



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1965554 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 05

(21) 申请号 200580018258. 3

H04B 7/005(2006. 01)

(22) 申请日 2005. 05. 20

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

CN 1346218 A, 2002. 04. 24, 全文.

10/862, 535 2004. 06. 07 US

US 2003/0125040 A1, 2003. 07. 03, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

CN 1317182 A, 2001. 10. 10, 全文.

2006. 12. 04

WO 03/001702 A1, 摘要, 说明书第 1020、1036、1037、1055、1060-1068、1103-1105、1148

(86) PCT申请的申请数据

段, 第 8 页第 16-20 行, 第 1026 段第 3-6 行, 表 1.

PCT/US2005/017773 2005. 05. 20

审查员 秦晓芳

(87) PCT申请的公布数据

W02005/122515 EN 2005. 12. 22

(73) 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 A·萨德里 A·马尔采夫

A·普德耶夫 A·卢伯索夫

A·戴弗

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 刘佳

(51) Int. Cl.

H04L 27/26(2006. 01)

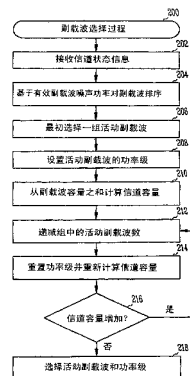
权利要求书 5 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于使用统一位加载和副载波穿孔的链路自适应的多载波通信系统和方法

(57) 摘要

一种用于选择多载波通信信道的传输参数的方法, 包括基于活动副载波数为多载波通信信道的活动副载波设置功率级以得到最高信道容量。



1. 一种多载波通信方法,包括:
 - 基于多载波通信信道的活动副载波数为的一组活动副载波设置功率级;
 - 基于每一活动副载波的功率级和有效副载波噪声功率计算信道容量;
 - 递减所述一组活动副载波中的活动副载波数,并重新执行所述设置和计算以确定提供最高的计算信道容量的最终活动副载波组;以及
 - 基于所计算的信道容量为所述活动副载波选择调制级和编码率中的至少一个,包括:
 - 基于所述活动副载波的有效副载波容量计算平均有效副载波容量;
 - 确定提供至少略大于所述平均有效副载波容量的较高数据率的第一调制级和第一编码率;
 - 确定提供至少略小于所述平均有效副载波容量的较低数据率的第二调制级和第二编码率;
 - 计算具有高于所述较高数据率的容量的活动副载波的第一数目;
 - 计算具有低于所述较低数据率的容量的活动副载波的第二数目;
 - 当所述第一和第二数目之差大于预定的活动副载波百分比时,选择与所述较高数据率相关联的第一调制级和第一编码率;以及
 - 当所述第一和第二数目之差小于或等于预定的活动副载波百分比时,选择与所述较低数据率相关联的第二调制级和第二编码率。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述设置功率级还包括在从所述一组活动副载波中移除了一个或多个副载波之后递增每一活动副载波的功率级。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,还包括基于有效副载波噪声功率为所述副载波排序;以及
 - 其中,递减所述一组活动副载波中的活动副载波数包括在重置剩余的副载波的功率级和重新计算所述信道容量之前从所述一组活动副载波中移除具有下一最大有效副载波噪声功率的副载波之一。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,还包括最初为所述一组活动副载波选择具有低于预定阈值的有效副载波噪声功率的副载波。
5. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,还包括最初选择基本上所有副载波为进入所述一组活动副载波中。
6. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述设置包括将所述一组活动副载波的每一副载波的功率级设为总发射功率除以活动副载波数,所述总发射功率是用于发射当前分组的实际发射功率级。
7. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述设置包括基于发射机功率预算除以活动副载波数来设置所述一组活动副载波的每一副载波的功率级,所述发射机功率预算为发射站的可用发射机功率。
8. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述设置包括基于最大功率谱密度设置所述一组活动副载波的每一副载波的功率级,其中所述最大功率谱密度是由管理当局预定的。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述计算信道容量包括将所述一组活动副载波中的每一副载波各个副载波容量相加,

其中所述各个副载波容量是基于所设置的功率级除以一组活动副载波的相关联副载波的有效副载波噪声功率来计算的。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述选择调制级和编码率中的至少一个还包括:

基于相关联副载波的所选择的功率级和有效副载波噪声功率为每一活动副载波计算副载波信噪比;以及

基于相关联副载波的所计算的副载波信噪比为每一活动副载波计算有效副载波容量。

11. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括确定所述多载波通信信道的信道状态信息,所述信道状态信息至少包括个别副载波或副载波组的有效副载波噪声功率。

12. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括向发射站发送所选的活动副载波组、所选的功率级、所选的调制级和所选的编码率用于发射下一分组。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,还包括从发射站接收下一分组,所述下一分组是根据所选的功率级、所选的调制级和所选的编码率,使用所选的活动副载波组来发射的。

14. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述多载波通信信道包括标准吞吐量信道或高吞吐量通信信道,所述标准吞吐量信道包括一个子信道,而所述高吞吐量信道包括一个或多个子信道以及与每一子信道相关联的一个或多个空间信道的组合。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述高吞吐量通信信道包括以下之一:

具有多达四个频率隔开的子信道的宽带信道;

包括具有多达四个空间子信道的单个子信道的多输入多输出(MIMO)信道;以及

包括两个或多个频率隔开的子信道的宽带 MIMO 信道,其中每一子信道具有两个或多个空间信道。

16. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,当所述多载波通信信道是高吞吐量通信信道时,所述一个或多个空间信道以及所述一个或多个子信道是由发射站的一根或多根发射天线提供的。

17. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,相关联子信道的副载波在其它副载波的中心频率处基本为零,以实现所述相关联子信道的副载波之间的基本正交性。

18. 一种多载波通信站,包括:

射频电路,用于通过多载波通信信道传送射频信号;

副载波选择电路,用于通过递减所述多载波通信信道的一组活动副载波中的活动副载波数并递增剩余的活动副载波的功率级来选择所述一组活动副载波,以获得最高的信道容量;以及

调制级和编码率选择电路,用于:

基于所述活动副载波的有效副载波容量计算平均有效副载波容量;

确定提供至少略大于所述平均有效副载波容量的较高数据率的第一调制级和第一编码率;

确定提供至少略小于所述平均有效副载波容量的较低数据率的第二调制级和第二编码率;

计算具有高于所述较高数据率的容量的活动副载波的第一数目;

计算具有低于所述较低数据率的容量的活动副载波的第二数目；

当所述第一和第二数目之差大于预定的活动副载波百分比时，选择与所述较高数据率相关联的第一调制级和第一编码率；以及

当所述第一和第二数目之差小于或等于预定的活动副载波百分比时，选择与所述较低数据率相关联的第二调制级和第二编码率。

19. 如权利要求 18 所述的通信站，其特征在于，所述副载波选择电路基于所述活动副载波数为活动副载波设置功率级、基于所述功率级和每一活动副载波的有效副载波噪声功率计算信道容量、从所述一组活动副载波中移除活动副载波、递增所述剩余活动副载波的功率级、并重新计算所述信道容量，以确定提供最高的计算信道容量的最终活动副载波组。

20. 如权利要求 18 所述的通信站，其特征在于，所述副载波选择电路基于有效副载波噪声功率对所述副载波排序，并在递增所述剩余副载波的功率级和重新计算所述信道容量之前从所述一组活动副载波中移除具有下一最大有效副载波噪声功率的副载波之一。

21. 如权利要求 20 所述的通信站，其特征在于，所述副载波选择电路最初为所述一组活动副载波选择具有低于预定阈值的有效副载波噪声功率的副载波。

22. 如权利要求 19 所述的通信站，其特征在于，所述副载波选择电路最初选择基本上所有副载波进入所述一组活动副载波中。

23. 如权利要求 19 所述的通信站，其特征在于，所述副载波选择电路将所述一组活动副载波的每一副载波的功率级设为总发射功率除以活动副载波数，所述总发射功率是用于在当前分组的服务字段中向所述通信站发送当前分组的实际发射功率级。

24. 如权利要求 19 所述的通信站，其特征在于，所述副载波选择电路基于发射机功率预算除以活动副载波数来设置所述一组活动副载波的每一副载波的功率级，所述发射机功率预算为发射站的可用发射机功率。

25. 如权利要求 19 所述的通信站，其特征在于，所述副载波选择电路基于最大功率谱密度设置所述一组活动副载波的每一副载波的功率级，其中所述最大功率谱密度是由管理当局确定的。

26. 如权利要求 18 所述的通信站，其特征在于，所述副载波选择电路通过将所述一组活动副载波中的每一副载波各个副载波容量相加来计算所述信道容量，

其中所述副载波选择电路基于所设置的功率级除以所述一组活动副载波的相关联副载波的有效副载波噪声功率来计算所述各个副载波容量。

27. 如权利要求 19 所述的通信站，其特征在于，所述射频电路包括接收机电路，用于确定所述多载波通信信道的信道状态信息，所述信道状态信息至少包括个别副载波或副载波组的有效副载波噪声功率。

28. 如权利要求 18 所述的通信站，其特征在于，所述射频电路包括发射机电路，用于向发射站发送包括所选活动副载波组、所选功率级、所选调制级和所选编码率的指令用于发射下一分组。

29. 如权利要求 28 所述的通信站，其特征在于，所述射频电路包括接收机电路，用于从所述发射站接收下一分组，所述下一分组是根据所选功率级、所选调制级和所选编码率使用所选活动副载波组来发射的。

30. 如权利要求 18 所述的通信站，其特征在于，所述多载波通信信道包括标准吞吐量

信道或高吞吐量通信信道,所述标准吞吐量信道包括一个子信道,而所述高吞吐量信道包括一个或多个子信道以及与每一子信道相关联的一个或多个空间信道的组合。

31. 一种多载波通信系统,包括:

基本全向的天线;

耦合到所述天线的射频电路,用于通过多载波通信信道传送射频信号;以及

副载波选择电路,用于通过递减所述多载波通信信道的一组活动副载波中的活动副载波数并递增剩余活动副载波的功率级来选择所述一组活动副载波,以得到最高信道容量;以及

调制级和编码率选择电路,用于:

基于所述活动副载波的有效副载波容量计算平均有效副载波容量;

确定提供至少略大于所述平均有效副载波容量的较高数据率的第一调制级和第一编码率;

确定提供至少略小于所述平均有效副载波容量的较低数据率的第二调制级和第二编码率;

计算具有高于所述较高数据率的容量的活动副载波的第一数目;

计算具有低于所述较低数据率的容量的活动副载波的第二数目;

当所述第一和第二数目之差大于预定的活动副载波百分比时,选择与所述较高数据率相关联的第一调制级和第一编码率;以及

当所述第一和第二数目之差小于或等于预定的活动副载波百分比时,选择与所述较低数据率相关联的第二调制级和第二编码率。

32. 如权利要求 31 所述的系统,其特征在于,所述副载波选择电路基于活动副载波数为所述活动副载波设置功率级、基于所述功率级和每一活动副载波的有效副载波噪声功率计算信道容量、从所述一组活动副载波中移除活动副载波、递增剩余活动副载波的功率级、并重新计算所述信道容量,以确定提供最高的计算信道容量的最终活动副载波组。

33. 一种多载波通信设备,包括:

用于基于活动副载波数设置多载波通信信道的一组活动副载波的功率级的装置;

用于基于所述功率级和每一活动副载波的有效副载波噪声功率计算信道容量的装置;

用于递减所述一组活动副载波中的活动副载波数并重新执行所述设置和计算,以确定提供最高的所计算的信道容量的最终活动副载波组的装置;以及

用于基于所计算的信道容量为所述活动副载波选择调制级和编码率中的至少一个的装置,包括:

用于基于所述活动副载波的有效副载波容量计算平均有效副载波容量的装置;

用于确定提供至少略大于所述平均有效副载波容量的较高数据率的第一调制级和第一编码率的装置;

用于确定提供至少略小于所述平均有效副载波容量的较低数据率的第二调制级和第二编码率的装置;

用于计算具有高于所述较高数据率的容量的活动副载波的第一数目的装置;

用于计算具有低于所述较低数据率的容量的活动副载波的第二数目的装置;

用于当所述第一和第二数目之差大于预定的活动副载波百分比时,选择与所述较高数据率相关联的第一调制级和第一编码率的装置;以及

用于当所述第一和第二数目之差小于或等于预定的活动副载波百分比时,选择与所述较低数据率相关联的第二调制级和第二编码率的装置。

34. 如权利要求 33 所述的设备,其特征在于,还包括:

用于设置所述功率级还包括在从所述一组活动副载波中移除了一个或多个副载波之后递增每一活动副载波的功率级的装置;以及

用于基于有效副载波噪声功率对所述副载波排序的装置,

其中所述用于递减所述一组活动副载波中的活动副载波数的装置包括用于在重置剩余副载波的功率级和重新计算所述信道容量之前从所述活动副载波中移除具有下一最大有效副载波噪声功率的副载波之一的装置。

35. 一种用于选择多载波通信信道的传输参数的方法,包括:

基于活动副载波数设置多载波通信信道的一组活动副载波的功率级;

基于所述功率级和每一活动副载波的有效副载波噪声功率计算信道容量;

递减所述一组活动副载波中的活动副载波数并重新执行所述设置和计算,以确定提供最高的所计算的信道容量的最终活动副载波组;以及

基于所计算的信道容量为所述活动副载波选择调制级和编码率中的至少一个,包括:

基于所述活动副载波的有效副载波容量计算平均有效副载波容量;

确定提供至少略大于所述平均有效副载波容量的较高数据率的第一调制级和第一编码率;

确定提供至少略小于所述平均有效副载波容量的较低数据率的第二调制级和第二编码率;

计算具有高于所述较高数据率的容量的活动副载波的第一数目;

计算具有低于所述较低数据率的容量的活动副载波的第二数目;

当所述第一和第二数目之差大于预定的活动副载波百分比时,选择与所述较高数据率相关联的第一调制级和第一编码率;以及

当所述第一和第二数目之差小于或等于预定的活动副载波百分比时选择与所述较低数据率相关联的第二调制级和第二编码率,

其中还包括基于有效副载波噪声功率为所述副载波排序,以及

其中,递减所述一组活动副载波中的活动副载波数包括在重置剩余副载波的功率级并重新计算所述信道容量之前从所述一组活动副载波中移除具有下一最大有效副载波噪声功率的副载波之一,以及

其中,所述选择调制级和编码率中的至少一个还包括:

基于所选择的功率级和相关联副载波的有效副载波噪声功率为每一活动副载波计算副载波信噪比;以及

基于所计算的每一相关联副载波的副载波信噪比为每一活动副载波计算有效副载波容量。

用于使用统一位加载和副载波穿孔的链路自适应的多载波通信系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据《美国法典》35 编第 119(e) 条要求 2004 年 1 月 12 日提交的美国临时专利申请第 60/536,071 号的优先权,该申请通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本发明的实施例涉及电子通信。某些实施例涉及使用多载波通信信号的无线网络。

[0004] 背景

[0005] 通信站理想地使其通信适应改变中的信道条件以获得对信道容量的更好利用。某些常规的通信站的一个问题是一般需要接收站和发射站之间大量的反馈来优化信道吞吐量。这种反馈消耗了信道带宽,并要求通信站进行大量处理。由此,对于用于适应信道条件的、有助于最大化对信道容量的使用同时有助于最小化反馈的通信站和方法有着普遍的需求。

[0006] 附图简述

[0007] 所附权利要求书针对本发明的各实施例中的某一些。然而,详细描述在结合附图考虑的情况下提出了对本发明各实施例的更全面理解,在所有附图中,相同的附图标记指代相似的项目,并且:

[0008] 图 1 是根据本发明的某些实施例的多载波通信站的框图;

[0009] 图 2 是根据本发明的某些实施例的副载波选择过程的流程图;

[0010] 图 3 是根据本发明的某些实施例的调制级和编码率选择过程的流程图;以及

[0011] 图 4 是根据本发明的某些实施例的数据率表。

[0012] 详细描述

[0013] 以下描述和附图充分地说明了本发明的具体实施例,以使本领域的技术人员能够实现它们。其它实施例可结合结构的、逻辑的、电的、处理上的以及其它改变。示例仅代表了可能的变化。除非明确要求,否则各组件和功能是可选的,且操作的顺序可以变化。某些实施例的部分和特征可被包括在其它实施例中或用其它实施例的来替换。本发明的各实施例在此处仅为方便起见个别地或统一称之为术语“发明”,而如果实际上公开的在一个以上的话,则并不旨在自愿地将本申请的范围局限于任何单个发明或发明构思。

[0014] 图 1 是根据本发明的某些实施例的多载波通信站的框图。多载波通信站 100 可以是无线通信设备,并且可使用一根或多根天线 106,用发射机电路 102 和 / 或接收机电路 104 来发射和 / 或接收无线通信信号。在某些实施例中,多载波通信站 100 可传送诸如正交频分多路复用 (OFDM) 通信信号等多载波信号,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0015] 根据某些实施例,多载波通信站 100 可包括副载波选择电路 110,用于基于由信道状态信息 (CSI) 处理电路 108 提供的信道信息来选择多载波通信信道中的活动副载波。在某些实施例中,多载波通信站 100 还可包括调制级和编码率 (M+C) 选择电路 112,用于选择

用于使用活动副载波的通信的调制级和编码率中的至少一个。在某些实施例中,调制级和编码率选择电路 112 可基于信道信息和由副载波选择电路 110 为活动副载波选择的功率级来选择调制级 - 编码率组合。

[0016] 在某些实施例中,副载波选择电路 110 可选择少于多载波信道的所有数据副载波的副载波作为活动副载波。在某些实施例中,这可被称为副载波穿孔,因为未被选中的副载波不用于传输。

[0017] 在某些实施例中,可基于当前信道条件选择有效副载波的个数以及用于多载波信道的有效副载波的功率级、调制级和 / 或编码率以有助于最大化信道容量,然而本发明的范围在这方面不受限制。这在下文中更详细描述。

[0018] 在某些实施例中,信道状态信息处理电路 108 可从自发射站接收的通信中确定信道状态信息。在某些实施例中,作为接收站的通信站 100 可从对请求发送 (RTS) 分组执行的信道估算和噪声功率估算中确定信道状态信息。在这些实施例中,接收站可在清除发送 (CTS) 分组中向发射站发送传输指令。发射站可作为响应,根据传输指令向接收站发送数据分组的至少一部分。在这些实施例中,传输指令可标识活动副载波,并且可指示所选的功率级以及所选的调制级和 / 或所选的编码率。

[0019] 在某些实施例中,信道状态信息可包括信道传递函数或其估算、一个或多个射频 (RF) 信号特性、和 / 或一个或多个信道质量参数中的一个或多个。在某些实施例中,信道状态信息可包括频域或时域中的信道传递函数估算。在某些实施例中,信道状态信息可包括一个或多个 RF 信道性能指示符,诸如信噪比 (SNR)、信号干噪比 (SINR)、接收信号强度指示 (RSSI) 等。在某些实施例中,信道状态信息还可包括与从接收信号中解码的信息相关联的一个或多个信道质量参数。

[0020] 在某些实施例中,多载波通信站 100 可被称为接收站,而在某些实施例中,通信站 100 可被称为发射站。术语发射站指的是要发射有效载荷数据的站,而术语接收站指的是要接收有效载荷数据的站。一般而言,发射和接收站都可发射和接收分组。

[0021] 在某些实施例中,多载波通信站 100 可通过宽带通信信道接收和发射分组。宽带信道可包括一个或多个子信道。子信道可以是频分多路复用的 (即,在频率上与其它子信道隔开),并且可以在预定的频谱内。子信道可包括多个正交副载波。在某些实施例中,子信道的正交副载波可以是间距小的 OFDM 副载波,然而本发明的范围在这方面不受限制。为实现间距小的副载波之间的正交性,在某些实施例中,特定子信道的副载波可以在该子信道的其它副载波的中心频率处基本为零。

[0022] 在某些实施例中,多载波通信站 100 可通过多载波通信信道与一个或多个其它通信站通信。在某些实施例中,多载波通信信道可包括标准吞吐量信道或高吞吐量通信信道。在这些实施例中,标准吞吐量信道可包括一个子信道,而高吞吐量信道可包括一个或多个子信道和与每一子信道相关联的一个或多个空间信道的组合。空间信道可以是与其中可通过波束成形和 / 或分集来实现正交性的特定子信道相关联的非正交信道 (即,频率上不隔开)。

[0023] 在某些实施例中,宽带信道可包括具有大约 20MHz 带宽的多达四个或更多的子信道,且每一子信道可具有其间相隔约为 312.5kHz 的多达 48 个或更多的正交数据副载波,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0024] 在某些实施例中,用于多载波通信信道的频谱可包括 5GHz 频谱或 2.4GHz 频谱。在这些实施例中,5GHz 频谱可包括范围从约 4.9 到 5.9GHz 的频率,而 2.4GHz 频谱可包括范围从约 2.3 到 2.5GHz 的频率,然而本发明的范围在这方面不受限制,因为其它频谱也是同等适用的。

[0025] 在某些实施例中,多载波通信站 100 可以是个人数字助理 (PDA)、具有无线通信能力的膝上型或便携式计算机、web 图形输入板、无线电话、无线耳机、寻呼机、即时消息通信设备、数码相机、接入点或可无线地接收和 / 或发射信息的其它设备的一部分。在某些实施例中,多载波通信站 100 可根据特定的通信标准,诸如用于无线局域网 (WLAN) 的电子和电气工程师协会 (IEEE) 标准 (包括 802.11(a)、802.11(b)、802.11(g/h) 和 / 或 802.11(n) 标准) 和 / 或用于无线城域网 (WMAN) 的 802.16 标准来发射和 / 或接收 RF 通信,然而设备 100 还可适用于根据其它技术,包括陆地数字视频广播 (DVB-T) 广播标准和高性能无线局域网 (HiperLAN) 标准来发射和 / 或接收通信。

[0026] 尽管本发明的某些实施例是在 802.11x 实现 (例如,802.11a、802.11g、802.11HT 等) 的环境中讨论的,但本发明的范围在这方面不受限制。本发明的某些实施例可被实现为诸如可在 (不限于) 无线个人区域网 (WPAN)、无线局域网 (WLAN)、无线城域网 (WMAN)、无线广域网 (WWAN)、蜂窝网络、第三代 (3G) 网络、第四代 (4G) 网络、通用移动电话系统 (UMTS) 等通信系统中使用的使用多载波无线通信信道 (例如,正交频分多路复用 (OFDM)、离散多音调制 (DMT) 等) 的任何无线系统的一部分。

[0027] 天线 106 可包括定向或全向天线的一种或多种,包括例如偶极天线、单极天线、环形天线、微带天线或适用于接收和 / 或发射 RF 信号的其它类型的天线。

[0028] 尽管多载波通信站 100 被示为具有若干独立的功能元件,但这些功能元件的一个或多个可以组合,并且可以由诸如包括数字信号处理器 (DSP) 的处理元件等软件配置的元件、和 / 或其它硬件元件的组合来实现。例如,某些元件可包括一个或多个微处理器、DSP、专用集成电路 (ASIC)、以及用于至少执行此处所描述的功能的各种硬件和逻辑电路的组合。

[0029] 图 2 是根据本发明的某些实施例的副载波选择过程的流程图。副载波选择过程 200 可用于选择多载波通信信道的活动副载波用于后续的通信。在某些实施例中,副载波选择过程 200 也可为活动副载波确定功率级。在某些实施例中,活动副载波可被视为被打开,而不活动的副载波可被视为被关闭或穿孔。在某些实施例中,副载波选择过程 200 可由副载波选择电路 110 (图 1) 来执行,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0030] 操作 202 包括接收多载波通信信道的信道状态信息。信道状态信息可从信道状态信息处理电路 108 (图 1) 接收,并且可至少包括多载波通信信道的每一副载波的有效副载波噪声功率。在某些实施例中,信道状态信息处理电路 108 (图 1) 可从对接收分组执行的信道估算和噪声功率估算中确定信道状态信息。在某些实施例中,有效副载波噪声功率可以是副载波上的加性噪声功率量除以该副载波的信道传递函数量值的平方。加性噪声功率可能由接收机电路的内部噪声以及外部干扰引起。在某些实施例中,信道状态信息处理电路 108 (图 1) 可在分组的接收期间直接估算有效副载波噪声功率,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0031] 操作 204 包括基于其有效噪声功率对多载波通信信道的副载波进行排序。

[0032] 操作 206 包括最初选择一组活动副载波。在某些实施例中,最初可选择多载波通信信道的所有副载波。在其它实施例中,可选择具有低于预定阈值的有效副载波噪声功率的副载波进入活动组中。

[0033] 操作 208 包括为活动副载波设置功率级。在某些实施例中,操作 208 可包括将活动组的每一副载波的功率级设为总发射功率除以活动副载波数。总发射功率 (P_{total}) 可以是由发射站用于向接收站发送当前分组的实际发射功率级。在某些实施例中,总发射功率可在当前分组的服务字段中提供给接收站,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0034] 在某些实施例中,操作 208 可包括基于发射机功率预算 (P_{max}) 除以活动副载波数来设置活动组的每一副载波的功率级。发射机功率预算可以是可由发射站使用的可用最大发射机功率。在某些实施例中,发射机功率预算 (P_{max}) 可在当前分组的服务字段中提供给接收站,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0035] 在某些实施例中,操作 208 可包括基于新请求的总发射功率 ($P_{\text{total}}^{\text{req}}$) 除以活动副载波数来设置活动组的每一副载波的功率级。新请求的总发射功率 ($P_{\text{total}}^{\text{req}}$) 可由接收站基于在当前分组的服务字段中提供给接收站的实际总发射功率和发射机功率预算 (P_{max}), 根据吞吐量最大化、功率节省和 / 或干扰 (鉴于其它原因) 最小化的原则来计算,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0036] 在某些实施例中,由发射站用于向接收站发射当前分组的总发射功率和 / 或发射机功率预算 (P_{max}) 可能对于接收站而言是未知的。在这些实施例中,活动组的副载波的功率级可按相对值被设置为这些可能参数。

[0037] 在某些实施例中,操作 208 可包括基于 (例如,不超过) 最大功率谱密度来设置活动组的每一副载波的功率级。最大功率谱密度可由管理当局来预定。在某些实施例中,当基于总发射功率 (P_{total}) 和 / 或发射机功率预算 (P_{max}) 来设置副载波的功率级时,可将功率级设置为不超过最大功率谱密度,然而本发明的范围在这方面不受限制。在某些实施例中,可由管理当局,诸如美国联邦通信委员会 (FCC) 来确定预定最大功率谱密度,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0038] 操作 210 包括基于操作 208 中选择的功率级和每一活动副载波的有效副载波噪声功率来计算信道容量。在某些实施例中,操作 210 可通过将活动组中的每一副载波的各个副载波容量相加来计算信道容量。在某些实施例中,各个副载波容量可基于所选的功率级除以对活动组中的相关联副载波的有效副载波噪声功率求平方来计算。在某些实施例中,信道容量可基于以下公式来计算:

[0039]

$$\text{信道容量} = \Delta F \cdot \sum \log_2(1 + (P_n / \sigma_n^2) / \Gamma)$$

[0040] 在这一表达式中,对活动组的每一副载波 (即,活动副载波 1 到 n) 进行求和,“ ΔF ”表示副载波频率间距,“ P_n ”表示第 n 个副载波所选功率级,“ σ_n^2 ”表示第 n 个副载波的有效副载波噪声功率,而“ Γ ”表示预定的副载波信噪比间隙。

[0041] 操作 212 包括递减组中的活动副载波数。在某些实施例中,可从该组活动副载波中移除具有最差 (即,最高) 有效副载波噪声功率的副载波。具有最差有效副载波噪声功率的副载波可以基于操作 204 的已排序的副载波。

[0042] 操作 214 包括重置该组中剩余的活动副载波的功率级并重新计算信道容量。在操

作 214 中,可在活动组的剩余副载波中分配总功率量。

[0043] 操作 216 将重新计算的信道容量与在操作 212 中递减活动副载波数之前计算的信道容量进行比较。当信道容量没有增加时,执行操作 218。当信道容量增加时,可重复操作 212 和 214,直到信道容量不再增加,以确定最终的活动副载波组。在某些实施例中,最终的活动副载波组可提供最高的所计算的信道容量,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0044] 在某些实施例中,可在操作 214 中递增剩余活动副载波的功率级以不超过在所有活动副载波的传输期间所得的预定最大功率谱密度。在某些实施例中,为确定最终的活动副载波组,可在操作 212 中从活动组中移除下一最差的副载波,并且可在操作 214 中递增剩余的副载波的功率级。递增的功率级可增加活动组剩余的各个副载波的容量,这可提供总信道容量的增加。在某些实施例中,可从活动组中移除副载波,直到信道容量不再增加。

[0045] 在操作 218 中,选择操作 212 中确定的最终的活动副载波组以及操作 214 中设置的功率级。

[0046] 在某些实施例中,活动副载波数可基于交织要求和 / 或调整交织参数的能力来调整(在操作 212 或操作 212 中)。例如,在某些实施例中,副载波可按组穿孔(即,关闭),以使块交织模式可将其交织器矩阵的行(或列)数减少一个整数,诸如 1。在某些实施例中,组中的副载波的个数可以以交织器实现的位间距为基础。例如,在具有 48 个数据副载波,其中交织器使用 16 列和 $3 \times N_{\text{bpsc}}$ (每一副载波的位数的 3 倍)行的矩阵的多载波通信系统中,相邻位间距可以是 3,因此三个副载波的组可被关闭,这可将交织器矩阵的列数减少 1。

[0047] 在某些实施例中,当发射站用于向接收站发射当前分组的总发射功率(P_{total})和 / 或发射机功率预算(P_{max})对接收站未知时,活动组的副载波的功率级可设为这些可能未知的参数的相对值,并且接收站在操作 218 中向发射机提供副载波的推荐的功率级。在某些实施例中,活动副载波数、功率级、调制级和编码率都可被一起优化。这将在下文中更详细讨论。

[0048] 图 3 是根据本发明的某些实施例的调制级和编码率选择过程的流程图。调制级和编码率选择过程 300 可用于选择调制级和 / 或编码率以有助于使用在过程 200(图 2)中确定的活动副载波和过程 200(图 2)中确定的功率级来最大化信道吞吐量。在某些实施例中,过程 300 可为所有活动副载波选择相同的调制级和 / 或编码率(即,称为统一位加载),然而本发明的范围在这方面不受限制。在某些实施例中,可使用调制级和编码率选择电路 112(图 1)来执行过程 300,然而本发明的范围在这方面不受限制。在某些实施例中,过程 300 可基于最近计算的信道容量和功率级为活动副载波选择调制级和 / 或编码率。

[0049] 在某些实施例中,可为活动副载波选择相同的功率级、调制级和编码率,而不活动的副载波可被关闭。在其它实施例中,可为活动副载波选择相同的调制级和编码率,然而可例如基于活动副载波的噪声功率级或为了有助于最大化吞吐量和 / 或信道容量,为对应于不同频率子信道或空间信道的活动副载波选择不同的功率级,然而本发明的范围在这方面不受限制。在另外一些实施例中,可为活动副载波选择不同的功率级、调制级和 / 或编码率以有助于最大化吞吐量或信道容量,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0050] 操作 302 包括基于相关联的副载波的所选功率级和有效副载波噪声功率为每一活动副载波计算副载波信噪比。所选的功率级可以最终在过程 200(图 2)的操作 218(图

2) 中确定。

[0051] 操作 304 包括基于相关联的副载波的所计算的副载波信噪比为每一活动副载波计算有效副载波容量。有效副载波容量不必对应于操作 204 (图 2) 中使用的有效副载波容量。在某些实施例中,每一有效副载波的有效副载波容量实质上可以通过将副载波频率间距乘以一加上相关联活动副载波的信噪比 (SNR) 除以预定副载波 SNR 间隙的对数来计算,然而本发明的范围在这方面不受限制。操作 304 的预定副载波 SNR 间隙不必对应于操作 214 (图 2) 中使用的预定副载波 SNR 间隙。在某些实施例中,各个活动副载波的有效副载波容量可使用以下表达式来计算:

$$[0052] \quad \text{有效副载波容量 } C_k = \Delta F \cdot \log_2(1 + \gamma_k / \Gamma)$$

[0053] 在该表达式中,可对活动组的每一副载波 (即,活动副载波 1 到 k) 计算有效副载波容量 C_k ,“ ΔF ”表示副载波频率间距,“ γ_k ”表示第 k 个副载波的信噪比,而“ Γ ”表示预定副载波信噪比间隙。

[0054] 操作 306 包括基于活动副载波的有效副载波容量计算平均有效副载波容量。在某些实施例中,操作 306 可计算在操作 304 中计算的有效副载波容量的平均值。

[0055] 操作 308 包括为活动组中的副载波选择提供接近或最接近平均有效副载波容量的数据率的调制级 - 编码率组合。在某些实施例中,操作 308 包括通过确定提供至少略大于平均有效副载波容量的每副载波数据率 (即,每一副载波的每秒的信息位数) (即,较高数据率) 的调制级和编码率,来为活动组中的副载波选择调制级和编码率。在这些实施例中,操作 308 还包括确定提供至少略小于平均有效副载波容量的每副载波数据率 (即,每一副载波的每秒的信息位数) (即,较低数据率) 的调制级和编码率。

[0056] 在某些实施例中,调制级包括二进制相移键控 (BPSK)、四相移键控 (QPSK)、8PSK、16- 正交调幅 (16-QAM)、32-QAM、64-QAM、128-QAM 和 256-QAM。在某些实施例中,编码率包括前向纠错 (FEC) 编码率 1/2、2/3、3/4、5/6 和 7/8。用于各种数据率的某些调制级 - 编码率组合的示例在图 4 中示出。

[0057] 操作 310 包括计算具有高于较高数据率的容量的活动副载波的第一数目。操作 310 还包括计算具有低于较低数据率的容量的活动副载波的第二数目。

[0058] 操作 312 包括当操作 310 中计算的第一和第二数目之差大于预定的活动副载波百分比时选择与较高数据率相关联的调制级和编码率。操作 312 还包括当第一和第二数目之差小于或等于预定的活动副载波百分比时选择与较低数据率相关联的调制级和编码率。

[0059] 操作 314 生成传输指令。在某些实施例中,传输指令可标识在过程 200 (图 2) 中选择的活动副载波 (或活动副载波组)、在过程 200 (图 2) 中选择的功率级、以及在操作 312 中选择的调制级和编码率。在某些实施例中,传输指令可以标识穿孔的副载波或穿孔的副载波组,然而本发明的范围在这方面不受限制。在某些实施例中,在过程 200 (图 2) 中选择的功率级可以采用绝对值的形式 (例如,以 dBm) 的标识,而在其他实施例中,功率级可以以用于发射当前分组的实际发射功率级相对值的形式标识。在某些实施例中,传输指令可标识每一活动副载波或活动副载波组的各个功率级,然而本发明的范围在这方面不受限制。在某些实施例中,传输指令可标识每一活动副载波或活动副载波组的各个调制级和 / 或编码率,然而本发明的范围在这方面不受限制。在某些实施例中,接收站可在清除发送 (CTS) 分组中向发射站发送传输指令,然而本发明的范围在这方面不受限制。

[0060] 在某些实施例中,过程 200(图 2)和 300 可在定期的基础上执行。在某些实施例中,过程 200(图 2)和 300 可在每一分组的基础上执行以确定下一分组的通信参数,然而本发明的范围在这方面不受限制。在某些实施例中,过程 200(图 2)和 300 可以足够频繁地执行以考虑信道的的时间差异。

[0061] 尽管过程 200(图 2)和 300 的各个操作被示出并描述为单独的操作,但是各个操作中的一个或多个可同时执行,并且并不要求操作以所示的顺序来执行。

[0062] 图 4 是根据本发明的某些实施例的数据率表。表 400 的列 402 列出了可能的数据率的示例(以每秒比特为单位),列 404 列出了调制类型,而列 406 列出了前向纠错(FEC)编码率。对于任何特定行,列 402 的数据率可分别对应于列 404 和 406 的相关联的调制和编码率。在某些实施例中,可使用比表 400 中所示的更多或更少的数据率。列 408 中被赋予索引的数据率是可被选择在操作 308(图 3)中使用的可能数据率的示例。在某些实施例中,可对其它数据率赋予索引,且不要求仅使用 8 个索引。

[0063] 除非另外具体规定,否则诸如处理、计算、运算、确定、显示等术语指的是可将表示为处理系统的寄存器和存储器内的物理(例如,电)量的数据处理和变换成类似地表示为处理系统的寄存器或存储器或其它此类信息存储、传输或显示设备内的物理量的其它数据的一个或多个处理或计算系统或类似设备的动作和/或过程。此外,如此处所使用的,计算设备包括与计算机可读存储器耦合的一个或多个处理元件,计算机可读存储器可以是易失性或非易失性存储器或其组合。

[0064] 本发明的各实施例可用硬件、固件和软件中的一个或其组合来实现。本发明的各实施例也可被实现为储存在机器可读介质上的指令,这些指令可由至少一个处理器读取并执行以执行此处所描述的操作。机器可读介质可包括用于以可由机器(例如,计算机)读取的形式储存或传输信息的任何机制。例如,机器可读介质可包括只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁盘存储介质、光存储介质、闪存设备、电、光、声或其它形式的传播信号(例如,载波、红外信号、数字信号等)等等。

[0065] 提供摘要是为了符合 37C. F. R 第 1.72(b)节,即要求允许读者确定技术公开内容的本质和要点的摘要。它是以不用于限制或解释权利要求书的范围或意义的理解来提交的。

[0066] 在以上详细描述中,为简化内容的目的,偶尔可将各特征一起组合在到单个实施例中。本发明的方法不被解释为反映了所要求保护的本发明主题的实施例需要比每一权利要求中明确叙述的更多特征的意图。相反,如所附权利要求书所反映的,本发明在于比单个公开的实施例的所有特征少的特征。由此,所附权利要求书如此被结合到详细描述中,其中每一权利要求独立地作为一单独的优选实施例。

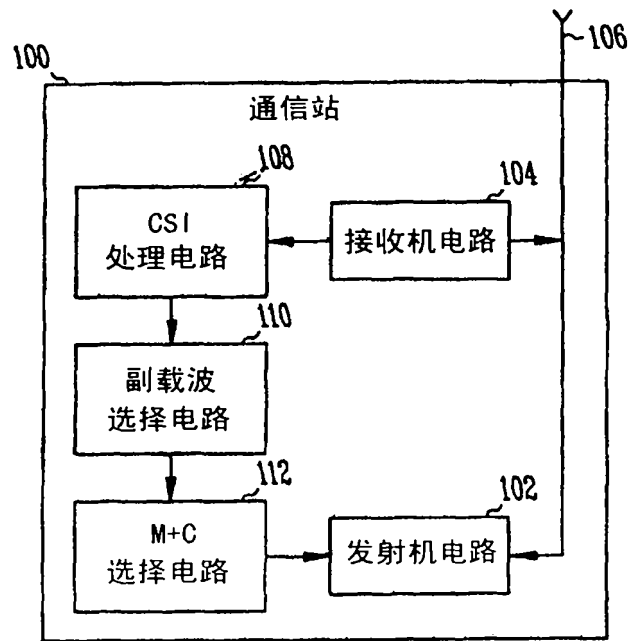


图 1

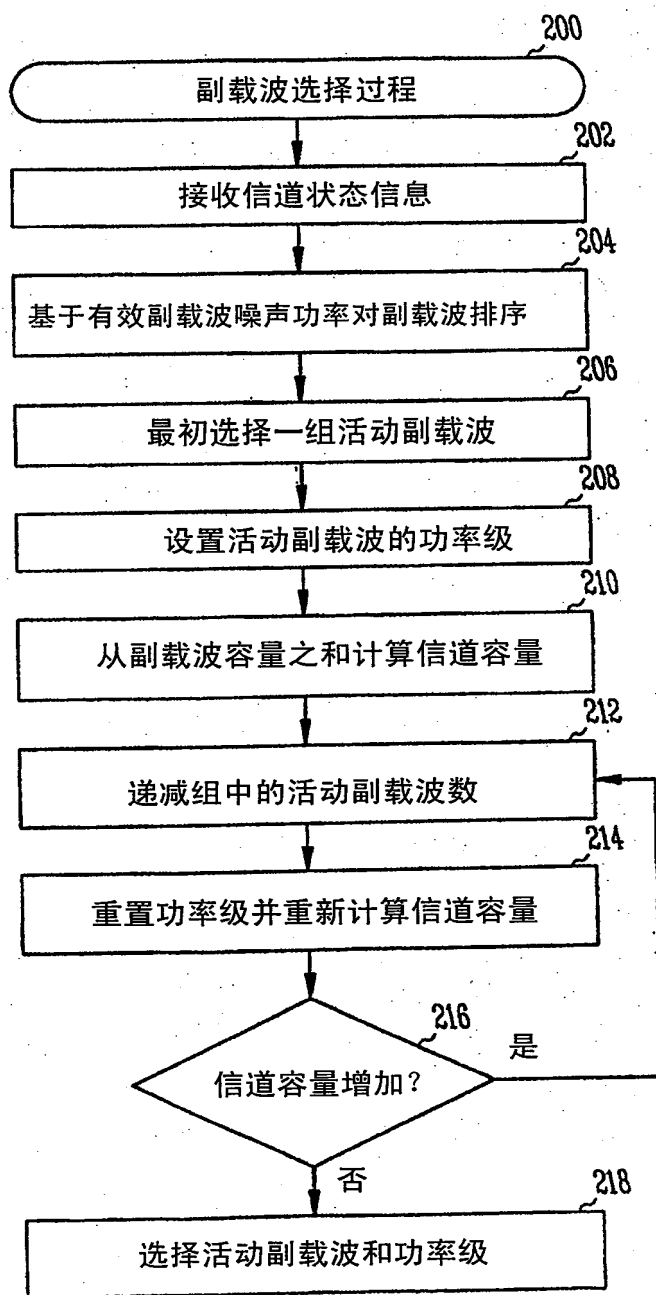


图 2

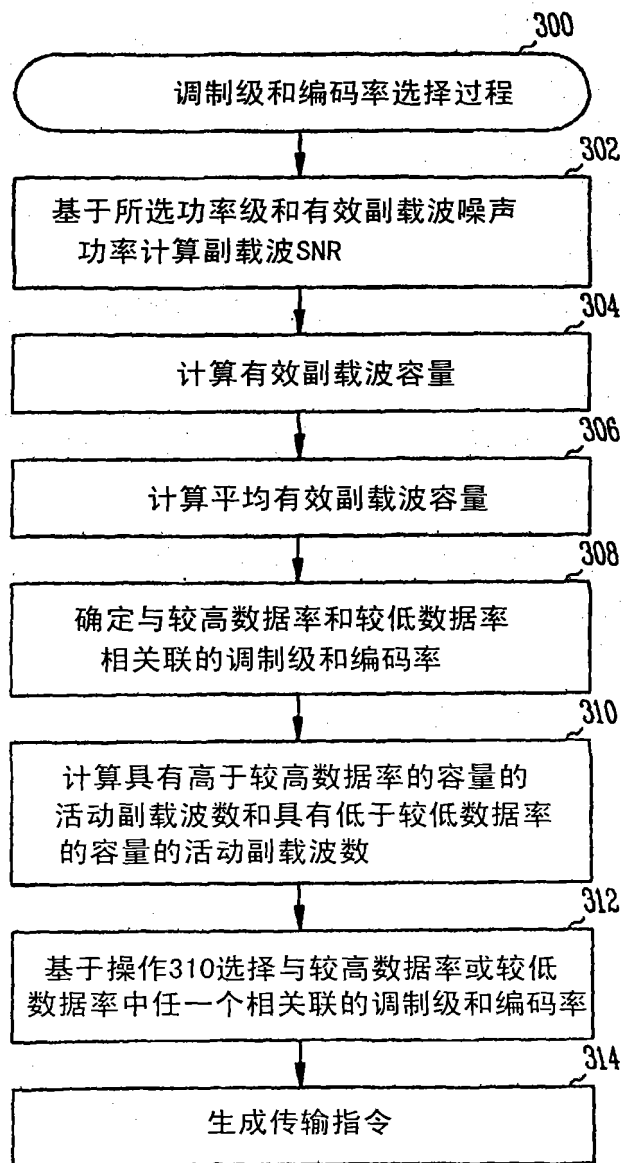


图 3

400

408 索引	402 数据率	404 调制	406 编码率
1	6	BPSK	1/2
--	8	BPSK	2/3
2	9	BPSK	3/4
3	12	QPSK	1/2
--	16	QPSK	2/3
4	18	QPSK	3/4
5	24	16 QAM	1/2
--	32	16 QAM	2/3
6	30	16 QAM	3/4
--	40	32 QAM	1/2
--	45	32 QAM	2/3
--	36	32 QAM	3/4
--	48	64 QAM	1/2
7	54	64 QAM	2/3
8	42	64 QAM	3/4
--	56	128 QAM	1/2
--	36	128 QAM	2/3
--	63	128 QAM	3/4
--	48	256 QAM	1/2
--	64	256 QAM	2/3
--	72	256 QAM	3/4

图 4