



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01806176.1

[45] 授权公告日 2005 年 7 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1211957C

[22] 申请日 2001.2.13 [21] 申请号 01806176.1

[30] 优先权

[32] 2000. 3. 8 [33] US [31] 09/521,153

[86] 国际申请 PCT/US2001/004671 2001.2.13

[87] 国际公布 WO2001/067653 英 2001.9.13

[85] 进入国家阶段日期 2002.9.6

[71] 专利权人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯州

[72] 发明人 埃里克·F·迈霍弗

莱奥·G·德纳

审查员 王 琼

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

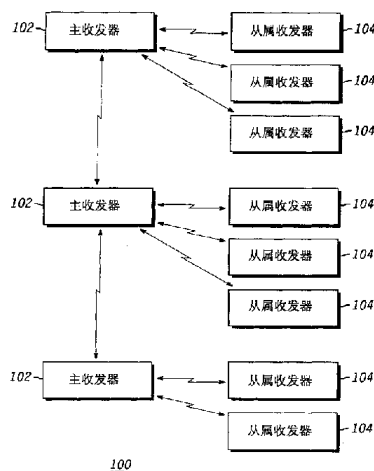
代理人 谢丽娜 张天舒

权利要求书 6 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称 使邻近无线网络间发生自干扰的可能性最小的方法和装置

[57] 摘要

第一无线网络中的第一主收发器(102)监视(步骤 602)邻近的无线网络,以发现在某个邻近的无线网络中的干扰最强的主收发器。然后,第一主收发器将跳频间隔与干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对准,以确保在干扰最强的主收发器使用的每一个跳频间隔的期间内,干扰最强的主收发器的传输不能干扰第一主收发器多于一个跳频间隔的期间内进行的第一主收发器的传输,从而使第一无线网络与邻近的无线网络之间发生自干扰的可能性最小。



1. 一种用于按照不同跳频方案操作的、使得邻近的无线网络间发生自干扰的可能性最小的方法，所述不同跳频方案不是在所述邻近无线网络间的频率协调，该方法包括在第一无线网络的第一主收发器中的如下步骤：

监视所述邻近的无线网络以发现某个所述邻近无线网络中的干扰最强的主收发器；和

将所述第一主发射器的跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对准，以确保在所述干扰最强的主收发器使用的每一个跳频间隔期间，所述干扰最强的主收发器的传输不能干扰所述第一主收发器的多于一个跳频间隔期间的所述第一主收发器的传输，从而使所述第一无线网络与某个所述邻近的无线网络之间发生自干扰的可能性降到最小。

15

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述监视步骤包括如下步骤：

测量邻近干扰主收发器的信号强度；和

选择具有最强的信号强度的主收发器作为干扰最强的主收发器。

20

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中监视步骤包括如下步骤：

测量邻近的干扰主收发器的工作循环；和

根据干扰主收发器的工作循环，选择一个干扰主收发器作为所述干扰最强的主收发器。

25

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述时间对准步骤包括如下步骤：

将所述第一主收发器的传送跳频间隔与所述干扰最强的收发器的传送跳频间隔进行时间对准；和

将所述第一主收发器的接收跳频间隔与所述干扰最强的收发器的

接收跳频间隔进行时间对准。

5. 如权利要求 1 所述的方法，在所述第一主收发器中还包括如下步骤：

5 在与从属收发器通信时，维护对出站传输质量和进站传输质量的统计；

根据是否高于预定的安全极限来检测所述出站传输质量是否比所述进站传输质量更差；和

10 当检测到所述出站传输的质量比所述进站传输质量相差所述高于预定的安全极限时，在响应中命令所述从属收发器作为主收发器来控制所述第一无线网络。

6. 如权利要求 1 所述的方法，在所述第一主收发器中还包括如下步骤：

15 在发现干扰最强的不同的主收发器的尝试中，持续监视所述邻近的无线网络；和

在发现所述不同的最强干扰主收发器的响应中，将所述第一主收发器的跳频间隔与所述不同的最强干扰主收发器的跳频间隔进行时间对准。

20

7. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述时间对准步骤进行得足够缓慢，以在与所述第一主收发器通信中维持与从属收发器不间断的同步。

25 8. 第一无线网络的第一主收发器，用于按照不同频率的跳频方案操作的、使邻近无线网络间发生自干扰的可能性最小，所述不同跳频方案不是所述邻近无线网络间的频率协调，所述第一主收发器包括：

30 在一个所述邻近的无线网络中，用于监视所述邻近的无线网络，以发现干扰最强的主收发器的接收器；

5 连接到所述接收器和发送器的处理器，用于将所述第一主收发器的跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对准，以确保所述干扰最强的主收发器在干扰最强的主收发器所使用的每个跳频间隔期间的传输不会干扰到所述第一主收发器在多于一个的第一主收发器跳频间隔中进行的所述第一主收发器的传输，从而使所述第一无线网络与某个所述邻近的无线网络之间发生自干扰的可能性最小；
和

用于向从属收发器发送信息的所述发送器。

10 9. 如权利要求 8 中所述第一主收发器，其中所述处理器被编程以用于：

协同所述接收器测量邻近的干扰主收发器的信号强度；和

选择一个信号强度最高的干扰主收发器作为所述干扰最强的主收发器。

15 10. 如权利要求 8 中所述第一主收发器，其中所述处理器被编程以用于：

协同所述接收器测量邻近的干扰主收发器的工作循环；和

20 根据所述干扰主收发器的工作循环选择一个干扰主收发器作为所述干扰最强的主收发器。

11. 如权利要求 8 中所述第一主收发器，其中所述处理器被编程以用于：

25 将所述第一主收发器的发送跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的发送跳频间隔进行时间对准；和

将所述第一主收发器的接收跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的接收跳频间隔进行时间对准。

30 12. 如权利要求 8 中所述第一主收发器，其中所述处理器被编程以用于：

在与所述从属收发器进行通信时，维护对出站传输质量和入站传输质量的统计；

根据是否高于预定的安全极限，检测所述出站传输质量是否比所述入站传输质量差；和

5 响应检测到所述出站传输质量比所述入站传输质量差，即高于预定的安全极限时，与所述发送器协同工作，命令所述从属收发器作为主收发器控制所述第一无线网络。

10 13. 如权利要求 8 中所述第一主收发器，其中所述处理器被编程以用于：

在发现不同的干扰最强的主收发器的尝试中，持续地与所述接收器协同工作，监视邻近的无线网络；和

响应发现所述不同的干扰最强的主收发器，将所述第一主收发器的跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对准。

15

14. 如权利要求 8 中所述第一主收发器，其中所述处理器被编程以足够缓慢地时间校准所述第一主收发器的跳频间隔，从而维持与所述从属收发器之间的不间断的同步。

20

15. 第一无线网络，用于使根据不同频率跳频方案操作的、使所述邻近的无线网络间发生自干扰的可能性最小，所述不同跳频方案不是邻近的无线网络间的频率协调，所述第一无线网络包括：

第一主收发器，被安排和编程以用于：

25

监视所述邻近的无线网络，以发现在所述某个邻近的无线网络中的干扰最强的主收发器；和

将所述第一主收发器的跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对准，以确保在所述干扰最强的主收发器使用的每一个跳频间隔的期间内，所述干扰最强的主收发器的传输不能干扰所述第一主收发器多于一个跳频间隔的期间内进行的所述第一主收发器的传输，从而使所述第一无线网络与所述某个邻近的无线网络之间发生

30

自干扰的可能性最小；和

与所述第一主收发器进行无线通信的从属收发器。

5 16. 如权利要求 15 中所述第一无线网络，其中所述第一主收发器还被安排和编程以用于：

测量邻近的干扰主收发器的信号强度；和

选择信号强度最强的干扰主收发器作为所述干扰最强的主收发器。

10 17. 如权利要求 15 中所述第一无线网络，其中所述第一主收发器还被安排和编程以用于：

测量邻近的干扰主收发器的工作循环；和

根据干扰主收发器的工作循环选择一个干扰主收发器作为所述干扰最强的主收发器。

15

18. 如权利要求 15 中所述第一无线网络，其中所述第一主收发器还被安排和编程以用于：

将所述第一主收发器的发送跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的发送跳频间隔进行时间对准；和

20 将所述第一主收发器的接收跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的接收跳频间隔进行时间对准。

19. 如权利要求 15 中所述第一无线网络，其中所述第一主收发器还被安排和编程以用于：

25 在与所述从属收发器进行通信时，维护对所述出站传输质量和所述入站传输质量的统计；

根据是否高于所述预定的安全极限，检测所述出站传输质量是否比所述入站传输质量差；和

30 响应检测到所述出站传输质量比所述入站传输质量差，即高于预定的安全极限时，命令所述从属收发器作为主收发器控制所述第一无

线网络。

20. 如权利要求 15 中所述第一无线网络，其中所述第一主收发器还被安排和编程以用于：

5 在发现不同的干扰最强的主收发器的尝试中，持续地监视邻近的无线网络；和

 响应发现不同的所述干扰最强的主收发器，将所述第一主收发器的跳频间隔与所述干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对准。

10 21. 如权利要求 15 中所述第一无线网络，其中所述第一主收发器还被安排和编程以足够缓慢地时间对准所述第一主收发器的跳频间隔，从而维持与所述从属收发器之间的不间断的同步。

使邻近无线网络间发生自干扰的
可能性最小的方法和装置

5

发明领域

本发明一般涉及无线通信系统，具体地说，涉及一种使邻近的无线网络运行时发生自干扰的可能性最小的方法和装置，该无线网络基于在邻近无线网络中的、不是相同频率（frequency-coordinated）的不同跳频方案运行。

10

背景技术

由于短距离特殊无线网络设备，比如蓝牙设备，在市场上很容易得到，预计对于无线局域网的需求将会有爆炸性的增长。个人区域网（Personal area networks）(PAN)将被应用于诸如机场、酒店和会议中心这样的地方。这些 PAN（又被称为匹克网络）可以方便地为移动用户提供廉价的高带宽的本地网络连接。PAN 的应用范围涉及从简单的电子邮件传输到大量内容的网页下载和实时视频。

15

目前，在美国，PAN 设备是按照 FCC 的第 15 条规定，在未经授权的 2.4GHZ ISM（工业科学和医学）频谱上使用的。这些规定要求邻近无线网络要按照跳频方案运行，而不是在邻近网络间上进行频率协调。这种对 ISM 频谱的不受约束的访问会引起设备的干扰问题，这种干扰可以被分成两类。第一种类型是由非 PAN 设备所引起的干扰。此类干扰源包括无绳电话，微波炉和其它类型的无线局域网。第二种类型的干扰包括在 PAN 中邻近位置工作的其它类似的 PAN 设备。此类干扰源可能是 PAN 的一部分，或者是其它邻近的 PAN。这种干扰被称为自干扰，它会减少 PAN 的吞吐量。

20

25

因此，我们所需要的是一种在按照不同跳频方案（而不是在邻近

无线网络间进行频率协调运行的使邻近的无线网络之间发生自干扰的可能性降到最小的方法和装置。

发明内容

5 根据本发明的一个方面，提供了一种用于按照不同跳频方案操作的、使得邻近的无线网络间发生自干扰的可能性最小的方法，所述不同跳频方案不是在所述邻近无线网络间的频率协调。监视邻近的无线网络以发现某个所述邻近无线网络中的干扰最强的主收发器。将第一主发射器的跳频间隔与干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对
10 准，以确保在所述干扰最强的主收发器使用的每一个跳频间隔期间，所述干扰最强的主收发器的传输不能干扰所述第一主收发器的多于一个跳频间隔期间的所述第一主收发器的传输。因此，使所述第一无线网络与某个所述邻近的无线网络之间发生自干扰的可能性降到最小。

15 根据本发明的另一个方面，提供了第一无线网络的第一主收发器，用于按照不同频率的跳频方案操作的、使邻近无线网络间发生自干扰的可能性最小，所述不同跳频方案不是所述邻近无线网络间的频率协调。所述第一主收发器包括一个接收器，发射器以及连接到所述接收器和发射器的处理器。所述接收器在一个邻近的无线网络中，监视邻近的无线网络，以发现干扰最强的主收发器的接收器。所述发射器发送信息到从收发器。处理器将第一主收发器的跳频间隔与干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对准，以确保干扰最强的主收发器在干扰最强的主收发器所使用的每个跳频间隔期间的传输不会干扰到
20 所述第一主收发器在多于一个的第一主收发器跳频间隔中进行的所述第一主收发器的传输。因此，使所述第一无线网络与某个所述邻近的无线网络之间发生自干扰的可能性最小。

 根据本发明的再一个方面，提供了第一无线网络，用于使根据不同频率跳频方案操作的、使所述邻近的无线网络间发生自干扰的可能性最小，所述不同跳频方案不是邻近的无线网络间的频率协调。所述
30

第一无线网络包括第一主收发器和与所述第一主收发器进行无线通信的从属收发器。第一主收发器，被安排和编程以用于监视所述邻近的无线网络，以发现在所述一个邻近的无线网络中的干扰最强的主收发器，并且将所述第一主收发器的跳频间隔与干扰最强的主收发器的跳频间隔进行时间对准，以确保在所述干扰最强的主收发器使用的每一个跳频间隔的期间内，所述干扰最强的主收发器的传输不能干扰所述第一主收发器多于一个跳频间隔的期间内进行的所述第一主收发器的传输。因此，使所述第一无线网络与所述一个邻近的无线网络之间发生自干扰的可能性最小。

10

附图说明

图 1 是描述按照本发明的三个典型的邻近无线网络的电气方框图。

图 2 是本发明中典型收发器的电气方框图。

15

图 3 是本发明中的典型跳频顺序图。

图 4 是描述发生于现有技术的无线网络间的未经校准跳频间隔的典型定时图。

图 5 是描述本发明中经过校准的跳频间隔的典型时间安排图。

图 6 是描述本发明中主收发器第一操作的流程图。

20

图 7 是描述本发明中主收发器第二操作的流程图。

具体实施方式

参考图 1，电气方框图 100 描述了本发明中三个典型的邻近的无线网络，此图包括三个主收发器 102，它们每一个都通过无线方式与一个或多个从属收发器进行通信，从而组成三个邻近的无线网络。无线网络优选地使用众所周知的无线网络协议，比如蓝牙技术规范 v1.0B 中所描述的协议，这个协议可以从英特网上的蓝牙特殊兴趣小组处得到。收发器 102，104 间的无线传输优选地使用跳频技术，在这项技术中使用了许多不同的无线电传输频率。当前的传输频率会持续一段

30 时间，这里称为“跳频间隔”，然后，通常被下一个跳频间隔的不同

的传输频率所取代，以此类推。主收发器 102 优选地控制它们各自网络的定时，从属收发器 104 与各个网络中的主收发器 102 同步。如同图中指明的那样，主收发器 102 也可以与邻近的无线网络中的其它主收发器 104 同步和通信。本发明中无线网络的操作将在下面做进一步的阐述。

参考图 2，电气方框图描述本发明中典型的收发器 102，104，收发器既可以作为主收发器 102，也可以作为从属收发器 104，两者的电气方框图是完全相同的，并可以在运行中互相变换角色。下面将讨论主收发器 102，本发明中大部分的方面都是由主收发器 102 完成的。主收发器 102 包括一个用于从其所属无线网络中的从属收发器 104 接收通信的传统接收器 202，此外，还用于监视相邻的无线网络，以发现在某个相邻无线网络中的干扰最强的主收发器 102。主收发器 102 还包括本发明中的一个连接所述接收器 202 和发射器 206 以控制接收器 202 和发射器 206 的处理器 204。发射器 206 用于向主收发器 102 所属无线网络中运行的从属收发器 104 传送信息，并控制从属收发器 104。

处理器 204 连接到存储器 208，以存储用于本发明中的操作软件和变量。处理器包括一个通信处理程序 210，用于编程处理器 204，以控制接收器 202 和发射器 206，从而按照无线网络中使用的无线网络协议并且进而按照本发明进行通信。存储器还包括一个邻近网络监视程序 212，用于编程处理器 204，以使处理器与接收器 202 协同工作，来监视邻近的无线网络，从而发现存在于某个邻近的无线网络中的干扰最强的主收发器 102。存储器 208 还包括一个跳频间隔时间校准程序 214，用于编程处理器 204，以使主收发器 102 的跳频间隔与干扰最强的主收发器 102 的跳频间隔能够时间对准，从而确保干扰最强的主收发器 102 在干扰最强的主收发器 102 所使用的每个跳频间隔期间的干扰最强的主收发器 102 的传输不会干扰到主收发器 102 在多于一个的跳频间隔中进行的主收发器 102 的传输。跳频间隔时间校准

程序 214 优选地通过众所周知的同步技术来编程处理器 204，以使主收发器 102 的传输跳频间隔与干扰最强的主收发器 102 的传输跳频间隔能够时间对准，并且，优选地使主收发器 102 的接收跳频间隔与干扰最强的主收发器 102 的接收跳频间隔能够时间对准。这将最好的抵消了干扰，因为当另一个主发射器在传输的时候，邻近的主发射器 102 将极少在接收。

此外，存储器 208 还包括一个信号强度测量程序 216，用于编程处理器 204，以使其与接收器 202 协同工作，从而通过众所周知的技术，来测量邻近的干扰主收发器 102 的信号强度，并选出信号强度最高的干扰主收发器 102 作为干扰最强的主收发器 102。存储器 208 还包括一个工作循环 (duty cycle) 测量程序 218，用于编程处理器 204 以使其与接收器 202 协同工作，从而测量邻近的干扰主收发器 102 的工作循环，并根据干扰主收发器 102 的工作循环选出一个干扰主收发器 102 作为干扰最强的主收发器 102。应当理解，信号强度测量程序 216 和工作循环测量程序 218 可以被一起使用，给每一个程序一个部分权重。比如，处理器 204 可以被编程，以找到邻近的干扰主收发器 102 的信号强度和工作循环的乘积，并根据信号强度和工作循环乘积选出一个干扰主收发器作为干扰最强的主收发器 102。

存储器 208 还包括一个传输质量测量程序 220，用于编程处理器 204，以维护和从属收发器通信时的对出站（从主收发器）传输质量（例如来自确认响应）和进站传输质量（例如来自接收的错误率）的统计；并根据是否高于预定的安全极限来判断出站传输质量是否比进站传输质量更差；并与发射器 206 协同工作，响应根据高于预定的安全极限来判断出出站传输质量比进站传输质量更差的检测结果，命令从属收发器 104 作为主收发器来控制第一无线网络。这样做的原因是，这个结果显示出从属收发器可能邻近一个强干扰主收发器 102。通过转换角色，让从属收发器作为无线网络的新的主收发器，新的主收发器将无线网络的跳频间隔与强干扰的主收发器 102 的跳频间隔对准，

从而可能由此多获得一些对干扰的抵抗力。此外，存储器 208 还包括一个用于通过众所周知的技术唯一识别主收发器 102 的收发器识别器 222。

5 参考图 3，本发明中典型的跳频顺序图 300 描述了两个邻近的个人区域网络 PAN1 和 PAN2 的跳频顺序。列 306 表示不同的跳频间隔，H1-H4。图 300 的行表示传输频率号，在这里频率号是 1-8。每一列中的 X 标记了指定给跳频间隔的传输频率号。例如，对于 PAN1 来说，频率号 1 被指定给跳频间隔 H1。注意，为了避免发生冲突，PAN1
10 和 PAN2 之间的跳频方案是不同的。注意，由于在 PAN1 和 PAN2 之间没有频率协调，在点 302 和 304 处，PAN1 和 PAN2 在跳频间隔 H3 中使用了相同的频率（4 号）。每一个跳频方案的频率是随机指定给每一个跳频间隔的。因此，PAN1 和 PAN2 的某个跳频间隔被指定相同的频率、从而导致冲突的可能性是非零的。

15 参考图 4，典型的定时图 400 描述了发生在现有技术的跳频无线网络中的非对准的跳频间隔。这种非对准的结果就是导致第一个网络中的每一个跳频间隔可能和另一个网络中的两个跳频间隔中的任何一个相冲突。比如，PAN1 的 H1 可以和 PAN2 的 H1 或 H2 中的任何一个冲突。现有技术的跳频网络依靠随机指定的跳频模式和大数量的（例
20 如 79 个）频率来保持低的冲突可能性。这些技术对于只有很少的邻近网络的小系统来说是足够的。随着为获得更多的吞吐量而加入配置的网络，这种技术会达到饱和点，这时，冲突的可能性是如此之大，以致于再增加另一个配置的网络实际上却使最大吞吐量减少。

25 参考图 5，本发明中典型的定时图 500 描述了对准的跳频间隔。通过对准跳跃间隔，本发明有效地防止了第一个网络中的一个跳频间隔与另一个网络中的多于一个的跳频间隔之间的冲突，从而相对于现有技术而言，冲突的可能性减小了大约两倍。应用或者不应用本发明的模拟实验证明了，当配置的跳频无线网络应用了本发明后，最大可
30

完成的吞吐量大约是没有应用本发明的最大可完成的吞吐量的两倍。

5 参考图 6，流程图 600 描述了按照本发明的第一主收发器 102 的第一操作，该流程图 600 开始于第一主收发器 102 通过众所周知的技术监视（步骤 602）邻近的无线网络，以发现在某个邻近的无线网络中的干扰最强的主收发器 102。第一主收发器 102 优选地通过使用众所周知的技术测量接收到的干扰主收发器 102 的信号强度和工作循环来决定干扰最强的主收发器 102。然后，确定干扰最强的主收发器 102，它是接收的信号强度和工作循环测量值的函数，例如，选择拥有最高信号强度和工作循环的乘积的主收发器 102。应当理解，作为一种变通，其他参数，例如比特错误率，以及其它适用的数学函数也可以被用来决定干扰最强的主收发器 102。

15 在发现了干扰最强的主收发器 102 之后，第一主收发器 102 将自身的跳频间隔与干扰最强的主收发器 102 的跳频间隔通过众所周知的技术进行时间对准（步骤 604）。第一主收发器 102 等待（步骤 606）一个预定的时间，然后返回到步骤 602，以继续监视邻近的无线网络，来尝试发现需要时间对准的不同的干扰最强的主收发器 102。一旦第一主收发器 102 完成了与一个新的或不同的干扰最强的主收发器 102 的时间对准，时间对准优选地被调整得足够缓慢，以维持在与第一主收发器 102 通信中与从属收发器 104 的不间断的同步。

25 正如上面所讨论的，对准跳频间隔确保了在干扰最强的主收发器 102 使用的每一个跳频间隔期间，干扰最强的主收发器 102 的传输不能干扰第一主收发器 102 的多于一个跳频间隔期间的第一主收发器 102 的传输，反之亦然。这使网络间冲突的可能性减少了大约两倍。换言之，对准跳频间隔有利地使多个配置的跳频无线网络可达到的最大吞吐量大致加倍。

30 参考图 7，流程图 700 描述了本发明中第一主收发器 102 的第二

操作，它开始于第一主收发器 102 在第一主网络中建立（步骤 702）与从属收发器 104 的通信。第一主收发器 102 例如，通过肯定或否定的确认维护（步骤 704）对出站（就第一主收发器 102 来说）的传输质量的统计，和对于当与从属收发器 104 通信时的入站的传输质量的统计。然后，第一主收发器 102 根据是否高于预定的安全极限来判断（步骤 706）出站传输质量是否比入站传输质量更差。如果是这样，第一主收发器 102 命令（步骤 708）从属收发器 104 作为主收发器来控制第一无线网络。这里的假设是当出站传输质量比入站传输质量差得高于预定的安全极限。这种状况很可能是由于一个强干扰的主收发器 102 临近从属收发器 104。如果真是这样，将第一无线网络的跳频间隔与强干扰的主收发器 102 进行时间对准，可以使由强干扰的主收发器 102 引起的冲突（也就是干扰）的可能性降到最小。

通过前面的公开，应当清楚，本发明提供一种使得按照不同跳频方案操作的（而不是在邻近无线网络间的频率协调），邻近的无线网络间发生自干扰的可能性降到最小的方法和装置。与现有技术比较，本发明有利地使多个配置的跳频无线网络可达到的最大吞吐量增加一倍左右。

根据上面的教导，对本发明做许多修改和变化是可能的。因此，应该了解，在附加的如权利要求的范围内，除了在上面进行的特定的介绍外，也可以实施本发明。

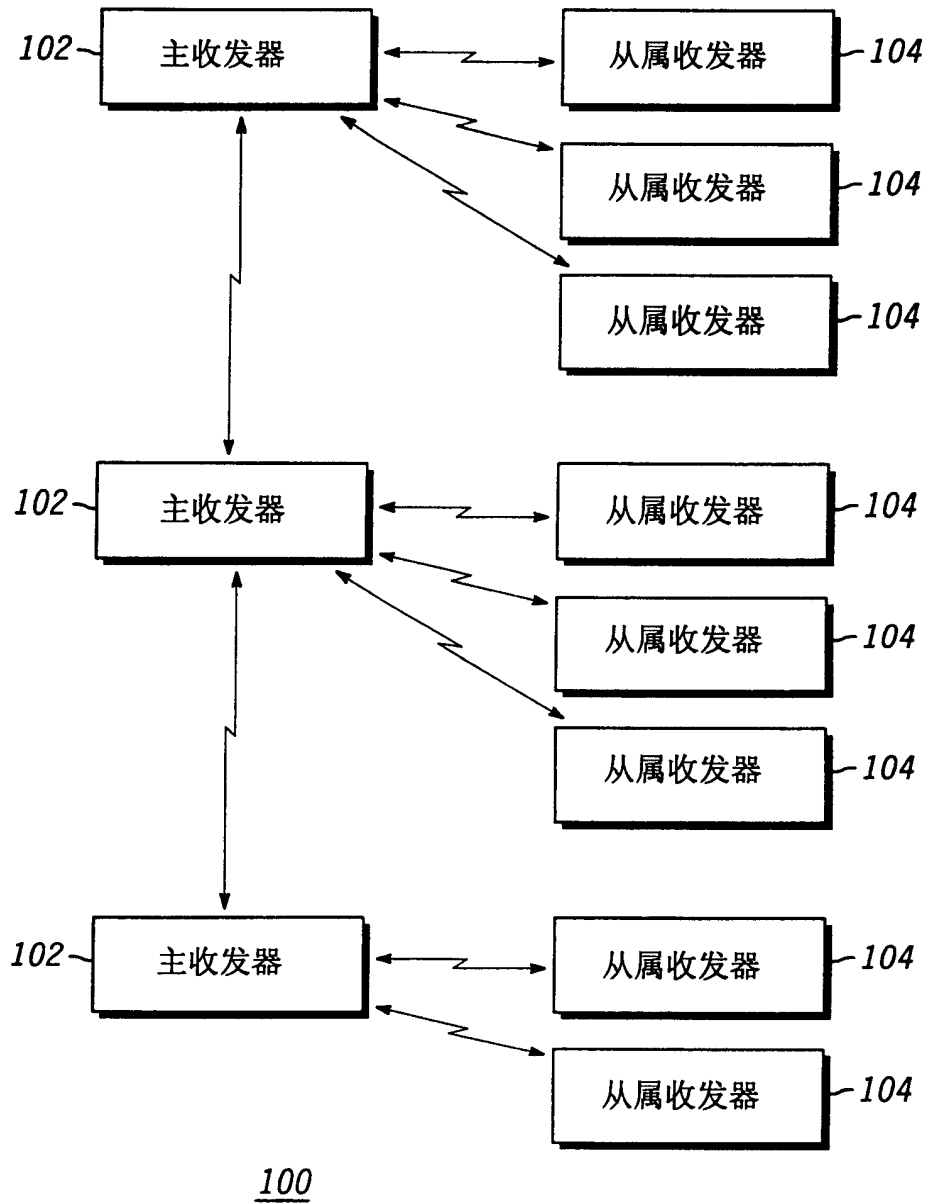


图1

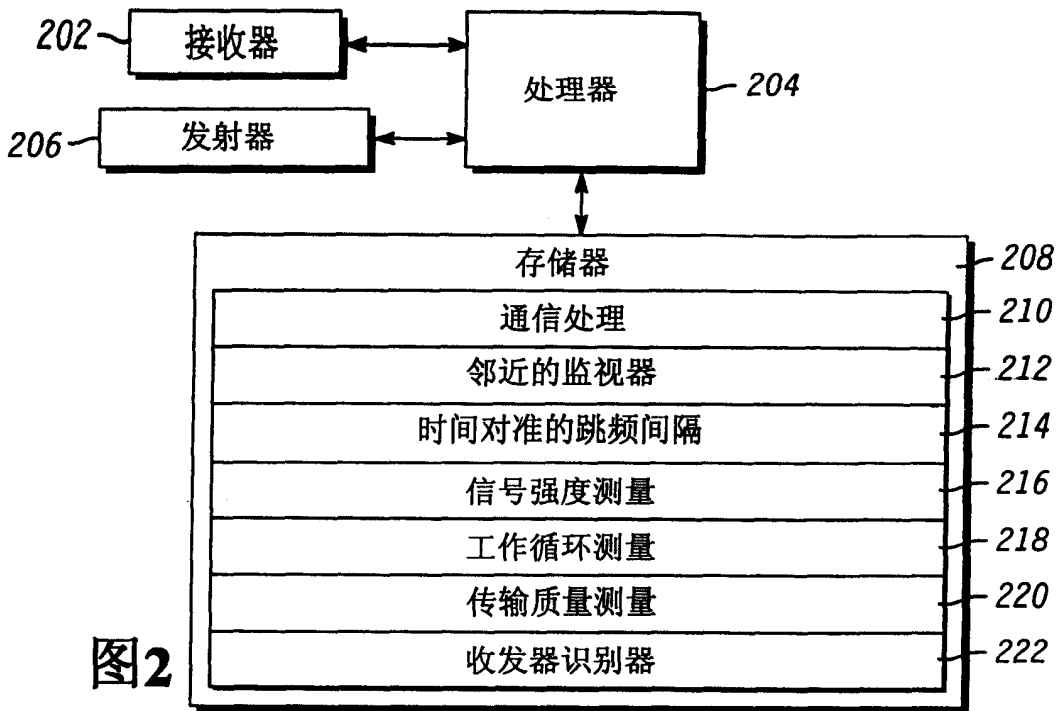


图2

102, 104

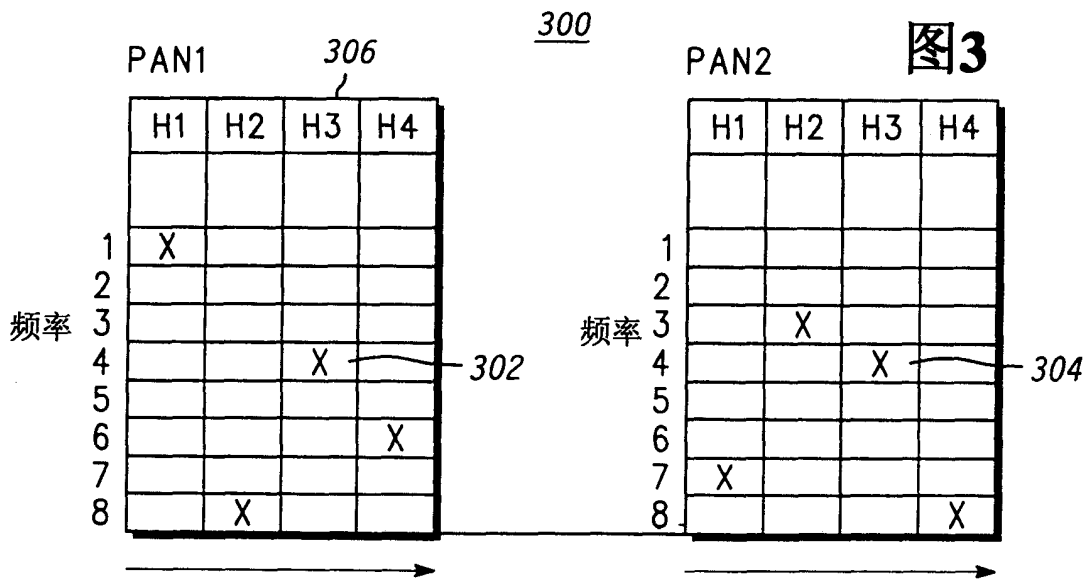


图3

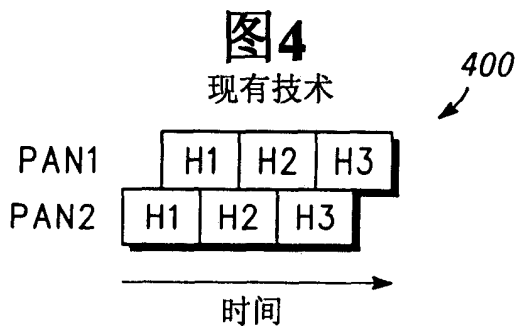


图4

现有技术

400

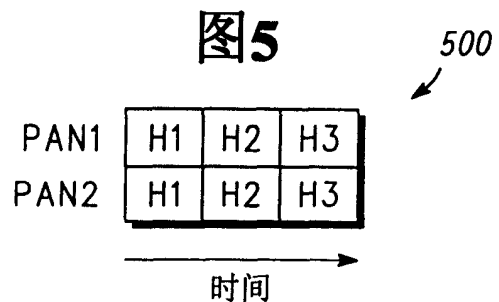


图5

500

