

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 1/10 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880007060.9

[43] 公开日 2010年1月6日

[11] 公开号 CN 101622793A

[22] 申请日 2008.3.12

[21] 申请号 200880007060.9

[30] 优先权

[32] 2007.3.16 [33] JP [31] 068444/2007

[86] 国际申请 PCT/JP2008/054504 2008.3.12

[87] 国际公布 WO2008/126602 日 2008.10.23

[85] 进入国家阶段日期 2009.9.3

[71] 申请人 株式会社 NTT 都科摩

地址 日本东京都

[72] 发明人 阿那须·本杰博 浅井孝浩 吉野仁

古野辰男 大矢智之

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 黄纶伟

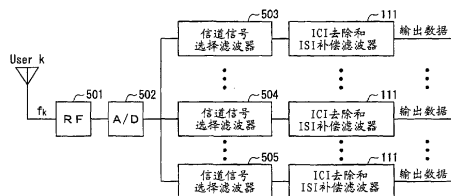
权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图 17 页

[54] 发明名称

通信系统、发送装置、接收装置以及通信方法

[57] 摘要

提供一种不需要多个用户协调，即可实现较高的频率利用效率的通信系统。通信系统使用将频带划分为多个频率信道而设定的频率信道进行通信，该通信系统构成为，发送接收装置使在各个信道中允许波形电平的码间干扰而发送接收信号，以便使在频率上相邻的多个所述频率信道互相重叠而允许信道间干扰、或者缩小各个频率信道的占用带宽，发送接收装置具有 ICI 去除和 ISI 补偿滤波器 (111)，该 ICI 去除和 ISI 补偿滤波器作为去除信道间干扰的 ICI 去除滤波器、和补偿各个频率信道中的波形电平的码间干扰的 ISI 补偿滤波器的至少任意一方发挥作用。



1. 一种通信系统，使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述通信系统包括：

发送装置，其使在频率上相邻的多个所述频率信道互相重叠，由此允许频率信道间的干扰而发送信号；以及

接收装置，其接收由所述发送装置发送的信号，

所述接收装置具有 ICI 去除单元，所述 ICI 去除单元去除所发送的信号中在重叠的频率区域中产生的频率信道间的干扰。

2. 一种通信系统，使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述通信系统包括：

发送装置，其对于在频率上的各个频率信道允许波形电平的码间干扰而发送信号；以及

接收装置，其接收由所述发送装置发送的信号，

所述接收装置具有 ISI 补偿单元，所述 ISI 补偿单元对于所发送的信号中的各个频率信道补偿波形电平的码间干扰。

3. 一种通信系统，使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述通信系统包括：

发送信号的发送装置；以及

接收由所述发送装置发送的信号的接收装置，

所述发送装置具有：

频谱利用信息/策略信息获取单元，其具有检测当前没有使用的频率信道的频带的功能，并且，获取与频率信道的利用状况有关的信息；

脉冲形状/码元速率控制单元，其根据由所述频谱利用信息/策略信息获取单元得到的信息，判定能否对相邻的其他用户使用的频率信道带来干扰、以及本用户能否允许 ISI，根据该判定的结果，确定待发送的信号的中心载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方；以及

中心载波频率控制单元，其按照由所述脉冲形状/码元速率控制单元确定的中心载波频率，控制发送信号的中心载波频率。

4. 一种发送装置，使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述发送装置具有信号发送单元，所述信号发送单元发送使在频率上相邻的多个所述频率信道互相重叠的信号。

5. 根据权利要求4所述的发送装置，其特征在于，所述信号发送单元使所述信号的频率信道间的重叠在频率信道的剩余带宽内。

6. 一种发送装置，使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道来发送信号，其特征在于，所述发送装置具有信号发送单元，所述信号发送单元对于所述频率信道允许 ISI 而发送信号。

7. 根据权利要求6所述的发送装置，其特征在于，所述信号发送单元对于所述信号发送单元允许的 ISI，所述频率信道把奈奎斯特频带作为下限而由脉冲整形滤波器限制频带，并发送信号。

8. 一种发送装置，使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道来发送信号，其特征在于，所述发送装置具有：

频谱利用信息/策略信息获取单元，其具有检测当前没有使用的频率信道的频带的功能，并且，获取与频率信道的利用状况有关的信息；以及

脉冲形状/码元速率控制单元，其根据由所述频谱利用信息/策略信息获取单元得到的信息，判定能否对相邻的其他用户使用的频率信道带来干扰、以及本用户能否允许 ISI，根据该判定的结果，确定待发送的信号的中心载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方，

所述发送装置发送根据由所述脉冲条件确定单元确定的条件而生成的信号。

9. 一种接收装置，接收使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道发送的信号，其特征在于，所述接收装置具有 ICI 去除单元，所述 ICI 去除单元接收使在频率上相邻的多个所述频率信道互相重叠而发送的信号，并去除所接收的信号中在重叠的频率区域中产生的频率信道间的干扰。

10. 一种接收装置，接收使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道发送的信号，其特征在于，所述接收装置具有 ISI 补偿单元，

所述 ISI 补偿单元接收对于各个频率信道允许波形电平的码间干扰而发送的信号，并对所接收的信号的各个频率信道补偿波形电平的码间干扰。

11. 一种通信方法，使用将频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述通信方法包括：

接收步骤，接收使在频率上相邻的多个所述频率信道互相重叠，由此允许频率信道间的干扰而发送的信号；以及

ICI 去除步骤，去除在所述接收步骤中接收到的信号中在重叠的频率区域中产生的频率信道间的干扰。

12. 一种通信方法，使用将频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述通信方法包括：

接收步骤，接收对于各个频率信道允许波形电平的码间干扰而发送的信号；以及

ISI 补偿步骤，对于在所述接收步骤中接收到的信号中的各个频率信道，补偿波形电平的码间干扰。

13. 一种通信方法，使用将频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述通信方法包括：

频谱利用信息/策略信息获取步骤，根据频率信道的利用状况，具有检测当前没有使用的频率信道的频带的功能，并且，获取与频率信道的利用状况有关的信息；

干扰/ISI 能否判定步骤，根据在所述频谱利用信息/策略信息获取步骤中得到的信息，判定能否对相邻的其他用户使用的频率信道带来干扰、以及本用户能否允许 ISI；以及

脉冲形状/码元速率控制步骤，根据所述干扰/ISI 能否判定步骤的判定结果，确定由所述发送装置发送的信号的载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方。

通信系统、发送装置、接收装置以及通信方法

技术领域

本发明涉及通信系统、发送装置、接收装置以及通信方法，尤其涉及适用于下述环境的通信系统、发送装置、接收装置以及通信方法，即，不需多个用户互相协调，即可使用一个或多个频率信道进行通信的环境。

背景技术

多个用户的信号被复用发送到基站。复用技术也被称为多元连接。公知的多元连接的方法有 FDMA (Frequency Division Multiple Access)、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)。FDMA 是在频率轴上划分频谱有限的频率范围，将划分后的频率分配给各个用户进行复用并发送的方式。另外，OFDMA 指正交频分复用，是使具有相邻的频率的频谱互相正交的方式。

作为论述 OFDMA 的公知文献，例如可以列举非专利文献 1、非专利文献 2。并且，作为论述 FDMA 的公知文献，例如可以列举非专利文献 3、非专利文献 4。

在 OFDMA、FDMA 中都是并列传输多个数据流，所以分别使用一个频率信道来传输各个流。因此，为了防止各个频率信道（频带）间的干扰，采用以下所述的结构。

图 20 表示 OFDMA 的频谱。在图 20 中，作为 OFDMA 频谱的一例，图示在系统总带宽 W_1 内存在 6 个频率信道的情况。在 OFDMA 中，多个用户（用户 1~M）分别使用图 20 所示的多个频谱中的几个频谱来传输数据。（在图 20 中表示用户 1 使用两个频率信道，用户 k 使用一个频率信道，用户 M 使用三个频率信道的示例）在 OFDMA 中，通过使相邻的频率信道重叠（overlap）能够减小系统的总带宽，能够提高频率的利用效率。但是，为了保证相邻的频率信道间的正交性，需要多个用户在传

输中保持时间同步。在非专利文献 1、非专利文献 2 中记载了当用户彼此在传输中不能协调时，信号的正交性被破坏，数据传输的特性显著恶化的情况。

图 21 是表示 FDMA 的频谱的图。在图 21 中，作为 FDMA 频谱的一例，图示在系统带宽 W_2 内存在 6 个频率信道的情况。如非专利文献 3 所述，在 FDMA 中，通过在相邻的频率信道之间设置保护带(guard band)，防止各个用户使用的频率信道之间的干扰。结果，虽然 FDMA 的系统总带宽大于 OFDMA，但具有不需要用户间的时间同步的优点。但是，在 FDMA 中，为了保持各个信道的信号质量，需要使用在各个频率信道中不产生码间干扰的信号波形。为了防止这种波形电平的码间干扰，根据尼奎斯特基准将信号的脉冲波形整形。

在 FDMA 中，通过减小系统总带宽来提高频率利用效率，为此期望进一步减小频率信道的间隔。例如，在图 22 中示出了减小保护带来缩小频率信道的间隔的情况，在图 23 中示出了使各个频率信道的脉冲波形变陡来缩小频率信道间隔的情况。另外，非专利文献 4 记载的方法通过使用有意识地导入信息码元电平的码间干扰的部分响应(Partial Response)方式，缩小各个频率信道的占用频带。

另外，信号的整形利用脉冲整形滤波器来进行。但是，如图 23 所示，如果整形成为在频率区域中急剧上升的形状，则时间应答的分散增大，所以实际上很难设计这种滤波器。因此，在脉冲的整形中，在频率区域上的形状和整形后的脉冲的时间分散的大小之间存在折中(trade-off)关系。

非专利文献 1: S.B.Weinstem and P.M.Ebet, "Data transmission by frequency-division multiplexing using the discrete Fourier transform," IEEE Trans. Commun., Vol.19,no.5,pp.628-34,Oct.1971.

非专利文献 2: Burton R. Saltzberg, "Performance of an efficient parallel data transmission system," IEEE Trans. Commun., Vol.15,no.6,pp.805-811,Dec.1967.

非专利文献 3: J.G Proakis, "Digital Communications," pp.897-899.

非专利文献 4: J.G Proakis, "Digital Communications," pp.561-568.

但是, 在整形脉冲波形并设计保护带的以往的 FDMA 中, 很难充分提高频率的利用效率。即, 在波形整形中, 如果使脉冲波形变陡, 则能够减小系统的总带宽。但是, 根据因果关系, 很难实现脉冲整形滤波器。因此, 需要使脉冲波形变平滑, 结果, 不能充分减小系统的总带宽。

并且, 在使用 OFDMA 时, 虽然能够减小系统的总带宽, 但需要建立各个用户间的时间同步, 所以需要多个用户间的协调。

并且, 在使用部分响应方式来缩小各个频率信道的频带时, 在接收机中由于接收信号存在码元电平的 ISI (Inter-Symbol Interference: 码间干扰), 所以在进行码元解码时产生错误传播, 存在接收特性恶化的问题。

发明内容

本发明的目的在于, 提供一种通信系统、发送装置、接收装置以及通信方法, 不需多个用户互相协调, 即可实现较高的频率利用效率。

为了解决以上问题, 权利要求 1 所述的通信系统使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信, 其特征在于, 所述通信系统包括: 发送装置, 其使在频率上相邻的多个所述频率信道互相重叠, 由此允许频率信道间干扰而发送信号; 以及接收装置, 其接收由所述发送装置发送的信号, 所述接收装置具有 ICI (Inter Channel Interference: 相邻信道间干扰) 去除单元, 其去除所发送的信号中在重叠的频率区域中产生的频率信道间的干扰。根据这种发明, 发送装置使多个频率信道互相重叠而发送信号, 由此能够在更多的频率信道中使用分配给系统的频带, 所以能够提高频率的利用效率。并且, 接收装置能够去除在重叠的频率区域中产生的频率信道间的干扰, 所以能够防止接收信号的信号质量下降。

另外, 权利要求 2 所述的通信系统使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信, 其特征在于, 所述通信系统包括: 发送装置, 其对于在频率上的各个频率信道允许波形电平的码间干扰而发送信号; 以及接收装置, 其接收由所述发送装置发送的信号, 所述接收装

置具有 ISI (Inter-Symbol Interference: 码间干扰) 补偿单元, 其对于所发送的信号中的各个频率信道补偿波形电平的码间干扰。根据这种发明, 发送装置能够利用不满足零 ISI 的条件的脉冲发送信号, 由此能够减小各个频率信道的频带。结果, 能够在更多的频率信道中使用分配给系统的频带, 所以能够提高频率的利用效率。并且, 在进行脉冲整形后, 不需要考虑零 ISI 的条件, 所以能够提高进行脉冲整形的滤波器的设计实现性。

并且, 由于能够在接收侧进行 ISI 补偿, 所以能够防止接收信号的信号质量下降。

另外, 权利要求 3 所述的通信系统使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信, 其特征在于, 所述通信系统包括: 发送信号的发送装置; 以及接收由所述发送装置发送的信号的接收装置, 所述发送装置具有: 频谱利用信息/策略信息获取单元, 其具有检测当前没有使用的频率信道的频带的功能, 并且, 获取与频率信道的利用状况有关的信息; 脉冲形状/码元速率控制单元, 其根据由所述频谱利用信息/策略信息获取单元得到的信息, 判定能否对相邻的其他用户使用的频率信道带来干扰、以及本用户能否允许 ISI, 根据该判定的结果, 确定待发送的信号的中心载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方; 以及中心载波频率控制单元, 其按照由所述脉冲形状/码元速率控制单元确定的中心载波频率, 控制发送信号的中心载波频率。根据这种发明, 发送装置检测当前没有使用的频率信道的频带, 判定与该频率信道相邻的其他用户使用的频率信道能否允许干扰, 同时判定使用该频率信道的本用户能否允许 ISI, 根据该判定的结果, 能够确定待发送的信号的中心载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方。因此, 能够考虑接收信号的信号质量, 并根据频率的利用状况, 发送频率利用效率较高的脉冲波形的发送信号。

另外, 权利要求 4 所述的发送装置使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信, 其特征在于, 所述发送装置具有信号发送单元, 所述信号发送单元发送使在频率上相邻的多个所述频率信道互

相重叠的信号。根据这种发明，能够提高在通信中利用的频率的利用效率。

另外，权利要求 5 所述的发送装置是根据权利要求 4 所述的发送装置，其特征在于，由所述信号发送单元发送的所述信号的频率信道和相邻的频率信道，在频率数轴上最大重叠到剩余带宽。在此，剩余带宽是指从所述信号的脉冲整形后的信号带宽中，减去利用所述信号的码元速率的倒数表示的奈奎斯特带宽得到的频率带宽。根据这种发明，能够把频率信道间的干扰抑制到在接收侧能够去除的范围。

另外，权利要求 6 所述的发送装置使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道来发送信号，其特征在于，所述发送装置具有信号发送单元，所述信号发送单元对于所述频率信道允许 ISI 而发送信号。根据这种发明，能够提高在通信中利用的频率的利用效率，同时能够提高进行频率信道的脉冲整形的滤波器的实现性。

另外，权利要求 7 所述的发送装置是根据权利要求 6 所述的发送装置，其特征在于，对于所述信号发送单元允许的 ISI，所述频率信道把奈奎斯特频带作为下限而由脉冲整形滤波器限制频带，并发送信号。根据这种发明，能够把各个频率信道中的波形电平的 ISI 抑制到在接收侧能够补偿的范围。

另外，权利要求 8 所述的发送装置使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道来发送信号，其特征在于，所述发送装置具有：频谱利用信息/策略信息获取单元，其具有检测当前没有使用的频率信道的频带的功能，并且，获取与频率信道的利用状况有关的信息；脉冲形状/码元速率控制单元，其根据由所述频谱利用信息/策略信息获取单元得到的信息，判定能否对相邻的其他用户使用的频率信道带来干扰、以及本用户能否允许 ISI，根据该判定的结果，确定待发送的信号的中心载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方；以及中心载波频率控制单元，其按照由脉冲形状/码元速率控制单元确定的中心载波频率，控制发送信号的中心载波频率。根据这种发明，发送装置检测当前没有使用的频率信道的频带，判定与该频率信道相邻的其他用户使用的频率信道能

否允许干扰，同时判定使用该频率信道的本用户能否允许 ISI，根据判定的结果，能够确定待发送的信号的中心载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方。因此，能够考虑接收信号的质量，并根据频率的利用状况，进一步减小由脉冲整形滤波器得到的频率信道间隔和占用带宽，由此能够以较高的频率利用效率发送信号。

另外，权利要求 9 所述的接收装置接收使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道发送的信号，其特征在于，所述接收装置具有 ICI 去除单元，所述 ICI 去除单元接收使在频率上相邻的多个所述频率信道互相重叠，由此允许频率信道间的干扰而发送的信号，去除所接收的信号中在重叠的频率区域中产生的频率信道间的干扰。根据这种发明，能够去除所接收的信号的频率信道间的干扰，所以能够防止接收信号的质量下降。

另外，权利要求 10 所述的接收装置接收使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道发送的信号，其特征在于，所述接收装置具有 ISI 补偿单元，所述 ISI 补偿单元接收对于各个频率信道允许波形电平的码间干扰而发送的信号，对于所接收的信号的各个频率信道补偿波形电平的码间干扰。根据这种发明，能够补偿所接收的信号的波形，所以能够防止接收信号的质量下降。

另外，权利要求 11 所述的通信方法使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述通信方法包括：接收步骤，接收使在频率上相邻的多个所述频率信道互相重叠而发送的信号；以及 ICI 去除步骤，去除在所述接收步骤中接收到的信号中在重叠的频率区域中产生的频率信道间的干扰。根据这种发明，发送侧使多个频率信道互相重叠来发送信号，由此能够在更多的频率信道中使用频带，所以能够提高频率的利用效率。并且，接收侧能够去除在重叠的频率区域中产生的频率信道间的干扰，所以能够防止接收信号的质量下降。

另外，权利要求 12 所述的通信方法使用将分配给系统的频带划分而设定的多个频率信道进行通信，其特征在于，所述通信方法包括：接收步骤，接收对于各个频率信道允许波形电平的码间干扰而发送的信号；

以及 ISI 补偿步骤,对于在所述接收步骤中接收到的信号中的各个频率信道,补偿波形电平的码间干扰。根据这种发明,发送装置能够利用不满足零 ISI 的条件的脉冲发送信号,由此能够减小各个频率信道的频带。结果,能够在更多的频率信道中使用分配给系统的频带,所以能够提高频率的利用效率。并且,在进行脉冲整形后,不需要考虑零 ISI 的条件,所以能够提高进行脉冲整形的滤波器的设计实现性。另外,由于能够在接收侧进行 ISI 补偿,所以能够防止接收信号的信号质量下降。

另外,权利要求 13 所述的通信方法使用将频带划分而设定的多个频率信道进行通信,其特征在于,所述通信方法包括:频谱利用信息/策略信息获取步骤,根据频率信道的利用状况,具有检测当前没有使用的频率信道的频带的功能,并且,获取与频率信道的利用状况有关的信息;干扰/ISI 能否判定步骤,根据在所述频谱利用信息/策略信息获取步骤中得到的信息,判定能否对相邻的其他用户使用的频率信道带来干扰、以及本用户能否允许 ISI;以及脉冲形状/码元速率控制步骤,根据所述干扰/ISI 能否判定步骤的判定结果,确定由所述发送装置发送的信号的中心载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方。根据这种发明,发送装置检测当前没有使用的频率信道的频带,判定与该频率信道相邻的其他用户使用的频率信道能否允许干扰,同时判定使用该频率信道的本用户能否允许 ISI,根据判定的结果,能够确定待发送的信号的中心载波频率、码元速率、整形脉冲形状中的至少一方。因此,能够考虑接收信号的信号质量,并根据频率的利用状况,发送频率利用效率更高的脉冲波形的发送信号。

以上所述的本发明能够发送减小频率信道间隔的信号,并在接收侧补偿频率信道波形或者去除频率信道间的干扰。并且,能够根据情况使本装置发送的信号干扰其他频率信道、及/或对本频率信道允许波形电平的码间干扰。因此,能够提供一种通信系统、发送装置、接收装置、通信方法,即使多个用户不协调时,也能够提高频率的利用效率,而且信号质量不会下降。

附图说明

图 1 是说明本发明的实施方式 1 的 ICI 去除方法的图。

图 2 是说明循环维纳滤波器 (Cyclic Wiener Filter) 的概况的图。

图 3 是说明 FSE 滤波器的概况的图。

图 4 是说明本发明的实施方式 1 的周期恒定性的图。

图 5 是说明本发明的实施方式 2 的零 ISI 信号的生成方法的图。

图 6 是说明本发明的实施方式 1~实施方式 4 的通信系统的图。

图 7 是表示在本发明的实施方式 1 中由多个用户使用的频率信道重叠的状态的图。

图 8 是说明本发明的实施方式 1 的接收装置的图。

图 9 是说明本发明的实施方式 1 的 ICI 的允许范围的图。

图 10 是说明本发明的实施方式 2 的接收装置的结构框图。

图 11 是说明通过本发明的实施方式 2 的 ISI 补偿来缩小频率信道的频带的允许范围的图。

图 12 是说明本发明的实施方式 2 的 ISI 补偿的步骤的图。

图 13 是说明本发明的实施方式 3 的接收装置的结构框图。

图 14 是表示适合于在本发明的实施方式 3 的接收装置中整形脉冲波形的频率信道的图。

图 15 是表示由本发明的实施方式 1~实施方式 3 的接收装置进行的通信方法的流程图。

图 16 是用于比较由本发明的实施方式 1~实施方式 3 得到的效果的图。

图 17 是说明本发明的实施方式 4 的发送装置的结构框图。

图 18 是表示图 17 所示的发送接收装置的其他结构示例的图。

图 19 是说明实施方式 4 的通信方法的流程图。

图 20 是表示普通的 OFDMA 的频谱的图。

图 21 是表示普通的 FDMA 的频谱的图。

图 22 是表示为了减小频率信道间隔而减小保护带的示例的图。

图 23 是表示为了减小频率信道间隔而使脉冲波形变陡的示例的其

他图。

标号说明

101a、101b 基站；102a、102b 发送接收装置；103a、103b、104a、104b、104c 手机；111 ICI 去除和 ISI 补偿滤波器；151、161 发送单元；152 数据生成/调制部；153 脉冲整形部；154 D/A 转换部；155、501 RF 部；157 频谱利用信息/策略信息获取部；158 脉冲形状/码元速率控制部；159 中心载波频率控制部；401 发送接收部；502 A/D 转换部；503、504、505 信道信号选择滤波器；506 ICI 去除滤波器；801 ISI 补偿滤波器。

具体实施方式

以下，参照附图说明本发明的实施方式 1~实施方式 4。另外，在各个实施方式的说明中，对相同的结构省略部分图示及说明。并且，对与先前示出的附图的结构相同的结构标注相同的标号。

1 理论

首先，在说明本发明的实施方式之前，说明在实施方式 1~实施方式 4 中执行的用于去除干扰的信号处理的理论。

实施方式 1 适用于在进行无线通信的环境下有效复用从位于多个地点的各个用户的通信终端装置发送的数据的多元连接。下面，在说明通信系统、发送装置、接收装置、通信方法之前，说明本发明的多元连接的原理。

(1) ICI 的去除

首先说明去除 ICI (Inter-Channel Interference) 的方法。在实施方式 1 中进行的 ICI 的去除是由于下述情况而进行的，即，当通过在发送侧满足零 ISI、而且使频率信道互相重叠来减小频率信道间隔时，产生信道间的干扰即 ICI。

图 1 (a)、(b)、(c) 是说明本发明的实施方式 1 的 ICI 去除的理论的图。ICI 的去除能够通过可以利用周期恒定性的循环维纳滤波器或 FSE (分数间隔等化器: Fractionally Spaced Equalizer) 滤波器等公知的滤波器实现。

作为去除 ICI 用的适应性滤波器，利用信号的周期恒定性，对于因与相邻的频率信道的重叠而受到干扰的除奈奎斯特带宽之外的频率成分（剩余带宽频率成分），使用没有受到干扰的影响的奈奎斯特带宽频率成分将其复原。

图 2 是说明循环维纳滤波器的概况的图。并且，图 3 是说明 FSE 滤波器的概况的图。如图 2 所示，循环维纳滤波器包括并列连接的多个 FSE 滤波器 201，FSE 滤波器 201 的输出被合成。将合成后的输出从所期望的信号中减去，生成误差信号。调整 FSE 滤波器 201 的各个滤波器系数，以使该误差信号变小。

FSE 滤波器 201 如图 3 所示具有一系列的延迟部件 301，这些延迟部件使所输入的被重叠的信号延迟，向各个输出乘以系数或加权 c_i 进行合成。这一组系数也被称为抽头系数。另外，循环维纳滤波器和 FSE 滤波器 201 例如如下面列举的文献 1、文献 2 记载的那样，由于已被公知，所以省略进一步的说明。

文献 1 W.A.Gardner, "Exploitation of spectral redundancy" in cyclostationary signals", IEEE Signal Processing Magazine, vol.8,no.2,pp.14-36, Apr.1991

文献 2 W.A.Gardner, "Cyclic Wiener filtering: theory and method", IEEE Trans.Commun, vol.41,no.1,pp.151-163,Jan.1993

在图 1 (a) 的示例中，假设处理 3 个频率信道中利用 P 表示的中间的频率信道。在此，假设频率信道 P 和与 P 相邻的频率信道存在重叠的区域。由此，频率信道 P 受到相邻的频率信道的干扰的影响。根据信号的周期恒定性，图 1 (c) 示出的范围 D 的频率成分与范围 B 的频率成分的相关比较高，范围 C 的频率成分与范围 A 的频率成分的相关比较高。因此，在本实施方式中，能够使用范围 B 的信号成分将范围 D 的信号成分复原，使用范围 A 的信号成分将范围 C 的信号成分复原。另外，图 1 (c) 示出的频率的范围 E 表示奈奎斯特频带。

另外，此处简单说明周期恒定性。图 4 (a) 表示按照码元间隔 T_s 周期性地发送来被数字转换后的信号的状态。图 4 (b) 是表示 (a) 所示

的信号的频谱的图。通过对 (b) 进行脉冲整形, 得到 (c) 所示的脉冲信号。根据 (b) 所示的频谱的周期性, 在 (c) 所示的脉冲信号中, 奈奎斯特带宽内 (B', D') 的频率成分与剩余频带频率成分 (B, D) 之间具有相关性。剩余频带是指从占用频带中去除奈奎斯特带宽后的频带。

在实施方式 1 中, 利用该频率成分的相关, 使频率信道重叠, 由此允许 ICI, 并在接收侧去除信道间的干扰 (ICI)。频率信道间的干扰去除针对每个频率信道进行, 能够通过 ICI 去除滤波器来执行。

(2) 零 ISI

图 5 (a)、(b) 是说明实施方式 2 去除 ISI (Inter-Symbol Interference: 码间干扰)、并生成零 ISI 的信号的方法的图。图 5 (a) 是表示作为满足零 ISI 的条件的示例的、余弦平方脉冲 (raised cosine pulse) 的图。

图 5 (a) 表示横轴为频率 f 、纵轴为脉冲的频率响应 (Frequency Response)。相对于奈奎斯特带宽 $[-0.5/T_s, 0.5/T_s]$ (码元速率为 $1/T_s$ 时) 的边界线 ($+0.5/T_s, -0.5/T_s$) 满足 Vestigial symmetry。满足 Vestigial symmetry 的条件, 是指图 5 (a) 中示出的 A、B、C、D 的区域的面积全部相等 ($A=B=C=D$)。在实施方式 2 中, 把 $A=B=C=D$ 的条件表述为零 ISI 条件。

另外, 奈奎斯特频率是指码元速率的一半 (在码元速率为 $1/T_s$ 时, $0.5/T_s$ 是奈奎斯特频率)。把以 0Hz 为中心的从 $-0.5/T_s$ 到 $0.5/T_s$ 的频带称为奈奎斯特频带。

图 5 (b) 表示对满足 (a) 的 $A=B=C=D$ 的条件的脉冲进行采样的示例。脉冲的频率响应因混淆而折返, 折返后的信号被相加, 得到图 5 (c) 所示的扁平频谱 (Flat Spectrum)。即, 可知能够实现波形电平的零 ISI 的脉冲的频率响应在采样后成为扁平频谱。

实施方式 2 利用了这一点。即, 允许在发送侧产生波形电平的 (码间干扰) ISI 而复用发送信号, 在接收侧补偿信号的波形电平的 ISI 而去除码间干扰。

(实施方式 1)

(通信系统)

下面，说明实施方式 1 的通信系统的概况。图 6 是说明实施方式 1、实施方式 4 的通信系统的图。实施方式 1 的通信系统是使用把频率划分为多个频带而设定的频率信道进行通信的通信系统。

如图所示，本实施方式的通信系统具有基站 101a、101b、和通过基站 101a、101b 与其他通信终端装置通信的手机 103a、103b、104a、104b、104c。把基站 101a、基站 101b 能够管理通信的范围分别表述为通信管理区域 a。

手机 103a、103b 是相同经营商的手机，手机 104a、104b、104c 是与手机 103a、103b 的经营商不同的经营商的手机。另外，在图 6 中，把在通信系统中通信的通信终端装置全部设为手机，但实施方式 1 不限于这种结构。只要是能够在通信系统中通信的通信终端装置，则也可以适用其他任何通信终端装置。

基站 101a、101b 分别具有发送接收装置 102a、102b。发送接收装置 102a 接收手机 103a、104a、104b 分别使用频率信道发送的信号。并且，复用接收到的信号。被复用后的信号通过更上层的装置发送给基站 101b。

所发送的信号被发送接收装置 102b 接收，并且发送给手机 103b 和手机 104 并由其接收。

并且，手机 103a、103b 和手机 104a、104b、104c 还分别具有发送接收部 401。

在实施方式 1 中，多个手机的多个发送接收部 401 全部是发送装置，发送接收装置 102a、102b 发挥接收装置的作用。但是，本发明不限于这种结构，只要是发送装置通过多元连接来发送无线信号，接收装置接收所发送的无线信号的结构，则可以构成任何发送装置、接收装置。

（发送装置）

说明本发明的实施方式 1 的发送装置。如前面所述，手机 103a 和手机 104a、104b 分别是不同用户的手机。因此，手机 103a 使用与手机 104a、104b 不同的一个或多个频率信道，与基站 101a 进行通信。

在此，说明手机 103a 的频率信道与手机 104a 和 104b 的频率信道在频率上相邻的示例。并且，在实施方式 1 中，假设各个频率信道满足不

产生 ISI 的零 ISI 条件。

图 7 表示实施方式 1 的手机 103a、104a、104b 发送信号时使用的频率信道。图 7 所示的频率信道满足零 ISI 的条件并互相重叠。另外，对于频率信道的脉冲整形滤波器，在发送侧的各个发送接收部 401 进行滤波器整形，以使脉冲满足零 ISI 条件。

即，实施方式 1 的发送装置可以说是发送使在频率上相邻的多个频率信道互相重叠的信号。

并且，发送信号的频率信道由于重叠而被缩小了频率信道间隔。为了在接收侧把 ICI 控制在允许范围内，在实施方式 1 中把重叠范围设为截止到剩余带宽。

另外，实施方式 1 的发送装置不限于多个通信终端装置的集合。例如，也可以是使多个频率信道重叠来发送信号的一种结构。

（接收装置）

图 8 是说明实施方式 1 的接收装置的图。接收装置具有 ICI 去除滤波器 506，其去除所发送的信号中在重叠的频率的区域中产生的频率信道间的干扰。在这种结构中，ICI 去除滤波器 506 相当于 ICI 去除单元。

并且，接收装置具有多个信道信号选择滤波器 503、504、505。这种滤波器构成为在用户使用多个频率信道时，选择所发送的信号的频率信道。

即，图 8 所示的接收装置例如接收由用户 k 发送的信号。接收到的信号通过 RF 部 501 被降频转换，然后通过 A/D 转换部 502 被实施数字转换。假设用户 k 使用 M 个频率信道，在接收装置中，使用 M 个信道信号选择滤波器提取用户 k 在通信时使用的多个频率信道。在图 8 的示例中，用户 k 发送的信号通过信道信号选择滤波器 504。

并且，在实施方式 1 中，接收后的频率信道的脉冲波形满足零 ISI 的条件。满足零 ISI 的条件的脉冲整形也可以像实施方式 1 那样预先在发送装置中进行，还可以在接收装置中设置与发送装置的未图示的脉冲波形整形滤波器协作来整形脉冲波形的滤波器。

并且，通过把各个频率信道重叠的频带设为剩余带宽内，ICI 去除滤

波器 506 能够去除截止到剩余带宽内的 ICI。图 9 是说明 ICI 的允许范围的图。在把码元速率设为 $1/T_s$ 、把脉冲整形的下降系数设为 α 时，如图 9 所示，ICI 允许范围被表述为 $\alpha/2T_s$ 。

另外，ICI 允许范围受到使用频率信道发送的信号的强度的影响，对其他频率信道不怎么造成影响的功率比较小的信号的频率信道，也可以干扰相邻的频率信道的奈奎斯特频带。

并且，ICI 去除滤波器 506 能够使用利用了周期恒定性的循环维纳滤波器和 FSE 滤波器等。

根据以上所述的实施方式 1，发送侧发送满足 ISI 零条件并重叠的信号，在接收侧能够去除因重叠而产生的 ICI，并去除频率信道间的干扰。因此，能够提供一种通信系统、发送装置、接收装置以及通信方法，即使多个用户不协调时，也能够提高频率的利用效率，而且信号质量不会下降。

（实施方式 2）

下面，说明本发明的实施方式 2。实施方式 2 是接收脉冲波形不满足零 ISI 条件的频率信道的信号，并在接收装置侧进行 ISI 补偿的接收装置。另外，在实施方式 2 中，发送侧不会使脉冲信号重叠。

在实施方式 2 中，手机 103a、104a、104b 的发送接收部 401 作为信号发送单元发挥作用，其允许多个所述频率信道的 ISI 并发送信号。

图 10 是说明实施方式 2 的接收装置的结构框图。图 10 所示的接收装置与图 8 所示的接收装置相同，具有 RF 部 501 和 A/D 转换部 502。但是，不同之处是具有取代 ICI 去除滤波器 506 的 ISI 补偿滤波器 801。ISI 补偿滤波器 801 作为本实施方式的 ISI 补偿单元。

ISI 补偿滤波器能够使用利用了周期恒定性的适应性滤波器实现。作为适应性滤波器，例如能够使用循环维纳滤波器和 FSE 滤波器等。

图 11 (a) 是说明由实施方式 2 的接收装置接收的信号的图。图示的频率信道的脉冲形状不满足零 ISI 条件。这种信号由于 ISI 的影响，接收后的信号特性下降，有可能不能准确传递信息。实施方式 2 在接收到这种信号时，通过在接收侧补偿 ISI，实现信号质量比较高、而且频率的利

用效率比较高的通信。

图 11 (b)、(c) 是说明通过 ISI 补偿来减小频率信道的频带的允许范围的图。图 11 (b) 表示不使用实施方式 2 的方法、但满足零 ISI 条件时的频率信道的形状。该情况时，在把码元速率设为 $1/T_s$ 、把满足零 ISI 条件的下降系数设为 α 时，频率信道的带宽为 $(1+\alpha)/T_s$ 。图 11 (c) 表示使用实施方式 2 的方法、且使频率信道的带宽为最小的情况。该情况时，频率信道的带宽被缩小到奈奎斯特带宽 ($=1/T_s$)。由此，能够把频率信道的带宽最大减小到 α/T_s 。

图 12 是说明实施方式 2 的 ISI 补偿的步骤的图。实施方式 2 的 ISI 补偿用于处理图 12 (a) 所示的 3 个频率信道中利用 P 表示的中间的频率信道。使用信道信号选择滤波器，提取作为处理对象的频率信道 P (图 12 (b))，利用 ISI 补偿滤波器 801 补偿提取出的频率信道 P 的 ISI 成分。结果，从 ISI 补偿滤波器 801 输出被调整为满足零 ISI 条件的信号 (图 12 (c))。

另外，为了根据实施方式 2 整形成为满足零 ISI 条件，作为优选的脉冲可以列举满足以下 2 式的脉冲。

$$X(f) = \cos(\pi f T_s / (1+\alpha)) \text{ for } |f| < (1+\alpha) / 2T_s$$

and

$$X(f) = 0 \text{ for otherwise}$$

这种脉冲的特征是剩余带宽 (α/T_s) 比较小，而且脉冲波形的形状比较平滑。

根据以上所述的实施方式 2，发送装置能够利用不满足零 ISI 条件的脉冲发送信号，由此能够减小各个频率信道的频带。结果，能够在更多的频率信道中使用分配给系统的频带，所以能够提高频率的利用效率。并且，在进行脉冲整形后，不需要考虑零 ISI 的条件，所以能够提高进行脉冲整形的滤波器的设计实现性。

(实施方式 3)

下面，说明本发明的实施方式 3。实施方式 3 是结合实施方式 1 和实施方式 2 而构成的接收装置，在接收装置侧设置去除 ICI 的滤波器和补

偿 ISI 的滤波器。

图 13 是说明实施方式 3 的接收装置的结构框图。图 13 所示的接收装置与图 8、图 10 所示的接收装置相同，具有 RF 部 501 和 A/D 转换部 502。并且，具有 ICI 去除和 ISI 补偿滤波器 111。ICI 去除和 ISI 补偿滤波器 111 是结合前面叙述的 ICI 去除滤波器 506 和 ISI 补偿滤波器 801 的功能而成的滤波器，能够使用适应性滤波器实现。作为适应性滤波器，例如能够使用循环维纳滤波器和 FSE 滤波器等。

图 14 是表示适合于在实施方式 3 的接收装置中整形脉冲波形的频率信道的图。图 14 的横轴表示频率、纵轴表示脉冲的频率响应。具有这种波形的频率信道不满足零 ISI 条件但重叠。

由图 13 所示的接收装置接收到的信号通过 RF 部 501 被降频转换，然后通过 A/D 转换部 502 被实施数字转换。另外，通过信道信号选择滤波器中对应的任意一个滤波器。并且，通过 ICI 去除和 ISI 补偿滤波器 111 进行 ICI 的去除和 ISI 补偿。

根据以上所述的实施方式 3，发送侧利用不满足零 ISI 的条件的脉冲发送重叠的信号，在接收侧能够进行 ISI 补偿，同时去除因重叠而产生的 ICI，并去除频率信道间的干扰。因此，能够减小各个频率信道的带宽，并重叠发送，由此能够在更多的频率信道中使用分配给系统的频带，所以能够提高频率的利用效率。并且，在进行脉冲整形后，不需要考虑零 ISI 的条件，所以能够提高进行脉冲整形的滤波器的设计实现性。

因此，能够提供一种通信系统、发送装置、接收装置以及通信方法，即使多个用户不协调时，也能够提高频率的利用效率，而且信号质量不会下降。

（通信方法）

图 15 (a)、(b)、(c) 是表示以上所述的实施方式 1~实施方式 3 的接收装置进行的通信方法的流程图。另外，图 15 (a)、(b)、(c) 的流程图包括相同的处理。在附图中对相同的处理标注相同的标号。

如图 15 (a) 所示，在实施方式 1 中，接收装置从发送装置接收信号 (S131)。并且，使用多个信道信号选择滤波器判定想要接收的信号的频

率信道 (S132)。接收装置使用适合于判定后得到的频率信道的 ICI 去除滤波器, 从接收信号中去除 ICI (S133)。

另外, 在实施方式 2 中, 接收装置从发送装置接收信号 (S131)。并且, 使用多个信道信号选择滤波器判定想要接收的信号的频率信道 (S132)。接收装置使用适合于判定后得到的频率信道的 ISI 补偿滤波器, 补偿接收信号的 ISI (S134)。

另外, 在实施方式 3 中, 接收装置从发送装置接收信号 (S131)。并且, 使用多个信道信号选择滤波器判定想要接收的信号的频率信道 (S132)。接收装置使用适合于判定后得到的频率信道的 ICI 去除和 ISI 补偿滤波器, 去除接收信号的 ICI, 同时补偿 ISI (S135)。

(实施方式 1~3 的比较)

图 16 是用于比较由以上所述的实施方式 1~实施方式 3 得到的效果的图。在此, 把图 21 所示的基于 FDMA 的通信表述为现有方式 1, 把图 20 所示的基于 OFDMA 的通信表述为现有方式 2。并且, 把实施方式 1 的通信方法表述为提案方式 1, 把实施方式 2 的通信方法表述为提案方式 2, 把实施方式 3 的通信方法表述为提案方式 3。

并且, 在图 16 中, 对于以上 5 种方式进行了频率利用效率、脉冲的时间响应的分散的大小、有无信道间的干扰 (ICI)、有无码间干扰 (ISI) 这 4 个项目的比较。如图所示, 本实施方式 1~3 的通信方法或通信系统、接收装置与现有技术相比, 能够提高频率利用效率, 减小脉冲的时间响应的分散。并且, 能够在允许 ICI 和 ISI 或双方的情况下发送, 在接收侧去除、补偿 ICI 和 ISI, 能够高质量地获取各个频率信道的信号。

(实施方式 4)

下面, 说明本发明的实施方式 4。实施方式 4 的通信系统是使用频率信道通信的通信系统, 具有发送信号的发送装置、和接收由发送装置发送的信号的接收装置。在实施方式 4 中, 把图 6 所示的发送接收装置 102b 作为发送装置, 把管理区域 a 内的手机 103b、104c 作为接收装置。

图 17 (a)、(b) 是说明实施方式 4 的发送装置的结构框图。图 17 (a) 表示发送装置的装置结构, (b) 是用于说明多个用户使用多个频率

信道的图。

如图 17 (b) 所示, 在多元连接中, 多个用户 (用户 1、...、用户 N) 利用多个多信道 (例如用户 k 使用 f_{k1} 、 f_{k2} 、...、 f_{kM} 的频率信道) 并行地传输多个数据流。(b) 表示横轴为频率, 并利用在频率轴上记述的频谱表示频率的频带被用作信号的频率信道的情况。

在图中, 相同的斜线框表示由相同用户使用的频率信道。在此, 用户 1 使用 f_{11} 和 f_{1k} , 用户 k 使用 f_{k1} 和 f_{kM} 。根据图示可知, 用户使用一个或多个频率信道。

图 17 (a) 所示的发送装置具有发送单元 151, 其针对每个用户生成发送信号, 并在进行脉冲波形的整形后发送。发送单元 151 具有: 数据生成/调制部 152, 其按照每个频率信道生成应该发送的信息的数据, 并使用数据调制信号, 由此生成发送信号; 脉冲整形部 153, 其整形发送信号的脉冲波形; D/A 转换部 154, 其把整形后的脉冲波形从数字信号转换为模拟信号; RF 部 155, 其将被模拟化的基带信号升频; 以及发送信号的天线 156。

并且, 发送单元 151 具有频谱利用信息/策略信息获取部 157、脉冲形状/码元速率控制部 158、中心载波频率控制部 159。频谱利用信息/策略信息获取部 157 具有检测当前没有使用的频率信道的频带的功能, 以及获取其他用户的频率信道的利用状况、其他用户是否具备 ICI 的去除功能等的策略信息的功能。

频谱利用信息/策略信息获取部 157 能够利用以下结构获取频率信道的利用状况和策略信息。例如, 使用户彼此预先共享作为策略信息的频率利用策略 (例如用户级别的 ID、以及能否与各个用户级别重叠的信息)。

各个用户根据在频率上相邻的频率信道的频谱判别用户级别 (例如推测 ID), 由此能够判定相邻的频率信道的信号强度和规格、有无 ICI 去除功能。在判定为具有 ICI 去除功能时, 能够判定为可以与该频率信道重叠。

并且, 在实施方式 4 中, 能够预先设定用于使用户彼此交换信息的控制信道。这样, 能够判定可否与经由控制信道相邻的频率信道的用户重叠等。

另外，也能够设计依次保存、更新频率信道的利用状况和频率利用策略的数据库。在数据库中登记了哪个用户级别利用哪个信道，各个用户访问该数据库即可判定可否与相邻信道重叠。

脉冲形状/码元速率控制部 158 使用由频谱利用信息/策略信息获取部 157 获取的、当前没有使用的频率信道的频带信息和频谱利用信息，确定在信号发送中使用的频率信道的数量、各个频率信道中的中心载波频率、码元速率、脉冲形状，以便能够有效地利用当前没有使用的频率信道的频带。

中心载波频率控制部 159 将由脉冲形状/码元速率控制部 158 确定的、在信号发送中使用的多个频率信道中的各个频率信道的中心载波频率信息通知给 RF 部 155。RF 部 155 根据由中心载波频率控制部 159 通知的各个频率信道的中心载波频率信息进行升频，并通过天线 156 发送信号。

在以上所述的结构中，脉冲形状/码元速率控制部 158 作为频率信道确定单元、能否重叠判定单元、脉冲条件确定单元发挥作用。

图 18 (a) 是表示图 17 (a) 所示的发送接收装置的其他结构示例的图。图 18 (a) 所示的发送单元 161 针对一个用户设计一个 D/A 转换部 154 和 RF 部 155，并在多个频率信道中共用，这一点与图 17 (a) 所示的结构不同。图 18 (a) 所示的结构相比图 17 (a) 发送装置能够减少部件数目，有利于装置的小型化、低成本化。

图 19 是说明实施方式 4 的通信方法的流程图。实施方式 4 的发送装置受理当前没有通信的用户（新用户）使用通信系统通信的请求（S171）。频谱利用信息/策略信息获取部 157 判定频率信道的空闲状况，同时获取频率利用信息（频率利用策略）（S172）。

并且，脉冲形状/码元速率控制部 158 根据由频谱利用信息/策略信息获取部 157 获取的频率利用策略，判定能否对与在步骤 S172 中被判定为空闲的频率信道相邻的频率信道进行重叠（S173）。

当在步骤 S173 中判定为不能进行重叠时（S173：否），脉冲形状/码元速率控制部 158 使接收装置具有 ISI 的补偿功能，并判定能否对本装

置发送的信号导入 ISI 并进行补偿 (S174)。在该判定的结果是接收侧不能进行 ISI 补偿时 (S174: 否), 确定把发送信号作为像以往的示例那样不进行 ISI 导入的脉冲波形 (以往的脉冲形状) (S176)。

并且, 当在步骤 S174 中判定为接收侧能够进行 ISI 补偿时 (S174: 是), 脉冲形状/码元速率控制部 158 确定把发送信号作为在本发明的实施方式 2 中叙述的脉冲形状 (提案的脉冲形状 (2)) (S177)。

另一方面, 当在步骤 S173 中判定为能够对相邻的频率信道进行重叠时 (S173: 是), 脉冲形状/码元速率控制部 158 使接收装置具有 ISI 的补偿功能, 并判定能否对本装置发送的信号导入 ISI 并进行补偿 (S175)。

在步骤 S175 的判定结果是接收侧不能进行 ISI 补偿时 (S175: 否), 确定把发送信号作为在本发明的实施方式 1 (提案的脉冲形状 (1)) 中叙述的脉冲形状 (S178)。并且, 当在步骤 S175 中判定为接收侧能够进行 ISI 补偿时 (S175: 是), 脉冲形状/码元速率控制部 158 确定把发送信号作为在本发明的实施方式 3 (提案的脉冲形状 (3)) 中叙述的脉冲形状 (S179)。

脉冲形状/码元速率控制部 158 根据所确定的脉冲波形, 确定发送信号的中心载波频率和码元速率 (S180)。所确定的中心载波频率由中心载波频率控制部 159 通知给 RF 部 155。并且, 通知在接收装置侧确定的参数中通信所需要的参数, 同时开始通信 (S181)。

根据以上所述的实施方式 4, 能够根据情况使本装置发送的信号干扰其他频率信道、或者使发送信号重叠。并且, 在接收侧能够进行 ISI 补偿时, 通过允许 ISI, 能够减小频率信道的带宽。因此, 能够提供一种通信系统、接收机、通信方法, 即使多个用户不协调时, 也能够提高频率的利用效率, 而且信号质量不会下降。

产业上的可利用性

本发明能够适用于在下述环境下适用的通信系统、发送装置、接收装置以及通信方法, 即, 即使多个用户互相不协调时, 也能够使用一个或多个频率信道通信的环境。

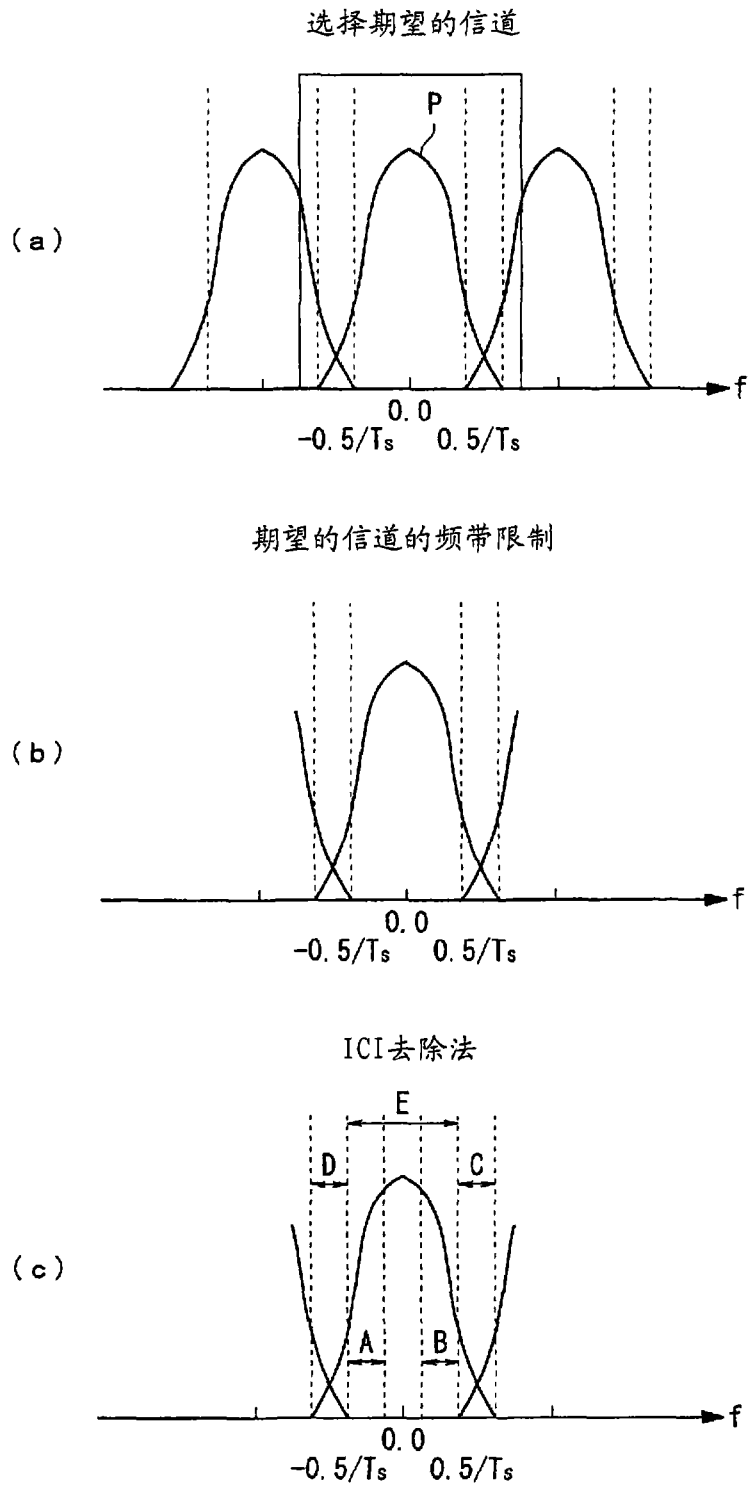


图1

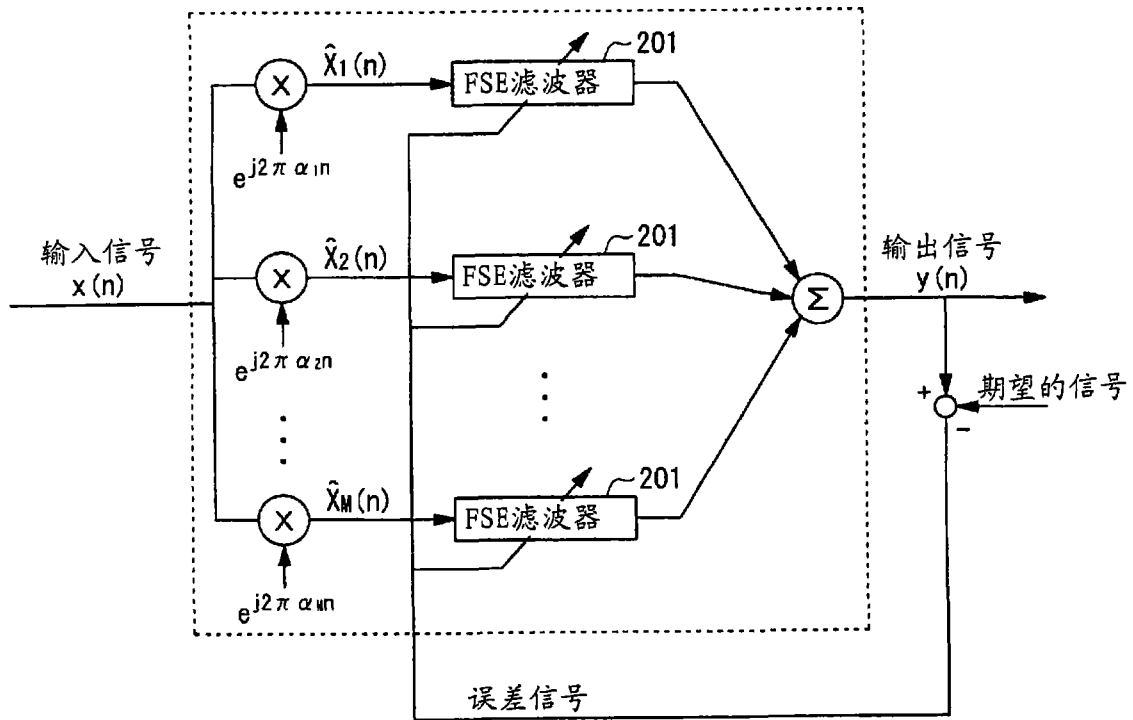


图 2

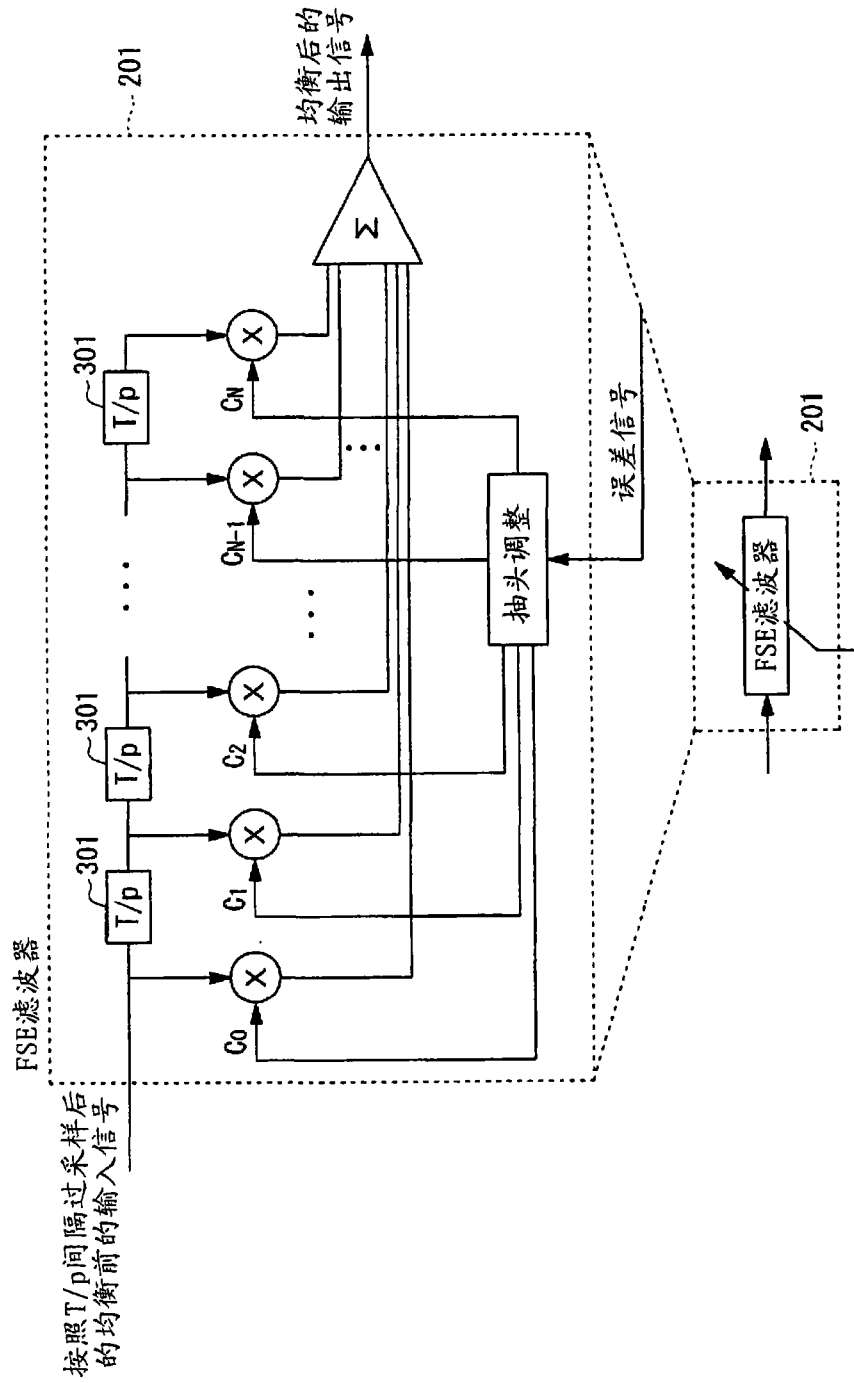


图3

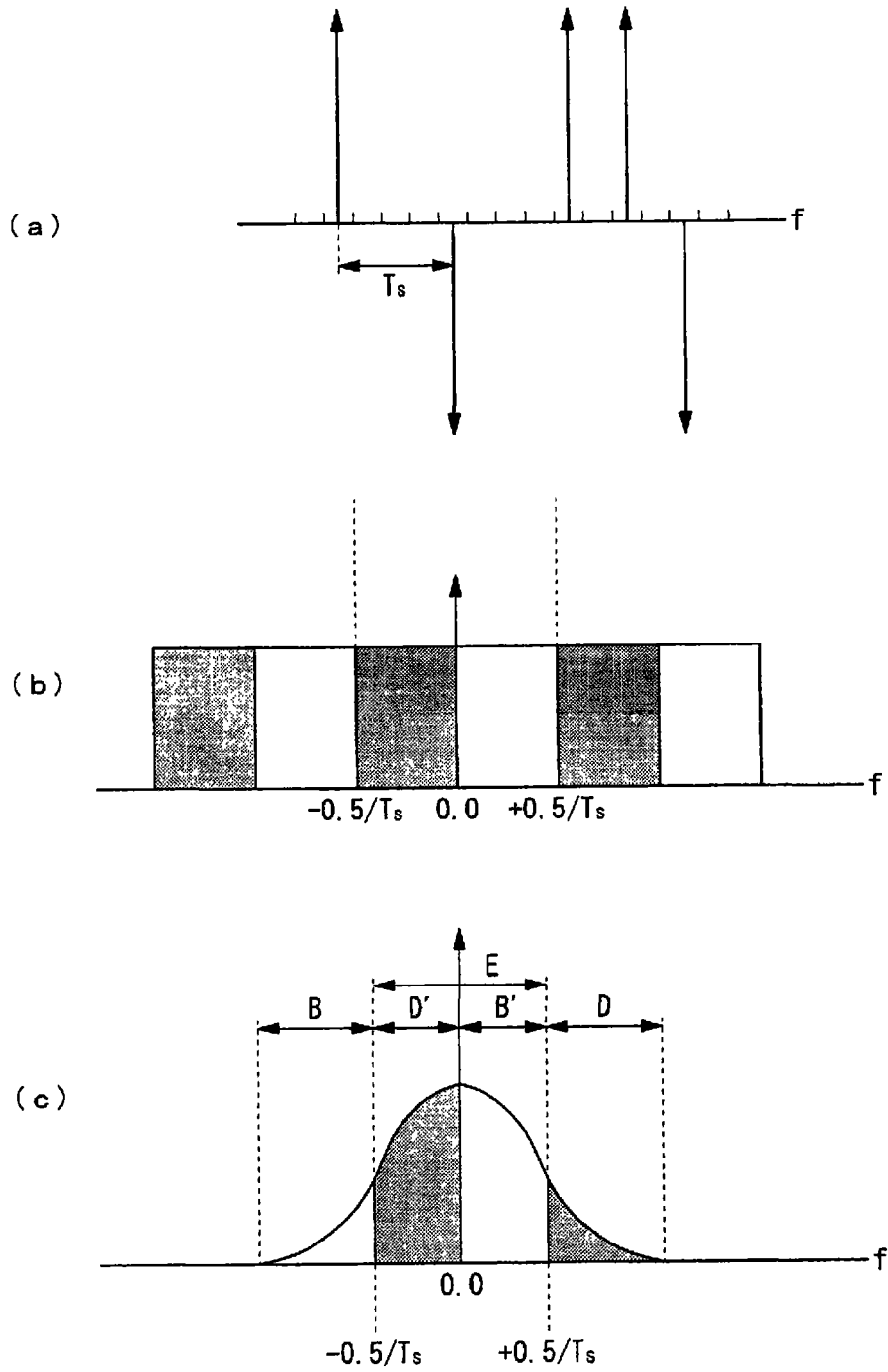


图 4

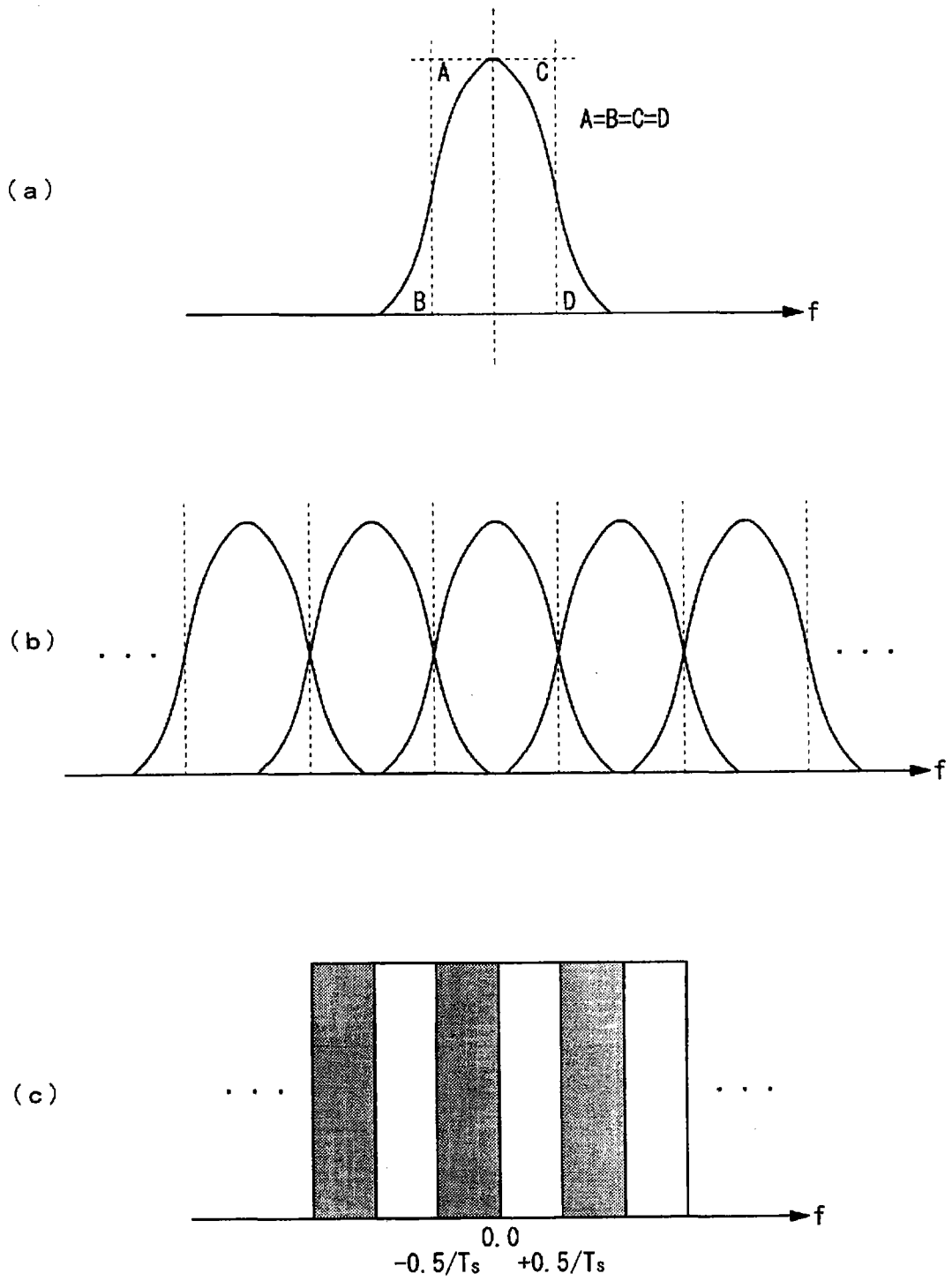


图 5

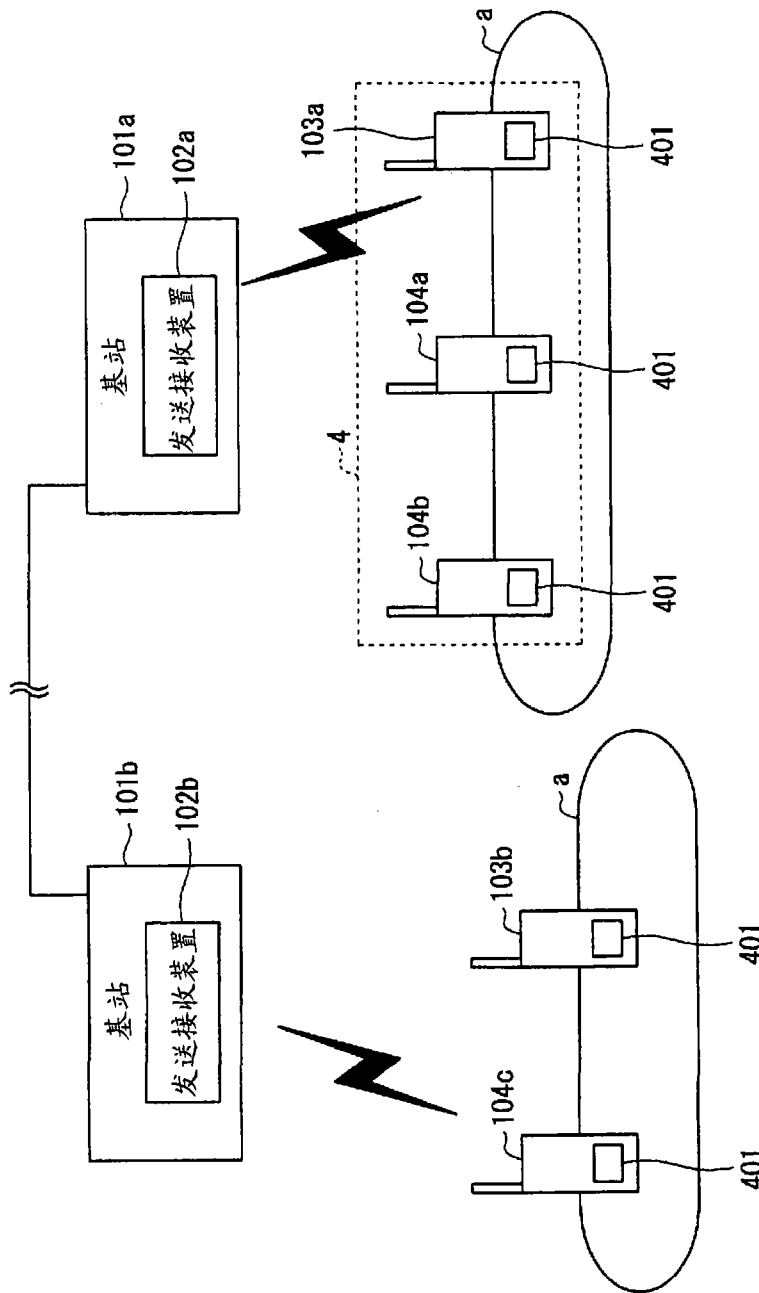


图6

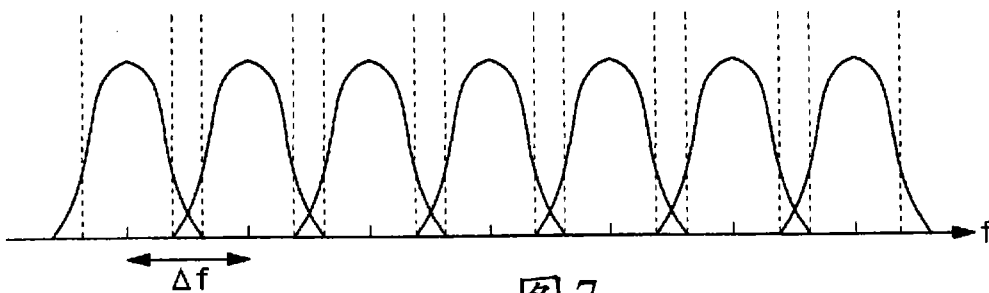


图7

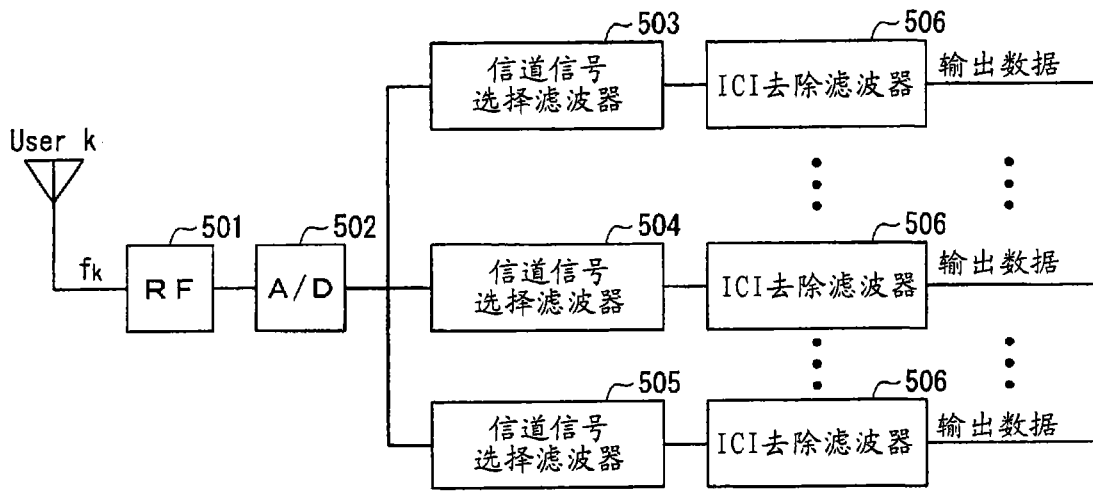


图 8

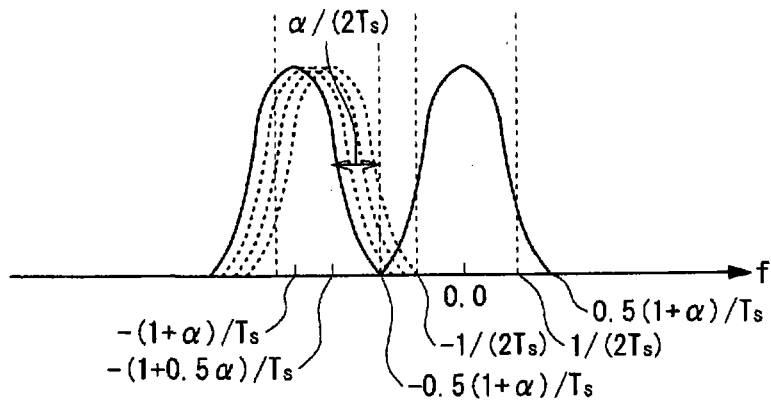


图 9

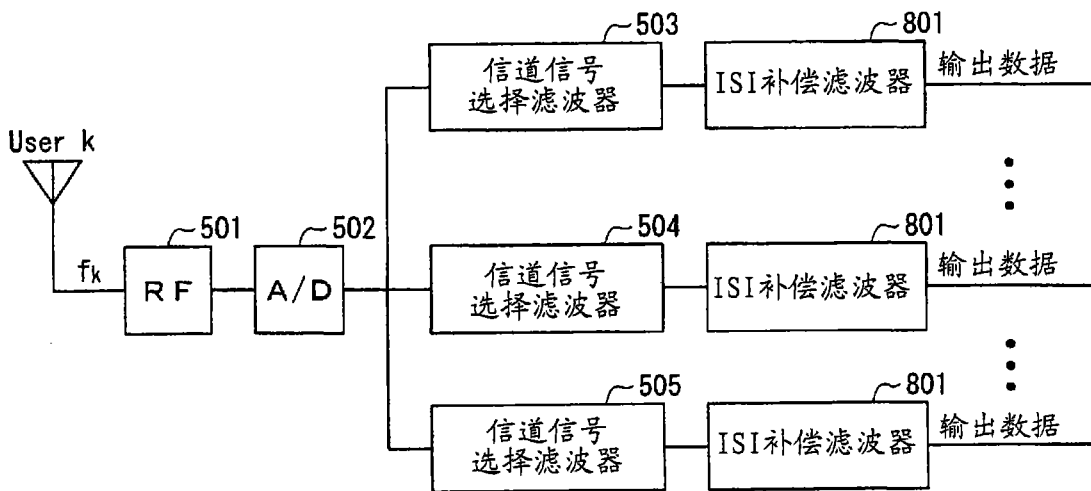


图 10

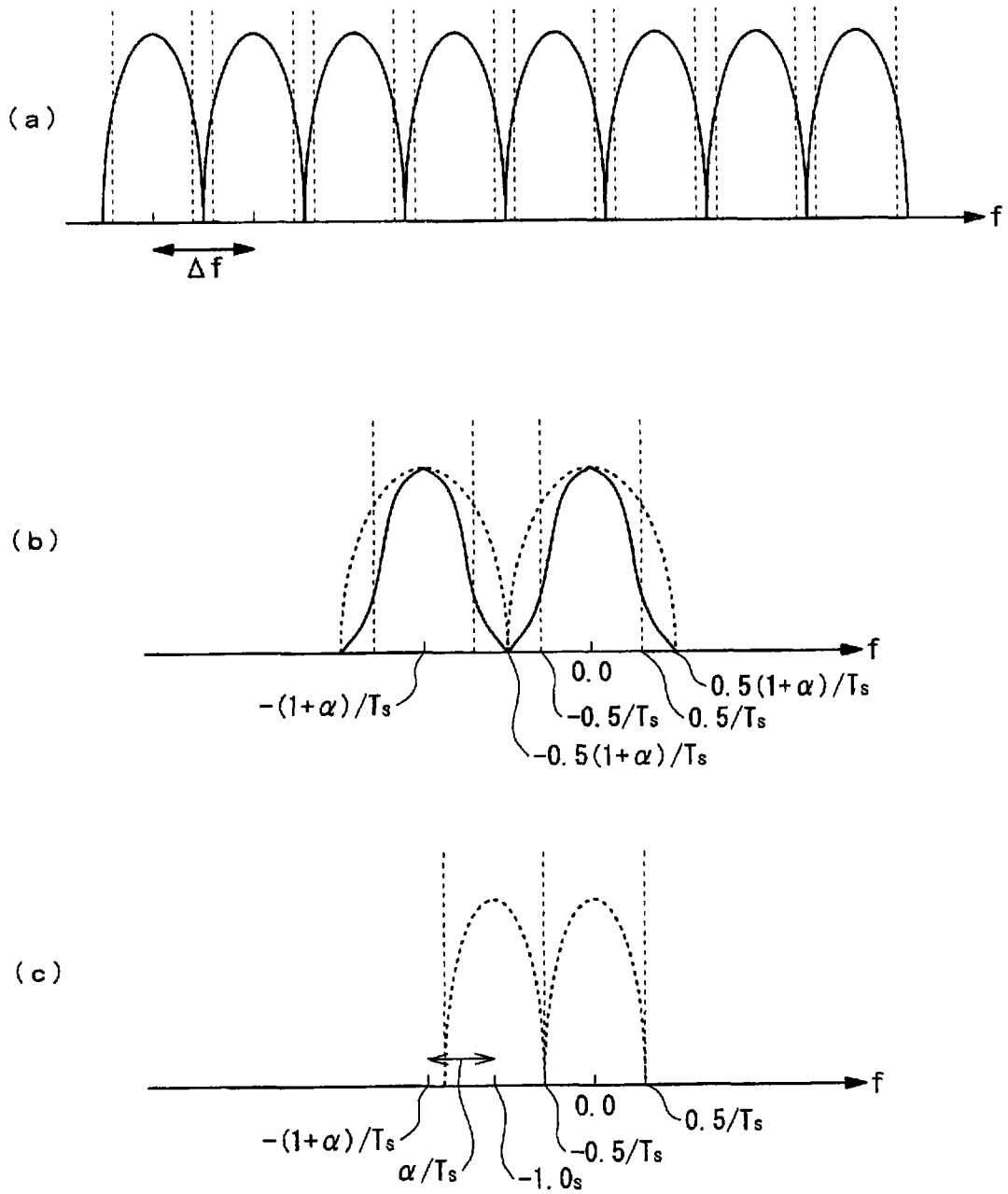


图 11

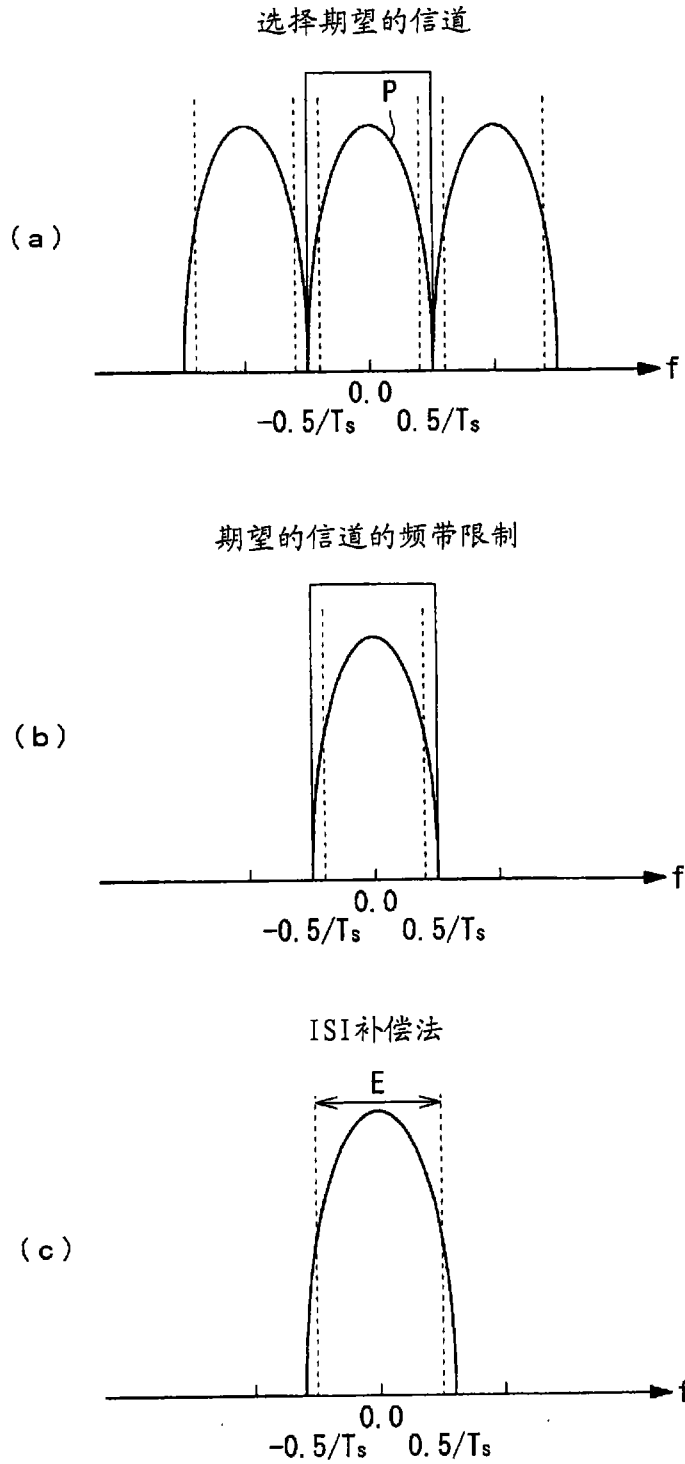


图12

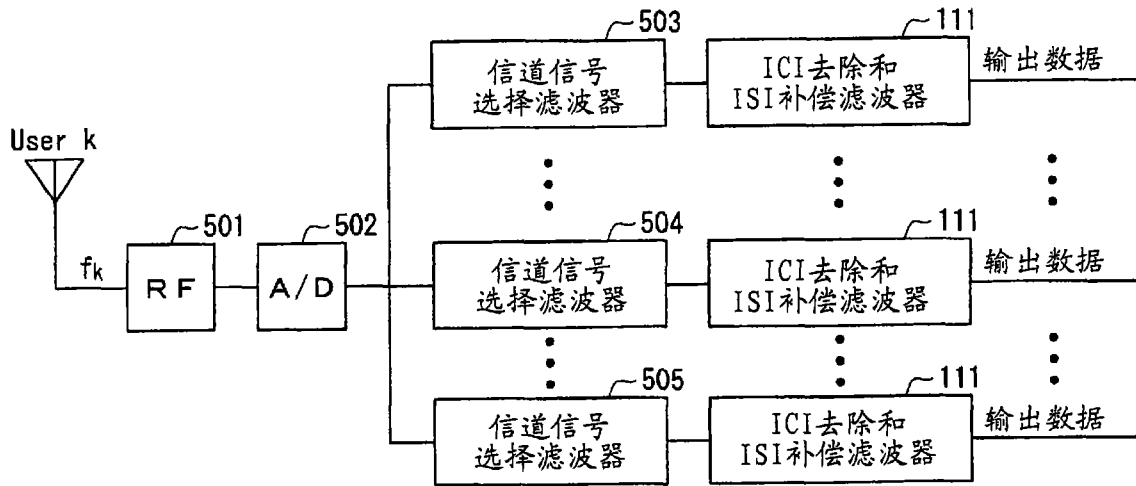


图13

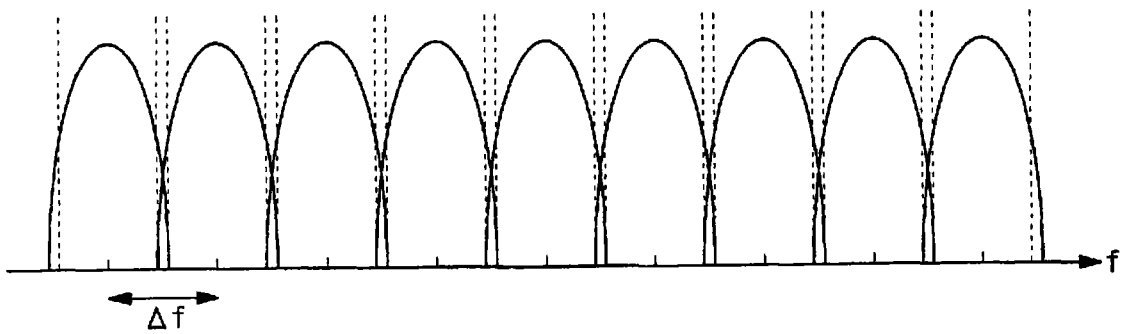


图14

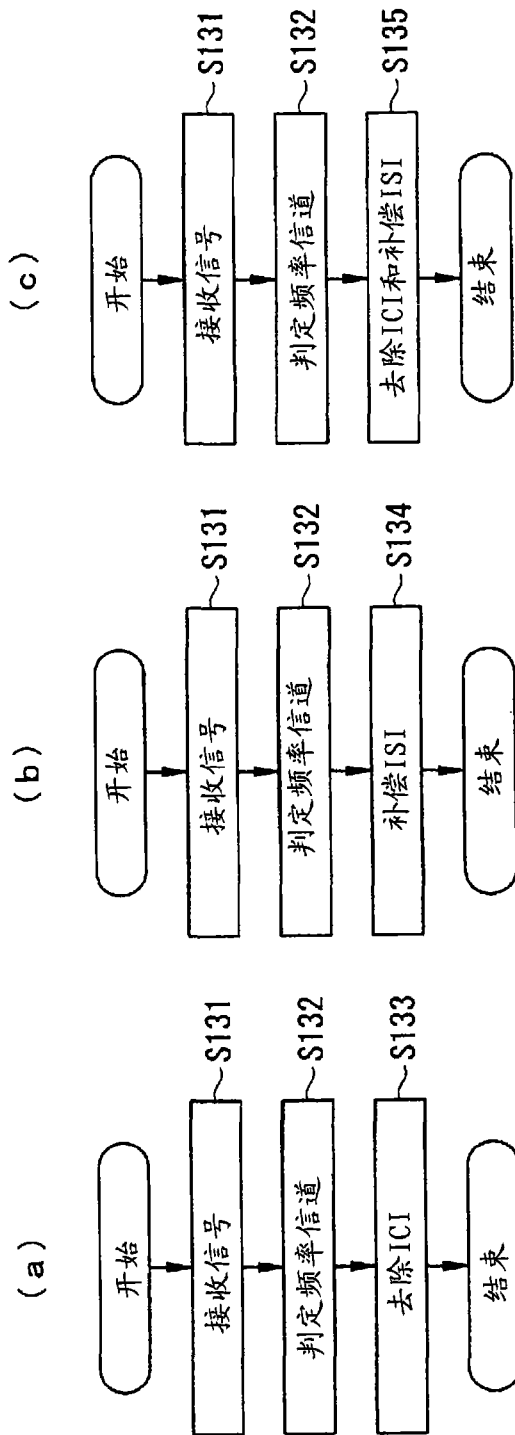


图15

	以往方式1	以往方式2	提案方式1	提案方式2	提案方式3
频率利用效率	小	中	中	大	大
脉冲的时间分散	小	大	小	小	小
载波间干扰 (ICI)	没有	没有	有(在接收 侧去除干扰)	没有	有(在接收 侧去除干扰)
码元间干扰 (ISI)	没有	没有	没有	有(在接收 侧补偿ISI)	有(在接收 侧补偿ISI)

图16

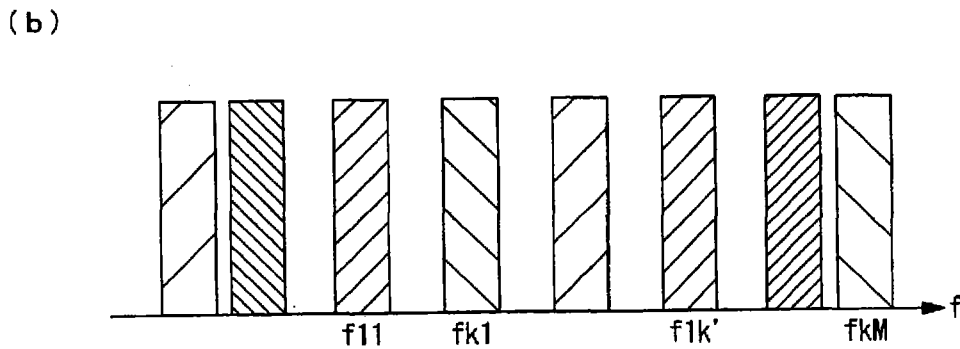
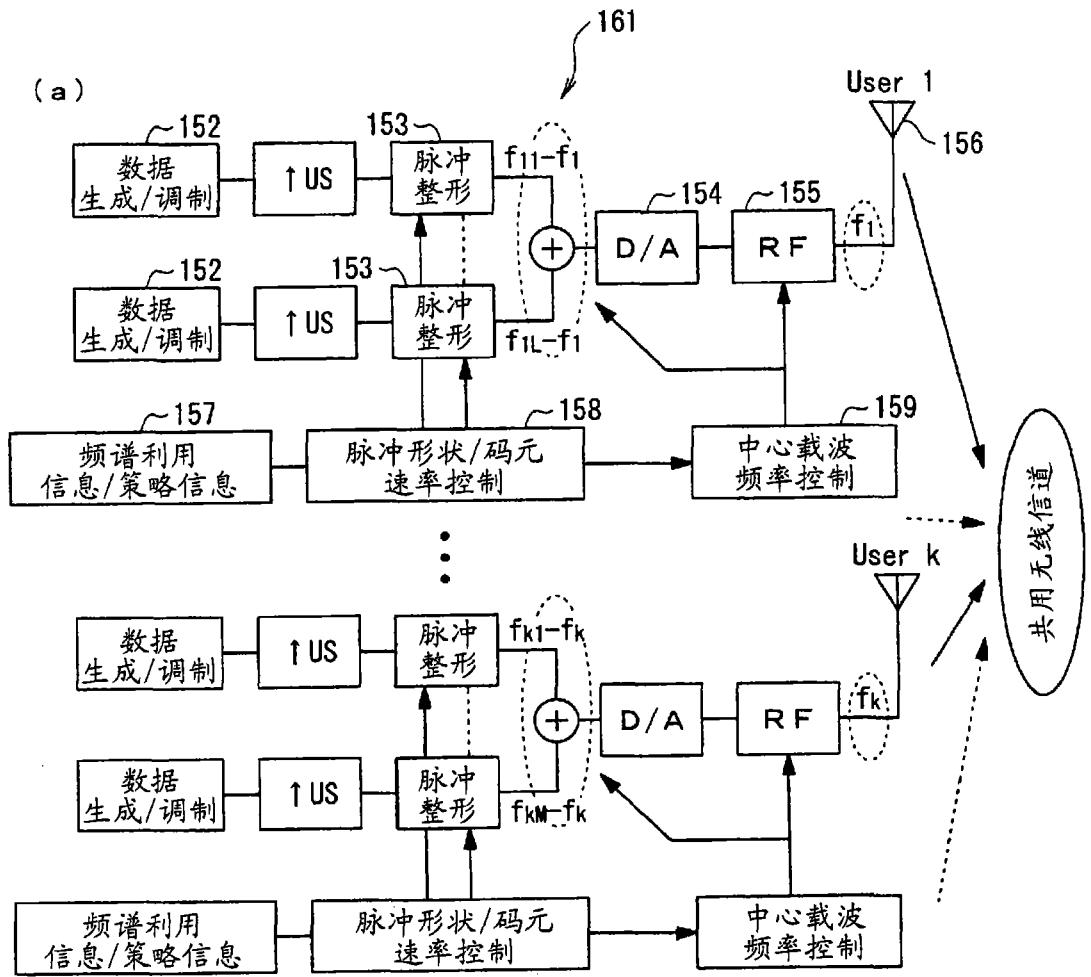


图 18

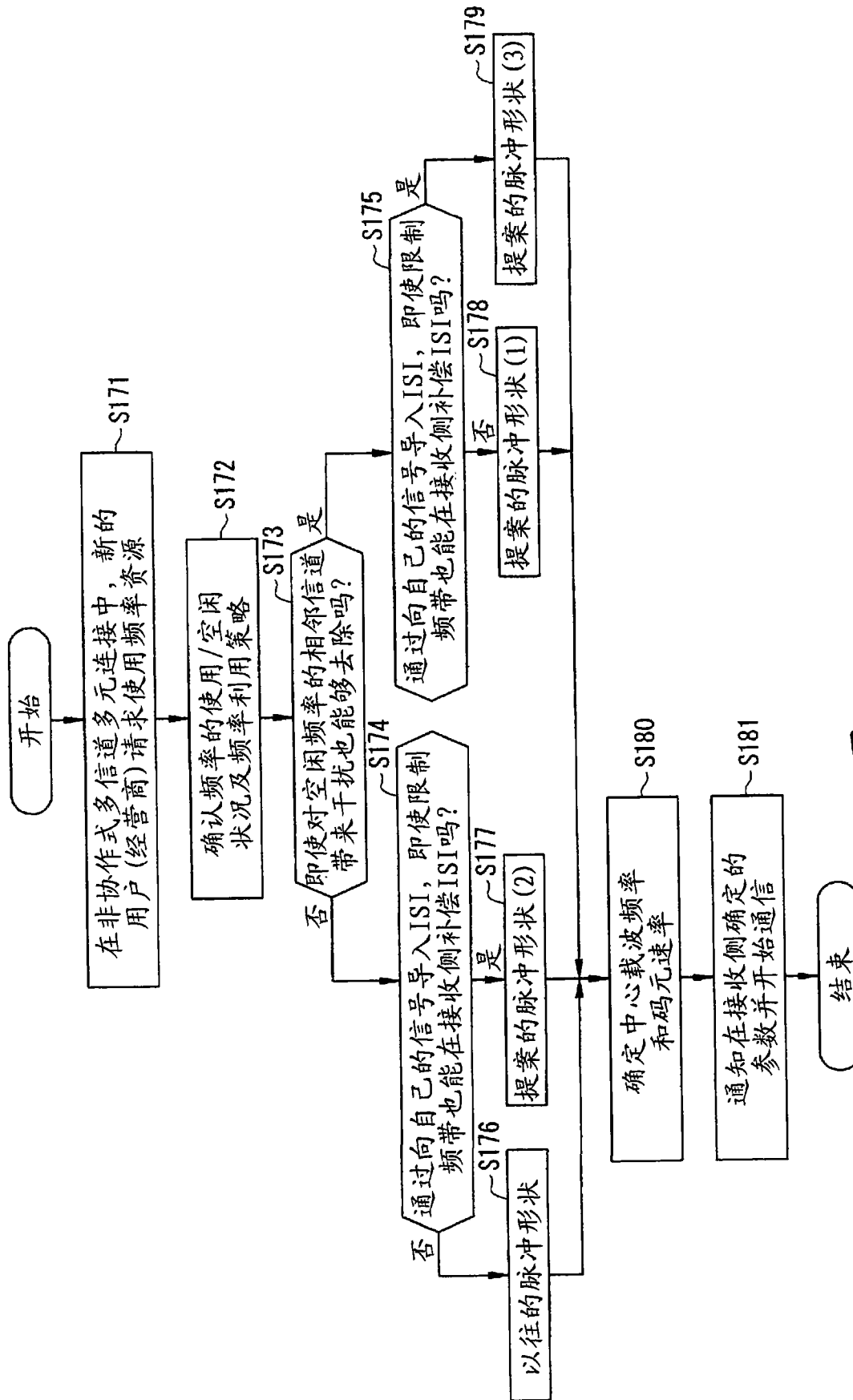


图19

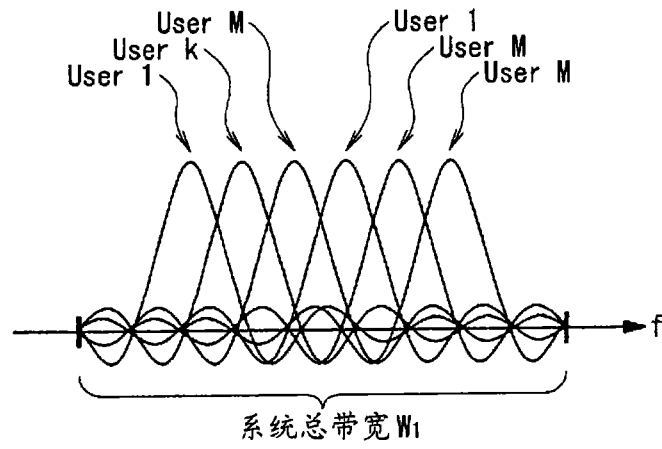


图 20

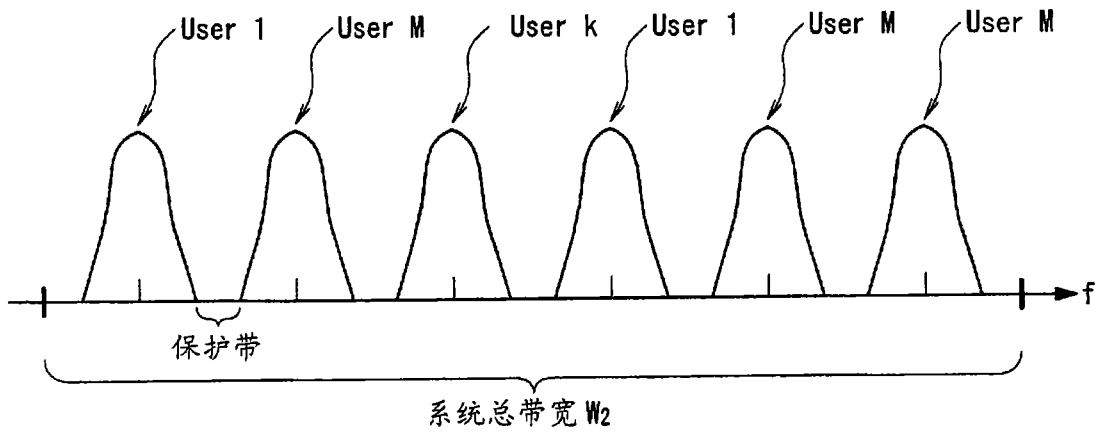


图 21

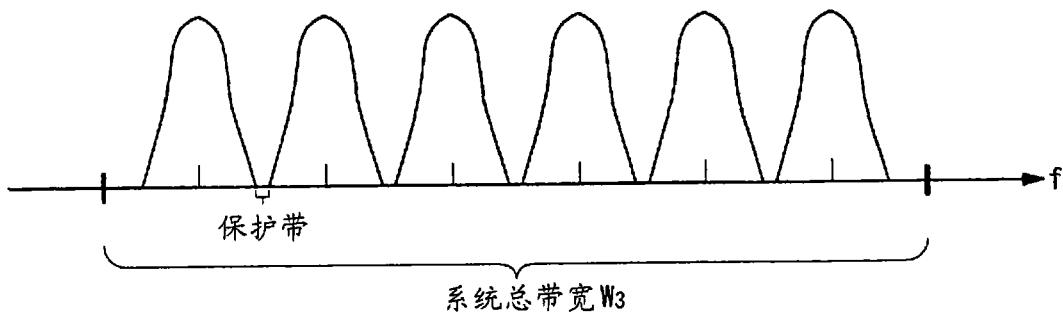


图 22

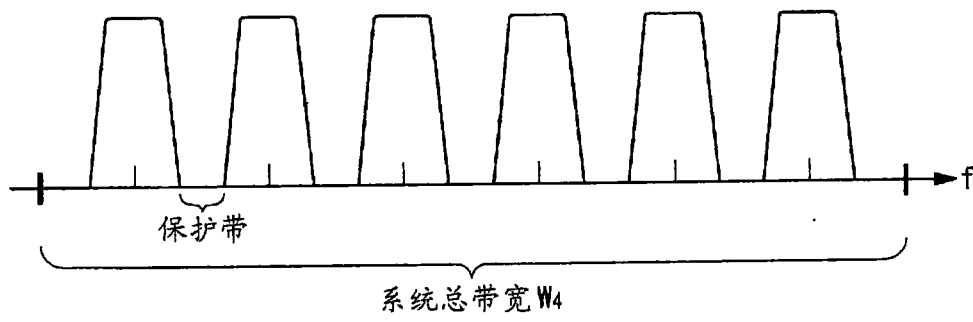


图 23