[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl[6]
H04J 15/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98105390.4

[43]公开日 1998 年 9 月 16 日

[11] 公开号 CN 1193228A

[22]申请日 98.3.2

[30]优先权

[32]97.3.4 [33]US[31]808782

[71]申请人 美国电报电话公司

地址 美国纽约

[72]发明人 何金萌

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

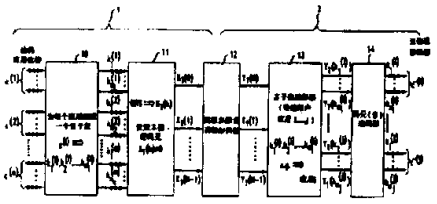
代理人 付建军

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 音分多址通信方法

[57]摘要

一种使多个用户接入一个公共信道的方法，为多个用户的多个应用产生一系列编码应用比特并分别指配一组单音。每个应用的编码应用比特在发射机用各自所指配的这组单音编码成多频音码元。各个应用的多频音码元同步发送到一个公共信道上。在接收机中，从公共信道接收到的每个应用的多频音码元用指配给相应编码应用比特的这组单音解码成每个应用的编码应用比特。然后对每个应用的编码应用比特进行解码。



权 利 要 求 书

1. 一种多个用户利用一个公共通信信道进行通信的方法，包括下列步骤：

为多个应用产生一系列编码应用比特；

为每个应用的编码应用比特指配一组单音；

在发射机将每个应用的编码应用比特用指配给相应编码应用比特的这组单音编码成多频音码元；以及

用一个离散调制解调器将每个应用的多频音码元发送到一个公共信道上。

2.按权利要求 1 所述的方法，其中为一个应用的编码比特所指配的这组单音是可用单音的一个子集。

3.按权利要求 2 所述的方法，其中产生编码应用比特的步骤是为多个用户执行的，而将多频音码元发送到公共信道上的步骤包括使多个用户与一个收信接收机之间的各路传输同步的步骤。

4.按权利要求 3 所述的方法，其中公共信道是一个多点对点的上行信道。

5.按权利要求 1 所述的方法，还包括下列步骤：

用离散多频音调制解调器从公共信道上接收每个应用的多频音码元；

在接收机对每个应用的多频音码元用指配给相应编码应用比特的这组单音解码，产生每个应用的编码应用比特；以及

对每个应用的编码应用比特解码。

6.按权利要求 5 所述的方法，其中产生经解码的应用比特的步骤是为多个用户执行的。

7.一种多个用户利用一个公共通信信道接收通信的方法，包括下列步骤：

在接收机用一个离散多频音调制解调器从一个公共信道上接收多个应用的每个应用的多频音码元，每个应用的这些多频音码元是由一

系列编码应用比特用指配给这些应用比特的一组单音编码而形成的；

在接收机对每个应用的多频音码元用指配给相应编码应用比特的这组单音解码，产生每个应用的编码应用比特；以及

对每个应用的编码应用比特解码。

8.按权利要求 7 所述的方法，其中产生经解码的应用比特的步骤是为多个用户执行的。

说　　明　　书

音分多址通信方法

本发明属通信技术领域。具体地说，本发明与多用户通信方法有关。

近来，对于多用户通信有三种主要的非随机多址技术：FDMA，TDMA，以及 CDMA。在多媒体传输亦即具有不同数据率的应用中，这三种多址技术就各吐效率、硬件实现或信号质量而言效益都不理想。例如，为了适应高比特率的数据类型，FDMA 方法需要指配几个中间由防护频带隔开、用不同载波实现的子频带，因而无论在频谱利用还是在硬件实现上都不经济。类似，TDMA 方法需要使用几个中间由时间防护带隔开的时隙，要求发射机和接收机定时非常准确。TDMA 会由于信道畸变、多路径扩展和定时不够准确而导致吞吐量下降和引起码间干扰。最后，CDMA 方法需要将高速比特流分为几个低速比特流，以获得足够高的处理增益。对于每个低速比特流都需要进行扩频和解扩处理，如果需要动态地为任何数据类型指配 CDMA 信道，分成几个低速比特流也是必需的。此外，在有码间干扰的情况下，CDMA 瑞克接收机的性能就要大大降低。

因此，就需要为多用户通信开发一种多址技术，既能抗高速传输过程中产生的码间干扰，又能适应多种用户数据率，而且硬件实现仍然并不复杂。

本发明为多用户通信开发了一种多址技术，这种多址技术可抗高速传输过程中产生的码间干扰，能适应多种用户数据率，硬件实现也比较简单。本发明所提出的多用户通信的新的多址方法允许在一个公共信道上进行多种用户数据率的传输，而实现起来并不比提供单种用户数据率的系统复杂。这种方法可以避免由于诸如信道畸变和多路径传播之类的信道不良以及由于发射机和接收机的基带滤波而引起的码间干扰，但并不使用信道均衡。对于具有空间分集接收的应用来说，

这种方法还可克服选择性频率衰落。本发明避免了点到多点和多点到点通信的用户间干扰，而且对接收机定时精度的要求大大低于诸如CDMA和TDMA之类的其他多址技术。

本发明的这些优点是由于采用了如下这种使多个用户接入一个公共信道的方法。为多个用户的多个应用产生一系列编码应用比特。分别为每个应用的编码应用比特指配一组单音，最好是可用单音的一个子集、每个应用的编码应用比特在发射机用指配给这些编码应用比特的这组单音编码成多频音码元。各个应用的多频音码元同步发送到一个公共信道上。在接收机中，从公共信道接收到的每个应用的多频音码元用指配给相应编码应用比特的这组单音解码成每个应用的编码应用比特。然后，对每个应用的编码应用比特进行解码。

本发明例示于（但并不局限于）以下附图，图中相同的标号表示相同的单元，其中：

图1示出了本发明所提出的下行链路（点到多点）的发射机和接收机的基本功能件的方框图；

图2示出了按本发明配置为一个发射机的基于FFT的多频音DPSK调制解调器的基本功能件的方框图；

图3示出了按本发明配置为一个接收机的基于FFT的多频音DPSK调制解调器的基本功能件的方框图；以及

图4示出了本发明所提出的上行链路（多点到点）的发射机和接收机的基本功能件的方框图。

本发明所提供的是多用户通信的一种多址方法。本发明的这种方法称为音分多址（Mutitone Division Multiple Access即MDMA），可高效地传输具有不同数据率的多种数据，抗码间干扰和使信道吞吐量达到最大。与FDMA、TDMA和CDMA方法相比，本发明所提出的方法无论是对于单种还是多种数据率传输都不会增加系统的硬件复杂程度，也不会降低信道的吞吐量。与FDMA、TDMA和CDMA不同，MDMA消除码间干扰并不用信道均衡。此外，为了实现多点到点链路（如卫星或蜂窝网内的上行链路)的无用户间干扰通信,本发明也不象采用TDMA和CDMA

方法的那样，并不对发射机和接收机的定时精度有很严格的要求。

本发明采用多频音调制，为不同的应用数据指配不同的单音。这种多频音调制技术不仅可用作调制程式，还可提供一种多址机制。具体地说，来自或发至多个用户的各个应用的编码比特映射到在呼 叫起始时刻分别指配给各个应用的不同单音集上。这些比特编码成相应码元（单音），用于离散多频音调制，而为了恢复所接收的单音和信息比特则执行相反的解调处理。未指配的码元设置为零。

对于下行链路（点到多点）的传输，用户接收机通过离散多频音解调选择出指配给本用户接收机应用的单音，因此只有属于本用户的信息比特得到解码。对于上行链路（多点到点）的传输，在由一个特定接收机配合的所有用户之间，传输是同步的。解调后的各码元分别与相应的应用和用户一致，因此可正确地识别经解码的比特，以便进一步处理。通过适当地设计多频音调制解调器，可以大大放宽对同步精度的要求。

图 1 示出了 MDMA 下行链路（点到多点）的发射机 1 和接收机 2 的基本功能件的方框图。表示不同应用和不同用户的多个数据流 $C^{(1)}$至 $C^{(a)}$在 10 分别指配了不同的单音的子集。一个单音的子集可以包括整个可用单音集，在呼叫建立过程期间确定。预指配单音后，在 11 将信道编码数据比特编码成相应的多频音码元。未与任何应用相应的码元都置为零。

然后，多个数据流的编码单音由方框 12 处理。方框 12 表示发射机 1 对多个数据流的调制和发送以及接收机 2 对多个数据流的接收和解调。图 2 和 3 示出了适合方框 12 的一种基于 FFT 的多频音调制解调系统的功能细节。经接收机 2 的多频音解调后，当且仅当所恢复的码元与接收机 2 的应用有关时，这些码元才能被选择出来，加以码元和信道解码。这些码元是用应用进行相应识别和解码的。

图 2 示出了按照本发明配置成一个单比特流发射机的基于

FFT 的多频音 DPSK 调制解调器的基本功能件的方框图。在图 2 中，一个（格构）编码信息比特序列 20 输入到 MPSK 映射器 21 后，由 MPSK 映射器 21 将各数据比特组映射为 MPSK 信号空间的相应点。具体地说，这些编码信息比特被划分成一系列各有 M 比特的帧（在这种情况下，信号空间的点数(M)和每个帧的比特数(M)都使用相同的符号 M 。对于本发明来说，信号空间的点数 M 可以不同于每个帧的比特数 M ）。然后，每个帧的 M 个比特分成 N 个组，如果第 K 个组的比特数表示为 m(k)，则有 M = m(0)+m(1)+…+m(N-1)。每个组按所选的 PSK 信号空间各自映射为一个差分相位$\Delta\phi_1(k)$，其中 k = 0, 1,…,N-1 。

差分相位编码器 22 对两个相继的帧按众所周知的方式进行操作，产生绝对相位$\phi_1(k)$。然后，码元（单音）编码器 23 用绝对相位$\phi_1(k)$产生复信号平面上的复码元 $X_1(k)$，也就是离散单音。复码元 $X_1(k)$等于 $X_1(k)\exp〔 j\phi_1(k)〕$ 。振幅 $X_1(k)$根据使总信道容量最大或各单音的所需信噪比加以选择。接着，每个帧内的 N 个复码元经串并行（ S/P ）变换器 24 加到执行离散傅立叶反变换（ IDFT ）的离散多频音调制器 25 的输入端。于是，每个帧内的 N 个复码元经 FFT 受到离散傅立叶反变换，变换成时间域内的 N 个（复）样值。

每个帧内的 N 个并行样值由并串行（ P/S ）变换器 26 变换成一个串行序列。 P/S 变换器 26 在每个帧的前后分别增添了一个循环前缀和一个循环后缀，再通过将每个复样值分离为一个实部和一个虚部（ R/I ）将扩展了的复样值序列变换成两个实数据序列。循环后缀的长度为一个或两个样本，而循环前缀的长度为循环后缀的长度再加上整个数字信道（包括发送和接收滤波器以及发送和接收滤波器之间的传输媒体）的单位采样响应。前缀和后缀加上一个或两个样本就允许接收机的同步和采样可以有较大的定时偏差，而附于前缀的其他样本可以避免由于时间扩散信道而引起的帧间干扰，从而也就避免了码间干扰。

然后，两个实序列通过两个相同的低通滤波器 27a 和 27b ，

受到数模（D/A）变换，所形成的两个基本信号分别在混频器28a和28b对两个正交的载波进行调制。在29经正交多路复用、适当功率放大和带通滤波后，相继各（扩展）帧就发送出去。图2所示的调制解调器以类似方式处理多个各与不同的单音集对应的比特流。

图3示出了按本发明配置为一个接收机的基于FFT的多频音DPSK调制解调器的基本功能件的方框图。所接收的RF信号在31经带通滤波、功率放大后分成两个分量，在混频器32a、32b和低通滤波器33a、33b受到非相干正交解调。（即下变频）。所得到的正交基带分量由模数（A/D）变换器34a和34b并行采样。A/D变换器34a和34b的输出加到S/P&R/I变换器35的输入端，通过将每对实样值处理为一个复样值的实部和虚部（R/I），变换器35将这两个实样值序列变换成一个复样值序列。在此，弃去扩展帧两端的与增添的前缀和后缀相应的样值，所得到的每个帧内的N个复样值再由串并行（S/P）变换器组织成并行格式。

然后，每个帧内的N个并行复数由离散多频音解调器36用FFT进行离散傅立叶变换，得出N个复码元。这N个复码元就是发送的各个单音，但受到了本地产生的和接收的载波相位差的指数加权和受到总信道在相应单音处的加权，还受到噪声的污染。N个复码元通过并串行（P/S）变换器37变换成串行格式送至帧延迟装置38和差动相位比较器39。延迟装置38的输出是延迟了一个帧的输入。两个相继帧的相应码元之间的差分相位由差动相位比较器39以众所周知的方式进行估计，而不需要确定所接收的载波的相位或信道的频率响应。所提取的差分相位值由MPSK解映射器40映射回相应的编码比特，以便以后进行信道解码（未示出）。或者，MPSK解映射器和信道解码器（如维托比解码器）可以合在一起进行软判决解码。

图4示出了MDMA上行链路（多点到点）的发射机3和接收机4的基本功能件的方框图。这个上行链路的结构体系与下行

链路的（图 1）类似。具体地说，为每个接入上行链路的应用分别配指一个不同的多频音码元集，使得每个应用所产生的消息可以与其他应用所产生的消息相区别。未使用的码元也都设置为零。所有的传输都是对接收机帧同步的，以避免在有其他用户 15 接入这个信道时引起用户间干扰。有一个甚至两个采样间隔的同步误差对于本发明来说并不会引起什么传输差错，因为如前面所述在传输前每个帧的经多频音调制的样值序列的前缀和后缀上都加了一个或两个循环样值。在接收机所恢复的所有码元在多频音解调后由各应用和用户识别，然后再进行码元和信道解码。

虽然本发明结合所示实施例作了说明，但可以理解，根据本发明的精神实质可以进行种种修改，所有这些应该都属于本发明的专利保护范围。

图 1

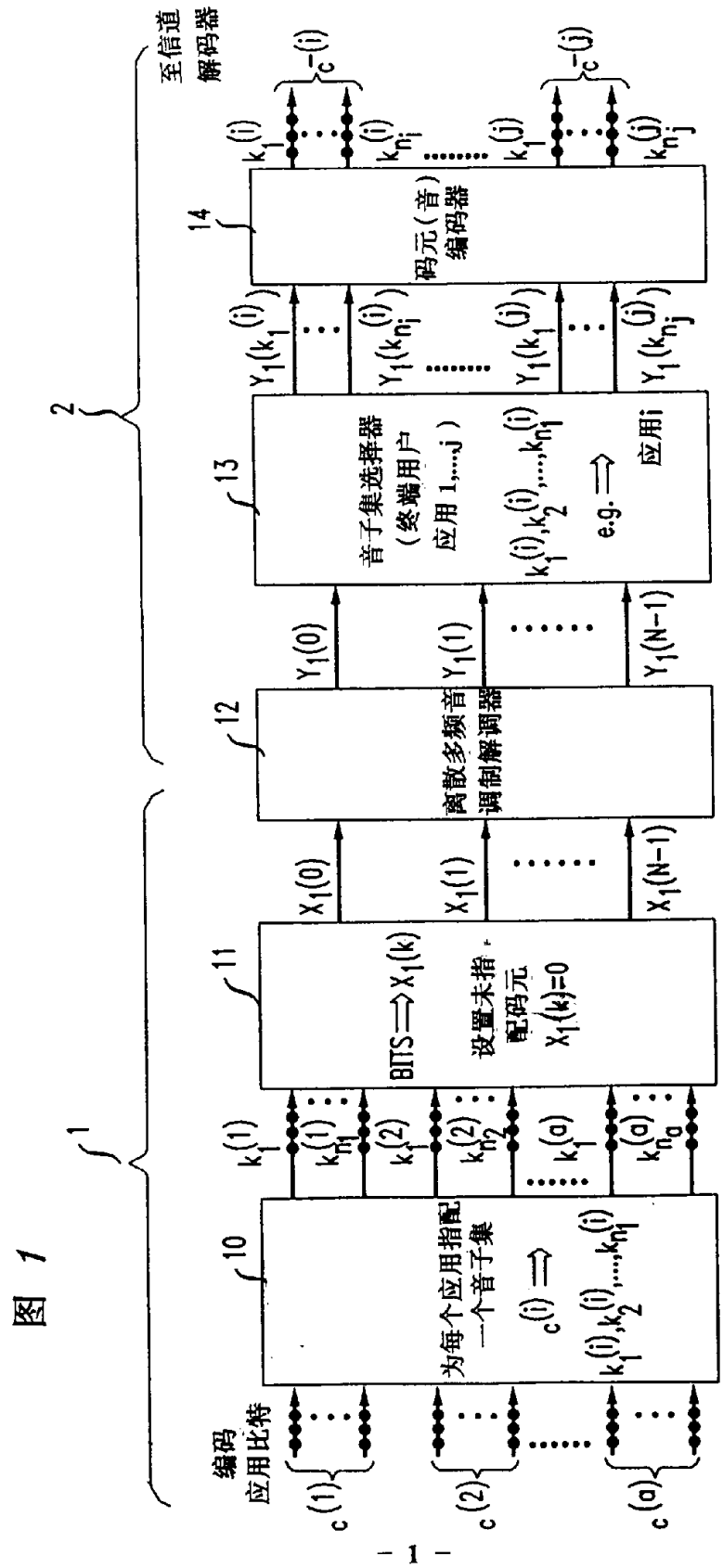
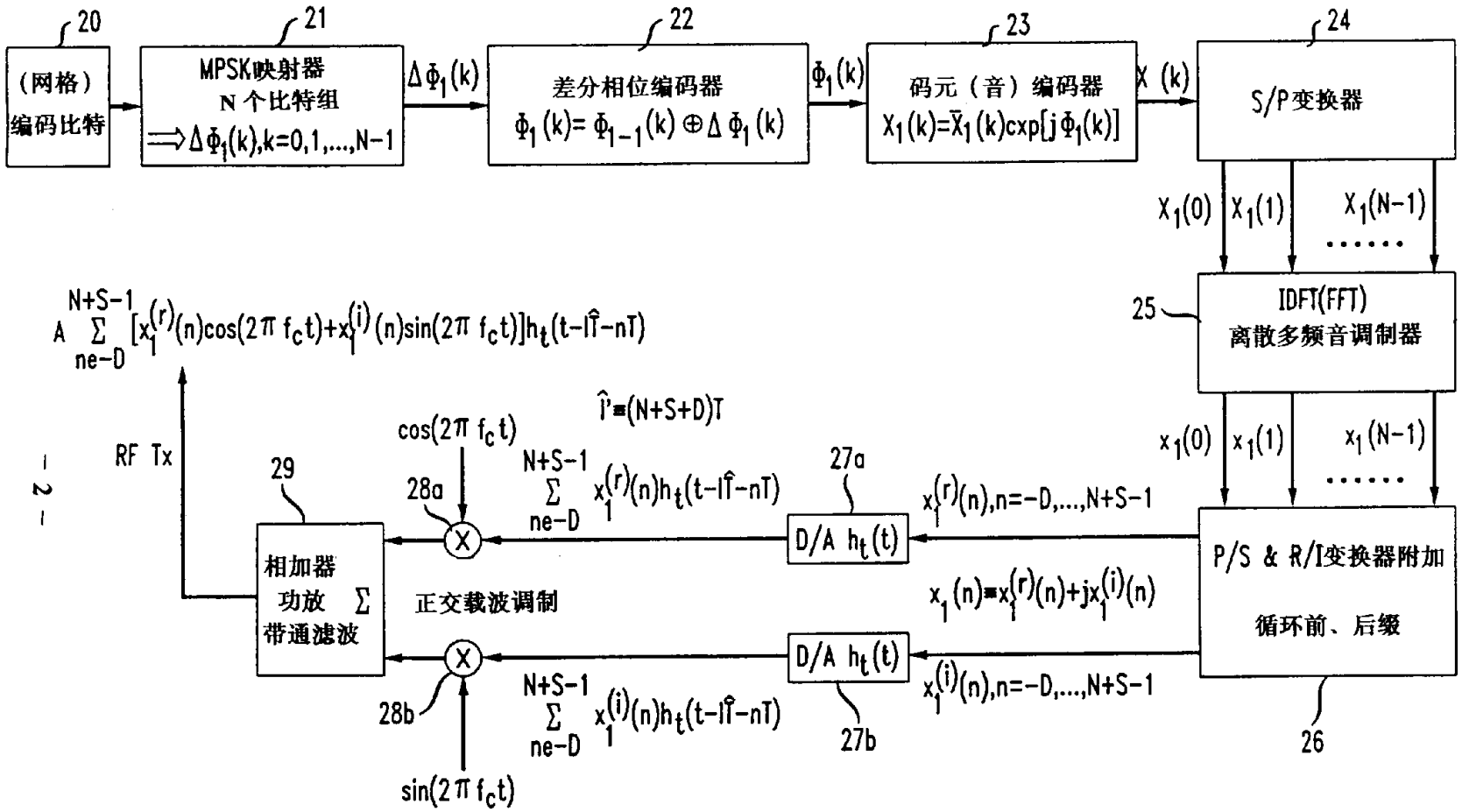

编码
应用比特
为每个应用指配
一个音子集
BITS⇒X1(k)
设置未指
配码元
X1(k)=0
离散多频音
调制解调器
音子集选择器
（终端用户
应用 1,...,j）
e.g.⇒
应用i
码元（音）
编码器
至信道
解码器
1
2
10
11
12
13
14

图 2


20
(网格)
编码比特
21
MPSK映射器
N 个比特组
$\Rightarrow \Delta\Phi_1(k), k=0,1,\ldots,N-1$
$\Delta\Phi_1(k)$
22
差分相位编码器
$\Phi_1(k)=\Phi_{1-1}(k)\oplus\Delta\Phi_1(k)$
$\Phi_1(k)$
23
码元（音）编码器
$X_1(k)=\bar{X}_1(k)\exp[j\Phi_1(k)]$
X (k)
24
S/P变换器
$X_1(0)$ $X_1(1)$ $X_1(N-1)$
25
IDFT(FFT)
离散多频音调制器
$x_1(0)$ $x_1(1)$ $x_1(N-1)$
P/S & R/I变换器附加
循环前、后缀
26
$x_1(n)=x_1^{(r)}(n)+jx_1^{(i)}(n)$
$x_1^{(r)}(n), n=-D,\ldots,N+S-1$
$x_1^{(i)}(n), n=-D,\ldots,N+S-1$
D/A $h_t(t)$
27a
D/A $h_t(t)$
27b
$\hat{I}'=(N+S+D)T$
$\cos(2\pi f_c t)$
$\sin(2\pi f_c t)$
28a
28b
$\sum_{ne-D}^{N+S-1} x_1^{(r)}(n)h_t(t-I\hat{T}-nT)$
$\sum_{ne-D}^{N+S-1} x_1^{(i)}(n)h_t(t-I\hat{T}-nT)$
29
相加器
功放 Σ
带通滤波
正交载波调制
RF Tx
$A\sum_{ne-D}^{N+S-1}[x_1^{(r)}(n)\cos(2\pi f_c t)+x_1^{(i)}(n)\sin(2\pi f_c t)]h_t(t-I\hat{T}-nT)$

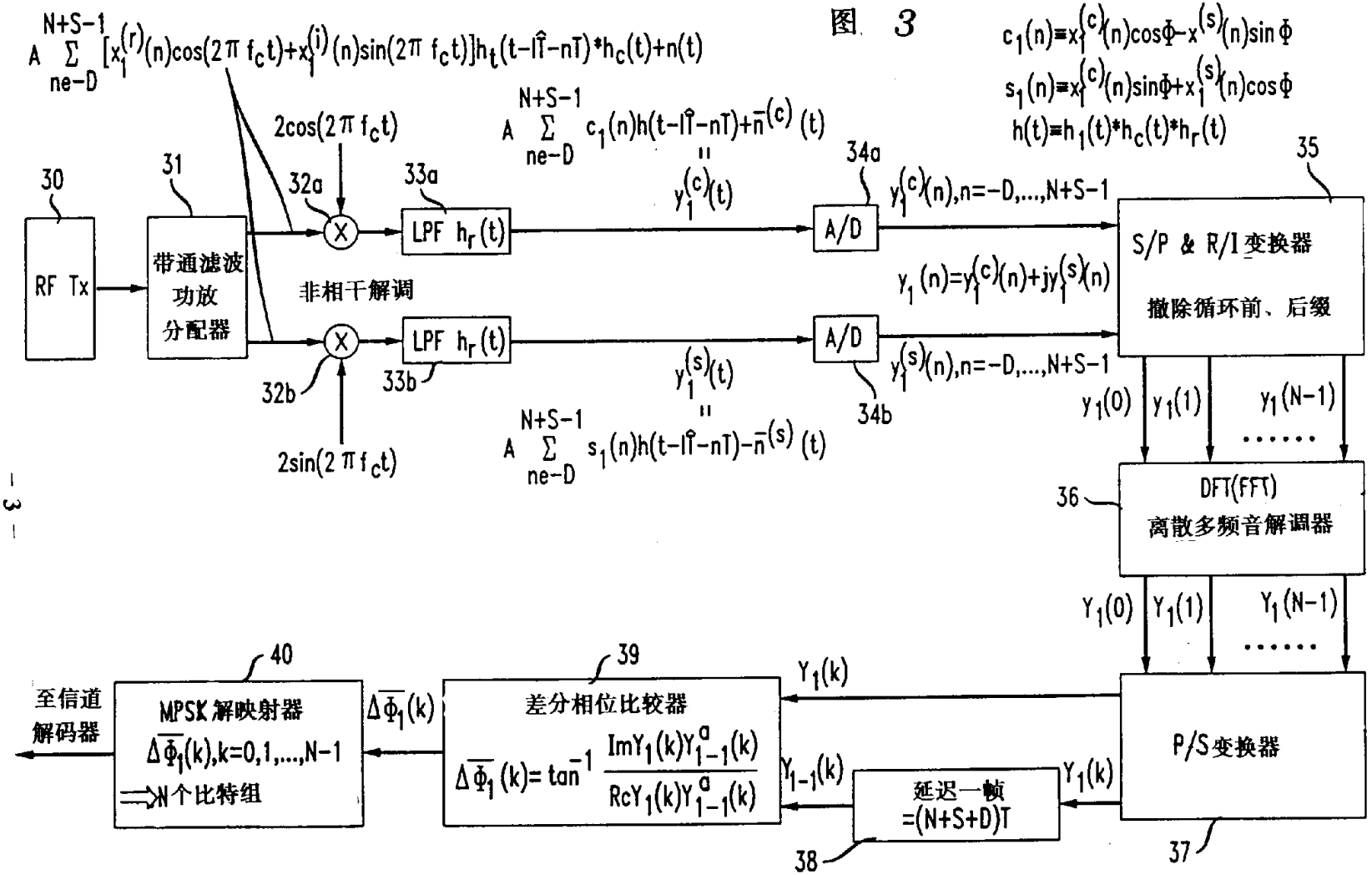
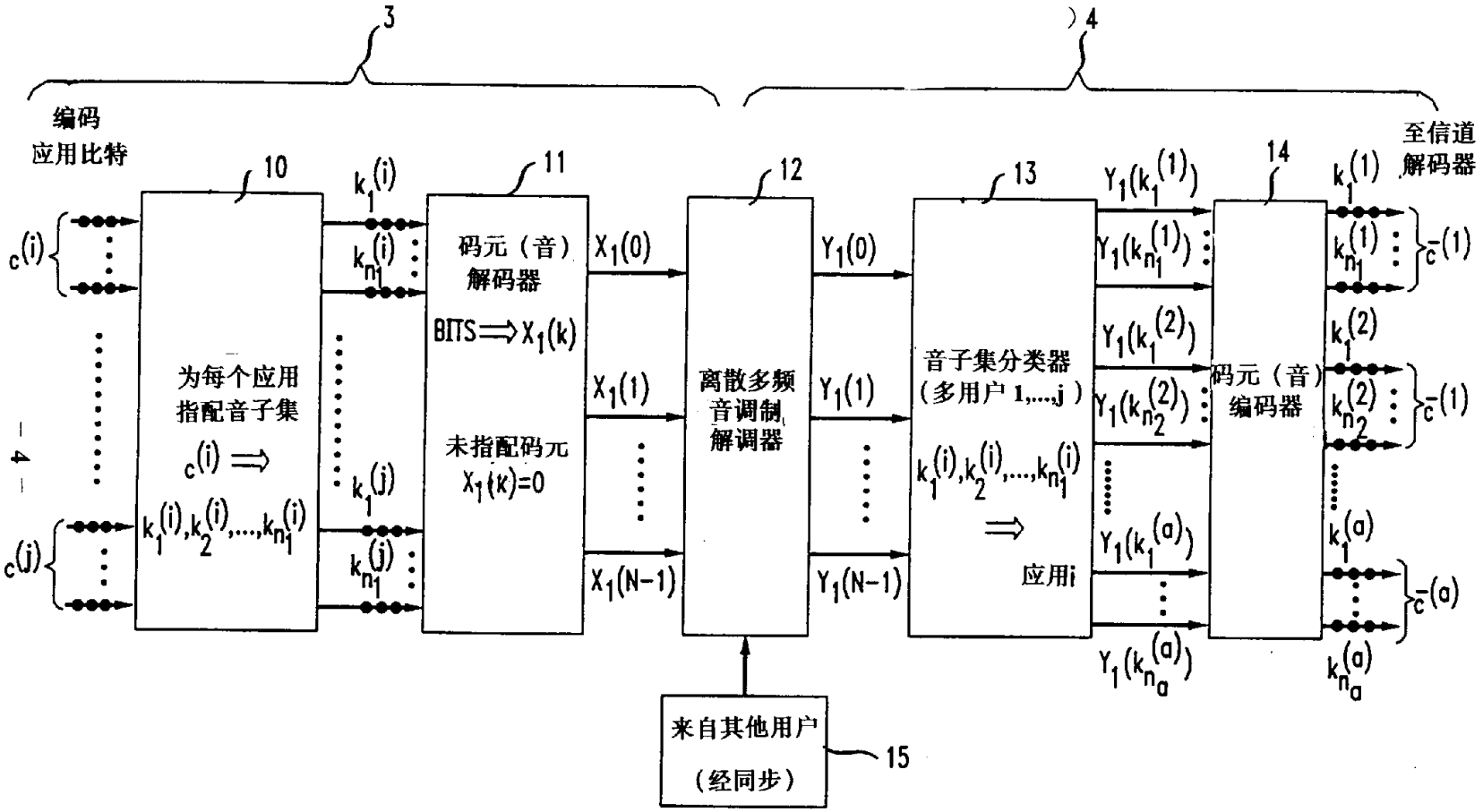

$A\sum_{ne-D}^{N+S-1}[x_1^{(r)}(n)\cos(2\pi f_c t)+x_1^{(i)}(n)\sin(2\pi f_c t)]h_t(t-l\hat{T}-nT)*h_c(t)+n(t)$
$c_1(n)\equiv x_1^{(c)}(n)\cos\Phi-x^{(s)}(n)\sin\Phi$
$s_1(n)\equiv x_1^{(c)}(n)\sin\Phi+x_1^{(s)}(n)\cos\Phi$
$h(t)\equiv h_1(t)*h_c(t)*h_r(t)$
$2\cos(2\pi f_c t)$
$A\sum_{ne-D}^{N+S-1}c_1(n)h(t-l\hat{T}-nT)+\bar{n}^{(c)}(t)$
$y_1^{(c)}(t)$
$y_1^{(c)}(n),n=-D,\ldots,N+S-1$
$y_1(n)=y_1^{(c)}(n)+jy_1^{(s)}(n)$
$y_1^{(s)}(t)$
$y_1^{(s)}(n),n=-D,\ldots,N+S-1$
$A\sum_{ne-D}^{N+S-1}s_1(n)h(t-l\hat{T}-nT)-\bar{n}^{(s)}(t)$
$2\sin(2\pi f_c t)$
$y_1(0)$ $y_1(1)$ $y_1(N-1)$
$Y_1(0)$ $Y_1(1)$ $Y_1(N-1)$
$Y_1(k)$
$Y_{1-1}(k)$
$\Delta\bar{\Phi}_1(k)$
$\Delta\bar{\Phi}_1(k),k=0,1,\ldots,N-1$
$\Delta\bar{\Phi}_1(k)=\tan^{-1}\frac{\mathrm{Im}Y_1(k)Y_{1-1}^{a}(k)}{\mathrm{Re}Y_1(k)Y_{1-1}^{a}(k)}$
30
31
32a
32b
33a
33b
34a
34b
35
36
37
38
39
40
RF Tx
带通滤波
功放
分配器
非相干解调
LPF $h_r(t)$
A/D
S/P & R/I变换器
撤除循环前、后缀
DFT(FFT)
离散多频音解调器
P/S变换器
延迟一帧
=(N+S+D)T
差分相位比较器
MPSK解映射器
⇒N个比特组
至信道
解码器

图 3

图 4


3
4
编码
应用比特
10
为每个应用
指配音子集
11
码元（音）
解码器
BITS⟹X1(k)
未指配码元
X1(k)=0
12
离散多频
音调制
解调器
13
音子集分类器
（多用户 1,...,j）
应用i
14
码元（音）
编码器
至信道
解码器
来自其他用户
（经同步）
15