

一种扫描式非线性结点探测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于非线性结点探测的技术领域，具体涉及一种扫描式非线性结点探测方法及装置。

背景技术

[0002] 非线性结点包括半导体结点和金属-金属氧化物结点，这种结点的特点是电压与电流的关系是非线性的，在输入信号为高频正弦波信号时，在非线性结点处会产生输入信号的谐波信号。非线性结点探测器利用非线性结点探测器的谐波特性，探测半导体结点和金属-金属氧化物结点的设备。通常用于搜索窃听器、摄像头等隐藏的电子设备。

[0003] 现有的非线性结点探测器有一个发射单元（TX）和一个接收单元（RX），探测信号通过天线发射出来，在天线覆盖范围内，如果有非线性结点存在，将会产生谐波信号，谐波被RX单元接收，根据接收的谐波信号的强度，即可指示出被探测区域是否有非线性结点的存在，此方法被用于寻找隐藏的电子产品（通常是窃听装置）。

发明概述

技术问题

[0004] 现有的非线性结点探测器在实际使用时，需要通过来回扫描式的搜索被测区域，来找到隐藏的非线性结点，对面积较大的区域，扫描式搜索需要花费较多的时间，而且存在漏扫的风险。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 为了解决上述现有技术存在的问题和不足，本发明的目的是提供一种扫描式非线性结点探测方法及装置，可以快速的指出探测区域内非线性结点所在的区域和位置。

[0006] 为实现上述目的，本发明首先提供一种扫描式非线性结点探测方法，用于探

测含有非线性结点的电子设备，包括以下步骤：

- [0007] S1，将探测区域划分为多个子区域，发射单元逐一向每个子区域发射探测信号；
- [0008] S2，接收单元接收子区域反馈的信号，根据反馈的信号获得每个子区域测到的谐波分量的幅值；若某个子区域的谐波分量超过预设值，则判定该子区域存在非线性结点。
- [0009] 进一步地，步骤S1中，子区域呈 m 行 n 列布置，其中 $m>1, n>1$ 。
- [0010] 进一步地，发射单元的有效空间角度为水平角 θ ，俯仰角 ϕ ；探测区域的空间角坐标范围为 $(-0.5n*\theta \sim 0.5n*\theta, -0.5m*\phi \sim 0.5m*\phi)$ 。
- [0011] 进一步地，每个子区域的空间角坐标范围为 $[a*\theta \sim (a+1)*\theta, (b+1)*\phi \sim b*\phi]$ ，其中 $-0.5n \leq a \leq 0.5n-1, -m/2 \leq b \leq 0.5m-1$ 。
- [0012] 进一步地，步骤S1中，发射单元包为天线阵列多个发射天线，通过控制发射天线的电信号相位关系，以改变发射单元的波束角，使发射单元逐一扫扫子区域。
- [0013] 进一步地，发射天线呈多行多列布置。
- [0014] 进一步地，发射单元扫描每个子区域时的主瓣方向指向每个子区域的中心点。
- [0015] 进一步地，还包括步骤S3，将非线性结点所在的子区域设定为新的探测区域，并重复步骤S1和S2，直到搜索到非线性结点的确切位置。
- [0016] 本发明同时提供一种扫描式非线性结点探测装置，应用上述的扫描式非线性结点探测方法，包括：
- [0017] 发射单元，用于向探测区域的各个子区域发射探测信号；
- [0018] 接收单元，用于接收子区域反馈的信号；
- [0019] 探测信号控制单元，用于控制发射单元的探测信号；
- [0020] 接收数据处理单元，用于根据反馈的信号获得子区域测到的谐波分量的幅值；
- [0021] 控制与显示单元，用于控制和显示探测信号控制单元和接收数据处理单元的工作状况与结果。
- [0022] 进一步地，发射单元包括多个发射天线，发射天线呈多行多列布置。

发明的有益效果

有益效果

[0023] 与现有技术相比，本发的有益效果包括：将探测区域划分为多个子区域，通过发射单元扫描每个子区域，当某个子区域反馈的信号谐波分量幅值超过预设值时，即可判定该子区域存在非线性结点，避免漏扫情况的发生，可以更快速的搜索出非线性结点所在的准确位置和区域，提升了搜索非线性结点的速度和效率。

对附图的简要说明

附图说明

- [0024] 图1是本发明实施例一的工作原理图一；
- [0025] 图2是本发明实施例一的方法步骤图；
- [0026] 图3是本发明实施例一的工作原理图二；
- [0027] 图4是本发明实施例一的工作原理图三；
- [0028] 图5是本发明实施例一的天线阵主瓣方向示意图；
- [0029] 图6是本发明实施例一的天线阵布置图一；
- [0030] 图7是本发明实施例一的天线阵布置图二；
- [0031] 图8是本发明实施例二的框架连接图；
- [0032] 图9是本发明实施例二的电路连接图一；
- [0033] 图10是本发明实施例二的电路连接图二。

实施该发明的最佳实施例

本发明的最佳实施方式

[0034] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0035] 实施例一：

[0036] 本发明实施例一提供一种扫描式非线性结点探测方法，用于探测含有非线性结点的电子设备，如图2所示，包括以下步骤：

[0037] S1，如图1所示，将探测区域划分为多个子区域，发射单元快速、分时、逐一向每个子区域发射探测信号；

- [0038] S2, 接收单元接收子区域反馈的信号, 根据反馈的信号获得每个子区域测到的谐波分量的幅值; 若某个子区域的谐波分量超过预设值, 则判定该子区域存在非线性结点。
- [0039] 采用上述方法, 将探测区域划分为多个子区域, 通过发射单元扫描每个子区域, 当某个子区域反馈的信号的谐波分量幅值超过预设值时, 即可判定该子区域存在非线性结点, 这样大大缩小了非线性结点的探测区域, 避免漏扫情况的发生, 可以更快速的搜索出非线性结点所在的位置和区域, 提升了搜索非线性结点的速度和效率。
- [0040] 步骤S1中, 子区域呈 m 行 n 列布置, 其中 $m>1, n>1$ 。如图3和4所示, 发射单元的有效空间角度为水平角 θ , 俯仰角 ϕ ; 探测区域的空间角坐标范围为 $(-0.5n*\theta \sim 0.5n*\theta, -0.5m*\phi \sim 0.5m*\phi)$ 。每个子区域的空间角坐标范围为 $[a*\theta \sim (a+1)*\theta, (b+1)*\phi \sim b*\phi]$, 其中 $-0.5n \leq a \leq 0.5n-1, -m/2 \leq b \leq 0.5m-1$ 。
- [0041] m 和 n 可以为任意大于1的正整数, 本实施例中, m 优选为4, n 优选为4; 这样, 16个子区域分别用Z1~Z16表示, 探测区域的空间角坐标范围为 $(-2\theta \sim 2\theta, -2\phi \sim 2\phi)$; 每个子区域的空间角坐标分配如下:
- [0042] Z1 $(-2\theta \sim -\theta, 2\phi \sim \phi)$; Z2 $(-\theta \sim 0, 2\phi \sim \phi)$;
- [0043] Z3 $(0 \sim \theta, 2\phi \sim \phi)$; Z4 $(\theta \sim 2\theta, 2\phi \sim \phi)$;
- [0044] Z5 $(-2\theta \sim -\theta, \phi \sim 0)$; Z6 $(-\theta \sim 0, \phi \sim 0)$;
- [0045] Z7 $(0 \sim \theta, \phi \sim 0)$; Z8 $(\theta \sim 2\theta, \phi \sim 0)$;
- [0046] Z9 $(-2\theta \sim -\theta, 0 \sim -\phi)$; Z10 $(-\theta \sim 0, 0 \sim -\phi)$;
- [0047] Z11 $(0 \sim \theta, 0 \sim -\phi)$; Z12 $(\theta \sim 2\theta, 0 \sim -\phi)$;
- [0048] Z13 $(-2\theta \sim -\theta, -\phi \sim -2\phi)$; Z14 $(-\theta \sim 0, -\phi \sim -2\phi)$;
- [0049] Z15 $(0 \sim \theta, -\phi \sim -2\phi)$; Z16 $(\theta \sim 2\theta, -\phi \sim -2\phi)$ 。
- [0050] 步骤S1中, 发射单元为天线阵包括多个发射天线, 通过控制发射天线的电信号相位关系, 以改变发射单元天线阵的波束角, 使发射单元逐一扫描子区域。设置指定的相位组合, 可以使天线阵的波束按对应的探测区域划分, 然后逐一扫描各个子区域。需要说明的是, 如何通过控制发射天线的电信号相位关系改变

发射单元的波束角，对本领域技术人员而言是普遍知晓的技术手段。此技术手段在雷达探测等技术领域也有较多的应用。

[0051] 发射天线呈多行多列布置，可以提升发射单元波束角的控制精度。

[0052] 本实施例中，天线阵布局如图6所示，使用 4×4 天线阵，固定在同一平面上，ANT1~ANT16为发射天线，相邻两个天线在水平和竖直两个维度的间距均相等，发射天线工作在基波频率上；ANT17为接收单元，工作在谐波频率上，接收单元的波束角覆盖整个探测区域。

[0053] 如图5所示，发射单元扫描每个子区域时的主瓣方向指向每个子区域的中心点。

[0054] 本实施例中发射单元每个子区域的主瓣方向如下：

[0055] Z1，主瓣方向 $(-1.5\theta, 1.5\phi)$ ； Z2，主瓣方向 $(-0.5\theta, 1.5\phi)$ ；

[0056] Z3，主瓣方向 $(0.5\theta, 1.5\phi)$ ； Z4，主瓣方向 $(1.5\theta, 1.5\phi)$ ；

[0057] Z5，主瓣方向 $(-1.5\theta, 0.5\phi)$ ； Z6，主瓣方向 $(-0.5\theta, 0.5\phi)$ ；

[0058] Z7，主瓣方向 $(0.5\theta, 0.5\phi)$ ； Z8，主瓣方向 $(1.5\theta, 0.5\phi)$ ；

[0059] Z9，主瓣方向 $(-1.5\theta, -0.5\phi)$ ； Z10，主瓣方向 $(-0.5\theta, -0.5\phi)$ ；

[0060] Z11，主瓣方向 $(0.5\theta, -0.5\phi)$ ；
Z12，主瓣方向 $(1.5\theta, -0.5\phi)$ ；

[0061] Z13，主瓣方向 $(-1.5\theta, -1.5\phi)$ ； Z14，主瓣方向 $(-0.5\theta, -1.5\phi)$ ；

[0062] Z15，主瓣方向 $(0.5\theta, -1.5\phi)$ ；
Z16，主瓣方向 $(1.5\theta, -1.5\phi)$ ；

[0063] 4×4 的天线阵可以精准的调控波束角方向，精准的扫描每个子区域，提升探测精度。

[0064] 本实施例中，如图7所示，接收单元还可以为多个接收天线，ANT17~ANT20为

接收天线，工作在谐波频率上，接收天线的波束角覆盖整个探测区域。接收天线排列成纵横十字分布，可通过相位法（此方法在申请号202010694283.X的发明中有记载，因不属于本发明所要求的保护范围，此处不再赘述）来测试谐波信号的入射方向。

[0065] 本实施例还包括步骤S3，将非线性结点所在的子区域设定为新的探测区域，并重复步骤S1和S2，直到搜索到非线性结点的确切位置。这样可以进一步的提升非线性结点的探测精度和速度。

[0066] 本实施例具体的方法步骤如下：

[0067] 首先，将探测区域划分为 4×4 个子区域；设置指定的相位组合，使天线阵的波束按对应的探测区域划分，然后发射单元的每个发射天线同时、逐一向每个子区域发射探测信号，进行扫描探测；

[0068] 然后，接收单元接收子区域反馈的信号，根据反馈的信号获得每个子区域测到的谐波分量的幅值；若某个子区域的谐波分量超过预设值，则判定该子区域存在非线性结点；

[0069] 还可以进一步缩小探测区域，将非线性结点所在的子区域设定为新的探测区域，并重复步骤S1和S2，直到搜索到非线性结点的确切位置。

[0070] 实施例二：

[0071] 本发明实施例二提供一种扫描式非线性结点探测装置，采用实施例一提供的扫描式非线性结点探测方法，如图8所示，包括：

[0072] 发射单元1，用于向探测区域的各个子区域发射探测信号；

[0073] 接收单元2，用于接收子区域反馈的信号；

[0074] 探测信号控制单元3，用于控制发射单元1的探测信号；

[0075] 接收数据处理单元4，用于根据反馈的信号获得子区域测到的谐波分量的幅值；

[0076] 控制与显示单元5，用于控制和显示探测信号控制单元和接收数据处理单元4的工作状况与结果。

[0077] 采用上述结构，探测信号控制单元控制发射单元1向探测区域的各个子区域发射的探测信号，接收单元2接收子区域反馈的信号并传输给接收数据处理单元4

，接收数据处理单元4根据反馈的信号获得子区域测到的谐波分量的幅值；通过控制与显示单元5控制和显示探测信号控制单元3和接收数据处理单元4的工作状况与结果，若某个子区域的谐波分量超过预设值，则判定该子区域存在非线性结点。这样可以更快速的搜索出非线性结点所在的位置和区域，提升了搜索非线性结点的速度和效率。

[0078] 本实施例中发射单元包1括包括多个发射天线，发射天线呈多行多列布置，优选为4行4列布置。

[0079] 当接收单元2为单接收天线时，如图9所示，探测信号控制单元3包括用于控制发射信号相位的相位控制单元31，ANT1~ANT16为发射天线，ANT17为接收天线；探测信号由基波信号源产生，经过功分器等分成16路信号，在经过移相器、放大器和滤波器后到发射天线发射出来。发射信号电路设计时保证各信号通路的电长度相等，增益也相等，移相器的相位调节范围0~360度。

[0080] 接收信号电路采用通用的超外差接收机方案，接收天线收到的谐波信号经过滤波器、放大器和混频器后，变成中频信号，经过ADC数字化后，由接收数据处理单元4进行计算处理。超外差接收机方案是利用本地产生的振荡波与输入信号混频，将输入信号频率变换为某个预先确定的频率的方法；有效解决了原来高频放大式接收机输出信号弱、稳定性差的问题，且输出信号具有较高的选择性和较好的频率特性，易于调整。

[0081] 接收单元2为多个接收天线时，例如4个接收天线时，如图10所示，探测信号控制单元3包括用于处理发射信号的发射数据处理单元32，ANT1~ANT16为发射天线，ANT17~ANT20为接收天线；发射信号由基波本振和中频信号通过正交调制来产生，本振信号来自基波本振经过功分器等分，中频信号来自 16×2 路DAC，所有的DAC时钟同源，DAC产生的中频信号的频率相同，但相位不同，按照预先的设置来输出相位。射频链路在经过正交调制器、放大器和滤波器后到发射天线发射出来。电路设计时保证各信号通路的电长度相等，增益也相等。

[0082] 接收电路采用复数中频接收机方案，接收天线收到的谐波信号经过滤波器、放大器和混频器后，变成复数中频信号，经过ADC数字化后，由接收数据处理单元4进行计算处理。接收可采用4路同时接收，根据相位不同可计算谐波信号的到

达角（此算法在申请号202010694283.X的发明中有记载，因不属于本发明所要求的保护范围，此处不再赘述）。

[0083] 需要说明的是超外差接收机方案和复数中频接收机方案均为本领域常规的技术手段，本领域技术人员普遍知晓其实施方式。

[0084] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到
的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围
应该以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种扫描式非线性结点探测方法，用于探测含有非线性结点的电子设备，其特征在于，包括以下步骤：
- S1，将探测区域划分为多个子区域，发射单元逐一向每个所述子区域发射探测信号；
- S2，接收单元接收所述子区域反馈的信号，根据所述反馈的信号获得每个所述子区域测到的谐波分量的幅值；若某个所述子区域的谐波分量超过预设值，则判定该所述子区域存在非线性结点。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的扫描式非线性结点探测方法，其特征在于，步骤S1中，所述子区域呈m行n列布置，其中 $m>1, n>1$ 。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的扫描式非线性结点探测方法，其特征在于，所述发射单元的有效空间角度为水平角 θ ，俯仰角 ϕ ；所述探测区域的空间角坐标范围为 $(-0.5n*\theta \sim 0.5n*\theta, -0.5m*\phi \sim 0.5m*\phi)$ 。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的扫描式非线性结点探测方法，其特征在于，每个所述子区域的空间角坐标范围为 $[a*\theta \sim (a+1)*\theta, (b+1)*\phi \sim b*\phi]$ ，其中 $-0.5n \leq a \leq 0.5n-1, -m/2 \leq b \leq 0.5m-1$ 。
- [权利要求 5] 根据权利要求1-4任一项所述的扫描式非线性结点探测方法，其特征在于，步骤S1中，所述发射单元为天线阵包括多个发射天线，通过控制所述发射天线的电信号相位关系，以改变所述发射单元的波束角，使所述发射单元逐一扫描所述子区域。
- [权利要求 6] 根据权利要求5所述的扫描式非线性结点探测方法，其特征在于，所述发射天线呈多行多列布置。
- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的扫描式非线性结点探测方法，其特征在于，所述发射单元扫描每个所述子区域时的主瓣方向指向每个所述子区域的中心点。
- [权利要求 8] 根据权利要求1所述的扫描式非线性结点探测方法，其特征在于，还包括步骤S3，将所述非线性结点所在的子区域设定为新的探测区域，并重复步骤S1和S2，直到搜索到所述非线性结点的确切位置。

- [权利要求 9] 一种扫描式非线性结点探测装置，应用权利要求1-8任一项所述的扫描式非线性结点探测方法，其特征在于，包括：用于向探测区域的各个子区域发射探测信号的发射单元、用于接收所述子区域反馈的信号接收单元、用于控制所述发射单元的探测信号的探测信号控制单元、用于根据所述反馈的信号获得所述子区域测到的谐波分量幅值的接收数据处理单元，及用于控制和显示所述探测信号控制单元和所述接收数据处理单元的工作状况与结果的控制与显示单元。
- [权利要求 10] 根据权利要求9所述的扫描式非线性结点探测装置，其特征在于，所述发射单元包括多个发射天线，所述发射天线呈多行多列布置。