



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101682497 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 05

(21) 申请号 200880019214. 6

(22) 申请日 2008. 06. 09

(30) 优先权数据

60/942, 980 2007. 06. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 12. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/066347 2008. 06. 09

(87) PCT申请的公布数据

W02008/154506 EN 2008. 12. 18

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 D·P·马拉蒂

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 宋献涛 王英

(51) Int. Cl.

H04L 5/02 (2006. 01)

H04L 27/18 (2006. 01)

H04L 27/26 (2006. 01)

H04L 27/34 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006178755 A1, 2006. 08. 10, 摘要、说明书第 [0002], [0005], [0008]–[0009], [0025]–[0028], [0032]–[0080] 段。

WO 2005029737 A2, 2005. 03. 31, 说明书第 23 页第 10 行至第 31 页第 27 行。

WO 2004105337 A1, 2004. 12. 02, 摘要、说明书第 [0002], [0004], [0034]–[0038], [0042]–[0052] 段、附图 3。

CN 1612557 A, 2005. 05. 04, 全文。

Md. Jahangir Hossain 等. Multi-User Opportunistic Scheduling using Power Controlled Hierarchical Constellations. 《IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS》. 2007, 第 6 卷 (第 5 期), 1581–1586。

K. FAZEL 等. A Concept of Digital Terrestrial Television Broadcasting. 《Wireless Personal Communications》. 1995, 9–27。

审查员 池芳

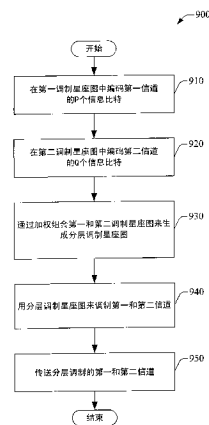
权利要求书3页 说明书16页 附图14页

(54) 发明名称

单载波频分多址中对通信信道的分层调制

(57) 摘要

本发明提供了以不同的错误率要求在单载波波形格式中同时发送第一和第二通信信道的系统和方法。将第一信道和第二信道独立编码，以形成针对第一和第二星座图的字符表。在传输之前，用通过对第一和第二星座图进行组合而生成的分层调制星座图来调制第一和第二信道的信息比特；为每个星座图分配可配置的权重（例如，“分层权重”），该权重以可配置的能量比率的形式来表示。这一能量比率确定了与第一和第二信道关联的比特的恢复能力。第一和第二星座图中的比特映射提供用于减轻分层星座图的每个象限中的错误率的冗余。可以通过独立编码加星座图组合这一相同原理来实现对多于两个信道的分层调制。



1. 一种用于无线通信系统中的方法,所述方法包括:

在第一调制星座图中编码第一通信信道的 P 个信息比特,其中 P 是正整数;

在第二调制星座图中编码第二通信信道的 Q 个信息比特,其中 Q 是正整数;

组合编码后的所述第一调制星座图和编码后的所述第二调制星座图,以生成分层调制星座图,其中,所述组合所述编码后的第一调制星座图和所述编码后的第二调制星座图包括:

配置一组权重,并且将所配置的一组权重中的第一权重分配给编码后的所述第一星座图,将所配置的一组权重中的第二权重分配给编码后的所述第二星座图,并且其中,通过可配置控制参数,所述第一权重和所述第二权重是可配置的,并且其中,所述可配置控制参数确定了所述第一通信信道的编码后的所述 P 个信息比特或所述第二通信信道的编码后的所述 Q 个信息比特中的至少一个的擦除率;

用所述分层调制星座图在同一组音调中调制所述第一通信信道和所述第二通信信道中的信息比特。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,配置一组权重的步骤还包括以下步骤:优化所述可配置控制参数,以确定所述第一通信信道和所述第二通信信道之间的相对擦除率,其中,所述相对擦除率优化了至少一个服务质量。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中,所述第一权重、所述第二权重和所述可配置控制参数满足以下条件: $\varepsilon = \frac{\alpha^2}{\beta^2}$,其中, α 表示所述第一权重, β 表示所述第二权重, ε 表示所述可配置控制参数。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其中,所述第一权重或所述第二权重中的一个等于 $\sqrt{\frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}}$ 。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第一通信信道是 ACK (确认) 信道或 NACK (否定确认) 信道中的一个,所述第二通信信道是 CQI (信道质量指示) 信道。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第一通信信道是 RI (秩指示) 信道或 PMI (预编码矩阵指示符信道) 中的一个,所述第二通信信道是 CQI (信道质量指示) 信道。

7. 如权利要求 1 所述的方法,还包括以下步骤:传送分层调制的所述第一通信信道和所述第二通信信道中的信息比特。

8. 如权利要求 1 所述的方法,还包括以下步骤:存储所配置的一组权重。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第一调制星座图或所述第二调制星座图是二相相移键控调制(BPSK)、四相相移键控(QPSK)调制、正交振幅调制(QAM)、M 级 QAM (M-QAM) 中的至少一个,其中, M 是正整数。

10. 一种用于无线通信系统中的装置,所述装置包括:

用于在第一调制星座图中编码第一通信信道的 P 个信息比特,以及在第二调制星座图中编码第二通信信道的 Q 个信息比特的模块,其中 P 和 Q 是正整数;

用于组合编码后的所述第一调制星座图和编码后的所述第二调制星座图,以生成分层调制星座图的模块,其中,所述组合所述编码后的第一调制星座图和所述编码后的第二调制星座图包括:配置一组权重,并且将所配置的一组权重中的第一权重分配给编码后的所

述第一星座图,将所配置的一组权重中的第二权重分配给编码后的所述第二星座图,并且其中,通过可配置控制参数,所述第一权重和所述第二权重是可配置的,并且其中,所述可配置控制参数确定了所述第一通信信道的编码后的所述 P 个信息比特或所述第二通信信道的编码后的所述 Q 个信息比特中的至少一个的擦除率;

用于用所述分层调制星座图在同一组音调中调制所述第一通信信道和所述第二通信信道中的信息比特的模块。

11. 如权利要求 10 所述的装置,其中,所述配置一组权重还包括:优化所述可配置控制参数,以确定所述第一通信信道和所述第二通信信道之间的相对擦除率,其中,所述相对擦除率优化了至少一个服务质量。

12. 如权利要求 11 所述的装置,其中,所述第一权重、所述第二权重和所述可配置控制参数满足以下条件: $\varepsilon = \frac{\alpha^2}{\beta^2}$,其中, α 表示所述第一权重, β 表示所述第二权重, ε 表示所述可配置控制参数。

13. 如权利要求 12 所述的装置,其中,所述第一权重或所述第二权重中的一个等于 $\sqrt{\frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}}$ 。

14. 如权利要求 10 所述的装置,其中,所述第一通信信道是 ACK(确认)信道或 NACK(否定确认)信道中的一个,所述第二通信信道是 CQI(信道质量指示)信道。

15. 如权利要求 10 所述的装置,还包括:用于传送分层调制的所述第一通信信道和所述第二通信信道中的信息比特的模块。

16. 如权利要求 10 所述的装置,其中,所述第一通信信道是 RI(秩指示)信道或 PMI(预编码矩阵指示符信道)中的一个,所述第二通信信道是 CQI(信道质量指示)信道。

17. 如权利要求 10 所述的装置,其中,所述第一调制星座图或所述第二调制星座图是二相相移键控调制(BPSK)、四相相移键控(QPSK)调制、正交振幅调制(QAM)、M 级 QAM(M-QAM)中的至少一个,其中,M 是正整数。

18. 如权利要求 10 所述的装置,还包括用于保存所配置的一组权重的模块。

19. 一种用于无线通信中的方法,所述方法包括以下步骤:

接收在组合层中分层调制的第一通信信道和第二通信信道中的信息比特,其中,所述组合层包括第一层和第二层,其中,所述组合层的分层调制星座图是第一星座图和第二星座图的组合,其中,所述组合是所述第一星座图和所述第二星座图的加权叠加,其中,通过可配置控制参数,分配给所述第一星座图的第一权重和分配给所述第二星座图的第二权重是可配置的,并且其中,所述可配置控制参数确定了所述第一通信信道的编码后的第一组信息比特或所述第二通信信道的编码后的第二组信息比特中的至少一个的擦除率;

解码所述第一层中的信息比特;

通过以下方式来解码所述第二层中的信息比特:在解码所述第一层之后串行解码,或与解码所述第一层同时并行解码。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其中,在解码所述第一层之后串行解码的步骤包括以下步骤:在解码所述第一层之后消除在所述第一层中解码的软符号。

21. 如权利要求 19 所述的方法,其中,所述解码所述第一层中的信息比特包括:对一组

分层星座图符号计算对数似然比。

22. 如权利要求 19 所述的方法,其中,所述在解码所述第一层之后串行解码所述第二层中的信息比特包括:对分层星座图符号的子集计算对数似然比。

23. 如权利要求 19 所述的方法,其中,所述第一通信信道是 ACK(确认)信道或 NACK(否定确认)信道中的一个。

24. 如权利要求 19 所述的方法,其中,所述第二通信信道是 CQI(信道质量指示)信道。

25. 一种用于无线通信中的装置,所述装置包括:

用于接收在组合层中分层调制的第一通信信道和第二通信信道中的信息比特的模块,其中,所述组合层包括第一层和第二层,其中,所述组合层的分层调制星座图是第一星座图和第二星座图的组合,其中,所述组合是所述第一星座图和所述第二星座图的加权叠加,其中,通过可配置控制参数,分配给所述第一星座图的第一权重和分配给所述第二星座图的第二权重是可配置的,并且其中,所述可配置控制参数确定了所述第一通信信道的编码后的第一组信息比特或所述第二通信信道的编码后的第二组信息比特中的至少一个的擦除率;

用于解码所述第一层中的信息比特的模块;

用于通过以下方式来解码所述第二层中的信息比特的模块:在解码所述第一层之后串行解码,或与解码所述第一层同时并行解码。

26. 如权利要求 25 所述的装置,其中,所述在解码所述第一层之后串行解码包括:在解码所述第一层之后消除在所述第一层中解码的软符号。

27. 如权利要求 25 所述的装置,其中,所述用于解码所述第一层中的信息比特的模块包括:用于对一组分层星座图符号计算对数似然比的模块。

28. 如权利要求 25 所述的装置,其中,所述在解码所述第一层之后串行解码所述第二层中的信息比特包括:对分层星座图符号的子集计算对数似然比。

29. 如权利要求 25 所述的装置,其中,所述第一通信信道是 ACK(确认)信道或 NACK(否定确认)信道中的一个。

30. 如权利要求 25 所述的装置,其中,所述第二通信信道是 CQI(信道质量指示)信道。

单载波频分多址中对通信信道的分层调制

[0001] 基于 35 U. S. C. § 119 要求优先权

[0002] 本专利申请要求于 2007 年 6 月 8 日递交的、名称为“HIERARCHICAL MODULATION BASED CONTROL CHANNEL FOR SC-FDMA”的美国临时申请 No. 60/942, 980 的优先权。将该申请的全部内容以引用方式明确地并入本申请。

技术领域

[0003] 概括地说, 下面的描述涉及无线通信, 具体地说, 涉及对同时通过单载波传送的多个通信信道的分层调制。

背景技术

[0004] 无线通信系统已经成为几乎无处不在的用于传输语音和数据(例如, 视频和音频流、文件传输、网页浏览等等)的方法。无线通信新兴市场的出现、日益增加的用户需求复杂度以及网络运营商之间的竞争已经驱使在用户设备和网络层面无线技术的巨大进步。这些进步相互协作地从计算单元的计算能力、处理能力和小型化的稳步发展中受益。

[0005] 为了提供诸如语音、数据等等之类的各种类型的通信内容, 广泛部署了无线通信系统。这些系统是能够通过共享可用的系统资源(例如, 带宽和发射功率, 其通常是有限的、受控制的和昂贵的资源)支持与多个用户通信的多址系统。这类多址系统的例子包括码分多址(CDMA)系统、时分多址(TDMA)系统、频分多址(FDMA)系统、正交频分多址(OFDMA)系统、空分多址(SDMA)系统。像第三代合作伙伴项目 2(3rd Generation Partnership Project 2) 超移动宽带(UMB)和第三代合作伙伴项目(3rd Generation Partnership Project) 长期演进(LTE)系统这样的第三代系统就使用一个或多个这样的多址规范。

[0006] 在高级的无线架构中, 多址规范已经能从多输入多输出的通信模式中受益, 其通过在服务接入终端或接收机中, 或者这两个设备中都有的多个收发机来实现无线通信。另外, 对业务和信令的复用一般依赖于频分复用(FDM), 并且在下行链路中与上行链路中是分别进行规定的, DL 利用多个载波进行通信, 上行链路采用单载波(SC)或单载波波形。SC-FDMA 提供 FDM 的基本上所有优点, 同时可以减轻峰均值比(PAPR)波动。这种解决方案是以一定程度上更复杂的对 UL 传输和信令信道的复用的为代价的: 信道要在连续的音调(tone)中或等距间隔的音调中复用, 这是因为系统要使用单载波波形来传输业务和控制。此外, 在具体环境下, 要求发送两个信道以便保持通信(例如语音或数据会话), 并同时保持用户所觉察的服务质量, 以确保在这种情况下通信是确实保持良好的; 用于 UL 传输的各种方法利用类似联合编码、对信息的时分复用、用多个 Zadoff-Chu 序列进行单独编码这样的技术。但是上述方法对于提供对同时传输多个信道这一问题的完整且有效的解决方法而言还相去甚远。

[0007] 因此, 需要一种用于利用 SC-FDMA 波形来传输多个通信信道的传输形式。

发明内容

[0008] 下面给出简要概述,以提供对所公开的实施例的一些方面的基本理解。该概述不是泛泛的概括,也不旨在标识关键或重要元件或者描述这些实施例的范围。其目的仅在于作为后文所提供的更详细描述의 序言,以简化形式提供所描述的实施例的一些概念。

[0009] 本发明提供用于以不同的错误率要求在单载波波形格式中同时发送多个通信信道的系统和方法。将第一信道和第二信道独立编码,以形成第一和第二星座图的字符表。在传输之前,用通过对第一和第二星座图进行组合而生成的分层调制星座图来调制第一信道的 P 个信息比特 (P 是正整数) 和第二信道的 Q 个比特 (Q 是正整数);为每个星座图分配可配置的权重(例如,“分层权重”),其以可配置的能量比率的形式来表示。这一能量比率确定了对与第一和第二信道关联的比特的恢复能力。第一和第二星座图中的比特映射提供用于减轻分层星座图的每个象限中的错误率的冗余。可以通过独立编码加星座图组合这一相同原理来实现对多于两个信道的分层调制。

[0010] 在本发明的一个方面,描述了一种用于无线通信系统中的方法,所述方法包括以下步骤:在第一调制星座图中编码第一通信信道的 P 个信息比特 (P 是正整数);在第二调制星座图中编码第二通信信道的 Q 个信息比特 (Q 是正整数);组合编码后的所述第一调制星座图和编码后的所述第二调制星座图以生成分层调制星座图;用所述分层调制星座图在同一组音调中调制所述第一通信信道和所述第二通信信道。

[0011] 在另一个方面,本发明描述了一种无线通信设备,其包括处理器,配置用于:在第一调制星座图中编码第一通信信道的 P 个信息比特 (P 是正整数);在第二调制星座图中编码第二通信信道的 Q 个信息比特 (Q 是正整数);将第一权重分配给编码后的所述第一星座图,将第二权重分配给编码后的所述第二星座图,以通过组合经加权的所述编码后的第一调制星座图和经加权的所述编码后的第二调制星座图来生成分层调制星座图;用所述分层调制星座图在同一组音调中调制所述第一通信信道和所述第二通信信道。所述无线通信设备还包括与所述处理器耦接的存储器。

[0012] 在另一个方面,本发明公开了一种运行在无线通信环境中的装置,所述装置包括:第一编码模块,其用于在第一调制星座图中编码第一通信信道的第一组信息比特;第二编码模块,其用于在第二调制星座图中编码第二通信信道的第二组信息比特;分配模块,其用于将第一权重分配给编码后的所述第一星座图,将第二权重分配给编码后的所述第二星座图,以通过组合经加权的编码后的所述第一星座图和经加权的编码后的所述第二星座图来生成分层调制星座图;调制模块,其用于用所述分层调制星座图在同一组音调中调制所述第一通信信道和所述第二通信信道;传送模块,其用于传送分层调制的所述第一通信信道和第二通信信道。

[0013] 在另一个方面,本发明描述了一种计算机程序产品,其包括计算机可读介质,所述计算机可读介质包括:第一编码代码,其用于使至少一个计算机在第一层调制星座图符号中编码第一通信信道的 P 个比特 (P 是正整数);第二编码代码,其用于使至少一个计算机在第二层调制星座图符号中编码第二通信信道的 Q 个比特 (Q 是正整数);生成代码,其用于使至少一个计算机通过对编码后的所述第一层调制星座图符号和编码后的所述第二层调制星座图的加权组合,来生成分层调制星座图符号;调制代码,其用于使至少一个计算机用一组分层调制星座图符号在同一组音调中调制所述第一通信信道和所述第二通信信道。

[0014] 在另一个方面,本发明描述了一种用于无线通信中的方法,所述方法包括以下步

骤：接收在组合层中分层调制的第一通信信道和第二通信信道，其中，所述组合层包括第一层和第二层；解码所述第一层；通过在解码所述第一层之后串行解码或与解码所述第一层同时并行解码中的至少一种来对解码所述第二层。

[0015] 在另一个方面，本发明描述了一种运行在无线通信系统中的装置，所述装置包括：第一解码模块，其用于对分层调制的第一通信信道和第二通信信道的第一层信息比特进行解码；第二解码模块，其用于在解码所述第一层之后串行解码第二层，其中，解码所述第二层包括用于消除在所述第一层中解码的软符号的模块。

[0016] 在另一个方面，本发明描述了一种运行在无线环境中的电子设备，所述电子设备包括处理器，其配置用于：对分层调制的第一通信信道和第二通信信道的第一层信息比特进行解码；在解码所述第一层之后串行解码第二层，其中，解码所述第二层包括用于消除在所述第一层中解码的软符号的模块。所述电子设备还包括与所述处理器耦接的存储器。

[0017] 在另一个方面，本发明描述了一种计算机程序产品，其包括计算机可读介质，所述计算机可读介质包括：接收代码，其用于使至少一个计算机接收在组合层中分层调制的第一通信信道和第二通信信道，其中，所述组合层包括第一层和第二层；第一解码代码，其用于使至少一个计算机解码所述第一层；第二解码代码，其用于使至少一个计算机通过在解码所述第一层之后串行解码或与解码所述第一层同时并行解码中的至少一种来解码所述第二层，其中，在解码所述第一层之后串行解码包括：在解码所述第一层之后消除软符号。

[0018] 为了实现前述和相关目的，所述一个或多个实施例包括后面充分描述并在权利要求书中具体指出的特征。以下的描述和附图具体阐述了某些示例性方面，并指示了可以采用这些实施例的原理的各种方法中的一些方法。在结合附图来考虑下面的具体描述时，其它优点和新颖特性会变得显而易见，并且所公开的实施例旨在包括所有这些方面及其等效物。

附图说明

[0019] 图 1 示出了根据本申请中描述的方面的示例多址无线通信系统，其中，具有多个天线的接入点同时与运行在 SIMO、SU-MIMO 和 MU-MIMO 模式中的各个接入终端进行通信。

[0020] 图 2 示出了与本发明中所描述的方面一致的，采用分层调制来传送一组控制信道的示例系统。

[0021] 图 3A 和 3B 示出了与本发明中所描述的方面一致的，对第一和第二信道的分层调制。

[0022] 图 4 示出了与本申请中描述的方面一致的，由两个 QPSK 星座图叠加而成的分层星座图 x ，其中，第一信道的信息比特映射在 2 比特的基础层上，第二信道的信息比特映射在 2 比特的增强层上。

[0023] 图 5A-5D 示出了由在 16QAM 星座图上叠加各种能量比率的 QPSK 星座图而形成的分层星座图。

[0024] 图 6 示出了与本申请中所描述的方面一致的，通过对第一和第二信道的 Gray 编码来提供分层的擦除 / 错误恢复能力的星座图。

[0025] 图 7 示出了 MIMO 运行方式中的发射机系统和接收机系统的示例实施例的框图。

[0026] 图 8 示出了示例 MU-MIMO 系统。

[0027] 图 9 示出了用于依照本申请中描述的方面来分层调制第一和第二组信道的示例方法的流程图。

[0028] 图 10 示出了用于依照本发明中描述的方面来配置一组分层权重的示例方法的流程图。

[0029] 图 11 示出了用于依照本申请中描述的方面对分层调制的第一和第二信道的信息比特进行解码的示例方法的流程图。

[0030] 图 12 示出了与本发明中描述的方面一致的,实现并利用分层调制的示例系统的框图。

[0031] 图 13 示出了与本发明中描述的方面一致的,实现对分层调制的信道进行解码的示例系统的框图。

具体实施方式

[0032] 现在参照附图来描述各个实施例,其中用相同的附图标记来表示本文中相同的元件。在下面的描述中,为便于解释,给出了大量具体细节,以便提供对一个或多个实施例的全面理解。然而,很明显,也可以不用这些具体细节来实现所述实施例。在其它例子中,以方框图形式示出公知结构和设备,以便于描述一个或多个实施例。

[0033] 如本申请中所用的,“组件”、“模块”、“系统”和类似的术语意在指与计算机相关的实体,例如硬件、固件、硬件和软件的组合、软件或执行中的软件。举例而言,组件可以是但并不限于是:处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行程序、执行的线程、程序和/或计算机。作为举例说明,计算设备上运行的应用和计算设备都可以是组件。一个或多个组件可以位于执行中的进程和/或线程中,组件可以位于一个计算机中和/或分布于两个或多个计算机中。另外,可以从其上存储有各种数据结构的各种计算机可读介质中执行这些组件。这些组件可以诸如依照包含一个或多个数据分组的信号的方式通过本地和/或远程进程进行通信(例如,来自一个组件的数据,该组件以信号的方式与本地系统、分布式系统和/或通过诸如互联网之类的网络与其它系统中的另一个组件进行交互)。

[0034] 此外,术语“或”意为包含性的“或”而不是排除性的“或”。也就是说,除非另有说明或从上下文中明确得知,否则用语“X 采用 A 或 B”意为任何的自然的包含性排列。也就是说,下面情况中的任何一个都满足用语“X 采用 A 或 B”,即:X 采用 A;X 采用 B;或 X 采用 A 和 B。另外,本申请中和所附权利要求中所用的冠词“a”和“an”,除非另有说明或从上下文中明确特指单数形式,否则一般用作“一个或多个”的意思。

[0035] 本申请中结合无线终端描述了各种实施例。无线终端指的是向用户提供语音和/或数据连接的设备。无线终端可以与例如膝上型计算机或桌面型计算机之类的计算设备连接,或者其可以是例如个人数字助理(PDA)之类的自包含式设备。无线终端还可以叫做系统、无线设备、用户单元、用户站、移动站、移动终端、远程站、接入终端、远程终端、用户终端、用户代理、用户装置、用户定制设备、用户设备、蜂窝电话、个人通信服务(PCS)电话、无绳电话、会话发起协议(SIP)电话、无线本地环路(WLL)站、具有无线连接能力的手持式设备或其它与无线调制解调器连接的处理设备。

[0036] 基站指的是在接入网中在空中接口上通过一个或多个扇区与无线终端进行通信的设备。基站可以通过将接收到的空中接口帧转换为 IP 分组的方式,作为无线终端和接

入网的剩余部分（其可以包括 IP 网络）之间的路由器。基站还协调对空中接口属性的管理。基站可以用于与移动设备进行通信，其也可以称为接入点、节点 B (Node B)、演进型节点 B (eNodeB) 或某种其它术语。

[0037] 如下面更详细讨论的，公开了有助于以不同的错误率要求在单载波波形格式中同时发送多个通信信道的系统和方法。第一信道和第二信道是独立编码的，以便形成第一和第二星座图的字符表。在传输之前，用通过将第一和第二星座图的组合而生成的分层调制星座图来调制第一信道的 P 个信息比特 (P 是正整数) 和第二信道的 Q 个比特 (Q 是正整数)；给每个星座图分配可配置的权重（例如，“分层权重”），该权重可以用可配置的能量比率的形式来表示。能量比率确定了对与第一和第二信道关联的比特的恢复能力。第一和第二星座图中的比特映射提供了冗余，以便减轻分层星座图的每个象限内的错误率。可以通过独立编码加星座图组合这一相同原理来实现对多于两个信道的分层调制。

[0038] 参照附图，图 1 示出了依照本申请中公开的方面的多址无线通信系统 100，其中，具有多个天线 113-128 的接入点 110 同时调度运行在 SIMO、SU-MIMO 和 MU-MIMO 模式中的各个移动终端，并与这些移动终端进行通信。运行模式是动态的：接入点 110 可以重新安排每个终端 130-160 和 170_1-170_6 的运行模式。从这点来看，图 1 示出了终端和天线之间的通信链路的瞬时图 (snapshot)。如图所示，这些终端可以是固定的或移动的，并且分布在整个小区 180 中。如本领域中所通常使用的，取决于术语“小区”所用于的语境，该术语可以指基站 110 和 / 或 其的覆盖地理区域 180。另外，终端（例如，130-160 和 170_1-170_6 ）可以在任何给定时刻与任何数目的基站（例如，所示的接入点 110）通信或不与任何基站通信。应该注意的是，终端 130 有单个天线并且因此基本上一直运行在 SIMO 模式中。

[0039] 一般而言，接入点 110 拥有 $N_t \geq 1$ 个发射天线。在多个天线组中示出接入点 110 (AP) 中的天线，其中，一组包括 113 和 128，另一组包括 116 和 119，另外一组包括 122 和 125。在图 1 中，虽然针对每个天线组示出了两个天线，但是可以将更多或更少的天线用于每个天线组。在图 1 中示出的瞬时图中，接入终端 130 (AT) 用天线 125 和 122 进行 SIMO 通信，其中，天线 125 和 122 通过前向链路 135_{FL} 向接入终端 130 发送信息并通过反向链路 135_{RL} 从接入终端 130 接收信息。每个移动终端 140、150 和 160 在 SU-MIMO 模式中与天线 119 和 116 进行通信。在每个终端 140、150 和 160 与天线 119 和 116 之间形成了 MIMO 信道，从而得出了不同的 FL 145_{FL} 、 155_{FL} 、 165_{FL} 和不同的 RL 145_{RL} 、 155_{RL} 、 165_{RL} 。另外，在图 1 的瞬时图中，在 MU-MIMO 中调度了终端 170_1-170_6 的组 185，在组 185 中的终端和接入点 110 中的天线 128 和 113 之间形成了多个 MIMO 信道。前向链路 175_{FL} 和反向链路 175_{RL} 表明多个 FL 和 RL 存在于终端 170_1-170_6 和基站 110 之间。

[0040] 在一个方面，例如 LTE 和 WiMAX 这样的系统可以在频分双工 (FDD) 通信和时分双工 (TDD) 通信中都采用 MIMO 操作。在 FDD 通信中，链路 $135_{RL}-175_{RL}$ 采用与各个链路 $135_{FL}-175_{FL}$ 的不同频带。在 TDD 通信中，链路 $135_{RL}-175_{RL}$ 和 $135_{FL}-175_{FL}$ 利用相同的频率资源；但是，这些资源是在时间上在前向链路和反向链路通信之间共享的。

[0041] 在另一个方面，系统 100 可以采用一种或多种多址方案，例如 CDMA、SDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、单载波 FDMA (SC-FDMA)、空分多址 (SDMA) 和 / 或其它合适的多址方案。TDMA 利用时分复用 (TDM)，其中，通过在不同时间间隔进行发送将不同终端 130-160 和 170_1-170_6 的传输正交化。FDMA 利用频分复用 (FDM)，其中，通过在不同的频率子载波中进行发送将不同

终端 $130-160$ 和 170_1-170_6 的传输正交化。在一个例子中, TDMA 和 FDMA 系统还使用码分复用 (CDM), 其中, 通过使用不同的正交码 (例如, Walsh-Hadamard 码、多相码、Kasami 码) 将多个终端 (例如, $130-160$ 和 170_1-170_6) 的传输正交化, 即使它们是在相同的时间间隔或频率子载波中发送的。OFDMA 利用正交频分复用 (OFDM), 而 SC-FDMA 利用单载波 FDM。OFDM 和 SC-FDM 可以将系统带宽划分为多个正交的子载波 (例如, 音调 (tone)、频段 (bin), ...), 每个子载波可以用数据进行调制。典型地, 将调制符号在频域内用 OFDM 来发送, 在时域内用 SC-FDM 来发送。另外和 / 或作为替换, 可以将系统带宽划分为一个或多个频率载波, 每个载波包含一个或多个子载波。虽然本申请中描述的对 SIMO、SU-MIMO 和 MU-MIMO 用户的导频设计和调度总体上是针对 OFDMA 系统来描述的, 但是, 应该理解的是, 本申请中公开的技术可以类似地应用于任何以多址方式运行的无线通信系统。

[0042] 在另一个方面中, 系统 100 中的基站 110 和终端 120 可以使用一个或多个数据信道来传输数据, 并使用一个或多个控制信道来传输信令。可以将系统 100 所用的数据信道分配给激活的终端 120, 这样, 在任意给定时间, 每个数据信道只由一个终端来使用。或者, 可以将数据信道分配给多个终端 120, 这些终端可以是在数据信道上相互重叠的或正交调度的。为了节省系统资源, 系统 100 所用的控制信道还可以通过使用例如码分复用在多个终端 120 之间共享。在一个例子中, 相比于对应的控制信道, 只在频率和时间上正交复用的数据信道 (例如, 不使用 CDM 进行复用的数据信道) 受到由信道状况和接收机非理想性导致的正交化损失的影响更小。

[0043] 每组天线和 / 或其被设计进行通信的区域通常称为接入点的扇区。扇区可以是如图 1 中所示的整个小区 180, 或较小的区域。典型地, 在实现扇区化时, 小区 (例如, 180) 包括由单个接入点 (例如, 110) 覆盖的一些扇区 (未示出)。应该理解的是, 本申请中公开的各个方面可以用于具有扇区化的和 / 或非扇区化的小区的系统中。并且, 应该理解的是, 任何具有任何数目的扇区化和 / 或非扇区化的小区的合适的无线通信网络都落在所附权利要求的范围内。为了简单, 本申请中所用的术语“基站”指的是为扇区服务的基站和为小区服务的基站。虽然为了简单, 在下面的描述所一般涉及系统中, 每个终端与一个服务接入点 (例如, 110) 通信, 但是, 还应该理解的是, 终端可以与基本上任何数目的服务接入点进行通信。

[0044] 在通过前向链路 $135_{FL}-175_{FL}$ 进行的通信中, 接入点 110 的发射天线利用波束成形 (例如, 以实现 SDMA 通信) 以便提高不同接入终端 $130-160$ 和 170_1-170_6 的前向链路的信噪比。并且, 相比于接入点通过单个天线向其所有接入终端进行发送, 利用波束成形对随机分布在其覆盖区域内的接入终端进行发送的接入点对相邻小区中的接入点造成的干扰较小。

[0045] 需要注意的是, 基站 110 可以通过回程网络与为小区 180 所处的蜂窝网络中其它小区 (未示出) 提供服务的其它基站 (未示出) 进行通信。这样的通信是通过蜂窝网络干线实现的点对点通信, 它采用 T- 载波 / E- 载波链路 (例如, T1/E1 线路) 和基于分组的互联网协议 (IP)。

[0046] 图 2 示出了采用分层调制以传送一组物理层信道的示例系统 200。信道可以是业务信道或控制信道 (例如, 信道质量指示 (CQI)、秩指示 (RI)、确认 / 否定确认 (ACK/NACK)、预编码矩阵指示符 (PMI))。不同的信道 (传输或控制信道) 一般用不同的格式来传送。这些格式通常根据运行模式而包括不同的所传送的比特, 例如, LTE 中的 ACK 在 SIMO 中传送 1

比特的信息,而在 SU-MIMO 模式中传送 2 比特的信息,CQI 在 SIMO 中传送 5 比特的信息,在 SDMA 和 SU-MIMO 中传送 8 比特的信息。对于 LTE,还应该理解的是,在业务或控制信道的上行链路通信中,是使用单载波 FDMA 波形进行通信的。

[0047] 在示例系统 210 中,提供了新颖的分层调制。分层调制实现将不同信道(例如,CHJ 228 和 CHK 232)在单载波 FDMA 格式中进行同时传输。至少为了这一目的,分层调制组件 214 依照调制星座图 x 来调制一组像信道 J(CHJ) 228 和信道 K(CHK) 232 这样的控制信道,该调制星座图 x 是星座图 x_B 和 x_E 的分层叠加:

$$[0048] \quad x = \alpha_B x_B + \alpha_E x_E \quad \text{公式 (1)}$$

[0049] 其中, α_B 和 α_E 是分层星座图 x 的分层权重,并且满足 $\alpha_B^2 + \alpha_E^2 = 1$ 。星座图 x_B 和 x_E 的层级是由分层权重的相对量值来确定的,这一相对量值可以通过如下定义的“能量比率” ε 来确定:

$$[0050] \quad \varepsilon = \frac{\alpha_B^2}{\alpha_E^2} \quad \text{公式 (2)}$$

[0051] 分层权重可以如下用能量比率 ε 的形式来表示。

$$[0052] \quad \begin{cases} \alpha_B = \sqrt{\frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}} \\ \alpha_E = \sqrt{\frac{1}{1+\varepsilon}} \end{cases} \quad \text{公式 (3)}$$

[0053] 首要分层权重,如公式 (3) 中定义的,确定为编码提供更强保护的星座图,而与另一权重关联的星座图则提供较弱的保护。应该理解的是,本申请中的术语“保护”指的是减少擦除。通过较小的 ($O(1)$) 能量比率可以实现近似均衡的错误率。

[0054] 分层调制组件 214 依赖于映射组件 215 以便将与 CHJ 228 和 CHK 232 关联的信息比特分别映射到星座图 x_A 和 x_B 。下面示出了这种结构(参见图 3A)。另外,分层调制组件 214 包括复用 (MUX) 组件 216, MUX 组件 216 用于在一组(由节点 B 240)许可的音调中(例如,在 LTE 中,这组音调可以是一个或多个资源块 (RB) 的等分片段,每个 RB 包括一个 OFDM 符号中的 12 个子载波)将一组分层星座图 c 中的点复用,这些点包括信道 CHJ228 和 CHK 232 的信息比特。

[0055] 分层调制组件 214 用于传送信道 CHJ 228 和 CHK 232 的复用后的分层调制符号。

[0056] 可以将一组星座图 x (x_A 和 x_B) 存储在星座图存储器 226 中。应该理解的是,星座图存储器 226 也可以是存储器 222 的一部分。星座图 x_B 和 x_E 分别拥有字符表 A_B 和 A_E , 这些字符表包括用于提供对 $\log_2 N_\lambda$ 个比特 ($\lambda = B, E$) 进行编码的码字 N_B 和 N_E 。需要注意的是,星座图 x_λ 可以是基本上任何的星座图,并且不需要与其中另一个参与分层星座图 x 的星座图相同;例如,星座图 x_λ 可以是与二相相移键控调制 (BPSK)、四相相移键控调制 (QPSK)、正交振幅调制 (QAM)、M 级 QAM (M-QAM) 等等关联的星座图。需要注意的是,取决于在示例系统 200 中用于通信的无线通信技术(例如, LTE、UMB),一组指定的调制方式以及因此所得出的星座图是可用的。例如,在 LTE 中, QPSK、16-QAM 或 64-QAM 可用于对物理上行链路控制信道 (PUCCH) 的调制。

[0057] 在一个方面,配置组件 222 能够对能量比率或分层权重 224 进行调整,以便针对 CHJ 228 和 CHK 232 建立指定的擦除/错误率。例如,可以针对每一个终端来调整能量比率,

这包括：(i) 针对每一个流；例如语音、视频和音乐流之类所执行的具体应用对延迟和抖动比较敏感，因此要对能量比率 ϵ 进行配置以保证减轻延迟和抖动；(ii) 针对每一个设备的运行模式，例如 SISO、SIMO、SU-MIMO 和 MU-MIMO。在一个方面，配置组件能够在接收到具体的信令 225（例如，E 个比特的码字，其中 E 是正整数，这种具体的指令包括对调整 ϵ 、调度许可、其它扇区干扰指示、切换请求、上行链路信号强度等等的明确指示）之后，对能量比率或分层权重 224 进行调整。接收到的数据 225 的具体特性也能够触发对能量比率或分层权重 224 的调整；例如，接收到的数据分组、分组格式的统计数据等等。

[0058] 应该理解的是，T 级分层（例如，T 个分层调制的控制信道，其中 T 是大于 2 的正整数）在本发明的范围内。虽然 T 级分层可能引入额外的计算和信令复杂度，但是，对 T 个信道的分层调制能够提供各种好处。例如，可以作为对具有不同服务质量约束或分组格式的不同流的响应，而传送多个 ACK/NACK 信道。

[0059] 在示例系统 200 中，分层调制组件 210 位于接入终端 210 中，但是，应该理解的是，分层调制组件 210 可以基本上位于任何用于传送控制信道的发射机内。

[0060] 由节点 B 240 接收分层调制的信道。检测组件 214 对接收到的分级调制的在基础层进行编码的 CHJ 228 和在增强层进行编码的 CHK 232 进行解码。基础层解码可以通过计算分层星座图中用于进行调制的所有码字或星座点的对数似然比 (LLR) 来进行。增强层解码可以与基础层解码串行或并行地实现。对增强层的串行解码需要：(i) 检测基础层并从软符号中消除解码后的基础层，以及 (ii) 计算增强层星座图码字的 LLR。应该理解的是，在串行解码中，更健壮的信道（例如，低错误率）会被先解码；也就是说，在基础层中进行编码的信道会被先解码。由于分层解码，一旦解码出基本层的信息比特，则直接提取出星座图象限信息。并行解码则依赖于对分层星座图中所有码字的 LLR 进行计算。

[0061] 检测组件 244 所采用的检测机制可以包括：极大似然 (ML) 估计器、最小均方均衡器 (MMSE)、迫零 (ZF) 滤波器或最大比组合 (MRC) 滤波器。这些检测组件还可以并入串行干扰消除 (SIC) 组件。此外，检测组件 244 可以执行对接收到的数据流的串行到并行分解、循环前缀移除和逆 / 正傅里叶 (Fourier) 变换和 / 或哈达曼 (Hadamard) 变换，以便提取接收到的符号。

[0062] 应该理解的是，可以串行地或并行地对 M 级分层（例如，M 个分层调制的控制信道，其中，M 是大于 2 的正整数）进行解码。需要注意的是，处理器 252 用于执行上述操作的至少一部分，例如与检测组件 244 的功能和操作相关联的计算和逻辑。

[0063] 除了检测组件 244，节点 B 240 包括配置组件 248，配置组件 248 能够建立分层权重 224 并在数据或控制通信 258 中传送该权重或对它的指示（例如，L 个比特的码字，其中，与接入终端 210 中的查询表结合使用该码字，以便设置分层权重）。配置组件 248 可以至少部分地根据服务质量 (QoS)（例如，针对 CHJ 228 和 CHK 232 的指定的擦除 / 错误率）来调整分层权重 224。例如，应该理解的是，为了保持诸如用户同意的服务之类的 QoS 度量，像 CQI 和 ACK 这样的控制信道中的错误率是关键；这些 QoS 度量例如：保证比特率 (GBR)、平均比特率 (ABR) 和最小比特率 (MINBR)；误块率 (BLER)、误分组率 (PER)、误比特率 (BER)；峰值数据速率 (PDR)。需要注意的是，配置组件 248 可以针对每一个用户来调整分层权重 224，这是因为不同的用户可以有权使用不同的速率等级；例如，企业用户可以有权使用更严格的 QoS 以保证指定的 GBR 而不是 MINBR。配置组件 248 还可以针对每一个流来配置分

层权重 224, 其中, 用户所执行的不同应用是在不同的协定速率中实现服务的, 并且因此保证了不同的质量、恢复能力或控制完整性 (CQI 和 ACK 中的错误率)。例如, 语音通信、电子商务或无线银行非常依赖准确的 CQI 和 ACK, 反之, 诸如网络浏览或文件传输这样的应用则可以容忍 CQI 和 ACK 之间明显的质量 (例如, 擦除率) 不对称。

[0064] 配置组件能够依照移动站的运行模式的变化来配置能量比率或分层权重。例如, 作为对移动站运行模式 (例如, SISO、SIMO、SU-MIMO 或 MU-MIMO) 的排定的变化的响应, 配置组件 248 可以调整分层权重 224, 或传送对其进行调整的指示。这些运行模式以及其所提供的容量, 依赖于访问服务终端处的信道状态信息 (例如, CQI 和 ACK, 其反映了信道强度状况和分组传输效率) 的程度明显不同。

[0065] 此外, 用户设备一般拥有一组指定的技术性能, 例如: 天线数目、多模式 (例如, 多系统带宽运行; 多电信技术 (例如 WCDMA、HSDPA); 或例如 GPS 的电信服务) 或单模式芯片组、电池资源 (例如, 很长的放电特性时间、太阳能辅助, ...) 等等, 在并行控制信道 (例如, CQI 或 ACK/NACK) 的可用性和生成方面, 这些技术性能可以实现显著不同的运行性能。例如, 生成并传输高度质量不对称的 CHJ 228/CHK 232 会导致额外的开销或不可保证的电池效率; 因此, 配置组件可以通过分层权重 224 来优化 CHJ 228 和 CHK 232 的相对质量。

[0066] 在一个方面, 在示例系统 200 中, 配置组件 217 和 248 依赖于智能组件 (未示出) 以便依照上面所描述的方面来自动查找、适应或优化能量比率或分层权重 224。为了这个目的以及关于本申请中其它部分中与本发明的其它功能关联的自适应或优化的目的, 术语“智能”指的是能够根据现有的关于系统的信息, 对系统的当前或未来状态进行推理或得出结论的能力 (例如, 推断)。人工智能可以用于确定具体的环境或动作, 或在没有人工干预的前提下生成系统指定状态的概率分布。人工智能依赖于应用先进的数学算法 - 例如, 判决树、神经网络、回归分析、诸如主要成分分析这样的聚类分析、像小波分解这样的频谱分析、遗传算法, 以及对无线通信系统 (例如, 服务小区 180) 中的一组可用数据 (信息) 的加强学习。

[0067] 具体来讲, 为了完成上述各个自动化方面和关于本文中所描述的本发明的其它自动化方面, 智能组件 (未示出) 可以采用多种方法中的一种方法, 根据数据进行学习, 然后根据所构造的模型来得出推论, 这些模型例如, 隐式马尔可夫模型 (HMM) 和相关的原型依赖模型, 诸如贝叶斯网络 (例如, 利用贝叶斯模型评分或逼近通过结构搜索所产生的) 之类的更一般化的概率图形模型、线性分类器 (例如, 支持向量机 (SVM))、非线性分类器 (例如, 称为“神经网络”方法、模糊逻辑方法的方法), 以及其它用于执行数据融合的方法等。

[0068] 应该理解的是, 在示例系统 200 中, 检测组件 244 位于节点 B 210 中, 但是这一检测组件也可以位于基本上任何运行在无线环境中并且接收控制信令的接收机中。

[0069] 需要注意的是, 处理器 252 和 218 分别用于执行例如计算之类的功能动作的至少一部分, 其中这些功能是实现本申请中所描述的节点 B 240 中基本上任何组件和接入终端 210 的功能所需要的。存储器 256 和 222 能够保存数据结构、代码指令、算法等等, 上述这些可以分别由处理器 225 和 218 在授予节点 B 240 或接入终端 210 其功能时采用。

[0070] 图 3A 和 3B 示出了对信道 CHJ 228 和 CHK 232 的分层调制。图 3A 是分别包括 P 个信息比特的基础层 310 和包括 Q 个信息比特的增强层 320 的示意图。对基础层和增强层中的比特是独立进行编码的。对 P+Q 个比特的调制基于分层星座图 c 330, 分层星座图 c 330

包括两个星座图,即:有 2^Q 个码字的一个星座图 x_B 336 和有 2^P 个码字的第二星座图 x_E 338。从信息比特到 x 330 的字符表的映射是依照基础层和增强层来执行的,其中,首先的 P 个在码字或星座点中调制的比特对应于第一信道 CHJ 228,尾部的 Q 个比特则对应于第二信道 CHK 232。

[0071] 图 3B 的示意图示出了分层权重 α_B 358 和 α_E 362。如上所述,分层权重定义了能量比率 $\varepsilon = \frac{\alpha_B^2}{\alpha_E^2}$ 354,能量比率 354 确定了 x_B 336 和 x_E 338 之间两级分层的量级。更大的

的分层权重向与携带该较大权重的星座图关联的调制信息比特给予更大程度的保护。为了对保护进行补充,以如下方式进行分层的比特映射:将基础层中的比特映射到星座码字中的首先 P 个比特,而将增强层中的比特映射到剩余的 Q 个比特。

[0072] 图 4 示出了示例分层星座图 x ,其是两个 QPSK 星座的叠加, x 中的比特映射是根据将 2 个信息比特映射到基础层 310 并将 2 个信息比特映射到增强层 320 得到的。第一星座图 x_B 410 和第二星座图 x_E 420 分别映射与 CHJ228(例如,ACK 信道)和 CHK 232(例如,CQI 信道)关联的 2 个信息比特。得出的分层星座图 c 430 中的每个象限与基础层中相同的一对信息比特相关联,例如第一象限 ($I, Q > 0$) 中的“00”,反之,每个象限中不同的星座点携带增强层中不同的一对信息比特。需要注意的是,星座图 410 和 420 是独立编码的,并且不管 x_B 410 和 x_E 420 之间的能量比率如何,这种编码都保持不变。相对于增强层中的信息比特,每个象限中基础层比特的冗余提供了增加的相对保护。

[0073] 图 5A 到 5D 示出了分层星座图 $\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$,这些分层星座图分别是对能量比率 $\{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4\}$ 的 QPSK 星座图的叠加。作为参考,还结合每个 x_μ ($\mu = 1, \dots, 4$) 示出了 16-QAM 星座图。随着能量比率的增加,分层星座图 x_μ 显示出了更明显的码字或星座点的集群(cluster)。因此,能够充分减轻用不同集群中的码字进行编码的与基础层(例如,CHJ 228)关联的比特中的通信错误,反之,增强层(例如,CHK 232)中的比特错误率则会增加。对能量比率进行调整提供了一种用于调整基础层比特的指定擦除率的机制;但是,这种对基础层保护的调整是以增强层比特的错误率为代价而达到的。因此,可以根据各种通信状况进行折衷,以保证映射到基础层的信道和映射到增强层的信道的指定擦除率。如图 5A 中所示,分层星座图 x_1 ($\varepsilon = 4$) 几乎与 16QAM 相同。但是,从分层星座图 x_1 500 的一致特性来看,基础层比特是分层星座图的码字中前面的编码信息比特,每个象限中的码字始终传送基础层的相同信息比特,因此基础层相比其的增强层的对应部分有稍强一些的恢复能力。图 5B 显示出能量比率从 $\varepsilon = 4$ 增加到 $\varepsilon = 9$ 所得出的 x_2 525,其清楚地显示出每个象限中四个码字的聚集分组。聚集(clustering)增加了与不同基础层信息比特关联的星座点之间的差别,因此,以增强层信息比特的恢复能力为代价对基础层提供了明显更强的保护,而增强层的信息比特则被映射到相同象限中的码字上。图 5C 示出了 x_3 550 中每个象限中更明显的聚集,其中, x_3 550 是通过能量比率 $\varepsilon = 19$ 定义的; x_3 550 以对增强层比特更少的保护为代价,对基础层比特提供了更强的保护。图 5D 示出了 x_4 575 中的星座点的更明显的聚集, x_4 575 是用 $\varepsilon = 25$ 进行叠加得到的,聚集进一步以增强层比特的恢复能力为代价来提高基础层信息比特的完整性。

[0074] 图 6 示出了,作为分层叠加的代替的或除了分层叠加以外的,通过 Gray 编码来提供擦除/错误恢复能力的星座图。应该理解的是,通过简化为使用单个星座图或字符表,使

用 16-QAM 的 Gray 映射降低了复杂度。如上所述,具有 Gray 映射的 16-QAM 是具有 Gray 编码的准- x_1 (例如, $\epsilon = 4$) 分层星座图,其中,信息比特映射依赖于最高位比特 (MSB) 和最低位比特 (LSB) 之间的区别。应该理解的是,提供给第一信道 (例如, CHJ 228) 和第二信道 (例如, CHK 232) 的保护是基本上相同的。

[0075] 图 7 是多输入多输出 (MIMO) 系统中的发射机系统 710 (例如节点 B240) 和接收机系统 750 (例如,接入终端 210) 的实施例的框图 700,该 MIMO 系统可以依照本申请中提出的多个方面来提供无线通信环境中的小区/扇区通信。在发射机系统 710 处,从数据源 712 向发送 (TX) 数据处理器 714 提供多个数据流的业务数据。在一个实施例中,每个数据流通过相应的发射天线进行发送。TX 数据处理器 714 根据为每个数据流所选择的特定编码方案,对业务数据流进行格式化、编码和交织,以便提供编码数据。可以用 OFDM 技术将每个数据流的编码数据与导频数据进行复用。典型地,导频数据是以已知方式进行处理已知数据模式,并且可在接收机系统处被用于估计信道响应。根据为每个数据流选择的特定调制方案 (例如,二相相移键控 (BPSK),四相相移键控 (QPSK),M 相相移键控 (M-PSK),M 级正交振幅调制 (M-QAM) 等),对数据流的复用后的导频和编码数据进行调制 (例如,符号映射),以提供调制符号。可以利用由处理器 730 执行的指令,来确定每个数据流的数据速率、编码和调制,可以将这些指令和数据存储在存储器 732 中。

[0076] 将所有数据流的调制符号提供到 TX MIMO 处理器 720, TX MIMO 处理器 720 可以进一步处理调制符号 (例如,针对 OFDM)。然后, TX MIMO 处理器 720 向 N_T 个收发机 (TMTR/RCVR) 722_A 到 722_T 提供 N_T 个调制符号流。在某些实施例中, TX MIMO 处理器 720 对数据流的符号和要发送该符号的天线施加波束成形权重 (或预编码)。每个收发机 722 分别接收并处理符号流,以提供一个或多个模拟信号,并进一步调整 (例如,放大、滤波和上变频) 模拟信号,以提供适合于通过 MIMO 信道传输的调制信号。将来自收发机 722_A 到 722_T 的 N_T 个调制信号分别从 N_T 个天线 724₁ 到 724_T 发送出去。在接收机系统 750 处,所发送的调制信号由 N_R 个天线 752₁ 到 752_R 进行接收,将从每个天线 752 接收的信号分别提供给各自的收发机 (RCVR/TMTR) 754_A 到 754_R。每个收发机 754₁-754_R 调整 (例如,滤波、放大和下变频) 相应的接收信号,将调整后的信号进行数字化以提供采样,并进一步处理这些采样以提供相应的“接收”符号流。

[0077] 然后, RX 数据处理器 760 从 N_R 个收发机 754₁-754_R 接收 N_R 个符号流,并根据特定的接收机处理方法对接收到符号流进行处理,以提供 N_T 个“检出”符号流。RX 数据处理器 760 对每个检出符号流进行解调、解交织和解码,以恢复每个数据流的业务数据。RX 数据处理器 760 的处理过程与在发射机系统 710 处的 TX MIMO 处理器 720 和 TX 数据处理器 714 所执行的处理过程互补。处理器 770 周期性地确定要采用哪个预编码矩阵,可以将这种矩阵存储在存储器 772 中。处理器 770 还产生包括矩阵索引部分和秩值部分的反向链路消息。存储器 772 可以存储由处理器 770 执行的用于产生该反向链路消息的指令。反向链路消息可以包括关于通信链路或所接收的数据流,或这二者的组合的各种类型的信息。例如,这种信息可以包括信道质量指示、用于调整被调度的资源的偏移量和用于链路 (或信道) 估计的探测参考信号。然后,该反向链路消息由 TX 数据处理器 738 处理 (该处理器还从数据源 736 接收多个数据流的业务数据),由调制器 780 调制,由收发机 754_A 到 754_R 调整,并发送回发射机系统 710。应该理解的是,该上行链路消息可以包括多个同时发送的信道,这种情

况至少部分地由依照本申请中前面所描述的方面运行的分层调制组件 781 来处理。

[0078] 在发射机系统 710 处,来自接收机系统 750 的调制信号由天线 724_1-724_T 接收,由收发机 722_A-722_T 调整,由解调器 740 解调,并由 RX 数据处理器 742 处理,以提取接收机系统 750 所发送的反向链路消息。然后,处理器 730 处理该提取出的消息,以确定将哪个预编码矩阵用于确定波束成形权重。

[0079] 当接收机 750 可以被动态地调度以运行于 SIMO、SU-MIMO 和 MU-MIMO 中时,在单载波波形中同时发送两个信道时可以批准不同的分层调制。作为对操作的调度模式中的变化的响应,可以实现对与分层星座图关联的分层权重的调整。接下来,将描述这些运行模式中的通信。需要注意的是,在 SIMO 模式中,将接收机 ($N_R = 1$) 处的单个天线用于通信;因此,SIMO 运行可以解释为 SU-MIMO 的特殊情况。如图 7 中所示并且根据上面所描述的操作,单用户 MIMO 工作模式对应于单个接收机系统 750 与发射机系统 710 进行通信的情况。在这种系统中, N_T 个发射机 724_1-724_T (也称为 TX 天线) 和 N_R 个接收机 752_1-752_R (也称为 RX 天线) 组成用于无线通信的 MIMO 矩阵信道(例如,瑞利信道或高斯信道,其具有慢衰落或快衰落)。如上所述,SU-MIMO 信道一般通过随机复数矩阵 $N_R \times N_T$ 来描述。信道的秩等于 $N_R \times N_T$ 矩阵的代数秩,在空间-时间或空间-频率编码中,秩等于通过 SU-MIMO 信道发送的没有造成流间干扰的独立数据流(或层)的数目 $N_V \leq \min\{N_T, N_R\}$ 。

[0080] 在一个方面,在 SU-MIMO 模式中,在音调 (tone) ω 处利用 OFDM 来发送/接收的符号可以被建模为:

$$y(\omega) = \underline{H}(\omega)c(\omega) + n(\omega) \quad \text{公式 (4)}$$

[0082] 这里, $y(\omega)$ 是接收到的数据流并且是 $N_R \times 1$ 的向量, $\underline{H}(\omega)$ 是音调 ω 处的 $N_R \times N_T$ 的信道响应矩阵(例如,时变信道响应矩阵 $\underline{h}$ 的傅里叶变换), $c(\omega)$ 是 $N_T \times 1$ 的输出符号向量, $n(\omega)$ 是 $N_R \times 1$ 的噪声向量(例如,加性白高斯噪声)。预编码可以将 $N_V \times 1$ 的层向量转换为 $N_T \times 1$ 的预编码输出向量。 N_V 是发射机 710 所发送的数据流(层)的实际数目,并且 N_V 可以由发射机(例如,发射机 710、节点 B 250 或接入点 110)至少部分地根据由终端(例如,接收机 750)发出的调度请求中所报告的信道状况(例如,所报告的 CQI)和秩(例如,通过 RI)来进行调度。应该理解的是,在同时传送 CQI 和 RI 的实例中,分层调制可以用于保证每个信道有足够的报告质量(例如,错误率)。应该理解的是, $c(\omega)$ 是发射机所用的至少一种复用方案和至少一种预编码(或波束成形)方案的结果。另外,用功率增益矩阵与 $c(\omega)$ 进行卷积,该功率增益矩阵用于确定发射机 710 分配用于发送每个数据流 N_V 的功率量。应该明白的是,这种功率增益矩阵可以是一种分配给终端(例如,接入终端 220、接收机 750 或 UE 140)的资源,并且可以通过功率调整偏移量来对其进行控制。

[0083] 如上所述,根据一个方面,一组终端(例如,移动台 170_1-170_6) 的 MU-MIMO 运行在本发明的范围内。此外,被调度的 MU-MIMO 终端与 SU-MIMO 终端和 SIMO 终端联合运行。图 8 示出了示例性多用户 MIMO 系统 800,其中,用基本上与接收机 750 相同的接收机来代表的三个 AT 750_p 、 750_u 和 750_s 与代表节点 B 的发射机 710 进行通信。应该明白的是,系统 700 的运行代表了基本上任何组(例如,185)无线设备的运行,这些无线设备例如终端 170_1-170_6 ,其由位于服务接入点(例如,110 或 250)中的集中式调度器在服务小区中的 MU-MIMO 运行中进行调度。如上所述,发射机 710 有 N_T 个 TX 天线 724_1-724_T ,每个 AT 有多个 RX 天线,也就是,AT_p 有 N_p 个天线 752_1-752_p ,AP_u 有 N_u 个天线 752_1-752_u ,AP_s 有 N_s 个天线 752_1-752_s 。

终端和接入点之间的通信通过上行链路 815_p 、 815_u 和 815_s 来实现。类似地,下行链路 810_p 、 810_u 和 810_s 分别有助于节点 B 710 和终端 AT_p 、 AT_u 和 AT_s 之间的通信。另外,每个终端和基站之间的通信以如同图 8 中所示以及相应的描述基本相同的方式,通过基本相同的组件来实现。

[0084] 终端可以位于接入点 710 所服务的小区(例如,小区 180)中明显不同的位置,因此,每个用户设备 750_p 、 750_u 和 750_s 有其自己的 MIMO 矩阵信道 h_a 和响应矩阵 H_a ($a = P$ 、 U 和 S),而这些矩阵则有其自己的秩(例如,等价的奇异值分解结果)。由于基站 710 所服务的小区中存在多个用户,所以会出现小区内干扰。这种干扰会影响每个终端 750_p 、 750_u 和 750_s 所报告 CQI 和 ACK,以及基本上所有业务和控制信道。因此,节点 B 710 可以调整终端 750_p 、 750_u 和 750_s 所用的一组分层星座图,以便保证当同时传送时 CQI 和 ACK 报告有令人满意的准确性。

[0085] 虽然图 8 中示出了三个终端,但是应该明白的是,MU-MIMO 系统可以包括基本上任何数目的终端,下面用索引 k 来表示每个这样的终端。依照各个方面,每个接入终端 750_p 、 750_u 和 750_s 可以向节点 B 710 报告分层调制的 CQI 和 ACK。另外,每个这样的终端可以从用于通信的一组天线中的每个天线向节点 B 710 发送探测参考信号。节点 B 710 能够动态地在不同的运行模式中(例如,SU-MIMO 或 SIMO)重新调度每个终端 750_p 、 750_u 和 750_s 。

[0086] 在一个方面,在音调 ω 处,针对用户 K 的利用 OFDM 来发送/接收的符号可以被建模为:

$$[0087] \quad y_k(\omega) = \underline{H}_k(\omega)c_k(\omega) + \underline{H}_k(\omega) \sum' c_m(\omega) + n_k(\omega) \quad \text{公式 (5)}$$

[0088] 其中,上述符号的意思与公式 (1) 中相同。应该明白的是,由于多用户分集,所以用公式 (2) 的左侧中的第二项来建模用户 k 所接收到的信号中的其它用户干扰。上标 ($'$) 符号表示从总和中减去了发送符号向量 c_k 。级数中的项表示由用户 k 接收到的(通过其的信道响应 $\underline{H}_k$) 由发射机(例如,接入点 210)向小区中的其它用户发送的符号。

[0089] 从上文示出并描述的示例系统的角度,可以参照图 9、10 和 11 中的流程图,来更好地理解与本发明一致的一些方法。但是,为了使解释说明简单,以一系列方框的形式示出并描述了这些方法,需要理解和了解的是,本发明并不仅限于这方框的数目和顺序,这是因为一些方框可以以不同的顺序出现和/或与本申请中所示出和描述的其它方框同时出现。此外,在实现下文所描述的方法时,并不是所有示出的方框都是必需的。应该了解的是,与这些方框相关的功能可以由软件、硬件、上述两者的组合或任何其它合适的装置(例如,设备、系统、程序、组件...)来实现。另外,还应该了解的是,下文所公开的(以及本发明中的)方法可以保存在制造品中,以有助于向各种设备传输和传送这些方法。应该理解的是,本申请中描述的方法还可以用一系列相互关联的状态或事件的形式来代表,例如,在状态图中。另外,根据本申请中所描述的不同方法的至少一些部分的组合得出的方法可以用交互图或呼叫流程而不是流程图的方式来表示。

[0090] 图 9 示出了用于分层调制第一和第二组信道的示例方法 900 的流程图。在一个方面,示例方法 900 可以由无线环境中的在单载波波形中传输信息的发射机来使用,就像 LTE 移动站在上行链路中传送信息那样。应该明白的是,示例方法 900 可以用于基本上任何依靠频分复用的无线通信技术中,例如,超移动宽带(UMB)或微波接入全球互操作(WiMAX)。

[0091] 在动作 910 处,在第一调制星座图中编码第一信道的 P 个信息比特。第一信道可

以是数据信道 (PUSCH) 或控制信道 (PUCCH)。第一调制星座图可以是基本上任何调制星座图,包括 M 级 QAM 等。在动作 920 处,在第二调制星座图中编码第二通信信道的 Q 个信息比特。第二信道可以是数据信道 (PUSCH) 或控制信道 (PUCCH)。第二调制星座图可以是基本上任何调制星座图,包括 M 级 QAM 等。在动作 930 处,通过对第一和第二调制星座图进行加权组合来生成分层调制星座图。在一个方面,权重是由可配置的能量比率 ϵ 来确定的 (参见公式 (3) 和图 3A-3B)。能量比率至少部分地有助于确定对在加权组合后的调制星座图中编码的信息比特的擦除的相对程度。在动作 940 处,用分层调制星座图来调制第一和第二信道。在动作 950 处,传送分层调制后的第一和第二信道。在一个方面,在单载波中传送第一和第二信道。需要注意的是,通过分层调制星座图来调制第一和第二信道的信息比特确保了可以通过单载波来实现通信。

[0092] 图 10 示出了根据本申请中描述的本发明的方面来配置一组分层权重的示例方法的流程图。在动作 1010 处,配置一组分层权重 (例如, α_B 和 α_E) 或能量比率。这种配置可以针对每一个终端、每一个流或每一个用户来实现。分层权重可以至少部分地根据:(1) 例如 GBR、ABR、BER、PER、BLER 之类的 QoS 规范,以及通常用于确定调度优先级的业务处理优先级 (其一般由被服务移动站中的信道质量指示符来指示);(2) 用户设备的能力或运行模式。应该明白的是,其它资源、度量或参数也可以用于确定分层权重或能量比率。在一个方面,可以自发地和动态地调整对分层权重或能量比率的配置,以便响应前述的信息来源 (1) 或 (2) 的变化,例如所调度的设备的运行模式的变化;例如,移动站从 SIMO 运行切换到 MIMO 运行。在动作 1020 处,将所配置的一组分层权重中的第一个权重分配给第一编码星座图,将所配置的该组分层权重中的第二个权重分配给第二编码星座图。在动作 1030 处,保存一组配置的分层权重。在一个方面,分层权重可以保存在配置该分层权重的网络设备上的存储器中。在动作 1030 处,传送所配置的分层权重。

[0093] 图 11 示出了用于对分层调制的第一和第二信道的信息比特进行解码的示例方法的流程图。在动作 1110 处,接收在第一和第二层中进行分层调制的第一和第二信道 (参照图 3A 和 3B 示出的分层编码结构)。第一和第二信道可以是实现无线通信的系统中基本上任何的或控制信道。在动作 1120 处,对与第一信道的信息比特关联的第一层进行解码。需要注意的是,第一层不携带第二信道的信息比特。在动作 1130 处,对与第二信道中的信息比特关联的第二层进行解码。从对接收到的比特流的分层编码来看 (例如,第一和第二信道是分层调制的),对第二层的解码可以通过以下方式来实现:(i) 与第一层并行解码,例如,针对所有星座点来计算 LLR;或 (ii) 串行解码,其中,要利用对比特映射结构的了解:从增强层星座点中的软符号中消除来自基础层的解码比特,并计算 LLR。

[0094] 接下来,系统可以实现结合图 12 和 13 来描述的本发明的公开的方面。这些系统包括功能块,这些功能块代表处理器或电子机器、软件或它们的组合 (例如,固件) 实现的功能。

[0095] 图 12 示出了依照本发明所公开的方面实现并利用分层调制的示例系统 1200 的框图。系统 1200 可以至少部分地位于移动台 (例如,接入终端 210) 中。系统 1200 包括能够协同工作的电子组件的逻辑分组 1210。在本发明的一个方面中,逻辑分组 1210 包括:电子组件 1215,其用于在第一调制星座图中编码第一通信信道的第一组信息比特;电子组件 1225,其用于在第二调制星座图中编码第二通信信道的第二组信息比特;电子组件 1235,

其用于将第一个权重分配给编码后的第一星座图,将第二个权重分配给编码后的第二星座图,以通过对经加权的编码后的第一星座图和经加权的编码后的第二星座图进行组合来生成分层调制星座图。另外,系统 1200 包括:电子组件 1245,其用于用所述分层调制星座图在同一组音调中对第一通信信道和第二通信信道进行调制;电子组件 1255,其用于传送分层调制的所述第一通信信道和第二通信信道。

[0096] 系统 1200 还包括:存储器 1250,其用于保存用于执行与电子组件 1215、1225、1235、1245 和 1255 关联的功能的指令,以及在执行这些功能期间可能测量出的或计算出的数据。虽然示为在存储器 1260 之外,但是应该理解的是,一个或多个电子组件 1215、1225、1235、1245 和 1255 可以位于存储器 1260 之中。

[0097] 图 13 示出了依照本发明所描述的方面实现对分层调制的信道进行解码的示例系统 1300 的框图。系统 1300 可以至少部分地位于移动台(例如,接入终端 240)中。系统 1300 包括能够协同工作的电子组件的逻辑分组 1310。在本发明的一个方面中,逻辑分组 1310 包括:电子组件 1315,其用于对分层调制的第一通信信道和第二通信信道中的第一层信息比特进行解码;电子组件 1325,其用于在解码所述第一层之后,串行地解码第二层,其中,对所述第二层进行解码包括用于消除在第一层中所解码的软符号的模块。

[0098] 系统 1300 还包括:存储器 1330,其用于保存用于执行与电子组件 1315 和 1325 关联的功能的指令,以及在执行这些功能期间可能测量出的或计算出的数据。虽然示为在存储器 1330 之外,但是应该理解的是,一个或多个电子组件 1315 和 1325 可以位于存储器 1330 之中。

[0099] 对于软件实现,本申请中描述的技术可用执行本申请所述功能的模块(例如,过程、函数等)来实现。这些软件代码可以存储在存储器单元中,并由处理器执行。存储器单元可以实现在处理器内,也可以实现在处理器外,在后一种情况下,其可以经由各种方式通信地耦接到处理器,这些都是本领域中所公知的。

[0100] 可以将本申请所描述的各方面或特征实现为方法、装置或使用标准的编程和/或工程技术的制造品。这里使用的术语“制造品”意在包括可从任何计算机可读器件、载体或介质来访问的计算机程序。例如,计算机可读介质可以包括但不限于磁存储器件(例如,硬盘、软盘、磁带...),光盘(例如,压缩光盘(CD)、数字多用途光盘(DVD)...),智能卡以及闪存器件(例如,EPROM、卡、棒、钥匙型驱动器...)。另外,本申请中描述的各种存储介质可以代表一种或多种用于存储信息的设备和/或其它机器可读介质。术语“机器可读介质”可以包括,但并不仅限于,无线信道和能够存储、包含和/或携带指令和/或数据的各种其它介质。

[0101] 如本申请中所采用的,术语“处理器”指的是经典架构计算机或量子计算机。经典架构包括但并不仅限于:单核处理器、有软件多线程执行能力的单核处理器、多核处理器、有软件多线程执行能力的多核处理器、有硬件多线程技术的多核处理器、并行平台和有分布式共享存储器的并行平台。另外,处理器可以指集成电路、专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑控制器(PLC)、复杂可编程逻辑器件(CPLD)、分立门或晶体管逻辑器件、分立硬件组件或设计用于执行本申请中所描述的功能的对上述的任何组合。量子计算机结构可以基于包含在门控或自组的量子点、核磁共振平台、超导 Josephson 结等中的量子比特。为了优化空间利用或提高用户设备的性能,处理

器还可以采用纳米级的架构,例如但并不仅限于,基于分子和量子点的晶体管、开关和门电路。处理器也可能实现为计算设备的组合,例如,DSP 和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与 DSP 内核的结合,或者任何其它此种结构。

[0102] 此外,在本发明中,术语“存储器”指的是数据存储设备、算法存储设备和其它信息存储设备,例如但并不仅限于,图像存储设备、数字化音乐和视频存储设备、图表和数据库。应该理解的是,本申请中所描述的存储器组件可以是易失性存储器或非易失性存储器,或者可以同时包括易失性存储器和非易失性存储器。作为解释说明而非限制,非易失性存储器可以包括只读存储器 (ROM)、可编程 ROM(PROM)、电可编程 ROM(EPROM)、电可擦除 PROM(EEPROM) 或闪存。易失性存储器可以包括随机存取存储器 (RAM),其可以作为外部高速缓冲存储器。作为解释说明而非限制, RAM 可以有很多种可用形式,例如同步 RAM(SRAM)、动态 RAM(DRAM)、同步 DRAM(SDRAM)、双倍数据速率 SDRAM(DDRSDRAM)、增强型 SDRAM(ESDRAM)、Synchlink DRAM(SLDRAM),和直接型 Rambus RAM(DRRAM)。此外,本发明中系统和 / 或方法的存储器组件意在包括,而不是限于,这些以及任何其它合适类型的存储器。

[0103] 上面的描述包括对一个或多个实施例的举例。当然,为了描述上述这些实施例而描述组件或方法的每种可能的组合是不可能的,但是本领域普通技术人员应该认识到,可以对这些实施例做进一步的组合和排列。因此,本申请中描述的实施例旨在涵盖落入所附权利要求的精神和保护范围内的所有改变、修改和变形。此外,就说明书或权利要求书中使用的“包含”一词而言,该词的涵盖方式类似于“包括”一词,就如同“包括”一词在权利要求中用作衔接词所解释的那样。

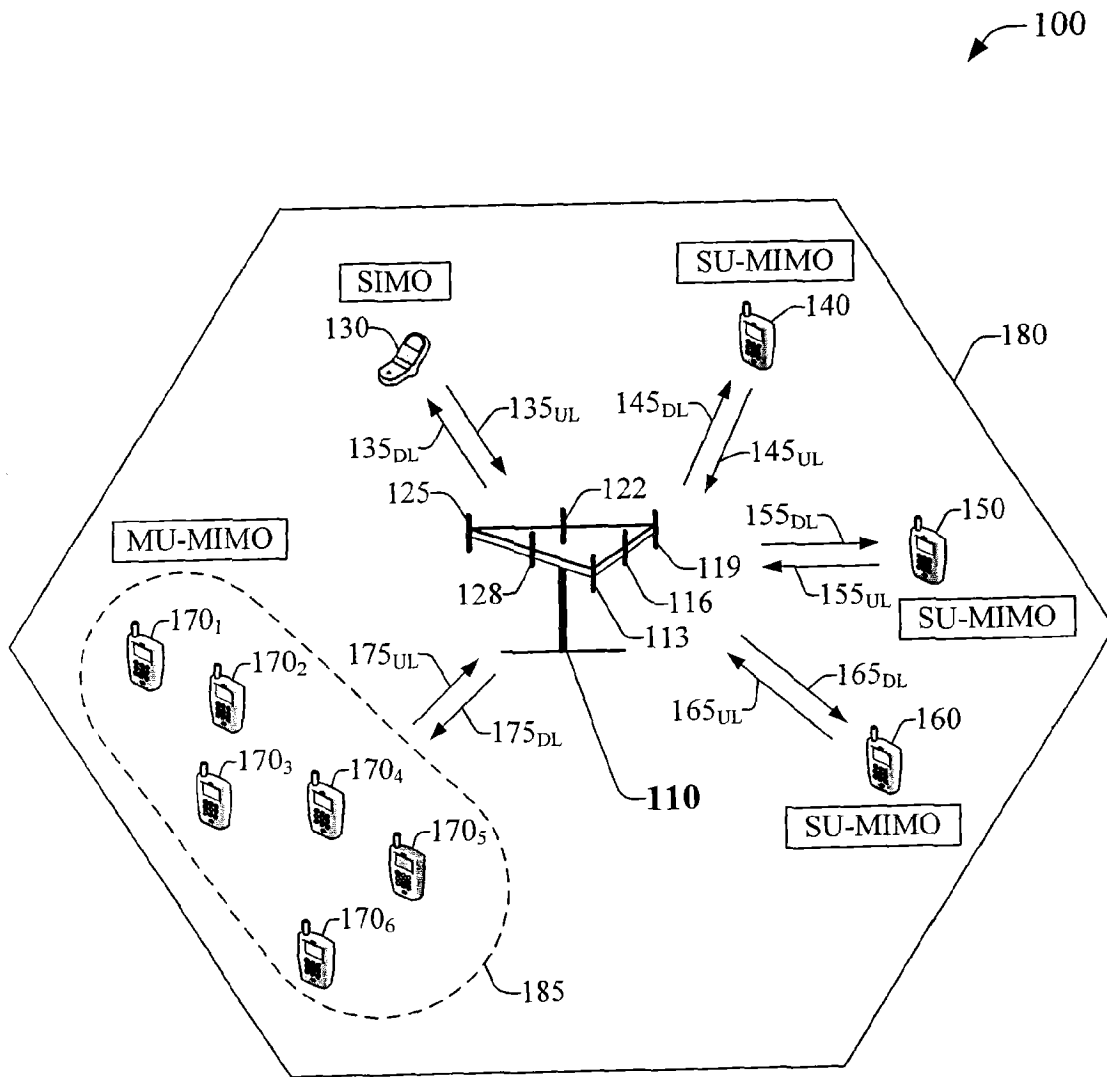


图 1

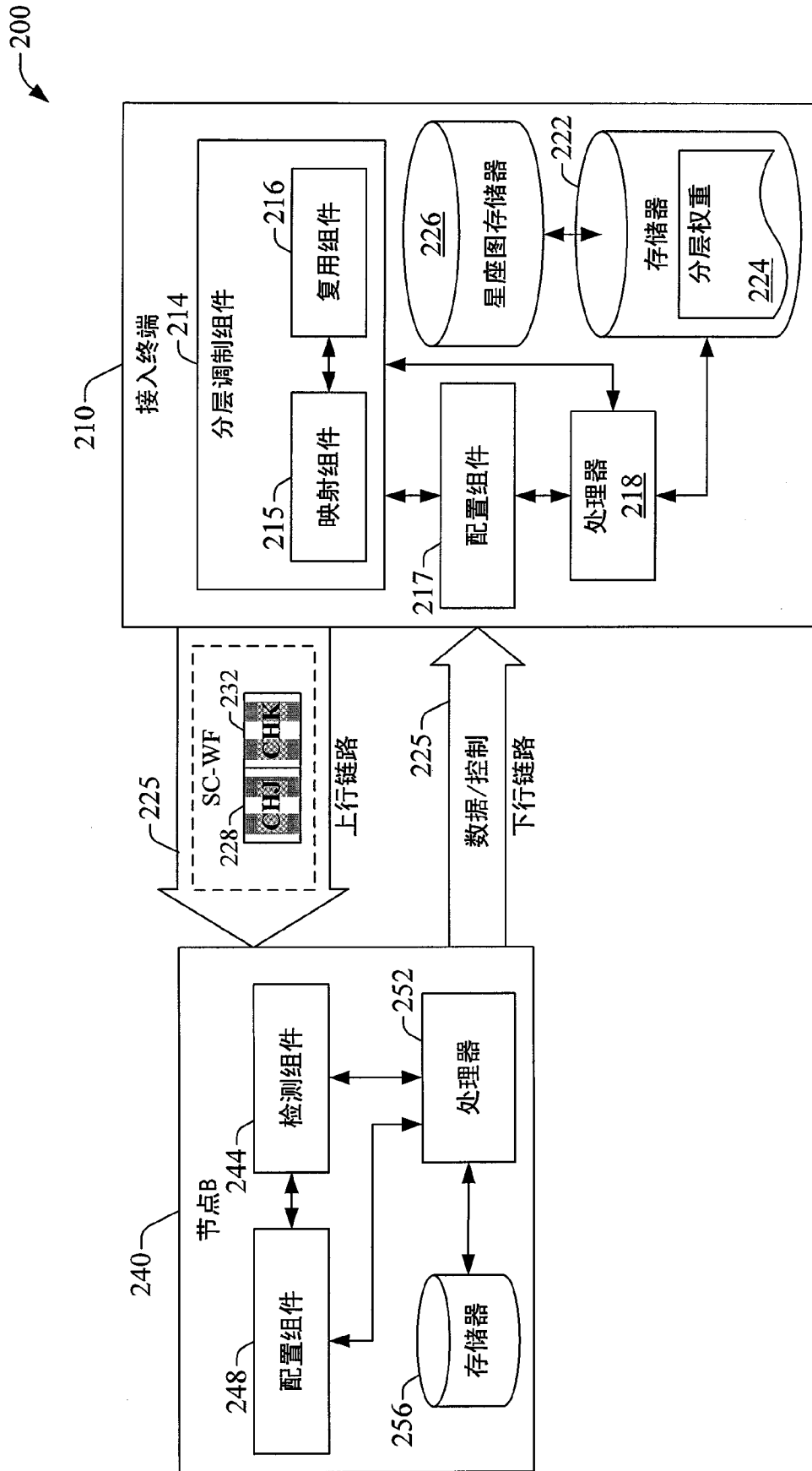


图 2

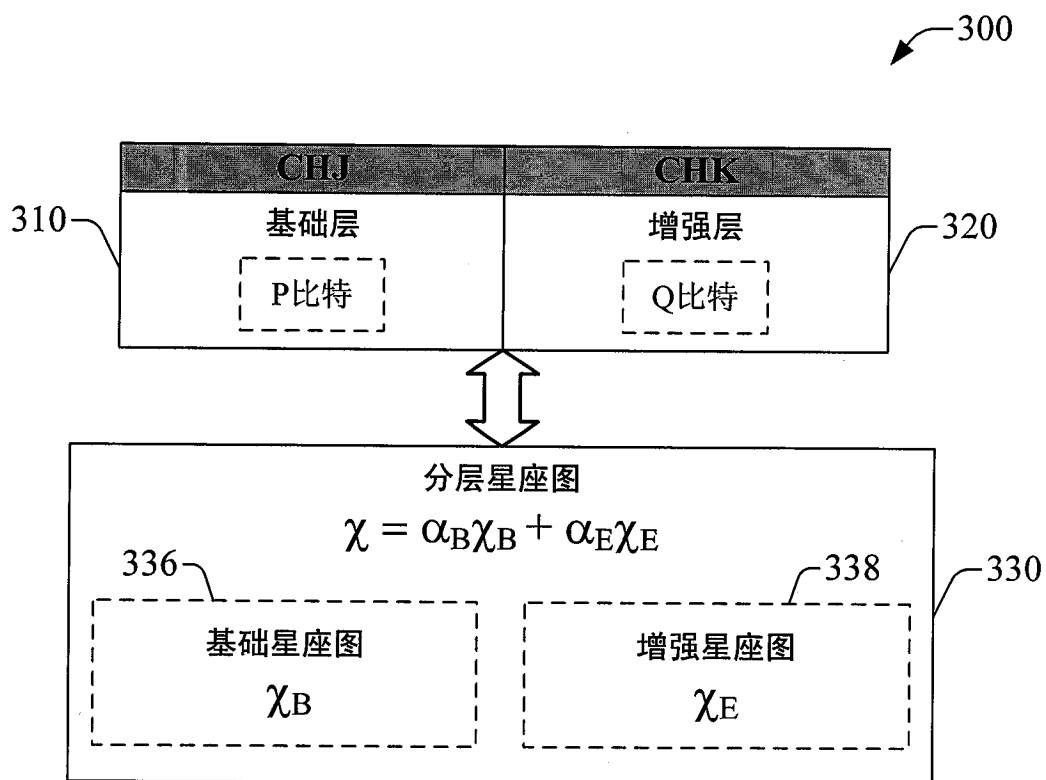


图 3A

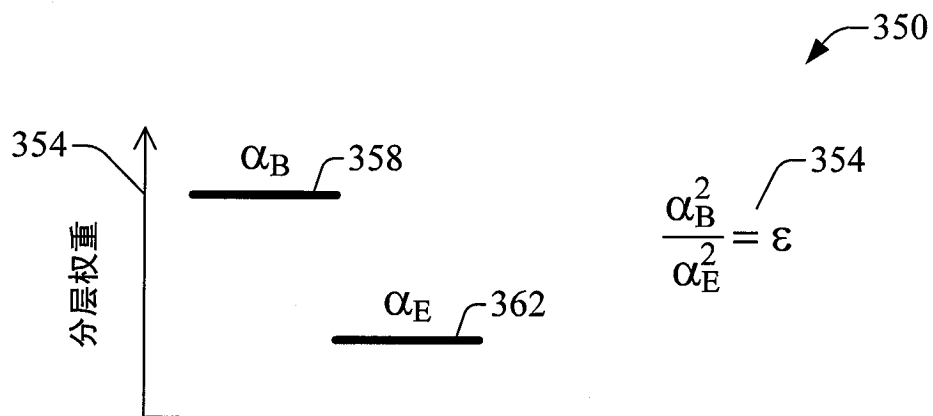


图 3B

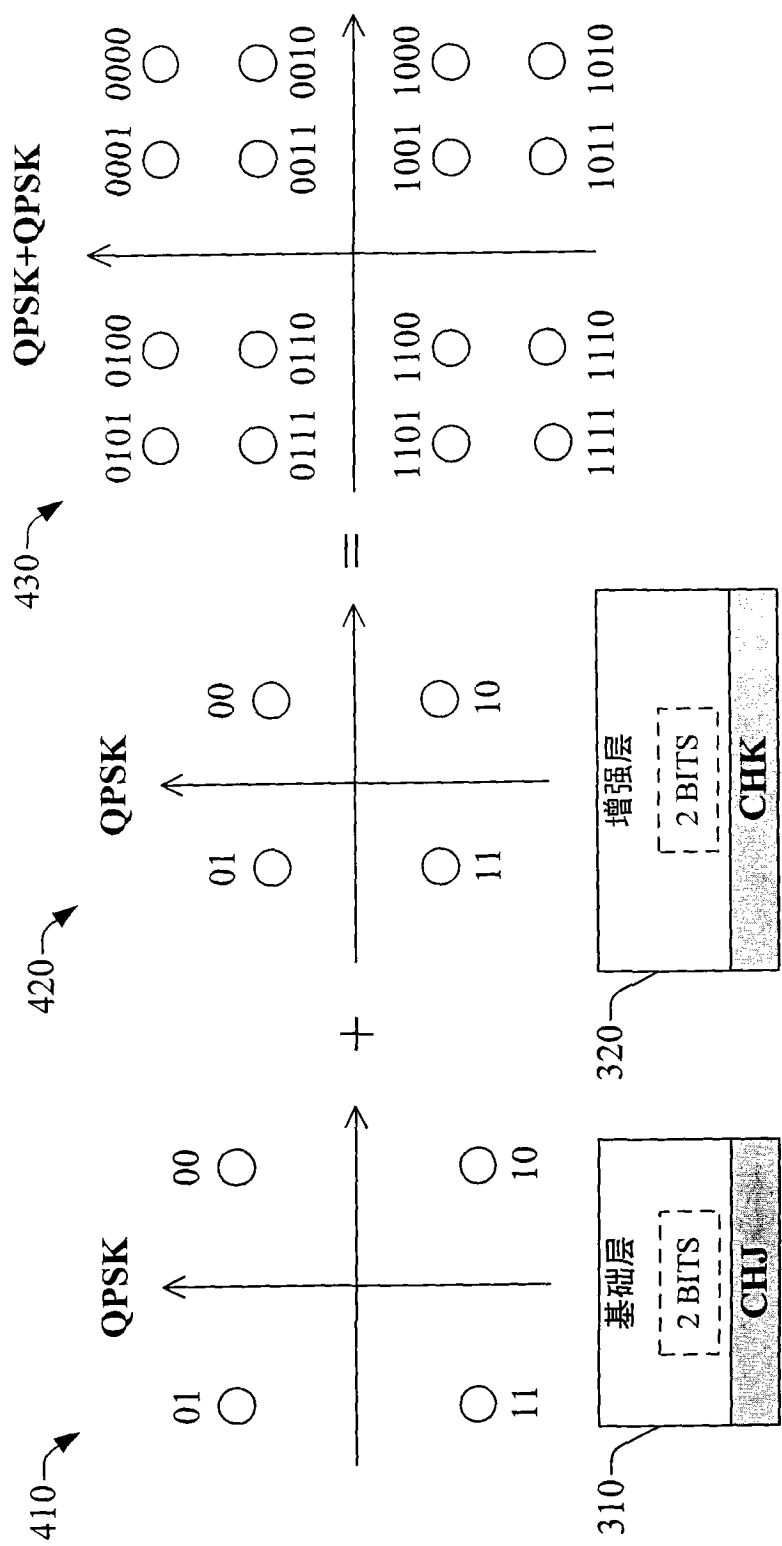


图 4

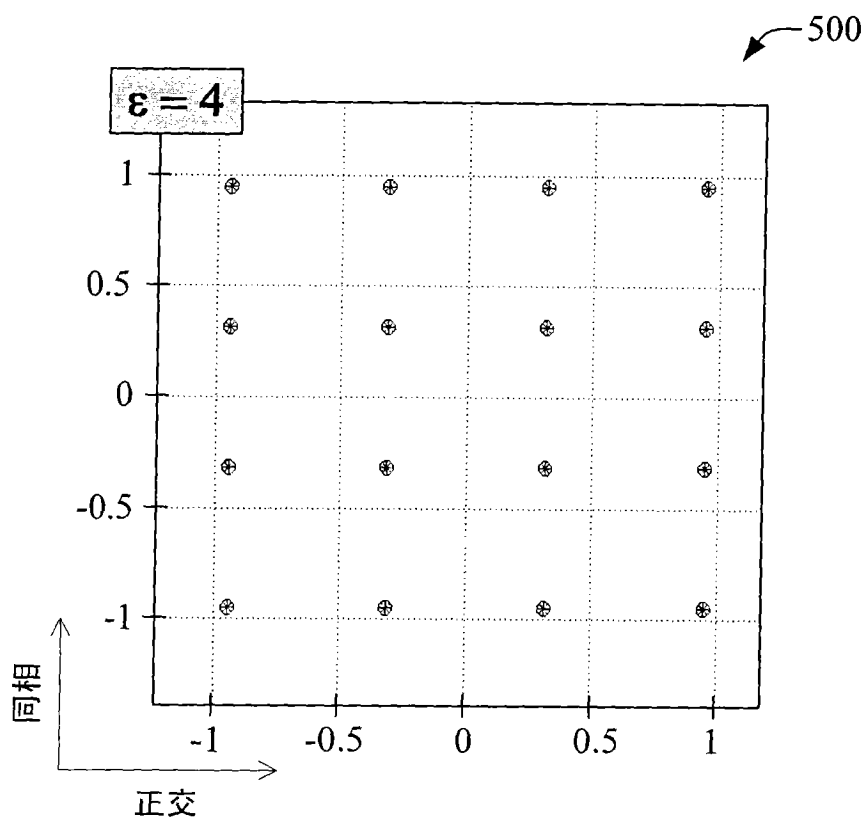


图 5A

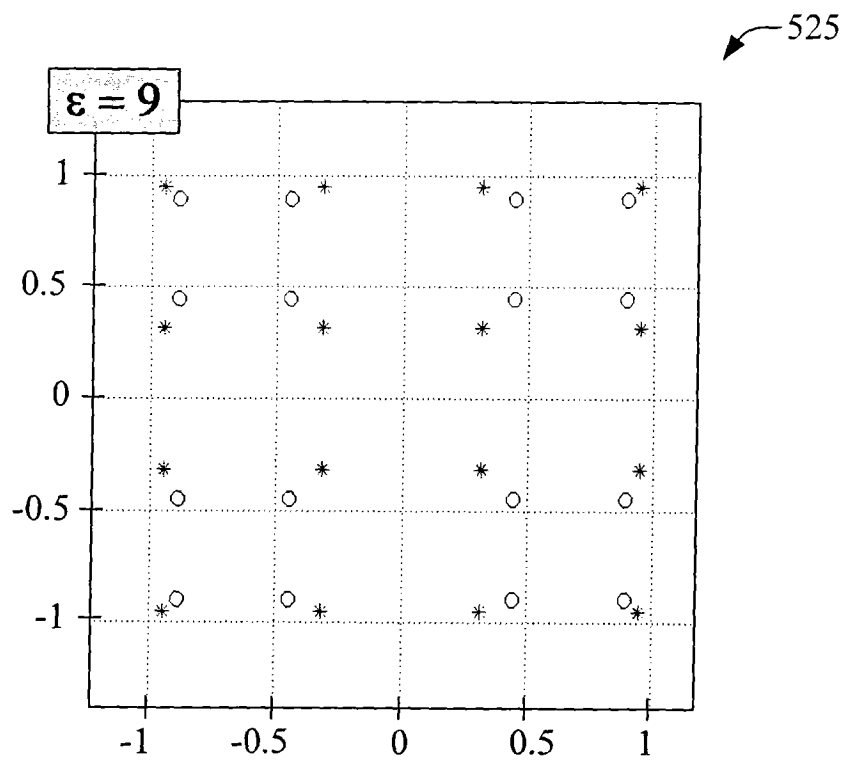


图 5B

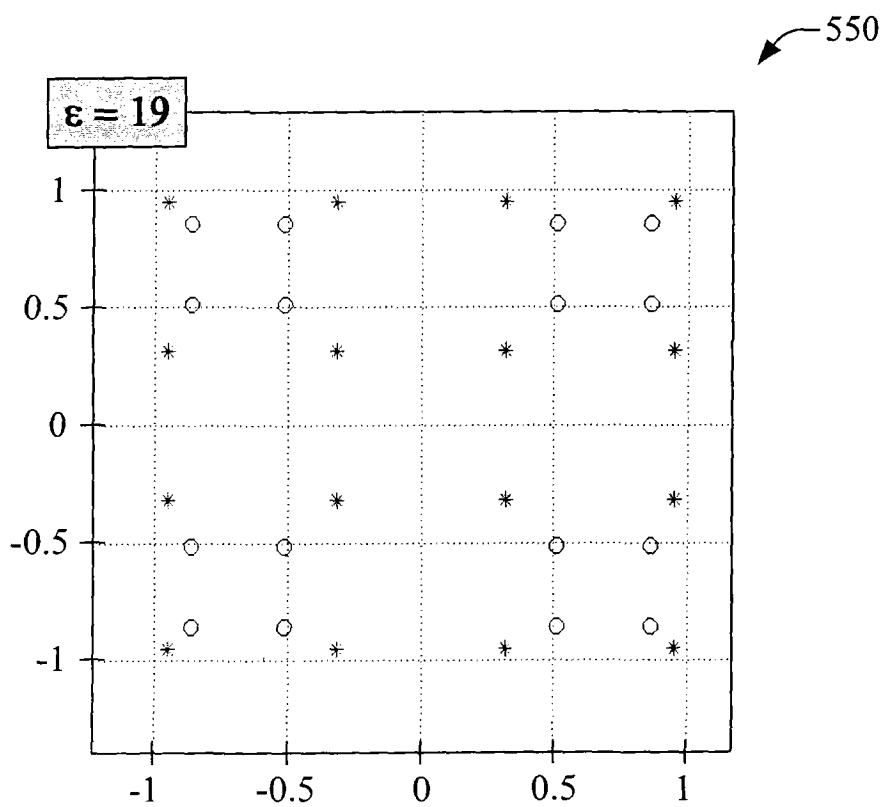


图 5C

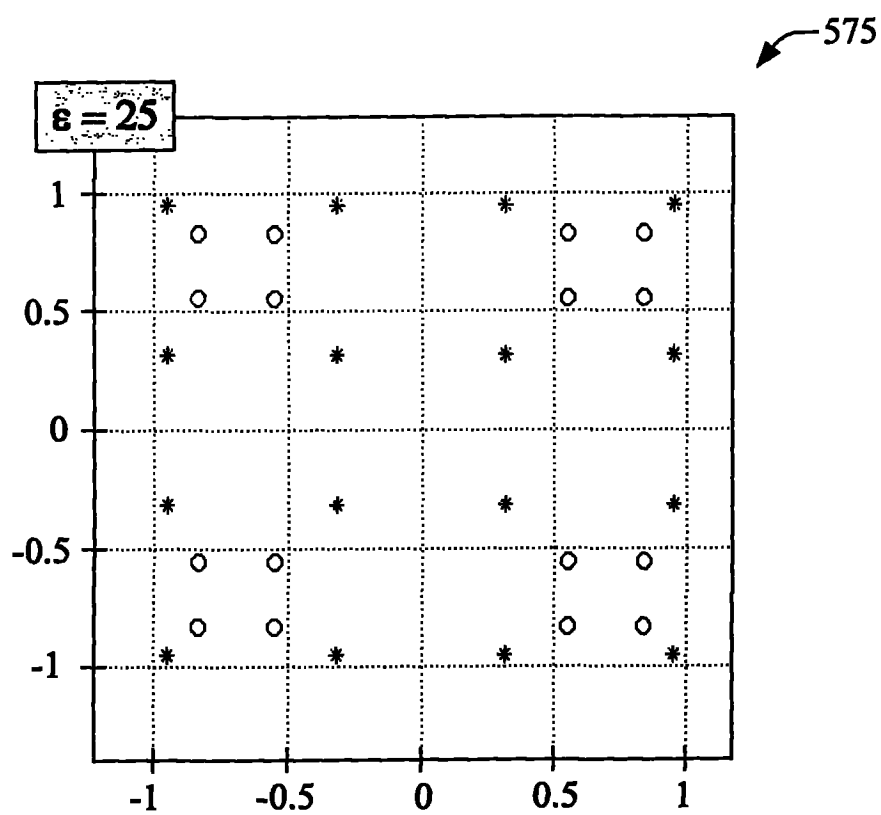


图 5D

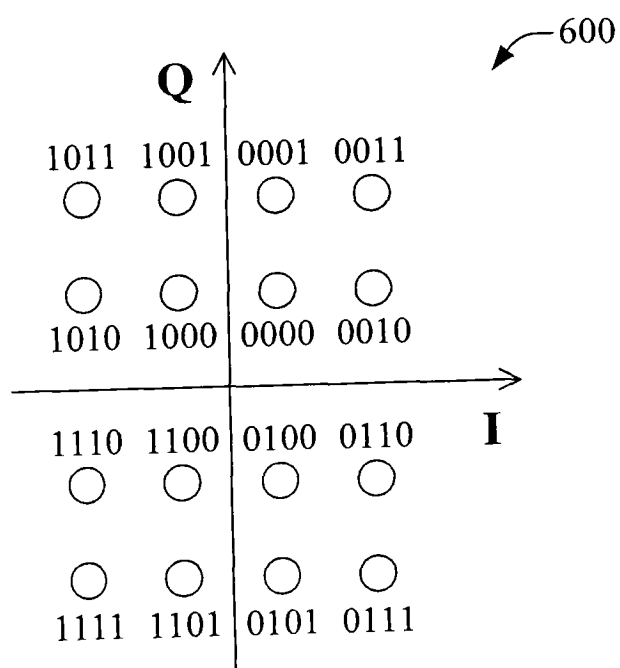


图 6

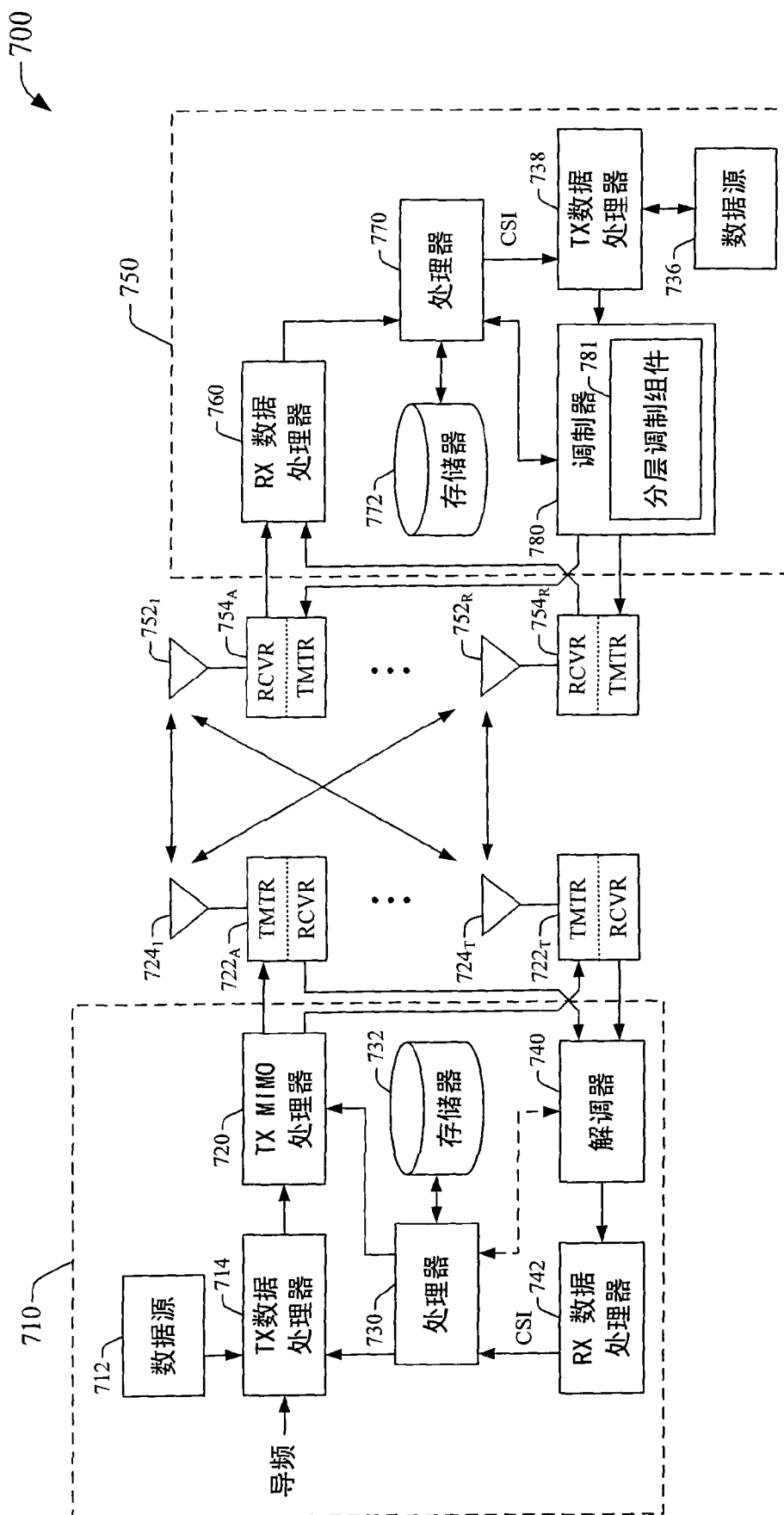


图 7

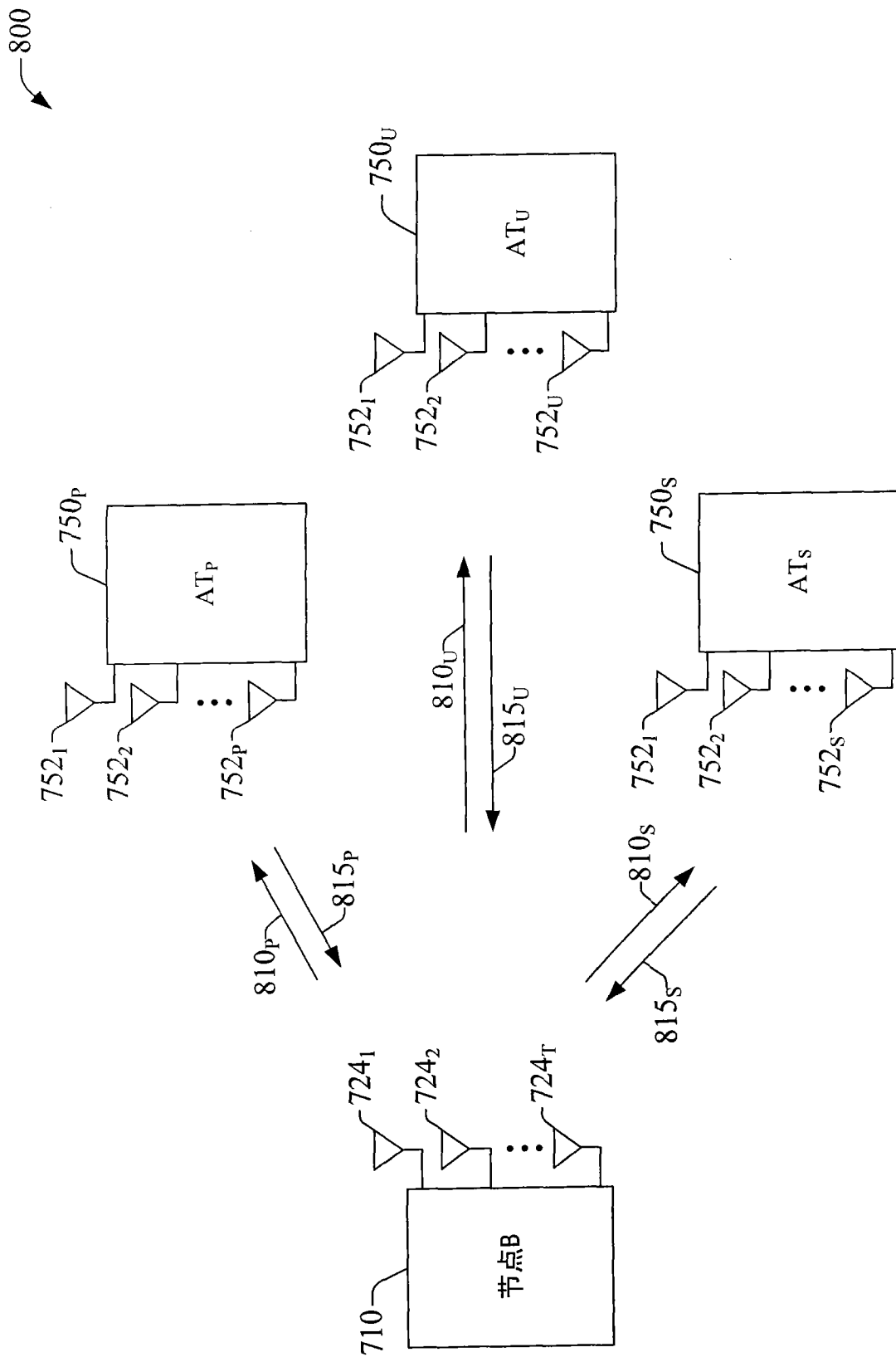


图 8

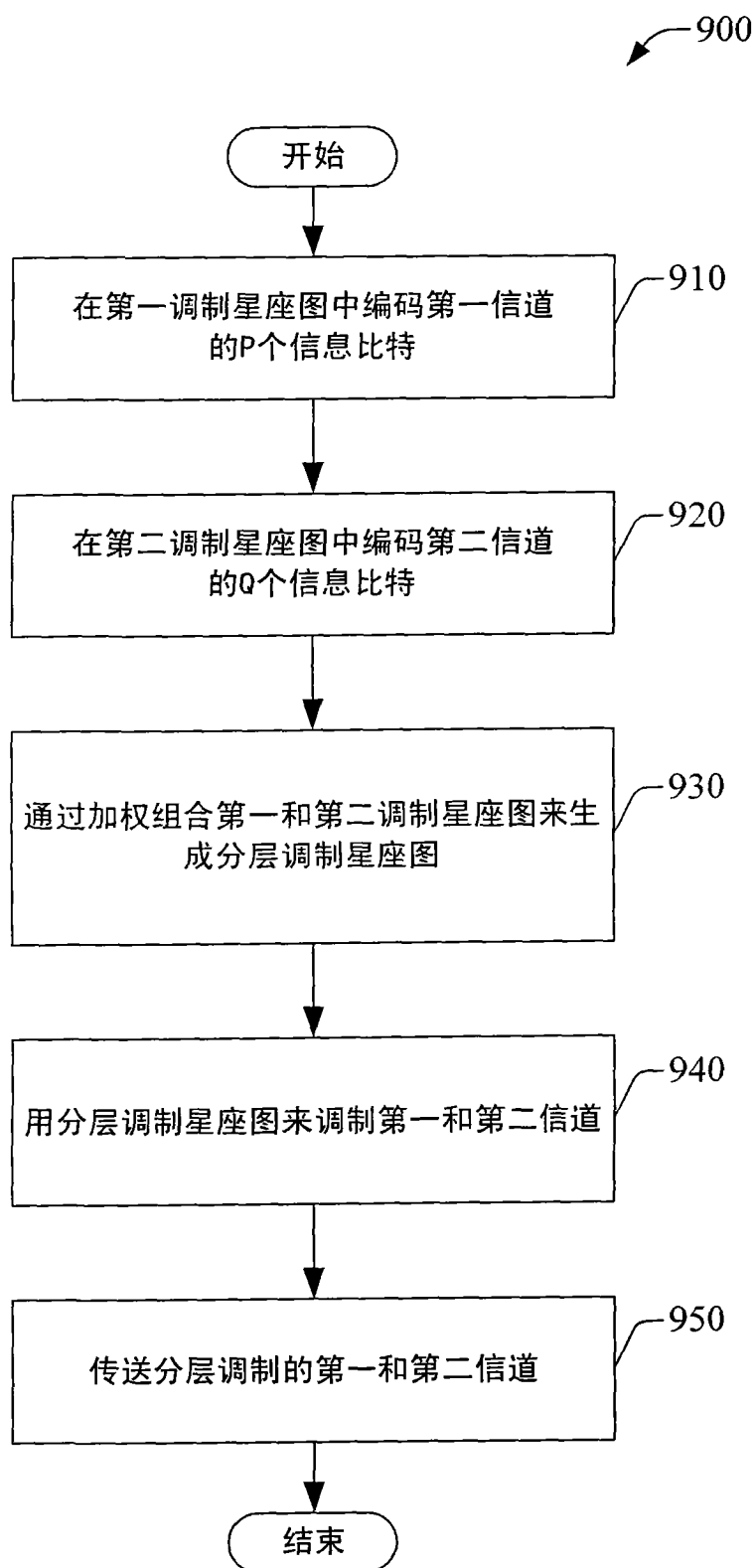


图 9

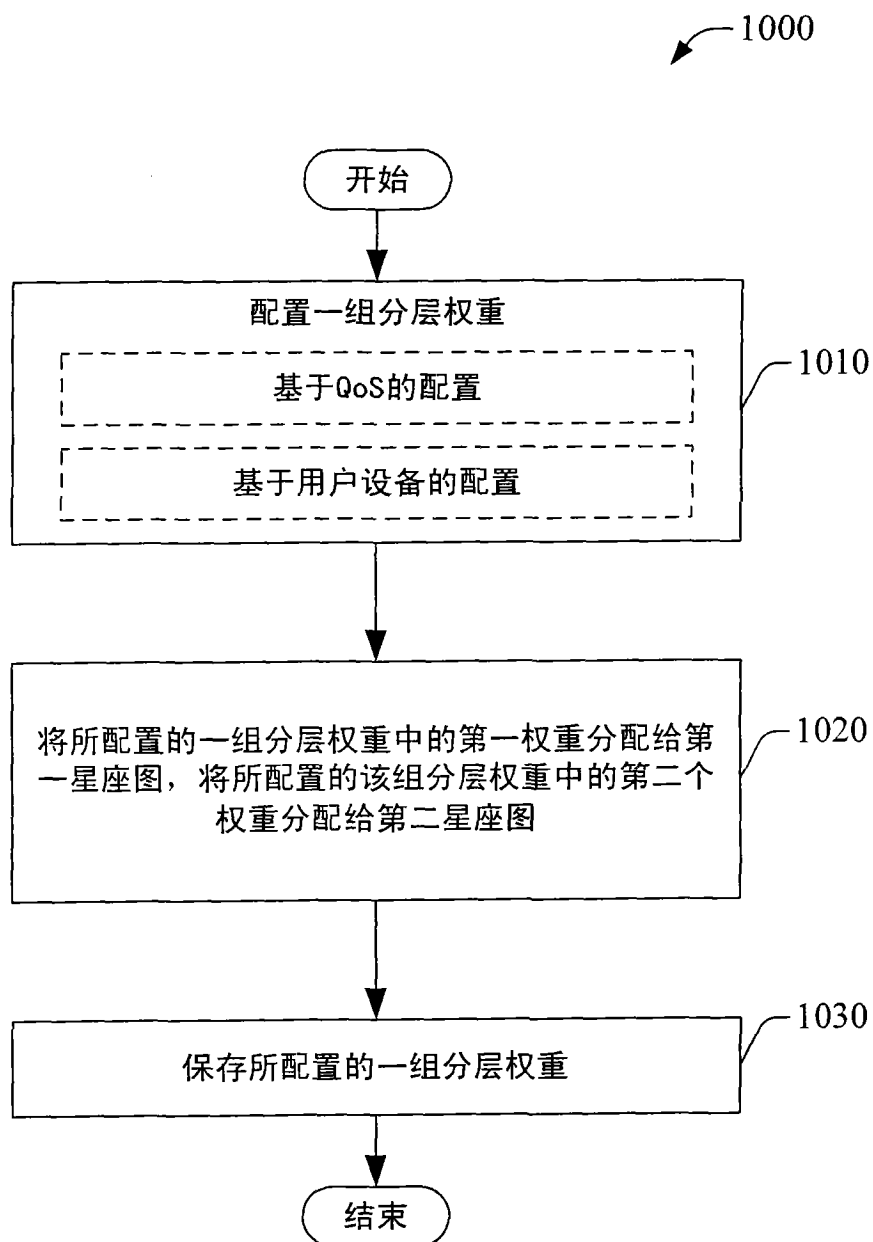


图 10

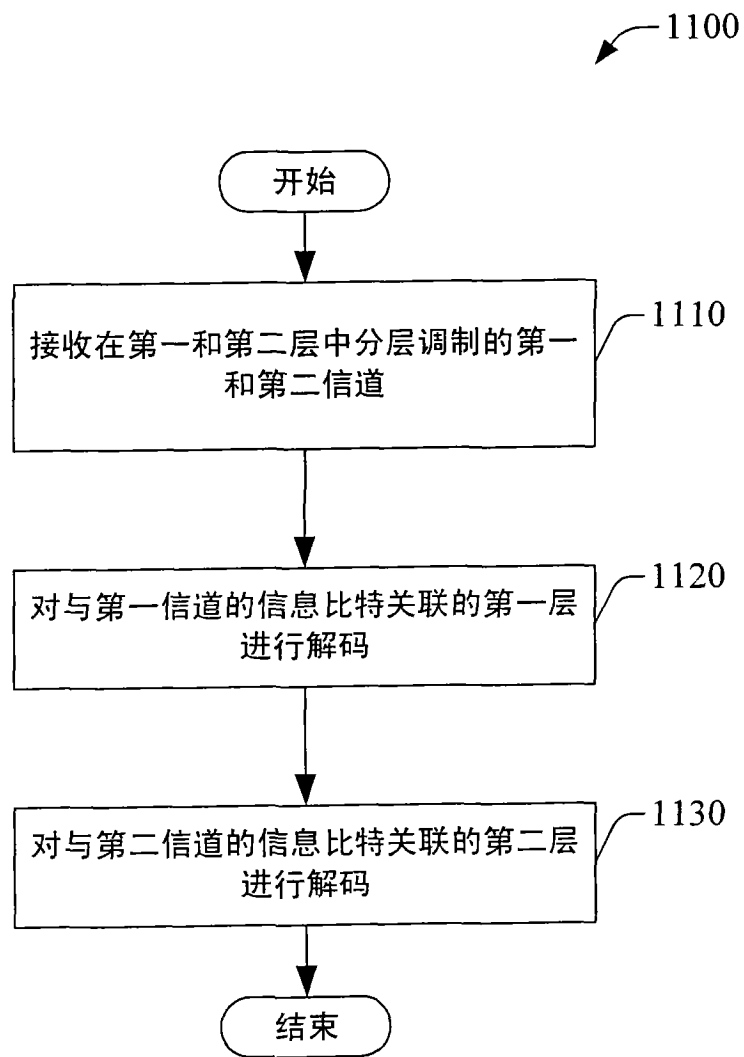


图 11

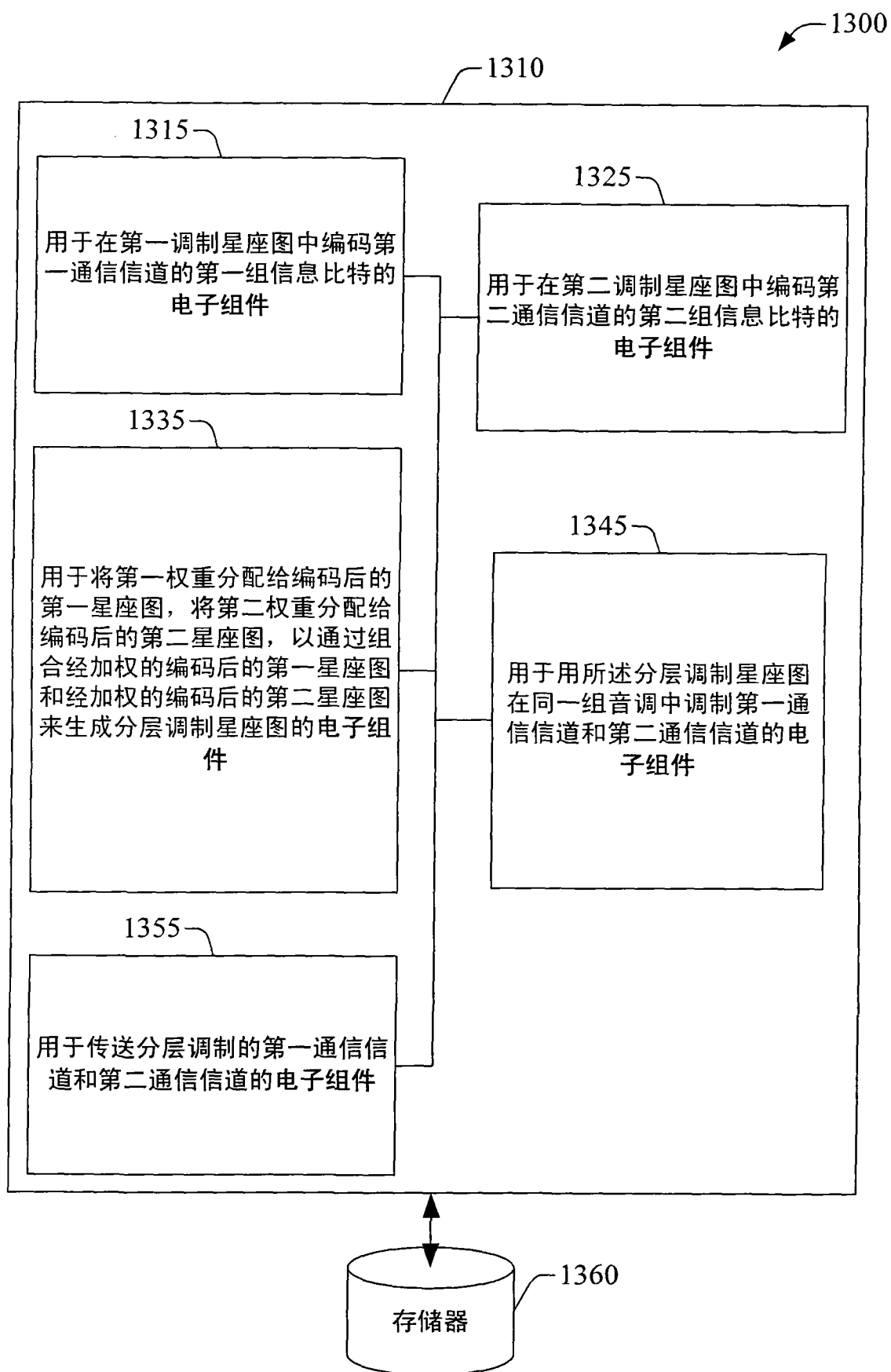


图 12

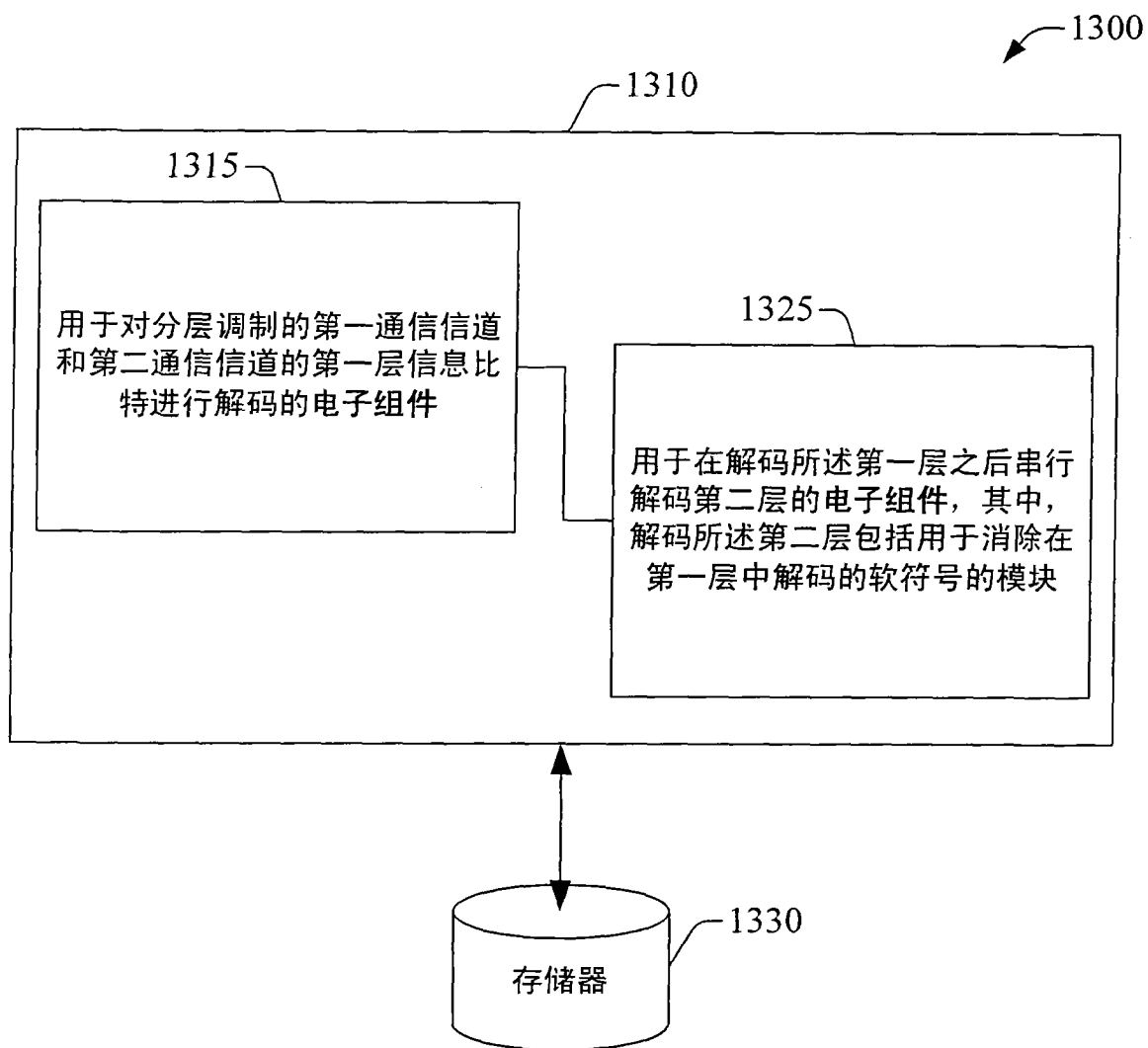


图 13