



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105052103 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201480019755. 4

(72) 发明人 J. 库斯克

(22) 申请日 2014. 02. 03

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(30) 优先权数据

代理人 卢江 刘春元

102013201999. 8 2013. 02. 07 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2015. 09. 30

H04L 27/26(2006. 01)

H04L 5/00(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/052008 2014. 02. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/122086 DE 2014. 08. 14

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

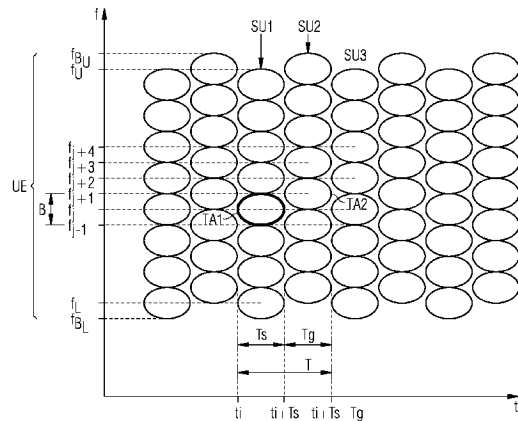
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

用于同步地传输消息的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于同步地传输消息(D1, D2)的方法。消息(D1, D2)由信息位的序列(C1, C2)组成并且借助于所谓的同步多载波传输方法以子码元(SU1, SU2)形式被传输。这些子码元(SU1, SU2)由经单独调制的载波信号(TA1, TA2)组成,其中载波信号(TA1, TA2)被分配给传输信道(UE)的不同子信道(B)。在此针对传输,用于形成第一子码元(SU1)的第一载波信号(TA1, TA2)在频率-时间域中被布置成,使得在信号传输周期(T)内形成保护间隙(Tg)。该保护间隙(Tg)之后被用于传输至少一个第二子码元(SU2),其中至少第二子码元(SU2)由第二载波信号(TA2)形成,所述第二载波信号(TA2)不同于第一子码元(SU1)的第一载波信号(TA1)。必要时第一子码元(SU1)的第一载波码元(TA1)在时域和/或频域中与至少第二子码元(SU2)的至少第二载波信号(TA2)部分地重叠。通过根据本发明的方法,以理想和简单方式将传输消息(D1, D2)的抗干扰性的提高与通过经由传输信道(UE)的多个子信道(B)同步地传输消息(D1, D2)所提供的良好频谱效率相组合。



1. 用于同步地传输消息(D1, D2)的方法,所述消息(D1, D2)由信息位的序列(C1, C2)组成并且借助于同步多载波传输方法以子码元(SU1, SU2)形式被传输,其中子码元(SU1, SU2)由经单独调制的载波信号(TA1, TA2)组成,所述载波信号(TA1, TA2)被分配给传输信道(UE)的不同子信道(B),其特征在于,用于形成第一子码元(SU1)的第一载波信号(TA1)在频率-时间域中被布置成,使得在信号传输周期(T)内形成保护间隙(Tg),并且所述保护间隙(Tg)被用于传输至少一个第二子码元(SU2),所述第二子码元(SU2)由第二载波信号(TA2)形成,所述第二载波信号(TA2)不同于第一子码元(SU1)的第一载波信号(TA1)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,第一子码元(SU21)的第一载波信号(TA21)在时域和/或频域中与至少第二子码元的至少第二载波信号(TA22, TA23, TA24, TA25)部分地重叠。

3. 根据权利要求1至2之一所述的方法,其特征在于,为了在子码元时长(Ts)内形成子码元(SU31, SU32)仅仅使用所有可能的载波信号(TA31, TA32)中的一部分。

4. 根据权利要求1至3之一所述的方法,其特征在于,作为载波信号(TA1, TA2)使用具有窗函数的离散傅里叶变换中的谐波函数、所谓的小波或正交信号。

5. 根据权利要求1至4之一所述的方法,其特征在于,经离散调制的子码元(SU1, SU2)借助于时间-频率逆变换形成,并且在并行到串行转换(TR1, TR2)以后被组成时间离散信号,并且然后时间离散信号为了耦合输入到传输信道(UE)中而被转换成要传输的模拟信号(s1, s2)。

6. 根据权利要求1至5之一所述的方法,其特征在于,根据至少一个跳频序列来形成要传输的经调制的载波信号(TA1, TA2)的顺序。

7. 根据权利要求1至6之一所述的方法,其特征在于,规定在具有数据包的同时转发的传输系统中使用。

8. 根据权利要求1至7之一所述的方法,其特征在于,在接收侧对模拟接收信号(rs)进行采样,并且然后所传输的子码元借助于时间-频率变换(ZFT)被分解成所述子码元的所接收的载波信号(mTA),并且然后执行解调(DM),并且在所谓的去交织以后执行解码(DK)。

9. 根据权利要求1至8之一所述的方法,其特征在于,为了接收信号(rs, mTA)使用基于非线性估计的干扰抑制技术(ST1, ST2)。

用于同步地传输消息的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于同步地传输消息的方法。消息由信息位序列组成并且借助于所谓的同步多载波传输方法以子码元形式被传输。这些子码元由经单独调制的载波信号组成,其中载波信号被分配给传输信道的不同子信道。

背景技术

[0002] 通信系统或通信网络在通信技术中通常是用于传送信息的设备或基础设施,所述信息例如可以以由信息单元或信息位的序列组成的消息的形式存在。在此,由通信系统建立多个终端之间或者一个或多个发送机与一个或多个接收机之前的消息连接。在此,如果由发送机和接收机使用相同时钟、或者如果分别包括足够精确的时钟源的发送机和接收机在传输开始时或传输期间被同步、或如果发送机和接收机彼此同步或准同步地(即以同步性中的容许偏差)处理要传输或要接收的信息单元和/或信号,则这称为同步传输。这意味着,消息或者消息的信息位或各个单元在发送机与接收机之间的传输借助于时钟信号在时间上被同步或准同步—也就是说,在发送机与接收机之间传输消息或消息的各个信号单元时同步性以容许的偏差存在。

[0003] 在传输消息时,常常出于经济原因重要的是,最优地利用现有通信系统、比如消息传输网络、电话网、无线电网络或者电网。在通信系统中尤其是在频率选择性衰落的情况下实现较高传输速率的方案例如是使用所谓的多载波传输方法或者所谓的多载波调制。在此,将传输信道划分成多个窄带子信道,然后给所述子信道分配所谓的载波信号。如果应该传输作为信息位序列存在的消息,则要传输的位流被划分到多个不同的载波信号上,并且同时通过窄带子信道被传输。在此,为了同步地传输消息,作为信息载体使用所谓的子码元,所述子码元由经单独调制的载波信号组成。这些经调制的载波信号被分配给传输信道的不同子信道。在此,经调制的载波信号在子信道中通过调制或键控相应载波信号由信息序列或消息的相应元素(例如位等等)形成。

[0004] 但是由于子信道的窄带性,在多载波传输方法的情况下可能出现消息传输时的多个相关联的问题或干扰。这些问题必须在设计通信系统时加以考虑。这样的干扰例如可以是所谓的信道间干扰或 Interchannel Interference (ICI),其中在传输消息时可能出现载波之间的干扰。

[0005] 此外,可能在尤其是具有提高的时间分散的传输信道中发生所谓的码间干扰 (ISI)。亦称码间串扰的所谓的码间干扰是时间上彼此相继传输或要接收的子码元之间的干扰,并且例如可能是在频率选择性衰落的情况下由于传输信道的带宽的限制、或者由于多径信号传输引起的。

[0006] 附加地,在多载波传输方法的情况下还可能发生在所有子信道的和信号情况下峰值与平均值比、所谓的峰均比 (PAR) 的过于强烈的提高。亦称峰值因数或波峰因数的所谓峰均比 (PAR) 是要传输的信号的峰值与有效值之比的度量。

[0007] 尤其是在多载波传输方法的情况下通过多个子信道进行非协调的信号传输时,

信道间干扰问题或 ICI 问题—比如在所谓的频率复用方法或载波频率方法或者频分复用 (FDM) 的情况下—是通过以距相邻子信道足够的保护间隔来合适地放置子信道而解决。在频率复用方法的情况下,消息的多个元素或位可以以被划分到多个载波信号上的方式同时传输。对此,全部可供用于传输的带宽(例如频带、传输信道)被细分成不同的各个窄带频带—即子信道—,所述窄带频带被小的未被使用的保护频带彼此隔开。由此,可以例如通过滤波实现所使用的频带之外的频率处的信号和 / 或干扰的足够良好的衰减。

[0008] 频率复用方法的最近越来越频繁使用的专用实施是所谓的正交频率复用方法或者正交频分复用 (OFDM)。在正交频率复用方法的情况下,将多个正交载波用于传输数字数据或消息。每个载波首先被单独调制,并且可以承载一个或多个位的信息。然后,由所有经调制的载波或载波信号之和在一时间窗内形成所谓子码元的信号变化曲线,由此在正交频率复用方法的情况下可以并行地传输大量的位。此外,通过载波的正交性,减少要传输的被调制到相邻载波上的信号之间的所谓的串扰。也就是说,通过正交频率复用方法,尽管实现了对频谱的更好利用以及因此消息的有效的同步传输,但是码间干扰和峰均比强烈提高的问题此外仍然存在。

[0009] 为了改善码间干扰,例如可以使用昂贵的校正算法,所述算法例如基于信道状态的估计。这在具有强烈干扰或具有提高的时间分散的传输信道的情况下、例如在所谓的电力线通信 (PLC) 或配电线载波 (DLC) —即在通过电网的数据传输的情况下、在确定的无线电信道的情况下、或者在点对多点传输的情况下仅能以提高的花费实现。

[0010] 减少或防止码间干扰的另一方案例如在于,在频率信道中在传输中彼此相继的子码元之间引入保护间隙,如这例如在基于正交频率复用方法的传输中被应用。但是在具有提高的时间分散的传输信道中、比如在 PLC、DLC 等等情况下,必须选择—与要传输的子码元的时长相比—相对大的保护间隙。由此尤其是减小了在时域中信道利用的效率。

[0011] 此外,所有子信道的和信号的所谓的峰均比 (PAR) 的强烈提高尤其在 FDM 和 OFDM 的情况下是巨大挑战。由于该提高,仅能以低效率利用发送放大器的动态范围或性能。也就是说,为了提高效率,必须提高这样的放大器的动态范围,以便例如在各个子信道中比如在具有低 PAR 的信号情况下能够在相同的水平上传输发送电平并且由此在接收侧实现相同信噪比。但是放大器的动态范围的提高与附加的硬件成本相联系。

[0012] 为了例如在 FDM 或 OFDM 的情况下获得低的峰均比,从文献 Han, Seung Hee ;Lee, Jae Hong 的“An Overview of Peak-to-Average Power Ratio Reduction Techniques for Multicarrier Transmission” (IEEE Wireless Communications, Vol. 12, Iss.2, pp. 56-65, April 2005.) 中公知了多种方法,比如在子信道中引入特别的编码、限制信号峰值并接着滤波以及在接收侧进行位纠错等等。但是这些在前述文献中列举的方法所具有的缺点是,峰均比仅能借助针对例如编码、滤波等等的附加花费或者通过附加地传输各个传输的子码元的伴随信息来减小。此外,由此尤其是在 OFDM 的情况下要考虑到信道利用效率中的损失和 / 或抗干扰性的降低。附加地,例如通过非线性操作对信号峰值的限制尤其是又可能促进或放大子信道串扰或信道间干扰。

发明内容

[0013] 因此,本发明所基于的任务是说明一种用于借助于同步多载波传输方法同步地传

输消息的方法,在该方法中以良好的频谱效率以及以较低的峰均比传输消息,并且该方法对码间干扰以及信道间干扰具有高的鲁棒性。

[0014] 该任务通过开头列举类型的具有根据独立权利要求所述的特征的方法来解决。本发明的有利的实施方式在从属权利要求中予以描述。

[0015] 根据本发明,该任务利用开头提到类型的方法来解决,在该方法中用于形成第一子码元的第一载波信号在频率-时间域中被布置成,使得在信号传输周期内形成保护间隙。该保护间隙然后被用于传输至少一个第二子码元。在此,该第二子码元由第二载波信号形成,所述第二载波信号不同于第一子码元的第一载波信号。

[0016] 根据本发明所提出的解决方案的主要方面在于,通过根据本发明的方法把通过多个子信道同步地传输消息的良好频谱效率与所谓的跳频展频技术或所谓的跳频扩频(FHSS)的优点相组合。FHSS的优点尤其是在于低的峰均比(PAR)和对诸如码间干扰和信道间干扰之类干扰的鲁棒性。所谓的跳频展频技术或跳频扩频(FHSS)是一种扩频技术方法,其中用于传输消息的载波频率在传输的时长内多次跳跃式/离散地根据所谓的跳频序列针对所使用的子信道被变换。

[0017] 通过根据本发明所提出的方法,在足够大的保护间隙的情况下尤其是与诸如 FDM 或 OFDM 等之类的常规的同步和异步多载波传输方法相比实现峰均比的减小。此外,传输的抗干扰性的提高尤其是通过更好地充分利用现有动态范围或通过提高发送电平来实现。这可以以有利的方式被利用,以便为了传输全部子码元—其中子码元在确定的信号传输周期内形成—将功率均匀地分布在该信号传输周期上。由此,该传输尤其是相对于传输信道中的非高斯形式组合的窄带干扰和脉冲干扰变得更加鲁棒。

[0018] 此外,通过均匀地分布功率,有利地减小了时间上彼此移位的各个子码元内的峰均比,其中根据本发明的方法与具有跳频展频(例如 FHSS 等等)的常规方法相比具有改善或更高的传输速率。因此,根据本发明的方法使得能够在具有消息或数据包的同时以及必要时(准)同步的转发的系统、比如电力线通信(PLC)、配电线载波(DLC) 等等中基于同步多载波传输方法(例如 OFDM 等等)鲁棒地传输消息,所述系统具有提高的时间信号分散。

[0019] 在此有利的是,第一子码元的第一载波信号在时域和/或频域中与至少第二子码元的至少第二载波信号部分地重叠。在此,用于形成相应子码元的载波信号可以被选择为,使得相应载波信号的时间-频率图与另外的载波信号的时间-频率图不重叠或者仅仅以合理的程度重叠。载波信号重叠的合理程度通过遵循相邻经调制的载波信号之间的所规定的时间和频谱保护间隙而得出,以便由此避免码间和/或信道间干扰。

[0020] 这意味着,当时间间隔已经被选择为足够大时,经调制的载波信号的频谱带宽可能重叠。同时,由此可能的是,在频谱间隔已经被选择为足够大时,经调制的载波信道的的时间变化曲线能够具有至少部分重叠。因此,通过载波信号在时域和/或频域中的部分重叠,可以实现信号传输周期内的相邻子码元的时间和/或频谱嵌套,其中遵守保护间隙。重叠可以从子码元之间没有重叠或嵌套到子码元与多个在先和/或多个在后子码元嵌套。由此可以有利地将保护间隙用于传输子码元。因此,要发送的消息的功率被均匀地分布在信号传输周期内,峰均比被减小,并且通过更好地充分利用现有动态范围或通过提高发送电平,传输的抗干扰性被改善。

[0021] 适宜地,为了在子码元时长内形成子码元仅仅使用所有可能的载波信号中的一部

分。通过这种方式,更少数目的经调制载波信号被相加,并且因此传输信道中的和信号的峰均比被非常简单地进一步减小。

[0022] 有利的是,作为载波信号使用具有窗函数的离散傅里叶变换中的谐波信号、所谓的小波或正交信号。载波信号通常是周期性改变的、具有特征参数(例如频率、幅度、相位等等)的技术参量(例如交变电压、无线电波等等),并且通常是用于解调之前为了传输消息元素(例如位等等)的目的而被调制的载波信号的参考信号。在通信技术的领域中,例如为了传输消息或消息元素而使用具有所谓窗函数的离散傅里叶变换中的谐波信号(例如正弦形信号等),在此例如信号在频域中与窗函数的频谱卷积。所谓的窗函数例如可以在时域中具有不同的形状,比如矩形窗、高斯窗等等,并且在频域中的特征是集中在中心频率周围的、具有关于其最大值确定的带宽的频谱。通过窗函数,信号通常在窗开头处被加强,并且在窗结尾处又被减弱,由此防止了在使用离散傅里叶变换时的所谓频率泄露效应。

[0023] 替代地,作为载波信号还可以使用所谓的小波,小波表示连续或离散小波变换的基本函数。小波变换是线性时间-频率变换的家族,并且例如可以被视为是短时傅里叶变换的改进。在此,信号被分解成在时间上被狭窄地限制的,并且包括仅仅非常少的振荡的信号元素,这些信号元素被称为小波。小波尤其是用于分析非常不连续的信号(例如时不变传输信道中的信号、语音信号、图像信号等等),或者对有噪信号进行滤波时使用。

[0024] 此外,(弱)正交信号或者具有合理的交叉相关特性的信号可以充当载波信号。在(弱)正交信号的情况下,标量积(近似)为零—也就是说,信号是(近似)彼此正交的。正交信号例如在根据 OFDM 方法传输消息时被用作载波信号。在具有合理的交叉相关特性的信号的情况下,针对交叉相关—即针对不同时间位移的情况下两个信号之间的相关性的描述—做出规定,以便为传输获得合适的载波信号。

[0025] 在根据本发明的方法的一个优选改进方案中,经离散调制的子码元借助于时间-频率逆变换(比如具有窗函数的离散傅里叶逆变换、小波逆变换等等)形成。然后,这些子码元在并行到串行转换以后被组成时间离散信号。在此,并行到串行转换可以利用相邻子码元—利用至少一个在先子码元和/或利用至少一个在后子码元—进行。于是,时间离散信号的组成例如也可以至少部分重叠地进行。然后,时间离散信号为了耦合输入到传输信道中而被转换成要传输的模拟信号。该模拟信号然后必要时还被放大、匹配,作为发送信号耦合输入到传输信道中,并且因此以简单方式被传输给接收机。

[0026] 此外有利的是,根据至少一个跳频序列来形成要传输的经调制的载波信号的顺序。通过该简单方式,经调制载波信号的数目被进一步减少,或进行子码元的稀释。由此一方面减少信道间干扰,并且另一方面进一步减少了和信号或要传输的(模拟)信号的峰均比。在通信技术中通常将如下方法理解成跳频方法或扩频:在该方法中,窄带信号被转换成具有比为了信息传输所需带宽更大的带宽的信号。在此,之前集中在小的频率范围中的发送能量被分配到更大频率范围上。在此,在跳频方法的情况下,由跳频序列预先给定频率变换的顺序。

[0027] 还有利的是,规定在具有数据包的同时转发的传输系统中使用。在这样的传输系统的情况下,相同的数据包借助于不同发送机的经调制的发送信号通过传输信道以准同步方式被传输给一个或多个接收机。这样的传输系统中的传输信道例如可以在时间上是高度分散的,由此尤其是在使用基于 OFDM 的传输的情况下必须注意较大的时间保护间隙。通过

这种方式,相同消息可以从多个发送机准同步地传输给一个或多个接收机,并且因此最优和有效地利用传输系统。

[0028] 在本发明的一个改进方案中,在接收侧对模拟接收信号进行采样,并且然后尤其是在接收侧存在具有针对各个所传输子码元的时间帧的同步的前提条件下借助于时间-频率变换将这些所传输的子码元分解成其所接收的载波信号。然后,执行解调,并且根据所谓的去交织执行解码。在此,所谓的去交织是交织的逆反,在交织的情况下,要传输的数据或子码元被嵌套。在去交织的情况下,子码元的该嵌套或重叠在接收机侧又被逆反。理想地,为了接收信号使用基于非线性估计的干扰抑制技术。通过这种简单方式,可以在接收机侧抑制接收信号中的干扰信号。仅仅分析和进一步处理接收信号的如下有效部分:所述有效部分在接收信号的时间-频率分布中从所估计的干扰分量上突出。

附图说明

[0029] 本发明接下来以示例性方式根据附图予以阐述。

[0030] 其中示意性地:

图 1 示出了在常规 OFDM 方法中子码元在频率-时间域中的示例性星座图;

图 2a 示出了根据本发明的方法子码元在频率-时间域中的示例性星座图;

图 2b 示出了根据本发明的方法两个示例性经调制载波信号在时域中的示例性星座图;

图 3 示出了根据本发明的方法在频率-时间域中具有部分重叠的子码元的示例性星座图;

图 4 示出了根据本发明的方法在频率-时间域中具有减小数目的载波信号的子码元的示例性星座图;

图 5 示出了根据本发明的方法的用于同时消息传输的示例性传输系统。

具体实施方式

[0031] 图 1 以示意性方式示出了在诸如所谓正交频率复用方法或正交频分复用(OFDM)之类的常规同步多载波传输方法的情况下子码元 SU 在频率-时间域中的示例性星座图,其中存在对频率 f_j 的持续利用。在此,在水平坐标轴上绘出了时域 t ,并且在垂直坐标轴上绘出了频域 f 。在此,被用于传输信息元素序列或信息位序列形式的消息的传输信道 UE 具有由上限频率 f_{BU} 和下限频率 f_{BL} 限定的带宽。该带宽或该传输信道 UE 被细分成不同的窄带子信道,其中在图 1 中示例性地绘出了子信道 B。

[0032] 给该子信道 B 例如指派具有载波频率 f_j 的载波信号 TA,将相应的信息元素调制到该载波信号 TA 上。通过该调制,于是例如形成经调制的载波信号 TA。在此,要传输的子码元 SU 例如由各个经调制的载波信号 TA 组成,所述子码元 SU 的形成例如在时刻 t_i 开始并且在时刻 t_i+T_s 结束,其中变量 T_s 是子码元时长。下一子码元 SU 的形成开始于是被移位保护间隙 T_g 的时长—也就是说,下一子码元的形成在由子码元时长 T_s 和保护间隙 T_g 组成的信号传输周期 T 以后才开始,以便尤其是防止信道间干扰。子码元 SU 在时域中的信号变化曲线例如在 OFDM 的情况下由所有经调制载波信号 TA 之和组成。在此,和信号作为缺点于是具有相对高的峰均比以及尤其是在具有提高的时间分散的信道的情况下附加地具有

码间干扰。

[0033] 这样的缺点或干扰通过在图 2a 中根据子码元 SU1、SU2 在频率 - 时间域 f 、 t 中的示例性星座图示意性示出的根据本发明的方法来解决。图 2b 以示例性和示意性方式示出了两个示例性的经调制的载波信号 TA1、TA2 在时域 t 中的所属星座图。

[0034] 图 2a 再次示出了坐标系,其中在水平轴上绘出了时域 t ,并且在垂直轴上绘出了频域 f 。为了传输消息 D1、D2 使用传输信道 UE,所述传输信道 UE 具有由上限频率 f_{BU} 和下限频率 f_{BL} 形成的带宽。在此,传输信道 UE 被细分成子信道,其中在图 2a 中又示例性地绘出了具有载波频率 f_j 的子信道 B。该子信道 B 例如被用于传输经调制的第二载波信号 TA1,而例如示例性的经调制的第二载波信号 TA2 在具有载波频率 f_{j+1} 的子信道中被传输。在此,要传输的载波信号 TA1、TA2 的顺序例如可以根据至少一个所谓的跳频序列来形成。

[0035] 在此,经调制的第二载波信号 TA1 例如通过调制第一载波信号 TA1 由要传输的消息 D1、D2 的信息序列的第一元素 C1 形成。经调制的第二载波信号 TA2 例如通过调制第二载波信号 TA2 由要传输的消息 D1、D2 的信息序列的第二元素 C2 形成。在此,分别要传输的子码元 SU1、SU2 由各个经调制的载波信号 TA1、TA2 组成。在此,作为载波信号 TA1、TA2 例如可以使用具有矩形或其它窗函数的离散傅里叶变换中的谐波信号、所谓的小波或其它彼此正交的信号或者具有合理的交叉相关特性的信号。

[0036] 在此,示例性的第一子码元 SU1 的形成在时刻 t_i 开始并且为此使用的第二载波信号 TA1 在频率 - 时间域中被布置成,使得在信号传输周期 T1 内遵循到使用相同载波频率 f_j 、 f_{j+2} 等等或载波信号 TA 的下一子码元 SU3 的所规定的时间保护间隙 T_g 。为了传输使用载波信号 TA2 或载波频率 f_{j+1} 、 f_{j+3} 等等的第二子码元 SU2,于是使用保护间隙 T_g 。

[0037] 这意味着,通过根据本发明的方法,第一子码元 SU2 在子码元时长 T_s 中被传输,该子码元时长 T_s 例如从时刻 t_i 持续到时刻 t_i+T_s 。例如相邻的第二子码元 SU2—其第二载波信号 TA2 或载波频率 f_{j+1} 不同于第一子码元 SU1 的第二载波信号 TA1 或载波频率 f_j —的传输在保护间隙 T_g 中被传输。由此,尽管例如在信号传输周期 T 内传输了与例如在图 1 中常规 OFDM 方法的情况下相同数目个子码元 SU1、SU2,但是保持了对码间干扰相同的抵抗力,并且同时减小了相应子码元 SU1、SU2 的相应的和信号的峰均比,如在后面根据图 2b 所阐述的那样。

[0038] 图 2b 示例性地示出了两个示例性在图 2a 中示出的经调制载波信号 TA1、TA2 在时域中的星座图、或相应属于子码元 SU1、SU2 的信号 S1、S2 在时域中的时间变化曲线。在此,在最上面的坐标系—其中在水平轴上示出时域 t 并且在垂直轴上示出第一信号 S1 的幅度 A—中,示出了由经调制的第二载波信号 TA1 形成的第一子码元 SU1 的时间变化曲线。在时刻 t_i ,以经调制的第二载波信号 TA1 的时间变化曲线开始,并且在时刻 t_i+T_s 结束。经调制的第二载波信号 TA1 的传输以信号传输周期 T 的时长周期重复。在此,经调制的第二载波信号 TA1 的幅度 A 例如具有值 +A 与 -A 之间的波动。

[0039] 在图 2b 中的中间示出的、再次具有水平时间轴并在垂直轴上具有第二信号 S2 的幅度 A 的坐标系中,示出了由经调制的第二载波信号 TA2 形成的第二子码元 SU2 的时间变化曲线。经调制的第二载波信号 TA2 的时间变化曲线例如在时刻 t_i+T_s 、即在第二载波信号 TA1 的传输结束以后开始,并且例如在时刻 $t_i+T_s+T_g$ —即随着信号传输周期 T 的结束—而结束。也就是说,为了传输经调制的第二载波信号 TA2 例如使用保护间隙 T_g ,而—在图 2a

和 2b 中所示的示例中—不发生经调制的载波信号 TA1、TA2 的时间上的重叠。在此，经调制的第二载波信号 TA2 的幅度 A 例如同样具有值 +A 与 -A 之间的波动。

[0040] 然后，在图 2b 中最下面的坐标系中示例性地示出了和信号 $s(t)$ 的时间变化曲线，其中水平轴再次示出时域 t 并且垂直轴示出和信号 $s(t)$ 的幅度 A。从该坐标系中例如可以看出，幅度 A 的值与经调制的第一或第二载波信号 TA1、TA2 的信号 S1、S2 具有相同的在 +A 与 -A 之间的波动，因此例如将和信号 $s(t)$ 的峰均比保持得小，并且可以最优和有效地充分利用传输信道的容量。此外，从图 2b 中示出的示例（来自最下面的坐标系）中可以看出，经调制的第一载波信号 TA1 和经调制的第二载波信号 TA2 在时域中周期性地重复，其中经调制的第二载波信号 TA2 被插入到保护间隙 T_g 的时长中。在所示的示例中，经调制的载波信号 TA1、TA2 或相应子码元 SU1、SU2 不重叠。

[0041] 但是可以在频率-时间域中在载波信号 TA21、TA22、TA23、TA24、TA25 之间出现合理或小的、或部分的重叠。子码元 SU21 的与此相关的星座图在图 3 中示意性和示例性地予以示出。图 3 再次示出了频率-时间域中的具有水平时间轴 t 和垂直频率轴 f 的坐标系。在频率轴 f 上再次示例性地绘出了具有上限频率 f_{BU} 和下限频率 f_{BL} 的传输信道 UE 以及为子信道 B 所使用的载波频率 f_j 。

[0042] 在示例性的子信道 B 中，例如借助于具有载波频率 f_j 的第一载波信号 TA21 通过调制信息元素 C1 形成子码元 SU21 的经调制的第一载波信号 TA21。子码元 SU21 的形成在时刻 t_i 开始并且在时刻 t_i+T_s 结束，其中变量 T_s 再次表示子码元时长 T_s 。但是在考虑到相应的频谱间隔 df 的情况下，在时刻 t_i+dt —其中时长 dt 小于子码元时长 T_s —就已经可以开始传输经调制的第二载波信号 TA22。在此，经调制的第一载波信号 TA21 的时刻 t_i+T_s 例如可以是 t_i+2dt —如图 3 中所示。也就是说，在经调制的第一载波信号 TA21 的传输结束时，例如第二载波码元 T22 的一半已经被传输，但是在此应当注意频谱/频域中的相应间隔 df 。经调制的第二载波信号 TA22 的载波频率 f_j+2 例如可以被选择为，使得在频谱/频域中不发生或仅仅发生合理重叠。这例如在相应载波信号 TA21、TA22 的频谱间隔 df 被选择为足够大时得到保证。

[0043] 此外，例如可以在时刻 $t_i+T_s=t_i+2dt$ 开始传输经调制的第三载波信号 TA23。该经调制的第三载波信号 TA23 同样具有到其它经调制的载波信号 TA21、TA22 的足够的时间间隔 dt 和频谱间隔 df ，其中例如使用载波频率 f_j+4 并且例如相应大地选择保护间隙 T_g 。此外，例如还可以至少部分地在保护间隙中传输与属于经调制的第一载波信号 TA21 的子码元 SU21 相邻的子码元的另外的经调制的载波信号 TA24、TA25—直到与信号传输周期 T_2 相对应的时刻 $t_i+T_s+T_g$ ，再次传输第一载波信号 TA21 的子码元 SU21。

[0044] 通过这种方式，如图 3 中示例性示出的那样，还可以在遵循保护间隙 T_g 的情况下在信号传输周期 T_2 内在时间上和/或频谱上嵌套具有不同载波信号 TA21、TA22、TA23、TA24、TA25 的相邻子码元 SU31。在此，重叠可以从比如在图 2a 中子码元 SU1、SU2 之间的无重叠到如图 3 中所示子码元 SU21 与两个在先和/或两个在后子码元的嵌套。因此，可以将要发送的信号功率更均匀地分布在信号传输周期 T_2 内。此外，峰均比因此非常简单地被减小，并且通过更好地充分利用现有动态范围或通过提高发送电平，传输的抗干扰性被改善。

[0045] 此外存在以下方案，为了在子码元时长 T_s 内形成子码元 SU31、SU32，仅仅使用所

有可能的载波信号 TA31、TA32 中的一部分,例如以便还进一步减小分别得到的和信号的峰均比,因为这样将小数目个经调制的载波信号 TA31、TA32 相加。

[0046] 在图 4 中示意性地示出了这样的示例。图 4 再次示出了频率 - 时间域中的具有水平时间轴 t 和垂直频率轴 f 的坐标系。在频率轴 f 上再次示例性地绘出了具有上限频率 f_{BU} 和下限频率 f_{BL} 的传输信道 UE 以及为子信道 B 所使用的载波频率 f_j 。在此,为载波信号 TA31、TA32 使用的相邻载波频率 f_j 被频谱间隔 df 彼此隔开。为了形成第一子码元 SU21,例如使用第一载波信号 TA31。为第二子码元 SU22 例如使用第二载波信号 TA32。在此,给第一载波信号 TA31 分配第一载波频率 f_j 并且给第二载波信号 TA32 分配第二载波频率 f_{j+1} ,所述载波频率彼此具有频谱间隔 df 。如图 4 中示例性示出的那样,因此载波频率 f_j 、 f_{j+1} 进而第一和第二载波频率 TA31、TA32 在频域中与在图 2a 或图 3 中所示的前述示例中相比彼此相距更远,因为不是每个可能的载波信号 TA x 都被使用。

[0047] 示例性的第一子码元 SU3 的形成例如如在图 2a 中那样在时刻 t_i 开始并且为此使用的第一载波信号 TA31 在频率 - 时间域中被布置成,使得在信号传输周期 T 内产生到例如使用相同载波频率 f_j 等等或载波信号 TA31 的下一要传输的子码元的所规定的时间保护间隙 T_g 。为了传输使用载波信号 TA32 或载波频率 f_{j+1} 的第二子码元 SU32,于是再次使用保护间隙 T_g 。要传输的载波信号 TA31、TA32 的顺序例如同样可以根据至少一个所谓的跳频序列来形成。

[0048] 在图 4 中所示的示例中,子码元 SU31 也可以与直至两个在先和 / 或两个在后子码元 SU32 嵌套或重叠,以便除了相应和信号的减小的峰均比以外还实现功率在信号传输周期 T 内的更均匀分布。

[0049] 在图 5 中示意性示出了根据本发明的方法的用于同时、同步的消息传输或信号传输的示例性传输系统。在发送机侧,例如由两个不同的传输设备同时地 / 准同步地将两个相同的消息 D1、D2 分别馈入到用于处理所述消息 D1、D2 的单元 BSM1 或 BSM2 中。消息 D1、D2 通常是相同的,但是由不同发送机或发送支路例如在同时的转发程序的范围内传输。在此,将同时转发程序例如理解为如下:由第一传输设备发送初始消息,该初始消息具有一定数目的剩余的可能的转发或重新发送。然后,由至少两个另外的传输设备分别接收初始消息的副本作为消息 D1 或 D2,并且在此重新发送的数目在初始消息中以及副本中都相应地递减。然后—例如如图 5 中示例性示出的那样—将初始消息的经这样改变的副本作为消息 D1、D2 同时转发。该重新发送过程可以由迄今为止的传输设备或也可以由另外任意的传输设备来继续,直到初始消息的可能的重新发送的数目为零。

[0050] 所有这些重新发送(准)同步地在预先给定的时间帧的范围内进行,并且在此重新发送的消息 D1、D2 因此是相同的,并且根据所确定的规则由初始消息形成。在此,准同步是指,不考虑例如在重新发送以前接收(初始)消息时的信道传播时间、以及时钟源在传输方向上的频率漂移。但是,该偏差在同步性中的影响可以通过合适地选择子码元 SU1、SU2 之间的保护间隙和时钟源来限制和控制,并且因此可以相应小地被保持—也就是说不等于零,但是合理地小,由此发送恰好是不同步而是准同步的。

[0051] 在此,在图 5 中示例性地示出了两个传输设备,所述传输设备例如由多个单元、如用于处理消息的单元 BSM1、BSM2、变换单元 TR1、TR2 以及耦合输入单元 KE1、KE2 构成。但是为了运行或应用根据本发明的方法,还可以将另外的传输设备用于(准)同步地转发相同消

息 D1、D2, 或者也可以仅仅使用一个传输设备—在图 5 中例如为发送机侧的上面的支路—来转发(第一)消息 D1。

[0052] 在用于处理消息 D1、D2 的单元 BSM1 和 BSM2 的单元中, 分别执行所谓的位或码元调制映射、以及所谓的交织和信道编码。这意味着, 由要传输的消息 D1、D2 分别在用于处理消息 D1、D2 的单元 BSM1、BSM2 中生成要传输的信息元素 C1、C2 (例如信息位、信息码元) 的相应序列, 所述序列在需要时通过交织被嵌套并且作为对传输错误的保护被信道编码。在用于处理消息 D1、D2 的单元 BSM1、BSM2 中, 要传输的信息元素 C1、C2 为了载波信号 TA41、TA42 的所规定的调制在使用根据本发明的方法的情况下被编辑—即被预编码并可能被配备附加信息例如用于接收机侧的解调和 / 或解码。

[0053] 信息元素 C1、C2 的序列然后被转发给变换单元 TR1、TR2。在这些变换单元 TR1、TR2 中, 例如首先分别在使用根据本发明的方法的情况下一例如如在图 2a、3、4 中所示那样—在使用载波信号 TA41、TA42 的情况下形成子码元 SU1、SU2。在此, 例如在遵循保护间隙 T_g 以及必要时相应频谱间隔 df 的情况下使用载波信号 TA41、TA42—其中这些载波信号 TA41、TA42 在此为相同的, 但是在不同的传输设备中被使用。分别将信息元素调制到载波信号 TA41、TA42 上并且这样生成经离散调制的子码元 SU1、SU2。在此, 经离散调制的子码元 SU1、SU2 例如借助于时间—频率逆变换、比如离散傅里叶逆变换、小波逆变换等等来形成。然后, 在变换单元 TR1、TR2 中在并行到串行转换以后执行所谓的信号综合。在此, 相邻子码元 SU1、SU2—例如与至少一个在先子码元 SU1、SU2 和 / 或与至少一个在后的子码元 SU1、SU2—组成时间离散信号。时间离散信号的组成例如也可以部分重叠地进行。然后, 相应的时间离散信号还被转换成模拟信号 $s_1(t)$ 、 $s_2(t)$, 所述模拟信号 $s_1(t)$ 、 $s_2(t)$ 然后通过相应的耦合输入单元 KE1、KE2—必要时被放大和匹配—作为发送信号 ts_1 、 ts_2 耦合输入到传输信道 UE 中, 并且通过这种方式被传输到接收机侧。

[0054] 然后, 在接收机侧由耦合输出单元 KA 接收模拟接收信号 rs , 并且转发给可选地设置的第一干扰抑制装置 ST1。模拟接收信号 rs 经历串行—并行转换 SPW, 并且然后由变换单元 ZFT 进行时间—频率变换以及借助于多个不同的参考载波信号 rTA 进行频率信道分离。在此, 在接收机侧存在具有针对各个子码元 SU1、SU2 的时间帧的同步的前提条件下借助于时间—频率变换将所传输的子码元 SU1、SU2 分解成其各个组成部分或所接收的载波信号 mTA 。这些所接收的信号 mTA 然后可以被输送给可选地设置的、频率—时间域中的第二干扰抑制装置 ST2。

[0055] 如果应该存在第二干扰抑制装置 ST2, 则其向传输系统的下个单元进一步提供减去干扰信号部分的接收信号 mTA' 、以及附加地进一步提供估计的干扰部分 gSF 。如果缺少第二干扰抑制装置 ST2, 则将所接收的载波信号 mTA 直接转发给解调和位 / 码元判定单元 DM。解调和位 / 码元判定单元 DM 然后在其输出端处提供所接收的信息 / 位序列的各个元素 rC , 所述元素例如是基于硬判定和 / 或软判定形成的。所接收的信息 / 位序列的这些元素 rC 然后还在解码单元 DK 中经历去交织和信道解码, 该解码单元 DK 然后在输出端处提供所接收的消息 rD 。

[0056] 借助于图 5 中所示的传输系统, 例如可以将相同的数据包或相同的消息 D1、D2 借助于不同发送机的经调制的发送信号 ts_1 、 ts_2 通过例如高度分散的传输信道 UE 传输给一个或多个接收机。通过在系统的发送机侧、尤其是在相应变换单元 TR1、TR2 中使用根据本

发明的方法,在尽可能小的峰均比的情况下实现了一尤其是对信道间和码间干扰的一高的抗干扰性。

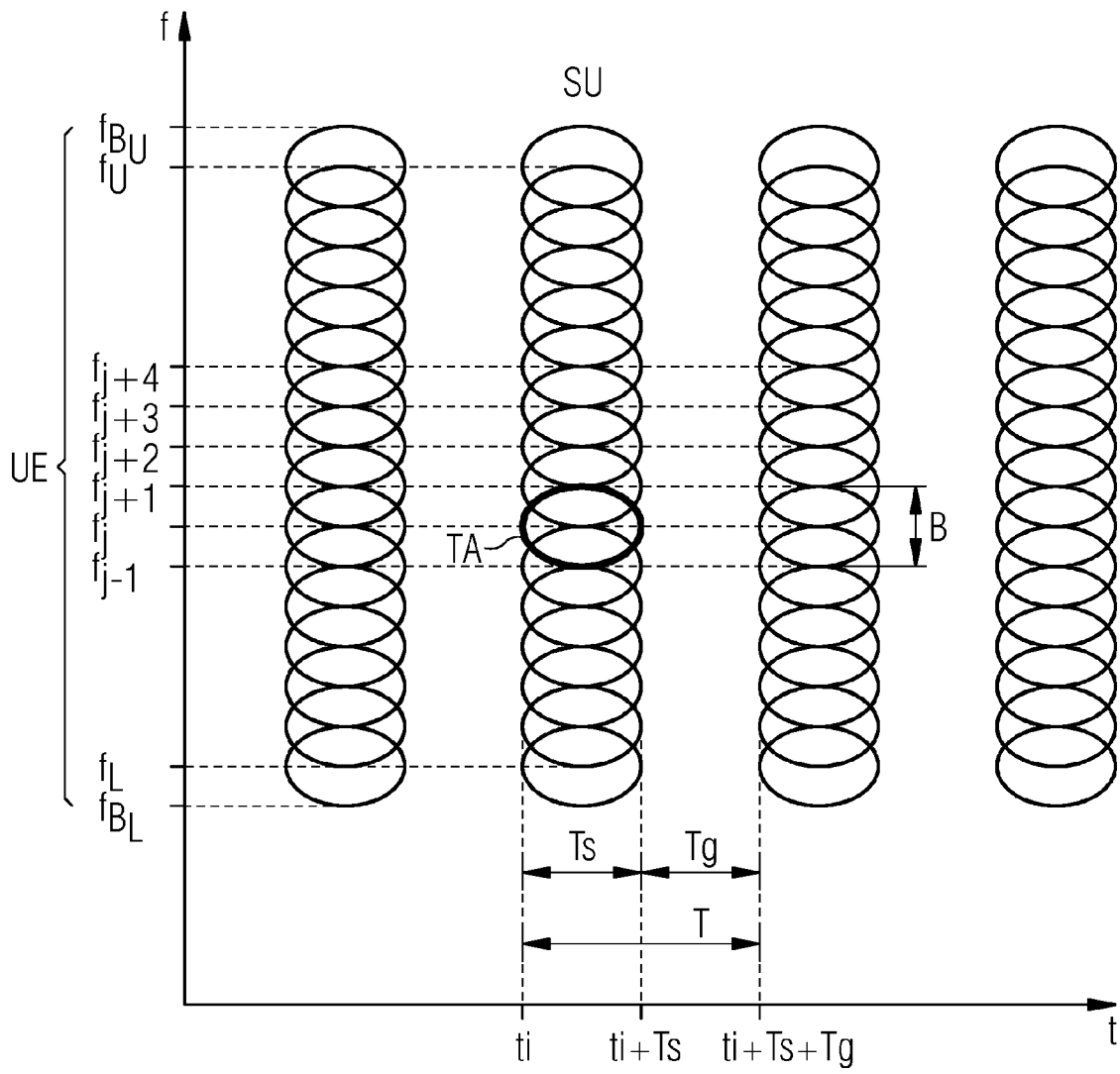


图 1

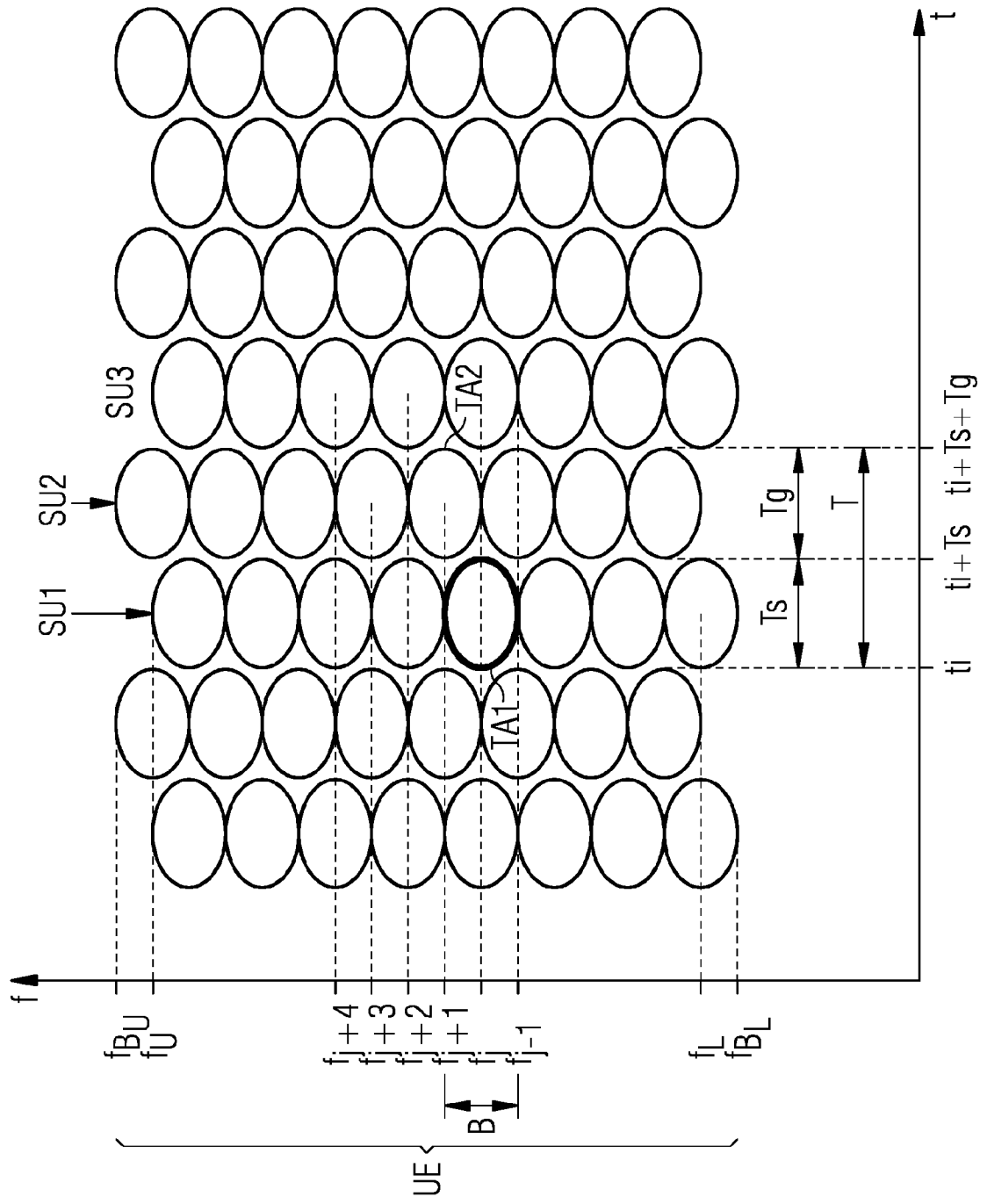


图 2A

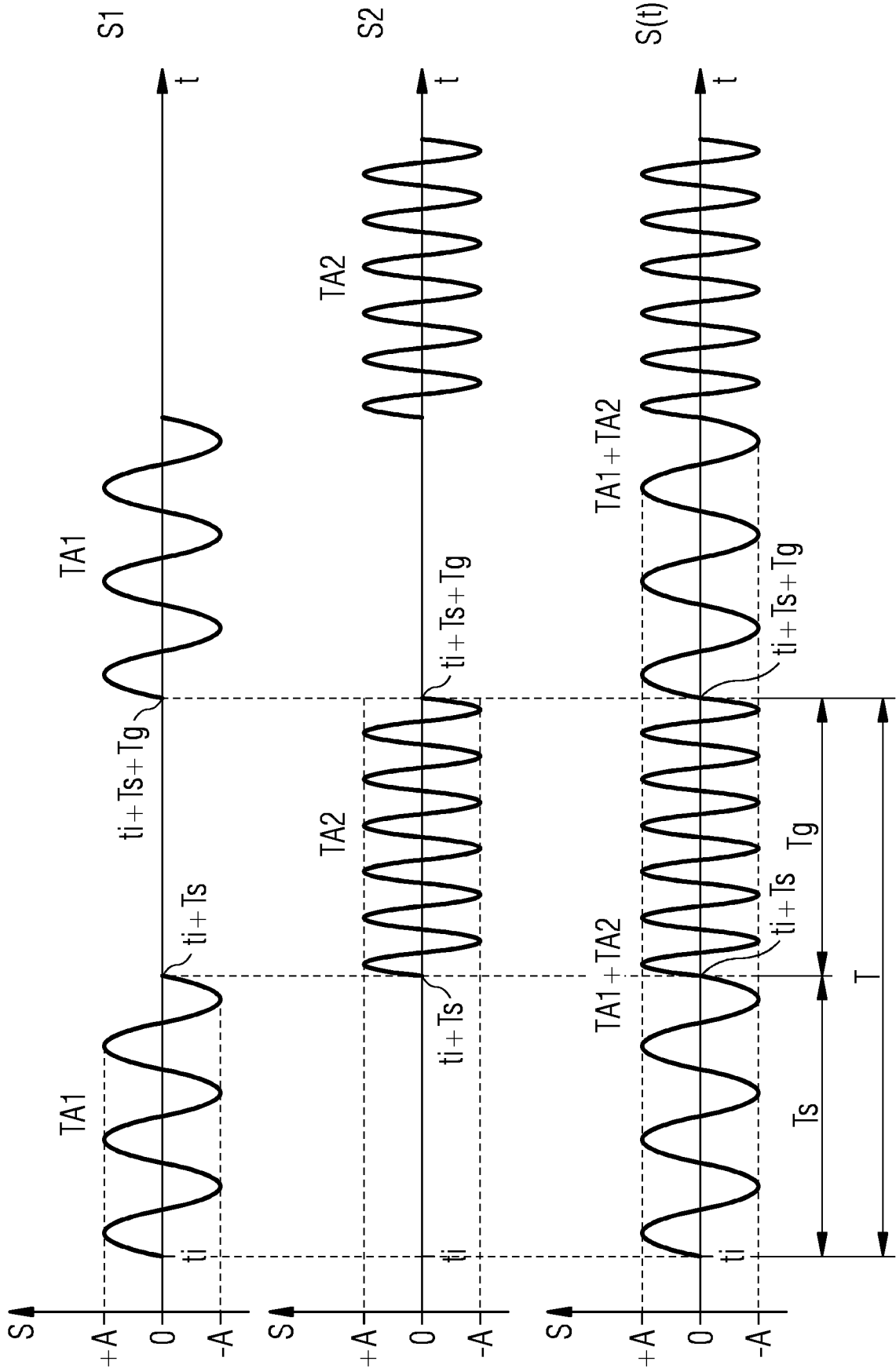


图 2B

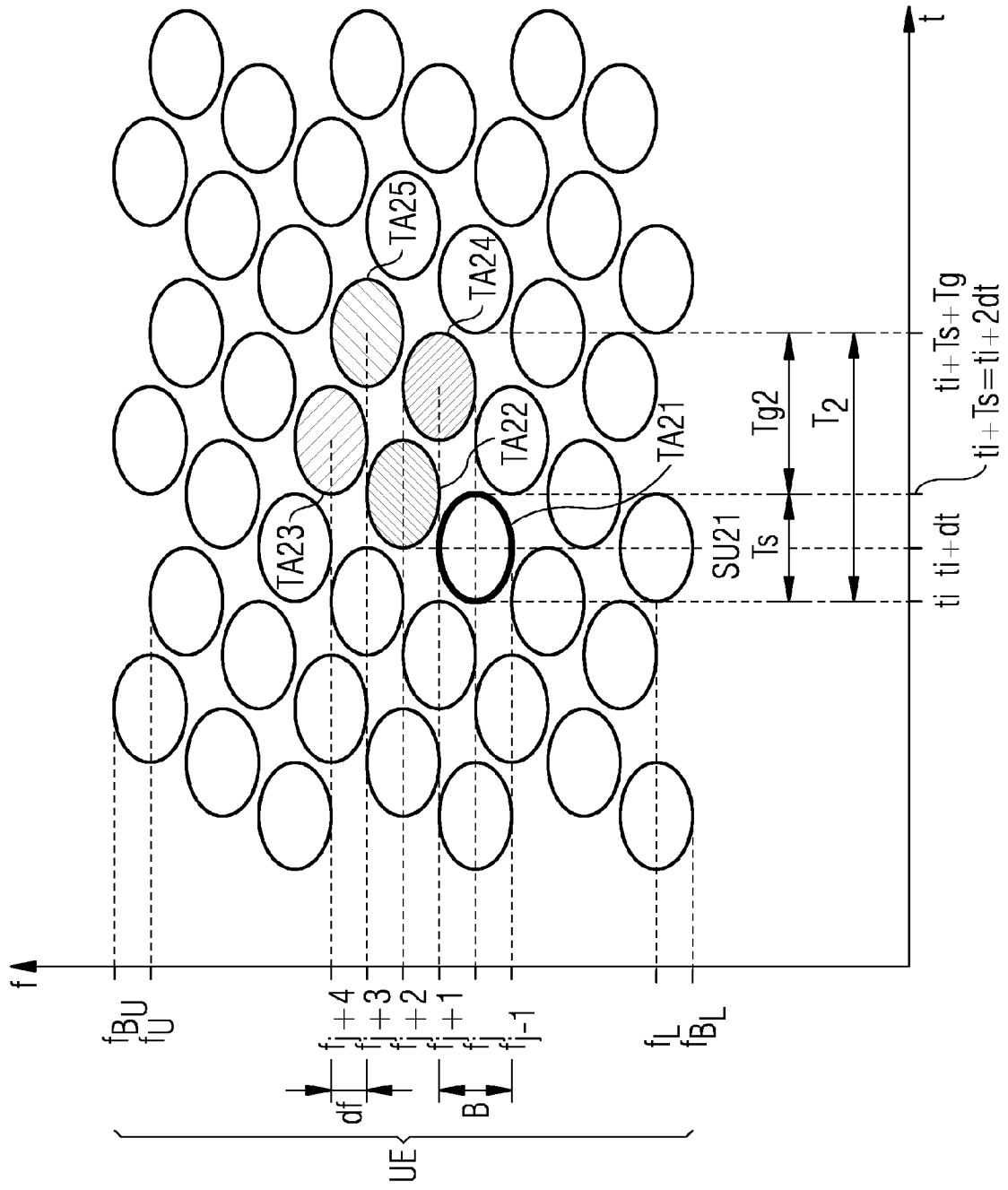


图 3

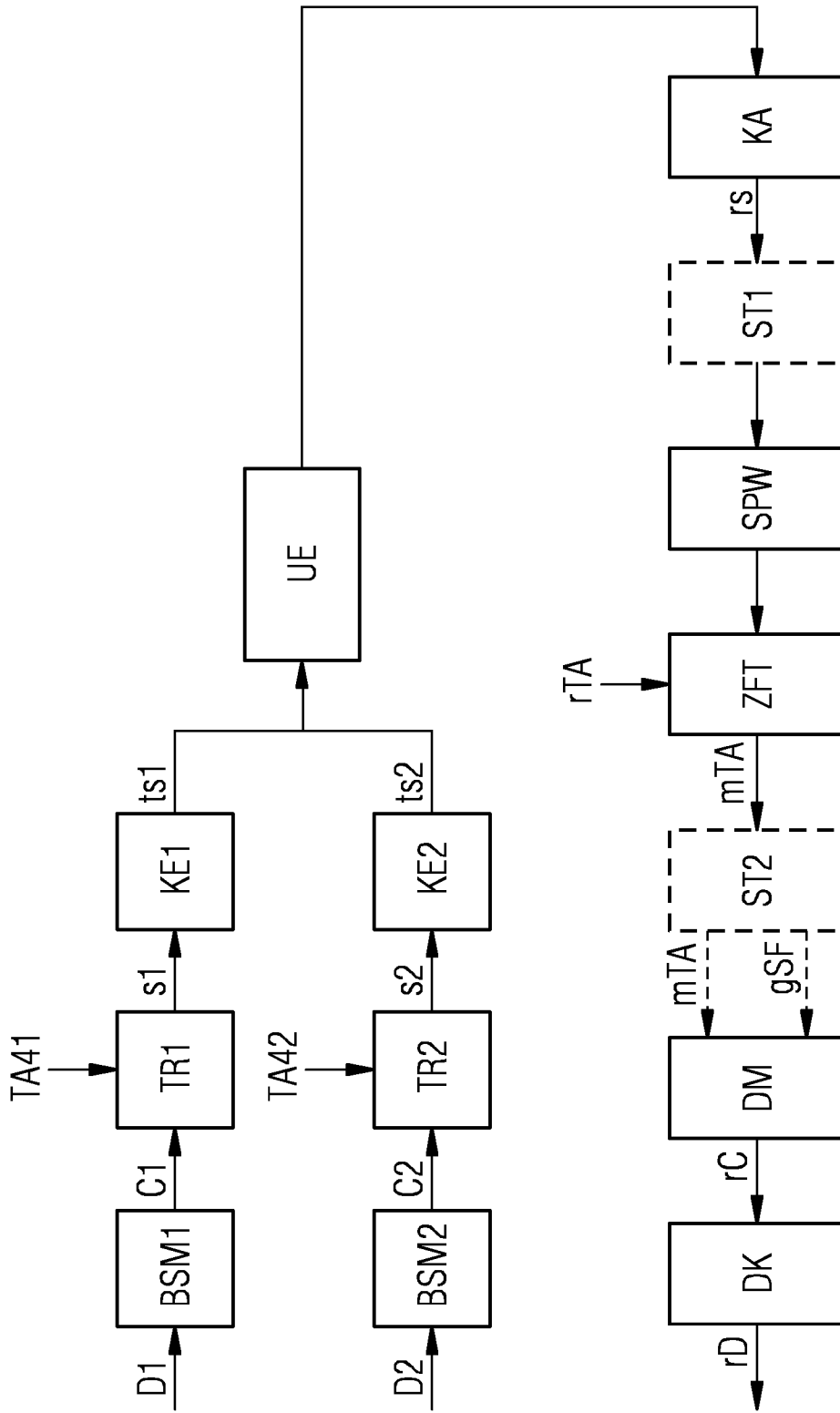


图 5