



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95190510.4

[45] 授权公告日 2003 年 1 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1097897C

[22] 申请日 1995.4.20 [21] 申请号 95190510.4

[30] 优先权

[32]1994.4.21 [33]US [31]08/230916

[86] 国际申请 PCT/US95/05139 1995.4.20

[87] 国际公布 WO95/29542 英 1995.11.2

[85] 进入国家阶段日期 1996.2.2

[73] 专利权人 艾利森公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 K·B·林达尔

审查员 冯晓明

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

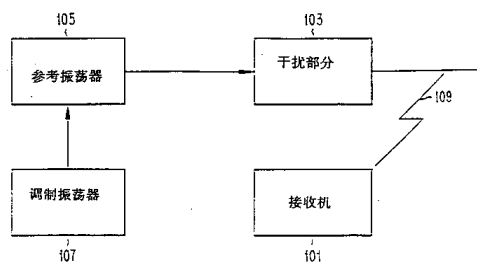
代理人 董巍 马铁良

权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 8 页

[54] 发明名称 降低电子设备中来自振荡器的干扰

[57] 摘要

在一台包括参考振荡器和产生在接收机带宽内具有频谱成分的干扰信号的干扰部分的电子设备中,参考振荡器为干扰部分提供参考振荡信号,干扰信号从该参考振荡信号获得。通过用正弦波来对参考振荡信号进行角度调制以产生载波幅值减少和调制边带在接收机带宽之外的角度调制的干扰信号,在接收机带宽内的干扰信号的幅值减少。角度调制的干扰信号最好具有调制系数( $\beta$ ), ( $\beta$ ) 近似方程  $J_0(\beta) = 0$  的解,其中  $J_0$  是第一类贝塞尔函数。通过用正弦信号对参考振荡器实施直接频率调制以产生调制参考信号,然后把调制参考信号加到干扰部分;或者在参考振荡信号加到干扰部分前用正弦信号对参考振荡信号实施相位调制,也可以实现角度调制。当干扰信号在测量带宽内有干扰频谱成分时,通过使用象锯齿波调制信号这样的确定性非噪声调制信号来对干扰信号由其而来的时钟信号进行角度调制,干扰频谱成分的幅值就减少了。



1. 一种用于降低在接收机带宽内的干扰的方法，用于包括干扰部分的电子设备中，所述干扰部分从第一信号产生具有在接收机带宽内的频谱分量的干扰信号的，所述方法包括以下步骤：

5 用一确定性非噪声调制信号来对第一信号进行角度调制，由此使角度调制的干扰信号的调制边带在接收机带宽之外，同时干扰部分产生减少的载波幅值。

2. 按照权利要求1所述的方法，其中确定性非噪声调制信号是正弦信号。

10 3. 按照权利要求2所述的方法，其中角度调制干扰信号有一个调制系数 $\beta$ ， $\beta$ 满足关系 $J_0(\beta) < R$ ，其中 $R$ 是预定的调制载波幅值与未调制载波幅值的比。

4. 按照权利要求1所述的方法，其中确定性非噪声调制信号是对称方波。

15 5. 按照权利要求4所说的方法，其中对称方波的周期频率足够高；能使得角度调制的干扰信号的调制边带落在接收机带宽之外。

6. 按照权利要求4所说的方法，其中角度调制的干扰信号有一个调制系数 $\beta$ ， $\beta$ 满足关系 $(2/\pi\beta)\sin(\pi\beta/2) < R$ ，其中 $R$ 是预定的调制载波幅值与未调制载波幅值的比。

20 7. 按照权利要求1所说的方法，其中电子设备还包括为干扰部分提供第一信号的第一部分；和

对第一信号进行角度调制的步骤包括：

用确定性非噪声调制信号对第一部分实施直接频率调制以产生调制的第一信号；和

25 把调制的第一信号加到干扰部分以产生调制边带在接收机带宽之外的角度调制的干扰信号。

8. 按照权利要求1所说的方法，其中电子设备还包括为干扰部分提供第一信号的第一部分；和

对第一信号进行角度调制的步骤包括：

30 在把第一信号施加到干扰部分前，用确定性非噪声调制信号对第一信号进行相位调制，从而干扰部分产生调制边带在接收机带宽之外的角度调制的干扰信号。

9. 按照权利要求 8 所说的方法, 还包括把未调制的第一信号加到电子设备的非干扰部分的步骤。

10. 一种用于减少在接收机带宽内的干扰的方法, 用于一台包括干扰部分的电子设备中, 所述干扰部分用于产生由第一信号和含有在接收机带宽内的频谱成分的干扰信号构成的组合信号, 所述方法包括步骤:

用一确定性非噪声调制信号来对组合信号进行角度调制, 从而干扰部分产生调制边带在接收机带宽之外的、载波幅值减少的角度调制的干扰信号。

11. 按照权利要求 10 所述的方法, 其中确定性非噪声调制信号是正弦信号。

12. 按照权利要求 11 所述的方法, 其中角度调制干扰信号有一个调制系数  $\beta$ ,  $\beta$  满足关系  $J_0(\beta) < R$ , 其中  $R$  是预定的调制载波幅值与未调制载波幅值的比。

13. 按照权利要求 10 所述的方法, 其中确定性非噪声调制信号是对称方波。

14. 按照权利要求 13 所述的方法, 其中对称方波的周期频率足够高, 能使角度调制的干扰信号的调制边带落在接收机带宽之外。

15. 按照权利要求 13 所述的方法, 其中角度调制的干扰信号有一个调制系数  $\beta$ ,  $\beta$  满足关系式  $(2/\pi\beta) \sin(\pi\beta/2) < R$ , 其中  $R$  是预定的调制载波幅值与未调制载波幅值的比。

16. 按照权利要求 10 所述的方法, 其中角度调制组合信号的步骤包括用确定性非噪声调制信号对干扰部分实施直接频率调制, 从而干扰部分产生调制边带在接收机带宽之外的角度调制的干扰信号。

17. 按照权利要求 10 所述的方法, 其中角度调制组合信号的步骤包括在把组合信号加到电子设备的第一部分前对其用确定性非噪声调制信号进行角度调制, 从而干扰信号变成调制边带在接收机带宽之外的角度调制的干扰信号。

18. 按照权利要求 17 所述的方法, 其中还包括把未调制的组合信号加到电子设备的不产生干扰的部分的步骤。

19. 一种用于减少在测量带宽内的干扰的方法, 用于在一台包括干扰部分的电子设备中, 所述干扰部分从第一信号产生在测量带宽内有干扰频谱成分的干扰信号, 所述方法包括步骤:

使用调制信号来对第一信号进行角度调制，从而干扰部分产生在测量带宽内频谱成分减少的角度调制的干扰信号，减少的频谱成分比干扰频谱成分要小，其中：

调制信号是确定性非噪声波形，和

5 角度调制的干扰信号的调制带宽超出测量带宽。

20. 按照权利要求 19 所述的方法，其中调制信号是锯齿波。

21. 按照权利要求 20 所述的方法，其中在一定频率范围内选择锯齿波的频率，频率值范围的低限频率值大体上等于测量带宽，高限频率值大体上等于测量带宽的 1.5 倍。

10 22. 按照权利要求 19 所述的方法，其中对第一信号进行角度调制的步骤包括：

对产生第一信号的第一部分实施直接频率调制；和

用频率调制的第一信号代替第一信号加到干扰部分内的发射产生电路上，发射产生电路负责干扰信号的产生。

15 23. 按照权利要求 19 所述的方法，其中对第一信号进行角度调制的步骤包括：

对第一信号进行相位调制；和

将相位调制的第一信号代替第一信号加到干扰部分内的发射产生电路上，发射产生电路负责干扰信号的产生。

20 24. 按照权利要求 23 所述的方法，还包括把未调制的第一信号加到电子设备的非干扰部分上的步骤。

25. 一种用于减少在接收机带宽内的干扰的方法，用于在一台包括干扰部分的电子设备中，所述干扰部分产生由第一信号和含有在接收机带宽内的干扰频谱成分的干扰信号构成的组合信号，所述方法包括步骤：

25 用调制信号来对组合信号进行角度调制，从而产生角度调制的干扰信号，它在测量带宽内有减少的频谱成分，减少的频谱成分比干扰频谱成分要小；其中：

调制信号是确定性非噪声波形，和

角度调制的干扰信号的调制带宽超过测量带宽。

30 26. 按照权利要求 25 所述的方法，其中调制信号是锯齿波。

27. 按照权利要求 26 所述的方法，其中锯齿波的频率从频率值范围中选取，频率值的范围是低频率值基本上等于测量带宽而高频率值基本上等

于测量带宽的 1.5 倍。

28. 按照权利要求 25 所述的方法，其中角度调制组合信号的步骤包括对干扰部分进行直接频率调制。

29. 按照权利要求 28 所述的方法，其中角度调制组合信号的步骤包括  
5 对组合信号进行相位调制；

还包括取代组合信号而向电子设备中的第一部分施加相位调制的组合信号的步骤。

## 降低电子设备中来自振荡器的干扰

## 5 技术领域

本发明涉及电子设备中的振荡器和时钟，更具体地说涉及到用以降低来自振荡器和时钟的干扰电磁发射的方法和装置。

## 背景技术

10 现代电子设备大量依赖时钟和振荡器的使用。这类设备的例子有个人计算机、家用电子设备和用具（如今典型地包括微处理器和数字电路）、电话交换机，无线电设备（包括蜂窝电话），以及一切带有利用开关的电源的设备，所提到的只是一部分。

15 振荡器和时钟的一个特性是产生了干扰电磁能量发射，它不仅给附近的设备带来问题，还对与振荡器和时钟处于同一装置的周围电路带来问题。例如，通过发射频率是诸如待接收信道这类接收机易于受到干扰或者频率处于超外差式接收机的中频的干扰信号，在无线电接收机内部，周围电路的振荡器会在无线电接收机内部产生干扰。（本说明所用到“干扰”一词可指辐射干扰或者传导干扰。）在许多无线电设计中，所有的内部使用的振荡器频率都由一个单一的高精度参考振荡器而得到，这会产生振荡器的基波、谐波和次谐波频率上的干扰。解谐振荡器以避免干扰是不实际或者不可能的，因为振荡器的频率误差太大而不能达此目的。在蜂窝无线电和相关的基地台以及大量其他无线电设计时经常如此。

25 1993年11月16日授予Cahill的美国专利申请NO.5,263,055中公开了一种已知的降低无线电发射机中时钟信号产生的谐波干扰的问题的解决方案。这项发明展示了频率扩展信号发生器和信号调制器的应用。频率扩展信号由伪随机噪声发生器产生，具有白噪声特性。信号调制器用频率扩展信号调制时钟信号以产生一个包括调制谐波频率成份的调制时钟信号。这就导致相应于干扰滤波信号的谐波频率成分调制谐波频率成分的输出功率电平，在大于预定频带的频带中扩展，因此使得预定频带内的调制谐波频率成份的输出功率电平降低。

30 1986年5月14日公布的日本专利文献NO.61-95651公开了一种极类似于Cahill专利的系统。在无线电接收机内，一个用来作为接收机时序信号

的中心频率为  $f_0$  的参考信号受到调制源输出的噪声信号的角度调制。当待接收信号的中心频率比参考信号频率  $f_0$  足够大时，造成中断  $s$  的  $n$  次谐波的频谱展开很宽，并且显著地减少了干扰。

5 Cahill 和日本专利文献所公开的上述技术所带来的一个问题是使用噪声信号来展开参考信号的谐波并未提供彻底消除接收机带宽内所有边带的能力。（在这里，接收机带宽是指在指定信道频率附近的频带，其中当接收机调谐到此信道时，该频带内的干扰信号会损害接收。）充其量，这些边带多少能有所减少，减少的数量等于接收机带宽与扩展带宽的比值。

10 这些系统的另一个缺点在于，噪声发生器本身复杂难以实现，使得电路的设计和制造更昂贵。

在包括带有确定的固定频率的振荡器和时钟的其它类型的电子设备中，会产生类似的干扰发射问题。在这类设备中，经常有这样的情况，大量其他信号从时钟或振荡器信号以这样的方式而得到，即干扰发射以线谱的形式产生，覆盖一个大的带宽。发射的频谱中的主要成分经常是时钟频率的倍数或者时钟频率次谐波的倍数。各成分的精确位置和幅度会随设备的状态而改变，但主线（**dominant lines**）仍然存在。

15 由于潜在的多种基于时钟和基于振荡器的系统间并存的问题，这类设备应该满足有关电磁匹配（EMC）的国家标准和国际标准。这些标准定义了任一电磁设备允许辐射的电磁辐射的最大值。根据技术标准，干扰发射经常使用带宽为 120KHZ 的准峰值检测器来测量。发射的频谱中的线（**line**）给出了来自检测器与其幅度相对应的输出。如果多条线在检测器的带宽之内，那么输出近似为它们的幅度之和。

25 在电子电路中，干扰发射通常通过仔细地设计电路板、解耦和屏蔽，使用平衡线路、低电平以及其他公知的设计原理被限制在最高限之下。然而，这些技术通常不足以把干扰发射降到一个可以接受的水平。

因此，需要提供一个能够把有害时钟和振荡器电磁能发射降低到一定程度以避免干扰其他附近电路和仪器的方法和装置。

另外，需要提供一个把干扰时钟和振荡器的电磁能发射降低到一定程度以满足与此发射有关的各种国家标准和国际标准的方法和装置。

30 发明方案概述

本发明的一个方面在一台包括参考振荡器和干扰部分的电子装置中得到应用，干扰部分产生一个在接收机带宽内具有频谱成分的干扰信号，参

考振荡器给由其获取干扰信号的干扰部分提供参考振荡信号。按照本发明，在接收机带宽内的干扰信号的幅值通过把参考振荡信号和一个正弦调制信号进行角度调制而降低了，从而，干扰部分产生一个具有调制边带在接收机带宽之外的角度调制干扰信号和在接收机带宽之内降低的载波成分。

在本发明的一个优选实施例中，正弦调制干扰信号具有调制系数 $\beta$ ， $\beta$ 接近于方程 $J_0(\beta) = 0$ 的解，式中 $J_0$ 是第一类贝赛尔函数。 $\beta$ 的一个期望值可以是足以将调制的干扰信号的载波电压降低到以产生接收机干扰能够被接受的水平的一个值。选择调制信号频率以便使调制边带落在接收机带宽之外。接收机带宽之外的调制频率可用于落在带宽内任意处的干扰载波。如果载波恰好落在带宽中心的话，带宽的一半就足够了。

通过用正弦调制信号对参考振荡器进行直接频率调制来产生调制参考信号，然后把调制参考信号加到干扰部分以产生频谱成分在接收机之外的角度调制干扰信号，就可以实现角度调制。可选地，角度调制可以通过在先于把参考振荡信号施加到干扰部分之前用正弦调制信号对其进行角度调制来完成，于是干扰部分产生调制边带在接收机带宽之外的角度调制干扰信号。使用后一方法时，未调制的参考振荡信号可以加到电子装置的非干扰部分。当需要给非干扰部分提供未调制的信号时，这一点是有用的。

本发明的另一方面在一台包括振荡器的电子装置中得到应用，振荡器产生在测量带宽内具有干扰频谱成分的干扰信号。根据本发明，可以选择降低干扰，即通过使用确定的非噪声调制信号，例如锯齿波调制信号，来对干扰信号从其获得的时钟信号进行角度调制，这样就使得干扰信号变成在测量带宽内具有减少的频谱成分的角度调制信号，减少的频谱成分比干扰频谱成分要小。

对产生出干扰信号的时钟信号进行角度调制的步骤可以包括：对参考时钟实施直接频率调制来产生参考时钟信号，然后将其作为时钟信号的替代加到电子装置内的发射产生电路上，发射产生电路负责产生干扰信号。可选地，对产生出干扰信号的时钟信号进行角度调制的步骤可以包括：对时钟信号角度调制，然后将角度调制的时钟信号作为时钟信号的替代施放到电子装置内的发射产生电路上，发射产生电路负责产生干扰信号。

根据本发明的这一方面的一个实施例，角度调制干扰信号的调制带宽超出测量带宽之外。

而在本发明的另一方面中，其中时钟电路本身产生了一个包括干扰信号和所需时钟信号的组合信号，如前所述对组合信号进行角度调制，就可以减少干扰。

#### 附图简述

5 通过阅读如下的具体描述连同附图，就可以理解本发明的目的和优点，其中：

图 1 是包括根据本发明第一方面的第一实施例的电子设备的方框图；

图 2a-b 是在用和不用根据本发明第一方面的技术时电路产生的发射电平的图示比较；

10 图 3 是根据本发明第一方面的另一实施例的框图；

图 4 是包括根据本发明第二方面的实施例的电子设备的框图；

图 5a - b 是在用和不用根据本发明第二方面的技术时电路产生的发射电平的图示比较；

图 6 是根据本发明第二方面的另一实施例的框图；

15 图 7 是根据本发明的一个实施例的经过锯齿波调制的时钟信号的图示；

图 8a-d 是表示应用各种创造性的技术时试验的经验结果的图示；

图 9 是现有技术角度调制电路的图解。

#### 具体实施方式详细描述

20 现在就一些实施例来描述本发明的若干方面。首先给出能减少来自振荡器的无线电接收机噪声的若干实施例；其次，将说明本发明的若干实施例能够把来自时钟和振荡器的干扰发射降到一定水平以满足与这类发射有关的国家和国际标准。在所有实例中，使用角度调制振荡器信号以达到减少干扰发射的目的。

25 现在参考图 1，示出了包括本发明第一个实施例的电子设备的框图。例如，该电子设备可以是包括接收机 101 的无线电设备。在这个例子中，需要防止可能是控制逻辑电路的干扰部分 103 在接收机 101 的接收频率上产生强干扰信号 109。为了本例的目的，假定接收频率是 422.4MHZ，干扰部分 103 使用取自以 12.8MHZ 的频率振荡的参考振荡器 105 的 6.4MHZ 的时钟信号。结果，干扰部分 103 有可能产生由时钟频率的 66 次谐波构成的干扰信号。本领域一般技术人员会明白，尽管参考振荡器 105 和干扰部分 103 是可以分离的部分，如所示的那样，但它们可以相互替代或是同一部分。

30

也就是说，参考振荡器也有可能产生在接收机带宽内造成干扰的干扰谐波。但是，仅仅是为了说明本发明的不同特征，下面的讨论把参考振荡器 105 和干扰部分 103 当成分离的实体来看待。尽管如此，这里讨论的原理和技术对参考振荡器本身产生有害干扰信号的情形同样适用。

5 根据本发明，对参考振荡器 105 实施角度调制，干扰信号急剧衰减。如图 1 所描述的那样，通过参考振荡器 105 的直接频率调制就实现了角度调制。在上述参考振荡器 105 和干扰部分 103 是一个或是在同一部分的情况下，本技术同样适用。频率调制振荡器技术在本领域是公知的，在此不作赘述。本技术领域一般技术人员会意识到，通过对参考振荡器 105 的输  
10 出实施相位调制，也可以实现同样的角度调制。在这两种情况下，选择调制信号是确定性非噪声信号（与具有白噪声特性的随机信号和伪随机信号相对），最好是正弦信号，它将产生一个具有调制系数的调制信号，该调制系数在接收频率处所引起的载频信号很小。选择诸如正弦波这样的确定性非噪声调制信号而不是具有白噪声特性的波形使得本发明在中心处于干  
15 扰谐波频率附近的某一带宽内得到较大的衰减。这是因为，可以利用正弦调制使所有的边带落在给定的带宽之外。比较起来，使用白噪声作为调制信号只允许与接收机带宽和扩展带宽的比率相等的衰减。这样，当选择了正确选择的调制信号时，用非常小的调制，本发明就可以得到明显的衰减。

应该选择正弦调制信号以使调制信号的调制系统接近于方程  $J_0(\beta)$   
20  $= 0$  的解，其中  $\beta$  是调制系数，而  $J_0$  是第一类贝塞尔函数。例如，在一个优选实施例中，选择调制系数  $\beta$ （比如，通过贝塞尔函数表）以使它满足关系  $J_0(\beta) \leq R$ ，其中  $R$  是调制信号的降低的载波电压值与未调制信号的载波电压值的期望比率。作为一个例子，如果  $R = 0.1$ （等效于减少 20dB），在干扰频率处满意的  $\beta$  值在 2.2 和 2.4 之间。本技术领域一般技  
25 术人员会明白， $R$  的可接受的值依赖于该特定接收机对干扰的灵敏度。并且，选择调制频率使调制边带在接收机频带之外产生。在图 1 所示的例子中，通过施加一个在 422.4MHZ 处调制系数为 2.4，调制频率为 60KHZ 的调制信号，应用调制振荡器 107 来调制参考振荡器 105 的输出时，干扰信号 109 将会减少，产生的调制边带在 8KHZ 的接收机带宽之外。衰减起因于这一事实：在某一调制系统时（例如在 2.4 左右），解调的载波频率处的  
30 调制信号的频谱成分消失。在 6.4MHZ 时的调制系数只有  $2.4/66=0.0364$ ，它如此之小以致于不能引起控制逻辑电路（即干扰部分 103）异常工作。

应该明白，在上述例子中选择 60KHZ 作为调制频率是任意的。可以使用高于接收机带宽的任何频率。例如，在上例中，8KHZ 的调制频率也是可以接受的。

图 2a 是说明在没有对振荡器调制时将产生的干扰信号 109 的图示，图 2b 是表示所发明的调制技术对于干扰信号 109 影响的图示。很显然，在接收频率处干扰信号的强度大大降低了。

如上描述的发明的另一实施例如图 3 所示。这里，所关心的仍然是干扰产生部分 103 将在接收机 101 的频率处产生干扰信号 109。但是，该电子设备还包括非干扰部分 301，希望为它直接从参考振荡器 105 提供一个非调制信号。因而，直接对参考振荡器 105 进行频率调制是不切实际的。为适应这种情况，参考振荡器 105 的输出被送到接收来自调制振荡器 107 的调制信号的相位调制器 303。在图 9 中示出了常规相位调制器电路的一个例子。对本领域的普通技术人员来说对信号进行相位调制的技术是公知的，在此不进一步解释了。如上所述，调制信号相对图 1 来确定。相位调制器 303 的输出供给干扰部分 103。在这种构造下，只需要为那些产生干扰信号的部分提供调制时钟信号。其它不产生干扰或不能承受调制信号的部分可以接收如图所示的未调制时钟信号。

图 3 所示的相位调制的应用也适用于振荡器 105 本身负责产生干扰信号的情形。相位调制时钟信号将广泛分布于装置的其他部分。在这种情况下，就有必要另外应用公知的设计原则来减少振荡器 105 和相位调制器 303 之间所散发的干扰。

前面所说的实施例提到使用正弦波作为调制信号。但是，也可以根据这里提供的思想，而采用不同的确定性非噪声波形，比如方波，来设计电路。例如，如 P. F. Panther 的《调制噪声和谱分析》（这里引作参考文献）257-260 (McGraw Hill 1965) 所阐明的，用方波进行频率调制的载波傅里叶系列由下式给出：

$$\begin{aligned}
 e(t) &= A_c \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{2\beta}{\pi(\beta^2 - n^2)} \cdot \sin(\beta - n) \frac{\pi}{2} \cdot \cos(\omega_c + n\omega_m) t \\
 &= \frac{2A_c}{\pi\beta} \sin \frac{\pi\beta}{2} \cos \omega_c t && \text{(载波)} \\
 &+ \frac{2\beta A_c}{\pi(\beta^2 - 1^2)} \cdot \cos \frac{\beta\pi}{2} [\cos(\omega_c - \omega_m) t - \cos(\omega_c + \omega_m) t] && \text{(第一边带对)} \\
 &- \frac{2\beta A_c}{\pi(\beta^2 - 2^2)} \cdot \sin \frac{\beta\pi}{2} [\cos(\omega_c - 2\omega_m) t + \cos(\omega_c + 2\omega_m) t] && \text{(第二边带对)}
 \end{aligned}$$

在上述等式中设  $\beta = 2$ ，可以发现载波的幅值消失。一般而言，应该选择调制系数  $\beta$  满足关系式  $(2/\pi\beta) \sin(\pi\beta/2) \leq R$ ，其中  $R$  是调制载波幅值与未调制载波幅值的预定比值。 $R$  的确切值依赖于要设计的特定电路的需要。使用一个足够大  $\omega_m$  的调制使边带落在接收机带宽之外。

5 因此，根据本发明前面所说的方面，有可能避免用其它方法难以避免的干扰。小巧而紧凑的设计可以较低的成本和较少的重量来完成，因为所必需的屏蔽和去耦减少了。与前述的干扰相关的问题可以在电子设备发展阶段的后一阶段解决，这就节省了时间。并且，不是一个频率改善，而是在所有的频率处，调制系数足够接近于，举例来说，2.4 以提供所期望的干扰衰减。这一点很重要，因为来自数字电路的干扰经常是以较低时钟频率谐波的形式存在，从而在接收机调谐带宽内造成在若干信道的干扰。

10 根据本发明的第二方面，对电子设备中的参考时钟信号实施角度调制以把干扰电磁发射减少到一定水平使电子设备能够满足与这类发射有关的国家标准和国际标准。如上面所解释的那样，这类标准规定了可以容忍的来自电子设备的电磁发射的最大值。

现在讨论图 4，图中示出了解决这个问题的本发明的一个实施例。这里，电子设备 400 包括一个提供供发射产生电路 407 使用的时钟信号的振荡器 401。根据本发明，通过相位调制器 403 对振荡器 401 的输出实施相位调制。可选地，以前面就图 1 所说的方式通过对振荡器 401 直接实施频率调制也可以完成角度调制。任两种情况之一下的调制波形是确定性非噪声波形，最好是锯齿波，在本实施例中它由调制波形发生器 405 来提供。使用诸如锯齿波的确定性非噪声波形而不是白噪声信号提供了一些益处，包括产生调制波形大为简化这一事实。例如，仅仅通过积分恒定的电压并且周期性地对输出复位就可以产生锯齿波了。

25 这种设计的有效性是基于大调制系数的锯齿频率调制信号有一个在调制频率扫描宽度内接近相等的幅值成分的频谱。调制信号的各个频谱成分的功率级大体相当于锯齿波调制频率与扫描宽度的比率。这是因为在扫描宽度内，频谱成分在调制频率距离上均匀分布。在扫描宽度内成分的数目就等于扫描宽度与调制频率的比值。总信号功率基本上由各成分均匀分  
30 享，任一成分相应地有较小的功率。在上面引用的 Panther 所写的书中的第 260 页（这里引作参考文献），在图 7-11 中画出了这个频谱。

如果这个调制频谱是在具有带宽为  $BH_z$  的功率测量设备上测量的，并

且选择调制频率大于  $B$ ，那么在功率测量设备带宽内的任何地方在任一时刻调制频谱只有一个频谱分量。这样，测量设备只需表示功率的一个分量，就实现了所期望的简化。

5 当测量设备是峰值功率表时，使用在功率测量设备带宽内有恒定幅值成分的调制频谱就有好处。仪表显示绝对不会超过各个成分的峰值，由于幅值是恒定的，峰值也等于平均值。这就意味着，由于噪声信号的峰值比平均值大许多，用像锯齿波扫描这样的平频谱的确定性调制比在测量带宽内具有相同频谱平均功率的随机噪声频率更适用于本目的。在频率偏差相当的情况下，峰值功率表对噪声调制显示的峰值功率比对锯齿波扫描调制的要大。

10 鉴于在测量带宽内给出的峰值功率比其它选择要小，最好是选择频率比测量带宽稍高的锯齿波。所以如此，是因为如果频率做得再高，各分量也就变大。另一方面，如果频率选得较低，若干分量将落在测量带宽内，即便平均功率保持不变，它也将使峰值功率更大。最好，锯齿波的频率在一定频率值范围内选择，频率值范围的低限基本上等于测量带宽，高限基本上等于测量带宽的 1.5 倍。

15 为了说明上述原则，假定功率测量装置带宽略小于 100KHZ，且在此带宽内想要使频谱分量的减少达到 10dB（即 10 倍）。根据上述发明原则，可以使用 100KHZ 的锯齿波调制频率。并且，为了得到所要的功率减少，总的信号功率应该由 10 个成分共享。为产生这 10 个成分，时钟信号应该由具有扫描宽度为  $10 \times 100\text{KHZ} = 1\text{MHZ}$  的锯齿波进行角度调制。已被所说的锯齿波调制的时钟信号 701 的频率改变示于图 7。

25 现在参考图 4 的电路，应用上面的思想举一个例子。例如，如果电子设备 400 是个人计算机，那么时钟频率可以是 66MHZ。假定希望避开在 900MHZ 左右出现的干扰。对 900MHZ 成分扫描 1MHZ 需要对 66MHZ 的时钟信号扫过  $(66/900) \times 1\text{MHZ} = 73.3\text{KHZ}$ 。

30 这种设计的有效性如图 5a 和 5b 所示。图 5a 画出了通常由直接应用振荡器 401 的输出加到发射产生电路 407 的输入所产生的干扰信号 409 的线频谱的图示。可以看到，在这种情况下，干扰信号 409 包括 501、501'、501'' 三条线。第一条线 501 落在带宽  $B_{\text{meas}}$  内，在其中进行电磁发射测量。不使用本发明时，第一条线 501 的幅值超过了国家和/或国际标准所规定的最大允许幅值  $A_{\text{max}}$ 。

与之对照，图 5b 画出了对振荡器 401 的输出进行锯齿波扫频波形调制的效果。这里，干扰信号 409 由分布于频谱的 12 条线组成。然而，只有第 3 条线 503 落在要进行电磁发射测量的带宽  $B_{\text{meas}}$  内。重要的是这第三条线 503 小于国家和/或国际标准所规定的最大允许幅值  $A_{\text{max}}$  这一事实。因此，  
5 电子设备 400 能够满足这些要求。实际上，通过对振荡器 401 的输出实施角度调制，线频谱的线扩散开来以致于落在任一带宽、包括检测器要进行发射测量的那个带宽内的功率要小些。需要注意的是，这项技术并未避开测试方法，因为测试方法提供了对所产生的干扰的很好的测量。也就是说，测到的发射越少，在测试方法仿真的无线电接收机内由发射而产生的实际  
10 干扰也越小。

现在就图 6 来讨论本发明的另一个实施例。这里，电子设备 600 由数字逻辑电路组成，包括发射发生电路 609。供发射发生电路 609 使用的时钟信号取自振荡器 601 的输出，振荡器 601 通常是具有正弦输出的晶体振荡器。按照本发明，振荡器 601 的输出提供给相位调制器 603。调制信号取自  
15 锯齿波发生器 607，设计锯齿波发生器对那些电子学领域的一般技术人员来说已经熟知，在此不多叙述。锯齿波发生器 607 的输出提供给积分滤波器 605 的输入，积分滤波器 605 的输出被送到相位调制器 603。积分滤波器 605 的作用是保证相位调制器的输出与用锯齿波发生器 607 的输出通过振荡器 601 进行直接频率调制所产生的输出是相同的。

20 因此，本发明的这一方面保证了实现对干扰发射作相对较大的衰减。这使得减少用来去耦和屏蔽的费用成为可能。图 4 和图 6 所示的构造很适用于集成在时钟电路和处理器中。

参照描述于图 8a - 8d 中的图表，现在讨论测试的经验结果，测试中应用了各种发明技术。这些图中的任意一个都是用惠普频谱分析仪，Model  
25 No.8568B 得到的。下面的例子没有与前面讨论的例子使用相同的带宽、调制频率和偏差。但是，频率定标并不影响结果，所以下面描述的关系总的来说是有效的。

现在参照图 8a，干扰信号 800 表示来自未调制时钟信号（未示出）的谐波。特别地，干扰信号 800 包括一个中心为 450MHz 左右的大干扰频谱成分 801。干扰频谱成分 801 的顶峰 802 在本例中是 -20dB<sub>m</sub>。  
30

如果需要显著地衰减干扰频谱成分 801 以便实际上消除中心为 450MHz 左右的接收机带宽内的干扰，那么未调制时钟信号可以用 10KHz

的方波进行频率调制，且当干扰成分处于 450MHZ 时的调制系数约等于 2。频率调制对干扰信号的影响描绘于图 8b。这里，干扰信号 800' 有一个与干扰成分 801 相比实现了高于 60dB 的衰减的干扰频谱成分 803。并且，应用这项技术所产生的边带 805 离开 450MHZ 接收机中心频率 10KHZ，因此  
5 处于接收机带宽之外。

图 8c 是表示用一个在干扰成分频率处有 20KHZ 的扫描宽度的 1KHZ 的锯齿波对时钟信号（未示出）进行频率调制效果的图示。这将导致信号功率由大约 20 个分量来分享，于是衰减大约 20 倍，或者 -13dB。这与图 8c 中示出的 807 的 -12.5dB 的实际衰减符合得很好。用作产生图 8c 中图表的  
10 测量带宽是 300Hz，它比分量间的距离要小。因此，在任一时刻最多只能测量一个分量。这也是峰值功率测量。因为在测量带宽内只存在一个恒定的振幅信号，所以峰值功率和平均功率没有区别。

现在参照图 8d，图 8c 中描绘的同一频谱被再次描绘出来。但是，这里用 3KHZ 带宽来测量干扰信号，因此在带宽内允许 3 个分量。这是一个峰  
15 值功率测量。近似计算预测：与图 8c 中的测量相比，所测量电压的峰值应该增加 3 倍，相当于 9.5dB。实际衰减 809 (-1.9dB(实际)  $\approx$  -12.5dB(实际)+9.5dB(估计)) 与此估算符合得很好。

参照一个特定的实施例来描述了本发明。但对那些熟悉本领域的人来说显而易见的是，有可能用不同于上面所说优选实施例的特定形式来实现  
20 本发明。不违背本发明精神实质就可以做到这一点。优选实施例纯粹是说明性的，决不应被认为是限制性的。本发明的范围由所附权利要求书给出，而不是由前面的叙述给出，在那里包含了属于权利要求书范围内的全部变更和等同形式。

图 1

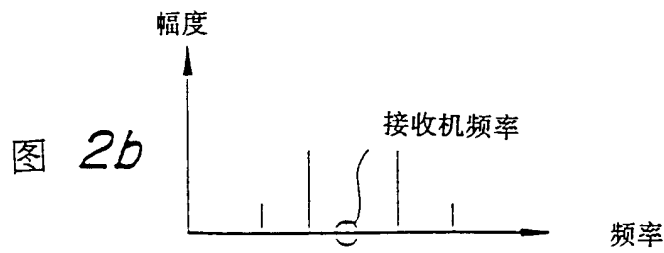
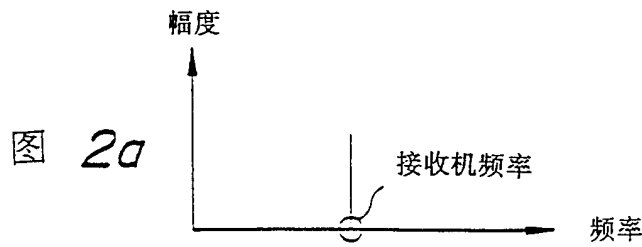
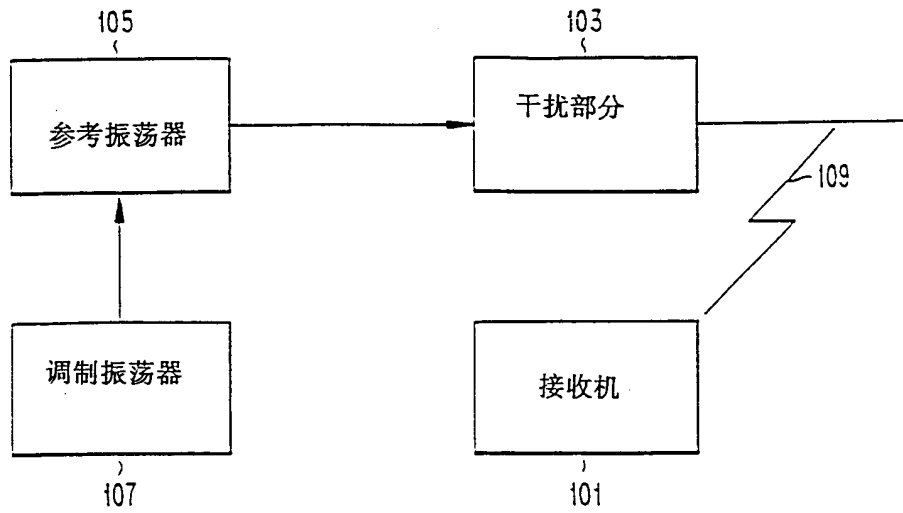


图 3

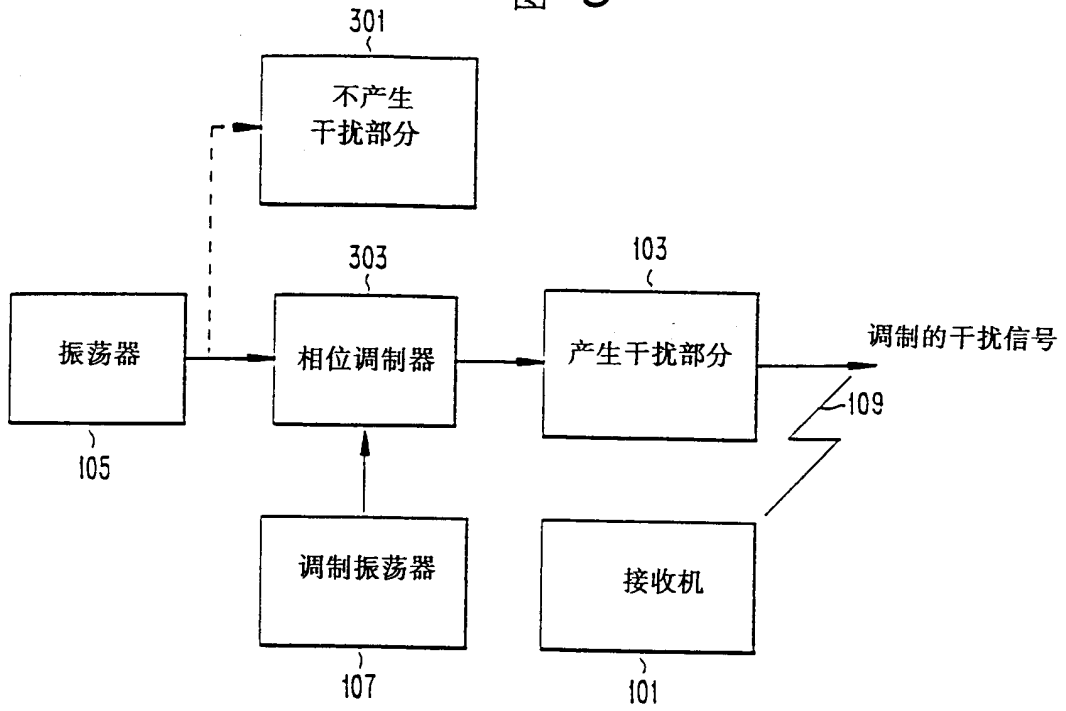
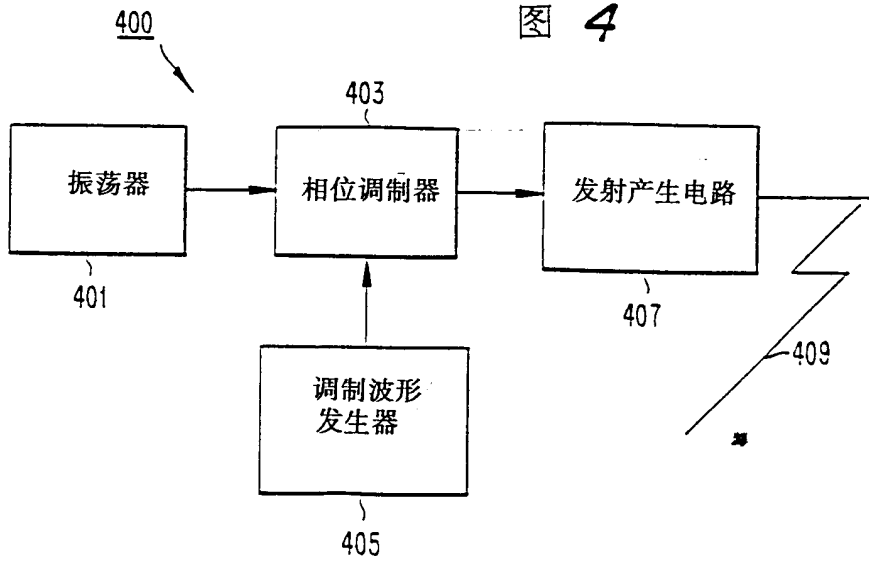


图 4



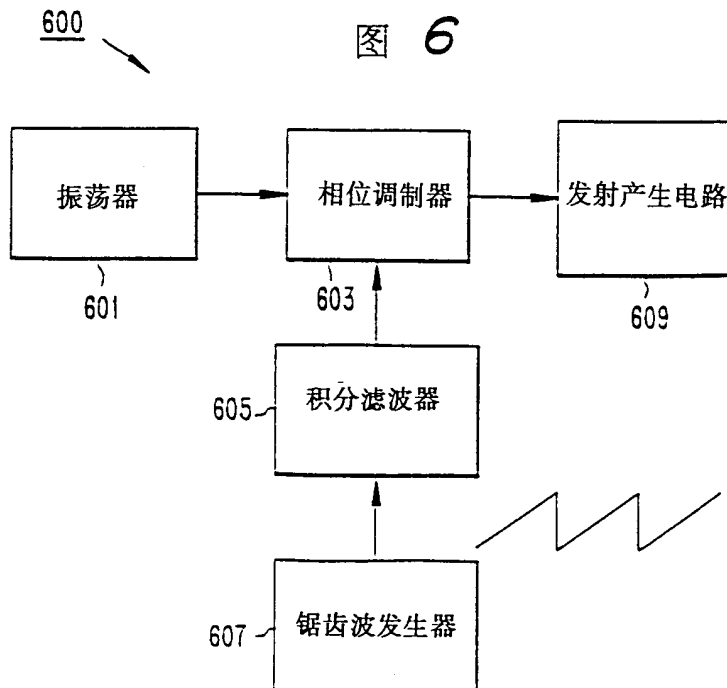
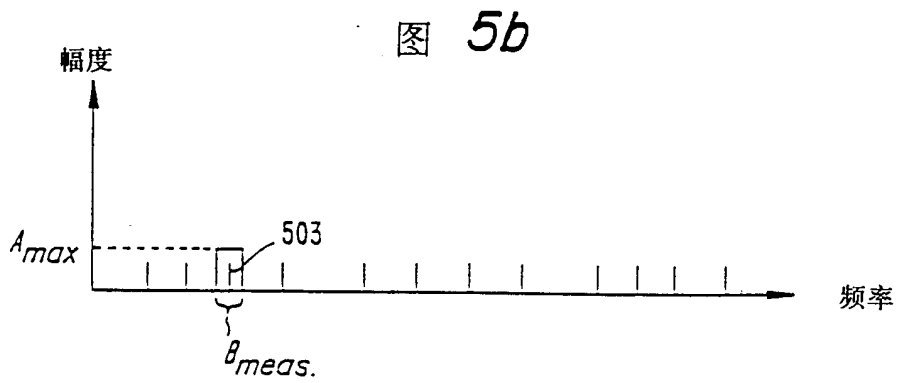
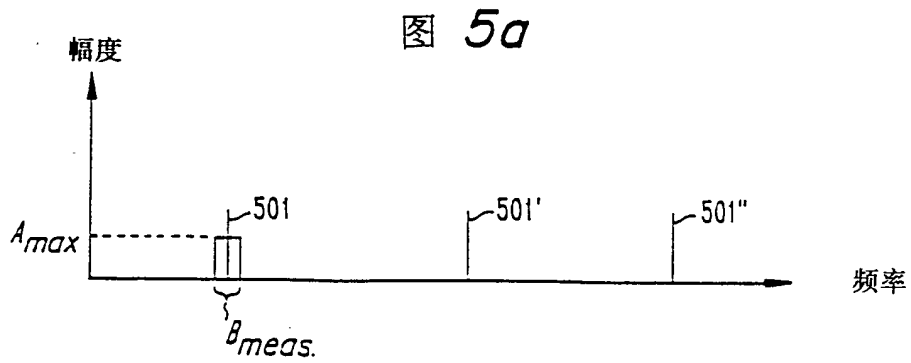


图 7

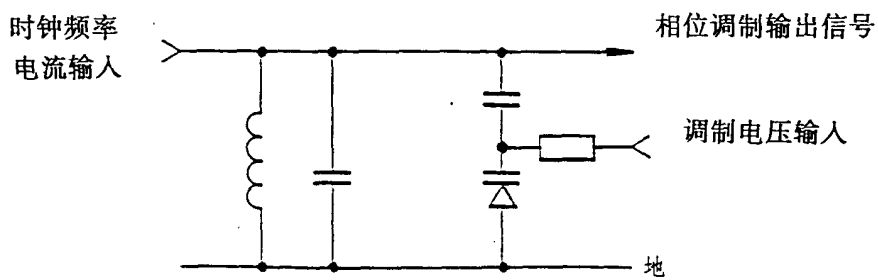
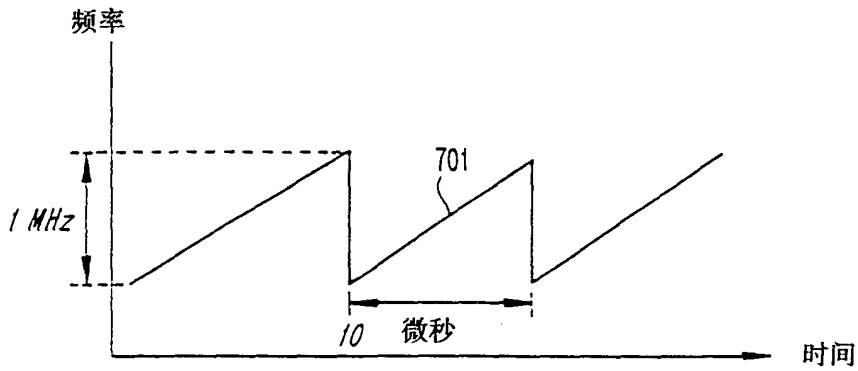


图 9

现有技术

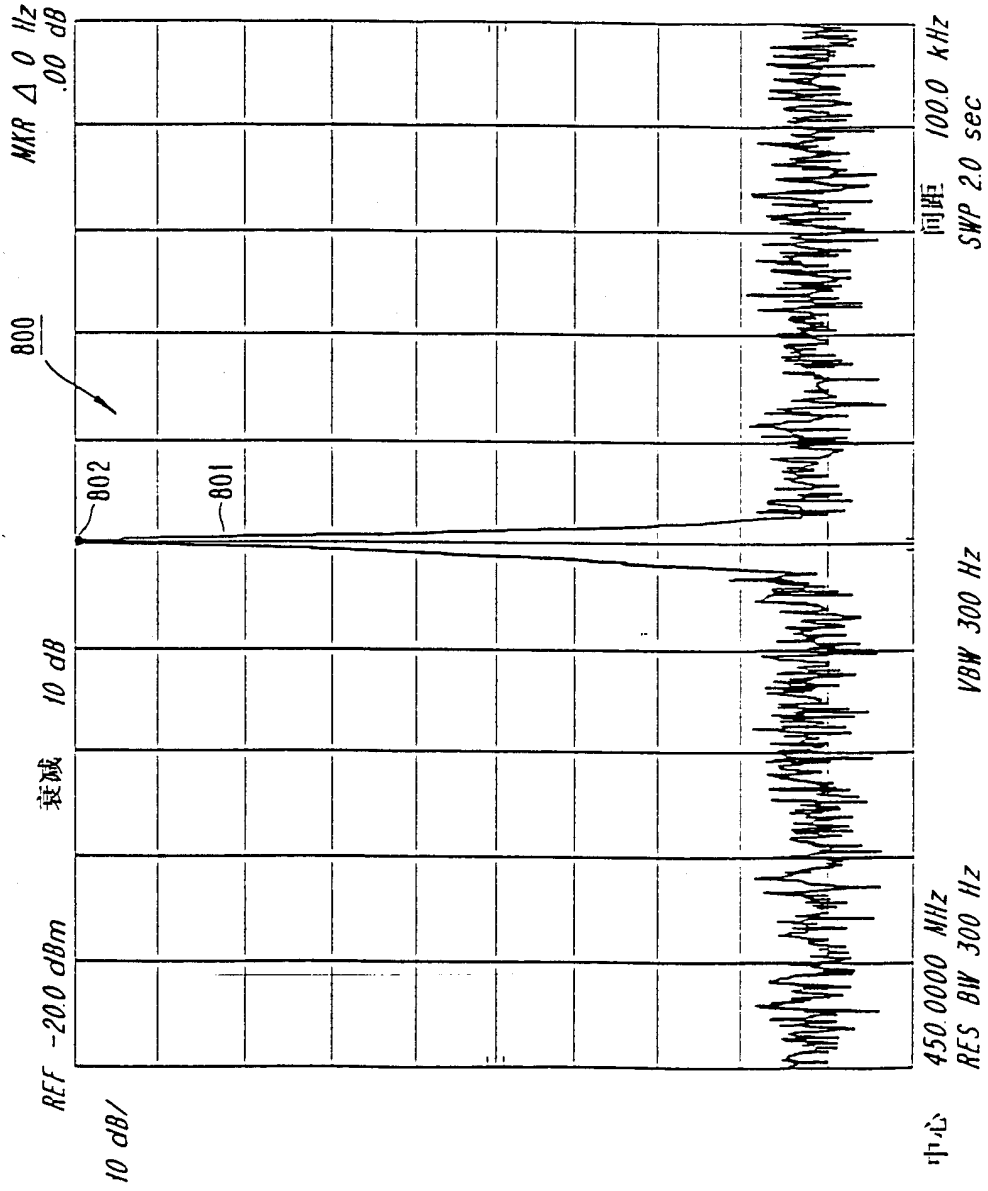


图 8a

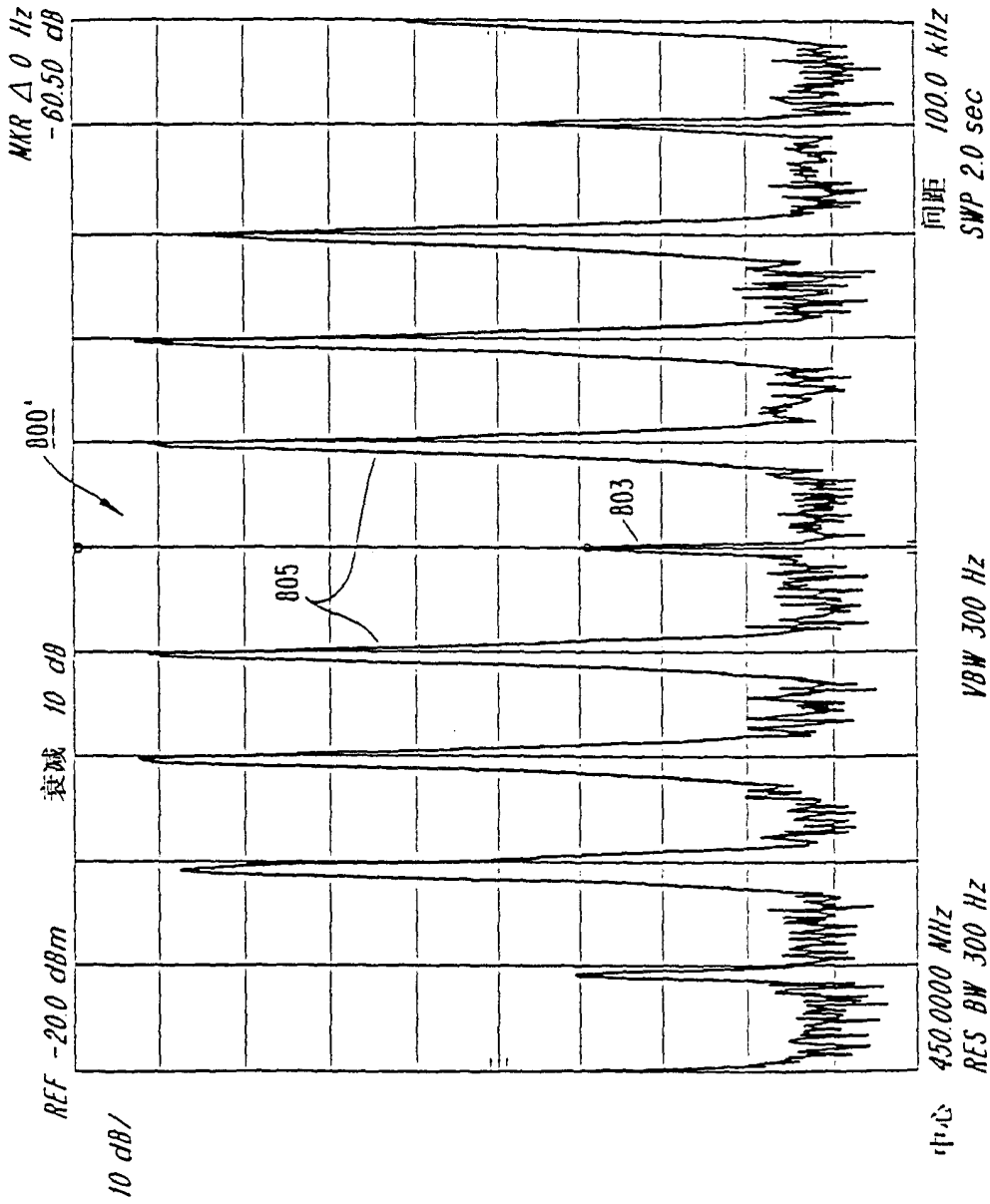


图 8b



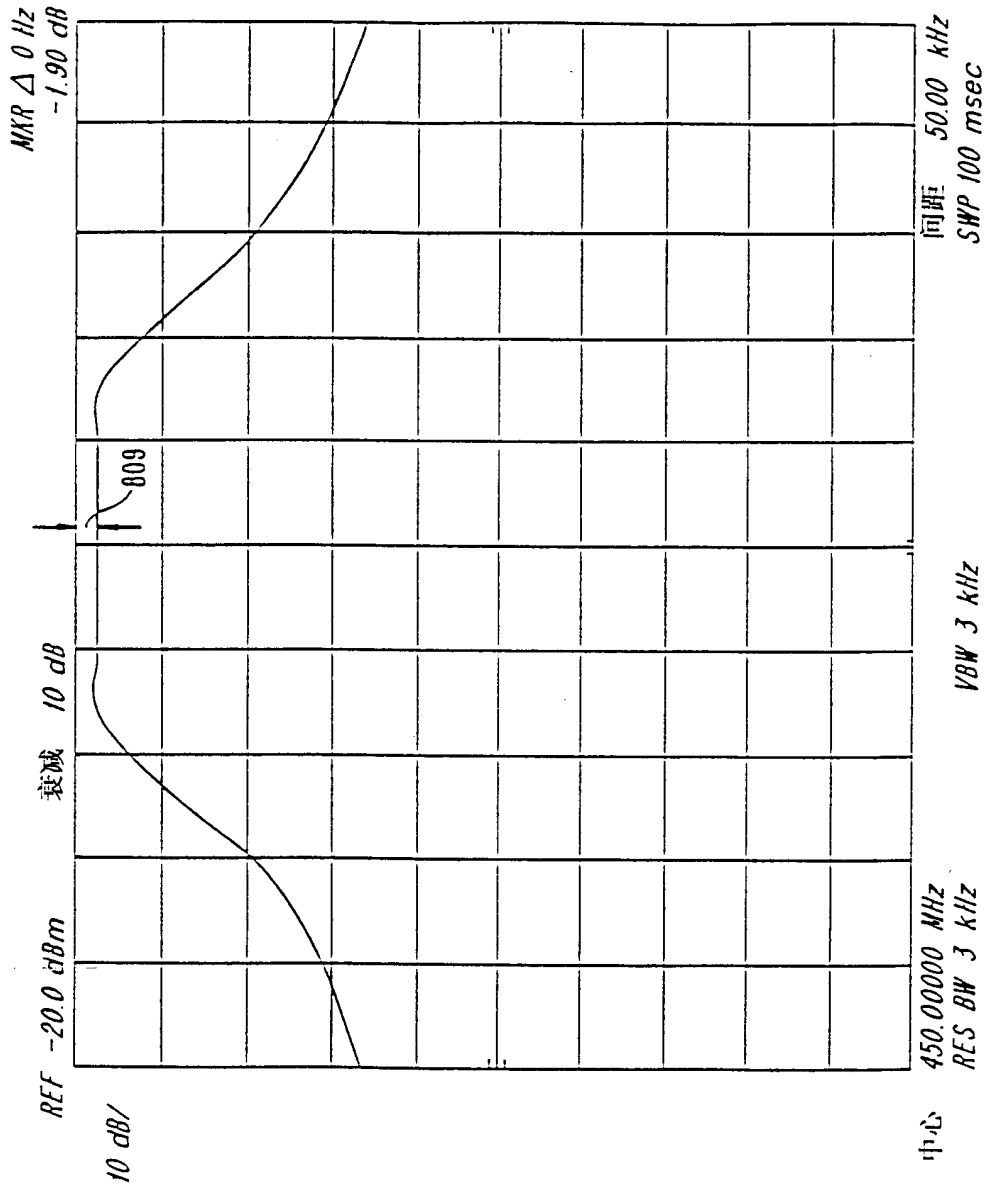


图 8d