



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01822220. X

[43] 公开日 2004 年 10 月 6 日

[11] 公开号 CN 1535541A

[22] 申请日 2001.12.10 [21] 申请号 01822220. X
 [30] 优先权
 [32] 2000.12.8 [33] US [31] 60/251,864
 [86] 国际申请 PCT/US2001/047153 2001.12.10
 [87] 国际公布 WO2002/047411 英 2002.6.13
 [85] 进入国家阶段日期 2003.7.23
 [71] 申请人 哈里斯宽带无线接入公司
 地址 美国华盛顿
 [72] 发明人 杰克·G·加里森

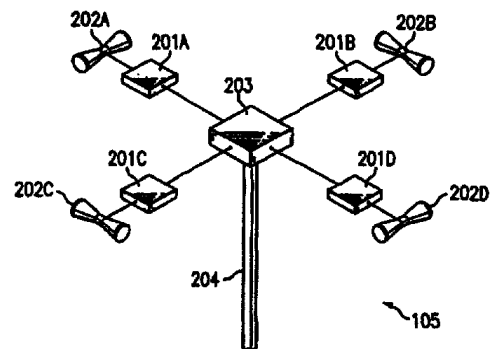
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
 商标事务所
 代理人 董 莘

权利要求书 8 页 说明书 21 页 附图 15 页

[54] 发明名称 无线通信系统中用于在扇区化小区模式中频率再用的系统和方法

[57] 摘要

本发明涉及一种在无线通信系统中频率再用的系统和方法。本发明的系统和方法尤其提供对服务区的最大覆盖，其中小区(101、102、103和104)模式均具有一个扇区化(101A-101D)集线器(105)天线模式(202A-202D)，其中只有有限数量的通信信道可用。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种无线通信系统中的可重复频率再用模式，包括：

16个半径近似相同的基本上为圆形的小区，以 4×4 格栅排列，以便没有两个小区基本上重叠，而且每个小区基本上与其相邻的行和列小区正切，每个小区包含一个具有4个天线的集线器，每个天线服务4个基本上不重叠的 90° 扇区中的一个，而且能在每8个频率以及在每频率的任何两个极化上通信，从而对每个集线器，一个反向 90° 扇区集合在所述8个频率的其中一个上和在一个所述极化上通信，而另一反向 90° 扇区集合在所述8个频率的一个不同频率上和另一所述极化上通信；

8个小区类型，其中每个小区类型通过一个唯一的频率组合通信；

第一和第二个4小区小组，每个小组包含一个 2×2 的小区格栅以便，

所述第一个4小区小组包含所述8个小区类型中的4个不同小区类型，所述小区的排列方式使得行和列相邻小区的对面扇区具有不同极化，以及

所述第二个4小区小组包含另外4个不同的小区类型，所述小区的排列方式使得行和列相邻小区的对面扇区具有不同极化；

第三和第四个4小区小组，每个小组包含一个 2×2 的小区格栅以便，

所述第三个4小区小组包含与所述第一个小组相同的4个小区类型，其中在每个小区的反向扇区对之间交换频率和极化指配，所述4个小区的排列方式与所述第一个小组中的小区相同，以及

所述第四个4小区小组包含与所述第二个小组相同的4个小区类型，其中在每个小区的反向扇区对之间交换频率和极化指配，所述4个小区的排列方式与所述第二个小组中的小区相同；

其中所述4个小区小组排列在所述 4×4 格栅中，以便所述第一

和第三个小区小组为非行和列相邻，而行和列相邻小组之间的对面小区采用不同频率。

2. 权利要求 1 的模式，其中所述极化相互正交。
3. 权利要求 1 的模式，其中所述通信系统为时分双工系统。
4. 权利要求 3 的模式，其中所述通信系统为自适应时分双工系统。
5. 权利要求 4 的模式，其中所述 8 个频率在毫米频率范围内。
6. 权利要求 5 的模式，其中所述 8 个频率均在 10-60 GHz 的范围内。
7. 权利要求 1 的模式，其中所述小区不同步。
8. 权利要求 7 的模式，其中所述小区内的扇区不同步。
9. 权利要求 1 的模式，其中所述 16 个小区通常为圆形，接近相同半径，而且以 4×4 方格排列，以便任何两个水平和任何两个垂直相邻小区的中心之间的距离接近小区半径的两倍。
10. 一种在通信系统中形成直线格栅的多小区小区模式中的水平和垂直可重复的小区模式，其中每个小区被划分为 4 个 90° 扇区，每个扇区有至少一个天线，从而每个天线对每个通信频率能工作在两种极化模式中的一种，其中每个小区使用两个频率，而且每个小区的相邻扇区在频率和极化上交替。
11. 权利要求 10 的模式，其中所述极化相互正交。
12. 权利要求 11 的模式，其中带有格栅的对角线交替小区相对旋转 90° 度。
13. 权利要求 12 的模式，其中频率数为 8。
14. 权利要求 13 的模式，其中每个小区为 8 个小区类型中的一个，从而每个小区类型采用频率和极化的唯一组合。
15. 权利要求 14 的模式，其中每个小区类型在所述模式内重复一次。
16. 权利要求 15 的模式，其中所述通信系统为时分双工系统。
17. 权利要求 16 的模式，其中所述通信系统为自适应时分双工

系统。

18. 权利要求 17 的模式，其中所述 8 个频率在毫米频率范围内。

19. 权利要求 18 的模式，其中所述 8 个频率均在 10-60 GHz 的范围内。

20. 在通信系统中形成直线格栅的多小区小区模式的水平和垂直可重复的小区模式中，其中每个小区被划分为 4 个 90° 扇区，每个扇区有至少一个天线，从而每个天线对每个通信频率能工作在两种极化模式中的一种，降低共道干扰的方法包括步骤：

(a) 在频率和极化上轮换每个小区的相邻扇区；以及

(b) 使格栅内的至少一对交替的对角线小区相对改变 90° 。

21. 权利要求 20 的模式，其中相邻信道干扰被降低。

22. 权利要求 20 的模式，其中所述极化相互正交。

23. 权利要求 22 的模式，其中频率数为 8。

24. 权利要求 23 的模式，其中每个小区为 8 个小区类型中的一个，从而每个小区类型采用频率和极化的唯一组合。

25. 权利要求 24 的模式，其中每个小区类型在所述模式内重复一次。

26. 权利要求 22 的模式，其中所述通信系统为时分双工系统。

27. 权利要求 26 的模式，其中所述通信系统为自适应时分双工系统。

28. 权利要求 27 的模式，其中所述 8 个频率在毫米频率范围内。

29. 权利要求 28 的模式，其中所述 8 个频率均在 10-60 GHz 的范围内。

30. 在通信系统中形成直线格栅的多小区小区模式的以 4×4 格栅排列的 16 小区模式中，其中每个小区被划分为 4 个 90° 扇区，每个扇区有至少一个天线，从而每个天线对 8 个通信频率均能工作在两种极化模式中的一种，从而对每个集线器，一个反向 90° 扇区集合

在所述 8 个频率的其中一个上和在一个极化上通信，而另一反向 90° 扇区集合在所述 8 个频率的一个不同频率上和另一极化上通信，降低共道干扰的方法包括步骤：

(a) 将所述 16 个小区划分为 4 个 4 小区小组，从而每个小组包括一个 2×2 的小区格栅；

(b) 提供 8 个小区类型，其中每个小区类型通过一个唯一的频率组合通信；

(c) 提供第一个 4 小区小组，其包含所述 8 个小区类型中的 4 个不同小区类型，所述小区的排列方式使得行和列相邻小区的对面扇区具有不同极化；

(d) 提供第二个 4 小区小组，其包含另外 4 个不同的小区类型，所述小区的排列方式使得行和列相邻小区的对面扇区具有不同极化；

(e) 在所述 16 小区模式内在对角线上重复所述第一和第二个小区小组；

(f) 相对第一和第二小区小组的扇区中的频率和极化指配，旋转重复的第一和第二小区小组的每个小区的扇区中的频率和极化指配 90°。

31. 权利要求 30 的模式，其中相邻信道干扰被降低。

32. 权利要求 30 的模式，其中所述极化相互正交。

33. 权利要求 32 的模式，其中所述通信系统为时分双工系统。

34. 权利要求 33 的模式，其中所述通信系统为自适应时分双工系统。

35. 权利要求 34 的模式，其中所述 8 个频率在毫米频率范围内。

36. 权利要求 35 的模式，其中所述 8 个频率均在 10-60 GHz 的范围内。

37. 一种无线通信系统中的频率再用模式，包括 16 个半径近似相同的基本上为圆形的小区，以形成平行四边形的可重复 4×4 格栅

排列，以便任何一个小区的边缘与其他 6 个小区的边缘正切，其中每个小区包含一个具有 4 个天线的集线器，其中每个天线服务 4 个基本上不重叠的 90° 扇区中的一个，而且能在每 8 个频率以及在每频率的任何两个极化上通信，从而对每个集线器，一个反向 90° 扇区集合在所述 8 个频率的其中一个上和在一个极化上通信，而另一反向 90° 扇区集合在所述 8 个频率的一个不同频率上和另一极化上通信，所述模式包括：

8 个小区类型，其中每个小区类型通过一个唯一的频率组合通信；

第一个 4 小区小组包含所述 8 个小区类型中的 4 个不同小区类型，所述小区的排列方式使得每个小区的中心共线，而且相邻小区的边缘正切，从而相邻小区的对面扇区具有不同极化；

第二个 4 小区小组包含另外 4 个不同的小区类型，所述小区的排列方式使得每个小区的中心共线，而且相邻小区的边缘正切，从而相邻小区的对面扇区具有不同极化，而且所述第一和第二个小区小组的排列方式使得每个小组的每个小区与另一小区小组的至少一个小区相邻和正切；

第三个 4 小区小组包含与所述第一个小组相同的 4 个小区类型，其中在每个小区的反向扇区对之间交换频率和极化指配，所述 4 个小区的排列方式使得每个小区的中心共线，而且相邻小区的边缘正切，从而所述第二和第三个小区小组的排列方式使得每个小组的每个小区与另一小组的至少一个小区相邻和正切，而且没有与第三小组中的小区相邻的小区也与在第一小组中具有与第三小组中的所述小区对应的频率组合的小区相邻；

第四个 4 小区小组包含与所述第二个小组相同的 4 个小区类型，其中在每个小区的反向扇区对之间交换频率和极化指配，所述 4 个小区的排列方式使得每个小区的中心共线，而且相邻小区的边缘正切，从而所述第三和第四个小区小组的排列方式使得每个小组的每个小区与另一小组的至少一个小区相邻和正切，而且没有与第

四小组中的小区相邻的小区也与在第二小组中具有与第四小组中的所述小区对应的频率组合的小区相邻。

38. 权利要求 37 的模式，其中所述 16 个小区通常为六角形。

39. 权利要求 37 的模式，其中所述模式在水平和垂直方向上重复。

40. 权利要求 37 的模式，其中所述极化相互正交。

41. 权利要求 40 的模式，其中所述通信系统为时分双工系统。

42. 权利要求 41 的模式，其中所述通信系统为自适应时分双工系统。

43. 权利要求 42 的模式，其中所述 8 个频率在毫米频率范围内。

44. 权利要求 43 的模式，其中所述 8 个频率均在 10-60 GHz 的范围内。

45. 权利要求 44 的模式，其中所述小区不同步。

46. 权利要求 45 的模式，其中所述小区内的扇区不同步。

47. 一种无线通信系统中的频率再用模式，包括以 4×4 格栅排列的 16 个小区，其中含有以 2×2 格栅的 4 小区排列的 4 个子群集，其中每个小区包含一个具有 4 个天线的集线器，其中每个天线服务 4 个基本上不重叠的 90° 扇区中的一个，而且能在每 8 个频率以及在每频率的任何两个极化上通信，其中对每个集线器，每个扇区在一个不同频率上通信，其中两个相邻扇区在一个极化上通信，而另两个相邻扇区在另一极化上通信，所述模式包括：

8 个小区类型，其中每个小区类型通过一个唯一的频率组合通信，从而这 8 个小区类型由位于所述一个极化的 4 个频率和位于所述另一极化的 4 个频率构成；

第一个子群集包含所述 8 个小区类型中的 4 个不同小区类型，所述小区的排列方式使得相邻小区的对面扇区在相同频率和相同极化上通信，以及

第二个子群集包含另外 4 个不同的小区类型，所述小区的排

列方式使得相邻小区的对面扇区在相同频率和相同极化上通信;

与所述第一个子群集相同的第三个子群集;

与所述第二个子群集相同的第四个子群集;

其中所述子群集排列在所述 4×4 格栅中, 以便所述第一和第三个子群集不相邻, 而相邻子群集之间的所述对面小区在相同频率和相同极化上通信。

48. 权利要求 47 的模式, 其中所述极化相互正交。

49. 权利要求 47 的模式, 其中所述通信系统为时分双工系统。

50. 权利要求 49 的模式, 其中所述通信系统为自适应时分双工系统。

51. 权利要求 50 的模式, 其中所述 8 个频率在毫米频率范围内。

52. 权利要求 51 的模式, 其中所述 8 个频率均在 10-60 GHz 的范围内。

53. 权利要求 52 的模式, 其中所述各个小区同步。

54. 权利要求 53 的模式, 其中在相同频率和相同极化上通信的相邻扇区同步。

55. 权利要求 54 的模式, 其中所述相邻扇区以通用动态非对称同步通信。

56. 权利要求 47 的模式, 包括至少一个附加扇区, 在所述模式中未使用的所述 8 个频率和两个极化的一个频率和极化组合上通信, 从而所述附加扇区覆盖在所述模式中与所述附加扇区的极化具有类似极化的至少一个扇区上。

57. 权利要求 56 的模式, 其中所述附加扇区为 90° 扇区。

58. 权利要求 56 的模式, 其中所述附加扇区为 45° 扇区。

59. 在通信系统中形成直线格栅的多小区小区模式的水平和垂直可重复的小区模式中, 降低共道干扰的方法, 其中每个小区包含一个具有 4 个天线的集线器, 其中每个天线服务 4 个基本上不重叠的 90° 扇区中的一个, 而且对所述通信系统使用的每个通信频率能在两

个极化模式的一个上通信，从而对每个集线器，一个反向 90° 扇区集合在一个所述通信频率上和在一个所述极化上通信，而另一反向 90° 扇区集合在一个不同的所述通信频率上和另一所述极化上通信，该方法包括步骤：

(a) 提供 8 个小区类型，其中每个小区类型包含所述两个频率和极化集合的一个唯一组合；

(b) 提供两个小区子群集，四个小区的每个小区以 2×2 格栅排列，其中第一个子群集包括 4 个小区，每个小区均为所述 8 个小区类型中的一个不同小区类型，而且其中第二个子群集包括 4 个小区，每个小区均为另外 4 个小区类型中的一个不同小区类型；

(c) 在所述多小区小区模式内水平和垂直轮换所述子群集；以及

(d) 将所述多小区小区模式内的每对交替的对角线小区相对改变 90° 。

60. 权利要求 59 的方法，其中相邻信道干扰被降低。
61. 权利要求 59 的方法，其中所述极化相互正交。
62. 权利要求 61 的方法，其中频率数为 8。
63. 权利要求 61 的方法，其中频率数至少为 8。
64. 权利要求 63 的方法，其中每个小区类型在所述模式内重复一次。
65. 权利要求 61 的模式，其中所述通信系统为时分双工系统。
66. 权利要求 65 的模式，其中所述通信系统为自适应时分双工系统。
67. 权利要求 66 的模式，其中所述 8 个频率在毫米频率范围内。
68. 权利要求 67 的模式，其中所述 8 个频率均在 10-60GHz 的范围内。

无线通信系统中用于在扇区化 小区模式中频率再用的系统和方法

相关申请

本申请涉及：标题为“用于宽带毫米波数据通信的系统和方法”的共同待审、共同转让的美国专利申请序号 09/434,707，标题为“使使用动态非对称的多载波时分复用系统效率最高”的共同未决、共同受让的美国专利申请序号 09/604,437，以及标题为“用于 TDD 的频率再用”的共同待审、共同转让的美国专利申请序号 09/607,456，这些专利申请在此结合作为参考。本专利申请还与标题为“在无线通信系统中用于扇区同步的带内信令的系统和方法”的共同受让的美国专利申请同时申请。

技术领域

本发明涉及通信系统和方法，尤其涉及一种通过同步发射和接收模式优化点到多点无线系统的带宽的系统和方法。

背景技术

无线链路在为各种应用提供数据通信链路上已经变得越来越重要。例如，因特网服务提供商已经开始在城市环境内使用无线链路以避免传统的有线连接或光纤的安装费用。在点到多点体系结构中使用无线链路系统为多个用户提供服务更佳。点到多点系统通常由服务多个子设备（有时称为远程设备、节点、或用户设备）的多个集线器设备构成。这些子设备通常与该系统上的单个节点相关。例如，单个子设备可与 LAN 相连以允许 LAN 上的 PC 通过这种点到多点系统桥接到其它网络。每个子设备通过无线信道与一个特定的集线器设备通信。在点到多点系统中，集线器设备可控制与一个特定覆盖区域相关的多个子设备的一部分之间的通信。集线器设备调度发射和接收突发往返子设备。集线器设备通过这些帧可将特定子设备接收的数据分

组分发到同一覆盖区内的另一子设备，传统的有线网络主干，或另一集线器设备。

点到多点系统，如在上面参考和共同受让的标题为“用于 TDD 的频率再用”的专利申请中公开的点到多点系统，包含多个相邻放置的集线器设备提供集合覆盖区。另外，这些集线器可拥有它们各自的覆盖区，这些覆盖区被划分为特定扇区——如 30 或 90 度扇区。另外，这些集线器可利用频分或其它技术提供多个通信信道。

信道再用技术已经被开发用来允许再用网络内的信道，而不会引入程度无法接受的干扰。这些信道再用技术的目的是使信道可用性最大，同时避免相邻集线器之间出现共道干扰。显然，这些信道再用技术是增大点到多点系统的带宽的重要工具。然而，根据本发明，已经意识到，点到多点系统包含的结构特性可被用来优化信道可用性大于采用传统信道再用技术的可用性，同时避免共道干扰。

例如，通过点到多点系统的数据业务可能是突发性的，而不是以固定或连续数据率。具体来说，在子设备上执行的因特网浏览器应用在从站点下载 HTML 代码时通常需要大量的下行链路带宽，而用户读出与该 HTML 代码相关的显示时只需少量或无需带宽。另外，诸如浏览器的许多应用的带宽需求可能是不对称的。具体来说，因特网浏览器经常下载大量数据，但上载量在比例上却极少。因此，点到多点系统可实现动态带宽分配 (DBA) 技术以使与非对称、突发性业务相关的数据吞吐量最大。

发明内容

因此，本发明的一个目的是根据在网络的特定部分之间点到多点系统的独特特性，提供一种能使点到多点系统的带宽最大的系统和方法。

本发明的另一目的是提供一种用于同步动态分配带宽的系统和方法。

本发明的另一目的是提供一种用于同步集线器设备的相关组的扇区或其它部分的接收和发射模式，以使点到多点系统的带宽最大的

系统和方法。

本发明的另一目的是在点到多点系统中提供一种用于扇区到扇区遥测的系统和方法。

本发明的另一目的是提供一种高效通信信道用于本发明的系统和方法，这种通信信道允许在单个集线器快速动态分配带宽时同步相邻集线器。

本发明的另一目的是在无线通信系统中提供一种频率再用模式。

本发明的另一目的是在由利用每通信频率两极化的 4×4 格栅中的 16 个小区构成的无线通信系统中提供一种可重复的频率再用模式。

本发明的另一目的是在由组合到 4 小区的 4 个子群集的 16 个小区构成的无线通信系统中提供一种可重复的频率再用模式，其中该模式中的对面扇区同步。

本发明的还一目的是通过频率再用模式提供一种降低共道和/或相邻信道干扰的方法。

通过工作于一种点到多点系统的系统和方法可实现本发明的这些和其他目的，特征和技术优势，这种点到多点系统包含多个集线器以及在与所述集线器相关的覆盖区内分布的多个子设备。点到多点系统优选利用频谱划分技术，如频分，时分或正交码分，将其通信带宽划分为信道。而且集线器通过扇区天线与它们覆盖区内的子设备通信。通过利用频谱划分和扇区天线，点到多点系统的优选实施例通过信道再用方案协调信道分配。另外，优选实施例通过经同一信道的时分双工（TDD）方案将单个信道划分为发射和接收模式。在此 TDD 方案中，集线器在发射模式中将信息发送给子设备，而在接收模式中从子设备接收信息。此外，点到多点系统的集线器优选在发射和接收模式之间可动态分配带宽以实现非对称通信模式。利用本发明的优选实施例的子设备还包括定向天线。

诸如在相邻集线器的相邻扇区的共道干扰是一个严重的问题，

具体来说，由于集线器天线通常指向网络的其他集线器以便为服务区提供复合覆盖，因此集线器到集线器暴露是个问题。例如，优选实施例的集线器可利用覆盖方位在 30 到 90 度之间的扇区天线，这些天线的方位面向位于相邻集线器的类似扇区天线。子设备暴露对本优选实施例的点到多点系统来说并不是那么严重的问题，因为这些点到多点系统的子设备使用高定向天线。因此，子设备不会受到来自其他子设备或其他集线器设备的严重的共道干扰。

信道再用方案可用于减小集线器到集线器共道干扰。例如，通过仔细分配网络的集线器使用的信道，可实现接近 1 的再用性能。此外，通过先进的信道规划技术，如在上面参考的标题为“TDD 频率再用”的专利申请中示意和描述，以及下面将描述的，可实现更高的信道再用性能。

然而，允许信道再用率更高的方法或系统优化将系统总体带宽更大。本发明在一个实施例中是通过同步集线器的发射和接收模式实现这个目标的。本发明的一个实施例同步地理相邻集线器的群集中对面扇区的动态带宽分配，同时允许这些集线器的其他扇区通过频率再用和对面扇区同步独立分配带宽。集线器相邻的意思是，这些集线器在特定方向是最近的相邻集线器。在这个实施例中，通过优选保护时间以适应正好跨越两个集线器覆盖半径的同步距离，使发射和接收模式之间的保护时间最短。例如，当最大再用为 $6R$ ，再用进度为 9，采用 30 度扇区，4.5 公里小区时，保护时间接近 100 微秒，或接近本实施例的信道容量的 5%，以从再用群集中的最大距离处提供传播。然而，由于本发明同步相邻集线器的对面扇区，因此同步距离大为缩短。因此，在本实施例中，保护时间只占据信道容量的 .5%。此外，在这个优选实施例中系统的计算需求大为降低，因为对于任何特定的同步确定，网络中更少部分同步。而且对面扇区同步简化了同步遥测的实现。

在本发明的另一实施例中，描述了一种频率再用模式，其中利用一种可重复的小区模式以容许再用多个频率指配，在这些频率指配

中每频率有两个极化模式可用。这种频率再用模式在可用于操作通信系统的频率指配或通信信道的数量受限时特别有用。为了为特定工作区域提供充分覆盖，必须提供再用这些可用频率的小区模式以避免盲点，或避免在同一区域使用的频谱上在相邻信道之间出现干扰（这种干扰在本领域的技术上称为“相邻信道干扰”），或避免在相邻区域极化相同、频率相同的两个小区之间出现干扰（这种干扰在本领域的技术上称为“同道干扰”）。

通过将该模式中的小区形状理想化为圆形以及进一步理想化每个小区具有相似半径，这种小区的可重复模式的形状可以认为是平面上的覆盖。显然，这种理想化，如平面和间隔距离一致的基本上相同的小区，在现实世界中是极少出现的。然而，应理解的是，本发明的系统和方法并不局限于这种理想化，而是可适用于现实环境，其中在考虑到微小变化，以虑及阻塞、地形特征、小区规模不同、小区间隔不规则等等时，可使用全部的频率再用模式。虽然本发明下面的说明在将讨论由理想化的小区等构成的理想化可重复模式，但这种理想化不应认为是对本发明的限制。

对于规模基本上相同而且形状为圆形的小区来说，在多小区模式中这些小区的一种排列方式可以看作方格，其中在同一行或同一列相邻的两个小区的边缘在一个点正切。在这种排列方式中，在对角线上相邻的小区不正切。在另一种多小区排列方式中，该模式中的小区与6个相邻小区均正切。如果这些小区被理想化为六角形，则这种模式将表现为蜂窝形状。

本发明人根据经验确定对于具有 90° 扇区的小区来说，宽带无线接入系统的有效频率再用需要最少8个频率指配和两个极化。基于全球范围频率的典型许可证分配大小的考虑，这对时分双工（“TDD”）系统中 90° 扇区化的小区的频率/极化指配是合理要求。例如，在欧洲，对28 GHz频带预期的许可证分配为 2×112 MHz或224 MHz，而对42 GHz频带则接近500 MHz。大部分的北美宽带无线接入运营商拥有超过200 MHz的频率分配。在欧洲新兴

的流行信道规模为 28 MHz，而在北美为 25 MHz。这些信道规模加上频率的预期许可证分配对 8 个或更多可用频道留有余地。

虽然 90°扇区相比较小扇区尺寸，如 60°，45°和 30°扇区，具有某些不便，但 90°扇区尺寸是对几乎所有的宽带无线接入运营商和标准组织的规划基准。例如，宽扇区相比窄扇区 RF 性能有些折衷。小区直径被减小从而需要更多数量的集线器/小区以覆盖给定区域。较宽扇区还将引起更大的共道和相邻信道干扰的可能性。

尽管 90°扇区具有操作缺陷，但 90°扇区方案具有重要的经济优势。一个优势是室外设备的成本较低。由于采用 90°扇区，相比较小尺寸的扇区，需要较少扇区，由此需要较少无线电设备、天线以及相关设备，无论是基本的还是冗余的。另外，运营商的一个重大开销是屋顶权，地产所有着趋于根据天线的数量对在他们建筑物的屋顶上放置设备的权利收费，因此 90°扇区意味着屋顶权的开销更低。而且，扇区更宽能提供更大的 RF 覆盖，这在系统的早期部署中具有重要的意义。

前面已经相当概括地归纳了本发明的特征和技术优点以便更好地理解下面对本发明的详细描述。之后将描述本发明的其它特征和优点，这些构成了本发明的权利要求书的主题。本领域的技术人员应理解的是，在此公开的概念和特定实施例可很容易地用作修改或设计用于实现本发明的相同目的的其他结构的基础。本领域的技术人员还应意识到，这些等效结构并不偏离在所附权利要求书中陈述的本发明的精神和范围。通过联系附图参考下面的描述可更好地理解被认为是本发明特点的新颖特征，无论是结构上的还是操作方法上的，以及其他目的和优点。然而，还应特别理解的是，每个特征仅提供用于示意和描述目的，而且并不认为是对本发明的限制的定义。

附图说明

为更完整地理解本发明以及其优点，现在联系附图参考下面的描述，其中：

图 1 描绘了在群集体系结构中排列的点到多点系统示例；

图 2A 描绘了图 1 所示的点 to 多点系统的示意性扇区配置;

图 2B 示意了对于图 2A 中的一个小区, 集线器的扇区化天线排列方式;

图 3 示意了特定扇区, 以及从集线器到特定扇区内的多个子设备的发射的传播;

图 4A-4D 均示意了与相邻集线器的反向扇区相关的一系列 RX 和 TX 帧的时序图;

图 5 示意了 QAM 载波信号和相关自适应载波的示例性功率分集频谱;

图 6A 示意了每个频率信道具有两个极化以用于频率在用的一组 8 个频率信道;

图 6B 示意了利用具有图 6A 所示每频率信道两个极化的一组 8 个频率信道的 8 个独特的小区类型;

图 7 示意了在 4*4 直线栅格中的 16 个小区的可重复模式, 其中每个小区分为 4 个 90° 扇区, 对立扇区工作在具有相同极化的相同频率信道上;

图 8 示意了来自图 7 的 16 个小区的可重复模式的一个 4 小区组合;

图 9 示意了在形成平行四边形的 4*4 栅格中的 16 小区可重复模式, 其中每个小区分为 4 个 90° 扇区, 对立扇区工作在具有相同极化的相同频率信道上;

图 10 示意了图 7 的可重复模式, 其中对面扇区工作在相同频率信道和极化上一允许对面扇区的集线器天线之间发射和接收同步;

图 11A 示意了具有图 6A 所示的每频率信道两个极化的一组 8 个频率信道, 指示在图 10 该模式中使用的频率信道和极化以及在保留的图 10 的模式中未使用的频率信道和极化;

图 11B 示意了利用具有图 11A 所示的每频率信道两个极化的一组 4 个频率信道的 8 个唯一的小区类型, 用于图 10 的频率再用模式;

图 12 示意了来自图 10 的 16 小区可重复模式的一个 4 小区组合；

图 13 示意了具有附加频率信道扇区重叠的可重复模式以便增大系统用户的容量需求；

具体实施方式

图 1 示意了一种应用本发明的示例性点到多点系统。该系统优选以群集结构部署。所示意的群集由多个集线器（105、106、107、108）构成，尽管根据本发明也可使用数量不同于所示配置的群集。应理解的是，应用本发明的通信网络还可包含另外的群集，与应用本发明的群集或者远程放置或者相邻放置。

集线器 105、106、107 和 108 为小区 101、102、103 和 104 提供覆盖。在小区 101、102、103 和 104 中分别部署了多个子设备（109-119）。另外，处理器系统（120-131）分别与各个子设备相关。应理解的是，点到多点系统的子设备也可与处理器系统的 LAN 网络相关。作为选择，点到多点系统的子设备可与中间网络连接。例如，子设备可与中间的 ATM 交换机连接。还应理解的是，应用本发明的系统可包含任意大量的集线器、小区以及子设备。为简化本发明的描述，以 4 个小区为例描述该示例性实施例。

图 2A 示意了图 1 所示的点到多点系统的示例性扇区配置。前面指出，该系统被划分为与小区 101、102、103 和 104 相关的覆盖区。此外，本示例的小区 101、102、103 和 104 被扇区化为 90°扇区（101A-101D、102A-102D、103A-103D 以及 104A-104D），尽管根据本发明也可同步其它扇区尺寸。如在图 2B 为集线器 105 示意的，集线器 105、106、107 和 108 通过扇区天线往返扇区发射和接收信号。扇区天线 202A-202D 可利用用于每个扇区的分立天线单元。作为选择，扇区天线可利用多个窄波束天线单元以合成扇区覆盖。在此配置中，在这个组合的其他扇区天线中可检测到从与任何扇区 101D、102C、103B 以及 104A 相关的扇区天线发送的射频信号能量。

分配给点到多点系统的频谱总体被优选细分为信道。本发明可使用各种信道划分方法，如时分、频分信道，跳频信道，以及正交码信道。这些信道被划分为离散集合。另外，根据再用进程在点到多点系统的扇区间分配信道集合。在此示例系统中，为示意本发明，RF信号 302-307 在同一信道上传输。应理解的是，其他信令也可与该示例的发射和接收信号同时出现在其他信道上。

根据优选实施例，根据信道再用方案，在不同信道集合提供特定小区的至少相邻扇区。例如，为扇区 104B 和 104C 使用分配的信道不同于为扇区 104A 使用分配的信道。然而，依赖于扇区天线的前后分离，旁瓣性能等等，在小区中也可再用信道集合，如扇区 104B 和 104C 和/或 104A 和 104D 内部。

图 3 示意了分别从集线器 105 和 106 广播的一系列 RF 发射信号 (301-306)。集线器 105 在扇区 101D 内发射一系列以方向 301 传播的 RF 时间突发或时隙信号 (302、303 和 304)。由于集线器 105 使用扇区天线，因此与 RF 信号 302、303 和 304 相关的能量通过扇区 101D 传播。RF 信号 302 包含子设备 109 的信息。RF 信号 303 包含子设备 110 的信息。RF 信号 304 包含子设备 111 的信息。类似地，集线器 108 在扇区 104A 内发射一系列以方向 308 传播的 RF 时间冲突或时隙信号 (305、306 和 307)。由于集线器 104 使用扇区天线，因此与 RF 信号 305、306 和 307 相关的能量通过扇区 104A 传播。RF 信号 305 可包含子设备 117 的信息。RF 信号 306 可包含子设备 118 的信息。RF 信号 307 可包含子设备 119 的信息。

最后，RF 信号 302、303 和 304 将传播超出小区 104 的界限到达小区 101、102 和 103。因此，RF 信号 302、303 和 304 在小区 101、102 和 103 可能造成共道干扰。在本优选实施例的点到多点系统中，子设备利用指向相关集线器的高定向天线，因此，一般远离一个群集的其余集线器。因此，子设备通常不会受到来自 RF 信号 302、303 和 304 的共道干扰。

然而，当 RF 信号到达特定集线器时，如果集线器对于与 RF 信

号 302、303 和 304 相关的特定信道处于接收模式，则集线器 105、106 和 107 将经受共道干扰。根据一个优选实施例，集线器 108 对扇区 104A 使用如同集线器 105 对扇区 101D，集线器 106 对扇区 102C 以及集线器 107 对扇区 103B 使用的相同信道集合。因此，RF 信号 302、303 和 304 可能造成共道干扰，这依赖于它们到达集线器 106、107 和 108 的时间。应理解的是，如果 RF 信号 302、303 和 304 在集线器 106、107 和 108 处于发射模式时到达，则 RF 信号 302、303 和 304 的影响可以忽略不计。类似地，如果集线器在 RF 信号 305、306 和 307 到达时对与这些信号相关的信道处于接收模式，则 RF 信号 305、306 和 307 可能在集线器 105、106 和 107 造成共道干扰。

另外，扇区 101D 和 104A 中的子设备广播 RF 信号 309-314。前面指出，这个系统的优选实施例的子设备使用高定向天线。这种系统的结构使得高定向天线将辐射的 RF 能量集中到以相应的集线器为中心的极窄波束内。因此，这些子设备与系统中的另一天线耦合而造成共道干扰的可能性很小。应理解的是，此示例系统假设 RF 信号 302-207 和 RF 信号 309-314 是通过相同频道传输的。因此，这个示意本发明的示例系统在 TDMA 突发周期控制 RF 信号传输的时序。

本发明和方法的优选实施例同步点到多点系统内的特定传输以防止集线器传输造成共道干扰。当然，根据本发明除了发射窗口同步外，接收窗口也可同步。依赖于信道之间的分离量，可能独立同步相邻扇区内的单个信道。通过同步单个信道，自适应时分双工方案可使基于每个信道的吞吐量最大。然而，这种方案需要较大的处理能量，因此需要更高的设备成本和复杂性，以计算最佳接收和发射非对称。因此，本优选实施例对在相邻扇区内使用的所有信道都能同步发射和接收。通过这种方式，本发明的系统和方法在保持成本和复杂性为优选级别的同时能使非对称时分双工算法的性能更高。

图 4A-4D 描绘了集线器 105、106、107 和 108 的扇区 101D、102C、103B 和 104A 的发射和接收帧的示例时序图。优选每个集线器同步以便在时刻 t_0 开始其发射模式。集线器 105 发射 TX 突发 401-

403, 其分别包含用于子设备 109-111 的信息。集线器 106 发射包含子设备 114 的信息的 TX 突发 404。集线器 107 发射突发 405 和 406, 其包含分别用于子设备 115 和 116 的信息。集线器 108 发射突发 407-409, 其分别包含用于子设备 117-119 的信息。而且, 优选同步每个集线器以便在时刻 t_6 结束其发射模式。

另外同步集线器 105-108 以便集线器 105-108 从时刻 t_6 到时刻 t_7 不发射。而且, 集线器 105-108 从时刻 t_6 到时刻 t_7 不从子设备接收突发。在这个周期期间, 发射和接收延迟产生了保护时间 316。优选保护时间 316 的持续时间, 以便与相应突发相关的 RF 信号在任何可能经受共道干扰的集线器将进入接收模式之前传播出该集线器。相邻扇区同步使得这个实施例中的同步距离稍微大于两个集线器半径 (集线器 105 和 108 之间的距离)。具备适当再用规划的相邻扇区同步已经足矣, 因为使用这些信道的非同步扇区空间分隔将足够大或面向不同方向以避免共道干扰。

在上面参考的标题为“TTD 频率再用”的专利申请中包含了对这种频率再用规划的示例讨论。在使用频率再用的环境中, 通过在配置启动操作期间用于物理配置集线器的集线器的非易失存储器中存储指配信道, 可为集线器和它们各自的扇区指配信道。或者, 根据动态信道指配算法可以动态指配信道。在这种情况下, 信道控制器可实现特定的动态指配算法, 并且周期性地传递指配的信道给集线器以用于各自的扇区。

在时刻 t_7 , 集线器 105-108 同步以进入接收模式。此刻, 集线器 105-108 可从它们各自的子设备接收发射而不用检测从其他集线器发送的 RF 信号。在接收模式期间, 集线器 105 分别从子设备 109-111 接收 RX 突发 410-412。集线器 106 从子设备 114 接收 RX 突发 413。类似地, 集线器 107 分别从子设备 115 和 116 接收 RX 突发 414 和 415。集线器 108 分别从子设备 117-119 接收 RX 突发 416-418。集线器 105-108 优选同步以在时刻 t_{13} 结束它们的接收模式。

另外, 这个实施例还具有其他优点。首先, 相邻集线器能够直

接通信，因此可协调帧定时和/或信道分配而无需独立的遥测线路。

其次，在同步方式中协调信道分配所必需的遥测带宽在相邻集线器配置中大为降低。此外，相邻扇区同步所需的计算容量比群集宽度的同步要少得多。

应理解的是，本发明通过除更高信道再用外的其他考虑使得系统利用和性能更高。通过同步相邻扇区或相邻天线束，本发明并不与其他扇区或天线束相关的发射和接收非对称施加任何其他任意限制。例如，可能相邻扇区中的子设备总共需要大量的发射带宽，但在某个特定时刻只需要极小的接收带宽。同时有可能非相邻扇区的子设备总共需要相反的带宽需求。如果整个扇区组都同步，则在相邻和非相邻扇区中都将浪费一部分带宽。因此，本发明独立于其他非对称操作相邻扇区的发射和接收非对称。通过分隔非对称关系，系统可适应整个系统固有的在各个时刻改变的带宽需求。

还应理解的是，本发明并不要求集线器 105-108 在确切的时刻开始或结束它们的发射模式或接收模式。然而，更为精确的同步将缩短保护时间，从而使得系统的吞吐量最大。此外，本发明并不需要为子设备提供任何特定的信道带宽分配。应理解的是，可使用任何数量的信道划分技术。在单个发射/接收周期期间所有带宽可分配给一个特定的子设备。或者，在 TDM/TDMA 方案中，在扇区中的每个子设备可在每个发射/接收周期接收指定部分的可用带宽。或者，可根据轮询方案分配子设备带宽。集线器可实现任何数量的算法以便为特定子设备调度带宽。也可通过其他技术划分接收和发射模式。例如，子设备可利用 CSMA/CD 技术发送突发给集线器。或者，系统可利用竞争周期和无竞争周期用于子设备访问通信信道。

应理解的是，根据本发明在所选择的信道上在集线器和子设备之间可出现其他各种信令。例如，集线器可发送预定用于所有子设备的广播突发。集线器可发送控制信道突发。另外，集线器可发送包含定时信息或网络分配向量的信标信号以使子设备与集线器同步。这些信令可包含请求发送，允许发送，或确认数据突发。

应理解的是，本发明并不需要严格定义发射和接收模式。例如，TDM/TDMA 电话系统严格定义了接收和发射模式的定时和持续时间以优化系统传输话音业务。相反，本发明可在具有非对称发射和接收模式的系统内部工作。而且，本发明也可用于动态改变发射和接收模式的持续时间的系统中。在上面参考的标题为“宽带毫米波数据通信的系统和方法”的专利申请中描述了本发明可使用的示例性动态带宽分配系统和方法。根据一个优选实施例，为便于动态改变分配给发射和接收模式的带宽，本优选实施例的集线器拥有的同步扇区将这些变化传递给对应的集线器和/或公共控制系统。因此，本发明的另一方面能提供用于同步受共道耦合的集线器的发射和接收模式的遥测通信信道。

可采用若干方案来提供这种通信信道。来自 ILEC（平覆？本地交换载波）的租用连接可用于同步遥测。然而，优选使用与点到多点系统相关的通信资源，而不是 ILEC 连接。因此，扇区同步遥测可使用与点到多点网络相关的回程。回程可在任何形式的通信装置中实现，如宽带光纤网关或其他宽带数据级连接，T1 通信线路，有线通信系统等等。然而，对利用这种控制信道实现扇区同步的群集的每个集线器来说，需要与回程连接或与回程相连的其他系统。尽管这在许多系统中可能足够了，但这不是最佳方案，因为特定系统可能拥有不与该回程相连的集线器。

图 5 示意了涉及与主载波带相邻的窄载波带的同步遥测的优选选项。在本发明的一个优选实施例中，点到多点系统的频谱被划分为离散的 50 MHz 信道。基本数据通信通过占据大约 46 MHz 的正交调幅（QAM）载波 501 实现。另外，在 50MHz 信道的保护空间建立窄带自适应载波 502，优选带宽为 130 kHz，以提供同步遥测。集线器优选利用两极 FSK 调制以通过自适应载波 502 传递信息。在一个优选实施例中，自适应载波 502 包含 100 Kbps 信令率，用于 10^{-12} BER 的 10dB C/N，1/2 级联编码，以及低于 QAM 功率级别 10dB 的发射功率。通过利用这种类型的信道，可通过集线器的特定群集的相邻扇

区天线束发送和/或接收控制信道。

应理解的是，窄带自适应载波 502 提供优化用于 50 MHz 系统的优选信令信道。然而，应理解的是，并不需要遥测控制信道实现为窄带载波。如果本发明用于宽带点到多点系统中，则遥测控制信道可以是跨越较大频谱处理的扩展频谱。另外，并不需要在与预定信道相关的保护空间放置自适应载波 502。自适应载波可利用明确分配的频谱实现。

在优选实施例中，利用本发明的相邻集线器可从它们各自的子设备接收带宽请求。集线器可基于带宽计算进行计算。在这种类型的系统中，带宽控制器可位于一个集线器以通过自适应载波 502 接收带宽计算的结果。或者，带宽控制器可实现为到达相应集线器的独立系统链路。

带宽控制器利用接收的计算为同步的扇区确定最佳发射和接收模式持续时间。控制集线器利用自适应载波将所确定的发射和接收模式持续时间传递给集线器。集线器在此时刻利用这些持续时间来为相邻扇区内它们各自的子设备分配发射和接收资源。应理解的是，控制器可接收带宽请求并直接进行计算。然而，优选在集线器进行计算，因为它能更为有效地分配处理需求。还应理解的是，在自适应载波链路被中断的情况下，集线器可包含控制接收和发射模式的逻辑。例如，集线器可暂时回复用于发射和接收模式的预定长度。或者，集线器可暂时定义相同长度的发射和接收模式。

例如，本发明的带宽控制器可监视在前向和反向链路上的瞬时业务需求，从而确定适当量的 ATDD 和/或操作载波信道所用的非对称。本发明的优选实施例的带宽控制器可在本发明的集线器的处理器（CPU）和相关存储器（RAM）上工作。控制器可在非易失寄存器包含相邻天线束和相应信道的记录以便实现所希望的同步。或者，带宽控制器可工作于动态改变扇区和/或动态分配信道给各个扇区的环境中。在此环境中，带宽控制器可与影响扇区配置和/或信道分配算法的那部分系统通信以获得涉及相邻天线束和它们的信道的信息。当

然，附加和/或其他装置，如具备控制其操作的适当算法的基于计算机系统的通用处理器，可用于操作本发明的带宽控制器。

现在参考图 6A，集合 600 是对每频道两极化可用的通信系统的 8 个可用频道的概念描述，在此也称为“频率”。频率集合 601 位于一个极化上，而频率集合 602 位于另一极化上。优选频率集合 601 和频率集合 602 的极化相互正交以使工作在相同频率但不同极化的天线之间的干扰可能性最小，这将在下面进一步讨论。极化可以是水平和垂直对齐，或左斜和右斜对齐，但不局限于这些方式。

应理解的是，尽管下面的讨论研究用于 8 个频率和两个极化的频率再用模式，但本发明的系统和方法并不局限于 8 个频率和 2 个极化。有关在此公开的频率再用模式的原理同样适用于对使用本发明的系统和方法的频率再用模式的通信系统有 8 个以上可用频率的情形。

图 6B 描绘了 8 个小区，如图 2A 所示的小区，其中每个小区被分为 4 个 90°基本上不重叠的扇区。每个小区的集线器至少每扇区有一个天线，例如，图 2B 所示的集线器 105。如图 6B 所示，小区的反向扇区工作于相同频率/极化指配。以小区 610 为例，扇区 601A 和 601D 工作于频率/极化 601A，而扇区 610B 和 610C 工作于频率/极化 602T。尽管只显示这种扇区指定用于小区 610，但应理解的是，这种扇区指定可适用于每个小区，而且在整个说明书和附图中都适用。由于存在图 6A 所示的 8 个频率和每频率 2 个极化，因此存在 16 种唯一的可用频率/极化扇区指配，或“自由度”。在频率再用方案中，使相邻信道和共道干扰最小很重要，以便使小区中频率/极化扇区指配之间的“距离”最大，即，优选最大频率间隔和正交极化指配。另外，对于自适应时分双工系统（“ATDD”），频率间隔的最大化能使与小区内独立的动态非对称帧使用相关的耦合问题减少到最小。优选如图 6A 所示的 16 个自由度的指配模式，因为这种模式导致小区的扇区指配之间的“距离”最大。本发明的系统和方法计划使用其他的 16 自由度指配模式。

利用上面讨论的扇区指配模式，如果一次使用每个 16 扇区指配

或 16 自由度，则可能存在 8 个唯一的“小区类型”。图 6B 中的每个小区就是一个唯一的小区类型。这 8 个小区类型将以特定方式排列以便使共道和相邻信道干扰最小，同时对具有图 6A 的频率/极化指配的通信系统获得最大的操作区域覆盖。

现在关注图 7，描述多小区频率再用模式的一部分。如图所示，16 小区 4×4 直线格栅 710 由 4 个 2×2 小组，即 701-704 构成。参考图 7 的方位，16 小区格栅 710 在垂直和水平方向上可重复，以便覆盖区域能大于格栅 710 的一个实例所覆盖的区域。在格栅 710 中如此排列小区使得每个小区能占据一个唯一的行和列位置，其中在图 7 的最下一行上的所有小区在指定行 720 内，而在图 7 的最左列的所有小区在指定列 730 内。在 16 小区直线格栅 710 中如此排列小区使得行和列相邻的小区正切，但在对角线上相邻的小区不正切。行和列的指定是任意的，只用于方便精确地描述该模式中小区的排列。这种行和列指定并不是本发明的一部分，因此无论如何不应认为是对本发明的限制。

现在参考图 8，描绘位于图 7 的直线格栅 710 的左下象限内的 4 小区小组 703。在小区小组 703 中四个小区的每个小区都是在上面讨论和在图 6B 示意的 8 个小区类型中的唯一一个。小区 650 与其行和列相邻小区正切，即，小区 650 与小区 610 和小区 660 相切。小区 610、620、650 和 660 定位于小区小组 703，以便对于行和列相邻小区对面小区的极化不相同。例如，小区 650 中的扇区 650B 是一种极化，而其在行相邻小区 660 中的对面扇区，即扇区 660A，为另一种极化（参考图 6A 中的两种极化）。通过观察图 7 和图 8，可以看到对 4 个小区小组 701-704，行和列相邻小区的对面小区的极化均不相同。这种在小组内定位小区的方式能使上面讨论的共道和相邻信道干扰最小。

再次参考图 7，并且现在关注小区小组 704，小区小组 704 中的 4 个小区均是在上面讨论和在图 6B 中显示的 8 个小区类型中的唯一一个。另外，小区小组 704 中的每个小区的小区类型不同于小区小组

703 中使用的小区类型。换言之，在图 6B 所示的 8 个小区类型中，其中有 4 个小区类型用在小区小组 703，而另外 4 个小区类型用在小区小组 704。小区小组 704 中小区的定位类似于上面讨论的小区小组 703 中小区的定位，即，行和列相邻小区的对面小区的极化不相同。此外，并且优选对于小区 620、660、630 和 670，行相邻小区的对面小区的极化不同，如图 7 所示。

上面已经讨论了在 4 个小区小组中小区的定位和排列方式，应指出，在小区小组 703 和 702 中小区之间存在关系，而且在小区小组 704 和 701 中小区之间也存在关系。参考图 7 中的小区小组 703 和 702，可以看到在每个小区小组中出现相同的 4 个小区类型，而且在每个小区小组中小区的排列方式相同，即在小区小组 703 中小区 650 与小区小组 702 中的小区 650S 是相同的小区类型。然而，在反向扇区对之间已经交换了每个小区的频率/极化指配。然而，对于小区小组 703 中的小区 650 来说，右上和左下扇区为第一频率/极化组合，在小区小组 702 中小区 650S 的左上和右下扇区出现相同的第一频率/极化组合。对于小组 703 和 702 中的每个小区情况也是这样。观察这种关系的另一方式是小区小组 702 中的小区已经从小区小组 703 中的小区方向旋转 90° 。同样地，小区小组 704 和 701 中的小区以相同方式相关。

改变小区小组 703/702 和 704/701 之间的小区的方向的原因是使同一小区类型的小区的扇区之间的共道干扰最小。如果，例如，小区 650S 与小区 650 为同一方向，则小区 650 的对面扇区 650A 和小区 650S 的扇区 650SC 将工作在具有相同极化的相同频率上。如果小区半径指定为“R”，则小区 650 和 650S 的集线器之间的距离为 $4R\sqrt{2}$ ，这个距离不足以防止共道干扰。对反向扇区交换频率/极化有助于克服集线器之间距离不足的问题。利用图 7 的频率再用方案，对面扇区工作于相同频率/极化的集线器之间的距离为 $8R\sqrt{2}$ ，这是上一例子距离的 2 倍。上述用于 4×4 直线格栅 710 的模式可以在水平和垂直方向上重复，以便为大于格栅 710 的区域提供覆盖。如图 7 所

示，重复小区的行和列以示意水平和垂直可重复性的观点。应理解的是，本发明并不局限于图 7 所示的特定数量的小区，也不局限于特定的小区类型指配或扇区方向。可以认为，利用上述概念的可重复直线格栅都在本专利的范围之内。

现在转到图 9，描绘一种不同的小区描述，在此称为“移位和挤压 (shift and squish)”模式。从图 7 中可看出，直线格栅 710 的可重复模式使得在小区之间出现一个相当大的静区。位移和挤压模式 910 能消除大部分的这种隙间静区。如同采用直线格栅 710 一样，位移和挤压模式 910 包含两个均为 8 小区类型的 16 个小区。在移位和挤压模式 910 的下两行小区，类似于直线格栅模式 710 中的下两行小区，由图 6B 所示的一个 8 小区类型构成。同样，在移位和挤压模式 910 中的上两行小区也由与下两行相同的一个 8 小区类型的另一集合构成，类似于在直线格栅模式 710 中上两行小区由与下两行相同的一个 8 小区类型的另一集合构成。然而，与直线格栅 710 不同的是，移位和挤压模式 910 的上两行小区与移位和挤压模式 910 内的下两行小区的不是以相同的相对方向排列。例如，小区 901-904 以从左至右的顺序排列为 901/902/903/904，而对应的小区 901S-904S 从左至右排列为 904S/901S/902S/903S。在格栅 910 的其他两行中的小区也保持相同关系。另外，对应小区类型的小区中两对反向扇区的频率/极化指配也被交换。

移位和挤压模式 910 如图 9 所示可重复。该模式中 16 个小区的排列方式使得没有一个小区在任何一个方向与同一小区类型中的两个小区正切相邻。由于这种模式如图 9 所示可重复，因此这种关系有效。

在移位和挤压模式 910 中具有工作于相同频率/极化的对面扇区的小区，如小区 901 和 911 的集线器之间的间隔接近 10R，这是在直线格栅 710 中具有工作于相同频率/极化的对面扇区的集线器之间距离的大约 88%。小区 901 和 911 的集线器之间的距离应足以防止共道干扰。

现在参考图 10，描绘另一种多小区频率再用模式的一部分。这种 16 小区 4×4 直线格栅 1010 由 4 个 2×2 小组，1001-1004 构成。参考图 10 的方向，16 小区格栅 1010 在垂直和水平方向上可重复，以便能覆盖面积大于格栅 1010 的一个实例所覆盖的区域。格栅 1010 中小区的排列类似于图 7 中格栅 710 的小区，以便每个小区占据一个唯一的行和列位置，而且行和列相邻小区正切，但在对角线上相邻的小区不正切。

图 11A 描绘了用于每频信两极化可用的通信系统的 8 个可用频道集合 1100，其类似于图 6A 中的频率集合 600。在集合 1100 的 16 个频率/极化自由度中，描绘了 8 个频率/极化自由度的集合 1103 和另外 8 个频率/极化自由度集合 1104。在图 10 的频率再用模式中使用自由度集合 1103。自由度集合 1104 不必填充图 10 的频率再用模式的小区，其保留用于将来可能的用途，这将在下面进行描述。

图 11B 示意了在图 10 的频率再用模式直线格栅 1010 中使用的 8 个小区类型。如图 11B 所示，每 8 个小区类型的一个特定小区的每个扇区相对该小区的其他扇区工作于唯一的频率/极化指配。对每个小区类型来说，有一对相邻扇区工作于第一极化，而另一对相邻扇区工作于两种可能极化中的第二极化。以小区 1110 为例，每个扇区 1110A-1110D 均工作于互不相同的频率/极化。由于采用图 11A 所示的 4 个频率和每频率两个可用极化，因此存在 8 个可用自由度。由于有下面讨论的限制，采用 8 个不同的小区类型来填充直线格栅 1010。

现在参考图 12，描绘位于图 10 的直线格栅 1010 中左下象限的 4 小区小组 1003。在小区小组 1003 中，4 个小区的每个小区都是上面讨论和在图 11B 中示意的 8 个小区类型中的唯一一个。另外，在 4 小区小组 1003 中，每个小区的对面扇区为相同频率/极化，而与该小区是行和列相邻还是对角线相邻无关。例如，如图 12 所示，对于所有 4 个小区的面向中心的扇区，1110D、1120C、1150B 和 1160A，都为相同的频率/极化指配。另外，小区 1110 的扇区 1110C 和小区

1150 的扇区 1150A 面对面，并且具有相同的频率/极化指配。对于下述扇区：1150D 和 1160C，1160B 和 1120D，以及 1110B 和 1120A，情形也相同。此外，在 4 小区小组 1003 中对角线相邻小区的反向扇区具有相同的频率/极化指配：扇区 1150C 和 1120B 以及扇区 1110A 和 1160D。这些频率/极化指配使得直线格栅 1110 的模式可重复，这从图 10 可看出，同时使共道和相邻信道干扰最小。

再次参考图 10，现在关注小区小组 1004，在小区小组 1004 中，4 个小区中的每个小区都是上面讨论和在图 11B 所示的 8 个小区类型中的唯一一个。另外，小区小组 1004 中每个小区的小区类型与在小区小组 1003 中使用的小区类型不同。换言之，在图 11B 描绘的 8 个小区类型中，其中 4 个小区类型用于小区小组 1003，而另外 4 个小区类型用于小区小组 1004。在小区小组 1004 中小区的定位类似于上面讨论的在小区小组 1003 中小区的定位：4 小区小组 1004 中每个小区的对面扇区具有相同频率/极化，而不管这个小区是行和列相邻还是对角线相邻。

上面已经讨论了在 4 小区小组中小区的定位和排列方式，应指出，在小区小组 1003 和 1002 的小区之间存在关系，而且在小区小组 1004 和 1001 的小区之间也存在关系。参考图 10 中的小区小组 1003 和 1002，可以看出在每个这些小区小组中均出现相同的 4 个小区类型，而且在每个小区小组中小区的排列方式和小区内的扇区定位都相同，即，小区小组 1003 中的小区 1150 与小区小组 1002 中的小区 1150S 为相同小区类型。同样，小区小组 1004 和 1001 中的小区以相同方式相关。

直线格栅 1010 也可在水平和垂直方向上重复，类似于直线格栅 710 的可重复性。应指出，在可重复模式内任何 2×2 格栅的 4 个小区的向内扇区具有相同的频率/极化指配。这种排列方式使得这些向内扇区同步，这已经在上面进行了充分描述。

具有相同频率/极化指配但非相邻对面扇区的任何两个对面扇区之间的距离为 $6R\sqrt{2}$ 。这个距离应足以防止在具有相同频率/极化指配

的非相邻对面扇区之间出现共道干扰。如果存在共道干扰，也可同步具有干扰的非相邻对面扇区的两组 4 小区以避免共道干扰问题。

参考图 13，示意类似于图 10 的直线格栅 1010 的直线格栅 1310。然而，格栅 1310 包含这些扇区的扇区覆盖，在此称为重叠扇区。为此，系统的容量不足以支持这些扇区内的用户需求。所增加的扇区覆盖表示在存在覆盖的小区的集线器处增加的天线和对应电路。增加的扇区覆盖通常不是对重叠扇区的简单替换。增加的覆盖工作不同于重叠扇区的频率上，但具有相同极化。这种配置使得能共用在重叠和覆盖扇区之间的保护或冗余设备。覆盖扇区的大小通常等于或小于重叠扇区的大小。如图 13 所示，重叠扇区为 45° 扇区，但本发明的系统和方法并不局限于 45° 扇区。另外，图 13 示意了添加到 4 个小区 1-4 的每个扇区的其中一个的覆盖扇区 1390，这仅仅是覆盖扇区的一种使用例子。本发明的系统和方法并不局限于添加覆盖扇区到 4 个对面扇区小组中，而是可根据用户的需要添加或多或少覆盖扇区。为 4 个相邻小区的 4 个对面扇区都添加覆盖扇区使得，添加的 4 个覆盖扇区能以类似于 4 个基础重叠扇区的同步方式同步。自然地，也可添加和同步少于 4 个覆盖扇区。

尽管已经详细描述了本发明及其优点，但应理解的是，在此可进行各种变化、替换和修改而不偏离所附权利要求书定义的本发明的精神和范围。此外，本申请的范围并不局限于在此说明书中描述的过程、机械、产品、材料成分、装置、方法和步骤。本领域的技术人员从本发明的说明书中将理解，根据本发明也可使用当前存在或今后将开发的能执行与在此描述的对应实施例基本上相同功能或实现基本上相同结果的过程、机械、产品、材料成分、装置、方法或步骤。因此，所附权利要求书在其范围内包含这些过程、机械、产品、材料成分、装置、方法或步骤。

图1

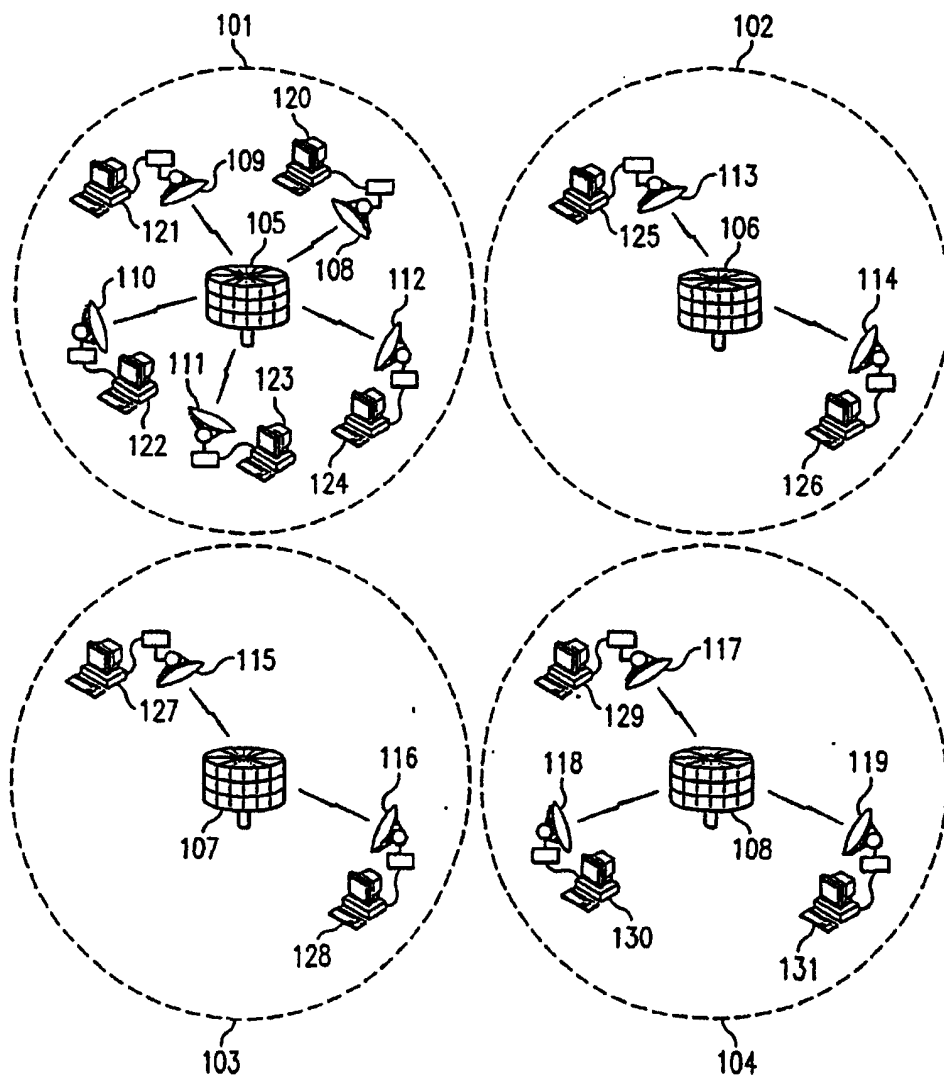


图 2A

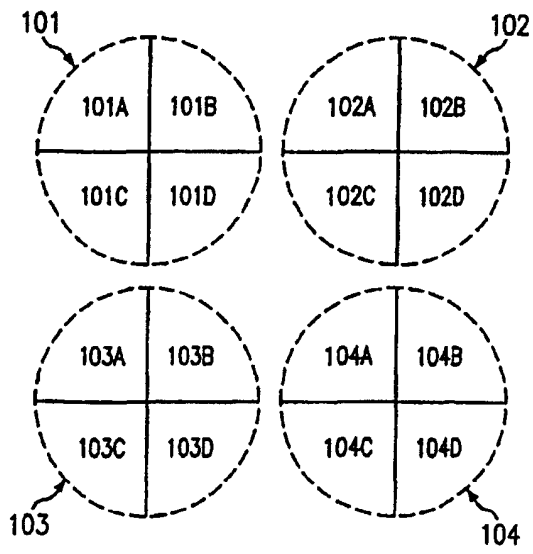


图 2B

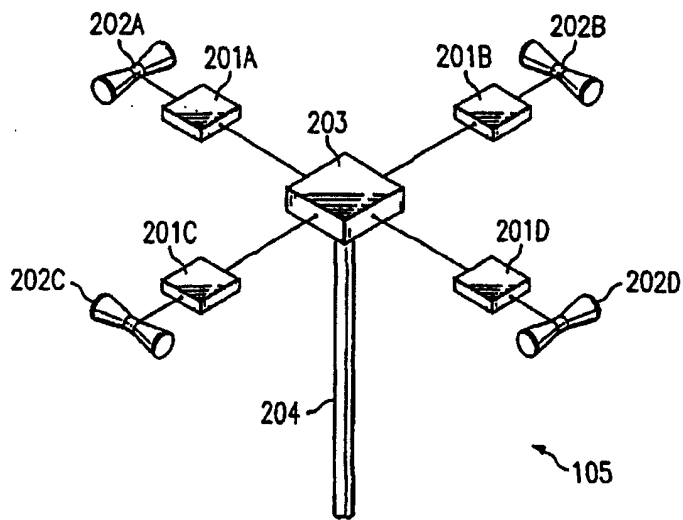
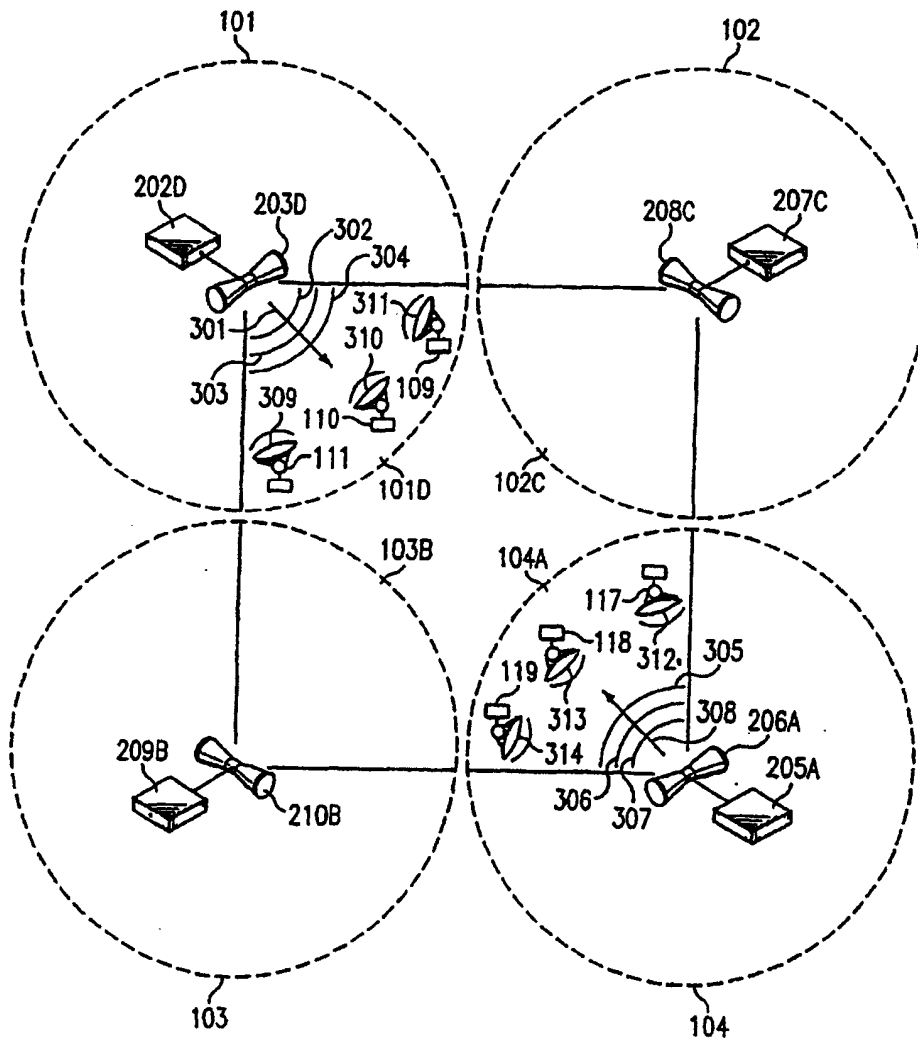


图 3



在带宽调度202D的发射和接收帧定时

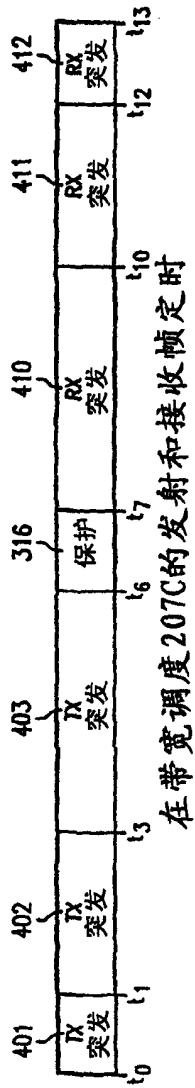


图4A

在带宽调度207C的发射和接收帧定时

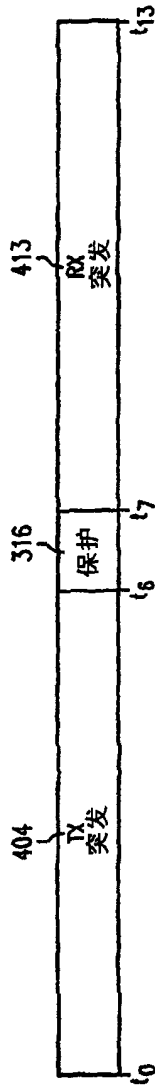


图4B

在带宽调度205A的发射和接收帧定时

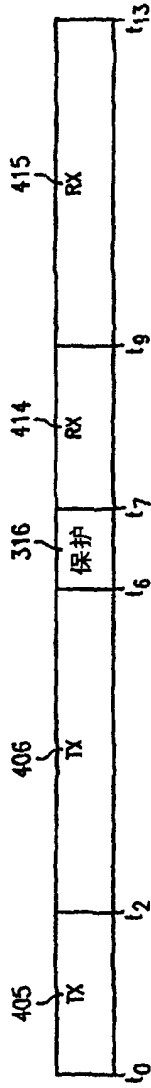


图4C

在带宽调度209B的发射和接收帧定时

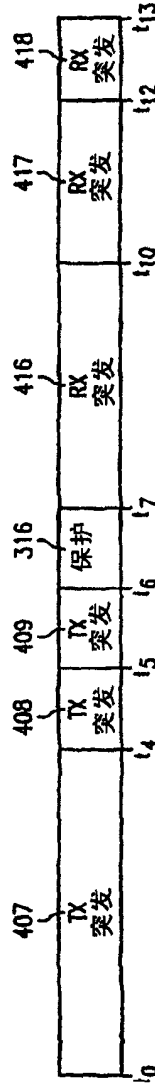
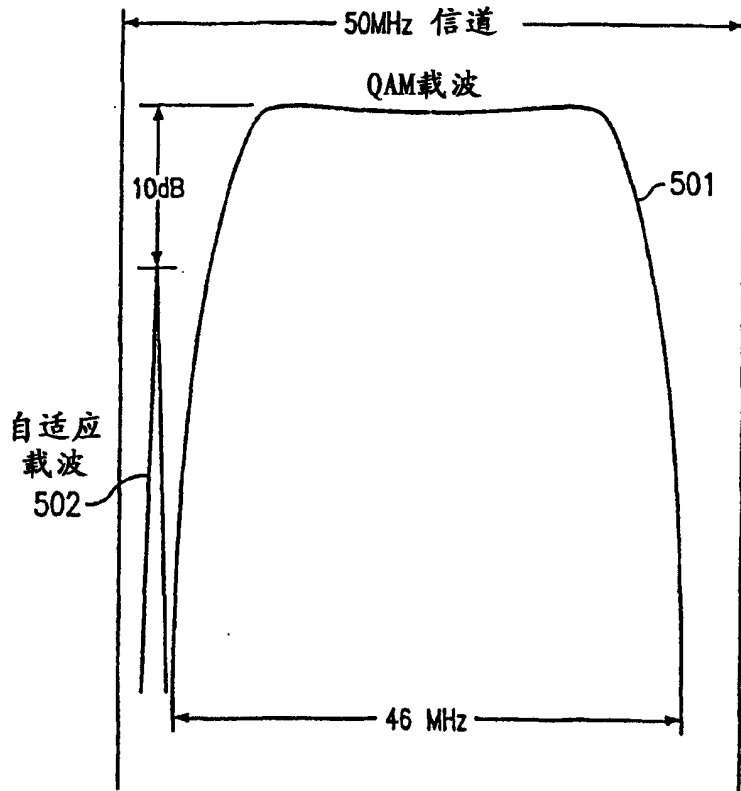


图4D

图5



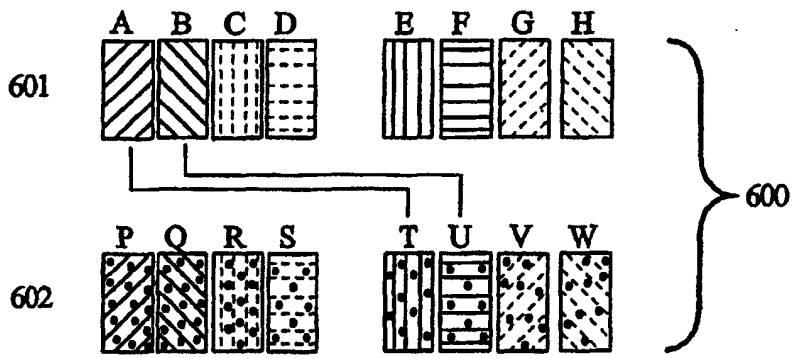


图 6A

图6B

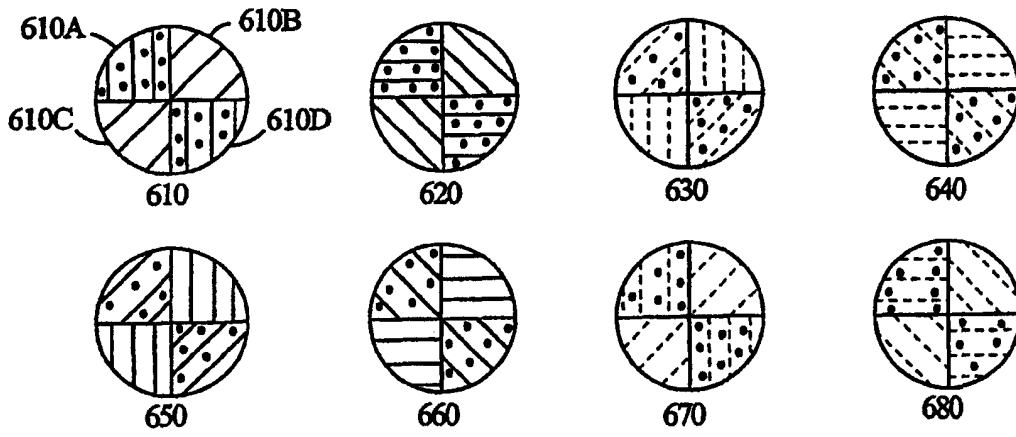


图7

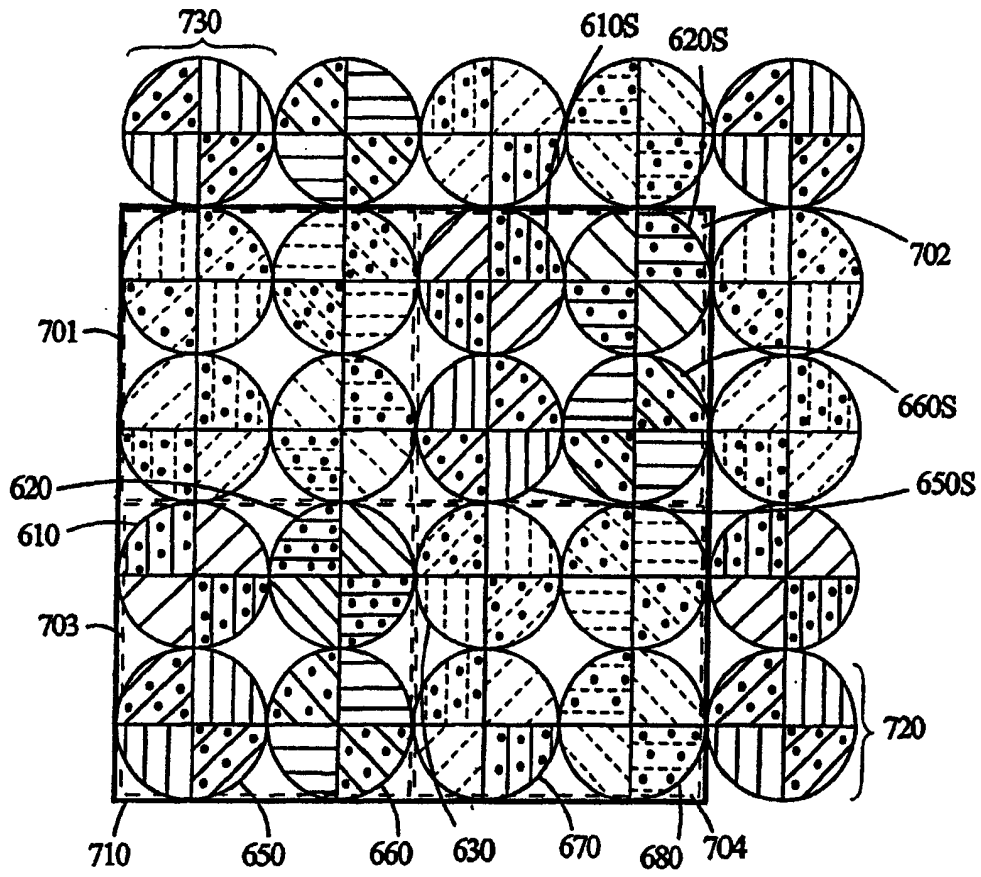


图 8

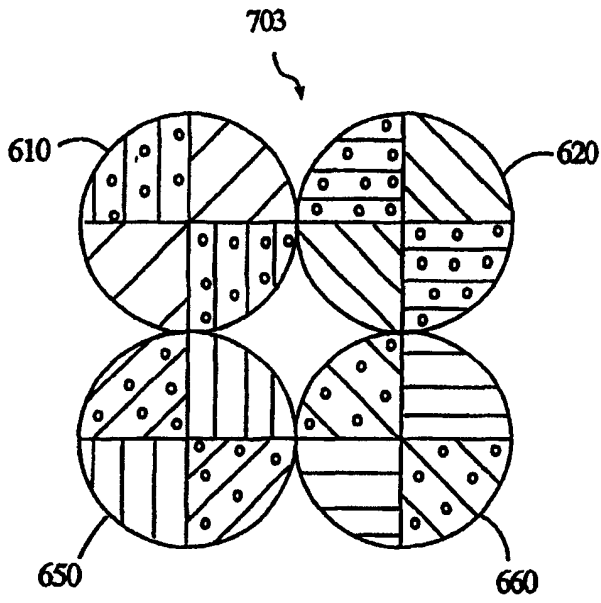


图9

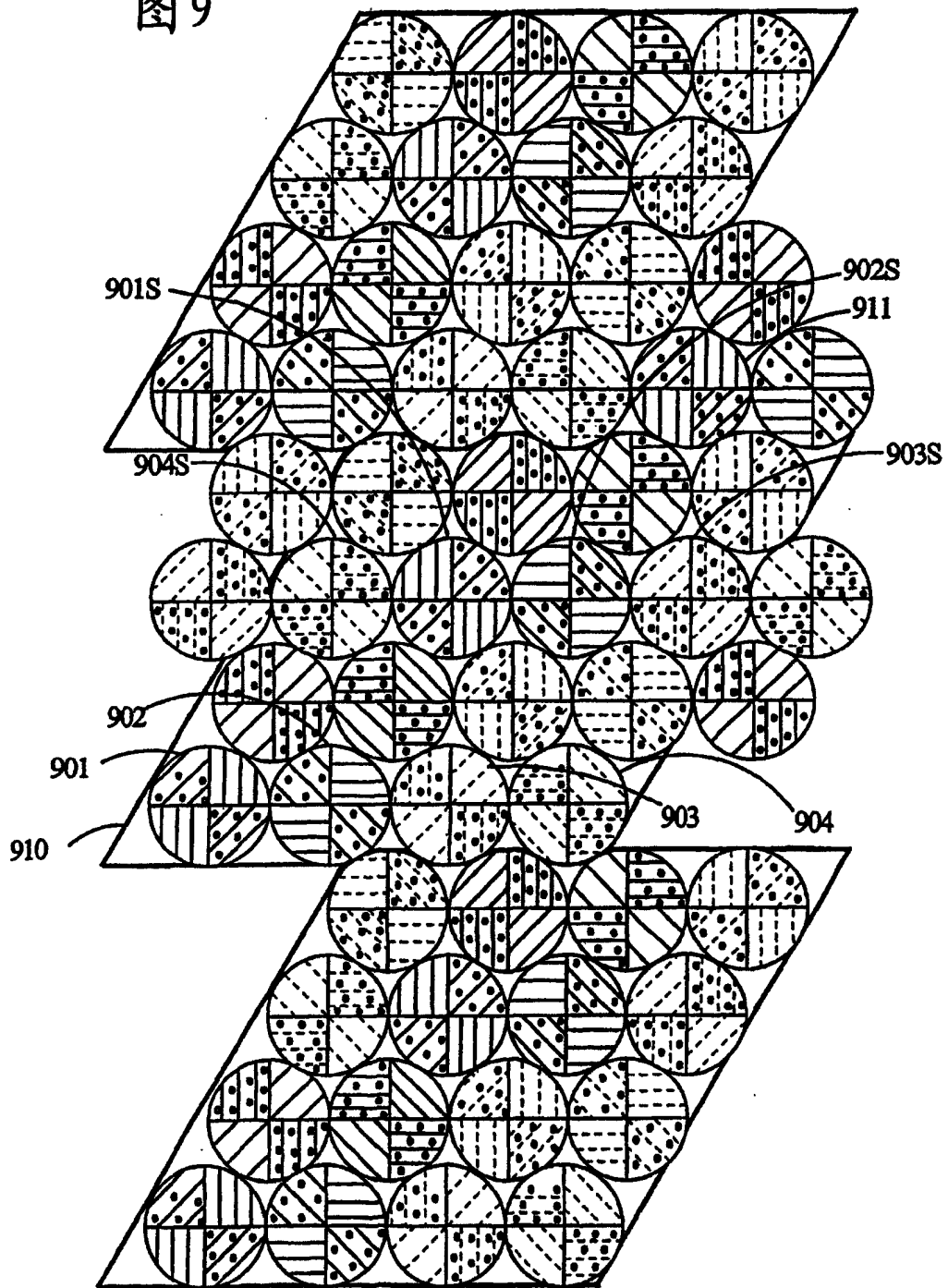


图 10

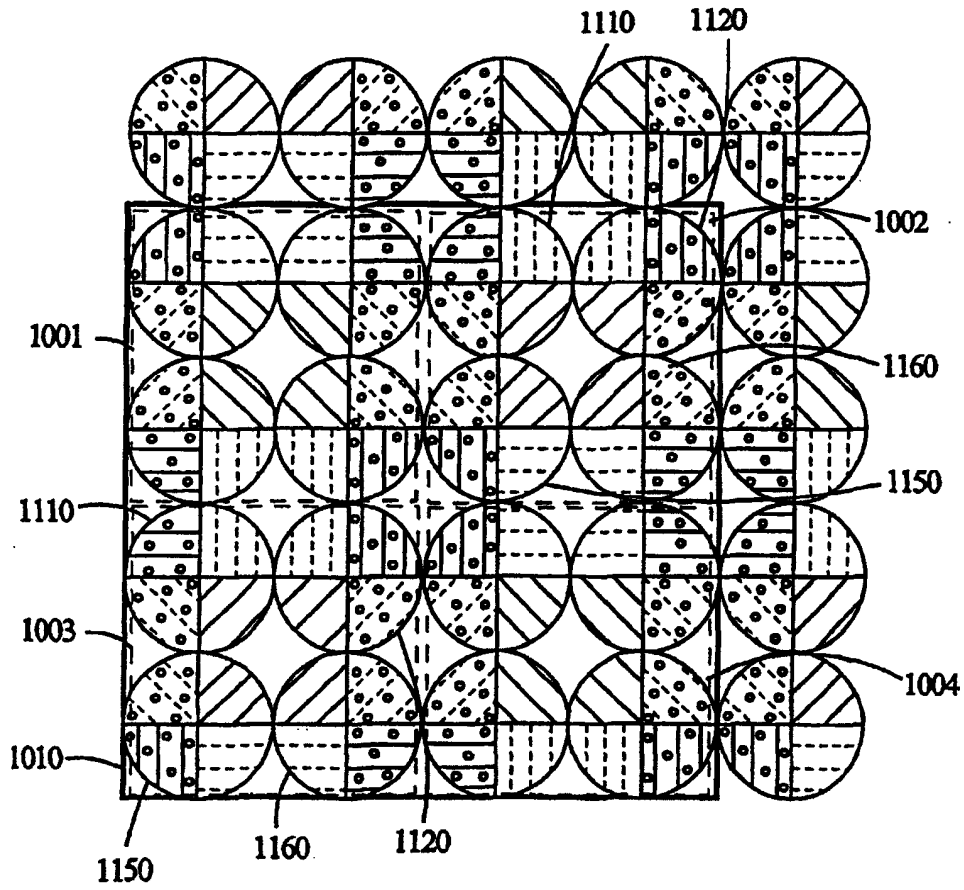


图 11B

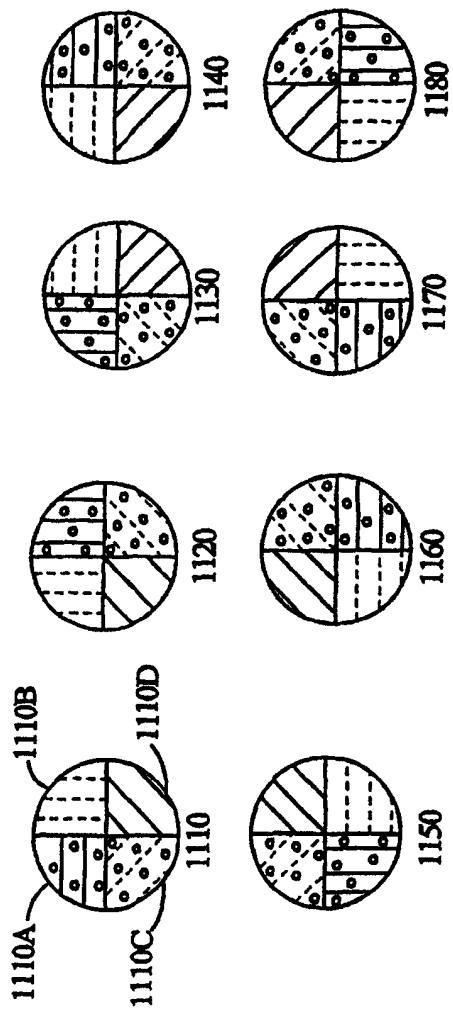


图 12

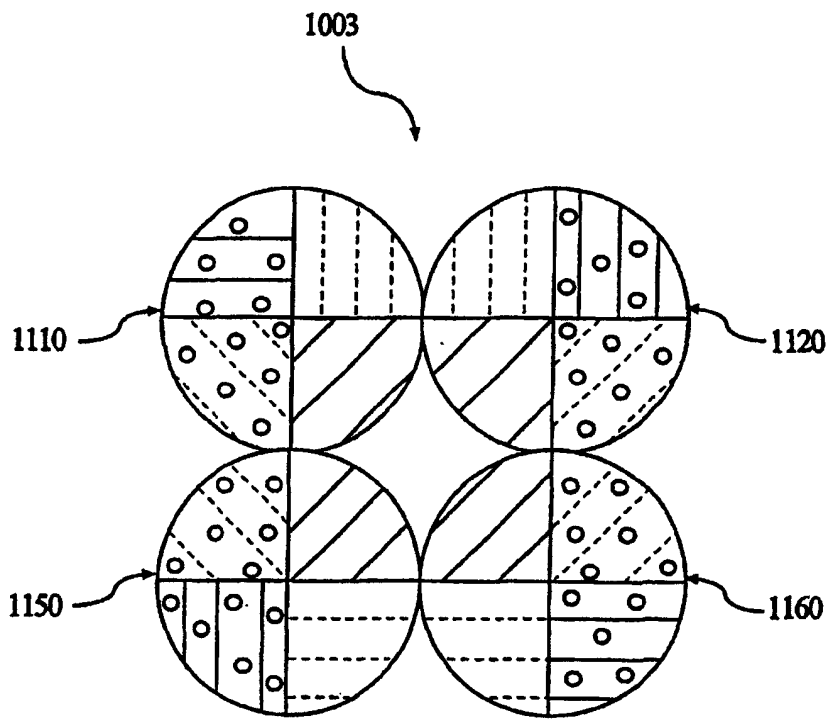


图13

