



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105099376 B

(45)授权公告日 2018.01.23

(21)申请号 201510266552.1

(22)申请日 2015.05.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105099376 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(30)优先权数据

2014-107357 2014.05.23 JP

(73)专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 金谷康

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 何立波 张天舒

(51)Int.Cl.

H03F 1/32(2006.01)

H03F 3/189(2006.01)

(56)对比文件

CN 103414435 A, 2013.11.27,

CN 103715997 A, 2014.04.09,

WO 9515613 A1, 1995.06.08,

CN 102257726 A, 2011.11.23,

CN 101019310 A, 2007.08.15,

US 2009297153 A1, 2009.12.03,

审查员 邱爽

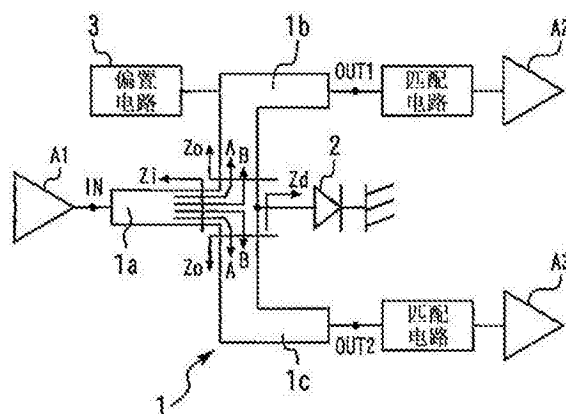
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

线性化电路

(57)摘要

本发明得到一种能够降低成本和插入损耗并提高成品率的线性化电路。分支电路(1)具有输入传输线路(1a)和输出传输线路(1b、1c)。输入传输线路(1a)连接在输入端子(IN)和分支点之间。输出传输线路(1b)连接在分支点和输出端子(OUT1)之间,输出传输线路(1c)连接在分支点和输出端子(OUT2)之间。二极管(2)的正极与分支点连接,负极接地。偏置电路(3)对二极管(2)进行偏置。



1. 一种线性化电路,其特征在于,具备:

分支电路,其具有输入传输线路、第一输出传输线路以及第二输出传输线路,其中,该输入传输线路连接在输入端子和分支点之间,该第一输出传输线路连接在所述分支点和第一输出端子之间,该第二输出传输线路连接在所述分支点和第二输出端子之间;

二极管,其具有负极和与所述分支点连接的正极;以及

偏置电路,其对所述二极管进行偏置,

Z_d 是所述二极管的阻抗,

Z_i 是从所述分支点观察的所述分支电路的输入阻抗,

Z_o 是所述分支电路的输出阻抗,

满足 $Z_d > \frac{Z_i Z_o}{2Z_i + Z_o}$ 。

2. 根据权利要求1所述的线性化电路,其特征在于,

还具备电感,该电感与所述二极管的所述负极连接。

3. 根据权利要求2所述的线性化电路,其特征在于,

还具备通路孔,该通路孔与所述二极管的所述负极连接。

4. 根据权利要求1所述的线性化电路,其特征在于,

还具备电阻,该电阻与所述二极管的所述负极连接。

5. 根据权利要求1所述的线性化电路,其特征在于,

所述二极管的所述正极与所述分支电路连接,连接点从所述输入传输线路的中央线的延长线偏移,所述偏移在所述输入传输线路的宽度的3倍的范围内。

线性化电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种与高频放大器连接并改善失真特性的线性化电路。

背景技术

[0002] 近年来,使用氮化物半导体(例如GaN)的晶体管的研究开发盛行,作为其应用例,有通信用高输出放大器。使用GaN的放大器与以往的化合物半导体(例如GaAs)相比能够高输出化。但是,由于从较低的输入功率起增益缓慢减小的GaN特有的软压缩(soft compression),尤其是AMAM特性(使输入电平增加时的输出电平特性)降低。

[0003] 因此,作为对AMAM特性进行补偿的模拟预矫正,使用利用了二极管的线性化电路(例如,参照专利文献1)。尤其是,GaN类的放大器MMIC的外延衬底价格高,因此优选电路结构小的线性化电路。

[0004] 专利文献1:日本特开2012-244545号公报

[0005] 但是,虽然是小型电路,但若将线性化电路与放大器简单地进行级联连接,则与不具有线性化电路的放大器相比,也无法避免电路面积的增加。因此,存在高价的外延衬底的使用面积增大、成本增大的问题。

[0006] 另外,GaN-MMIC中使用的线性化电路的二极管通常是肖特基势垒二极管。此时,对于二极管的单元尺寸,所期望的是单位正极宽度 W_{au} 较短、叉指数较多的单元。之所以如此,有如下2个理由。第一个理由是单位正极宽度 W_{au} 较短的线性化电路容易降低线性化电路的插入损耗。图12是表示线性化电路的AMAM特性的单位正极宽度 W_{au} 依赖性的图。可以看出,在单位正极宽度 W_{au} 为20 μm 的情况下,插入损耗最大。第二个理由是若使过大的电流流至正极金属,则在正电极中发生电迁移,因此,从可靠性的观点出发,对正极金属的电流容量存在限制。为了避免这种问题,需要尽量增加叉指数数量而降低针对每1根叉指的电流值。

[0007] 另一方面,决定单位正极宽度 W_{au} 的活性区域的边界在晶圆工艺中不易控制,单位正极宽度 W_{au} 的波动增大。尤其是,若单位正极宽度 W_{au} 较短,则相对于单位正极宽度整体的波动量显得较大,因此二极管特性存在较大波动,线性化电路特性的波动变大。相反,若单位正极宽度 W_{au} 较长,则相对于整体的波动量变小,因此特性波动变小。这样,从制造成品率的观点来看,期望单位正极宽度 W_{au} 较长。因此,具有在插入损耗与制造成品率之间发生权衡的问题。

发明内容

[0008] 本发明就是为了解决上述课题而提出的,其目的在于得到一种能够降低成本和插入损耗并提高成品率的线性化电路。

[0009] 本发明所涉及的线性化电路的特征在于,具备:分支电路,其具有输入传输线路、第一输出传输线路以及第二输出传输线路,其中,该输入传输线路连接在输入端子和分支点之间,该第一输出传输线路连接在所述分支点和第一输出端子之间,该第二输出传输线路连接在所述分支点和第二输出端子之间;二极管,其具有与所述分支点连接的正极、以及

接地的负极;以及偏置电路,其对所述二极管进行偏置。

[0010] 发明的效果

[0011] 在本发明中,输出侧电路为2个,因此与输出侧电路为1个的情况相比,分支电路的阻抗 Z_c 降低。因此,高频信号不易受到二极管的影响,能够降低二极管的插入损耗。因此,即使使用插入损耗容易变大的单位正极宽度 W_{au} 较长的二极管,也能够降低插入损耗。单位正极宽度 W_{au} 较长的二极管的特性波动较小,制造成品率较高。因此,根据本发明,能够降低插入损耗并提高成品率。

[0012] 另外,在竞赛(tournament)型结构的放大器中,在分支点附近,容易出现布局冗余。在本发明中,在分支点处设置线性化电路,因此能够在抑制电路面积增大的同时插入线性化电路。这样,不会增大高价的外延衬底的使用面积,因此能够降低成本。

附图说明

[0013] 图1是表示本发明的实施方式1所涉及的线性化电路的图。

[0014] 图2是对图1的线性化电路的一部分进行放大的图。

[0015] 图3是表示对比例所涉及的线性化电路的框图。

[0016] 图4是表示本发明的实施方式1所涉及的线性化电路的框图。

[0017] 图5是表示本发明的实施方式1所涉及的带有线性化电路的放大器的框图。

[0018] 图6是表示本发明的实施方式2所涉及的线性化电路的图。

[0019] 图7是表示本发明的实施方式2所涉及的线性化电路的AMAM特性的图。

[0020] 图8是表示本发明的实施方式3所涉及的线性化电路的图。

[0021] 图9是对本发明的实施方式4所涉及的线性化电路的一部分进行放大的图。

[0022] 图10是表示本发明的实施方式4所涉及的线性化电路的AMAM特性的图。

[0023] 图11是表示本发明的实施方式4所涉及的带有线性化电路的放大器的图。

[0024] 图12是表示线性化电路AMAM特性的单位正极宽度 W_{au} 依赖性的图。

[0025] 标号的说明

[0026] 1 分支电路

[0027] 1a 输入传输线路

[0028] 1b、1c 输出传输线路

[0029] 2 二极管

[0030] 3 偏置电路

[0031] 4 通路孔

[0032] 5 电感

[0033] 6 电阻

[0034] IN 输入端子

[0035] OUT1、OUT2 输出端子

具体实施方式

[0036] 参照附图,对本发明的实施方式所涉及的线性化电路进行说明。对相同或相对应的结构要素标注相同标号,有时省略重复的说明。

[0037] 实施方式1

[0038] 图1是表示本发明的实施方式1所涉及的线性化电路的图。图2是对图1的线性化电路的一部分进行放大的图。在前级的放大器A1与后级的放大器A2、A3之间插入有线性化电路。线性化电路的分支电路1具有输入传输线路1a和输出传输线路1b、1c。输入传输线路1a连接在输入端子IN和分支点之间。输出传输线路1b连接在分支点和输出端子OUT1之间，输出传输线路1c连接在分支点和输出端子OUT2之间。

[0039] 二极管2的正极与分支电路1的分支点连接，负极接地。在本实施方式中，在输入传输线路1a的中央线的延长线上连接有二极管2的正极。偏置电路3对二极管2进行正向偏置。二极管2的正极叉指2a与负极叉指2b交替配置。二极管2的活性区域的宽度是单位正极宽度 W_{au} 。

[0040] 高频信号一般具有在二分支的线路的内侧通过的性质。因此，在图中，与路径B相比，高频信号更容易通过路径A。通过路径A的高频信号在没有感受到二极管2的状态下通过。由于线性化电路而发生损耗的是高频信号通过路径B的情况。这种高频信号的路径依赖于以分支点为基点的阻抗。

[0041] 在二极管2的阻抗低于分支电路1的阻抗的情况下，即在满足式(1)的情况下，线性化电路的插入损耗变大。在此， Z_d 是二极管2的阻抗， Z_i 是从分支点观察输入传输线路侧时的阻抗， Z_o 是从分支点观察输出传输线路侧时的阻抗。

$$[0042] \quad Z_d < \frac{Z_i Z_o}{2Z_i + Z_o} \quad (1)$$

[0043] 另一方面，在二极管2的阻抗高于分支电路1的阻抗的情况下，即在满足算式(2)的情况下，一部分高频信号在没有感受到二极管2的状态下从输入传输线路1a向输出传输线路1b、1c穿过。因此，高频信号不易受到二极管2的影响，能够降低二极管2的插入损耗。

$$[0044] \quad Z_d > \frac{Z_i Z_o}{2Z_i + Z_o} \quad (2)$$

[0045] 图3是表示对比例所涉及的线性化电路的框图。图4是表示本发明的实施方式1所涉及的线性化电路的框图。在对比例中，输出侧电路为1个，而在本实施方式中，输出侧电路为2个。因此，如式(3)所示，与对比例相比，在本实施方式中，分支电路1的阻抗 Z_c 变低。因此，高频信号不易受到二极管2的影响，能够降低二极管2的插入损耗。

$$[0046] \quad Z_c = \frac{Z_i Z_o}{Z_i + Z_o} > \frac{Z_i Z_o}{2Z_i + Z_o} \quad (3)$$

[0047] 因此，即使使用插入损耗容易变大的单位正极宽度 W_{au} 较长的二极管2，也能够降低插入损耗。单位正极宽度 W_{au} 较长的二极管2的特性波动较小，制造成品率较高。因此，根据本实施方式，能够降低插入损耗并提高成品率。

[0048] 图5是表示本发明的实施方式1所涉及的带有线性化电路的放大器的图。在放大器A1~A3等构成为竞赛(tournament)型的情况下，在分支点附近容易出现布局余量。在本实施方式中，在该分支点处设置线性化电路，因此能够在抑制电路面积增大的同时插入线性化电路。因此，不会增大高价的外延衬底的使用面积，从而能够降低成本。另外，能够使带有

线性化电路的放大器的设计变得容易。此外,为了使晶体管平衡地动作,也可以使电路图案不对称。另外,为了调整阻抗,也可以在分支点与正极之间插入传输线路、电阻等无源元件。若能够施加负电压,则也可以将负极与分支点连接,将正极接地。此外,偏置电路3不限于能够进行正向偏置的电路,还可以是能够进行反向偏置的电路。另外,偏置电路3还包括并非具备电源端子,而是经由电阻、电感进行接地的电路。

[0049] 实施方式2

[0050] 图6是表示本发明的实施方式2所涉及的线性化电路的图。二极管2的负极经由通路孔4而接地。在高频带中,无法忽略通路孔4的电感。因此,在本实施方式中,在二极管2的负极与地线之间连接电感5。并且,将通路孔4的电感设为LVH,将电感5的电感设为Lc,以满足式(4)的方式进行设计。

$$[0051] \quad Z_d + \omega(L_c + L_{VH}) > \frac{Z_i Z_o}{2Z_i + Z_o} \quad (4)$$

[0052] 图7是表示本发明的实施方式2所涉及的线性化电路的AMAM特性的图。将从二极管的负极到理想地线的电感成分作为参数。在衬底厚度为100μm的情况下,通路孔4的电感LVH为30pH左右。在将二极管2的负极与通路孔4直接连结的情况下,虽然通过损耗约为3dB,但特性变为,几乎无法取得在增益开始提高之后的动态范围。另一方面,在电感为150、200pH的情况下,能够在增益开始提高之后确保一定的动态范围。因此,例如,若需要200pH的电感,则由于通路孔4的电感为30pH,所以插入剩余170pH的电感5即可。在使用通常的SiC衬底形成的、衬底厚度为100μm的GaN-MMIC的情况下,例如若为10GHz频带,则能够用线路宽度为10μm、线路长度为250μm左右的微带线路实现170pH。此外,虽然未示出AMPM特性,但通过进行适当的匹配电路设计,可取得期望的特性。

[0053] 实施方式3

[0054] 图8是表示本发明的实施方式3所涉及的线性化电路的图。在二极管2的负极与地线之间连接有电阻6。通过包括该电阻6的电阻值在内而进行适当的匹配电路设计,可取得期望的特性。其他结构以及效果与实施方式1相同。

[0055] 实施方式4

[0056] 图9是对本发明的实施方式4所涉及的线性化电路的一部分进行放大的图。二极管2的正极与分支电路1连接,连接点从输入传输线路1a的中央线的延长线发生偏移,该偏移在输入传输线路1a的宽度W的3倍的范围以内。

[0057] 图10是表示本发明的实施方式4所涉及的线性化电路的AMAM特性的图。设为偏移量Δ与输入传输线路1a的宽度W相同。可知,输出端子OUT2处的增益与输出端子OUT1相比高约1dB。

[0058] 图11是表示本发明的实施方式4所涉及的带有线性化电路的放大器的图。在这种竞赛型3级放大器中,内侧的通常难以散热。因此,放大器A3的增益与放大器A2相比有所不足,放大器A2、A3存在不平衡地动作的倾向。由于是上下对称的电路,所以下侧的放大器也是同样的。

[0059] 另外,该不平衡连锁至第3级,第3级中的不平衡程度进一步变大。对此,通过使分支电路1的图案不对称,从而能够调整向放大器A2、A3的输入功率,使它们平衡地动作。但

是,对于不对称的分支电路1的图案,若不进行耗时的电磁场分析,则无法得知特性,存在开发周期加长的问題。对此,根据本实施方式,仅通过使二极管2的连接位置偏移,就能够调整输入功率,因此能够容易地使晶体管平衡地动作。此外,在本实施方式中,仅使二极管2的连接位置偏移,但除此之外还可以将电路图案设为不对称。

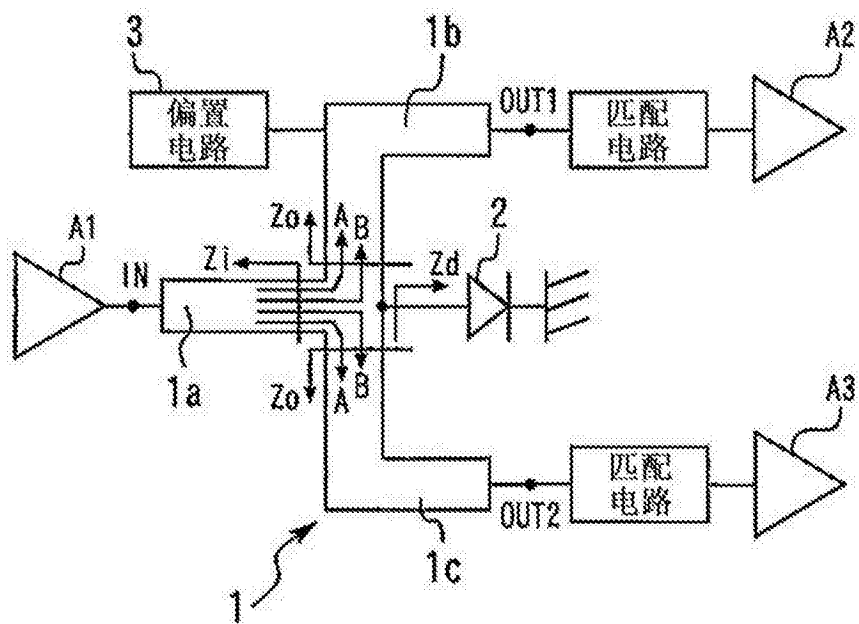


图1

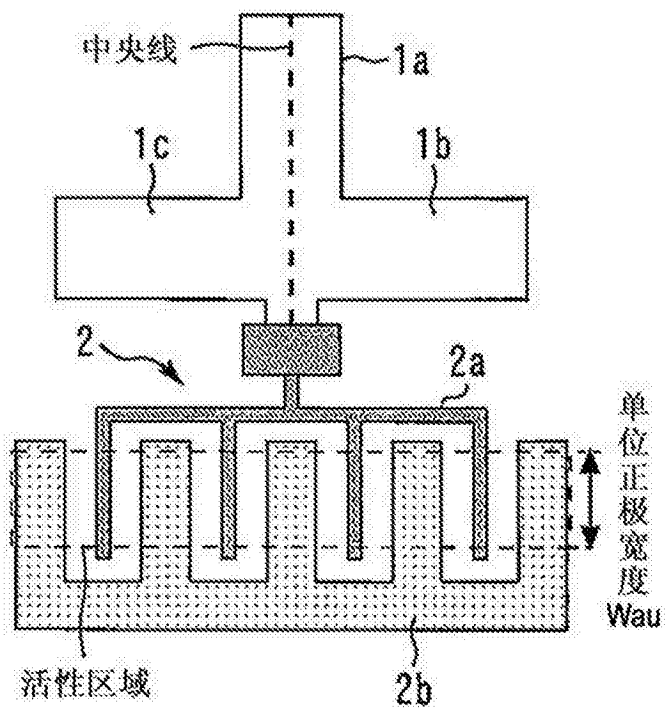


图2

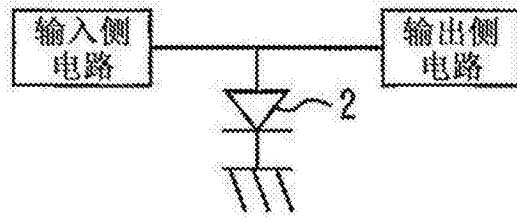


图3

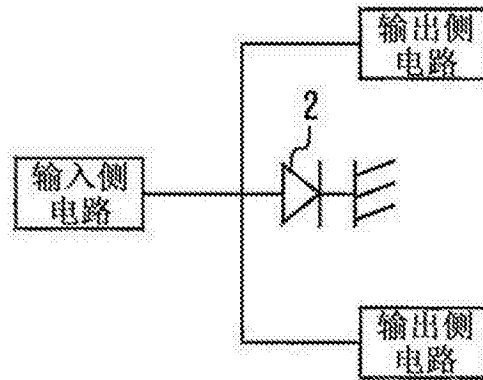


图4

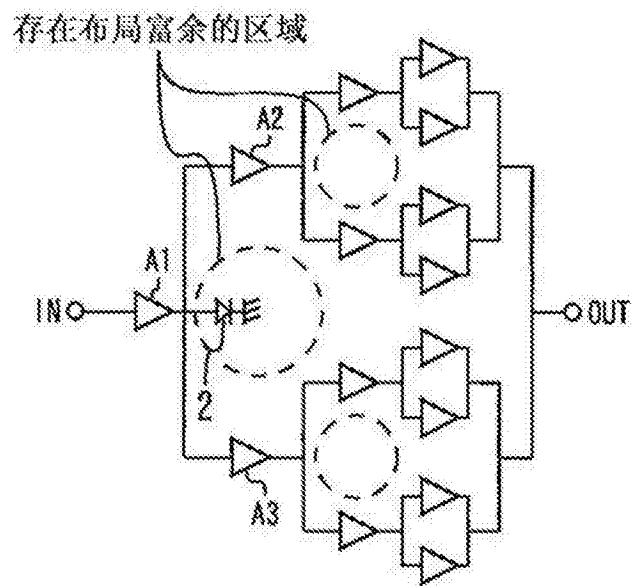


图5

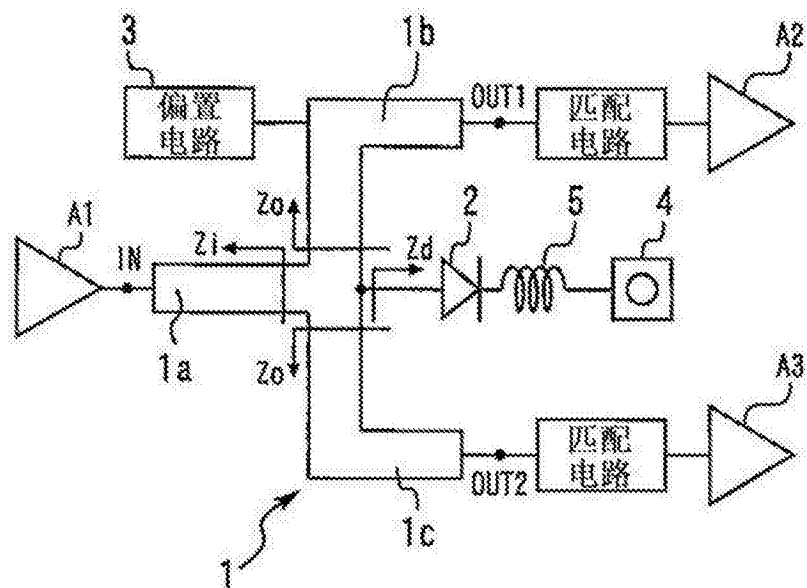


图6

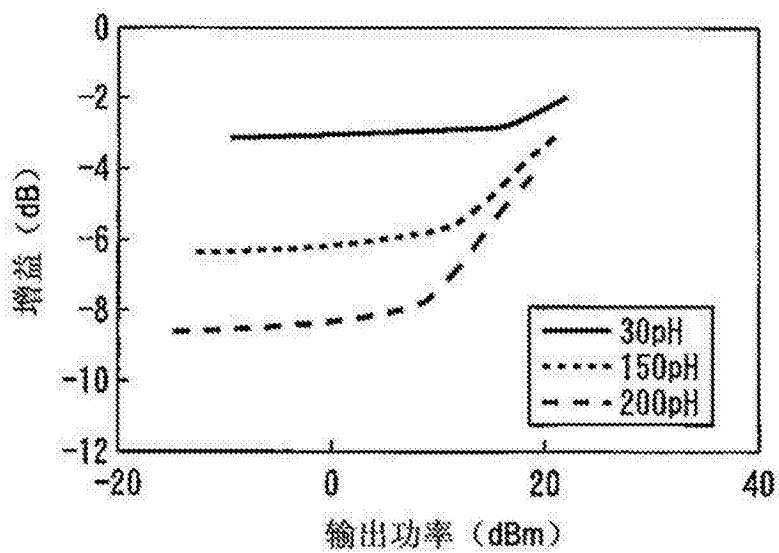


图7

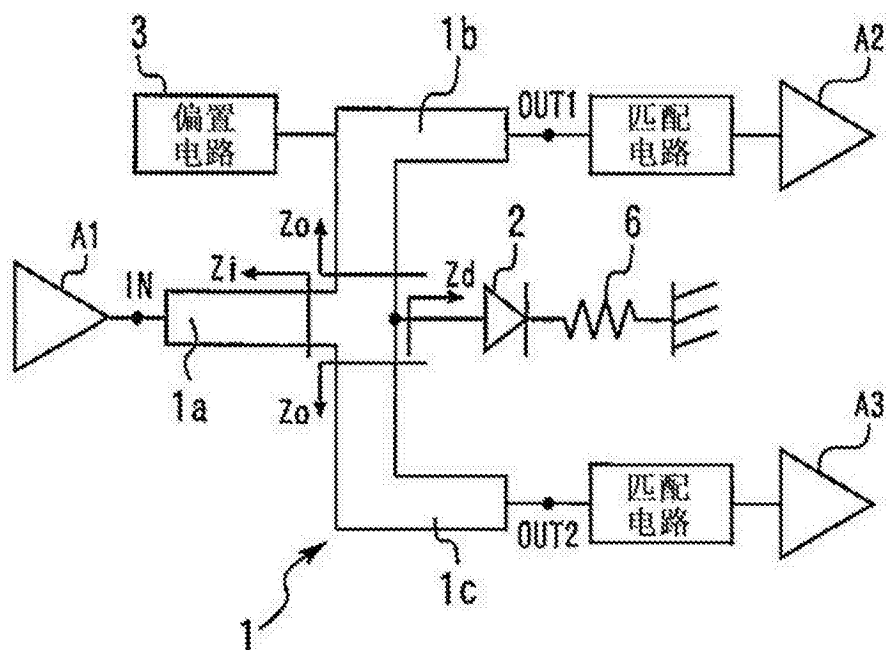


图8

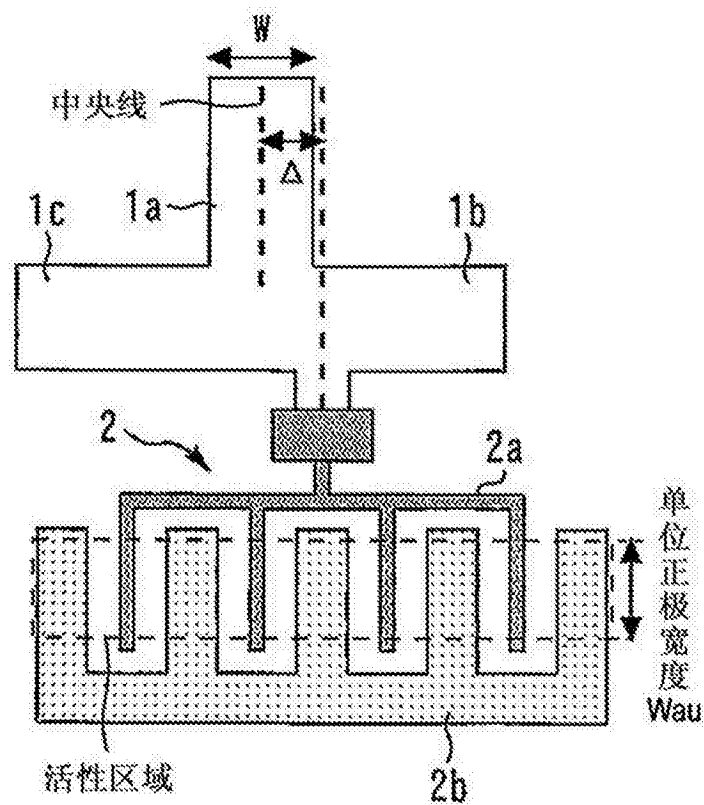


图9

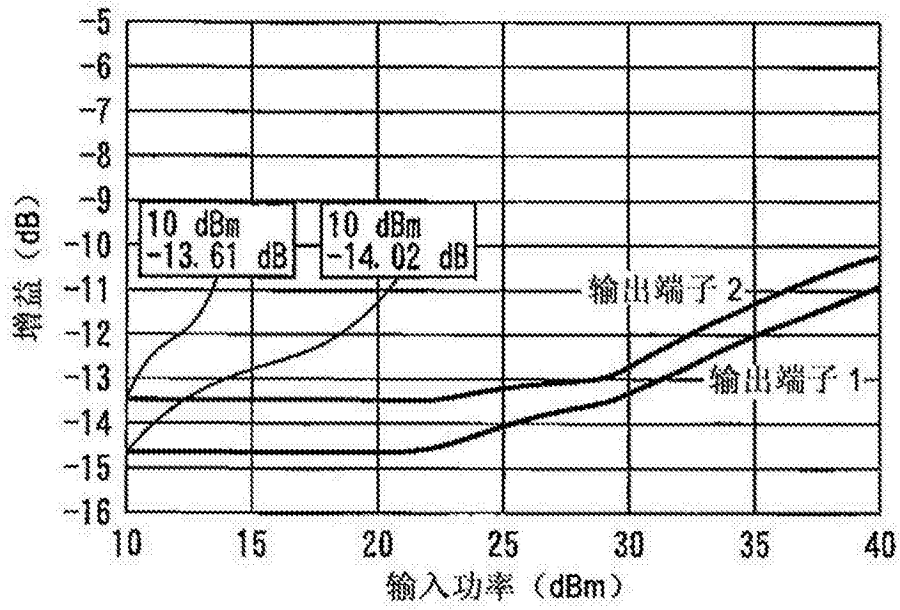


图10

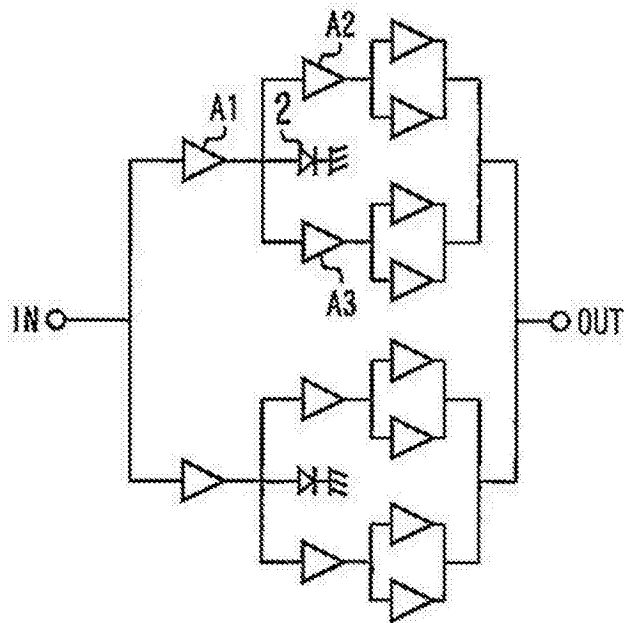


图11

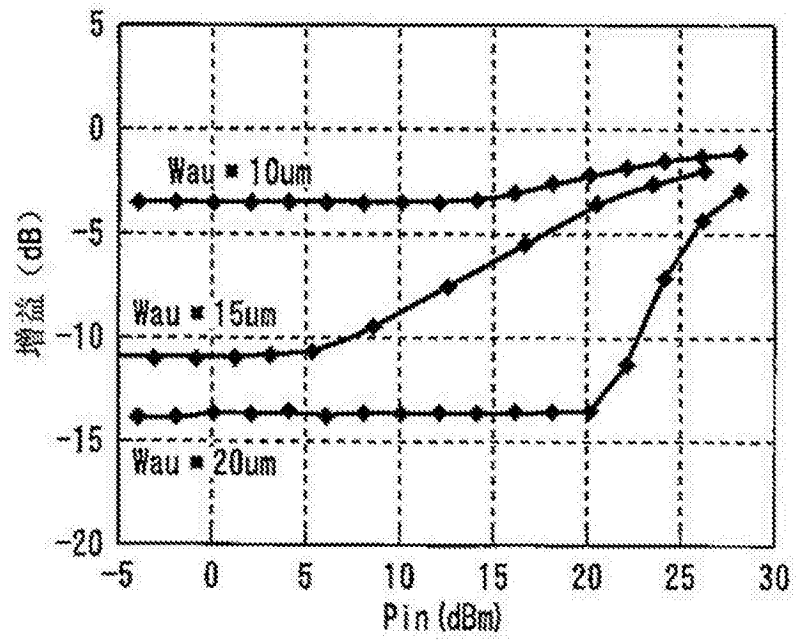


图12