(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107690767 A
(43)申请公布日 2018.02.13

(21)申请号 201680031259.X

(22)申请日 2016.05.04

(30)优先权数据
102015208344.6 2015.05.06 DE
92709 2015.05.06 LU

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.11.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/060064 2016.05.04

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/177815 DE 2016.11.10

(71)申请人 不来梅大学
地址 德国不来梅港图书馆路1号

(72)发明人 法比安·蒙森
马提亚斯·沃尔特林
阿米尼乌斯·德克西
卡斯滕·博克尔曼

(74)专利代理机构 北京国林贸知识产权代理有限公司 11001
代理人 李桂玲

(51)Int.Cl.
H04L 5/00(2006.01)
H04L 27/00(2006.01)
H04L 27/26(2006.01)

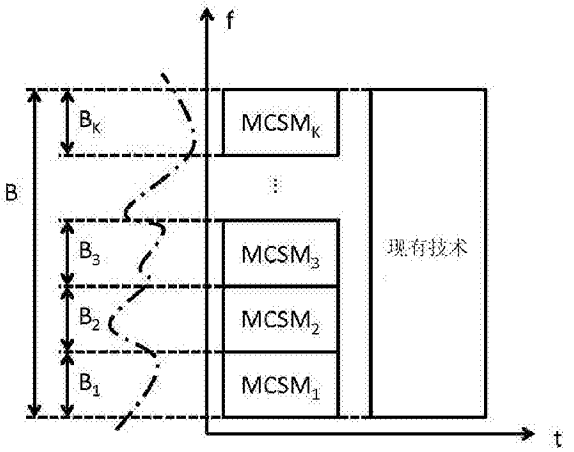
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

多载波压缩感知多用户系统

(57)摘要

本发明涉及一种多载波压缩感知多用户系统，所述系统提供基站(BSS)与多个终端设备(UE_1,UE_2,…)之间的连接，多个终端设备(UE_1,UE_2,…)同时访问相同的传输介质，其中，所述系统使用具有N个载波的多载波调制(MCM)，所述多个终端设备(UE_1,UE_2,…)分别使用N个载波中的至少一个载波子集M_1、M_2、…，其中，M_1、M_2＜N，并且，第一终端设备(UE_1)使用载波中的第一子集M_1，第二终端设备(UE_2)使用载波中的第二子集M_2，所述第一子集M_1中至少一个载波也是所述第二子集M_2的组成部分，所述基站(BSS)通过压缩感知多用户检测(CS-MUD)从多个所被接收的N个载波中检测所述终端设备(UE_1,UE_2,…)的传输。



CN 107690767 A

1.一种多载波压缩感知多用户系统，所述系统提供了基站(BSS)与多个终端设备(UE_1，UE_2，...)之间的连接，所述多个终端设备(UE_1，UE_2，...)同时访问相同的传输介质；其特征在于：

所述系统使用具有N个载波的多载波调制(MCM)；

所述终端设备(UE_1，UE_2，...)分别使用N个载波集合中载波的至少一个子集M_1、M_2，...；其中，M_1、M_2＜N，并且，第一终端设备(UE_1)使用载波的第一子集M_1，第二终端设备(UE_2)使用载波的第二子集M_2，所述第一子集M_1的至少一个载波也是所述第二子集M_2的一部分；

所述基站(BSS)通过压缩感知多用户检测(CS-MUD)从多个所接收的N个载波中检测所述第一终端设备(UE_1)的传输和所述第二终端设备(UE_2；...)的传输。

2.根据权利要求1所述的多载波压缩感知多用户系统，其特征在于，所

述子集中的至少一个载波是相邻的。

3.一种基于权利要求1或2所述的多载波压缩感知多用户系统的基站接收器(BSS-RX)，其特征在于，所述基站接收器(BSS-RX)被设置为用于接收N个载波，通过压缩感知多用户检测顺序的从多个所被接收的N个载波中检测所述第一终端设备(UE_1)的传输和所述第二终端设备(UE_2，...)的传输。

4.一种基于权利要求3所述的基站接收器(BSS-RX)的方法，包括以下步骤：

第一步：接收N个载波；

第二步：通过压缩感知多用户检测(CS-MUD)从接收的N个载波中的至少一个子集M_1、M_2、...检测终端设备(UE_1，UE_2，...)的传输，对稀疏占用的多用户信号进行活动检测和数据量计算。

5.根据权利要求4所述的基站接收器(BSS-RX)的方法，在对N个载波的处理步骤中，将时域信号传送至频域。

6.用于根据权利要求4或5中任一项所述的基站接收器(BSS-RX)的方法，所述步骤还包括向所述终端设备(UE_1，UE_2，...)发送传输成功确认符(ACK)的步骤。

7.基于权利要求1或2所述的系统中的终端设备(UE_1，UE_2，...)的方法，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

第一步：从N个载波中选择至少一个载波子集M_1、M_2、...，其中，M_1、M_2＜N；

第二步：将所述终端设备(UE_1，UE_2，...)所要发送的数据调制和分配至从N个载波中选择的所述载波子集M_1、M_2、...；

第三步：将所被调制且分配的数据发送给基站(BSS)。

8.根据权利要求7所述的终端设备(UE_1，UE_2，...)的方法，其特征在于，所述方法进一步包括：在N个载波中的一个或多个载波上检测活动的步骤。

9.根据权利要求7或8所述的终端设备(UE_1，UE_2，...)的方法，其特征在于，所述方法进一步包括：所述基站(BSS)等待发送传输成功确认符(ACK)的步骤。

10.根据上述权利要求7至9中任一项所述的终端设备(UE_1，UE_2，...)的方法，其特征在于，所述选择是基于N个载波的载波子集M_1、M_2、...的信道质量状态而做出的。

11.根据上述权利要求7至10中任一项所述的终端设备(UE_1，UE_2，...)的方法，其特征在于，所述N个载波的载波子集M_1、M_2、...的带宽小于或等于信道相干带宽。

12.根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述N个载波的载波子集M_1、M_2、...使用

非相干差分调制。

13.根据上述权利要求5至12中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法用于无线通信系统。

14.根据上述权利要求5至13中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法用于UMTS、LTE、第5代移动无线系统、WiFi或iDEN通信系统中。

15.根据上述权利要求5至14中任一项所述的方法，其特征在于，所述子集M1、M2、...中的载波数量相等。

16.根据上述权利要求5至15中任一项所述的方法，其特征在于，所述终端设备(UE_1，UE_2，...)提供机器通信。

多载波压缩感知多用户系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多载波压缩感知多用户系统。

背景技术

[0002] 目前，通信和特别是数据通信的需求大幅度增加，而传输的信息量却相当小。

[0003] 这种类型的通信的一个代表是所谓的机器类型通信，是机器对机器或M2M通信中的一个实施例。这通常被描述为物联网。

[0004] 数据仅从多个设备中零星地发送是其特征。

[0005] 因此，通过多个设备对ISO / OSI模型中的传输介质(物理层PHY)的大量访问构成严重的问题。

[0006] 这将通过图1和图2更详细地说明。

[0007] 图1示出了其中多个终端设备UE1，UE2，UE3，...，UEK通过未另外指定的传输介质与中心站BSS通信的典型情况。也就是说，该系统是多用户系统。

[0008] 终端装置UE1，UE2，UE3，..... UEK与中心站BSS通信的时间标记在斜线阴影区域的各终端装置的右侧的各图中示出。

[0009] 原则上多个终端设备能够与中心站BSS并行通信，如图1所示。也就是说，多个终端设备UE1，UE2 ... 同一时间可以访问相同的传输媒介。

[0010] 借助无线通信的例子，就像例如在第3代移动通信合作计划(3GPP)的无线移动通信系统中所将可能进行的那样，现需要阐明根据现有技术的典型流程。

[0011] 如图2中所示，终端设备UE_1、UE_2、...将首先获取对数据传输介质的访问。

[0012] 在无线通信系统中，这例如可通过有关控制通道的预留接入来进行。另外，可分别按照所使用的访问方案(例如有序的TDMA)而使用预约接入请求。通常是通过一种预留确认符向相关终端设备表明确定获得接入预留或者通过一种确认符Ack表明同意接入数据请求。

[0013] 只有在所述数据传输媒体被分配用于由所述终端设备向所述中央站BSS传输数据之后，所述数据现在才可真正被发送出去。

[0014] 在这样一种情况下，每次可使用的带宽B就经常仅为一台终端设备所用。

[0015] 很明显，在给定的背景下(无论是无线的还是有线的)，有效载荷传输的花费是相当大的，并且即使发送用于分配的数据量甚至比有效载荷数量大甚至大得多。

发明内容

[0016] 基于上述情况，本发明的目的是，提供一种系统以及相应的方法，其能够实现更好地利用所提供的带宽。

[0017] 所述目的通过权利要求1的系统和通过权利要求4和7的方法来解决。另外的有利实施例是从属权利要求的主题。

附图说明

[0018] 下面更详细地参照附图来阐述本发明。其中：

图1示出了可以使用本发明的通信系统的示例情况；

图2示出了现有技术的系统中的示例通信过程；

图3示出了根据本发明的系统中的示例通信过程；

图4示出了根据本发明的系统中的资源使用相对于现有技术中的系统而言的示例性对比；

图5示出了根据本发明实施例关于根据本发明的终端设备的实施方式的示例性的示意性步骤划分；

图6示出了根据本发明的系统中的资源使用相对于现有技术中的系统而言的示例性对比；以及

图7示出了根据本发明关于根据本发明的基站的实施方式的一种示例性的示意性步骤划分。

具体实施方式

[0019] 尽管以下针对无线通信系统描述了本发明，本发明的理念同样地也可应用于有线通信系统。就这点而言，以下说明并非受限于无线通信系统。

[0020] 此外，尽管在下面本发明是关于第3代移动通信合作计划(3GPP)来加以说明的，但本发明并非受限于这种通信系统。本发明尤其是可用于所有包括众多用户的多载波-传输系统。

[0021] 在不限制本发明的普遍性的条件下，本发明也可应用于不同的访问类型。也就是说，倘若在下面的说明中参照了一种访问类型，这种访问类型通常仅应被理解为是示范性说明。

[0022] 本发明相当普遍地涉及到对于传输媒体的物理存取。

[0023] 现要参照图4，对本发明予以更进一步的阐述。

[0024] 在一种根据本发明的多载波压缩感知多用户系统中，系统提供基站BSS与多台终端设备UE_1、UE_2、...之间的连接。在此，无论是基站BSS的名称，还是终端设备UE_1、UE_2、...的名称，均很大程度上取决于无线电标准的使用。

[0025] 但本发明并非仅限于此。通过多载波的传输例如既用于其它有线系统，例如DSL或者电力线，也用于其它无线系统，例如WLan(例如IEEE 802.11a/g/n)、WiMax(例如IEEE 802.16.2-2004)或蓝牙。就这点而言，所述基站BSS在涉及到通信时就类似于如开头所述的中央站。

[0026] 在多载波系统中，所要发送的数据是以频域而不是以时域来传输的。

[0027] 在所述系统内，多个终端设备UE_1、UE_2、...可同时访问相同的传输媒介。另外，多个终端设备UE_1、UE_2、...可使用相同的物理资源(时间和频率)。

[0028] 在图3中示出了终端设备UE_1的典型接入流程。在此，所述终端设备UE_1直接地、也就是说不用提前分配所述媒介而将其数据发送到所述基站BSS。如果这些数据被成功接收，就可分别按照连接协议的类型，将确认符由所述基站BSS发回给所述终端设备UE_1(面向连接，

已确认)，或者可省略这种报信(未连接，不确认)。这样一种访问也可被称作为直接随机存取。

[0029] 如果所发送的终端设备的状态例如非安全相关的通用状态数据，则不需要消息。

[0030] 根据设计，所述终端设备UE_1就能够，例如在面向连接的建立过程期间，在等待查看是否接收到确认Ack之后重新发送消息。

[0031] 所述系统本身利用了一种包括N个载波集合的多载波调制(MCM)。这些载波如何被调制(例如离散多频音、COFDM等等)的类型和方法对于理解本发明并不是必需的。

[0032] 在此，所述终端设备UE_1、UE_2、...分别使用N个载波集合中载波的至少一个子集M_1、M_2。也就是说，终端设备UE_1使用子集M_1，终端设备UE_2使用子集M_2，诸如此类。在此，所述每个子集通常仅构成载波总数量N其中的一部分，也就是说，M_1、$M_2<N$。当然，子集既可具有相同的数量载波($M_1=M_2$)，也可具有不同的数量载波($M_1<>M_2$)。

[0033] 也就是：第一终端设备UE_1使用载波的第一子集M_1，第二终端设备UE_2使用载波的第二子集M_2，其中，所述第一子集M_1的至少一个载波也是所述第二子集M_2的组成部分。

[0034] 在现有的方法中，总是使用N个载波的全部带宽作为介质访问。也就是说，在CDMA系统中，每个终端设备UE_1、UE_2、...将被分配整个带宽，并且数据将在频域之间分配。对此，面对极少的数据量却使用了大量的费用，因为带宽资源被单个终端设备占用，而带宽实际上并不需要。由于利用了全带宽，因此也必须是物理信道的频率响应，以便确定接收机处的传递函数。这是一个复杂的问题，需要付出很大的努力。

[0035] 从图4可以看出，终端设备UE1的带宽对应的MCSM系统，UE2; ...由于载波M1，M2，...的数量较少，所以需要比现有技术中的系统小得多的带宽。

[0036] 在所述系统中，所述一个或多个发送器TX、即所述终端设备UE_1，UE_2，...的性能就可被有利地充分利用，更确切地说，即信号被视为稀疏(sparse)占用。

[0037] 所述信号的这种特性-所述信号的“稀疏性”-是由所述终端设备UE_1，UE_2，...，例如传感器的极少活动引起的，因此，在特定的时间点上，所述全体终端设备UE_1，UE_2，...仅有极少数量启用，就像例如从图1中所可以看出的那样。

[0038] 所述基站BSS现可通过压缩感知多用户检测(CS-MUD)就可从多个所被接收的N个载波中检测所述终端设备UE_1，UE_2，...的传输。

[0039] 另外要注意的是，所述载波子集M_1，M_2，...的载波的数量并不是一定要必须一样。在选择时，所述载波数量还可顾及所要传输的数据量、速率、传输安全等的考虑，顾及ISO/OSI模型中的更高层的要求等。另外，压缩感知多用户检测(CS-MUD)的原理并非仅限于子集M_1，M_2，...$<N$，而是所述原理可同样地也被应用于M_1，M_2，...$\leqslant N$。

[0040] 在本发明的一个实施例中，子集M1，M2，...中的至少一个载波是彼此相邻的。图6示出了与现有技术相比，在样本CDMA系统中关于时间 - 频率网格的带宽B的示例性使用。

[0041] 在此，各个终端设备UE_1，UE_2，...一同使用所提供的带宽B的一部分。例如终端设备UE_1在这里将可根据多载波压缩感知多用户系统$MCSM_1$(Multicarrier Compressed Sensing Multiuser System)使用带宽部分B_1，而另一个终端设备UE_2则在这里根据多载波压缩感知多用户系统$MCSM_2$使用带宽部分B_2，…。也就是说，所述每个终端设备UE_1，UE_2，...可在时间上并行地进行与所述基站BSS的接触。例如所述终端设备UE_1、UE_2使用相同的子载波，并且由此使用相同的带宽，也就是说，所述终端设备UE_1、UE_2使用相同的物理资源(时频资源)。因为

两个终端设备UE_1、UE_2位于一个系统中，通过相对于现有技术而言所进行的资源的多重占用，就节省了带宽。因此，在复杂程度更低以及带宽利用更加有效的同时，能够实现明显更高的带宽利用度。

[0042] 这种多载波压缩传感多用户系统的样本基站接收机BSS-RX相应地作为图7中的例子示出，用于接收N个载波。该接收与常规系统没有区别，并且可以相应地根据MT处理块中的典型多载波处理来组织，并且例如提供从时域到频域的数据转换。

[0043] 在其下游连接，可以通过CS-MUD块中的压缩感测多用户检测来处理N个载波的子集M1，M2，...。

[0044] 在此，所述处理可以各种方式进行，也就是说，可规定根据所述终端设备UE_1、UE_2，...对不同的子传输系统$MCSM_1$、$MCSM_2$、...进行并行的处理，或者是串行的处理，或者是二者的混合形式。

[0045] 重要的是，所述处理又优选充分利用所述一个/多个发送器TX、即所述终端设备UE_1，UE_2，...的性能，更确切地说，即：信号被视为稀疏占用。

[0046] 所述基站BSS现可通过压缩感知多用户检测(CS-MUD)从多个所被接收的N个载波中检测所述终端设备UE_1，UE_2，...的传输。

[0047] 在此利用了典型的机器通信的特性，即：典型的终端设备更可能仅仅是被离散地激活，因此，通常即便是在终端设备数量众多的情况下，在给定的时间点上，也仅有一(小)部分发送数据。这样一种离散的利用也可被理解为是在所述基站BSS上被稀疏占用的多用户-信号。

[0048] 通常还可通过下面的方法步骤来对这种情况加以说明。首先，通过所述基站接收器BSS-RX接收数量为N的载波。接着，由所述数量为N的载波中的至少一个子集M_1，M_2，...，通过压缩感知多用户检测(CS-MUD)从众多所被接收的数量为N的载波中检测终端设备UE_1，UE_2，...的传输。

[0049] 检测步骤可容易地提供来自稀疏占用的多用户信号的活动检测和数据量计算。有利地，可以首先完成活动检测(MUD)，例如，$MCSM_3$是活动的，然后将压缩的感测(CS)至少施加到载波N的受影响的子集M_3。

[0050] 压缩感知是一种信号处理方法，它通过寻找一个欠定线性系统的解来使信号得到有效的获取和重建。在此利用了这样一个事实，即通过用稀疏特性(sparsity)占用进行优化，与通过香农采样定理(Shannon-Nyquist sampling theorem)所期望的相比，明显只需少得多的采样分析就已足够。

[0051] 按照所使用的更高的传输协议(ISO/OSI模型中)，可如图3中所示通过发送确认符ACK向所述终端设备UE_1，UE_2，...报告所进行的接收，由此表明，发送已经成功。

[0052] 在图5中相对于终端设备UE1的发射机TX示意性地示出的相应设计的终端设备中；UE2；...，相应地可以执行以下步骤。

[0053] 首先，从数量为N的载波中选出至少一个载波子集M_1、M_2，...其中，M_1，M_2＜N。所述选择可例如由更高的层(在ISO/OSI模型中)提前规定或者已经议定，这对于更进一步地理解本发明并不是必需的。

[0054] 接着，将所述终端设备的所要发送的数据经过区块Mod内调制并在扩展块Spread内多个(逻辑)载波之间分配，这些数据通过区块Map被分配给所述数量为N的载波中选择的

(物理)载波子集M_1、M_2、...。这当然仅仅要被理解为是示例性的,根据所使用的调制方案,这可适当地在一个或多个区块内执行。

[0055] 接着,将被调制并被分配的数据发送给所述基站BSS。

[0056] 分别按照所使用的更高的传输协议(ISO/OSI模型中),现可如图3中所示通过由所述基站BSS接收确认符ACK来报告所进行的接收,并由此表明,发送已经成功。

[0057] 另外可规定,所述终端设备UE_1,UE_2,...在发送前首先尝试着检测所述数量为N的载波其中的一个或多个载波上的活动。这可例如被用来估计所述相应带宽B_1,B_2,...B_K内的信道质量状态,和/或在所述相应的带宽上没有活动时获得子集M_1,M_2,...的选择或者通常来说获得发送许可。

[0058] 如果所述数量为N的载波的载波子集M_1,M_2,...的带宽小于或等于所述(子)信道的相干带宽B_C,那么就可尤其优选使用本发明。

[0059] 所述相干带宽B_C(以赫兹为单位)可借助

$$B_c \approx \frac{1}{\tau_{max}}$$

来计算。其中,T_{max}为信道脉冲应答的开始与结束之间的时间差。这也被称作延迟扩展。

[0060] 其优点是,如果所述带宽B_1,B_2,...$B_K \leqslant B_C$,现在所述带宽B_1,B_2,...B_K内就完全仅需要非常简单的信道估计,由此降低了设计投入和执行成本。另外,那么就可使用非相干调制方案,例如差动调制方案,这种调制方案又可带来复杂性降低,因为例如不再需要任何信道估计。也就是说,如果在图6中满足了条件B_1,B_2,...$B_K \leqslant B_C$,每个子系统$MCSM_1$,$MCSM_2$,...仅使用整个信道的很少的带宽,因此,所述信道在所述每个带宽B_1,B_2,...B_K内的用虚线表示的传输函数就可被假定为(近似)不变。

[0061] 要注意,所述系统另外容许所述子集M发生改变,也就是说,在第一次发送时使用一个子集M_1,在第二次发送时使用另一个子集M_2...。由此可获得与时间分集的联系。

[0062] 如已经在开头所述的那样,本发明可应用于各种不同的无线或有线的系统。但其尤其适用于应用在无线通信系统中,以及尤其适用于应用在UMTS、LTE、第5代移动通信系统、WiFi或iDEN通信系统中。一般来说,本发明可应用在多种多载波方案中,尤其是正交多载波方案结合CDMA,也被称作MC/OFDM-CDMA作为基础。

[0063] 例如,本发明可以如下在LTE系统(或类似系统)中找到应用。从正常带宽B的典型可用的N个载波中,形成子集M. 然后将调制的数据通过扩频序列映射到M个子载波上。在CDMA(码分多址)系统中,例如,频域(发射机侧)的CDMA序列仅被应用于子集M. 接收端采用压缩感知多用户检测,利用信号稀疏的属性,以便所述信号看起来被稀疏占用。

[0064] 另外,借助CS-MUD的使用,既可提供活动检测,也可提供所发送的数据的推导。由此,明显更易于更加安全的数据传输。

[0065] 借助本发明,充分利用了典型的机器到机器通信的这种特性,更确切地说即所述通信更可能的是被稀疏占用。由此,相对于现有技术而言,带宽可显著实现节省50%以上,其中,带宽获得基本就是所使用的载波子集M_1,M_2,...的数量关于载波的总体数量N的函数。

[0066] 另外,实际为这些载波所使用的调制方案可被选为不相干的,因为所被使用的子集的带宽可被选得小于或等于所述相干带宽B_C。由此,信道估计可明显变得更加简单或者省去。

[0067] 另外，如果所被使用的子集的带宽被选得小于或等于所述相干带宽B_C，甚至可省去信道估计。

[0068] 另外，借助本发明，所提供的带宽要比在传统系统中利用得更好，因为现多个终端设备UE_1，UE_2，...连同基站BSS构成了相应的子系统$MCSM_1$，$MCSM_2$，...并且由此可更好地利用整个带宽B，因为这些终端设备现可并行地与所述基站通信。由此，例如CDMA系统就可实现动态地分配时频网格。

[0069] 因为所述根据本发明的系统也被设置为如图3中所示的直接访问系统，减少了控制信令，因此也可由此实现更好的改善了带宽利用率。

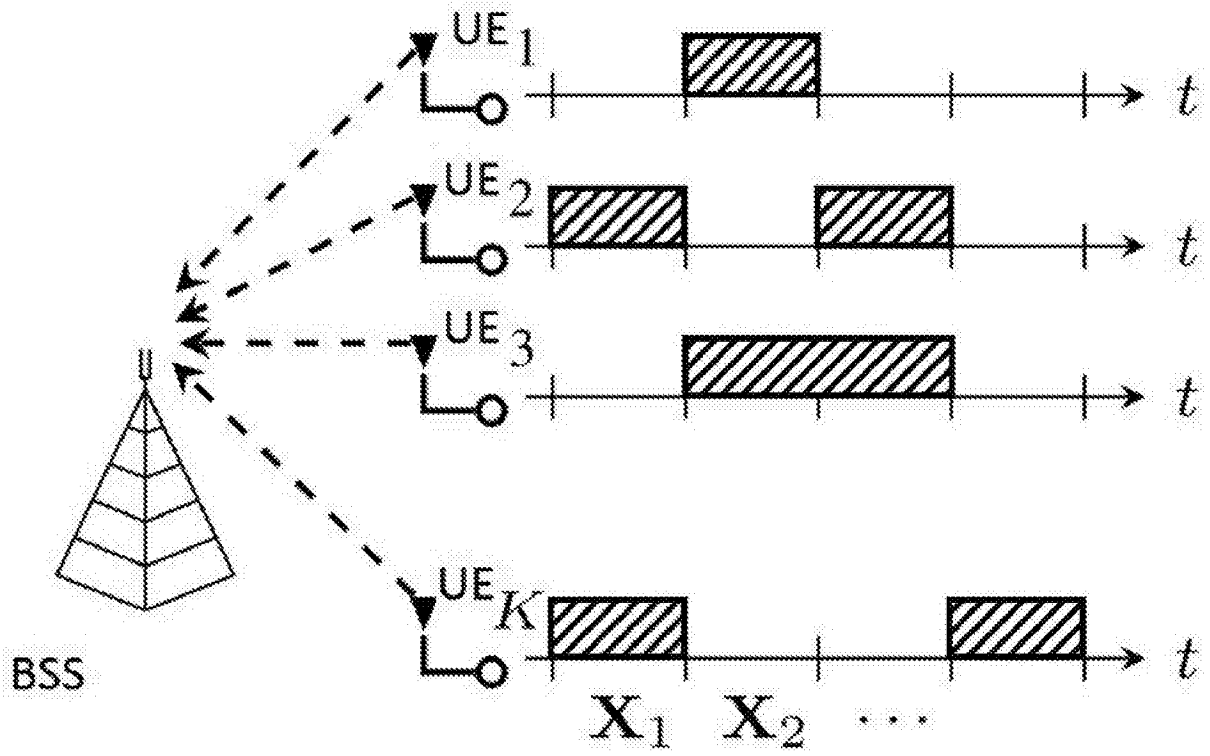


图1

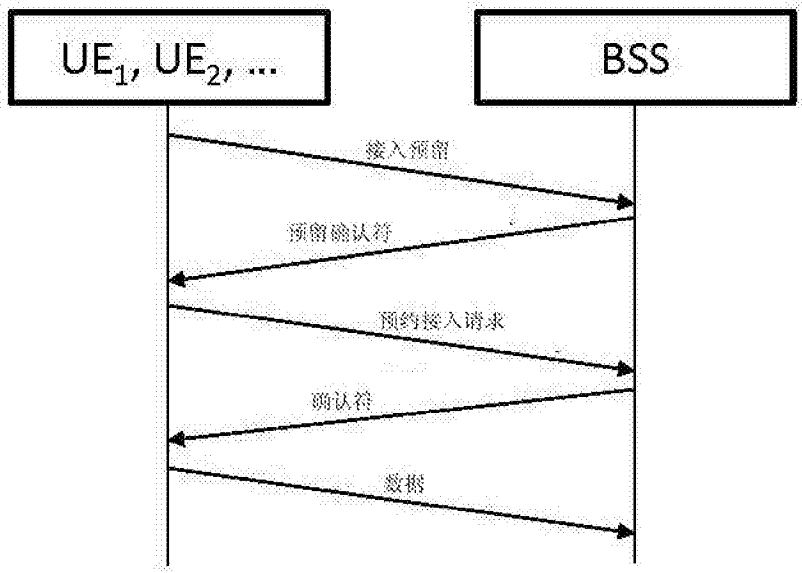


图2

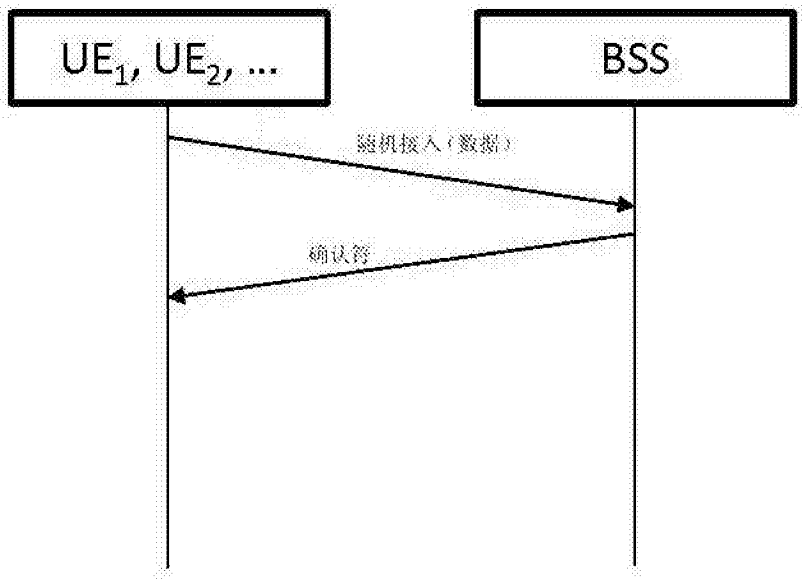


图3

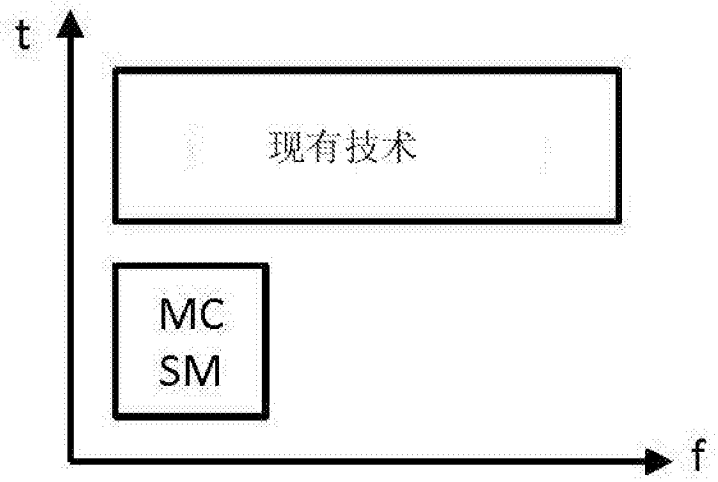


图4

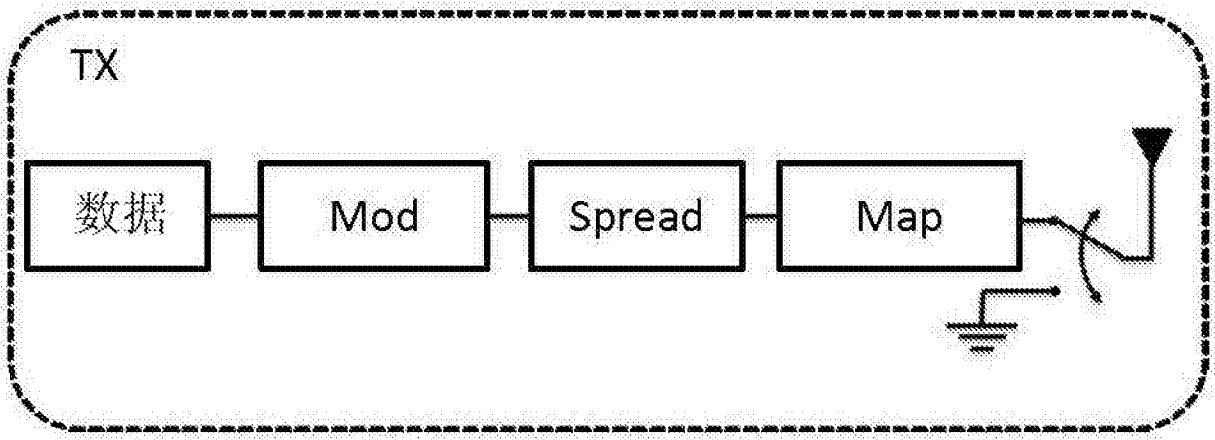

TX
数据
Mod
Spread
Map

图5

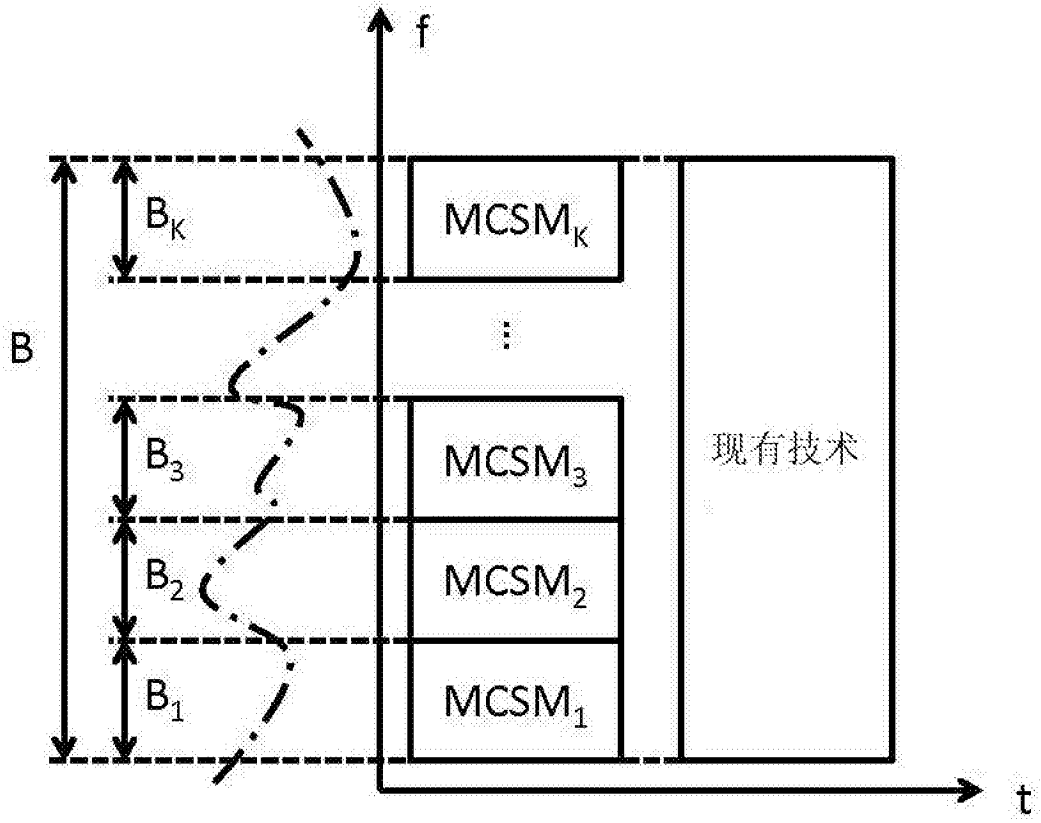

f
B
B_K
B_3
B_2
B_1
$MCSM_K$
$MCSM_3$
$MCSM_2$
$MCSM_1$
现有技术
t

图6

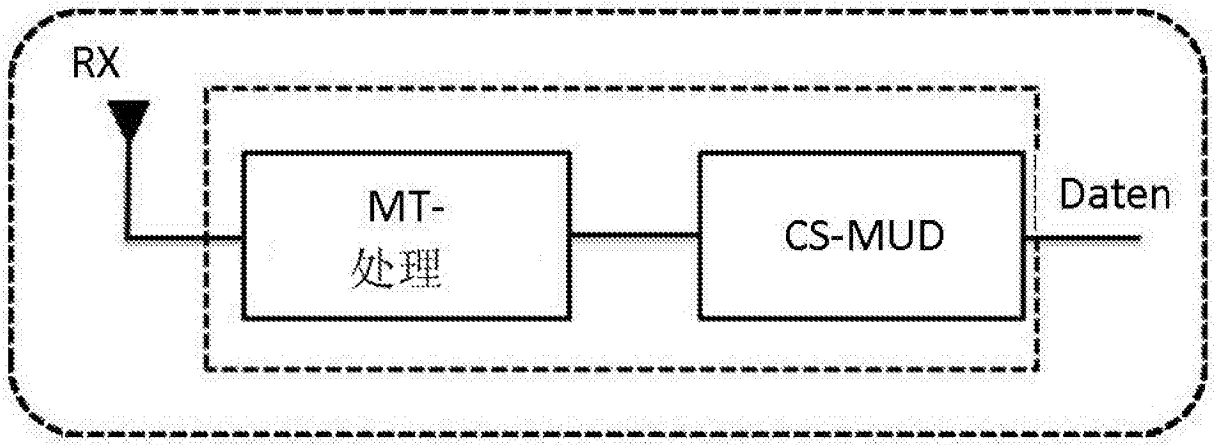


图7