



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1557064 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 06

(21) 申请号 02818230. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2002. 09. 16

H04L 5/02 (2006. 01)

H04L 27/26 (2006. 01)

(30) 优先权数据

10146002. 3 2001. 09. 18 DE

01122310. 4 2001. 09. 18 EP

(56) 对比文件

US 6188717 B1, 2001. 02. 13, 说明书第 5 栏第 16 - 32 行, 第 6 栏第 20 - 39 行, 附图 2、6.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2004. 03. 18

审查员 谢幸初

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/EP2002/010382 2002. 09. 16

(87) PCT 申请的公布数据

W02003/026193 DE 2003. 03. 27

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 E·科斯塔 H·哈斯 E·舒尔茨

H·罗林 D·加尔达

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 吴立明 张志醒

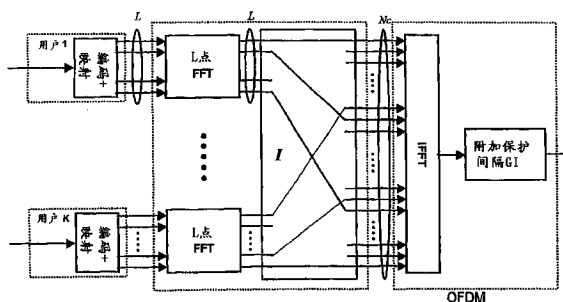
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

有扩展用户数据的传输系统中生成或处理 OFDM 符号的方法及通信系统设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于生成正交频分多路复用 (OFDM) 符号的方法及通信系统设备, 在大量的子载波 (Nc) 上映射来自一个或多个用户或者一个或多个数据源 (用户 1- 用户 M) 的数据。根据本发明, 为了在码分多址 (CDMA) 原理应用中避免多址接入干扰 (MAI), 建议以数据源特定的方式变换各个数据源的数据并且只是在此之后与变换无关地分配给子载波。



1. 一种用于在通信系统中生成作为发射信号的 OFDM 符号的方法,其中,  
在第一个步骤中,通过信道编码和调制,由数据源的数据生成数据值,将所述数据值映射到载波的大量正交子载波上,  
在第二个步骤中,将所述被映射的数据值插入到大量的块中,其中,所述块中的每一个块具有相同的所述数据值,并且  
在第三个步骤中,由保护间隔和所述在时间上前后相继的大量具有所述数据值的块,生成所述 OFDM 符号。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,  
在将所述数据值映射到大量子载波上之前,通过信道编码和调制,由所述数据源的所述数据生成所述数据值。
3. 一种用于在通信系统中生成作为发射信号的 OFDM 符号的设备,包括:  
第一装置,用于通过信道编码和调制,由数据源的数据生成数据值,将所述数据值映射到载波的大量正交子载波上,  
第二装置,用于将所述被映射的数据值插入到大量的块中,其中,所述块中的每一个块具有相同的所述数据值,并且  
第三装置,用于由保护间隔和所述在时间上前后相继的大量具有所述数据值的块,生成所述 OFDM 符号。

## 有扩展用户数据的传输系统中生成或处理 OFDM 符号的方法及通信系统设备

[0001] 本发明涉及一种生成或处理正交频分多路复用符号的方法,以及实现该方法的通信系统设备。

[0002] 在现代的通信系统中,特别是根据标准 GSM(全球移动通信系统)或 UMTS(通用移动通信系统),在生成发送信号之前编码用户数据并分配给载波。

[0003] 在第四代通信系统中,设计具有 OFDM 传输系统(OFDM:正交频分多路复用)的多址接入方法。该方法为 OFDM 符号中的大量子载波(OFDM-TDMA)或一定量的不同子载波(OFDM-FDMA)分配用户数据,或者每个确定数据源的数据。例如在 OFDM-FDMA(FDMA:频分多址)中,子载波表示较大频率范围中单独的各个相邻频带。另外例如还已知,将用户数据专门分配给大量完整的 OFDM 符号,如在 OFDM-TDMA 中(TDMA:时分多址),在 OFDM 符号中以时间相继顺序分配在不同通信站之间经接口传输的用户数据,特别是将一个站的用户数据以直接相继顺序各分配给一个或多个 OFDM 符号。通过这种 OFDM 传输方法,能够避免符号之间的干扰(ISI:符号间干扰)。进而也避免了两种多址接入方法中的多址接入干扰(MAI: Multiple Access Interferences)。

[0004] 根据一种可替换的方法,利用正交矩阵通过预定数量的子载波和/或 OFDM 符号应用正交码字可扩展用户数据,如根据 OFDM-CDMA 或 MC-CDMA(CDMA:码分多址;MC:多载波)所已知的方法。通过 OFDM-CDMA 方法,所有用户的数据都分配所有可用的频率,其中码字被用于区别。在相互并行输入数据并且特别是在考察许多用户或数据源的情况下,如果没有采取进一步的措施则会出现所不希望的多址接入干扰。

[0005] 为了避免发生这种问题,因此仅仅在同时给多个用户分配子载波,以实现在多个子载波上扩展用户数据,这被称为具有用户特定扩展数据的 OFDM-FDMA。因此以一个共同的和全面的方法步骤实现了子载波的扩展和分配。主要使用所谓的不同大小的沃尔什-哈德马特矩阵(Walsh-Hadamard-Matrix)来扩展,正如 M. Yee, J. -P. Linnartz 在 1994 年瑞典的斯德格勒摩召开的 IEEE VTC 会议上发表的论文“室内莱斯衰落信道中的多载波 CDMA 受控均衡(Controlled Equalization of Multicarrier CDMA in an Indoor Rayleigh Fading Channel)”,或者如 T. Müller, K. Bruninghaus, H. Rohling 所著作的于 1996 年 Kluwer Academic 出版社出版的“无线个人通信”中发表的“用于宽带移动通信的相干 OFDM-CDMA 的性能(Performance of Coherent OFDM-CDMA for Broadband Mobile Communications)”中所公开的内容所述。其中给不同用户每一个都按照需要的数据传输速率分配在 1 和 N 之间的一定数量的正交码字,这里 N 为可供使用的子载波的数量。

[0006] 另外还有, K. Bruninghaus, H. Rohling 所著作的发表在 1998 年加拿大渥太华 IEEE VTC'98 上的“多载波扩展频谱及其与单载波传输之间的关系(Multicarrier Spread Spectrum and its Relationship to Single-Carrier Transmission)”,概括地讨论借助 FFT(FFT:快速傅立叶变换)矩阵进行扩展以减少峰值对平均值的比值(PAR: Peak-to-Average-Ratios 峰值对平均比值),但是其中并没考虑到多址接入。

[0007] 本发明的目的在于给出一种提供 OFDM 符号的可替换的方法,和执行该方法的合

适的通信站。该目的通过生成 OFDM 符号的方法,以及通过一种具备独立权利要求特征的通信系统设备来实现。有利的扩展由从属权利要求给出。

[0008] 在有利的方式中能够通过特定数据源的,即为每个用户或用户数据子载波的专门分配,在该子载波上传输正交变换矩阵或扩展的变换结果,尽管应用变换从而避免不希望的多址接入干扰,这在理想的情形是完全的。

[0009] 因此在有利的方式中首先任意选择正交矩阵。另外,还能够首先通过任意方式实现,为用户或数据源的特定子载波分配变换结果。

[0010] 特别有利的是,当用分方的傅立叶变换 (DFT) 或者快速傅立叶变换 (FFT) 代替例如沃尔什-哈德马特变换用于扩展时,区别扩展的用户特定数据或数据源特定数据,以及区分扩展为一个或多个 OFDM 符号的子载波分配变换或者扩展的数据。

[0011] 特别是与在载波、尤其在频率轴上以等距分配的子载波相组合时,为不同的用户数据或数据源产生 OFDM-FDMA 系统,其中时间信号或 OFDM 符号在通常的逆傅立叶变换 (IFFT) 之后具有恒定的包络。这是很重要的优点,因为如果目前应用各种平滑方法则没有必要。

[0012] 在特别优选的实施方式中,尤其当组合傅立叶变换和逆傅立叶变换时也能简单地实现生成 OFDM 符号,因为在其生成过程中能省去相应的步骤。两次连续的傅立叶变换能够起到抵消特别是包括频率偏移在内的效果。相应地根据本发明,例如在移动用户站和基站之间上行链路的通信成为可能,将单独数据源到达的数据必要时在通常的编码、交织和调制之后直接在相应 OFDM 符号位置上分配或组合。从而有利地简化了发送通信站的结构。为此目的,基站能够保持不变,并且还拥有 OFDM 接收机的结构,以便充分利用 OFDM 特有的优点,如能够单的矫正接收信号并区别开用户站数据或者用户。

[0013] 通过在 OFDM 符号中时间重复数据的序列乍一看产生大量冗余。但是由于在无线接口上发送时大量站相应生成的信号相叠加,但满负载下整个系统的这种冗余仍不是以特定的数据源方式提供。在例如数据源的重冗余中,这对应于 4 个周期或每第四个子载波的一次占用。四个数据源能够同时无干扰地接入空中接口。

[0014] 下面借助附图详细说明本发明的实施例。图中所示为:

[0015] 图 1:多址接入的一般示意图,其中描述了具备用户特定的数据符号扩展的 OFDM-FDMA 系统的结构;

[0016] 图 2:示意了特别有利的 FFT 扩展矩阵并为等距子载波分配用户数据的 OFDM-FDMA 系统的可能实现;

[0017] 图 3:示意了给等距子载波分配扩展的用户数据,以及

[0018] 图 4:用于实现本方法的特别的优选实施形式。

[0019] 如图 1 明显所示,用于生成 OFDM 符号的该方法包括不同的单独步骤,进入的单个用户、用户站、或数据源的用户数据为以时间顺序到达的单个数据  $t'1, t'2, \dots, t'y$ 。例如描述了从  $M$  个不同用户或用户站或数据源 (用户 1-用户  $M$ ) 输入数据。接下来在单个块中对这些用户数据分别进行预处理,通常预处理包括例如,编码、交织 (Interleaving) 和调制。在该第一编码时涉及信道编码,要按用户规定的方式进行。进而,实现从串行信号到并行信号的变换,前后输入的数据被分配或映射 (Mapping) 在  $L$  个不同的数据路径或传输线路上。 $Y$  个时间值因而被按数据输入编码地映射,这里每个用户数据符号包括  $L$  个复合值的

单个值。这些可以是任何任意的符号组的单元,例如 PSK 或 QAM 调制数据 (PSK :相移键控 (Phase Shift keying);QAM:正交幅度调制 (Quadratur Amplitude Modulation))。

[0020] 在下面的块中描述了在各个频率子载波上真正的变换或扩展,并编码不同的用户数据。

[0021] 在第一步骤中,扩展在各为每个用户在 L 个数据路径上输入的数据,也就是说,要在 P 数据值上分配总共 L 个数据值。这优先用于使用在不同子载波 (频率分集) 上统计地独立传播的信号。在优选实施方式中,不改变单个数据值或线路的数量,虽然这也可能,使得在扩展前后每个用户各 L 个复合数据值存在。与在 OFDM-CDMA 中具备沃尔什 - 哈德马特矩阵的数据的扩展相似, L 对应于分配给用户站的码字的数量,而 P 对应于可供使用的、正交码字符号的数量。在这种情况下扩展符合满负载系统。

[0022] 在下一步骤中实现在各个子载波上的映射,其中优先进行信道自适应映射 (Channel Adaptive Mapping)。在所述符号中导入每个用户 p 个或 L 个数据线路期间,代表单个子载波  $N_c$  从符号中导出线路或数据路径。在此,最上部的线路代表具有最低的频率  $f_1$  的子载波  $f_1 \dots f_N$  的传输线路,而最下部所示的线路或最下部数据路径代表具有在频带中可供使用的最高频率  $f_N$ 。

[0023] 在不同的频率子载波上分配数据之后,在第三,所示出的块中首先执行逆傅立叶变换,例如逆快速傅立叶变换 IFFT。然后将并行数据变换为串行数据。根据当前通常的规定,生成数据值为  $t_1 \dots t_i, t_{i+1} \dots t_{2i}, \dots$ , 的时间序列,即为了形成 OFDM 符号在其之前设置保护间隔 (Guard Interval) 作为时间信号的循环继续。

[0024] 在描述具备数据符号的用户特定扩展的 OFDM-FDMA 系统结构中,在上述的一方面扩展或变换和另一方面在子载波上映射之间有意地存在区别。

[0025] 为了在第一步骤中首先能够利用正交矩阵变换或扩展单个用户的数据,要进行这种区别。然后在以下步骤中,在子载波上传输变换的结果,其中为各单个用户专门分配子载波。因此,原理上能够任意实现子载波的分配,其中系统优选为第一用户分配第一子载波以及为最后一个用户分配最后的子载波。但是这并非是强制必须的,特别是例如在匹配信道的分配中没有期望值。而且系统还优选,在等距地在频带上分配的子载波上映射和传输用户数据。

[0026] 这对于在上行线路中获得恒定的包络是有利的。可能仍然有利的是,为同一用户站分配正好相邻的子载波。

[0027] 虽然应用变换能够完全避免多址接入干扰 (MAI),如下带来的好处是,基于在不同的用户站分配正交子载波从而避免了多址接入干扰。扩展就是用户站的特定处理,其中与在 OFDM-CDMA 中与上行链路的码字符号相对接收数据受到相同的信道影响。

[0028] 因此,原理上可任意选择正交矩阵。并优选熟知的沃尔什 - 哈德马特变换或者傅立叶变换,尤其是离散或快速傅立叶变换。

[0029] 从图 2 中在示意性的实施方式中所显而易见的是,应用快速傅立叶变换 FFT 作为变换或扩展的优选形式以及随后在单个子载波上进行传输。因此根据用户规定的方式执行傅立叶变换 FFT,也就是说,用户的输入数据符号每次被输送给自身的傅立叶变换。

[0030] 然后在各个频率子载波  $f_1 \dots f_N$  上分配从各个用户规定的傅立叶变换产生的数据,其中优选在不直接彼此相邻的子载波上传输用户的数据。但是原理上绝对可以通过任

意的技术和方式实现在各个子载波上的这种分配。

[0031] 从图 3 所显而易见的是, 给在频率轴上等距顺序的子载波特别优选地分配用户规定的傅立叶变换的单个数据。在所述实施例中, 在  $L$  价的傅立叶变换 ( $L$ -Point-FFT) 中引入具备用户  $L$  个数据值的  $L$  个用户数据或数据符号。根据优选的实施例, 但这不是必须的, 通过傅立叶变换再次生成映射在  $N$  个子载波上的  $L$  个数据值。

[0032] 变换值的映射在当前作为子载波  $f_1 \dots f_{24}$  的  $N = 24$  个频率信道上实现, 这里  $L$  个数据值的数量要对应于  $L = 8$ 。如上所述, 在第一子载波  $f_1$  上等距分配时第一数据值被分配在第一子载波  $f_1$  上, 第二数据值被分配在第五子载波  $f_5$  上等等或被传输。

[0033] 接下来是如上述图所示 IFFT 的  $N_c$  价的逆傅立叶变换 ( $N_c$ -Point FFT)。在转换为串行数据序列之后, 产生一个由各个要经一个接口传输的数据值组成的时间序列。在前置一个保护间隔  $G_I$  之后, 在这里由保护间隔  $G_I$  和 24 个时间彼此相继的数据值  $t_1 \dots t_{24}$  产生一个 OFDM 符号。如上所述, 在上述等距分配中, 在 4 个段或周期上分配各个数据值, 其中每个用户时间信号的所有周期都是相等的。这样就生成了数据序列的周期重复。

[0034] 如果如图 4 所示涉及移动站发射机, 则所有其它子载波保持未被占用, 因为在上行链路中的这些子载波由其它移动站中的其它移动用户所使用。在下行链路中, 发送信号由所有用户周期性发射的信号叠加而成。如果相同数量  $L$  的子载波分配给所有用户, 则, 相加信号和每个单独用户的信号拥有相同的周期性。如果给不同用户分配有不同的数量的子载波, 则相加信号不是必定拥有周期性的信号分布。在上行链路中, 发送信号拥有恒定的包络, 在下行链路中由于不同用户或用户站的信号叠加, 通常包络不再恒定, 但是, 比常规 OFDM 信号具有明显微小的峰值。相应地图 2 描述了每个发射机具有许多用户的下行链路情形, 以及图 3 中所示为上行链路的情形。

[0035] 这里以简单数据概括, 在输入用户数据的数据符号长度  $L$  以及在相应的  $L$  价的变换结果上的映射中, 限定在子载波  $f_1 \dots f_N$  上的映射, 这里的  $N$  为可供使用的子载波。在逆傅立叶变换之后, OFDM 符号具有加上保护间隔  $G_I$  长度的长度  $N$ 。在此在等距分配时在  $N/L$  数据周期上分配各个数据值, 这里数据周期还能够被称为数据块或数据段。

[0036] 通过傅立叶变换 FFT 构成的扩展矩阵与在频率轴上等距离分配相组合, 这种组合特别有利之处在于, 在逆傅立叶变换之后在上行链路中形成具有恒定包络的时间信号, 和在下行链路中形成具有与常规 OFDM 系统相比, 明显减小的峰值的时间信号。产生这种恒定包络是因为, 峰值—平均值—比率 (PAR) 明显小于其它 OFDM 符号的生成方法。在变换之前正好符合调制符号的 PAR。如果这里插入一个 PSK 调制, 则  $PAR = 1$ 。

[0037] 为了更好的理解需要形式上说明, 这里涉及通常的线性变换, 另外在应用傅立叶变换进行用户特定数据变换和扩展时, 并没有频率空间对时间空间的直接关系, 如傅立叶变换时通常考虑这些。

[0038] 根据其他的实施方式, 对于这种情形使两种傅立叶变换理论上能够相互起到抵消效果的作用, 可以考虑将傅立叶变换作为扩展矩阵, 以及随后的逆傅立叶变换为了在时间数据序列上传输单独的频率子载波来确定。结果, 从中能够转换为用于生成 OFDM 符号的特别有利的实施方式。如图 4 所示, 它描述了例如用于从用户站到网络一侧站的上行链路中发送, 当只一个用户发送时, 这种变换就会相互抵消。

[0039] 通过傅立叶变换 FFT 和在逆傅立叶变换 IFFT 的单个子载波  $f_1 \dots f_N$  上分配之后

效果相互抵消的变换序列,或者通过重复对应于分配数量的符号序列能够转换这些块,当前假定,在输出数据上分配输入数据时替换子载波并随后频率偏移。

[0040] 时间信号的重复由此形成,即未分配给用户的子载波仍保持未调制。OFDM 信号的各个单独周期最后符合应用于子载波的逆离散傅立叶变换。因此理论上在理想的变换和稍后经接口的无错误传输中,在接收机一侧在保护间隔 GI 之后接收 OFDM 信号包括大量的具备各相同数据序列的周期。因此,时间信号对应于在离散傅立叶变换中原始输入的重复序列,如根据图 2 的实施例所进行的。

[0041] 从图 4 所示下面的区域显而易见的是,产生了一个等效的系统,在该系统中,能够通过重复符号的序列和相应地实施的频率偏移来替换这些块,该块具备从串行转换为并行的数据,用户特定的傅立叶变换,在子载波上的映射和传输,逆傅立叶变换以及从并行转换为串行的数据。

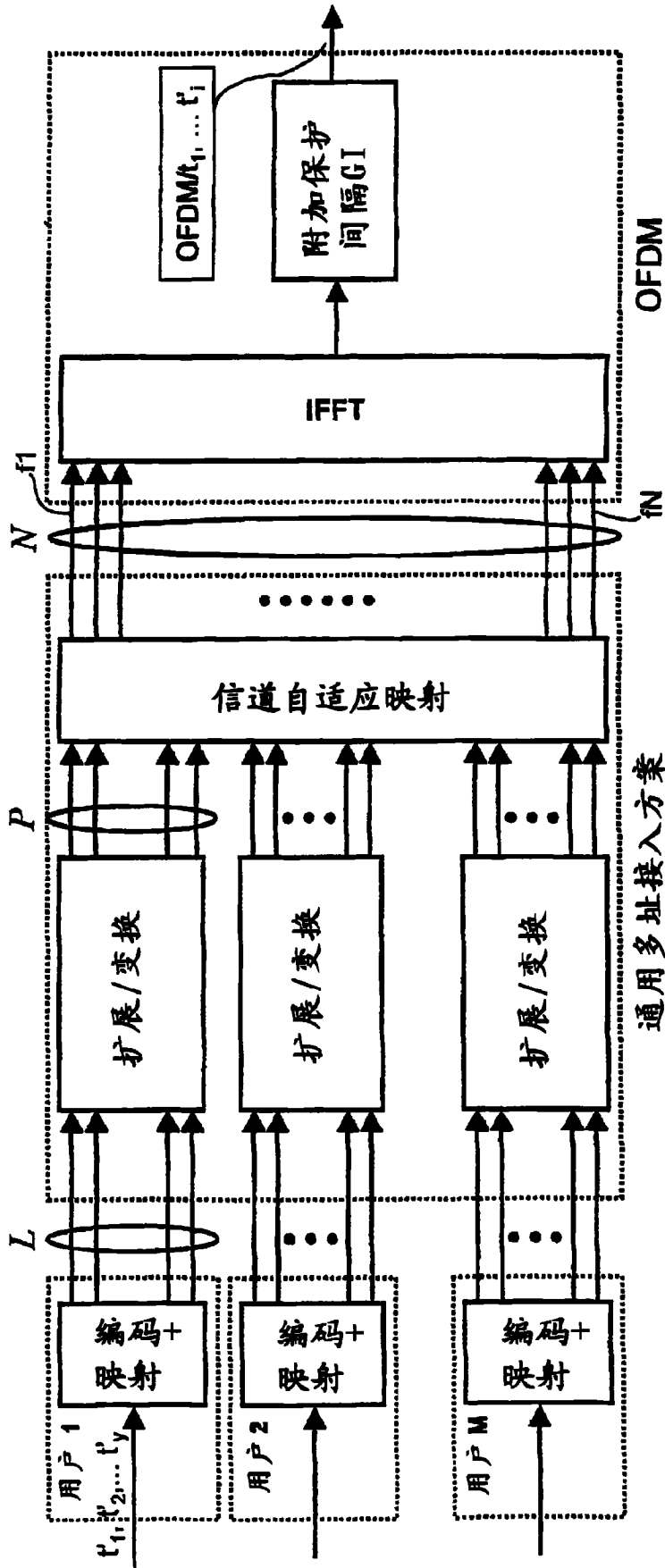


图 1

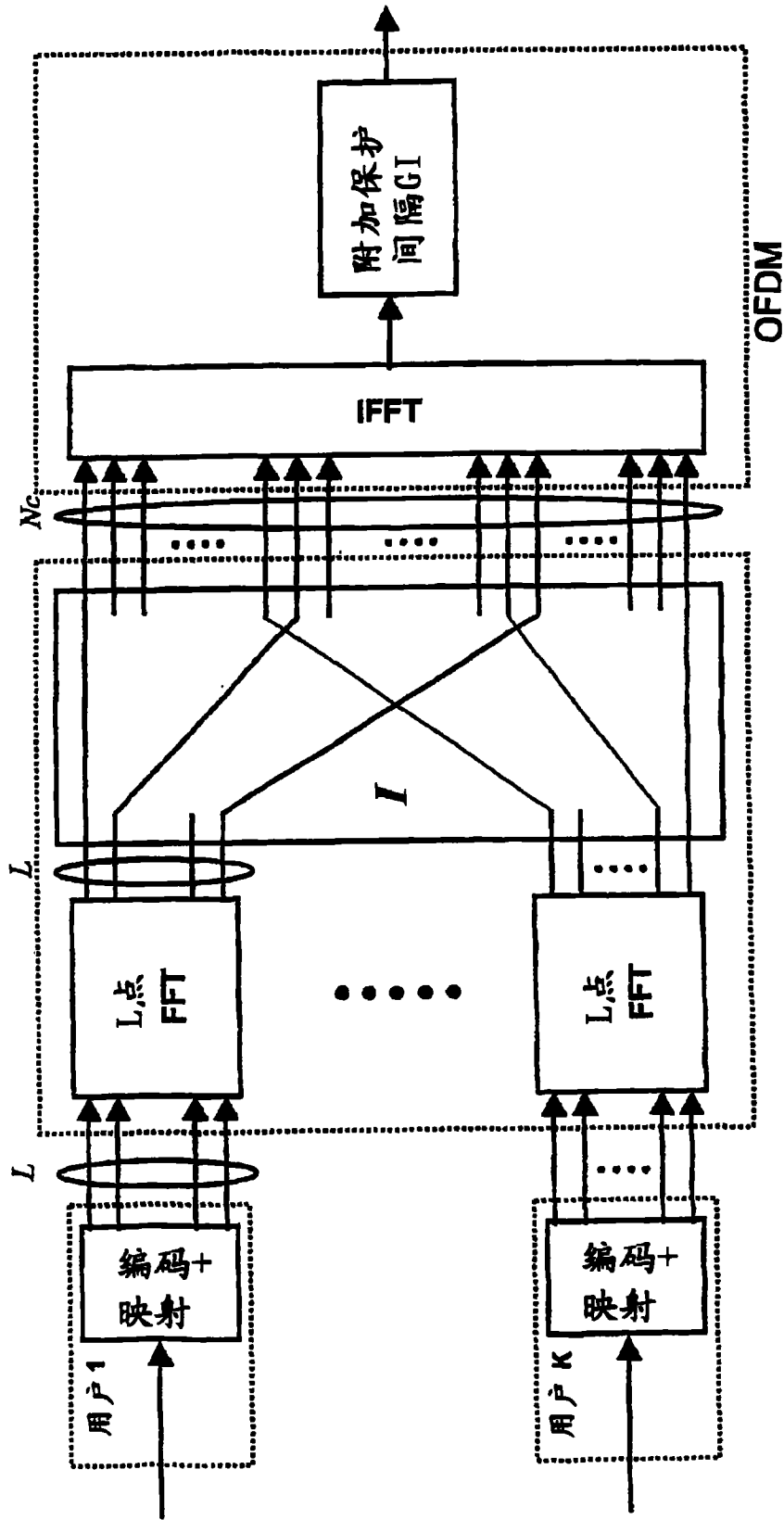


图 2

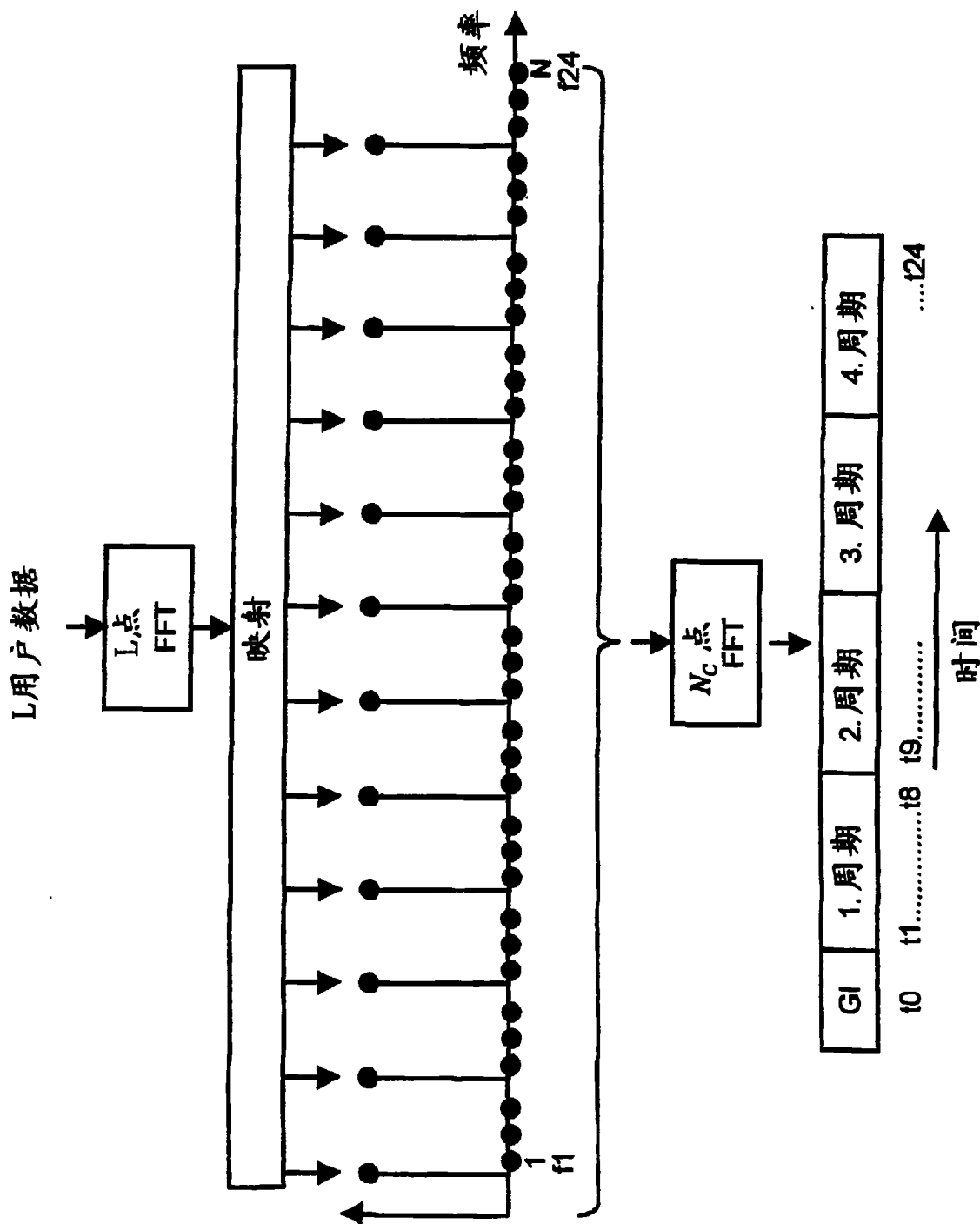
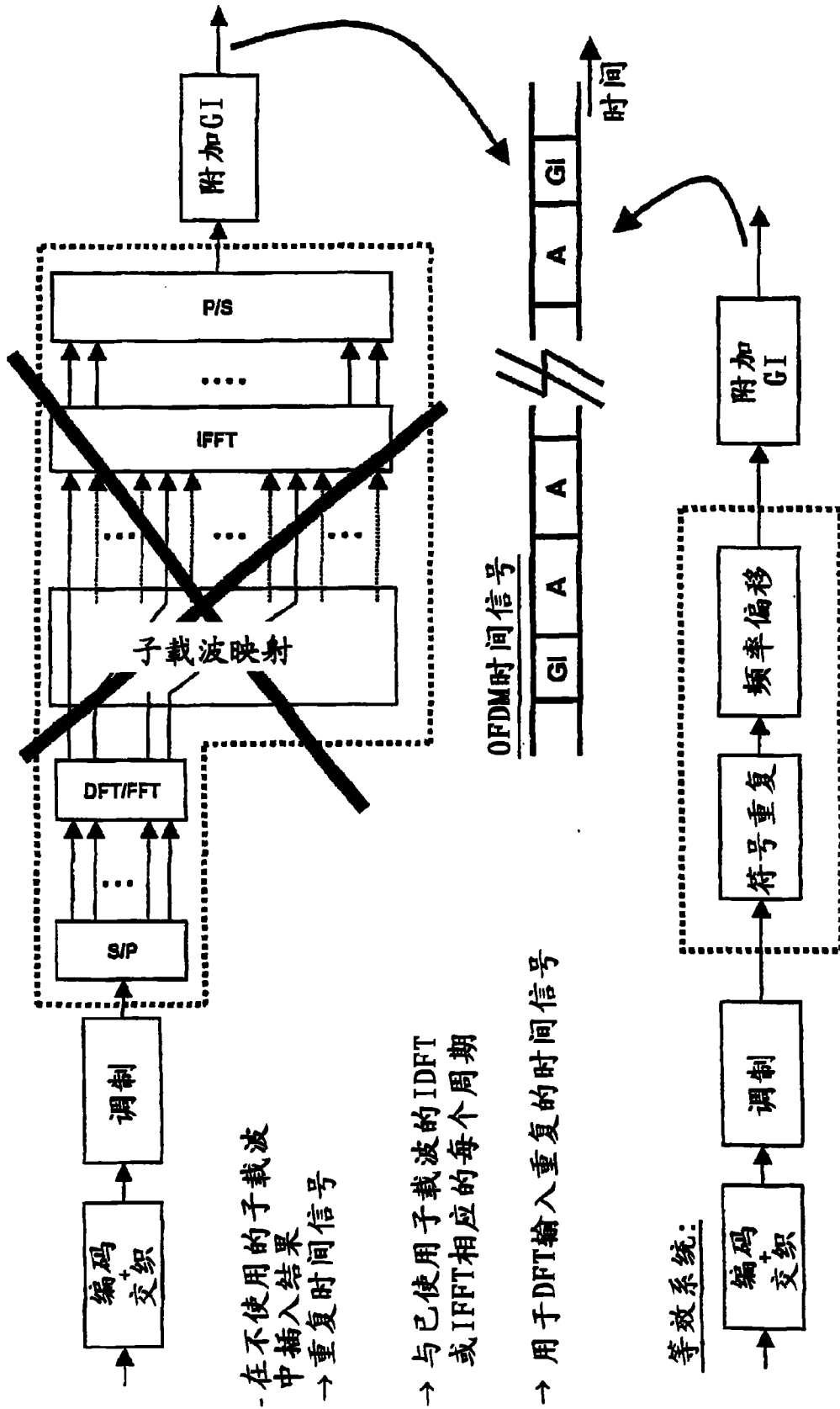


图 3



OFDM-FDMA上行链路 (仅一个用户发送)

图 4