



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410054676.5

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1285189C

[22] 申请日 2004.7.27

[21] 申请号 200410054676.5

[30] 优先权

[32] 2003.7.28 [33] EP [31] 03360093.3

[71] 专利权人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

[72] 发明人 蒂埃里·莱塔布勒

审查员 张轶群

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 鄧 迅

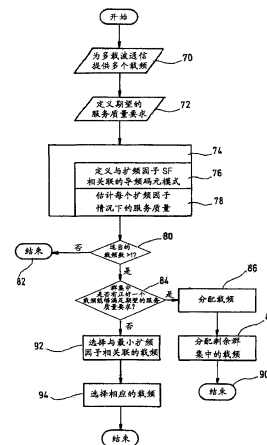
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称

多载波通信方案中向多个载频分配通信信号的方法与设备

[57] 摘要

公开了一种在多载波通信方案中把通信信号分配给多个载频的方法。所述方法包括定义导频模式的步骤(76)，该模式的每个导频码元定义一个载频群集。此外，作为与导频模式相关联的扩频因子的函数，估计(78)哪些载频适于满足所期望的服务质量要求。选择(86, 92)适于满足所期望的服务质量要求的载频。分配(88, 94)与选择的第一载频分开扩频因子的另一个载频。



1. 一种在多载波通信方案中将通信信号分配给多个载频的方法，该方法包括如下步骤：

a) 提供多个载频，其中每个载频建立一个通信信道；

b) 定义用于发射通信信号的各个服务质量要求；

c) 定义多个扩频因子，其中每个扩频因子定义一组彼此分开一个扩频因子距离的关联载频；

d) 为每个扩频因子定义在多个载频上分布的导频码元的模式，其中每个导频码元定义一个载频群集；

e) 为每个扩频因子估计哪些载频适于满足所定义的服务质量要求；以及

f) 为通信信号的多载波通信分配一组载频；

其中，分配步骤包括：从在步骤 e) 中估计为适当的载频中选择第一期望载频的第一子步骤，和在剩余群集中选择另外的期望载频的第二子步骤，所述另外的期望载频与第一期望载频分开扩频因子距离，该扩频因子距离与第一子步骤中做出的选择相关联。

2. 根据权利要求 1 的方法，还包括：通过与多个码片码相乘来扩展所述通信信号的步骤。

3. 根据权利要求 2 的方法，其特征在于，通信信号与特定码片码相乘，该特定码片码用于区分所述通信信号和将在相同载频上发射的其它通信信号。

4. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，如果在步骤 e) 中确定适当的载频可用于一个以上扩频因子，则将与最小扩频因子相关联的载频选择为第一期望载频。

5. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，根据为传输通信信号所接受的最大误比特率来建立服务质量要求。

6. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，根据为传输通信信号所期望的传输速率来建立服务质量要求。

7. 一种用于在多载波通信方案中将通信信号分配给多个载频的设备，所述设备包括：

a) 第一单元，用于提供多个载频，其中每个载频建立一个通信信道；

b) 第二单元，用于定义用于发射通信信号的各个服务质量要求；

c) 第三单元，用于定义多个扩频因子，其中每个扩频因子定义一组彼此分开一个扩频因子距离的关联载频；

d) 第四单元，用于为每个扩频因子定义在多个载频上分布的导频码元的模式，其中每个导频码元定义一个载频群集；

e) 第五单元，用于为每个扩频因子估计哪些载频适于满足服务质量要求；以及

f) 第六单元，用于为通信信号的多载波通信分配一组载频，

其中，分配步骤包括：从在第五单元中估计为适当的载频中选择第一期望载频的第一子步骤，和在剩余群集中选择另外的期望载频的第二子步骤，所述另外的期望载频与第一期望载频分开扩频因子距离，所述扩频因子距离与第一子步骤中做出的选择相关联。

8. 一种用于把通信信号从发射机传送到接收机的通信系统，其特征在于，发射机和接收机中的至少一个包括如权利要求 7 中定义的设备。

多载波通信方案中向多个载频分配通信信号的方法与设备

技术领域

本发明涉及一种在诸如 OFDM（正交频分复用）方案之类的多载波通信方案中用于把通信信号分配给多个载频的方法和设备。

背景技术

在移动和无线通信技术中，多载频通信方案因为其处理码间干扰（ISI）的能力而获得了越来越多的关注。在这样一个系统中，串行数据流的比特（或码元）分布在与不同载频关联的多个子信道上，从而降低了在每一子信道中的比特率。由于在每个子信道中降低了比特率，所以与在相同或相似延迟时间限制下操作的单载波通信方案相比，这种通信方案对码间干扰较不敏感。

通常，有多种涉及多载波通信方案、并且特别是涉及 OFDM 方案的出版物。例如，在 2000 年 9 月于美国新泽西召开的第 6 届 IEEE 扩频技术和应用国际研讨会上由 Fettweis、Nahler 和 Kühne 所著的“A Time Domain View to Multi-Carrier Spread Spectrum”中，可以找到多载波系统的一般概述。

此外，利用所谓的导频码元辅助信道估计技术来跟踪通信过程中的信道变化，是已知的。就此而言，可将所谓的导频码元辅助调制（PSAM）用于发射和接收数据流。导频码元是已知的“训练码元”，它在某些子信道（载频）被多路复用到数据流中，以便从训练码元的已知特性中导出正在变化的信道特性。有多个针对使用导频码元的信道估计以及反过来针对设计适当导频码元模式的出版物。例如，参考 Tufvesson 和 Masing 所著的“Pilot Assisted Channel Estimation for OFDM in Mobile Cellular Systems”（1997 年于美国菲尼克斯召开的 IEEE 车载会议的论文集，第 1639 - 1643 页），和 McKeown 等人所

著的“Pilot-Assisted Channel Estimation in MC-CDMA for Future Mobile Cellular Systems”（2002年伦敦通信研讨会论文集）。

发明内容

可是，迄今为止，还没有对多载波扩频方案中如何向多个载频中选择的那些载频分配一个特定通信信号进行过深入的考虑。因此，本发明的目的是提供：一种用于在这种通信环境中把一个通信信号分配给多个载频（子信道）的方法及其相应设备。

根据本发明的一个方面，这个目的可以通过一种包括如下步骤的方法来实现：

- a) 提供多个载频，其中每个载频建立一个通信信道；
- b) 定义用于发射通信信号的各个服务质量要求；
- c) 定义多个扩频因子，其中每个扩频因子定义彼此分开一个扩频因子距离的一组关联载频；
- d) 为每个扩频因子定义在多个载频上分布的导频码元的模式，其中每个导频码元定义一个载频群集；
- e) 为每个扩频因子估计哪些载频适于满足所定义的服务质量要求；以及
- f) 为通信信号的多载波通信分配一组载频，

其中分配步骤包括：从在步骤 e) 中估计为适当的载频中选择第一期望载频的第一子步骤，以及在剩余群集中选择另外的期望载频的第二子步骤，所述另外的期望载频与第一期望载频分开扩频因子距离，所述扩频因子距离与第一子步骤中做出的选择相关联。

根据本发明的另一方面，这个目的还通过在开始时提及的一种设备来实现，所述设备包括：

- a) 第一单元，用于提供多个载频，其中每个载频建立一个通信信道；
- b) 第二单元，用于定义用于发射通信信号的各个服务质量要求；
- c) 第三单元，用于定义多个扩频因子，其中每个扩频因子定义

彼此分开一个扩频因子距离的一组关联载频；

d) 第四单元，用于为每个扩频因子定义通过多个载频分布的导频码元的模式，其中每个导频码元定义一个载频群集；

e) 第五单元，用于为每个扩频因子估计哪些载频适于满足所定义的服务质量要求；以及

f) 第六单元，用于为通信信号的多载波通信分配一组载频，其中分配步骤包括：从在第五单元中估计的载频中选择第一期望载频的第一子步骤，以及在剩余群集中选择另外的期望载频的第二子步骤，所述另外的期望载频与第一期望载频分开扩频因子距离，所述扩频因子距离与第一子步骤中做出的选择相关联。

该新的方法和设备是申请人研究工作的成果，其已经证明在通信服务质量和所选择的载频（子信道）之间有关系。换言之，例如就误比特率和/或传输容量方面，服务质量随着所选择的用于发射一个特定通信信号的特定载频而变化。根据本发明，因此优选的是设计考虑载频最佳分配的通信链路。

实际上，在建立一条特定通信链路的过程中不得不进行多个设计选择。根据本发明，提出了一种方法，其开始于定义一个期望的服务质量要求，特别是期望的误比特率和/或期望的传输容量（比特率）。由此开始，估计多载波通信方案中哪些载频能够为通信提供期望的服务质量。对用于多载波通信的相关载频间的不同扩频因子距离执行估计。扩频因子距离实际上与每个子信道的相干带宽相关联，因此它是第二设计参数。只有那些能够满足期望的服务质量要求的载频才会被选择。

该新的方法导致可用载频的通信信号特定分配。因此，由于分别需要较低误比特率和允许较高误比特率的通信信号（数据流）都分别能够被分配给适当的载频，所以可以更有效地利用整个系统。

在本发明的改进中，分别提供了用于通过与多个码片码相乘来扩展通信信号的步骤和单元。

将通信信号与码片码相乘，是一种实现通信信号在多个载频上的

期望分布的简单而有效的方法。

在另外一个改进中，将通信信号与特定码片码相乘，其中该特定码片码用于区分该通信信号和将在相同载频上发射的其它通信信号。

根据这个改进，该新方法有利地利用了 CDMA 技术，以便增加整体传输容量和质量。

根据还有的另一改进，如果在步骤 e) (分别地，以及第五单元) 中确定适当的载频可用于一个以上的扩频因子，则将与最小扩频因子关联的载频选择为第一期望载频。

该改进是有利的，因为它另外考虑了第二设计参数，诸如辅助服务质量要求。在稍后将详细说明了优选实施例中，优选地将目标误比特率选择为主要服务质量要求，同时也应当使传输容量尽可能地高。本改进完全适于满足这些主要和辅助要求。

在另外的改进中，根据为发射通信信号而接受的最大误比特率来建立服务质量要求。

在另一改进中，根据为发射通信信号所期望的传输速率来建立服务质量要求。

这两个改进针对可以用新方法有利地进行优化的优选服务质量要求。

本发明还提出一种用于把通信信号从发射机传送到接收机的通信系统，其特征在于，发射机和接收机中的至少一个包括一种用于在多载波通信方案中将通信信号分配给多个载频的设备，所述设备包括：

a) 第一单元，用于提供多个载频，其中每个载频建立一个通信信道；

b) 第二单元，用于定义用于发射通信信号的各个服务质量要求；

c) 第三单元，用于定义多个扩频因子，其中每个扩频因子定义一组彼此分开一个扩频因子距离的关联载频；

d) 第四单元，用于为每个扩频因子定义在多个载频上分布的导频

码元的模式，其中每个导频码元定义一个载频群集；

e) 第五单元，用于为每个扩频因子估计哪些载频适于满足服务质量要求；以及

f) 第六单元，用于为通信信号的多载波通信分配一组载频，

其中，分配步骤包括：从在第五单元中估计为适当的载频中选择第一期望载频的第一子步骤，和在剩余群集中选择另外的期望载频的第二子步骤，所述另外的期望载频与第一期望载频分开扩频因子距离，所述扩频因子距离与第一子步骤中做出的选择相关联。

不言而喻，在上面提及的特征和在下面解释的那些特征不仅可以以分别陈述的组合的形式使用，而且还可用其它组合的形式或者以它们自己的组合形式使用，而不会背离本发明的范围。

附图说明

下面将参考附图更详细地描述本发明，附图中：

图 1 示出了根据本发明的新设备的简化框图；

图 2 示出了在 64 个子信道环境中作为扩频因子的函数的不同导频模式；

图 3 示出了作为信噪比的函数的误比特率（作为服务质量要求）与扩频因子间的关系；

图 4 示出了用于分配载频的估计结果的图形说明；

图 5 示出了将在其中使用该新方法的通信系统的简化图；以及

图 6 示出了用于说明该新方法的简化流程图。

具体实施方式

图 1 中，根据本发明的新设备的示意性且结构化的表示整体由参考数字 10 表示。

设备 10 适于接收多个通信信号，在此为了简洁起见，显示了其中两个通信信号，并用参考数字 12 和 14 表示。通信信号 12 和 14 与不同业务类别（用下标 q 、 j 区分）相关联。有利地是，以一个特

定服务质量要求，诸如，最大可接受的误比特率（BER）或最小传输速率，发射每个业务类别，诸如数字语音、视频数据、文本数据等。根据本发明，在多载频通信方案中，在将通信信号 12、14 分配给不同载频的过程中，考虑不同的服务质量要求。

将每一个通信信号 12、14 提供给调制器 16 和 18。不言而喻，设备 10 可以包括更多数目的调制器，但是为了简洁起见，在这里只示出了两个。调制器 16、18 是能够根据实际信道特性调整调制参数的 OPRA（最佳功率和速率适配）调制器。因此，将从估计器 19 中导出的信道状态信息提供给调制器 16、18。在这个特定实施例中，每个通信信号 12、14 的数据流被调制到 M-QAM 星座上，其中，依靠从估计器 19 中导出的信道状态信息，选择星座顺序和发射功率。关于这方面，在这里可以使用任何已知的 PSAM（导频码元辅助调制）方案都。

将来自调制器 16、18 中的每个已调数据流提供给相关联的串并转换器 20、22。串并转换器 20、22 把串行数据流转换为并行数据流，其中，并行线数量在这里分别是 N_j 和 N_q 。数目 N_j 和 N_q 被确定为稍后将详细说明的新方法的一部分。

将每个串并转换的数据流分支提供给多个用于与各个码片码相乘的乘法器级 24。在目前情况中，码片码分支数量分别为 L_j 和 L_q 。根据本发明再一次确定数目 L_j 和 L_q ，如稍后将说明的那样。然而，应当指出，乘积 $N \cdot L$ 等于在这种多载波通信方案内分配的载频（子信道）数量。

把每个串并转换后的码元与多个码片码相乘，得出一个频谱扩展，正如从任何多载波 CDMA 系统中已知的那样。

根据本发明，每一个乘法器级 24 都与映射级 26 连接，其中映射级 26 执行业务类别特定的频率映射，即子载波分配。最后，级 28 执行一个逆快速傅里叶变换（IFFT）和并串转换，正如本领域技术人员从传统的多载波扩频通信系统中已知的那样。

参考数字 30 表示一级，根据本发明，这一级确定数目 N_j 、 N_q 、

L_j 、 L_q 、为在级 26 中实现业务类别特定的频率映射所需要的各个码片码和导频码元信息。

由参考数字 32 表示的另外一个块表示根据每种业务类别期望的服务质量要求提供给级 30 的期望服务质量要求。

在含有 64 个子载波的 IEEE802.11a 或者 HiperLAN/2 系统的基础上，解释所述新方法的优选实施例。对于这样一种 64 个子载波的系统，图 2 示出了包括不同扩频因子距离的不同的可能导频码元模式。参考数字 40 表示一个包括在 64 个信道当中均匀分布的两个导频音（即，在信道 0 和 32 中的导频音 42、44）的示例。

参考数字 46 表示包括四个均匀分布的导频音的导频模式，参考数字 48 表示包括八个均匀分布的导频音的导频模式。每个导频音定义一个载频群集，其中，为了简洁起见，在这里只显示了和导频音 42、44 相关联的两个群集 50、52。

取决于在每个群集内的子载波位置，即相对于其导频音参考值，存在与信道相干带宽有关的某些相关性，它与每个集群的多径延迟扩展成反比。对于指数衰减的功率分布图来说，如在 COST 207 信道模型中那样，相关性为：

$$\rho(\Delta f) = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \cdot \Delta f \cdot \tau_{\text{rms}})^2}}$$

取决于相关性，并且因此，在相对于其相关的导频码元的子载波的位置上，就误比特率和/或传输容量方面，影响通信的服务质量。

图 3 示出了在误比特率 BER 和信噪比 SNR 间关系的示意表示，其中误比特率 BER 和信噪比 SNR 间的关系是与如图 2 所示的不同导频模式相关联的不同扩频因子的函数。对于与使用两个、四个和八个导频码元相应的每个扩频因子 SF=2、SF=4 和 SF=8，示出各自的最佳性能曲线（表示为 MAX）和各自的最差性能曲线（表示为 MIN）。正如所能看到的那样，在扩频因子族曲线间有一些交叉点，其允许从不同方案中选择载频以便实现例如 10^{-3} 的期望误比特率。

图 4 示出了 SNR=15dB 的每一子载波的给定平均 SNR 的估计结果。在这个示例中，期望的目标误比特率为 10^{-4} 。这里，在扩频因子 SF=2、SF=4 和 SF=8 的基础上，示出了一个群集的每个子载波的估计结果。

正如能够看到的那样，在使用扩频因子 SF=2 的方案中，没有能够满足期望目标误比特率的子载波。对于扩频因子 SF=4 来说，有五个子载波能够提供低于目标误比特率 10^{-4} 的误比特率。对于扩频因子 SF=8 来说，所有的载频都能够提供低于目标误码率 10^{-4} 的误比特率。因此，选择 SF=4 的方案（选择五个载频之一）或者 SF=8 的方案（选择任何期望载频），基本上都是可能的。

上面的估计结果只显示了一个群集的适当载频。然而，由于与各个结果相关联的扩频因子，所以通过从剩余群集中选择那些保持相应扩频因子距离的另外载频，可以容易地确定剩余载频。换言之，建议使用剩余群集中的与其相关导频码元有相同距离的那些载频作为群集中的载频，从其中导出估计结果。

根据一个优选实施例，还将观察到第二设计准则，即，在目前情况下的传输容量。对于如图 4 所示的方案来说，因此，优选的是选择与扩频因子 4 相关联的载频。换言之，在如图 4 所示的方案中，优选的将是为 SF=4 分配子载波 1、2、3、4 和 5，并为 SF=8 分配子载波 6 和 7。因此，将在四个群集中发射数据流的 SF=4 的方案中使用子载波 1 到 5，并且在来自八个群集的载频中发射数据码元的 SF=8 的方案中使用载频 6 和 7。

图 5 示出了其中可以有利地使用分配载频的新方法的通信系统 60 的简化图。通信系统 60 例如包括正沿着方向 64 移动的无线移动终端 62。在移动期间，终端 62 与基站 66 通信。正如本领域技术人员已知的那样，这种无线通信包括在基站 66 引起延迟扩展的多径传输 68。另外，由于移动终端 62 的移动，以及由于诸如多径传输 68 中的反射特性之类的其它影响，传输特性发生变化。然而，根据本发明，无线终端 62 包括图 1 中的设备 10，以便按照这样一种方式分

配载频以最佳地满足不同通信信号 12、14 的各个服务质量要求。

图 6 是以流程图形式的该新方法的另一例图。从步骤 70 开始，为多载波通信提供多个载频。根据步骤 72，定义一个期望的服务质量要求，诸如例如目标误比特率。然而，服务质量要求也可以是传输速率，以便实现期望的传输容量。

步骤 74 开始一个循环，并且为每个定义的扩频因子 SF 执行该循环。在根据图 4 的方案中，为每个扩频因子 SF=2、SF=4 和 SF=8 执行该循环。

在步骤 76，定义与扩频因子 SF 相关联的导频码元模式，例如，如其在图 2 中所示出的那样。然而，应当指出，仅仅是为了简洁起见，才选择如图 2 所示的导频模式。还可以设想其它的导频模式。

在步骤 78，作为一个载频群集中的每个载频的函数，估计每个扩频因子方案的服务质量。由来自步骤 76 的导频码元定义确定群集。在为所有的扩频因子 SF 执行步骤 78 之后，获得结果，正如图 4 中所示的那个特定方案。

现在，步骤 80 确定适当载频的数量是否大于 1。换言之，判断在群集中是否有至少一个载频能够满足期望的服务质量要求。如果判断结果为否，则过程在步骤 82 终止，它表示在所做出的假设下不可能满足服务质量要求。

如果在步骤 80 的判断结果为是，则步骤 84 确定在群集中是否正好一个载频能够满足期望的服务质量要求。如果判断结果为是，则步骤 86 将该特定载频分配给要求服务质量要求的通信信号，并且步骤 88 将分配剩余群集中那些与群集 1 中所选择的载频对应的载频，即，那些为所发现的解决方案保持扩频因子长度的载频。然后过程在步骤 90 终止，它对给定方案具有最佳频率分配。

如果在步骤 84 的判断结果为否，即，群集 1 中有一个以上的载频能够满足服务质量要求，则步骤 92 选择与最小扩频因子相关联的那些载频之一。因为一个较小的扩频因子与一个较高的扩频因子长度相关联（参考图 2），所以可以使用一个较高的传输速率，同时仍

然满足期望的目标误比特率。

步骤 94 然后选择相应的载频, 正如参考步骤 88 已经解释过的那样。

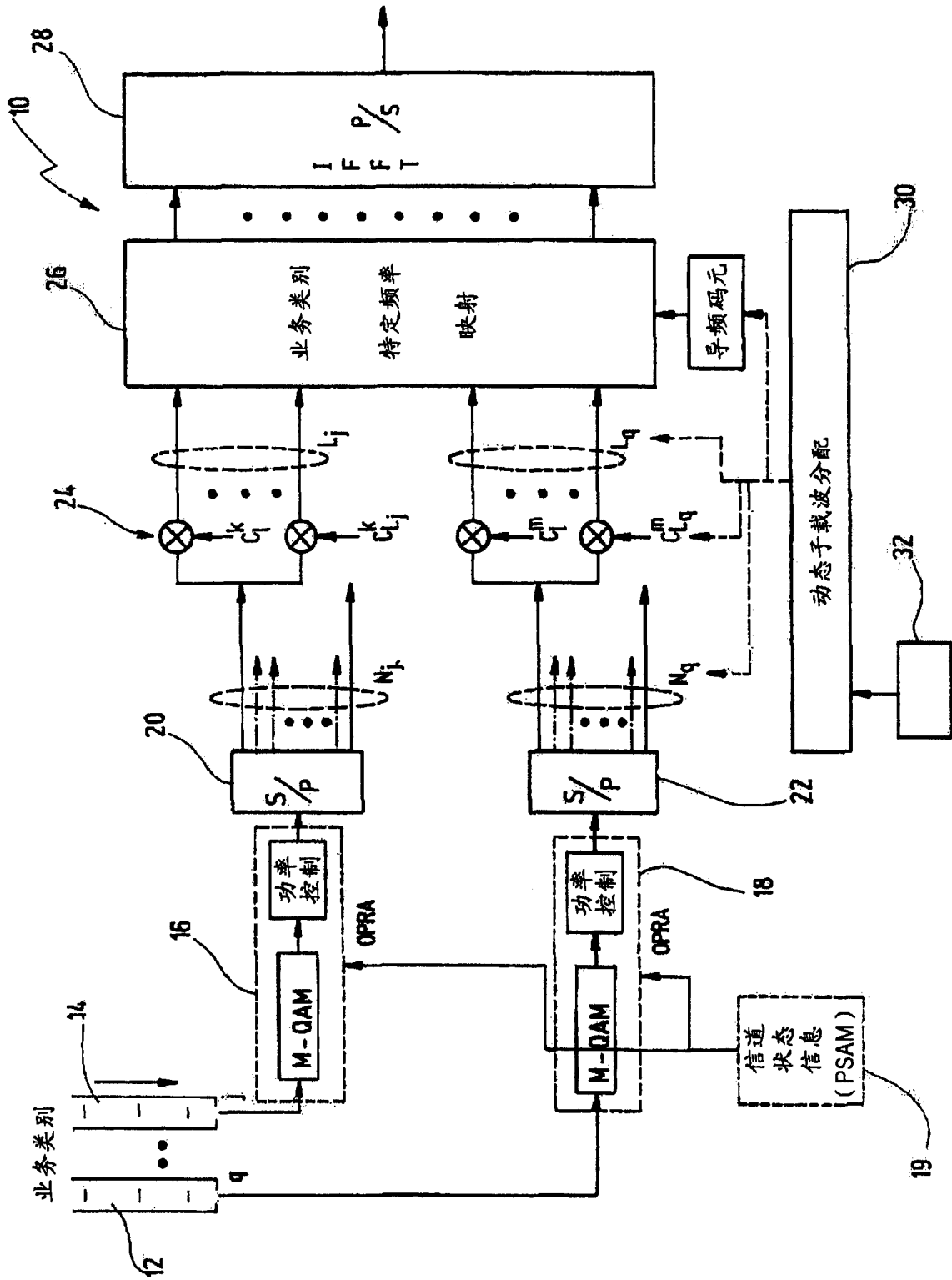


图 1

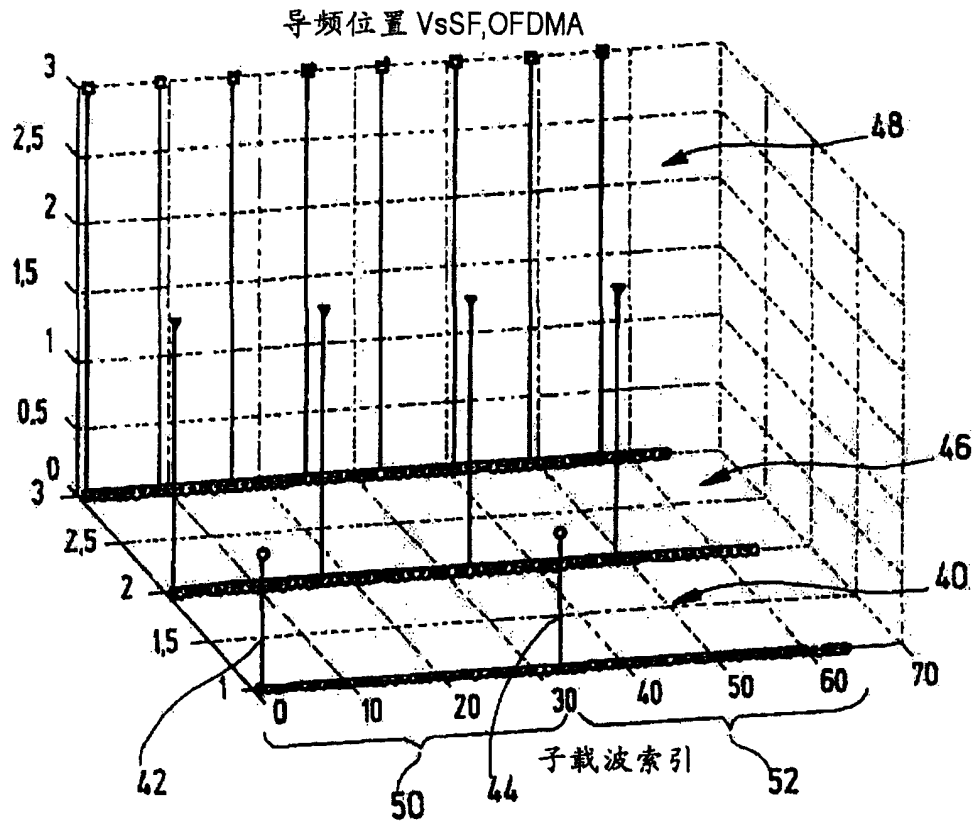


图 2

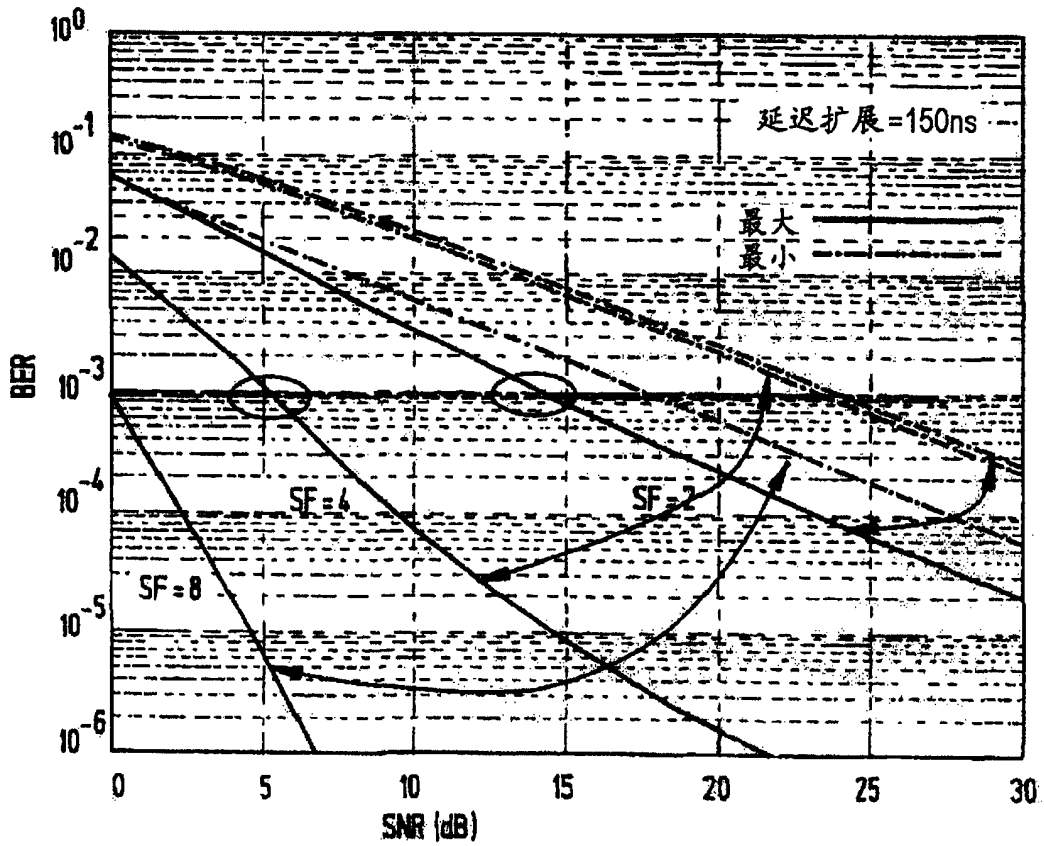


图 3

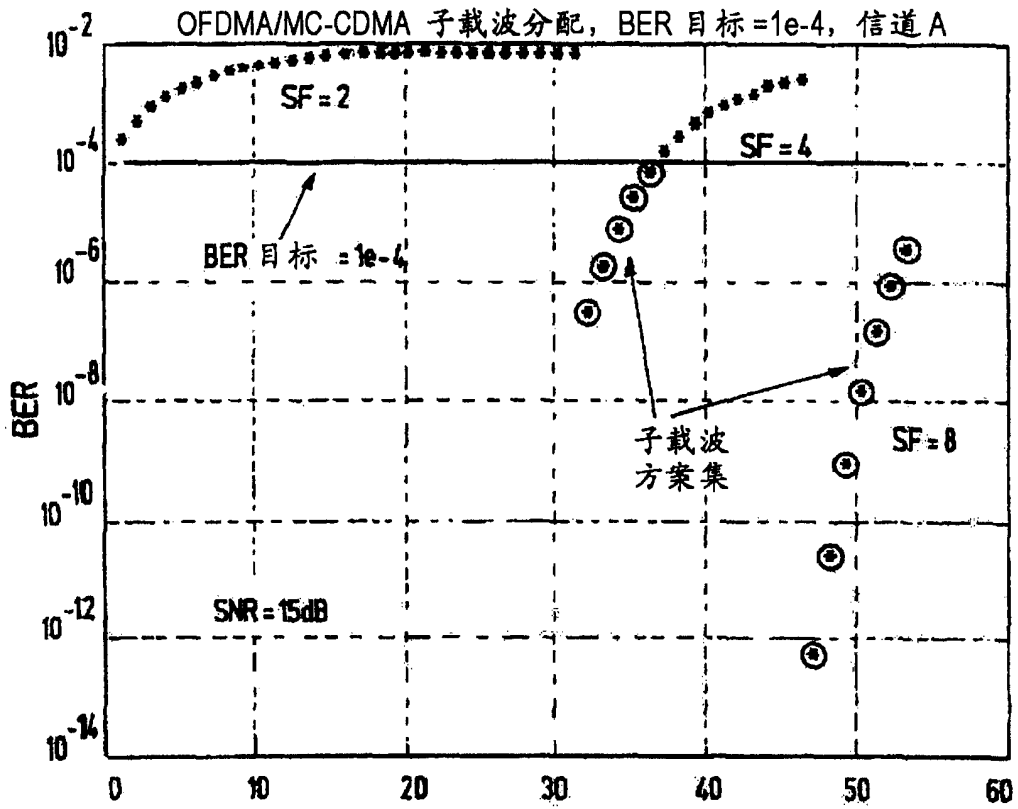


图 4

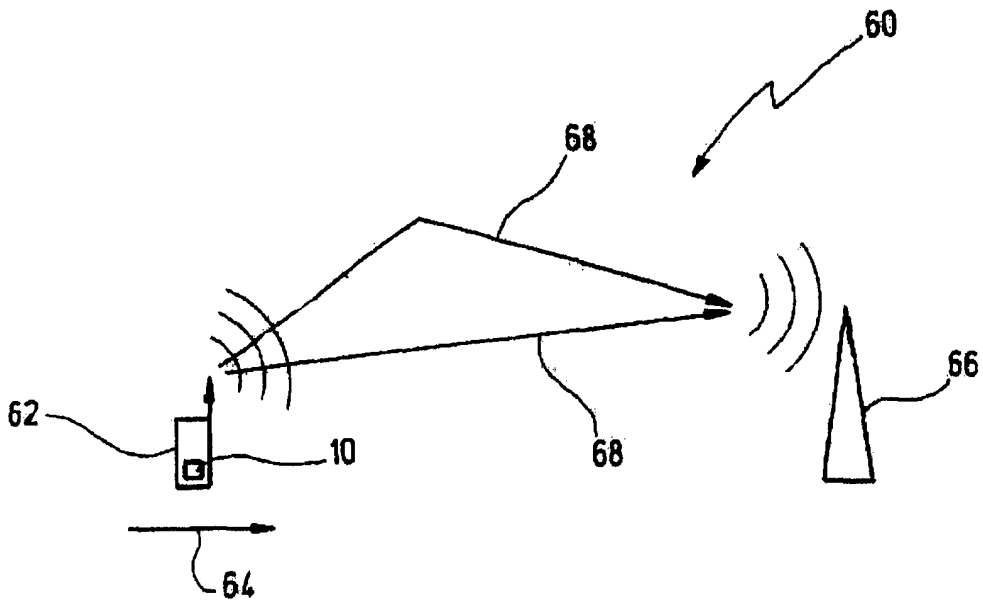


图 5

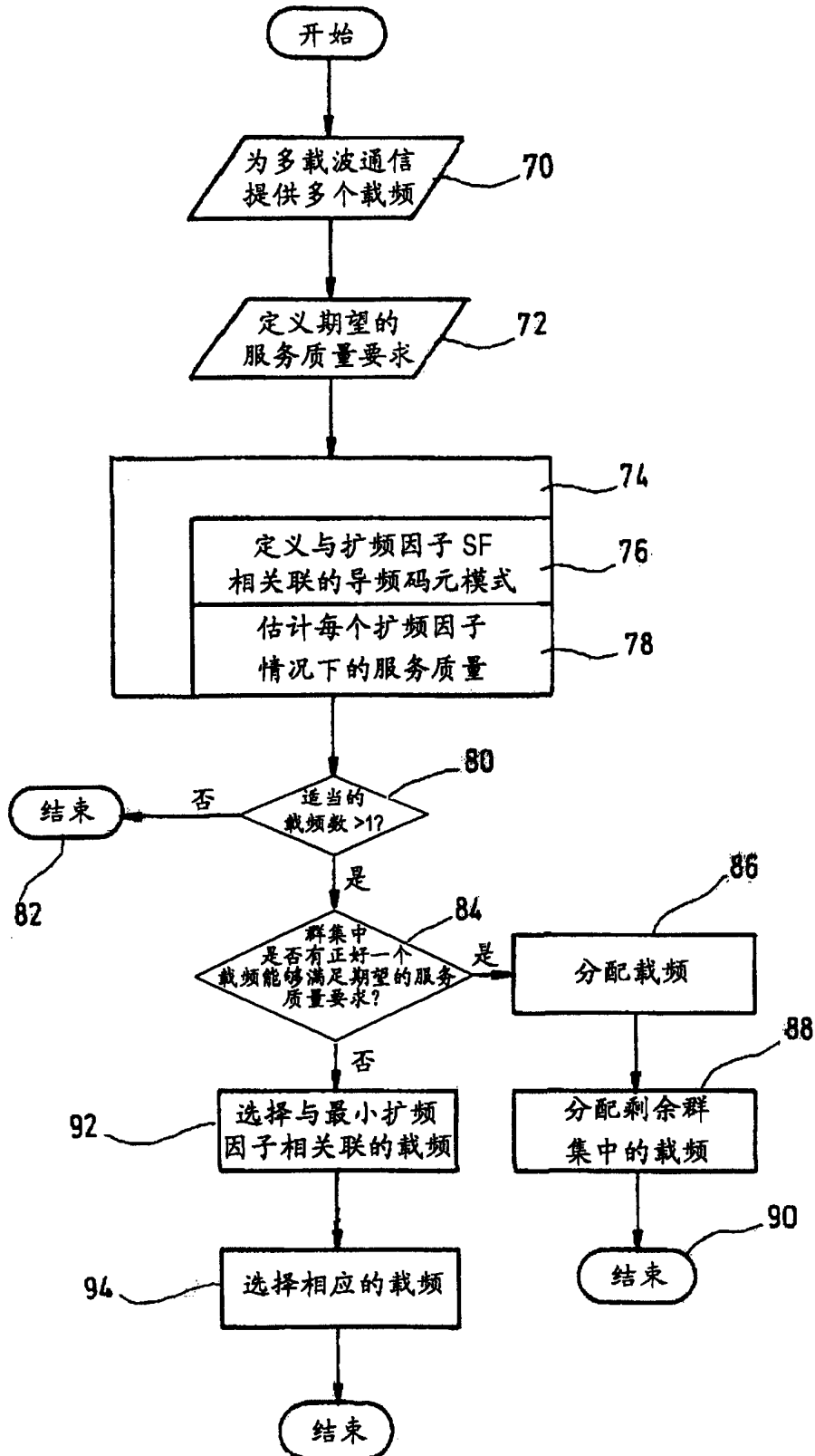


图 6