



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103326126 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 25

(21) 申请号 201210074574. 4

(22) 申请日 2012. 03. 20

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 托比亚斯·埃尔宾盖尔

马蒂亚斯·兰珀

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 李慧

(51) Int. Cl.

H01Q 13/22(2006. 01)

H01Q 3/06(2006. 01)

H04B 7/04(2006. 01)

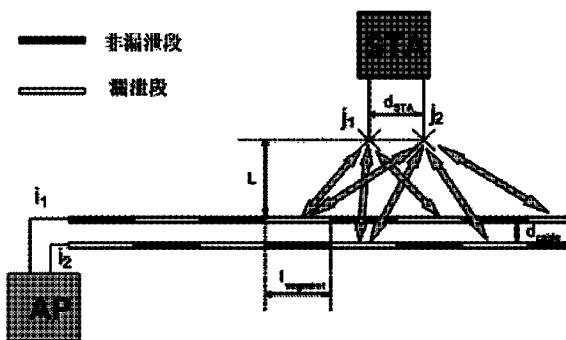
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种漏泄传输线及基于漏泄传输线的MIMO通信系统

(57) 摘要

本发明公开了一种漏泄传输线及基于漏泄传输线的MIMO通信系统。该漏泄传输线包括漏泄段和非漏泄段，且漏泄段与非漏泄段交替。利用该漏泄传输线，即使漏泄传输线间的间距很小，也能在接收端重建发送的数据，从而实现高数据速率的MIMO通信。



1. 一种漏泄传输线,其特征在于,包括漏泄段和非漏泄段,且漏泄段与非漏泄段交替。
2. 根据权利要求1所述的漏泄传输线,其特征在于,所述漏泄段和非漏泄段的长度处于同一数量级。
3. 根据权利要求1所述的漏泄传输线,其特征在于,所述非漏泄段根据以下方式获得:将现有的漏泄传输线的与所述非漏泄段对应的线段的外部导体上的缝隙取消,或者在现有的漏泄传输线的与所述非漏泄段对应的线段上放置导电套,或者将现有的漏泄传输线的与所述非漏泄段对应的线段的外部导体上的缝隙覆盖金属带。
4. 根据权利要求1所述的漏泄传输线,其特征在于,当所述漏泄传输线与其它漏泄传输线共同应用时,该漏泄传输线与其它传输线平行排列,且该漏泄传输线的漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的非漏泄段在空间上处于同一位置,该漏泄传输线的非漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的漏泄段在空间上处于同一位置。
5. 根据权利要求1-4任一项所述的漏泄传输线,其特征在于,所述漏泄传输线为漏泄同轴电缆或漏泄波导。
6. 一种基于漏泄传输线的MIMO通信系统,包括接入点和客户端,其中接入点与两条以上漏泄传输线相连,其特征在于,每条漏泄传输线包括漏泄段和非漏泄段,且漏泄段与非漏泄段交替。
7. 根据权利要求6所述的MIMO通信系统,其特征在于,所述两条以上漏泄传输线并行排列,且一条漏泄传输线的漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的非漏泄段在空间上处于同一位置,该漏泄传输线的非漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的漏泄段在空间上处于同一位置。
8. 根据权利要求6所述的MIMO通信系统,其特征在于,所述两条以上漏泄传输线的漏泄段的长度是相同或者不同的,所述两条以上漏泄传输线的非漏泄段的长度是相同或者不同的。
9. 根据权利要求6所述的MIMO通信系统,其特征在于,所述两条以上漏泄传输线的漏泄段之间有重叠,或者所述两条以上漏泄传输线的非漏泄段之间有重叠,或者所述两条以上漏泄传输线的漏泄段之间和非漏泄段之间均有重叠,或者所述两条以上漏泄传输线的漏泄段之间和非漏泄段之间均无重叠。
10. 根据权利要求6所述的MIMO通信系统,其特征在于,所述客户端与两个以上天线相连,所述漏泄传输线与所述天线之间的距离、所述天线之间的间距、所述漏泄传输线的漏泄段和非漏泄段的长度在同一数量级上。
11. 根据权利要求6-10任一项所述的MIMO通信系统,其特征在于,所述漏泄传输线为漏泄同轴电缆或漏泄波导。

一种漏泄传输线及基于漏泄传输线的 MIMO 通信系统

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信领域,特别涉及一种漏泄传输线及基于漏泄传输线的 MIMO 通信系统。

背景技术

[0002] 无线通信由于其有限的无线频谱和复杂的无线传输环境(主要是指衰落和多径)而在应用中存在诸多争议。现在,多输入多输出(MIMO)可能是无线通信标准(例如 3G、3G LTE、IEEE 802.16 以及 IEEE 802.11n)所采用的最重要的技术。通常,信道衰落被认为是移动通信系统中的不利因素,而 MIMO 技术通过在发送端和接收端采用多天线,可以显著克服信道衰落,从而提高吞吐量和可靠性。

[0003] 近来,WLAN 技术经常被选择作为地铁系统的无线自动列车控制(ATC)和乘客信息系统(PIS)的基础。基于 MIMO-OFDM 技术的 IEEE 802.11n 是用户希望采用的无线通信标准,以便为 PIS 系统提供更高的数据速率。然而,为了提供充分的吞吐量,802.11n 必须运行在多流(multi-stream)MIMO 模式,这就要求发送端和接收端具有多个天线,并要求所有发送/接收(TX/RX)天线对之间具有不相关的多径信道,更准确地说,是具有良态的(well-conditioned)信道矩阵。其中,信道矩阵中的元素由发送/接收天线对之间的信道传输系数组成。信道矩阵具有良态是指该信道矩阵具有逆矩阵,且通过该逆矩阵能够在接收端重建发送的数据。

[0004] 对于一些要求沿明确定义的(well-defined)路径进行无线覆盖的应用来说,漏泄同轴电缆比传统的天线更具有优势。图 1 示出了现有技术的一种漏泄同轴电缆的基本结构。不同于普通同轴电缆,漏泄同轴电缆的外层导体上均匀地设置缝隙,以便尽可能均匀地辐射信号。如图 1 所示,反馈到漏泄同轴电缆的无线射频(RF)信号不仅能在电缆的内部传播,还能在某种程度上通过电缆的表面传播/辐射到电缆的邻近区域;同样,入射到电缆表面的 RF 信号也能在某种程度上在电缆的内部传播。这样,漏泄同轴电缆就能通过外层导体上的缝隙沿整个电缆长度漏入或漏出 RF 信号,因此可以被认为是一种特殊类型的天线。典型的漏泄同轴电缆的无线覆盖仅限于电缆的临近区域(例如,在几米之内),因此能够避免其它系统的干扰。漏泄同轴电缆的典型应用场景包括隧道、架空运输机等等。

[0005] 然而,当在 MIMO 通信系统中采用单一的漏泄同轴电缆时,因为相当于只采用一个天线,所以难以提高系统的吞吐量,也很难在接收端重建 MIMO 数据流。而对于平行排列且近距离运行的几个漏泄同轴电缆,由于信道矩阵中的信道传输系数非常相似,所以尽管信道矩阵具有逆矩阵,但每个很小的误差(噪音)都会极大地影响 MIMO 数据流的重建。因此,信道矩阵将很难符合 MIMO 传输的要求(poorly conditioned),以至于在接收端不可能重建 MIMO 数据流。

[0006] 为了在接收端重建 MIMO 数据流,现有技术可以采用的一种方法是,将多个漏泄同轴电缆间隔得充分远。但是,这种方案在很多情况下并不实用,例如在空间有限的场景中,多个漏泄同轴电缆不可能间隔的很远。当然,这里所说的漏泄同轴电缆也可以可以用其

它漏泄传输线（例如漏泄波导等）所替换。使用这种方法在飞行器机舱内提供 WLAN 覆盖的试验结果已经在如下的文献中有所披露：

[0007] M. Lieberei, C. Zimmermann, P. Beinschob, U. Zoelzer: “MIMO WIRELESS COMMUNICATION IN AN AIRCRAFT USING OMNIDIRECTIONAL AND LEAKY LINE ANTENNAS”, Workshop on Aviation System Technology 2009.

[0008] 因此,本发明要解决的问题是,对于在空间有限的场景中使用漏泄传输线的系统,如何获得支持高数据速率 MIMO 通信的无线信道,其中,在空间有限的场景中,漏泄传输相互之间间隔很近。

发明内容

[0009] 有鉴于此,本发明的主要目的在于提供一种漏泄传输线及基于漏泄传输线的 MIMO 通信系统。

[0010] 为达到上述目的,本发明的技术方案具体是这样实现的：

[0011] 一种漏泄传输线,包括漏泄段和非漏泄段,且漏泄段与非漏泄段交替。

[0012] 本发明的一种实施方式为,所述漏泄段和非漏泄段的长度处于同一数量级。

[0013] 本发明的一种实施方式为,所述非漏泄段根据以下方式获得：

[0014] 将现有的漏泄传输线的与所述非漏泄段对应的线段的外部导体上的缝隙取消,或者

[0015] 在现有的漏泄传输线的与所述非漏泄段对应的线段上放置导电套,或者

[0016] 将现有的漏泄传输线的与所述非漏泄段对应的线段的外部导体上的缝隙覆盖金属带。

[0017] 本发明的一种实施方式为,当所述漏泄传输线与其它漏泄传输线共同应用时,所述漏泄传输线与其它漏泄传输线并行排列,且该漏泄传输线的漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的非漏泄段在空间上处于同一位置,该漏泄传输线的非漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的漏泄段在空间上处于同一位置。

[0018] 本发明的一种实施方式为,所述漏泄传输线为漏泄同轴电缆或漏泄波导。

[0019] 一种基于漏泄传输线的 MIMO 通信系统,包括接入点和客户端,其中接入点与两条以上漏泄传输线相连,每条漏泄传输线包括漏泄段和非漏泄段,且漏泄段与非漏泄段交替。

[0020] 本发明的一种实施方式为,所述两条以上漏泄传输线排列时,一条漏泄传输线的漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的非漏泄段在空间上处于同一位置,该漏泄传输线的漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的非漏泄段在空间上处于同一位置,该漏泄传输线的非漏泄段与其它任意一条漏泄传输线的漏泄段在空间上处于同一位置。

[0021] 本发明的一种实施方式为,所述两条以上漏泄传输线的漏泄段的长度是相同或者不同的,所述两条以上漏泄传输线的非漏泄段的长度是相同或者不同的。

[0022] 本发明的一种实施方式为,所述两条以上漏泄传输线的漏泄段之间有重叠,或者所述两条以上漏泄传输线的非漏泄段之间有重叠,或者所述两条以上漏泄传输线的漏泄段之间和非漏泄段之间均有重叠,或者所述两条以上漏泄传输线的漏泄段之间和非漏泄段之间均无重叠。

[0023] 本发明的一种实施方式为,所述客户端与两个以上天线相连,所述漏泄传输线与

所述天线之间的距离、所述天线之间的间距、所述漏泄传输线的漏泄段和非漏泄段的长度在同一数量级上。

[0024] 本发明的一种实施方式为,所述漏泄传输线为漏泄同轴电缆或漏泄波导。

[0025] 由上述技术方案可见,本发明提出的漏泄传输线能够改变传统漏泄传输线的辐射特点,所以即使漏泄传输线间的间距很小,也能在接收端重建发送的数据,从而实现高数据速率的 MIMO 通信。

附图说明

[0026] 图 1 示出了现有技术的一种漏泄同轴电缆的基本结构;

[0027] 图 2 示出了现有技术的采用天线进行 MIMO 通信的 2X2 MIMO 通信系统的基本结构;

[0028] 图 3 示出了现有技术的采用传统漏泄同轴电缆进行 MIMO 通信的 2X2 MIMO 通信系统的基本结构;

[0029] 图 4 示出了本发明实施例的采用改进的漏泄同轴电缆进行 MIMO 通信的 2X2 MIMO 通信系统的基本结构;

[0030] 图 5 示出了本发明实施例的多条改进的漏泄同轴电缆的排列方式。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举实施例,对本发明进一步详细说明。

[0032] 图 2 示出了现有技术的采用天线进行 MIMO 通信的 2X2 MIMO 通信系统的基本结构。该 MIMO 通信系统包括接入点 (AP) 和客户端 (STA)。“2X2”是指 AP 和 STA 分别配置了两个天线。在任意时刻,AP 的两个天线可以作为发送天线,而 STA 的两个天线作为接收天线;或者 STA 的两个天线作为发送天线,而 AP 的两个天线作为接收天线。为了便于理解,以下的实施例和附图均以 2X2 MIMO 通信系统为例进行说明。本领域技术人员可以理解,本发明同样适用于具有其它天线阵列(例如,2X3、3X3、4X4……)的 MIMO 通信系统。

[0033] 在图 2 所示的 MIMO 通信系统中,AP 的两个天线之间的距离为 d_{AP} ,STA 的两个天线之间的距离为 d_{STA} ,L 为 AP 的天线和 STA 的天线之间的距离。为了便于描述,AP 的两个天线分别记为 i_1 和 i_2 ,STA 的两个天线分别记为 j_1 和 j_2 。天线 i_1 与天线 j_1 之间的信道传输系数为 $h_{1,1}$,天线 i_1 与天线 j_2 之间的信道传输系数为 $h_{1,2}$,天线 i_2 与天线 j_1 之间的信道传输系数为 $h_{2,1}$,天线 i_2 与天线 j_2 之间的信道传输系数为 $h_{2,2}$ 。由此,AP 和 STA 之间的信道矩阵为:

$$[0034] \quad H = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} \\ h_{2,1} & h_{2,2} \end{bmatrix}$$

[0035] 简单地说,信道矩阵 H 通常用来描述信号传播的效果以及两个天线间信号传输的幅度和相位,因此通过不同的天线发送的各个原始数据的分离依赖于信道矩阵 H 的特点。如果信道矩阵 H 处于良态 (well-conditioned),通过该信道矩阵的逆矩阵能够将发送的原始数据从接收的数据中重建。在纯视线 (line-of-sight) 情况下(即,不存在有意义的多径传播),如果 AP 的天线和 STA 的天线之间的距离 L 与 STA 的天线之间的间距及 AP 的天线

之间的间距相比很长,则 AP 的天线和 STA 的天线之间的信道传输系统将非常相似,即信道矩阵 H 中的元素具有非常相似的幅度和相位,此时信道矩阵 H 不可能具有能够重建原始数据的逆矩阵。如果将一个发送或接收天线移动很短的距离,则会影响信道矩阵 H 中相应的一行或一列元素的幅度和相位。例如,将 AP 的天线 i_1 移动很短的距离,则信道传输系数 $h_{1,1}$ 和 $h_{1,2}$ 将发生变化,而移动 STA 的天线 j_1 ,则信道传输系数 $h_{1,1}$ 和 $h_{2,1}$ 将发生变化,也就是说,这些元素的幅度和相位会发生变化。但是,因为天线之间的间距与 AP 的天线和 STA 的天线之间的距离 L 相比很小,所以即使移动了某个天线很短的距离,对信道矩阵 H 中的元素的幅度和相位的影响也会很小,因此这样信道矩阵将很难满足要求 (poorly conditioned),即在这种情况下,很难在接收端重建原始数据,高数据速率的 MIMO 通信是不能实现的。然而,如果 AP 的天线和 STA 的天线之间的距离 L 与天线的间距具有相似的数量级,则移动一个天线将对信道矩阵 H 中相应的行或列的元素(特别是这些元素的相位)产生不同的影响,此时根据几何学,必定能获得良态的信道矩阵,从而实现高数据速率的 MIMO 通信。

[0036] 上述原理也适用于在 AP 端采用传统的漏泄传输线(例如漏泄同轴电缆或漏泄波导)而不是天线的 MIMO 通信系统。此处以漏泄同轴电缆为例进行说明。图 3 示出了现有技术的采用传统漏泄同轴电缆进行 MIMO 通信的 2X2 MIMO 通信系统的基本结构。如图 3 所示,AP 配置了两个传统的漏泄同轴电缆 i_1 和 i_2 ,STA 配置了两个天线 j_1 和 j_2 ,AP 的漏泄同轴电缆 i_1 和 i_2 之间的距离为 d_{cable} ,STA 的天线之间的距离为 d_{STA} ,漏泄同轴电缆和 STA 的天线之间的距离为 L 。根据图 3 所示的 MIMO 通信系统,AP 和 STA 之间的信道矩阵为:

$$[0037] \quad H = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} \\ h_{2,1} & h_{2,2} \end{bmatrix}$$

[0038] 如果 AP 的漏泄同轴电缆和 STA 的天线之间的距离 L 与漏泄同轴电缆之间的间距 d_{cable} 相比很大,则 AP 的漏泄同轴电缆和 STA 的天线之间的信道传输系统将非常相似,即信道矩阵 H 中的元素具有非常相似的幅度和相位,此时信道矩阵 H 不可能具有能够重建原始数据的逆矩阵。如果将 AP 的一个漏泄同轴电缆或者 STA 的一个天线移动很短的距离,则会影响信道矩阵 H 中相应的一行或一列元素的幅度和相位。但是,因为 AP 的漏泄同轴电缆之间的间距或者 STA 的天线之间的间距与 AP 的漏泄同轴电缆和 STA 的天线之间的距离 L 相比都很小,所以即使移动了某个漏泄同轴电缆或天线很小的距离,对信道矩阵 H 中的元素的幅度和相位的影响也会很小,因此这样的信道矩阵将很难满足要求 (poorly conditioned),一般不适用于高数据速率的 MIMO 通信,特别是当漏泄同轴电缆中的无线传播通常由视线而不是多径控制的时候。

[0039] 为了获得适用于高数据速率的 MIMO 通信的信道矩阵,本发明实施例提出了一种改进的漏泄传输线,通过改变漏泄传输线的辐射特点,改变信道矩阵中元素的幅度和相位,从而获得良态的信道矩阵。在 MIMO 通信系统中采用这种改进的漏泄传输线,即使漏泄传输线间的间距很小,也能在接收端重建发送的数据,从而实现高数据速率的 MIMO 通信。为了便于理解,在本发明实施例中以改进的漏泄同轴电缆为例对改进的漏泄传输线进行说明。

[0040] 在本发明实施例中,改进的漏泄同轴电缆包括辐射段 (radiating section) 和非辐射段 (non-radiating section),且辐射段与非辐射段交替,其中辐射段也称为漏泄段 (leaky section),非辐射段也称为非漏泄段 (non-leaky section)。因为现有的漏泄同轴电缆是沿整个电缆长度漏泄信号,而本发明实施例提出的改进的漏泄同轴电缆的漏泄段与

非漏泄段交替,所以为了获得非漏泄段,可以将现有的漏泄同轴电缆的与非漏泄段对应的电缆段的外部导体上的缝隙取消(omit)。由于用于漏泄信号的缝隙取消了,所以该电缆段不再漏泄信号而变成非漏泄段。这种获得非漏泄段的方式比较容易在电缆的生产过程中实现。如果在生产过程中没有将现有的漏泄同轴电缆的与非漏泄段对应的电缆段的外部导体上的缝隙取消,那么可选地,非漏泄段还可以通过如下方式获得:在现有的漏泄同轴电缆的与非漏泄段对应的电缆段上放置导电套(例如金属管、金属网、金属薄片管等等),或者将现有的漏泄同轴电缆的与非漏泄段对应的电缆段的外部导体上的缝隙覆盖金属带。例如,在现有的漏泄同轴电缆的与非漏泄段对应的电缆段的外部附上铜带(strip of copper tape),这样,就可以将该电缆段上的缝隙完全覆盖。通过上述方式获得的非漏泄段都能够避免该段上的缝隙漏泄信号。本发明实施例提出的漏泄同轴电缆的漏泄段和非漏泄段的长度可以相同,也可以不同,只要处于同一数量级即可。

[0041] 本领域技术人员可以理解,本发明实施例针对现有的漏泄同轴电缆所做的改进同样适用于其它漏泄传输线,例如漏泄波导等。

[0042] 图4示出了本发明实施例的采用改进的漏泄同轴电缆进行MIMO通信的2X2 MIMO通信系统的基本结构。如图4所示,该MIMO通信系统包括AP和STA,其中,AP有两个无线射频(RF)端口,该RF端口分别与两个改进的漏泄同轴电缆 i_1 和 i_2 相连,STA配置了两个天线 j_1 和 j_2 ,AP的漏泄同轴电缆 i_1 和 i_2 之间的距离为 d_{cable} ,STA的天线之间的距离为 d_{STA} ,漏泄同轴电缆和STA的天线之间的距离为 L 。在本实施例中,漏泄同轴电缆之间的距离 d_{cable} 与漏泄同轴电缆和STA的天线之间的距离 L 相比很小。在图4中,漏泄同轴电缆的漏泄段用白色线段表示,非漏泄段用黑色线段表示。

[0043] 在MIMO通信系统中所采用的改进的漏泄同轴电缆的数量与AP的RF端口数量有关,在本实施例中以2条漏泄同轴电缆为例进行说明,本领域技术人员可以理解,在MIMO通信系统中可以根据RF端口的数量采用多于2条的漏泄同轴电缆进行MIMO通信。

[0044] 在本实施例中,为了获得良态的信道矩阵,AP的两条漏泄同轴电缆以如下方式排列:两条漏泄同轴电缆并行排列,且不同漏泄同轴电缆的漏泄段之间是偏置(offset)或交错(interleaved)的,即一条漏泄同轴电缆的漏泄段与其它任意一条漏泄同轴电缆的非漏泄段在空间上处于同一位置(coincide),漏泄同轴电缆的非漏泄段与其它任意一条漏泄同轴电缆的漏泄段在空间上处于同一位置。图4所示的每条漏泄同轴电缆的漏泄段与非漏泄段的长度是相同的,且不同漏泄同轴电缆的漏泄段的长度是相同的,非漏泄段的长度也是相同的。本领域技术人员可以理解,可选地,漏泄同轴电缆的漏泄段和非漏泄段的长度也可以不相同,不同漏泄同轴电缆的漏泄段和/或非漏泄段的长度也可以不同。受具体应用中不同条件的限制,不同漏泄同轴电缆在排列时其漏泄段和/或非漏泄段也允许重叠,只要尽量保证不同漏泄同轴电缆的漏泄段/非漏泄段在空间上处于不同位置即可。关于这一点,将在下文中详细描述。

[0045] 从图4所示的MIMO通信系统可以看出,由于AP的漏泄同轴电缆 i_1 的不同漏泄段到STA的天线 j_1 的距离不同,所以从漏泄同轴电缆 i_1 发送到天线 j_1 的信号是从 i_1 的多个漏泄段发出的信号的叠加。同理,从漏泄同轴电缆 i_2 发送到天线 j_1 的信号也是从 i_2 的多个漏泄段发出的信号的叠加。由于漏泄同轴电缆 i_1 的漏泄段与非漏泄段是交替的,漏泄同轴电缆 i_2 的漏泄段和非漏泄段也是交替的,且漏泄同轴电缆 i_1 的漏泄段与漏泄同轴电缆 i_2

的非漏泄段在空间上处于同一位置,所以漏泄同轴电缆 i_1 与天线 j_1 之间的生成的信道与漏泄同轴电缆 i_2 与天线 j_1 之间的生成的信道将完全不同。只要 AP 的漏泄同轴电缆与 STA 的天线之间的距离 L 、STA 的天线之间的间距 d_{STA} 、漏泄同轴电缆的漏泄段和非漏泄段的长度在同一数量级上, AP 和 STA 之间的信道矩阵中的信道传输系数就会完全不同于图 2 和图 3 中所示的信道矩阵的系数,即信道矩阵中的元素的幅度和相位完全不同于图 2 和图 3 所示的信道矩阵中的元素的幅度和相位。也就是说,从漏泄同轴电缆 i_1 发出的信号在幅度和相位上(特别是相位)完全不同于从漏泄同轴电缆 i_2 发出的信号的幅度和相位;反之,从天线发送到漏泄同轴电缆的信号也是如此。因此, AP 和 STA 之间的信道矩阵具有逆矩阵,通过该逆矩阵,可以在接收端重建发送的信号。

[0046] 从该实施例可以看出,如果将两条现有的漏泄同轴电缆放置得较近,则相当于将两个天线放置得较近,而采用改进的漏泄同轴电缆,由于漏泄段与非漏泄段交替,则相当于增加了漏泄段之间的距离,从而能够获得将现有的漏泄同轴电缆放置得比较远所能达到的效果。所以,在本发明实施例中,即使漏泄同轴电缆之间的距离 d_{cable} 很小,只要 AP 的漏泄同轴电缆与 STA 的天线之间的距离 L 、STA 的天线之间的间距 d_{STA} 、漏泄同轴电缆的漏泄段和非漏泄段的长度在同一数量级上,就能在接收端重建发送的信号。

[0047] 但是,如果 L 远大于 d_{STA} ,则 AP 和 STA 之间的信道矩阵将不利于高数据速率的 MIMO 通信。而在大多数的实际应用中,将 STA 的天线间隔适当的距离,将 AP 的漏泄同轴电缆与 STA 的天线之间间隔适当的距离,使得 L 、 d_{STA} 、漏泄同轴电缆的漏泄段和非漏泄段的长度粗略地在一个数量级上是一个不难达到的条件。

[0048] 图 5 示出了本发明实施例的多条改进的漏泄同轴电缆的排列方式。为了便于理解,在图 5 的示例中仅描述了 2 或 3 条漏泄同轴电缆的排列方式,本领域技术人员可以理解,3 条以上的漏泄同轴电缆的排列方式与图 5 所示的排列方式的原理相同。

[0049] 如图 5 的示例 (1) 所示,两条漏泄同轴电缆并行排列,一条漏泄同轴电缆的漏泄段与其它任意一条漏泄同轴电缆的非漏泄段在空间上处于同一位置,且两条漏泄同轴电缆的漏泄段之间有重叠。在示例 (1) 中,每条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度相同,非漏泄段的长度也相同,但是漏泄段与非漏泄段的长度不同(在该示例 (1) 中,漏泄段的长度大于非漏泄段的长度);且一条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度与另一条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度相同,一条漏泄同轴电缆的非漏泄段的长度与另一条漏泄同轴电缆的非漏泄段的长度也相同。这样,两条漏泄同轴电缆的漏泄段之间就会存在重叠。如示例 (1) 所示,漏泄段被重叠部分的长度相等。

[0050] 如图 5 的示例 (2) 所示,两条漏泄同轴电缆并行排列,一条漏泄同轴电缆的漏泄段与其它任意一条漏泄同轴电缆的非漏泄段在空间上处于同一位置,且两条漏泄同轴电缆的非漏泄段之间有重叠。在示例 (2) 中,每条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度相同,非漏泄段的长度也相同,但是漏泄段与非漏泄段的长度不同(在该示例 (2) 中,非漏泄段的长度大于漏泄段的长度);且一条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度与另一条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度相同,一条漏泄同轴电缆的非漏泄段的长度与另一条漏泄同轴电缆的非漏泄段的长度也相同。这样,两条漏泄同轴电缆的非漏泄段之间就会存在重叠。如示例 (2) 所示,非漏泄段被重叠部分的长度不相等。

[0051] 如图 5 的示例 (3) 所示,三条漏泄同轴电缆并行排列,一条漏泄同轴电缆的漏泄段

与其它任意一条漏泄同轴电缆的非漏泄段在空间上处于同一位置,且 3 条漏泄同轴电缆的漏泄段之间和非漏泄段之间都有重叠。在示例 (3) 中,每条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度相同,非漏泄段的长度也相同,但是漏泄段与非漏泄段的长度不同(在该示例 (3) 中,漏泄段的长度大于非漏泄段的长度,本领域技术人员可以理解,在该示例中,也可以是非漏泄段的长度大于漏泄段的长度);且一条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度与其它漏泄同轴电缆的漏泄段的长度相同,一条漏泄同轴电缆的非漏泄段的长度与其它漏泄同轴电缆的非漏泄段的长度也相同。

[0052] 如图 5 的示例 (4) 所示,两条漏泄同轴电缆并行排列,一条漏泄同轴电缆的漏泄段与其它任意一条漏泄同轴电缆的非漏泄段在空间上处于同一位置,且两条漏泄同轴电缆的漏泄段之间和非漏泄段之间都有重叠。在示例 (4) 中,每条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度不同,非漏泄段的长度也不同,且一条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度与另一条漏泄同轴电缆的漏泄段的长度不同,一条漏泄同轴电缆的非漏泄段的长度与另一条漏泄同轴电缆的非漏泄段的长度也不同。

[0053] 根据上述实施例,在本发明的另一实施例中,一条漏泄同轴电缆的漏泄段和非漏泄段的长度也可以是一个常量,即漏泄段和非漏泄段的长度是相同的,且所有漏泄同轴电缆漏泄段的长度相同,非漏泄段的长度也相同,且这些漏泄同轴电缆的漏泄段之间或非漏泄段之间没有重叠,该实施例是本发明实施例中的一个特例。

[0054] 本领域技术人员可以理解,本实施例所述的 MIMO 通信系统也可以采用其它改进的漏泄传输线,例如改进的漏泄波导等。

[0055] 本发明实施例提供的改进的漏泄传输线能够与现有的 WLAN 设备协同工作,并且可以以较低成本生产。

[0056] 通过本发明实施例可以看出,在 MIMO 系统中采用改进的漏泄传输线,即使这些漏泄传输线放置得较近,也能够实现高数据速率的 MIMO 通信,因此特别适用于空间有限的场景。

[0057] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

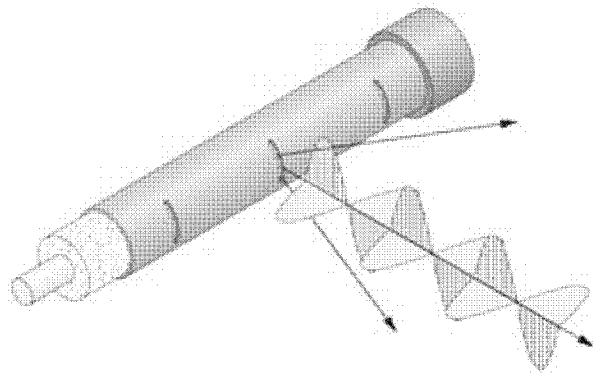


图 1

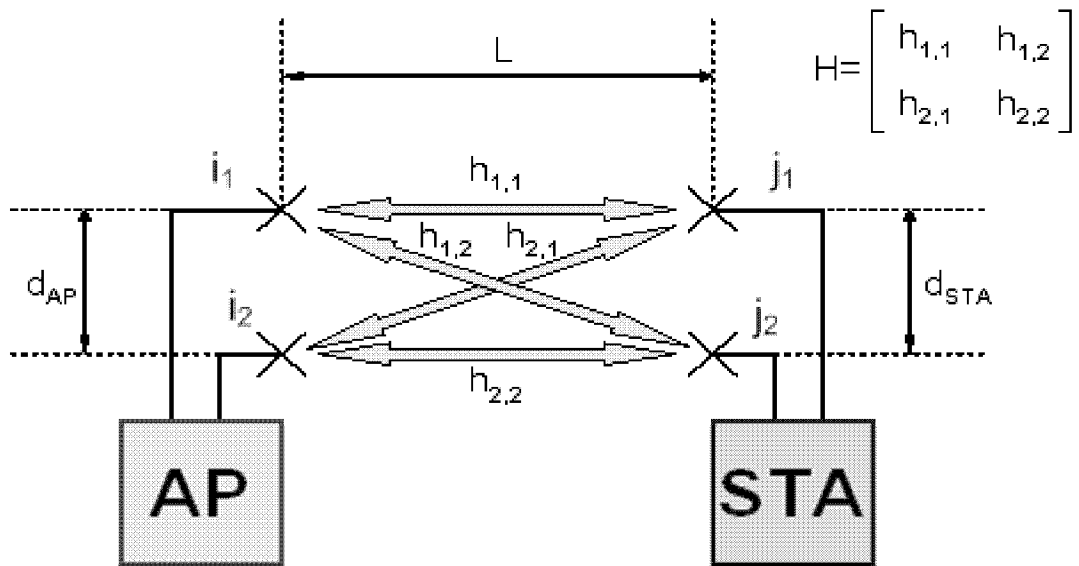


图 2

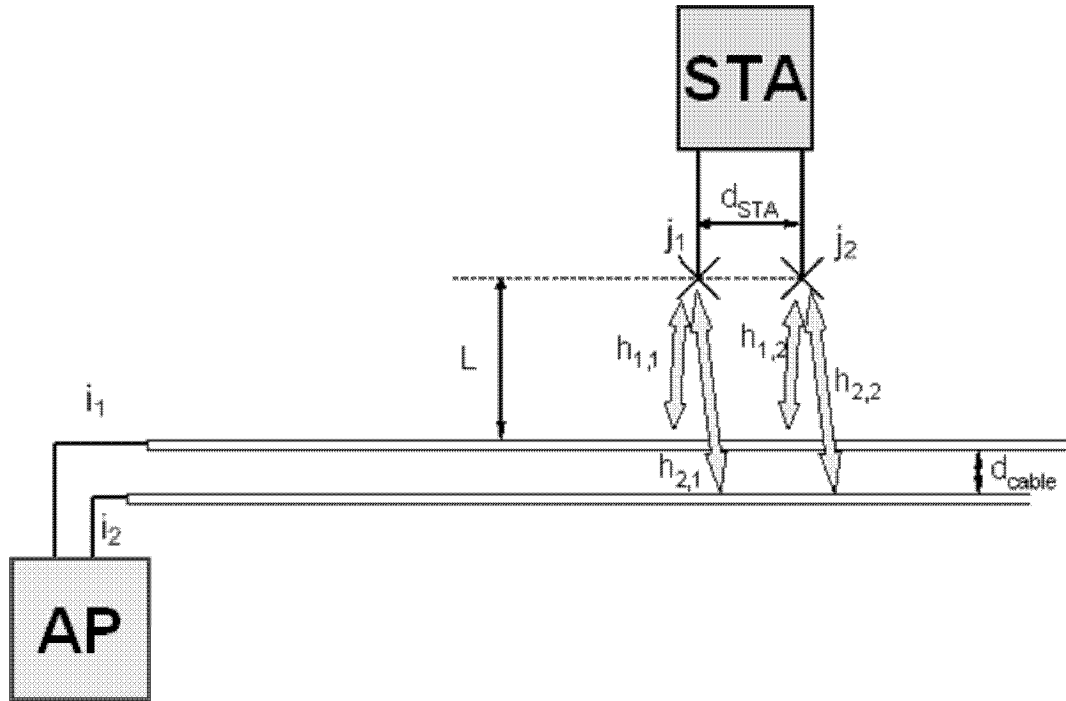


图 3

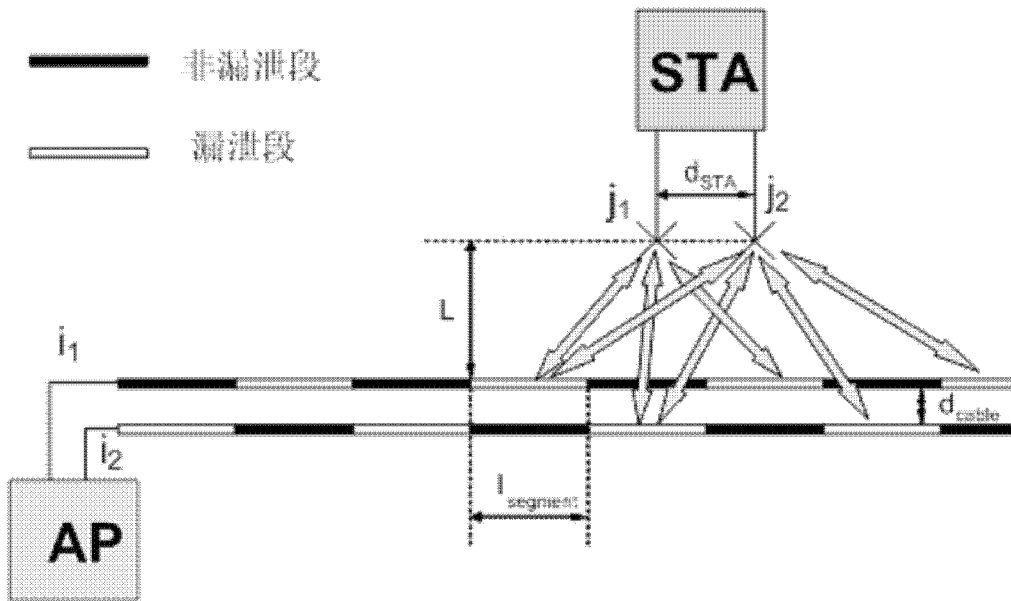


图 4

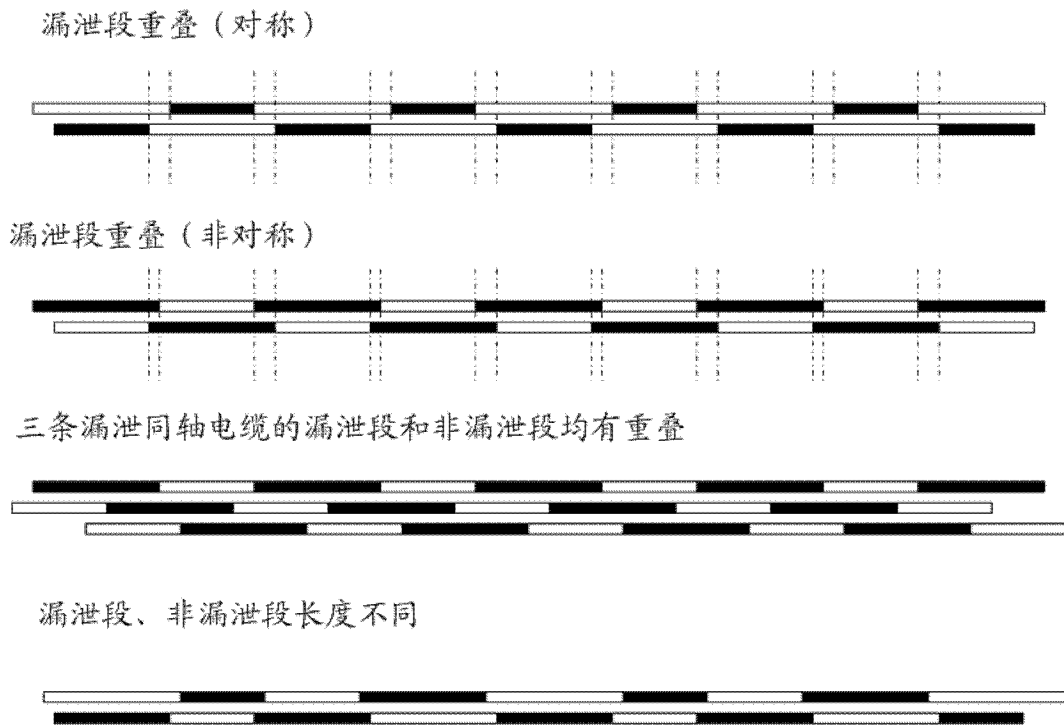


图 5