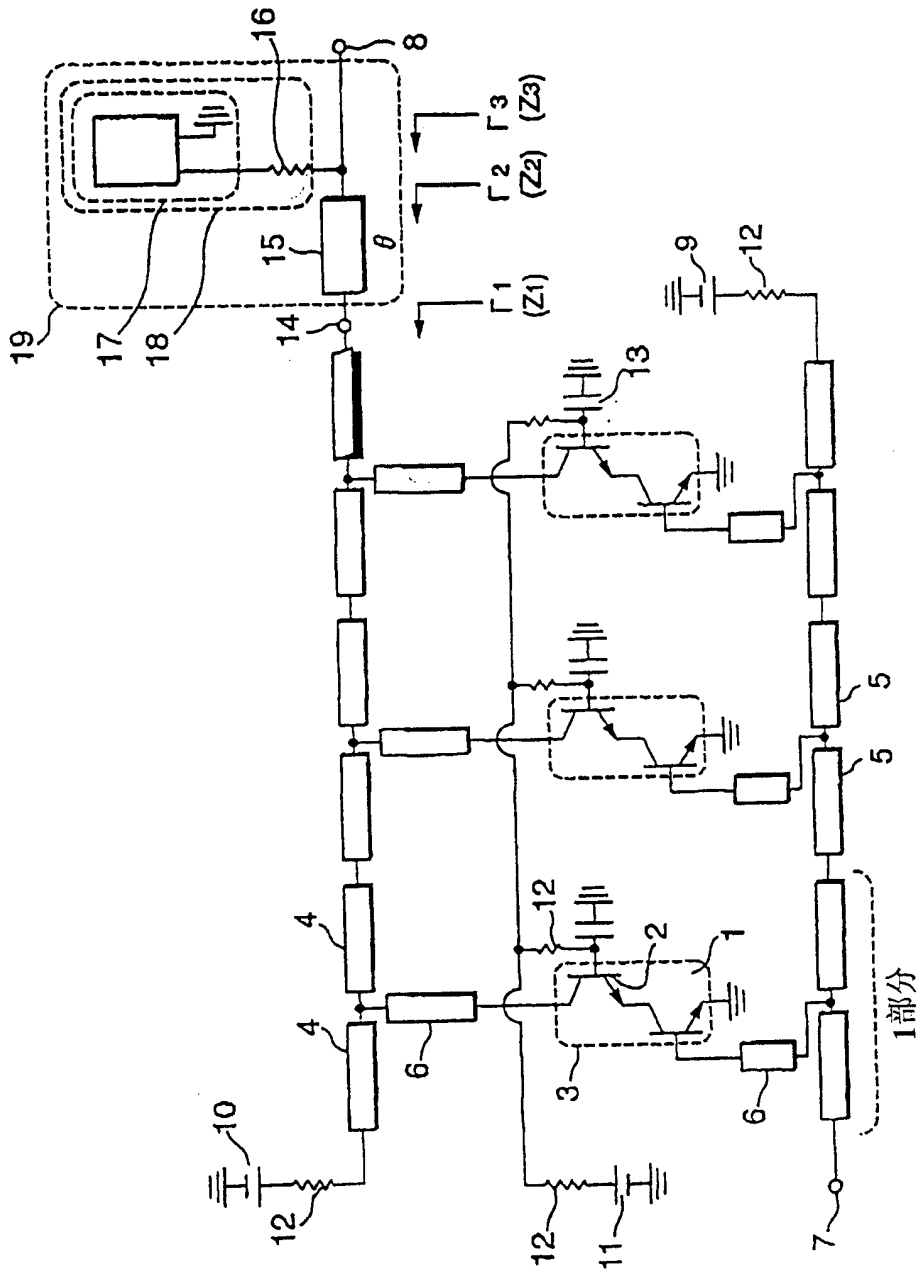


图2

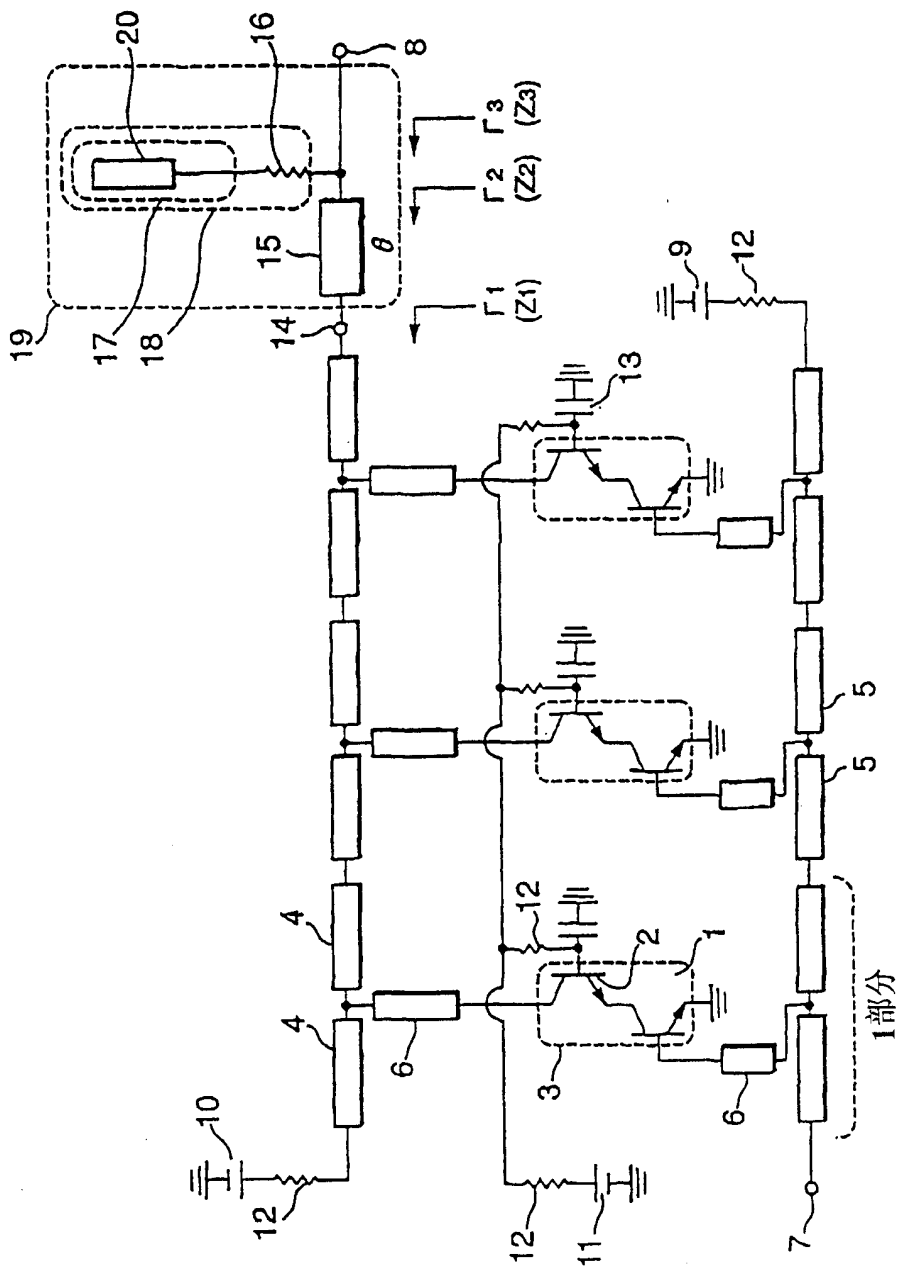


图3

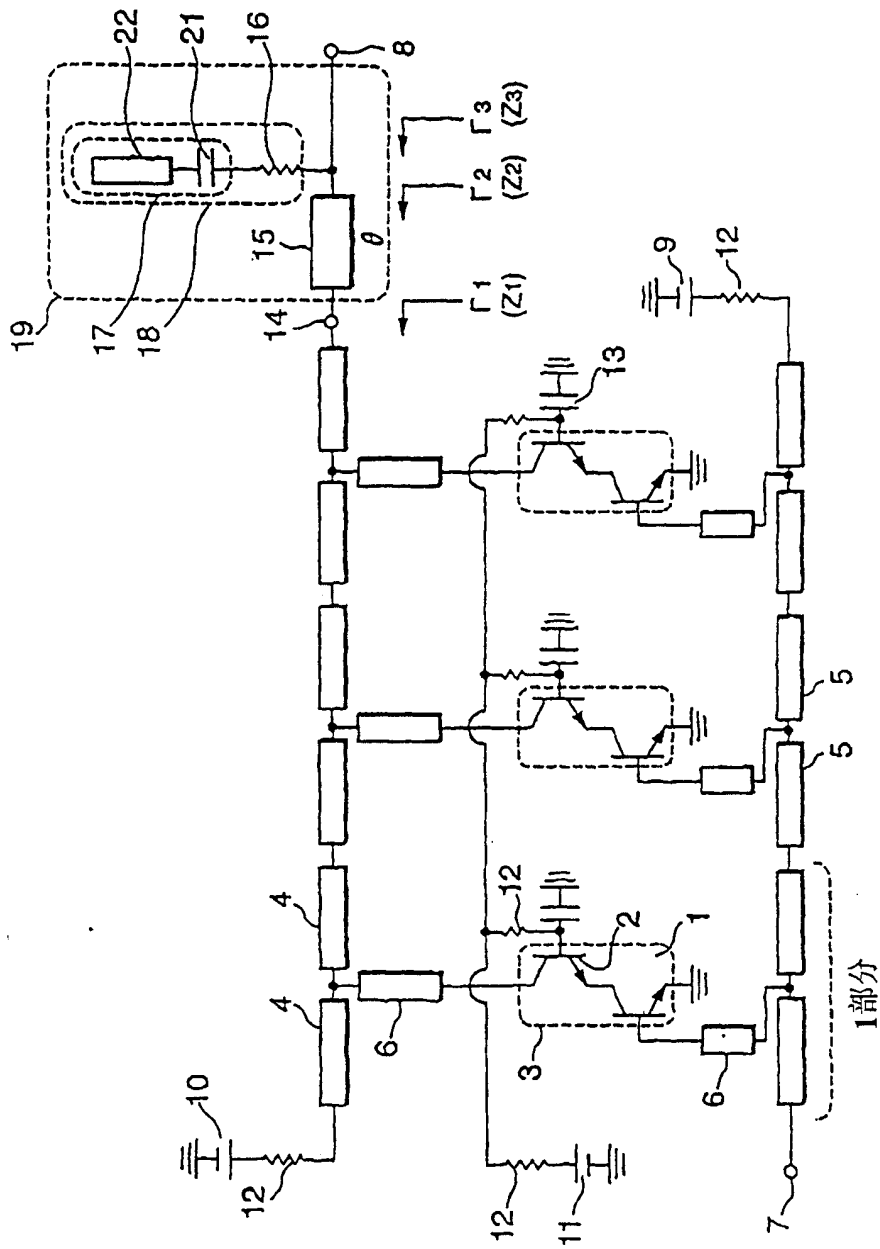


图4

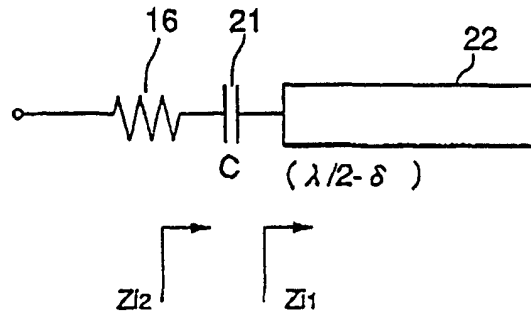


图5

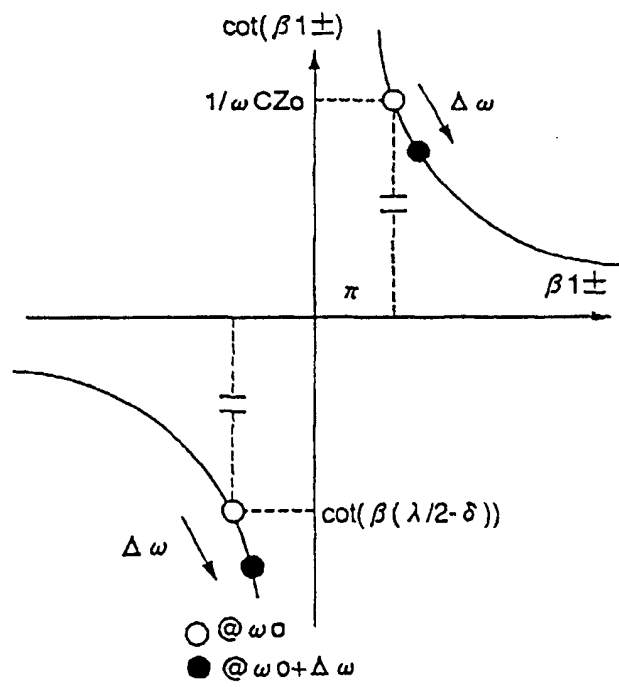
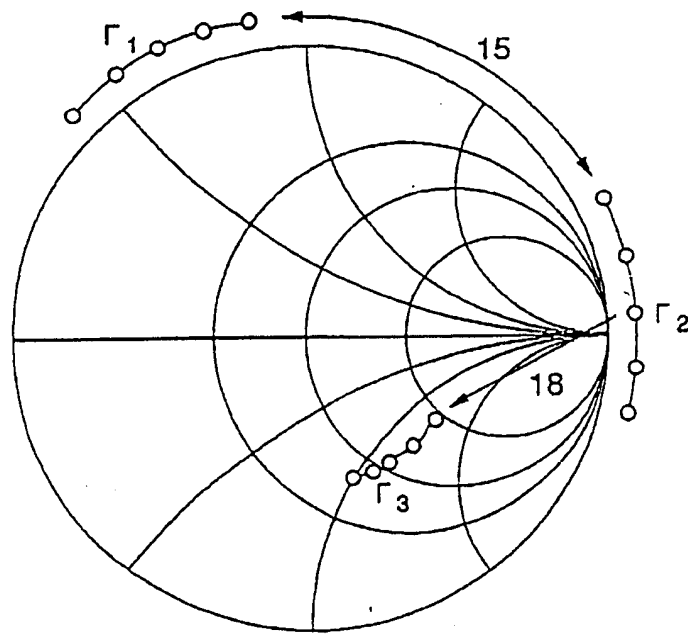


图6



freq=78~82GHz,1GHz step

图7

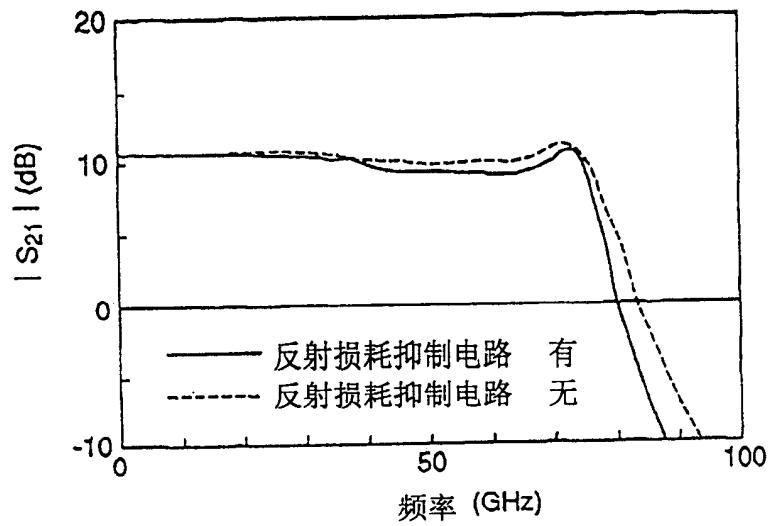


图8

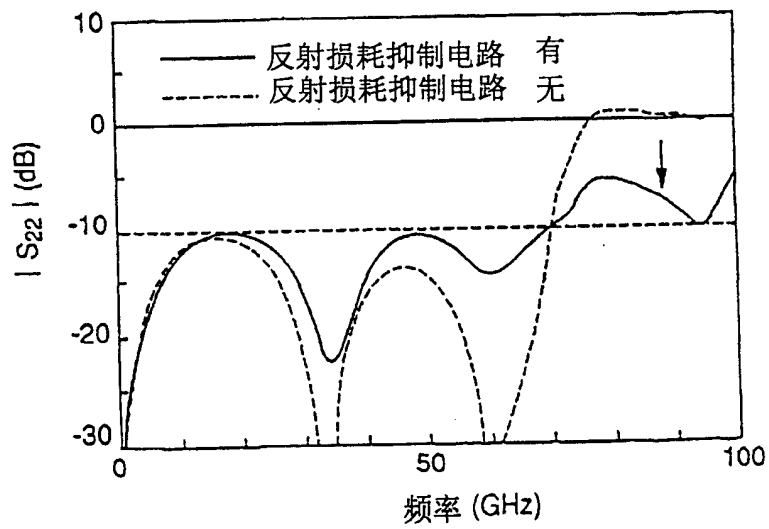


图9

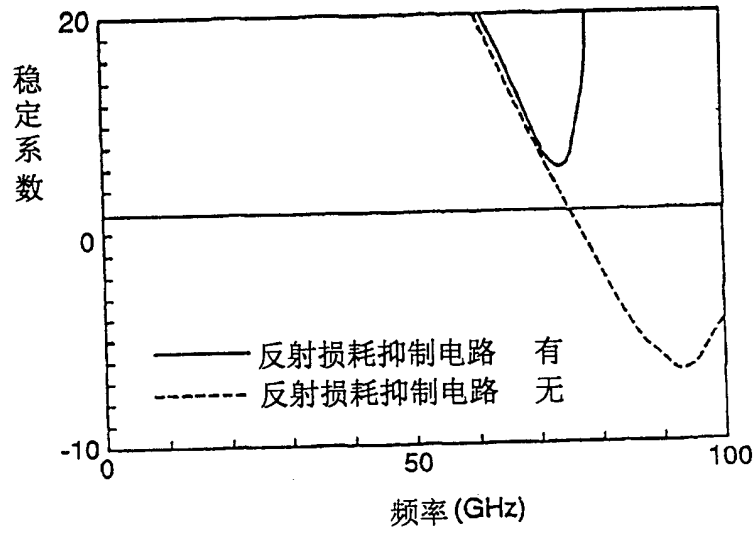


图10

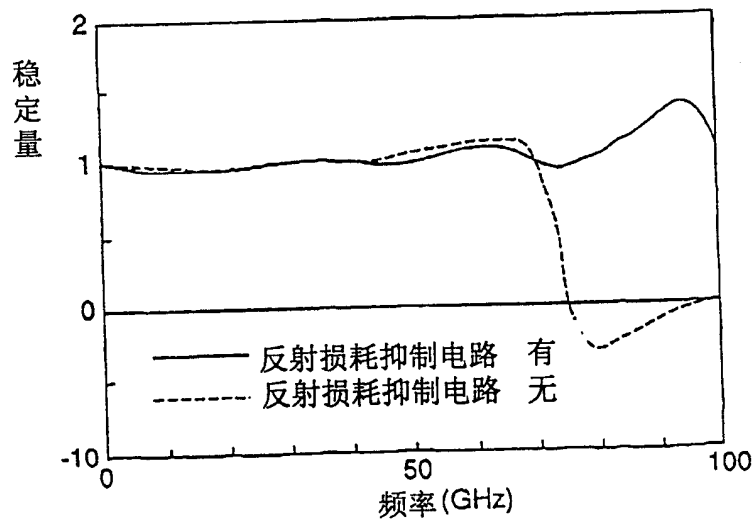


图11

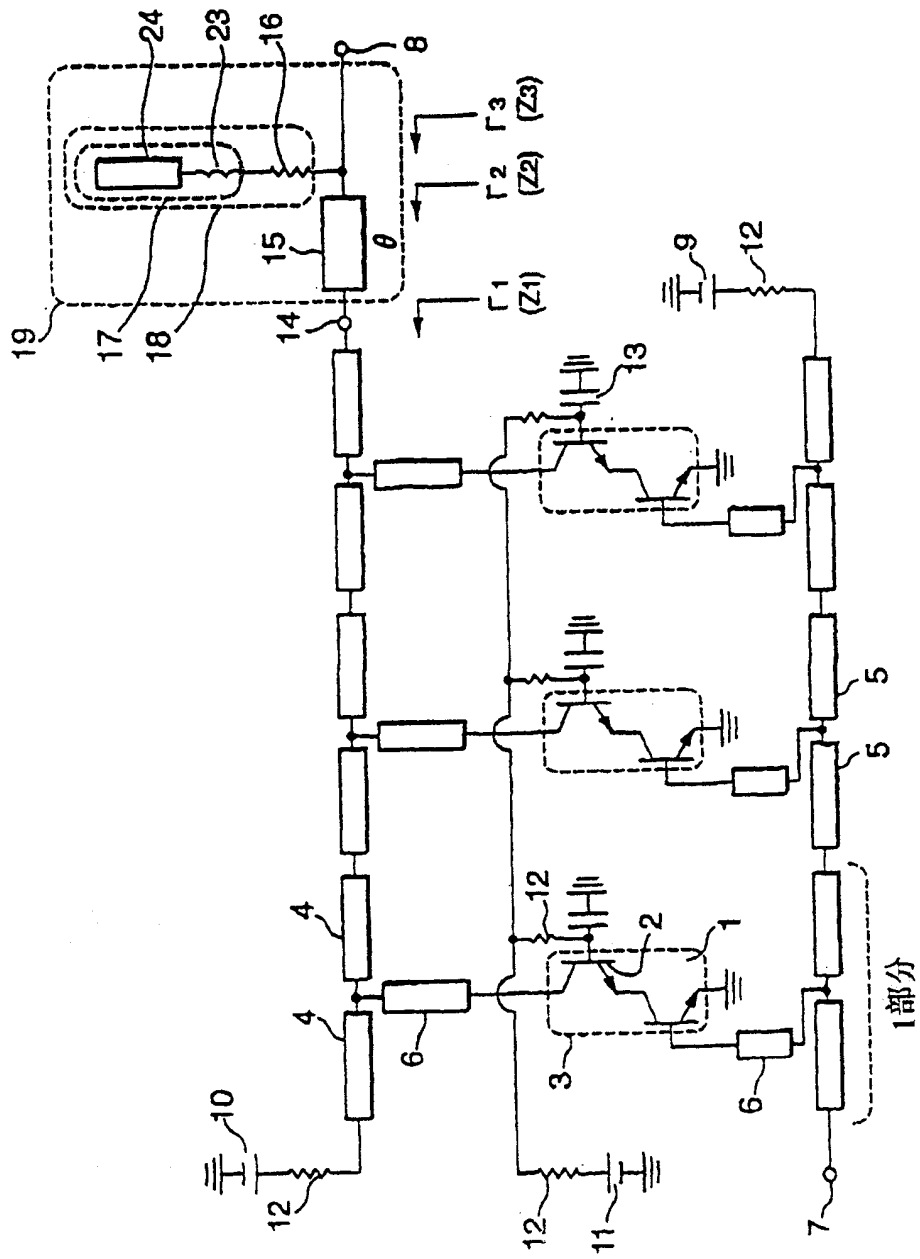


图12

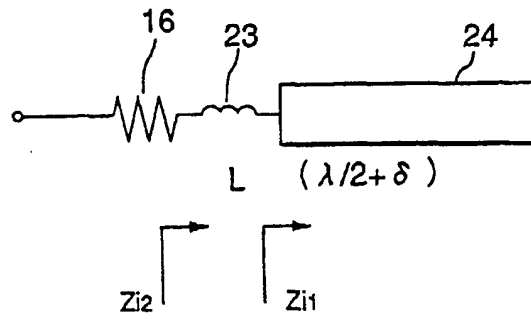


图13

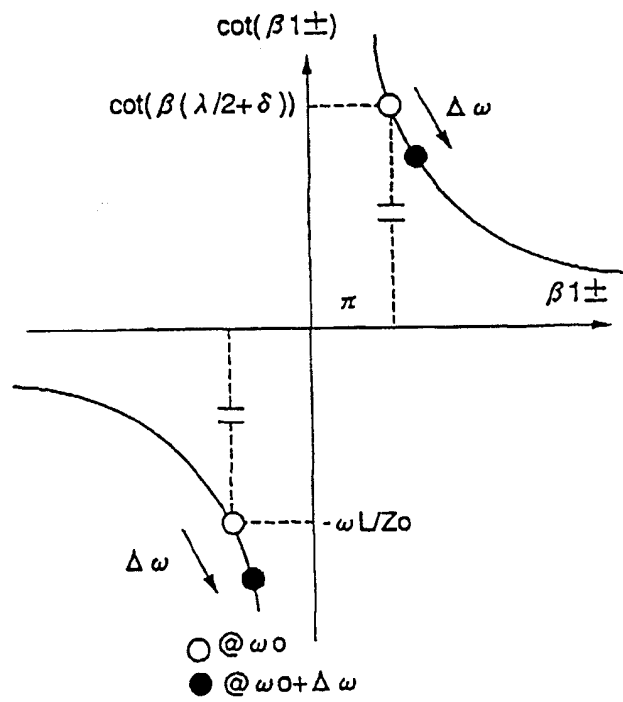


图14

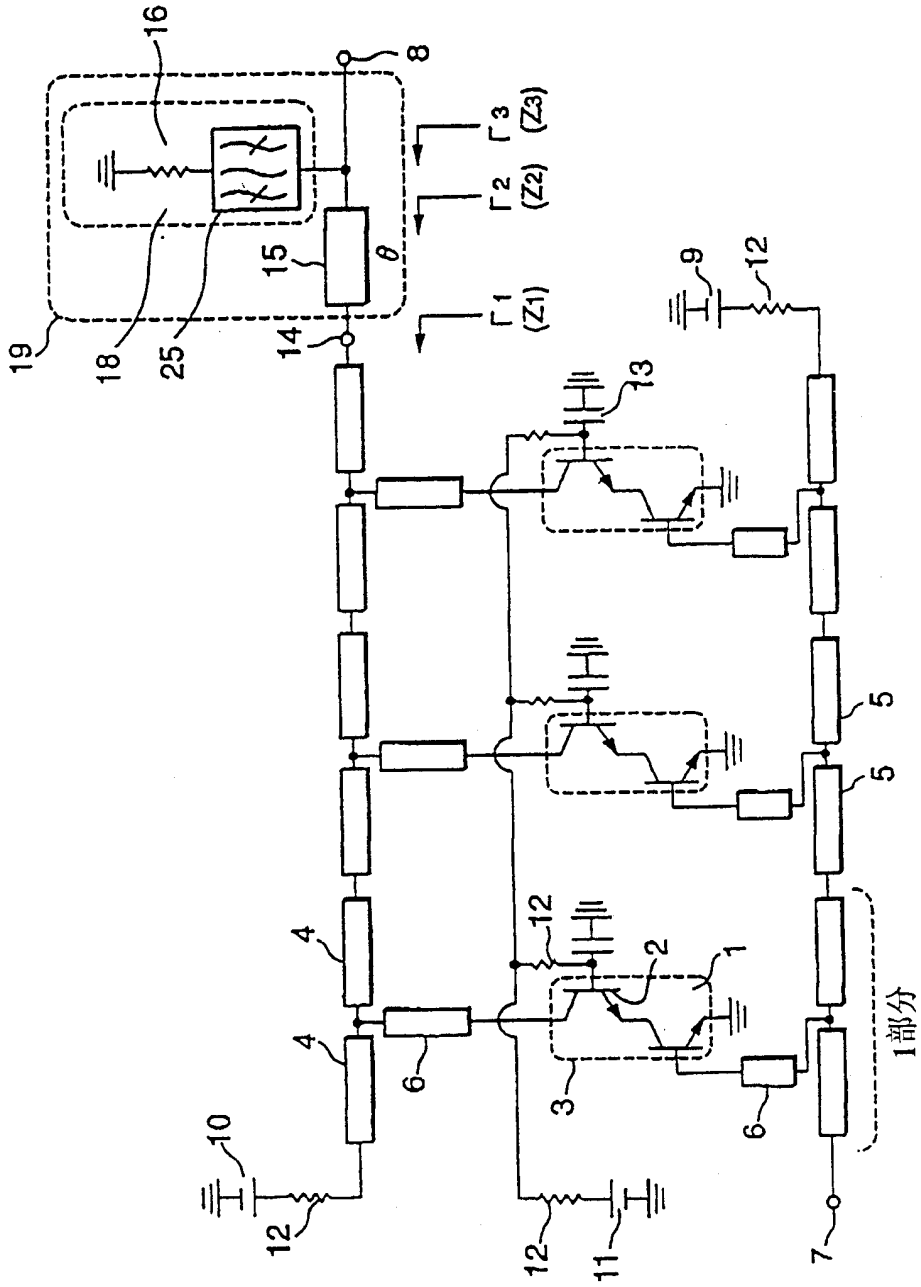


图15

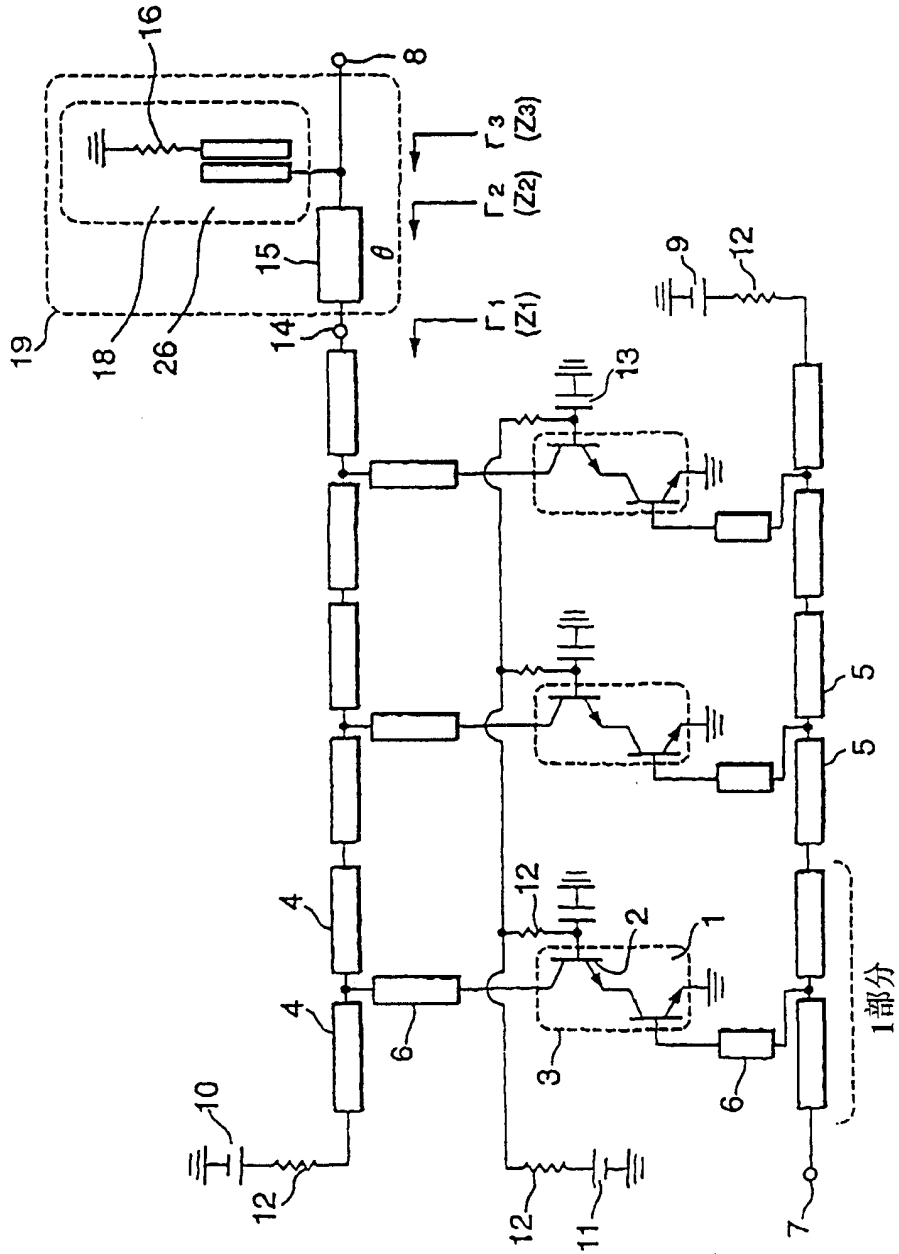


图16