



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115004586 B

(45) 授权公告日 2024. 06. 25

(21) 申请号 202180011356.3

(22) 申请日 2021.02.02

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115004586 A

(43) 申请公布日 2022.09.02

(30) 优先权数据

62/969,407 2020.02.03 US

17/163,771 2021.02.01 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.07.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/016167 2021.02.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/158518 EN 2021.08.12

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 D·N·多恩 L·杨 B·田

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
31100

专利代理师 郑一

(51) Int.Cl.

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 27/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110199492 A, 2019.09.03

CN 110199490 A, 2019.09.03

审查员 韩火杞

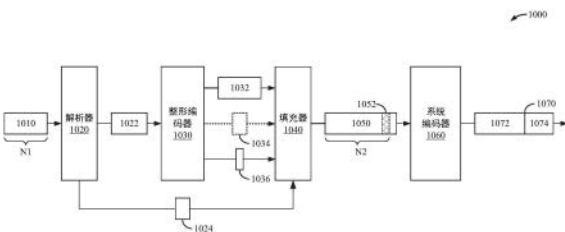
权利要求书6页 说明书32页 附图22页

(54) 发明名称

固定长度概率性振幅整形

(57) 摘要

本公开提供了用于对用于无线通信的数据进行编码以达成概率性振幅整形的方法、设备和系统。在一些实现中,传送方设备可以至少部分地通过对信息比特进行迭代编码直到经振幅整形比特的数目与未整形比特的数目的组合大于或等于最大有效载荷长度来达成固定信息块长度(N)。例如,最大有效载荷长度可以等于N。如果结果所得的经振幅整形比特的数目加上未整形比特的数目小于N,则该传送方设备可以向信息块添加一个或多个填充比特以达成该固定信息块长度。



1. 一种用于由无线通信设备进行无线通信的方法,包括:
获得包括固定数目 N_1 个信息比特的第一信息块;
对所述信息比特中的一个或多个信息比特执行产生数目 L_s 个经振幅整形比特的第一编码操作;
将所述 L_s 个经振幅整形比特布置成第二信息块,所述第二信息块包括来自所述第一信息块的数目 L_{us} 个信息比特, L_s 与 L_{us} 之和小于或等于固定量 N_2 ;
选择性地向所述第二信息块添加一个或多个填充比特以使得所述第二信息块的长度等于 N_2 ;
向所述第二信息块添加指示所述第二信息块中的经振幅整形比特的数目的一个或多个信令比特;
对所述第二信息块执行产生一个或多个码字的第二编码操作,每个码字包括所述第二信息块的相应比特子集和由所述第二编码操作所得到的一个或多个奇偶校验比特;
将所述第二信息块的所述比特子集和所述奇偶校验比特布置成多个码元,每个码元具有基于布置在该码元中的相应比特的振幅,所述第一编码操作产生所述经振幅整形比特以使得所述多个码元的振幅具有非均匀分布;以及
向至少一个接收方设备传送包括所述多个码元的无线分组。
2. 如权利要求1所述的方法,其中,执行所述第一编码操作包括:
从查找表LUT中迭代选择与所述信息比特的子集匹配的比特值模式,所述LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个比特值模式,所述多个经振幅整形比特模式包括与所选比特值模式相对应的经振幅整形比特模式。
3. 如权利要求2所述的方法,其中,迭代选择所述比特值模式包括:
对于每次迭代,确定选择与所述信息比特的第一子集匹配的第一比特值模式是否将导致所述 L_s 与 L_{us} 之和大于 N_2 。
4. 如权利要求3所述的方法,其中,迭代选择所述比特值模式进一步包括:
响应于确定选择所述第一比特值模式将导致所述 L_s 与 L_{us} 之和大于 N_2 而终止所述第一编码操作而不选择所述第一比特值模式。
5. 如权利要求3所述的方法,其中,迭代选择所述比特值模式进一步包括:
响应于确定选择所述第一比特值模式将导致所述 L_s 与 L_{us} 之和大于 N_2 而确定选择与所述信息比特的第二子集匹配的第二比特值模式是否将导致所述 L_s 与 L_{us} 之和小于或等于 N_2 。
6. 如权利要求5所述的方法,其中,所述信息比特的所述第二子集大于所述信息比特的所述第一子集。
7. 如权利要求5所述的方法,其中,迭代选择所述比特值模式进一步包括:
响应于确定结果所得的所述 L_s 与 L_{us} 之和将小于或等于 N_2 而选择所述第二比特值模式来代替所述第一比特值模式;以及
响应于选择所述第二比特值模式而终止所述第一编码操作。
8. 如权利要求2所述的方法,其中,添加所述一个或多个信令比特包括:
确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{pam} ;
基于所述LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与所述无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目;以及

确定与经振幅整形比特的所述估计数目相关联的码元的数目 L_{EST} ,所述一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{EST} 之差的值。

9.如权利要求1所述的方法,其中,添加所述一个或多个信令比特包括:

确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ,所述一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 的值。

10.如权利要求1所述的方法,其中,添加所述一个或多个信令比特包括:

确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ;

在给定 $N1$ 个信息比特的情况下,确定能基于所述第一编码操作来编码的经振幅整形比特的平均数;以及

确定与经振幅整形比特的所述平均数相关联的码元的数目 L_{MEAN} ,所述一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{MEAN} 之差的值。

11.如权利要求1所述的方法,其中,添加所述一个或多个信令比特包括:

确定与所述第二信息块中的所述信息比特相关联的码元的数目,所述一个或多个信令比特表示等于与所述第二信息块中的所述信息比特相关联的码元的数目的值。

12.如权利要求1所述的方法,其中,所述一个或多个信令比特表示等于被包括在所述第二信息块中的填充比特的数目的值。

13.一种无线通信设备,包括:

至少一个调制解调器;

与所述至少一个调制解调器通信地耦合的至少一个处理器;以及

与所述至少一个处理器通信地耦合并存储处理器可读代码的至少一个存储器,所述处理器可读代码在由所述至少一个处理器结合所述至少一个调制解调器执行时被配置成:

获得包括固定数目 $N1$ 个信息比特的第一信息块;

对所述信息比特中的一个或多个信息比特执行产生数目 L_S 个经振幅整形比特的第一编码操作;

将所述 L_S 个经振幅整形比特布置成第二信息块,所述第二信息块包括来自所述第一信息块的数目 L_{US} 个信息比特, L_S 与 L_{US} 之和小于或等于固定量 $N2$;

选择性地向所述第二信息块添加一个或多个填充比特以使得所述第二信息块的长度等于 $N2$;

向所述第二信息块添加指示所述第二信息块中的经振幅整形比特的数目的一个或多个信令比特;

对所述第二信息块执行产生一个或多个码字的第二编码操作,每个码字包括所述第二信息块的相应比特子集和由所述第二编码操作所得到的一个或多个奇偶校验比特;

将所述第二信息块的所述比特子集和所述奇偶校验比特布置成多个码元,每个码元具有基于布置在该码元中的相应比特的振幅,所述第一编码操作产生所述经振幅整形比特以使得所述多个码元的振幅具有非均匀分布;以及

向至少一个接收方设备传送包括所述多个码元的无线分组。

14.如权利要求13所述的无线通信设备,其中,执行所述第一编码操作包括:

从查找表LUT中迭代选择与所述信息比特的子集匹配的比特值模式,所述LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个比特值模式,所述多个经振幅整形比特模式包

括与所选比特值模式相对应的经振幅整形比特模式。

15. 如权利要求14所述的无线通信设备,其中,所述迭代选择包括:

对于每次迭代,确定选择与所述信息比特的第一子集匹配的第一比特值模式是否将导致所述 L_S 与 L_{US} 之和大于 $N2$ 。

16. 如权利要求15所述的无线通信设备,其中,所述迭代选择进一步包括:

响应于确定选择所述第一比特值模式将导致所述 L_S 与 L_{US} 之和大于 $N2$ 而终止所述第一编码操作而不选择所述第一比特值模式。

17. 如权利要求15所述的无线通信设备,其中,所述迭代选择进一步包括:

响应于确定选择所述第一比特值模式将导致所述 L_S 与 L_{US} 之和大于 $N2$ 而确定选择与所述信息比特的第二子集匹配的第二比特值模式是否将导致所述 L_S 与 L_{US} 之和小于或等于 $N2$ 。

18. 如权利要求17所述的无线通信设备,其中,所述信息比特的所述第二子集大于所述信息比特的所述第一子集。

19. 如权利要求17所述的无线通信设备,其中,所述迭代选择进一步包括:

响应于确定结果所得的所述 L_S 与 L_{US} 之和将小于或等于 $N2$,而选择所述第二比特值模式来代替所述第一比特值模式;以及

响应于选择所述第二比特值模式而终止所述第一编码操作。

20. 如权利要求14所述的无线通信设备,其中,添加所述一个或多个信令比特包括:

确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ;

基于所述LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与所述无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目;以及

确定与经振幅整形比特的所述估计数目相关联的码元的数目 L_{EST} ,所述一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{EST} 之差的值。

21. 如权利要求13所述的无线通信设备,其中,添加所述一个或多个信令比特包括:

确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ,所述一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 的值。

22. 如权利要求13所述的无线通信设备,其中,添加所述一个或多个信令比特包括:

确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ;

在给定 $N1$ 个信息比特的情况下,确定能基于所述第一编码操作来编码的经振幅整形比特的平均数;以及

确定与经振幅整形比特的所述平均数相关联的码元的数目 L_{MEAN} ,所述一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{MEAN} 之差的值。

23. 如权利要求13所述的无线通信设备,其中,添加所述一个或多个信令比特包括:

确定与所述第二信息块中的所述信息比特相关联的码元的数目,所述一个或多个信令比特表示等于与所述第二信息块中的所述信息比特相关联的码元的数目的值。

24. 如权利要求13所述的无线通信设备,其中,所述一个或多个信令比特表示等于被包括在所述第二信息块中的填充比特的数目的值。

25. 一种用于由无线通信设备进行无线通信的方法,包括:

接收包括具有多个振幅的多个码元的无线分组,所述多个码元表示多个码字比特,所述多个振幅具有非均匀分布;

- 将所述多个码字比特布置成一个或多个码字；
- 对所述一个或多个码字执行产生一个或多个相应经解码码块的第一解码操作，每个经解码码块包括多个经解码码字比特和一个或多个奇偶校验比特；
- 将所述多个经解码码字比特布置成具有固定长度 N_2 的信息块；
- 基于所述信息块的所述固定长度 N_2 来检测所述信息块的一个或多个信令比特；
- 基于与所述一个或多个信令比特相关联的值来标识所述信息块中的经振幅整形比特的数目 L_S ；
- 对所述经振幅整形比特执行产生数目 L_{DS} 个去整形比特的第二解码操作；
- 基于所述去整形比特的数目 L_{DS} 和与经解码信息块相关联的固定长度 N_1 来从所述信息块解析出数目 L_{US} 个未整形比特；以及
- 将所述去整形比特和所述未整形比特布置成具有所述固定长度 N_1 的所述经解码信息块。
26. 如权利要求25所述的方法，其中，所述经振幅整形比特表示所述信息块的最高有效比特MSB。
27. 如权利要求25所述的方法，其中， L_{US} 与 L_{DS} 之和等于 N_2 。
28. 如权利要求27所述的方法，进一步包括：
- 丢弃所述信息块中超过 L_{US} 的一个或多个比特。
29. 如权利要求28所述的方法，其中，所丢弃的比特表示所述信息块的最低有效比特LSB。
30. 如权利要求25所述的方法，其中，执行所述第二解码操作包括：
- 从查找表LUT中选择与所述经振幅整形比特的子集匹配的去整形比特模式，所述LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个去整形比特模式，所述多个去整形比特模式包括所选去整形比特模式。
31. 如权利要求30所述的方法，其中，标识所述经振幅整形比特的数目包括：
- 基于所述LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与所述无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目；
- 确定与经振幅整形比特的所述估计数目相关联的码元的数目 L_{EST} ；
- 基于 L_{EST} 与同所述一个或多个信令比特相关联的所述值之差来确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ；以及
- 确定与 L_{PAM} 相关联的所述经振幅整形比特的数目。
32. 如权利要求25所述的方法，其中，标识所述经振幅整形比特的数目包括：
- 基于与所述一个或多个信令比特相关联的所述值来确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ；以及
- 确定与 L_{PAM} 相关联的所述经振幅整形比特的数目。
33. 如权利要求25所述的方法，其中，标识所述经振幅整形比特的数目包括：
- 在给定 N_1 个信息比特的情况下，确定能基于所述第二解码操作来解码的经振幅整形比特的平均数；
- 确定与经振幅整形比特的所述平均数相关联的码元的数目 L_{MEAN} ；
- 基于 L_{MEAN} 与同所述一个或多个信令比特相关联的所述值之差来确定与所述经振幅整形

比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ;以及

确定与 L_{PAM} 相关联的所述经振幅整形比特的数目。

34. 如权利要求25所述的方法,其中,标识所述经振幅整形比特的数目包括:

基于与所述一个或多个信令比特相关联的所述值来确定被包括在所述信息块中的填充比特的数目;以及

基于 $N2$ 、 L_{US} 和填充比特的数目来确定所述经振幅整形比特的数目。

35. 一种无线通信设备,包括:

至少一个调制解调器;

与所述至少一个调制解调器通信地耦合的至少一个处理器;以及

与所述至少一个处理器通信地耦合并存储处理器可读代码的至少一个存储器,所述处理器可读代码在由所述至少一个处理器结合所述至少一个调制解调器执行时被配置成:

接收包括具有多个振幅的多个码元的无线分组,所述多个码元表示多个码字比特,所述多个振幅具有非均匀分布;

将所述多个码字比特布置成一个或多个码字;

对所述一个或多个码字执行产生一个或多个相应经解码码块的第一解码操作,每个经解码码块包括多个经解码码字比特和一个或多个奇偶校验比特;

将所述多个经解码码字比特布置成具有固定长度 $N2$ 的信息块;

基于所述信息块的所述固定长度 $N2$ 来检测所述信息块的一个或多个信令比特;

基于与所述一个或多个信令比特相关联的值来标识所述信息块中的经振幅整形比特的数目 L_{S} ;

对所述经振幅整形比特执行产生数目 L_{DS} 个去整形比特的第二解码操作;

基于所述去整形比特的数目 L_{DS} 和与经解码信息块相关联的固定长度 $N1$ 来从所述信息块解析出数目 L_{US} 个未整形比特;以及

将所述去整形比特和所述未整形比特布置成具有所述固定长度 $N1$ 的所述经解码信息块。

36. 如权利要求35所述的无线通信设备,其中,所述经振幅整形比特表示所述信息块的最高有效比特MSB。

37. 如权利要求35所述的无线通信设备,其中, L_{US} 与 L_{DS} 之和等于 $N2$ 。

38. 如权利要求37所述的无线通信设备,其中,所述处理器可读代码的执行被进一步配置成:

丢弃所述信息块中超过 L_{US} 的一个或多个比特。

39. 如权利要求38所述的无线通信设备,其中,所丢弃的比特表示所述信息块的最低有效比特LSB。

40. 如权利要求35所述的无线通信设备,其中,执行所述第二解码操作包括:

从查找表LUT中选择与所述经振幅整形比特的子集匹配的去整形比特模式,所述LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个去整形比特模式,所述多个去整形比特模式包括所选去整形比特模式。

41. 如权利要求40所述的无线通信设备,其中,标识所述经振幅整形比特的数目包括:

基于所述LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与所述无线分组相关联的经振

幅整形比特的估计数目；

确定与经振幅整形比特的所述估计数目相关联的码元的数目 L_{EST} ；

基于 L_{EST} 与同所述一个或多个信令比特相关联的所述值之差来确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ；以及

确定与 L_{PAM} 相关联的所述经振幅整形比特的数目。

42. 如权利要求35所述的无线通信设备, 其中, 标识所述经振幅整形比特的数目包括:

基于与所述一个或多个信令比特相关联的所述值来确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ；以及

确定与 L_{PAM} 相关联的所述经振幅整形比特的数目。

43. 如权利要求35所述的无线通信设备, 其中, 标识所述经振幅整形比特的数目包括:

在给定 $N1$ 个信息比特的情况下, 确定能基于所述第二解码操作来解码的经振幅整形比特的平均数;

确定与经振幅整形比特的所述平均数相关联的码元的数目 L_{MEAN} ;

基于 L_{MEAN} 与同所述一个或多个信令比特相关联的所述值之差来确定与所述经振幅整形比特相关联的码元的数目 L_{PAM} ；以及

确定与 L_{PAM} 相关联的所述经振幅整形比特的数目。

44. 如权利要求35所述的无线通信设备, 其中, 标识所述经振幅整形比特的数目包括:

基于与所述一个或多个信令比特相关联的所述值来确定被包括在所述信息块中的填充比特的数目; 以及

基于 $N2$ 、 L_{US} 和填充比特的数目来确定所述经振幅整形比特的数目。

固定长度概率性振幅整形

技术领域

[0001] 本公开一般涉及无线通信,尤其涉及使用固定长度信息块对数据进行编码以达成非均匀振幅分布。

[0002] 相关技术描述

[0003] 无线局域网(WLAN)可由提供共享无线通信介质以供数个客户端设备(也被称为站(STA))使用的一个或多个接入点(AP)形成。遵循电气和电子工程师协会(IEEE)802.11标准族的WLAN的基本构建块是由AP管理的基本服务集(BSS)。每个BSS由AP所宣告的基本服务集标识符(BSSID)来标识。AP周期性地广播信标帧以使AP的无线射程内的任何STA能够建立或维持与WLAN的通信链路。

[0004] 传送方设备和接收方设备可支持使用各种调制和编码方案(MCS)来传送和接收数据,以最优地利用无线信道状况(例如,以增加吞吐量、减少等待时间或实施各种服务质量(QoS)参数)。例如,现有技术支持使用至多达1024-QAM,并且预计还将实现4096-QAM(亦称为“4k QAM”)。1024-QAM和4096-QAM以及其他MCS涉及使用低密度奇偶校验(LDPC)编码。可对码块的数据比特执行LDPC编码操作以例如添加用于前向纠错(FEC)的冗余。

[0005] 现实世界的无线信道通常包含噪声,其会对可以传达数据的最大速率施加限制。香农-哈特利(Shannon-Hartley)定理建立了表示链路的绝对信道容量的上界或上限(被称为“香农界”),即,在存在噪声的情况下每单位时间可以在特定带宽上传送的最大无差错信息量。遗憾的是,即使对于高MCS,利用LDPC编码可达成的信道容量也显示出与香农界的显著差距。附加地,为了能够使用高MCS(包括1024-QAM和4096-QAM),需要高信噪比(SNR),但可能难以获得此类高MCS所需的SNR。

[0006] 概述

[0007] 本公开的系统、方法和设备各自具有若干创新性方面,其中并不由任何单个方面全权负责本文中公开的期望属性。

[0008] 本公开中所描述的主题内容的一个创新性方面可被实现为一种无线通信方法。该方法可以由无线通信设备执行,并且可以包括:获得包括固定数目个(N_1 个)信息比特的第一信息块;对该信息块中的一个或多个信息比特执行产生数个(L_s 个)经振幅整形比特的第一编码操作;将该 L_s 个经振幅整形比特布置成第二信息块,第二信息块包括来自第一信息块的数个(L_{us} 个)信息比特,其中 L_s 与 L_{us} 之和小于或等于固定量(N_2);选择性地向第二信息块添加一个或多个填充比特以使得第二信息块的长度等于 N_2 ;向第二信息块添加指示第二信息块中的经振幅整形比特的数目的一个或多个信令比特;对第二信息块执行产生一个或多个码字的第二编码操作,其中每个码字包括第二信息块的相应比特子集和由第二编码操作所得到的一个或多个奇偶校验比特;将第二信息块的该比特子集和该偶校验比特布置成多个码元,其中每个码元具有基于布置在该码元中的相应比特的振幅,并且其中第一编码操作产生经振幅整形比特以使得该多个码元的振幅具有非均匀分布;以及向至少一个接收方设备传送包括该多个码元的无线分组。

[0009] 在一些实现中,执行第一编码操作可以包括:从查找表(LUT)中迭代选择与该信息

比特的子集匹配的比特值模式,其中该LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个比特值模式,并且其中该多个经振幅整形比特模式包括与所选比特值模式相对应的经振幅整形比特模式。在一些实现中,迭代选择该比特值模式可以进一步包括:对于每次迭代,确定选择与该信息比特的第一子集匹配的第一比特值模式是否将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于 $N2$ 。在一些实现中,迭代选择该比特值模式可以进一步包括:响应于确定选择第一比特值模式将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于 $N2$ 而终止第一编码操作而不选择第一比特值模式。

[0010] 在一些其他实现中,迭代选择该比特值模式可以进一步包括:响应于确定选择第一比特值模式将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于 $N2$ 而确定选择与信息比特的第二子集匹配的第二比特值模式是否将导致 L_S 与 L_{US} 之和小于或等于 $N2$ 。在一些方面,该信息比特的第二子集可以大于该信息比特的第一子集。在一些实现中,迭代选择该比特值模式可以进一步包括:响应于确定结果所得的 L_S 和 L_{US} 之和将小于或等于 $N2$;以及响应于选择第二比特值模式而终止第一编码操作。在一些实现中,添加该一个或多个信令比特可以包括:确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目(L_{PAM});基于该LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与该无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目;以及确定与该经振幅整形比特的估计数目相关联的码元的数目(L_{EST}),其中该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{EST} 之差的值。

[0011] 在一些其他实现中,添加该一个或多个信令比特可以包括:确定与经振幅整形比特相关联的码元的数目(L_{PAM}),其中该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 的值。在一些其他实现中,添加该一个或多个信令比特可以包括:确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目(L_{PAM});在给定的 $N1$ 个信息比特的情况下,确定能基于第一编码操作来编码的经振幅整形比特的平均数;以及确定与经振幅整形比特的平均数相关联的码元的数目(L_{MEAN}),其中该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{MEAN} 之差的值。在一些其他实现中,添加该一个或多个信令比特可以包括:确定与第二信息块中的信息比特相关联的码元的数目,其中该一个或多个信令比特表示等于与第二信息块中的信息比特相关联的码元的数目的值。又进一步,在一些实现中,该一个或多个信令比特可表示等于包括在第二信息块中的填充比特的数目的值。

[0012] 本公开所描述的主题内容的另一创新性方面可在一种无线通信设备中实现。在一些实现中,该无线通信设备可包括至少一个调制解调器、与该至少一个调制解调器通信地耦合的至少一个处理器、以及与该至少一个处理器通信地耦合且存储处理器可读代码的至少一个存储器。在一些实现中,由该至少一个处理器对该处理器可读代码的执行使得该无线通信设备执行操作,这些操作包括:获得包括固定数目个($N1$ 个)信息比特的第一信息块;对该信息比特中的一个或多个信息比特执行产生数个(L_S 个)经振幅整形比特的第一编码操作;将该 L_S 个经振幅整形比特布置成第二信息块,第二信息块包括来自第一信息块的数个(L_{US} 个)信息比特,其中 L_S 与 L_{US} 之和小于或等于固定量($N2$);选择性地向第二信息块添加一个或多个填充比特以使得第二信息块的长度等于 $N2$;向第二信息块添加指示第二信息块中的经振幅整形比特的数目的一个或多个信令比特;对第二信息块执行产生一个或多个码字的第二编码操作,其中每个码字包括第二信息块的相应比特子集和由第二编码操作所得到的一个或多个奇偶校验比特;将第二信息块的该比特子集和该偶校验比特布置成多个码元,其中每个码元具有基于布置在该码元中的相应比特的振幅,并且其中第一编码操作产生经振幅整形比特以使得该多个码元的振幅具有非均匀分布;以及向至少一个接收方设备

传送包括该多个码元的无线分组。

[0013] 本公开中所描述的主题内容的另一创新性方面可被实现为一种无线通信方法。该方法可以由无线通信设备执行,并且可以包括:接收包括具有多个振幅的多个码元的无线分组,其中该多个码元表示多个码字比特,并且其中该多个振幅具有非均匀分布;将该多个码字比特布置成一个或多个码字;对该一个或多个码字执行产生一个或多个相应经解码码块的第一解码操作,其中每个经解码码块包括多个经解码码字比特和一个或多个奇偶校验比特;将该多个经解码码字比特布置成具有固定长度(N_2)的信息块;基于该信息块的固定长度 N_2 来检测该信息块的一个或多个信令比特;基于与该一个或多个信令比特相关联的值来标识该信息块中的经振幅整形比特的数目(L_S);对该经振幅整形比特执行产生数个(L_{DS} 个)去整形比特的第二解码操作;基于去整形比特的数目 L_{DS} 和与经解码信息块相关联的固定长度(N_1),从该信息块解析出未整形比特的数目(L_{US});以及将去整形比特和未整形比特布置成具有固定长度 N_1 的经解码信息块。

[0014] 在一些实现中,该经振幅整形比特可表示该信息块的最高有效比特(MSB)。在一些实现中, L_{US} 与 L_{DS} 可以等于 N_2 。在一些实现中,该方法可进一步包括:丢弃该信息块中超过 L_{US} 的一个或多个比特。在一些实现中,所丢弃的比特可表示该信息块的最低有效比特(LSB)。

[0015] 在一些实现中,执行第二解码操作可以包括:从LUT中选择与该经振幅整形比特的子集匹配的去整形比特模式,其中该LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个去整形比特模式,并且其中该多个去整形比特模式包括所选去整形比特模式。在一些实现中,标识该经振幅整形比特的数目可以包括:基于该LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与该无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目;确定与经振幅整形比特的估计数目相关联的码元的数目(L_{EST});基于 L_{EST} 与同一个或多个信令比特相关联的值之差来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目(L_{PAM});以及确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。

[0016] 在一些其他实现中,标识该经振幅整形比特的数目可以包括:基于与该一个或多个信令比特相关联的值来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目(L_{PAM});以及确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。在一些其他实现中,标识该经振幅整形比特的数目可以包括:在给定 N_1 个信息比特的情况下,确定能基于第二解码操作来解码的经振幅整形比特的平均数;以及确定与经振幅整形比特的平均数相关联的码元的数目(L_{MEAN});基于 L_{MEAN} 与同一个或多个信令比特相关联的值之差来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目(L_{PAM});以及确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。又进一步,在一些实现中,标识该经振幅整形比特的数目可以包括:基于与该一个或多个信令比特相关联的值来确定被包括在该信息块中的填充比特的数目;以及基于 N_2 、 L_{US} 和填充比特的数目来确定该经振幅整形比特的数目。

[0017] 本公开所描述的主题内容的另一创新性方面可在一种无线通信设备中实现。在一些实现中,该无线通信设备可包括至少一个调制解调器、与该至少一个调制解调器通信地耦合的至少一个处理器、以及与该至少一个处理器通信地耦合且存储处理器可读代码的至少一个存储器。在一些实现中,由该至少一个处理器对该处理器可读代码的执行使得该无线通信设备执行操作,这些操作包括:接收包括具有多个振幅的多个码元的无线分组,其中该多个码元表示多个码字比特,并且其中该多个振幅具有非均匀分布;将该多个码字比特

布置成一个或多个码字;对该一个或多个码字执行产生一个或多个相应经解码码块的第一解码操作,其中每个经解码码块包括多个经解码码字比特和一个或多个奇偶校验比特;将该多个经解码码字比特布置成具有固定长度(N2)的信息块;基于该信息块的固定长度N2来检测该信息块的一个或多个信令比特;基于与该一个或多个信令比特相关联的值来标识该信息块中的经振幅整形比特的数目(L_s);对该经振幅整形比特执行产生数个(L_{ds} 个)去整形比特的第二解码操作;基于去整形比特的数目 L_{ds} 和与经解码信息块相关联的固定长度(N1),从该信息块解析出数个(L_{us} 个)未整形比特;以及将去整形比特和未整形比特布置成具有固定长度N1的经解码信息块。

[0018] 附图简述

[0019] 本公开中所描述的主题内容的一种或多种实现的详情在附图及以下描述中阐述。其他特征、方面和优点将从该描述、附图和权利要求书中变得明了。应注意,以下附图的相对尺寸可能并非按比例绘制。

[0020] 图1示出了示例无线通信网络的示意图。

[0021] 图2A示出了可用于接入点(AP)与数个站(STA)之间的通信的示例协议数据单元(PDU)。

[0022] 图2B示出了图2A的PDU中的示例字段。

[0023] 图3示出了示例无线通信设备的框图。

[0024] 图4A示出示例接入点(AP)的框图。

[0025] 图4B示出示例站(STA)的框图。

[0026] 图5示出了解说根据一些实现的用于支持振幅整形的无线通信的示例过程的流程图。

[0027] 图6A和图6B示出了根据一些实现的支持振幅整形的流程的示意图。

[0028] 图7示出根据一些实现的支持振幅整形的示例查找表(LUT)。

[0029] 图8示出了解说根据一些实现的用于支持振幅整形的无线通信的示例过程的流程图。

[0030] 图9A和图9B示出了根据一些实现的支持振幅整形的流程的示意图。

[0031] 图10示出了根据一些实现的支持振幅整形的流程图的另一示意图。

[0032] 图11示出了根据一些实现的可以使用振幅整形来编码的振幅比特的示例序列。

[0033] 图12A示出了根据一些实现的示例振幅整形前信息块。

[0034] 图12B示出了根据一些实现的示例振幅整形后信息块。

[0035] 图13示出了根据一些实现的支持振幅整形的流程图的另一示意图。

[0036] 图14示出了解说根据一些实现的用于支持振幅整形的无线通信的示例过程的流程图。

[0037] 图15示出了解说根据一些实现的用于支持振幅整形的无线通信的示例过程的流程图。

[0038] 图16示出了根据一些实现的示例无线通信设备的框图。

[0039] 图17示出了根据一些实现的示例无线通信设备的框图。

[0040] 各个附图中相似的附图标记和命名指示相似要素。

[0041] 详细描述

[0042] 以下描述针对一些特定的实现以旨在描述本公开的创新性方面。然而,本领域普通技术人员将容易认识到,本文中的教导可按众多不同方式来应用。所描述的实现可在能够根据电气与电子工程师协会(IEEE)802.11标准、IEEE 802.15标准、如由蓝牙特别兴趣小组(SIG)定义的蓝牙®标准、或由第三代伙伴项目(3GPP)发布的长期演进(LTE)、3G、4G或5G(新无线电(NR))标准等中的一者或多者来传送和接收射频(RF)信号的任何设备、系统或网络中实现。所描述的实现可以在能够根据以下技术或技艺中的一种或多种来传送和接收RF信号的任何设备、系统或网络中实现:码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、正交FDMA(OFDMA)、单载波FDMA(SC-FDMA)、单用户(SU)多输入多输出(MIMO)和多用户(MU)MIMO。所描述的实现还可以使用适合于在无线个域网(WPAN)、无线局域网(WLAN)、无线广域网(WWAN)、或物联网(IOT)网络中的一者或多者中使用的其他无线通信协议或RF信号来实现。

[0043] 各个方面一般涉及对用于无线通信的数据进行编码以达成期望振幅分布,并且更具体地涉及对固定长度信息块的信息比特执行第一编码操作以对结果所得的码元的振幅进行整形以使得振幅具有非均匀分布。在非均匀分布的一些方面,与相应振幅相关联的概率一般随振幅减小而增大。例如,这些码元的振幅的非均匀分布可近似为高斯分布。在一些方面,第一编码操作是或包括前缀编码操作,其将一个或多个信息比特模式映射到一个或多个经振幅整形比特模式以使得与将信息比特编码成具有较低振幅的码元相关联的概率大于与将信息比特编码成具有较高振幅的码元相关联的概率。在一些方面,第一编码操作还可以至少部分地通过对信息比特进行迭代编码直到经振幅整形比特的数目与未整形比特的数目的组合大于或等于最大有效载荷长度来在其输出处达成固定长度信息块。

[0044] 可实现本公开中所描述的主题内容的特定实现以达成以下潜在优点中的一者或多者。在一些实现中,所描述的技术可被用于例如通过以下操作来缩小传送方设备实际可达到的信道容量与理论香农界之间的差距:对振幅进行编码以使得结果所得的振幅分布近似为高斯分布。在本实现中,分组长度可保持为固定大小,而无需强制执行振幅整形操作以维持固定编码率。通过在振幅整形之前和之后维持固定信息块长度,本公开的各方面可以使媒体接入控制(MAC)层能够确定要添加到信息块(以产生整数个码元)的填充比特的数目而无需首先执行振幅整形操作。此外,通过保留振幅整形操作的可变编码率,本公开的各方面可以支持对经振幅整形比特的最佳编码。

[0045] 图1示出了示例无线通信网络100的框图。根据一些方面,无线通信网络100可以是无线局域网(WLAN)(诸如Wi-Fi网络)的示例(并且在下文中将被称为WLAN 100)。例如,WLAN 100可以是实现IEEE 802.11无线通信协议标准族中的至少一者(诸如由IEEE 802.11-2016规范或其修订版所定义的标准,包括但不限于802.11ah、802.11ad、802.11ay、802.11ax、802.11az、802.11ba和802.11be)的网络。WLAN 100可包括众多无线通信设备,诸如接入点(AP) 102和多个站(STA) 104。虽然仅示出了一个AP 102,但WLAN网络100还可包括多个AP 102。

[0046] 每个STA 104还可被称为移动站(MS)、移动设备、移动手持机、无线手持机、接入终端(AT)、用户装备(UE)、订户站(SS)、或订户单元、及其他可能性。STA 104可表示各种设备,诸如移动电话、个人数字助理(PDA)、其他手持设备、上网本、上网本计算机、平板计算机、膝上型设备、显示设备(例如,TV、计算机监视器、导航系统等)、音乐或者其他音频或立体声设

备、遥控设备(“遥控器”)、打印机、厨房或其他家用电器、遥控钥匙(key fob)(例如,用于被动式无钥匙进入与启动(PKES)系统)、以及其他可能性。

[0047] 单个AP 102及相关联的STA集合104可被称为基本服务集(BSS),该BSS由相应AP 102管理。图1附加地示出了AP 102的示例覆盖区域106,该示例覆盖区域106可表示WLAN 100的基本服务区域(BSA)。BSS可以通过服务集标识符(SSID)来向用户进行标识,还可以通过基本服务集标识符(BSSID)来向其他设备进行标识,BSSID可以是AP 102的媒体接入控制(MAC)地址。AP 102周期性地广播包括BSSID的信标帧(“信标”),以使得AP 102的无线射程内的任何STA 104能够与AP 102“关联”或重新关联以建立与AP 102的相应通信链路108(在下文中还被称为“Wi-Fi链路”)或维持与AP 102的通信链路108。例如,信标可包括相应AP 102所使用的主信道的标识以及用于建立或维持与AP 102的定时同步的定时同步功能。AP 102可经由相应的通信链路108向WLAN中的各个STA 104提供对外部网络的接入。

[0048] AP 102和STA 104可根据IEEE 802.11无线通信协议标准族(诸如由IEEE802.11-2016规范或其修订版所定义的标准,包括但不限于802.11ah、802.11ad、802.11ay、802.11ax、802.11az、802.11ba和802.11be)来发挥作用和通信(经由相应的通信链路108)。这些标准定义用于PHY和媒体接入控制(MAC)层的WLAN无线电和基带协议。AP 102和STA 104以物理层汇聚协议(PLCP)协议数据单元(PPDU)的形式传送和接收往来于彼此的无线通信(在下文中也被称为“Wi-Fi通信”)。WLAN 100中的AP 102和STA 104可在无执照频谱上传送PPDU,该无执照频谱可以是包括传统上由Wi-Fi技术使用的频带(诸如2.4GHz频带、5GHz频带、60GHz频带、3.6GHz频带和700MHz频带)的频谱的一部分。本文中所描述的AP 102和STA 104的一些实现还可以在可支持有执照和无执照通信两者的其他频带(诸如6GHz频带)中进行通信。AP102和STA 104还可被配置成在其他频带(诸如共享有执照频带)上进行通信,其中多个运营商可具有在一个或多个相同或交叠频带中操作的执照。

[0049] 图2A示出能用于AP与数个STA之间的无线通信的示例协议数据单元(PDU) 200。例如,PDU 200可以被配置为PPDU。如图所示,PDU 200包括PHY前置码202和PHY有效载荷204。例如,前置码202可包括旧式部分,该旧式部分自身包括可由两个BPSK码元组成的旧式短训练字段(L-STF) 206、可由两个BPSK码元组成的旧式长训练字段(L-LTF) 208、以及可由两个BPSK码元组成的旧式信号字段(L-SIG) 210。前置码202的旧式部分可根据IEEE802.11a无线通信协议标准来配置。前置码202还可包括非旧式部分,该非旧式部分包括例如遵循IEEE无线通信协议(诸如IEEE 802.11ac、802.11ax、802.11be或以后的无线通信协议标准)的一个或多个非旧式字段212。

[0050] L-STF 206一般使得接收方设备能够执行自动增益控制(AGC)和粗略定时以及频率估计。L-LTF 208一般使得接收方设备能够执行精细定时和频率估计,并且还能够执行对无线信道的初始估计。L-SIG 210一般使得接收方设备能够确定PDU的历时并使用所确定的历历来避免在PDU之上进行传送。例如,L-STF 206、L-LTF 208和L-SIG 210可根据二进制相移键控(BPSK)调制方案来调制。有效载荷204可根据BPSK调制方案、正交BPSK(Q-BPSK)调制方案、正交振幅调制(QAM)调制方案、或另一恰适调制方案来调制。有效载荷204可包括包含数据字段(DATA) 214的PSDU,数据字段214进而可携带例如媒体接入控制(MAC)协议数据单元(MPDU)或聚集MPDU(A-MPDU)形式的较高层数据。

[0051] 图2B示出了图2A的PDU 200中的示例L-SIG 210。L-SIG 210包括数据率字段222、

保留(R)比特224、长度字段226、奇偶校验(P)比特228、以及尾部字段230。数据率字段222指示数据率(注意,数据率字段212中所指示的数据率可能不是有效载荷204中所携带的数据的实际数据率)。长度字段226指示例如以码元或字节为单位的分组长度。奇偶校验比特228可被用于检测比特差错。尾部字段230包括尾部比特,尾部比特可由接收方设备用于终止解码器(例如,Viterbi解码器)的操作。接收方设备可利用数据率字段222和长度字段226中所指示的数据率和长度来确定例如以微秒(μs)或其他时间单位为单位的分组历时。

[0052] 图3示出了示例无线通信设备400的框图。在一些实现中,无线通信设备300可以是用于STA中的设备的示例,诸如参照图1所描述的各STA 104之一。在一些实现中,无线通信设备300可以是用于AP(诸如参照图1所描述的AP102)中的设备的示例。无线通信设备300能够传送(或输出以供传输)和接收无线通信(例如,以无线分组的形式)。例如,无线通信设备可被配置成:传送和接收遵循IEEE 802.11无线通信协议标准(诸如由IEEE802.11-2016规范或其修订版所定义的标准,包括但不限于802.11ah、802.11ad、802.11ay、802.11ax、802.11az、802.11ba和802.11be)的物理层汇聚协议(PLCP)协议数据单元(PPDU)和媒体接入控制(MAC)协议数据单元(MPDU)形式的分组。

[0053] 无线通信设备300可以是或可包括包含一个或多个调制解调器302(例如,Wi-Fi(遵循IEEE 802.11)调制解调器)的芯片、片上系统(SoC)、芯片组、封装或设备。在一些实现中,一个或多个调制解调器302(统称为“调制解调器302”)附加地包括WWAN调制解调器(例如,3GPP 4G LTE或5G兼容调制解调器)。在一些实现中,无线通信设备300还包括一个或多个无线电304(统称为“无线电304”)。在一些实现中,无线通信设备306进一步包括一个或多个处理器、处理块或处理元件306(统称为“处理器306”)和一个或多个存储器块或元件308(统称为“存储器308”)。

[0054] 调制解调器302可包括智能硬件块或设备(举例而言,诸如专用集成电路(ASIC)等)。调制解调器302一般被配置成实现PHY层。例如,调制解调器302被配置成调制分组并将经调制分组输出给无线电304以供在无线介质上传输。类似地,调制解调器302被配置成获取由无线电304接收的经调制分组并对这些分组进行解调以提供经解调分组。除了调制器和解调器之外,调制解调器302还可进一步包括数字信号处理(DSP)电路系统、自动增益控制(AGC)、译码器、解码器、复用器和解复用器。例如,当处在传输模式中之时,将从处理器306获取的数据提供给译码器,该译码器对数据进行编码以提供经编码比特。经编码比特随后被映射到调制星座中的点(使用所选MCS)以提供经调制的码元。随后,经调制的码元可被映射到数个(N_{SS} 个)空间流或数个(N_{STS} 个)空时流。随后,相应空间流或空时流中的经调制码元可被复用,经由快速傅里叶逆变换(IFFT)块进行变换,并随后被提供给DSP电路系统以供Tx加窗和滤波。数字信号可随后被提供给数模转换器(DAC)。结果所得的模拟信号随后可被提供给上变频器,并最终提供给无线电304。在涉及波束成形的实现中,在相应的空间流中的经调制码元在被提供给IFFT块之前,经由引导矩阵进行预编码。

[0055] 当在接收模式中时,从无线电304接收到的数字信号被提供给DSP电路系统,该DSP电路系统被配置成获取收到信号,例如,通过检测信号的存在以及估计初始定时和频率偏移。DSP电路系统被进一步配置成数字地调理数字信号,例如,使用信道(窄带)滤波、模拟损伤调理(诸如校正I/Q不平衡),以及应用数字增益以最终获得窄带信号。随后,DSP电路系统的输出可被馈送到AGC,其被配置成使用从数字信号(例如在一个或多个收到训练字段中)

中提取的信息,以确定适当增益。DSP电路系统的输出还与解调器耦合,该解调器被配置成从信号提取经调制码元,并且例如计算每个空间流中每个副载波的每个比特位置的对数似然比 (LLR)。解调器与解码器耦合,该解码器可被配置成处理LLR以提供经解码比特。随后,经解码的来自所有空间流的比特被馈送到解复用器以进行解复用。经解复用的比特随后可被解扰并被提供给MAC层(处理器306)以供处理、评估或解读。

[0056] 无线电304一般包括至少一个射频(RF)发射机(或“发射机链”)和至少一个RF接收机(或“接收机链”),它们可以组合成一个或多个收发机。例如,RF发射机和接收机可包括各种DSP电路系统,分别包括至少一个功率放大器(PA)和至少一个低噪声放大器(LNA)。RF发射机和接收机可进而耦合到一个或多个天线。例如,在一些实现中,无线通信设备300可包括或耦合到多个发射天线(每一者具有对应的发射链)和多个接收天线(每一者具有对应的接收链)。从调制解调器302输出的码元被提供给无线电304,该无线电随后经由所耦合的天线来发射这些码元。类似地,经由天线接收到的码元由无线电304获取,该无线电随后将这些码元提供给调制解调器302。

[0057] 处理器306可包括被设计成执行本文中所描述的功能的智能硬件块或设备,诸如举例而言处理核、处理块、中央处理单元(CPU)、微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑器件(PLD)(诸如现场可编程门阵列(FPGA))、分立的门或晶体管逻辑、分立的硬件组件或其任何组合。处理器306处理通过无线电304和调制解调器302接收到的信息,并处理要通过调制解调器302和无线电304输出以通过无线介质传输的信息。例如,处理器306可以实现控制面和MAC层,其被配置成执行与MPDU、帧或分组的生成和传输有关的各种操作。MAC层被配置成执行或促成帧的译码和解码、空间复用、空时块译码(STBC)、波束成形和OFDMA资源分配及其他操作或技术。在一些实现中,处理器306一般可以控制调制解调器302以使该调制解调器执行上述各种操作。

[0058] 存储器304可包括有形存储介质,诸如随机存取存储器(RAM)或只读存储器(ROM)或其组合。存储器304还可以存储包含指令的非瞬态处理器或计算机可执行软件(SW)代码,这些指令在被处理器306执行时使该处理器执行本文所描述的用于无线通信的各种操作,包括MPDU、帧或分组的生成、传输、接收和解读。例如,本文所公开的各组件的各个功能或者本文所公开的方法、操作、过程或算法的各个框或步骤可以被实现为一个或多个计算机程序的一个或多个模块。

[0059] 图4A示出了示例AP 402的框图。例如,AP 402可以是参照图1所描述的AP 102的示例实现。AP 402包括无线通信设备(WCD)410(但AP 402自身通常还可被称为无线通信设备,如本文所使用的)。例如,无线通信设备410可以是参照图3所描述的无线通信设备300的示例实现。AP 402还包括与无线通信设备410耦合的多个天线420以发射和接收无线通信。在一些实现中,AP402附加地包括与无线通信设备410耦合的应用处理器430、以及与应用处理器430耦合的存储器440。AP 402进一步包括至少一个外部网络接口450,其使得AP 402能够与核心网或回程网络进行通信以获得对包括因特网的外部网络的接入。例如,外部网络接口450可包括有线(例如,以太网)网络接口和无线网络接口(诸如,WWAN接口)中的一者或两者。前述组件中的组件可以在至少一条总线上直接或间接地与这些组件中的其他组件进行通信。AP 402进一步包括外壳,该外壳包封无线通信设备410、应用处理器430、存储器440并且包封天线420和外部网络接口450的至少部分。

[0060] 图4B示出了示例STA 404的框图。例如,STA 404可以是参照图1所描述的STA 104的示例实现。STA 404包括无线通信设备415(但STA 404自身通常还可被称为无线通信设备,如本文所使用的)。例如,无线通信设备415可以是参照图3所描述的无线通信设备300的示例实现。STA 404还包括与无线通信设备415耦合的一个或多个天线425以发射和接收无线通信。STA 404附加地包括与无线通信设备415耦合的应用处理器435、以及与应用处理器435耦合的存储器445。在一些实现中,STA 404进一步包括用户接口(UI)455(诸如触摸屏或键盘)和显示器465,该显示器465可与UI 455集成以形成触摸屏显示器。在一些实现中,STA 404可进一步包括一个或多个传感器475(举例而言,诸如一个或多个惯性传感器、加速计、温度传感器、压力传感器或高度传感器)。前述组件中的组件可以在至少一条总线上直接或间接地与这些组件中的其他组件进行通信。STA 404进一步包括外壳,该外壳包封无线通信设备415、应用处理器435、存储器445并且包封天线425、UI 455和显示器465的至少各部分。

[0061] 传送方设备和接收方设备可支持使用各种调制和编码方案(MCS)来传送和接收数据,以最优地利用无线信道状况(例如,以增加吞吐量、减少等待时间或实施各种服务质量(QoS)参数)。例如,现有技术支持使用至多达1024-QAM,并且预计还将实现4096-QAM(亦称为“4k QAM”)。1024-QAM和4096-QAM以及其他MCS涉及使用低密度奇偶校验(LDPC)编码。例如,传送方设备的PHY层可从该传送方设备的MAC层以PSDU的形式接收一个或多个MPDU或A-MPDU。PSDU可被布置成多个码块,其中每个码块包含以信息比特的形式表示该一个或多个MPDU中的一些或全部的主信息(或“系统信息”)。码块中的一些信息比特(在本文中亦称为“振幅比特”)被用于确定将被调制并传送给接收方设备的码元的振幅。可对码块中的信息比特执行LDPC编码操作,以例如编码这些数据比特以添加用于前向纠错的冗余。因为LDPC编码是系统编码的示例,所以LDPC编码操作不改变数据比特;确切而言,从LDPC编码器输出的振幅比特与输入到LDPC编码器的振幅比特相同。换言之,用于调制的振幅比特的值直接来自初始码块。

[0062] 现实世界的无线信道通常包含噪声,其会对可以传达数据的最大速率施加限制。香农-哈特利(Shannon-Hartley)定理建立了表示链路的绝对信道容量的上界或上限(被称为“香农界”),即,在存在噪声的情况下每单位时间可以在特定带宽上传送的最大无差错信息量。下式(1)示出了香农-哈特利定理的一种表示。

$$[0063] \quad C = B \log_2(1 + \text{SNR}) \quad (1)$$

[0064] 在式(1)中,C表示信道容量(以比特/秒为单位),B表示带宽(以赫兹为单位),并且SNR表示信噪比(被定义为平均收到信号功率与噪声和干扰的平均功率之比)。遗憾的是,即使对于高MCS,利用LDPC编码可达成的信道容量也显示出与香农界的显著差距。附加地,为了能够使用高MCS(包括1024-QAM和4096-QAM),需要高信噪比,但可能难以获得此类高MCS所需的SNR。

[0065] 各个方面一般涉及对用于无线通信的数据进行编码以达成期望振幅分布,并且更具体地涉及对固定长度信息块的信息比特执行第一编码操作以对结果所得的码元的振幅进行整形以使得振幅具有非均匀分布。在非均匀分布的一些方面,与相应振幅相关联的概率一般随振幅减小而增大。例如,这些码元的振幅的非均匀分布可近似为高斯分布。在一些方面,第一编码操作是或包括前缀编码操作,其将一个或多个信息比特模式映射到一个或多个经振幅整形比特模式以使得与将信息比特编码成具有较低振幅的码元相关联的概率

大于与将信息比特编码成具有较高振幅的码元相关联的概率。在一些方面,第一编码操作还可以至少部分地通过对信息比特进行迭代编码直到经振幅整形比特的数目与未整形比特的数目的组合大于或等于最大有效载荷长度来在其输出处达成固定长度信息块。

[0066] 可实现本公开中所描述的主题内容的特定实现以达成以下潜在优点中的一者或多者。在一些实现中,所描述的技术可被用于例如通过以下操作来缩小传送方设备实际可达到的信道容量与理论香农界之间的差距:对振幅进行编码以使得结果所得的振幅分布近似为高斯分布。在本实现中,分组长度可保持为固定大小,而无需强制执行振幅整形操作以维持固定编码率。通过在振幅整形之前和之后维持固定信息块长度,本公开的各方面可以使MAC层能够确定要添加到信息块(以产生整数个码元)的填充比特的数目而无需首先执行振幅整形操作。此外,通过保留振幅整形操作的可变编码率,本公开的各方面可以支持对经振幅整形比特的最佳编码。

[0067] 图5示出了解说根据一些实现的用于支持振幅整形的无线通信的示例过程500的流程图。过程500的操作可以由如本文中所描述的传送方设备或其组件来实现。例如,过程500可以由无线通信设备(诸如参照图3所描述的无线通信设备300)来执行。在一些实现中,过程500可以由作为AP(诸如分别参照图1和图4A所描述的AP 102和402中的一者)来操作或在AP内操作的无线通信设备执行。在一些其他实现中,过程500可以由作为STA(诸如分别参照图1和图4B所描述的STA 104和404中的一者)来操作或在STA内操作的无线通信设备执行。

[0068] 在框502中,无线通信设备对多个振幅比特执行第一编码操作,该第一编码操作生成指示多个码元的振幅的多个经振幅整形比特。在一些实现中,第一编码操作对多个振幅比特进行编码以生成多个经振幅整形比特,以使得这些振幅具有非均匀分布。在框504中,无线通信设备对该多个经振幅整形比特执行第二编码操作,该第二编码操作生成包括该多个经振幅整形比特和至少部分地基于该多个经振幅整形比特的多个奇偶校验比特的码字。在框506中,无线通信设备将该多个经振幅整形比特和该多个奇偶校验比特布置成多个码元,这些码元中的每个码元的相应振幅至少部分地基于该码元中所排序的相应经振幅整形比特。在框508中,无线通信设备在无线分组中将该多个码元在多个副载波上传送给至少一个接收方设备。

[0069] 在一些实现中,框502中的第一编码操作(在本文中亦称为“振幅整形编码操作”或简称为“振幅整形操作”)的执行将该多个振幅比特进行编码以生成该多个经振幅整形比特,以使得这些码元的振幅的非均匀分布是与相应振幅相关联的概率一般随振幅减小而增大的分布。例如,该非均匀分布可近似为以调制星座的中心点(0,0)为中心的高斯分布。如上所述,此类振幅整形可被用于增加SNR和信道容量,从而实现更大的吞吐量。

[0070] 在一些实现中,在执行框502中的第一编码操作之前,无线通信设备的MAC层生成包括多个MPDU的A-MPDU。每个MPDU包括:包含多个信息比特(也称为“有效载荷比特”)的多个数据比特、以及多个控制比特或多个信令比特(例如,MAC信令比特)。可在框502中对MPDU中的数据比特的全部或子集执行第一编码操作。例如,每个MPDU中的信息比特可以是或可以包括被用于确定码元的振幅的多个比特(振幅比特)。在一些实现中,可在框502中仅对振幅比特执行第一编码操作。附加地,在一些实现中,为了降低复杂性或由于有效的结果所得的码率,在框502中例如仅对振幅比特的最高有效位(MSB)执行第一编码操作可能是足够的。

或有利的(例如,如果正常情况下使用四个比特来对码元的振幅分量进行编码,则每个码元的MSB数目可以是三个)。在此类实现中,不对振幅比特的其余最低有效位(LSB)执行第一编码操作。

[0071] 基于选择用于传输的MCS,PHY层可以将MPDU中的数据比特(在执行框502中的第一编码操作之前或之后)封装成要使用M个码元来传送的码块。M个码元中的每个码元最终包括对该码元的至少一个振幅进行指示的一组n个振幅比特。在一些实现中,针对每个码元的一组n个振幅比特中的前n/2个比特可指示该码元的振幅沿调制星座的实轴的第一振幅分量,并且针对该M个码元中的每个码元的一组n个振幅比特中的另外n/2个比特可指示该码元的振幅沿调制星座的虚轴的第二振幅分量。如此,对于每个码元的第一(实)振幅分量可存在 $2^{n/2}$ 个可能的第一振幅水平,并且对于每个码元的第二(虚)振幅分量可存在 $2^{n/2}$ 个可能的第二振幅水平。

[0072] 该M个码元中的每个码元可进一步包括针对每个振幅分量的符号比特,其指示相应振幅的符号。例如,当使用QAM时,针对每个QAM码元的符号比特对中的第一符号比特可指示沿实轴的相应第一振幅分量(同相(i)分量)是正还是负,并且该符号比特对中的第二符号比特可指示沿虚轴的相应第二振幅分量(正交(q)分量)是正还是负。如此,第一和第二振幅分量组合起来以提供相应QAM码元的总体振幅,并且第一和第二符号比特组合起来以指示总体振幅在调制星座所位于的象限。例如,当使用1024-QAM时,每个码元可包括十个经编码比特,其中前四个比特指示第一(实)振幅,另外四个比特指示第二(虚)振幅,另一个比特指示第一振幅的符号(正或负),并且另一个比特指示第二振幅的符号(正或负)。

[0073] 图6A和图6B示出了根据一些实现的支持振幅整形的流程600的示图。例如,流程600可解说过程500的各方面。在所解说的示例中,信息块602被提供给整形前解析器604以获得整形编码器610将对其执行框502中的第一编码操作的多个振幅比特。例如,整形前解析器604可将信息块602中的振幅比特706与符号比特608分开或划分。在一些实现中,解析器还将振幅比特分成或划分成MSB 606a和LSB 606b。在一些实现中,提供给整形编码器610的多个振幅比特仅包括振幅比特706的MSB 606a。在一些其他实现中,该多个振幅比特可包括所有振幅比特706。在所解说的示例中,整形编码器610对MSB 606a执行框502中的第一编码操作以生成经振幅整形比特612。

[0074] 在一些实现中,为了执行框502中的第一编码操作,尤其为了获得指示第一和第二振幅分量的一组n个振幅比特(在1024-QAM示例中为8个振幅比特),整形前解析器604(或整形编码器610自身)可进一步将多个振幅比特(例如,MSB 606a)解析成第一振幅比特流(其将在被编码时定义码元的第一振幅分量)和第二振幅比特流(其将在被编码时定义码元的第二振幅分量)。例如,在一些实现中,QAM流是经由两个独立的脉冲振幅调制(PAM)流来实现的。在一些此类实现中,整形编码器610可对第一振幅比特流执行第一编码操作以提供第一PAM码元流,与此并行地独立地对第二振幅比特流执行第一编码操作以提供第二PAM码元流(其最终可以与第一PAM码元流组合以获得QAM码元流)。

[0075] 在一些实现中,框502中第一编码操作的执行向多个振幅比特(图6A和图6B的示例中的MSB 606a)添加冗余来生成经振幅整形比特612,以使得经振幅整形比特612包括比输入到整形编码器610的多个振幅比特更多的比特。通过添加冗余,整形编码器610可对MSB 606a进行编码以生成经振幅整形比特612,以使得相关联的码元的这些振幅具有非均匀分

布,尤其是与相应振幅相关联的概率一般随振幅减小而增大的分布(诸如高斯分布)。

[0076] 在一些实现中,在框502中执行的第一编码操作是或包括前缀编码操作。在一些此类实现中,框502中前缀编码操作的执行包括:针对M个码元中的每个码元并且针对第一(实)和第二(虚)振幅分量中的每一者,将各种长度的一组 $2^{b/2}$ 个比特值模式中的一个或多个模式与输入到整形编码器610中的多个振幅比特中的比特作比较。同样,在此类实现中,如果提供给整形编码器706的多个振幅比特包括码块中的所有数据比特,则b等于n。然而,如果多个振幅比特包括少于码块中的所有数据比特的比特(例如,仅包括振幅比特706的MSB 606a),则b可等于针对每个码元的n个比特的MSB数目。该组模式中的每个模式可与 $2^{b/2}$ 个可能的第一(实)振幅水平或 $2^{b/2}$ 个可能的第二(虚)振幅水平中相应的振幅水平相关联。以此方式,每个振幅水平与关联于概率质量函数的相应发生概率相关联。在一些实现中,该组模式和相关联的概率质量函数基于霍夫曼(Huffman)算法。在一些实现中,概率质量函数是并矢的,即,概率质量函数中的所有概率是2的负幂。

[0077] 例如,整形编码器610可将多个振幅比特中的比特(例如,诸MSB 606a)输入到查找表(LUT)中,该LUT包括实现概率质量函数的模式集合。在一些此类实现中,整形编码器610包括用于基于第一振幅比特流来确定第一PAM码元流的第一(实)振幅分量的第一LUT以及用于基于第二振幅比特流来确定第二PAM码元流的第二(虚)分量的第二LUT。在一些实现中,第一和第二LUT最初可以是相同的;然而,如下面所描述的,随着框502中的前缀编码操作的进行,第一和第二LUT可以各自被独立地动态调整为或切换出以得到更期望的LUT。

[0078] 图7示出根据一些实现的支持振幅整形的示例LUT 700。在所解说的示例中,LUT 700包括八行702a-702h,每一行指示与同概率质量函数相关联的八个振幅水平中相应的一者相对应的比特值模式。例如,与第一(最低)振幅水平相关联的第一行702a包括与发生概率1/4相关联的第一比特值模式00,与第二振幅水平相关联的第二行702b包括与发生概率1/4相关联的第二比特值模式01,与第三振幅水平相关联的第三行702c包括与发生概率1/8相关联的第三比特值模式111,与第四振幅水平相关联的第四行702d包括与发生概率1/8相关联的第四比特值模式100,与第五振幅水平相关联的第五行702e包括与发生概率1/8相关联的第五比特值模式101,与第六振幅水平相关联的第六行702f包括与发生概率1/16相关联的第六比特值模式1101,与第七振幅水平相关联的第七行702g包括与发生概率1/32相关联的第七比特值模式11000,并且与第八(最高)振幅水平相关联的第八行702h包括与发生概率1/32相关联的第八比特值模式11001。

[0079] 在一些实现中,框502中前缀编码操作的执行进一步包括:标识多个振幅比特(例如,诸MSB 606a)中的比特与这些模式中的一者之间的匹配。例如,整形编码器610可将多个振幅比特中的连贯比特与LUT 700中的模式作比较。一般而言,随着每个附加数据比特被输入到LUT 700并进行匹配,可能匹配模式的数目减少,直到只剩下一个模式,这一个模式随后被整形编码器610选中。换言之,整形编码器610可在框502中将相应振幅比特流的接下来的连贯输入比特的数目与LUT 700中的相应模式中的一者、一些或全部进行比较。例如,整形编码器610可将前两个比特与行702a和702b中的模式中的一者或两者进行比较,将前三个比特与行702c、702d和702e中的模式中的一者、两者或全部进行比较,将前四个比特与行702f中的模式进行比较,或者将前五个比特与行702g和702h中的模式中的一者或两者进行比较。响应于找到匹配,整形编码器610可输出针对相应PAM码元的一组b/2个经振幅整形比

特612以指示与相应模式相关联的振幅水平。在一些实现中,整形编码器610通常可输出每PAM码元的经振幅整形比特612的平均数,如下式(2)中定义的。

[0080] 比特数 = $\sum_k -p_k \log_2 p_k$

[0081] 在式(2)中, p_k 是与相应的输入数据比特的数目k相关联的概率。例如,基于与LUT 700相关联的概率质量函数,每PAM码元输出的经振幅整形比特612的数目将为2.6875比特;即,作为振幅整形的结果,用于编码八个不同振幅水平的有效编码率将从通常需要的3降低到2.6875。

[0082] 如上所述,在框502中对多个振幅比特(例如,MSB 606a)执行第一编码操作以生成经振幅整形比特612之后,可以随后在框504中对经振幅整形比特612执行第二编码操作。例如,第二编码器616可以接收包括经振幅整形比特612的码块,并对该码块执行框504中的第二编码操作以生成包括第二多个经编码数据比特620的码字618。在所解说的示例中,第二编码器616对经振幅整形比特612(基于MSB 606a)以及LSB 606b和符号比特608执行框504中的第二编码操作。附加地,在其中整形编码器生成信令比特614的一些实现中,此类信令比特也可被输入到第二编码器616并在框504中的第二编码操作中被编码。

[0083] 在一些实现中,第二编码器616是系统编码器,其在框504中执行系统编码操作以使得从第二编码器616输出的比特与输入到该第二编码器的那些比特匹配。例如,在一些此类实现中,所执行的第二编码操作是或包括低密度奇偶校验(LDPC)编码操作(并且如此,第二编码器616在下文可被称为“LDPC编码器616”)。如此,结果所得的第二多个经编码数据比特620可包括经振幅整形比特612、LSB 606b、符号比特608和信令比特614。

[0084] 框504中LDPC编码操作的执行例如通过基于经振幅整形比特612、LSB606b、符号比特608和信令比特614生成多个奇偶校验比特622来向数据添加冗余。奇偶校验比特622向数据添加冗余(例如,用于前向纠错目的)而不会改变数据。如此,对于输入到LDPC编码器616的每个码块,结果所得的码字618包括:包含经振幅整形比特612、LSB 606b、符号比特608和信令比特614(统称为第二多个经编码数据比特620)的系统部分以及包含奇偶校验比特622的奇偶校验部分。

[0085] 在执行框504中的第二编码操作以生成码字618之后,在框506中,无线通信设备将第二多个经编码数据比特620和多个奇偶校验比特622中的比特排序(或“布置”)成M个(例如,QAM)码元626,以使得每个码元包括对调制星座中的振幅进行指示的一组n个比特。例如,如图6B中所示,排序(或“重排序”)模块624可接收码字618,并将来自经振幅整形比特612、LSB 606b、符号比特608和奇偶校验比特622中的比特布置成M个码元626。在一些此类实现中,排序模块624接收与第一和第二PAM码元流两者相关联的经振幅整形比特612、LSB 606b、符号比特608和奇偶校验比特622,并将它们重排序成单个QAM码元流。在其中每个码元626包括十个比特(包含n=8个振幅比特,其中b=6个是MSB)的一个1024-QAM示例中,排序模块624可针对每个码元626从码字618中取得来自第一振幅比特流编码的经振幅整形比特612中的一组三个振幅比特以及来自与第一振幅比特流相关联的诸LSB 606b中的一振幅比特,以获得第一(实)振幅分量。类似地,排序模块624可针对每个码元626从码字618中取得来自第二振幅比特流编码的经振幅整形比特612中的一组三个振幅比特以及来自与第二振幅比特流相关联的诸LSB 606b中的一振幅比特,以获得第二(虚)振幅分量。

[0086] 如上所述,每个码元626可进一步包括一对符号比特,其指示该振幅在调制星座中

的四个象限中所位于的一个象限。在一些实现中,排序模块624可尝试从奇偶校验比特622取得针对码元626所需要的所有符号比特。如上所述,因为符号比特不会影响功率,所以仅对振幅比特706(并且在一些实现中仅对MSB 606a)执行振幅整形操作一般可以是令人满意的。例如,基于所选MCS,整形编码器610在码块基础上知悉LDPC编码器616将生成多少奇偶校验比特。如此,整形编码器610将在第一编码操作之前知晓是否需要将一些数据比特用于符号比特。例如,取决于LDPC编码率和QAM星座大小,将所有奇偶校验比特622以及一些未整形数据比特(例如,符号比特608)用作码元626中的符号比特或许是可能的。这可能是合乎期望的,因为这意味着所有M个码元626的振幅都可以被整形。如果专用符号比特608是必要的,则它们可在第一编码操作之前从码块的其余部分中被解析出并被直接传递到LDPC编码器616,如上所述。替换地,某些奇偶校验比特622必须用作针对码元626的振幅比特或许是可能的,因为奇偶校验比特622的数目大于针对码元626所需要的符号比特的数目。在此类实例中,整形编码器610可能不能够在框502中对所有码元626的所有振幅分量执行第一编码操作(以及由此进行振幅整形)。如此,可达成的SNR增益可能会被减少。

[0087] 在框508中,无线通信设备在多个副载波上在无线分组中将M个码元626传送给接收方设备。在一些实现中,为了在框510中传送每个码元626,星座映射器(例如,QAM映射器)628将每个码元626映射到(例如,QAM)调制星座中的点以获得例如指示码元626的振幅和相位的复数表示630。在一些实现中,星座映射器628包括多个星座映射器,针对多个码元626流中的每个码元流有一个星座映射器。

[0088] 在一些实现中,排序模块624还可以包括空间流解析器,该空间流解析器将码元626解析成多个空间流。在一些此类实现中,空间流解析器针对每个空间流分开地解析经振幅整形比特612、LSB 606b、符号比特608和奇偶校验比特622,以确保这些比特被正确地布置成不同空间流中的码元。在一些实现中,排序模块624附加地包括多个带宽区段解析器,这些带宽区段解析器将来自各空间流的码元626解析成不同的带宽区段(例如,160MHz或320MHz绑定信道的不同80MHz子信道)。在空间流解析和带宽区段解析(若执行)之后,可以将不同的经解析码元626流中的每个码元流提供给星座映射器中的相应的一个星座映射器,该相应的一个星座映射器将各码元映射到调制星座中的点以获得相应的复数表示630流。

[0089] 调制器632可随后基于由复数表示630指示的振幅和相位来调制无线信道的带宽区段的副载波以生成经调制码元634,这些经调制码元634随后经由耦合的发射链和天线来传送给接收方设备。例如,继续上述示例,在星座映射之后,复数表示630流可被提供给调制器632的相应频调映射器,该相应频调映射器将复数表示映射到无线信道的相应副载波(或“频调”)。在一些实现中,调制器632进一步包括带宽区段去解析器,该带宽区段去解析器将不同带宽区段流去解析成多个码元空间流。随后,可以将空间流提供给对码元执行空间映射的空间复用器。随后,经空间映射流可被提供给变换块,该变换块例如对相应流中的码元执行离散傅里叶逆变换。随后,可以将结果所得的码元提供给模拟和RF块以进行传输。在一些实现中,为了确保统一的平均发射功率,模拟和RF块可在无线信道上的传输之前基于在第一编码操作中执行的振幅整形量在框508中向经调制码元634应用功率缩放因子。

[0090] 在一些实现中,无线通信设备可生成PPDU形式的无线分组,该PPDU包括PHY层前置码、继以包含经调制码元634的PSDU有效载荷。无线通信设备可利用任何合适的技术(包括

遵循IEEE 802.11无线通信协议标准族中的一者或多者(诸如由IEEE 802.11-2016规范或其修订版(包括但不限于802.11ax和802.11be)所定义的标准)的SU-MIMO、MU-MIMO和OFDMA技术)来将无线分组传送或输出以供传输(在下文与“传送”可互换地使用)给接收方设备。在一些实现中,无线信道可以是20MHz、40MHz、80MHz、160MHz或320MHz信道,其包括一个或多个毗连或非毗连部分。

[0091] 图8示出了解说根据一些实现的用于支持振幅整形的无线通信的示例过程800的流程图。过程800的操作可以由如本文中所描述的接收方设备或其组件来实现。例如,过程800可以由无线通信设备(诸如参照图3所描述的无线通信设备300)来执行。在一些实现中,过程800可以由作为AP(诸如分别参照图1和图4A所描述的AP 102和402中的一者)来操作或在AP内操作的无线通信设备执行。在一些其他实现中,过程800可以由作为STA(诸如分别参照图1和图4B所描述的STA 104和404中的一者)来操作或在STA内操作的无线通信设备执行。

[0092] 在框802中,无线通信设备在多个副载波上接收包括多个经调制码元的无线分组。每个收到码元包括对该码元的振幅进行指示的一组振幅比特。在一些实现中,经解调码元的这些振幅具有非均匀分布。每个收到码元进一步包括至少一个符号比特,该至少一个符号比特指示相应振幅在调制星座中所位于的象限。在框804中,无线通信设备将所有码元的各组振幅比特和各符号比特重排序为至少多个经振幅整形比特和多个奇偶校验比特。在框806中,无线通信设备基于该多个奇偶校验比特来对至少该多个经振幅整形比特执行第一解码操作以生成第一多个经解码数据比特。在框808中,无线通信设备对第一多个经解码数据比特执行生成多个去整形振幅比特的第二解码操作。

[0093] 图9A和图9B示出了根据一些实现的支持振幅整形的流程900的示意图。例如,流程900可解说过程800的各方面。过程800和流程900在下面关于参照图6-9所描述的过程500和流程600来进一步呈现。例如,在一些实现中,无线通信设备在框802中接收无线分组902,该无线分组902包括在过程500的框508中从传送方无线通信设备传送的多个经调制码元634。

[0094] 在一些实现中,解调器904可在框802中经由耦合的天线和接收链来接收经调制码元634并基于所检测到的振幅和相位来解调副载波以生成以指示码元的振幅和相位的复数表示906的形式的经解调码元,这些复数表示906在理想情况下与复数表示630相同。例如,解调器904可以包括模拟和RF块,该模拟和RF块经由一个或多个耦合的天线在一个或多个带宽区段中的多个频调上在多个空间流上接收无线分组902和经调制码元。随后,收到码元可被提供给解调器904的变换块,该变换块例如对流中的码元执行离散傅里叶变换。在一些实现中,解调器632进一步包括解析不同带宽区段流的带宽区段解析器。解调器632的频调逆映射器可随后将该频调进行逆映射以获得针对每个带宽区段(若存在)的多个空间流。

[0095] 星座逆映射器(例如,QAM逆映射器)908可随后将来自(例如,QAM)调制星座中相应的点的复数表示906进行逆映射以获得经解调码元910。例如,继续上述示例,结果所得的复数表示906流可被提供给提供相应经解调码元910空间流的相应星座解映射器。每个经解调码元910最终包括对该码元的振幅进行指示的一组 n 个振幅比特。如上面结合过程500和流程600所描述的,针对每个经解调码元910的一组 n 个振幅比特中的前 $n/2$ 个比特可指示该码元的振幅沿调制星座的实轴的第一振幅分量,并且针对每个经解调码元910的一组 n 个振幅比特中的另外 $n/2$ 个比特可指示该码元的振幅沿调制星座的虚轴的第二振幅分量。如此,每

个经解调码元910的第一(实)振幅分量存在 $2^{n/2}$ 个可能的第一振幅水平,并且第二(虚)振幅分量存在 $2^{n/2}$ 个可能的第二振幅水平。如上所述,每个经解调码元910可进一步包括针对每个振幅分量的符号比特,其指示相应振幅的符号。

[0096] 如上所述,在框804中,无线通信设备将所有码元的各组振幅比特和各符号比特重排序为至少多个经振幅整形比特和多个奇偶校验比特。例如,经振幅整形比特可包括MSB 606a。在一些此类示例中,各组振幅比特可进一步包括多个未整形比特(例如,其包括各LSB 608)。在一些实现中,经解调码元910可进一步包括多个符号比特或信令比特。在一些实现中,重排序模块912可接收包括所有振幅比特(其包含经振幅整形比特和任何未整形比特)和奇偶校验比特的经解调码元910,并将它们重新组装为码字914。例如,继续上述示例,重排序模块912还可以包括多个带宽区段去解析器,这些带宽区段去解析器将来自相应带宽区段流的码元910进行去解析。在一些实现中,重排序模块912还可以包括空间流去解析器,该空间流去解析器将结果所得的空间流中的码元去解析成单个比特流。如上所述,重排序模块912可随后将来自经解调码元的比特重排序为码字914。

[0097] 如上所述,在框806中,无线通信设备基于该多个奇偶校验比特来对至少该多个经振幅整形比特执行第一解码操作以生成第一多个经解码数据比特。例如,如图9B中所示,第一解码器916可接收码字914并对码字914执行框808中的第一解码操作,以提供基于经振幅整形比特的至少第一多个经解码数据比特。第一解码器916可以是系统解码器(例如,LDPC解码器),其尝试借助奇偶校验比特来解码振幅比特。如上所述,码字914还可包括未整形振幅比特(例如,LSB或符号比特)。如此,基于对码字914的解码,第一解码器916可以输出经解码码块,该经解码码块包括经解码的经振幅整形比特(例如,MSB) 918、经解码的LSB 920、经解码的符号比特922以及经解码的信令比特924。

[0098] 如上所述,无线通信设备对经振幅整形比特918执行框808中的第二解码操作,以生成经去整形振幅比特。在一些实现中,整形解码器926执行第二解码操作(在本文中亦称为“振幅去整形操作”)以从经振幅整形比特918中去除冗余以生成去整形振幅比特928,以使得经去整形振幅比特928的数目(数字数量)少于经振幅整形比特918的数目。在其中该多个经解码数据比特包括未整形比特(例如,LSB 920、符号比特922或信令比特924)的一些实现中,在框808中仅对经振幅整形比特918执行第二解码操作。振幅去整形操作取消在传送方设备处执行的对应振幅整形操作,以使得与相应码元相关联的振幅恢复为基本上均匀的分布。

[0099] 在一些实现中,在框808中执行的第二解码操作是或包括前缀解码操作。例如,整形解码器926可在框808中执行前缀解码操作,该前缀解码操作实质上是参照过程500的框502所描述的前缀编码操作的逆操作。如上所述,在一些实现中,前缀解码操作的执行可以并行化。

[0100] 在所解说的示例中,去解析器930将经去整形比特(例如,诸MSB) 928以及任何LSB 920或符号比特922重新组装成一个或多个信息块932。这些信息块932可随后由无线通信设备的MAC层进行处理以解码出对应的MPDU。

[0101] 如以上所描述的,振幅整形编码操作向输入到整形编码器的振幅比特添加冗余,并且具体而言使得从整形编码器输出的经振幅整形比特的数目大于输入到该整形编码器的振幅比特的数目。因为振幅整形编码操作导致编码更少的信息比特以获得与常规可达成

的相同数目的码元,所以振幅整形编码操作导致MPDU的有效编码率降低。因为从整形编码器输出的经振幅整形比特的数目可能与内容有关(它取决于输入到整形编码器的比特的值),所以整形编码器的有效编码率可能本质上是可变的。此外,如上所述,从整形编码器输出的经振幅整形比特的数目也可以变化。例如,当使用前缀编码操作来执行振幅整形时,从整形编码器输出的经振幅整形比特的数目可以是可变的。

[0102] 前缀编码操作的可变编码率导致分组中的经振幅整形比特的数目取决于信息比特的输入序列而变化。具有可变分组长度可导致无线分组的传输或接收中的复杂性或不期望后果。例如,MPDU的小部分中的错误可能会导致其他MPDU中的比特级边界失准。附加地,MAC层必须知道有效载荷比特的总数(或APEP长度)以确定要添加到信息块以产生整数个码元的填充比特的数目。在一些实现中,MAC层可以在执行振幅整形操作之后确定分组长度,以及将该分组长度发信号通知给PHY层。在一些其他实现中,PHY层可以调整振幅整形操作的编码率以维持固定速率。

[0103] 本公开的各方面可以通过将固定的振幅整形前信息块长度与固定的振幅整形后信息块长度相结合,进一步改进概率性振幅整形与IEEE 802.11标准的现有版本的集成。更具体地,在本实现中,分组长度可保持为固定大小,而无需强制执行振幅整形操作以维持固定编码率。如本文中所使用的,术语“固定”是指跨信息块不改变或不变化的已知参量。通过在振幅整形之前和之后维持固定信息块长度,本公开的各方面可以使MAC层能够确定要添加到信息块(以产生整数个码元)的填充比特的数目而无需首先执行振幅整形操作。此外,通过保留振幅整形操作的可变编码率,本公开的各方面可以支持对经振幅整形比特的最佳编码。

[0104] 在一些实现中,传送方设备可以至少部分地通过对可能由振幅整形操作产生的最大有效载荷长度设置条件来达成固定的振幅整形后信息块长度(N)。更具体地,整形编码器可以对振幅整形前信息块的信息比特进行迭代编码,直到满足或超过该条件。换言之,如果整形操作的附加迭代将导致经振幅整形比特的数目与未整形比特的数目的结合超过最大有效载荷长度,则振幅整形操作可以停止或终止。在一些方面,最大有效载荷长度可以等于N。如果结果所得的经振幅整形比特的数目加上该未整形比特的数目小于N,则传送方设备可以向振幅整形后信息块添加一个或多个填充比特以满足固定块长度要求。在一些实现中,传送方设备可以进一步向振幅整形后信息块添加一个或多个信令比特以向接收方设备指示信息块中的经振幅整形比特的数目。

[0105] 图10示出了根据一些实现的支持振幅整形的流程1000的另一示图。例如,流程1000可以是图6A中描绘的流程600的另一实现。在图10的示例中,信息块(也被称为振幅整形前信息块)1010被提供作为解析器1020的输入。在一些实现中,信息块1010可以具有固定长度(N1)。通过实现流程1000,任何无线分组或PSDU可以包括具有长度N1的一个或多个信息块1010。

[0106] 解析器1020可以是图6A的整形前解析器604的一个示例。在一些实现中,解析器1020可以将信息块1010分开或划分成数个振幅比特1022和数个未整形比特1024。例如,振幅比特1022可以对应于信息块1010的MSB,并且未整形比特1024可以对应于信息块1010的LSB。在一些实现中,解析器1020可以解析出固定数目个未整形比特1024以例如用作后续QAM映射中的符号比特。振幅比特1022被提供给整形编码器1030。未整形比特1024被直接提

供给填充器1040,从而旁路整形编码器1030。

[0107] 整形编码器1030可以是图6A的整形编码器610的一个示例。因此,整形编码器1030可对振幅比特1022中的一者或多者进行编码以生成经振幅整形比特1032以使得相关联的码元的振幅具有非均匀分布。在一些应用中,该分布可以是与相应振幅相关联的概率一般随振幅减小而增大的分布(诸如高斯分布)。在一些实现中,整形编码器1010是或包括前缀编码器。如以上所描述的,前缀编码操作的执行可以包括将连贯振幅比特1022序列与比特值模式集合中具有非均匀长度的一个或多个比特值模式进行比较。比特值模式可被定义成使得每个比特值模式具有相关联的出现在振幅比特1022的序列中的概率,以使得与相对较低的码元振幅相关联的比特值模式比与相对较高的码元振幅相关联的比特值模式具有相对较高的出现概率。

[0108] 表1示出了可以由整形编码器1030用来实现被配置成用于4096QAM的前缀编码操作的示例查找表(LUT)。例如参考表1,整形编码器1030可以输出32个经振幅整形比特模式。每个经振幅整形比特模式可以包括表示相关联码元的振幅的同相(I)分量幅度或正交(Q)分量幅度的五个比特值。每个经振幅整形比特模式与相应的码元振幅相关联。例如,存在32个不同的可能经振幅整形比特模式和相关联的范围从1到63(仅奇数)的振幅水平值。

[0109] 表1

[0110]

振幅比特输入 序列	经振幅整形比特输出 序列	振幅 (I/Q 水平)	概率
0011	10000	1	1/16
0000	10001	3	1/16

[0111]

0001	10011	5	1/16
0110	10010	7	1/16
0111	10110	9	1/16
0100	10111	11	1/16
0101	10101	13	1/16
11001	10100	15	1/32
11110	11100	17	1/32
11111	11101	19	1/32
11100	11111	21	1/32
11101	11110	23	1/32
10010	11010	25	1/32
10011	11011	27	1/32
10000	11001	29	1/32
10001	11000	31	1/32
10110	01000	33	1/32
10111	01001	35	1/32
10100	01011	37	1/32
10101	01010	39	1/32
110110	01110	41	1/64
110111	01111	43	1/64
110100	01101	45	1/64
110101	01100	47	1/64
001010	00100	49	1/64
001011	00101	51	1/64
001000	00111	53	1/64
001001	00110	55	1/64
1100010	00010	57	1/128
1100011	00011	59	1/128
1100000	00001	61	1/128
1100001	00000	63	1/128

[0112] 如表1中所示,存在可被输入到整形编码器1030中的32种可能的振幅比特模式。每个振幅比特模式具有与概率质量函数(PMF)相关联的发生概率,其中 $PMF = [8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8]$,

8,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,2,2,2,2,2,2,2,2,1,1,1,1]/128。例如参考式(2),以上前缀编码表(表1)具有0.9500的有效编码率。然而,实际编码率可取决于振幅比特1022的值而变化。例如,4比特输入序列“0011”可被编码为5比特输出序列“10000”,从而导致编码率小于1。另一方面,7比特输入序列“1100001”可被编码为5比特输出序列“00000”,从而导致编码率大于1。如以上所描述的,具有可变分组长度可导致无线分组的传输或接收中的复杂性或不期望后果。

[0113] 在一些实现中,整形编码器1030可以对振幅比特1022序列进行迭代编码,直到结果所得的有效载荷比特(包括经振幅整形比特1032、未整形比特1024和尚未由整形编码器1030编码的任何其余振幅比特1022)的数目大于或等于最大有效载荷长度(N2)。更具体地,在每次迭代中,整形编码器1030选择与前缀LUT中的比特值模式匹配的另一振幅比特1022序列,以及确定对所选振幅比特1022序列进行编码是否会导致有效载荷比特的总数超过最大有效载荷长度。在一些实现中,如果附加迭代将导致有效载荷比特的总数超过最大有效载荷长度,则整形编码器1030可以停止或终止前缀编码操作而不对所选的振幅比特1022序列进行编码。在一些其他实现中,如果前缀编码操作的附加迭代将导致有效载荷比特的总数超过最大有效载荷长度,则整形编码器1030可以扫描其余振幅比特1022的一个或多个附加比特值以确定对另一振幅比特1022序列进行编码是否将导致有效负载比特的总数满足最大有效负载长度要求。

[0114] 图11示出了振幅比特1100的示例序列,其可以表示被提供作为整形编码器1030的输入的接下来的7个比特(“0001000”)。对序列1100的前4个比特(“0001”)进行编码可以产生5个经振幅整形比特(对应于表1中的输出模式“10011”),同时留下其余3个未整形比特。这导致整形编码器1030响应于输入序列1100而输出总共8个有效载荷比特。如果在达到最大有效载荷长度之前迭代编码操作只能支持附加的7个有效载荷比特,则整形编码器1030可能不能够对序列1100的前4比特进行编码。然而,对序列1100的后6比特(“001000”)进行编码可能会产生5个经振幅整形比特(对应于表1中的输出模式“00111”),而仅留下其余1个未整形比特。这导致整形编码器1030响应于输入序列1100而输出仅6个有效载荷比特。作为结果,通过扫描输入序列1100的附加的3个比特,整形编码器1030可以编码更多数目个经振幅整形比特,同时仍遵循最大有效载荷长度要求。

[0115] 在前缀编码操作结束或终止时,整形编码器1030可以将经振幅整形比特1032和任何未整形比特1034(对应于未由整形编码器1030编码的其余振幅比特1022)提供给填充器1040。附加地,整形编码器1030可以输出指示经振幅整形比特1032的长度或数目的一个或多个信令比特1036。在一些实现中,信令比特1036可以具有表示经振幅整形比特1032的数目的值。在一些其他实现中,可以压缩信令比特1036的值以减少信令开销。如以上所描述的,多个经振幅整形比特1032被用于表示单个PAM码元的振幅。例如,对于4096QAM配置,长度1944的码字可以使用324个PAM码元进行编码。经整形PAM码元(或配置成具有非均匀振幅分布的PAM码元)的数目取决于码字中的经振幅整形比特1032的数目。然而,应注意,经整形PAM码元的数目(L_{PAM})将小于他们从其被编码的经振幅整形比特的数目(L_{US})($L_{\text{PAM}} < L_{\text{US}}$)。在一些实现中,整形编码器1030可以确定与经振幅整形比特1032相关联的经整形PAM码元的数目(L_{PAM}),并且可以输出具有表示 L_{PAM} 的值的一个或多个信令比特1036。

[0116] 在一些其他实现中,整形编码器1030可以确定可以由经振幅整形比特1032表示的

经整形PAM码元的平均数或均值 (L_{MEAN}), 并且可以输出具有表示 L_{PAM} 与 L_{MEAN} 之差的值的一个或多个信令比特1036。为了确定 L_{MEAN} , 整形编码器1030可以在给定 $N1$ 个信息比特的情况下首先确定可经由特定前缀编码操作进行编码的经振幅整形比特的平均数。例如, 经振幅整形比特的平均数可对应于可基于前缀编码表的有效编码率来从 $N1$ 个信息 (或振幅) 比特编码的经振幅整形比特的数目。整形编码器1030可随后基于与经振幅整形比特的平均数相关联的PAM码元的数目来计算 L_{MEAN} 。

[0117] 在一些其他实现中, 整形编码器1030可以确定可以由经振幅整形比特1032表示的经整形PAM码元的最大数 (L_{MAX}), 并且可以输出具有表示 L_{PAM} 与 L_{MAX} 之差的值的一个或多个信令比特1036。为了确定 L_{MAX} , 整形编码器1030可以在给定 $N1$ 个信息比特的情况下首先确定可经由特定前缀编码操作进行编码的经振幅整形比特的最大数。整形编码器1030可随后基于与经振幅整形比特的最大数相关联的PAM码元的数目来计算 L_{MAX} 。替换地, 整形编码器1030可以将 L_{PAM} 与 L_{MAX} 之差确定为与未整形比特 (包括由解析器1020输出的未整形比特1024和由整形编码器1030输出的任何未整形比特1034) 的总数相关联的PAM码元的数目。

[0118] 在一些其他实现中, 整形编码器1030可以基于前缀编码表的反向查找来确定与经振幅整形比特1032相关联的经整形PAM码元的估计数目 (L_{EST}), 并且可以输出具有表示 L_{PAM} 与 L_{EST} 之差的值的一个或多个信令比特1036。例如, 前缀编码表的反向查找可以对应于对有效载荷比特 (包括经振幅整形比特1032、未整形比特1024和任何附加未整形比特1034) 执行的解码操作。为了确定 L_{EST} , 整形编码器1030可以首先确定可以作为对有效载荷比特执行的前缀解码操作的结果被解码的经振幅整形比特的估计数目, 其中假设每个有效载荷比特可被提供为对应前缀解码器的输入。整形编码器1030可随后基于与经振幅整形比特的估计数目相关联的PAM码元的数目来计算 L_{EST} 。

[0119] 又进一步, 在一些实现中, 整形编码器1030可以确定要添加到有效载荷比特以满足特定条件的填充比特的数目, 并且可以输出具有表示填充比特的数目的值的一个或多个信令比特1036。在一些实现中, 可以添加填充比特以将有效载荷比特的总数达到最大有效载荷长度。因此, 整形编码器1030可以在对经振幅整形比特1032的数目、未整形比特1024的数目和任何其他未整形比特1034求和之后将填充比特的数目确定为小于最大有效载荷长度的比特的数目。因为有效载荷比特具有固定长度 ($N2$) 并且未整形比特1024也具有固定长度, 所以经振幅整形比特1032的数目可以通过从有效载荷比特的总数中减去未整形比特1024的数目和填充比特的数目来确定。

[0120] 填充器1040将经振幅整形比特1032、未整形比特1024和任何其他未整形比特1034合并或组合成振幅整形后信息块1050。在一些实现中, 信息块1050被配置成具有等于最大有效载荷长度 ($N2$) 的固定长度。因此, 填充器1040可以按需选择性地向信息块1050添加一个或多个填充比特1052以达成最大有效载荷长度。填充比特1052可以包括全零值或一个或多个有效载荷比特的重复。填充器1040可以进一步向信息块1050的末尾 (诸如在LSB比特位置中) 添加信令比特1036。应注意, 虽然信令比特1036的数目可以是固定量, 但它们可能不被计入最大有效载荷长度 ($N2$)。换言之, 填充器1040在确定要向信息块1050添加多少 (若有) 填充比特1052时可以忽略信令比特1036。可以将结果所得的振幅整形后信息块1050提供为系统编码器1060的输入。

[0121] 系统编码器1060可以是图6A的系统编码器616的一个示例。因此, 系统编码器1060

可以对信息块1050执行系统编码操作,以使得从系统编码器1060输出的比特与输入到系统编码器1060的那些比特匹配。在一些实现中,系统编码器1060是或包括LDPC编码器。对于输入到系统编码器1060的每个码块,系统编码器1060产生包括系统部分1072和奇偶校验部分1074的码字1070。系统部分1072包括信息块1050。奇偶校验部分1074包括可将冗余添加至码字1070并且可被用于对码字1070进行解码的数个奇偶校验比特。码字1070可随后被映射到一个或多个QAM码元,如参照图6B所描述的。例如,码字1070可以对应于输入到排序模块624的码字618。

[0122] 在一些实现中,系统编码器1060可以生成多个码字1070以用于给定分组。例如,振幅整形前信息块1010的比特可跨数个(N_{CW} 个)码字被逻辑地细分或划分。因此,信息块1010的长度可以是码字长度的倍数($n1$) (其中 $N1 = n1 * N_{CW}$)。振幅整形后信息块1050的比特可以类似地跨数个码字进行编码或分布。因此,信息块1050的长度可以是码字长度的另一倍数($n2$) ($N2 = n2 * N_{CW}$)。以此方式,流程1000可被用于生成多个码字以用于单个无线分组,同时维持固定的振幅整形前信息块长度($N1$)和固定的振幅整形后信息块长度($N2$)。

[0123] 图12A示出了根据一些实现的示例振幅整形前信息块1200。在一些实现中,信息块1200可以是图10的振幅整形前信息块1010的一个示例。信息块1200具有固定长度($N1$)并且包括数个整形振幅比特1202和数个未整形信息比特1206。在一些实现中,信息块1200还可以包括数个未整形振幅比特1204。图12B示出了根据一些实现的示例振幅整形后信息块1210。在一些实现中,信息块1210可以是图10的振幅整形后信息块1050的一个示例。信息块1210具有固定长度并且包括数个经整形有效载荷比特1212、数个未整形有效载荷比特1216、以及数个信令比特1219。在一些实现中,信息块1210还可以包括数个附加的未整形有效载荷比特1214。在一些其他实现中,信息块1210还可以包括数个填充比特1218。

[0124] 如参照图10所描述的,解析器1020可以将信息块1010分开成数个振幅比特1022和数个未整形比特1024。未整形比特1024可以对应于振幅整形前信息块1200的未整形信息比特1206,其进而对应于振幅整形后信息块1210的未整形有效载荷比特1216。因此,未整形信息比特1206(和未整形有效载荷比特1216)可具有固定长度,例如,对应于信息块1200的固定数目个LSB。振幅比特1022可以包括信息块1200的经整形振幅比特1202和未整形振幅比特1204(若有)。更具体地,经整形振幅比特1202可以对应于振幅比特1022的子集,该子集由整形编码器1030编码成经振幅整形比特1032。经振幅整形比特1032可以对应于振幅整形后信息块1210的经整形有效载荷比特1212。未整形振幅比特1204包括没有由整形编码器1030编码的任何其余振幅比特1022。更具体地,未整形振幅比特1204可以对应于由整形编码器1030输出的任何未整形比特1034。因此,未整形振幅比特1204可被直接传递到振幅整形后信息块1210例如作为附加的未整形有效载荷比特1214。

[0125] 如参照图10所描述的,整形编码器1030可以对振幅比特1022进行迭代编码,直到结果所得的有效载荷比特的数目达到或超过最大有效载荷长度。最大有效载荷长度可以对应于振幅整形后信息块1210的有效载荷部分的固定长度($N2$)。作为对编码操作的这种条件的结果,经整形振幅比特1202和未整形振幅比特1204可具有取决于振幅比特1022的实际比特值的可变长度。类似地,经整形有效载荷比特1212和附加的未整形有效载荷比特1214也可以具有可变长度。然而,应注意,未整形振幅比特1204的数目直接转换为附加的未整形有效载荷比特1214的数目。因此,振幅整形后信息块1210中的未整形有效载荷比特1214和

1216的总数(L_{US})等于振幅整形前信息块1200的未整形振幅比特1204的数目与未整形信息比特1206的数目之和。然而,振幅整形后信息块1210的经整形有效载荷比特1212的数目(L_S)可以不同于振幅整形前信息块1200的经整形振幅比特1202的数目($N1-L_{US}$)。

[0126] 如参照图10所描述的,填充器1040可以选择性地向振幅整形后信息块1050添加一个或多个填充比特1052以满足固定长度要求。填充比特1052可以对应于振幅整形后信息块1210的填充比特1218。因此,填充比特1218可被添加到有效载荷比特1212-1216(若需要)以将振幅整形后信息块1210的有效载荷部分的长度增大到固定长度($N2$)。更具体地,填充比特1218可具有等于 $N2-(L_S+L_{US})$ 的可变长度。

[0127] 如参照图10所描述的,整形编码器1030还可以输出指示振幅整形后信息块1050中的经振幅整形比特1032的数目的一个或多个信令比特1036。信令比特1036可以对应于振幅整形后信息块1210的信令比特1039。在一些实现中,信令比特1036可以具有固定长度(L_{SIG}),该 L_{SIG} 取决于指定或以其他方式指示可被包括在信息块1210中的经整形有效载荷比特1212的最大数所需的比特值的数目(诸如 $N2$ 的值或最大值 L_S)。在一些方面,信令比特1219可以具有表示经整形有效载荷比特1212的数目的值。在一些其他方面,一种或多种压缩技术可被用于减少用来指示经整形有效载荷比特1212的数目的信令比特1219的数目(诸如参照图10所描述的)。

[0128] 图13示出了根据一些实现的支持振幅整形的流程1300的另一示图。例如,流程1300可以是图9B中描绘的流程900的另一实现。在图13的示例中,收到码字1310被提供为系统解码器1320的输入。码字1310包括系统部分1312和奇偶校验部分1314。码字1310可从一个或多个QAM码元解映射,如参照图9A所描述的。例如,码字1310可以对应于由重排序模块912输出的码字914。

[0129] 系统解码器1320可以是图9B的系统解码器916的一个示例。因此,系统解码器1320可以对码字1310执行系统解码操作,以使得从系统解码器1320输出的比特与输入到系统解码器1320的那些比特匹配。更具体地,系统解码器1320可反转或撤销由图10的系统编码器1060执行的系统编码。在一些实现中,系统解码器1320是或包括LDPC解码器,其尝试借助奇偶校验比特1314来解码或恢复系统部分1312的比特。系统部分1312的经解码比特可以由系统解码器1320输出为信息块1330。信息块1330可以包括被用于指示包括在信息块1330中的经振幅整形比特的数目的固定数目个(L_{SIG} 个)信令比特1332。在一些实现中,信息块1330可以具有固定长度($N2+L_{SIG}$),其中 $N2$ 是信息块1330的有效载荷部分的长度。信息块1330被提供为解析器1340的输入。

[0130] 解析器1340可以将信息块1330分开或划分成数个经振幅整形比特1342和数个未整形比特1344。例如,经振幅整形比特1342可以对应于信息块1330的MSB,并且未整形比特1344可以对应于信息块1330的LSB。解析器1340可以至少部分地基于信令比特1332的值来确定要解析出信息块1330的经振幅整形比特1342的数目。经振幅整形比特1342被提供给整形解码器1350。其余未整形比特1344被直接提供给去解析器1360,从而旁路整形解码器1350。在一些实现中,信令比特1332可以被包括在被传递给去解析器1360的未整形比特1344中。在一些其他实现中,解析器1340可以在确定经振幅整形比特1342的长度之后移除或丢弃信令比特1332。

[0131] 在一些实现中,信令比特1332可以具有表示经振幅整形比特1342的数目的值。在

一些其他实现中,信令比特1332的值可被压缩(诸如参照图10所描述的)。例如,信令比特1332可以具有至少部分地基于与经振幅整形比特1342相关联的PAM码元的数目的值。在一些实现中,信令比特1332可以具有表示与经振幅整形比特1342相关联的经整形PAM码元的数目(L_{PAM})的值。相应地,解析器1340可以基于与 L_{PAM} 相关联的比特的数目来确定包括在信息块1330中的经振幅整形比特1342的数目。

[0132] 在一些其他实现中,信令比特1332可具有表示 L_{PAM} 与可以由经振幅整形比特1342表示的经整形PAM码元的平均数或均值(L_{MEAN})之差的值。解析器1340可以在给定固定数目个($N1$ 个)信息比特的情况下,通过首先确定可经由特定前缀编码操作进行编码的经振幅整形比特的数目来确定 L_{MEAN} 。例如, L_{MEAN} 可以对应于可以基于前缀编码表的有效编码率从 $N1$ 个信息比特中编码的经振幅整形比特的数目。解析器1340可随后基于 L_{MEAN} 与信令比特1332的值之差来计算 L_{PAM} 并且基于与 L_{PAM} 相关联的比特的数目来确定包括在信息块1330中的经振幅整形比特1342的数目。

[0133] 在一些其他实现中,信令比特1332可具有表示 L_{PAM} 与可以由经振幅整形比特1342表示的经整形PAM码元的最大数(L_{MAX})之差的值。解析器1340可以在给定 $N1$ 个信息比特的情况下,通过首先确定可经由特定前缀编码操作进行编码的经振幅整形比特的最大数来确定 L_{MAX} 。解析器1340可随后基于与经振幅整形比特的最大数相关联的PAM码元的数目来计算 L_{MAX} 。解析器1340可进一步基于 L_{MAX} 与信令比特1332的值之差来计算 L_{PAM} 并且基于与 L_{PAM} 相关联的比特的数目来确定包括在信息块1330中的经振幅整形比特1342的数目。

[0134] 在一些其他实现中,信令比特1332可具有表示 L_{PAM} 与关联于经振幅整形比特1342的经整形PAM码元的估计数目(L_{EST})之差的值。解析器1340可以通过首先确定可以由整形解码器1350基于 $N2$ 个有效载荷比特来解码的经振幅整形比特的估计数目来确定 L_{EST} ,其中假设每个有效载荷比特可被提供为整形解码器1350的输入。解析器1340可随后基于与经振幅整形比特的估计数目相关联的PAM码元的数目来计算 L_{EST} 。解析器1340可进一步基于 L_{EST} 与信令比特1332的值之差来计算 L_{PAM} 并且基于与 L_{PAM} 相关联的比特的数目来确定包括在信息块1330中的经振幅整形比特1342的数目。

[0135] 又进一步,在一些实现中,信令比特1332可具有表示包括在信息块1330中的填充比特的数目的值。如以上所描述的,信息块1330的有效载荷部分具有固定长度($N2$)并且信息块1330中的未整形有效载荷比特的数目也是固定的。因此,解析器1340可以通过从信息块1330的有效载荷部分的长度中减去填充比特的数目和未整形比特的固定数目来确定包括在信息块1330中的经振幅整形比特1342的数目。如在图12B中所示,在从 $N2$ 中减去填充比特1218的数目和未整形有效载荷比特1216的数目之后,除了经整形有效载荷比特1212之外,其余比特还可包括一些未整形有效载荷比特1214。然而,通过对如应用于前缀编码操作的前缀解码操作应用相同的条件或限制,整形解码器1350可以仅对经整形有效载荷比特1212执行振幅去整形。换言之,未整形有效载荷比特1214即使在被提供给整形解码器1350的情况下也可以旁路振幅去整形操作。

[0136] 整形解码器1350可以是图9B的整形解码器926的一个示例。因此,整形解码器1350可以对经振幅整形比特1342执行振幅去整形操作,以恢复数个去整形比特1352。更具体地,整形解码器1350可反转或撤销由图10的整形编码器1030执行的振幅整形。在一些实现中,整形解码器1350是前缀解码器或包括前缀解码器。例如,整形解码器1350可执行前缀解码

操作,该前缀解码操作实质上是参照过程10所描述的整形编码器1030执行的前缀编码操作的逆操作。在一些实现中,整形解码器1350可以对经振幅整形比特1342进行迭代解码,直到结果所得的信息比特(包括去整形比特1352、未整形比特1344和尚未由整形解码器1350解码的任何其余经振幅执行比特1342)的数目等于固定量(N1)。

[0137] 去解析器1360可以是图9B的去解析器930的一个示例。在一些实现中,去解析器1360可以将去整形比特1352和未整形比特1344(以及没有由整形解码器1350解码的任何其余经振幅整形比特1342)重组或组合成具有固定长度(N1)的经解码信息块1362。在一些方面,未整形比特1344可以包括一个或多个填充比特1345。在一些其他方面,未整形比特1344还可以包括信令比特1332。信令比特1332和填充比特1345(若有)在重组装过程期间可以对应于经解码信息块1362的LSB。在一些实现中,去解析器1360可以例如通过将信息块1362的长度减小到N1来从经解码信息块1362中移除任何信令比特1332或填充比特1345。经解码信息块1362可随后由实现流程1300的无线通信设备的MAC层处理以解码对应的MPDU。

[0138] 图14示出了解说根据一些实现的用于支持振幅整形的无线通信的示例过程1400的流程图。在一些实现中,过程1400可以由作为网络节点(诸如上面分别参照图1和图4B所描述的STA 104或404之一)来操作或在网络节点内操作的无线通信设备执行。在一些其他实现中,过程1400可以由作为AP(诸如上面分别参照图1和图4A所描述的AP 102或402之一)来操作或在AP内操作的无线通信设备执行。

[0139] 在一些实现中,过程1400在框1402始于获得包括固定数目个(N1个)信息比特的第一信息块。在框1404,过程1400行进至对该信息比特中的一个或多个信息比特执行产生数个(L_S 个)经振幅整形比特的第一编码操作。在一些实现中,执行第一编码操作可以包括:从LUT中迭代选择与该信息比特的子集匹配的比特值模式,其中该LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个比特值模式,并且其中该多个经振幅整形比特模式包括与所选比特值模式相对应的经振幅整形比特模式。在一些实现中,迭代选择该比特值模式可以进一步包括:对于每次迭代,确定选择与该信息比特的第一子集匹配的第一比特值模式是否将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于N2。

[0140] 在一些实现中,迭代选择该比特值模式可以进一步包括:响应于确定选择第一比特值模式将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于N2而终止第一编码操作而不选择第一比特值模式。在一些其他实现中,迭代选择该比特值模式可以进一步包括:响应于确定选择第一比特值模式将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于N2而确定选择与信息比特的第二子集匹配的第二比特值模式是否将导致 L_S 与 L_{US} 之和小于或等于N2。在一些方面,该信息比特的第二子集可以大于该信息比特的第一子集。在一些实现中,迭代选择该比特值模式可以进一步包括:响应于确定结果所得的 L_S 和 L_{US} 之和将小于或等于N2;以及响应于选择第二比特值模式而终止第一编码操作。

[0141] 在框1406,过程1400行进至将该 L_S 个经振幅整形比特布置成第二信息块,第二信息块包括来自第一信息块的数个(L_{US} 个)信息比特, L_S 与 L_{US} 之和小于或等于固定量(N2)。在框1408,过程1400行进至选择性地第二信息块添加一个或多个填充比特以使得第二信息块的长度等于N2。在框1410,过程1400行进至向第二信息块添加指示第二信息块中的经振幅整形比特的数目的一个或多个信令比特。在一些实现中,添加该一个或多个信令比特可以包括:确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目(L_{PAM});基于该LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与该无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目;以及确定与

该经振幅整形比特的估计数目相关联的码元的数目 (L_{EST}), 其中该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{EST} 之差的值。

[0142] 在一些其他实现中, 添加该一个或多个信令比特可以包括: 确定与经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}), 其中该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 的值。在一些其他实现中, 添加该一个或多个信令比特可以包括: 确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}); 在给定 $N1$ 个信息比特的情况下, 确定能基于第一编码操作来编码的经振幅整形比特的平均数; 以及确定与经振幅整形比特的平均数相关联的码元的数目 (L_{MEAN}), 其中该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{MEAN} 之差的值。在一些其他实现中, 添加该一个或多个信令比特可以包括: 确定与第二信息块中的信息比特相关联的码元的数目, 其中该一个或多个信令比特表示等于与第二信息块中的信息比特相关联的码元的数目的值。又进一步, 在一些实现中, 该一个或多个信令比特可表示等于包括在第二信息块中的填充比特的数目的值。

[0143] 在框1412, 过程1400行进至对第二信息块执行产生一个或多个码字的第二编码操作, 每个码字包括第二信息块的相应比特子集和由第二编码操作所得到的一个或多个奇偶校验比特。在框1414, 过程1400行进至将第二信息块的该比特子集和该偶校验比特布置成多个码元, 其中每个码元具有基于布置在该码元中的相应比特的振幅, 其中第一编码操作产生经振幅整形比特以使得该多个码元的振幅具有非均匀分布。在框1416, 过程1400行进至向至少一个接收方设备传送包括该多个码元的无线分组。

[0144] 图15示出了解说根据一些实现的用于支持振幅整形的无线通信的示例过程1500的流程图。在一些实现中, 过程1500可以由作为网络节点 (诸如上面分别参照图1和图5B所描述的STA 104或504之一) 来操作或在网络节点内操作的无线通信设备执行。在一些其他实现中, 过程1500可以由作为AP (诸如上面分别参照图1和图5A所描述的AP 102或502之一) 来操作或在AP内操作的无线通信设备执行。

[0145] 在一些实现中, 过程1500在框1502始于接收包括具有多个振幅的多个码元的无线分组, 其中该多个码元表示多个码字比特, 并且其中该多个振幅具有非均匀分布。在框1504, 过程1500行进至将该多个码字比特布置成一个或多个码字。在框1506, 过程1500行进至对该一个或多个码字执行产生一个或多个相应经解码码块的第一解码操作, 其中每个经解码码块包括多个经解码码字比特和一个或多个奇偶校验比特。在框1508, 过程1500行进至将该多个经解码码字比特布置成具有固定长度 ($N2$) 的信息块。在框1510, 过程1500行进至基于该信息块的固定长度 $N2$ 来检测该信息块的一个或多个信令比特。

[0146] 在框1512, 过程1500行进至基于与该一个或多个信令比特相关联的值来标识该信息块中的经振幅整形比特的数目 (L_S)。在一些实现中, 该经振幅整形比特可表示该信息块的MSB。在框1514, 过程1500行进至对该经振幅整形比特执行产生数个 (L_{DS} 个) 去整形比特的第二解码操作。在一些实现中, 执行第二解码操作可以包括: 从LUT中选择与该经振幅整形比特的子集匹配的去整形比特模式, 其中该LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个去整形比特模式, 并且其中该多个去整形比特模式包括所选去整形比特模式。

[0147] 在一些实现中, 标识该经振幅整形比特的数目可以包括: 基于该LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与该无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目; 确定与该经振幅整形比特的估计数目相关联的码元的数目 (L_{EST}); 基于 L_{EST} 与同一个或多个信令比特

相关联的值之差来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}) ;以及确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。在一些其他实现中,标识该经振幅整形比特的数目可以包括:基于与该一个或多个信令比特相关联的值来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}) ;以及确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。

[0148] 在一些其他实现中,标识该经振幅整形比特的数目可以包括:在给定 $N1$ 个信息比特的情况下,确定能基于第二解码操作来解码的经振幅整形比特的平均数;以及确定与经振幅整形比特的平均数相关联的码元的数目 (L_{MEAN}) ;基于 L_{MEAN} 与同一个或多个信令比特相关联的值之差来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}) ;以及确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。又进一步,在一些实现中,标识该经振幅整形比特的数目可以包括:基于与该一个或多个信令比特相关联的值来确定被包括在该信息块中的填充比特的数目;以及基于 $N2$ 、 L_{US} 和填充比特的数目来确定该经振幅整形比特的数目。

[0149] 在框1516,过程1500行进至基于去整形比特的数目 L_{DS} 和与经解码信息块相关联的固定长度 ($N1$) ,从该信息块解析出数个 (L_{US} 个) 未整形比特。在一些实现中, L_{US} 与 L_{DS} 之和可以等于 $N2$ 。在一些实现中,可从该信息块丢弃超过 L_{US} 的一个或多个比特。在一些实现中,所丢弃的比特可表示该信息块的LSB。在框1518,过程1500行进至将去整形比特和未整形比特布置成具有固定长度 $N1$ 的经解码信息块。

[0150] 图16示出了根据一些实现的示例无线通信设备1600的框图。在一些实现中,无线通信设备1600被配置成执行以上参照图14所描述的过程1400。无线通信设备1600可以是以上参照图3所描述的无线通信设备300的示例实现。例如,无线通信设备1600可以是包括至少一个处理器和至少一个调制解调器(例如,Wi-Fi (IEEE 802.11) 调制解调器或蜂窝调制解调器)的芯片、SoC、芯片组、封装或设备。

[0151] 无线通信设备1600包括接收组件1610、通信管理器1620和传输组件1630。通信管理器1620进一步包括:第一块配置组件1621、脉冲振幅编码组件1622、第二块配置组件1623、填充组件1624、信令比特生成组件1625、系统编码组件1626和码元配置组件1627。组件1621-1627中的一者或多者的各部分可以至少部分地以硬件或固件来实现。在一些实现中,组件1621-1627中的至少一些组件至少部分地被实现为存储器(诸如存储器308)中所存储的软件。例如,组件1621-1627中的一者或多者的各部分可被实现为可由处理器(诸如处理器306)执行以执行相应组件的功能或操作的非瞬态指令(或“代码”)。

[0152] 接收组件1610被配置成在无线信道上从一个或多个其他无线通信设备接收RX信号。通信管理器1620被配置成控制或管理与该一个或多个其他无线通信设备的通信。在一些实现中,第一块配置组件1621可以获得包括固定数目个 ($N1$ 个) 信息比特的第一信息块;脉冲振幅编码组件1622可以对该信息比特中的一个或多个信息比特执行产生数个 (L_{S} 个) 经振幅整形比特的第一编码操作;第二块配置组件1623可以将该 L_{S} 个经振幅整形比特布置成第二信息块,第二信息块包括来自第一信息块的数个 (L_{US} 个) 信息比特,其中 L_{S} 与 L_{US} 之和小于或等于固定量 ($N2$) ;填充组件1624可以选择性地第二信息块添加一个或多个填充比特以使得第二信息块的长度等于 $N2$;信令比特生成组件1625可以向第二信息块添加指示第二信息块中的经振幅整形比特的数目的一个或多个信令比特;系统编码组件1626可以对第二信息块执行产生一个或多个码字的第二编码操作,每个码字包括第二信息块的相应比特子集和由第二编码操作所得到的一个或多个奇偶校验比特;以及码元配置组件1627可以将

第二信息块的该比特子集和该偶校验比特布置成多个码元,其中每个码元具有基于布置在该码元中的相应比特的振幅,并且其中第一编码操作产生经振幅整形比特以使得该多个码元的振幅具有非均匀分布。传输组件1630被配置成向一个或多个其他无线通信设备传送TX信号。在一些实现中,TX信号可表示包括多个码元的无线分组。

[0153] 图17示出了根据一些实现的示例无线通信设备1700的框图。在一些实现中,无线通信设备1700被配置成执行以上参照图15所描述的过程1500。无线通信设备1700可以是以上参照图3所描述的无线通信设备300的示例实现。例如,无线通信设备1700可以是包括至少一个处理器和至少一个调制解调器(例如,Wi-Fi (IEEE 802.11) 调制解调器或蜂窝调制解调器)的芯片、SoC、芯片组、封装或设备。

[0154] 无线通信设备1700包括接收组件1710、通信管理器1720和传输组件1730。通信管理器1720进一步包括:码字配置组件1721、系统解码组件1722、第一块配置组件1723、信令比特检测组件1724、经整形比特标识组件1725、脉冲振幅解码组件1726、未整形比特解析组件1727和第二块配置组件1728。组件1721-1728中的一者或多者的各部分可以至少部分地以硬件或固件来实现。在一些实现中,组件1721-1728中的至少一些组件至少部分地被实现为存储器(诸如存储器308)中所存储的软件。例如,组件1721-1728中的一者或多者的各部分可被实现为可由处理器(诸如处理器306)执行以执行相应组件的功能或操作的非瞬态指令(或“代码”)。

[0155] 接收组件1710被配置成在无线信道上从一个或多个其他无线通信设备接收RX信号。在一些实现中,RX信号可表示包括具有多个振幅的多个码元的无线分组,其中该多个码元表示多个码字比特,并且其中该多个振幅具有非均匀分布。通信管理器1720被配置成控制或管理与该一个或多个其他无线通信设备的通信。在一些实现中,码字配置组件1721可以将多个码字比特布置成一个或多个码字;系统解码组件1722可以对该一个或多个码字执行产生一个或多个相应经解码码块的第一解码操作,其中每个经解码码块包括多个经解码码字比特和一个或多个奇偶校验比特;第一块配置组件1723可以将多个经解码码字比特布置成具有固定长度(N_2)的信息块;信令比特检测组件1724可以基于该信息块的固定长度 N_2 来检测该信息块的一个或多个信令比特;经整形比特标识组件1725可以基于与一个或多个信令比特相关联的值来标识该信息块中的经振幅整形比特的数目(L_s);脉冲振幅解码组件1726可以对经振幅整形比特执行产生数个(L_{ds} 个)去整形比特的第二解码操作;未整形比特解析组件1727可基于未整形比特的数目 L_{us} 和与经解码信息块相关联的固定长度(N_1),从该信息块解析出数个(L_{us} 个)未整形比特;以及第二块配置组件1728可以将去整形比特和未整形比特布置成具有固定长度 N_1 的经解码信息块。传输组件1730被配置成向一个或多个其他无线通信设备传送TX信号。

[0156] 如本文中所使用的,引述一系列项目“中的至少一者”或“中的一者或多者”的短语是指这些项目的任何组合,包括单个成员。例如,“a、b或c中的至少一者”旨在涵盖以下可能性:仅a、仅b、仅c、a和b的组合、a和c的组合、b和c的组合、以及a和b和c的组合。

[0157] 结合本文公开的实现来描述的各种解说性组件、逻辑、逻辑块、模块、电路、操作和算法过程可实现为电子硬件、固件、软件、或者硬件、固件或软件的组合,包括本说明书中公开的结构及其结构等效物。硬件、固件和软件的这种可互换性已以其功能性的形式作了一般化描述,并在上文描述的各种解说性组件、框、模块、电路、和过程中作了解说。此类功能

性是实现在硬件、固件还是软件中取决于具体应用和加诸整体系统的设计约束。

[0158] 在以下经编号条款中描述了各实现示例：

[0159] 1. 一种用于由无线通信设备进行无线通信的方法，包括：

[0160] 获得包括固定数目个 (N_1 个) 信息比特的第一信息块；

[0161] 对该信息比特中的一个或多个信息比特执行产生数个 (L_S 个) 经振幅整形比特的第一编码操作；

[0162] 将该 L_S 个经振幅整形比特布置成第二信息块，第二信息块包括来自第一信息块的数个 (L_{US} 个) 信息比特， L_S 与 L_{US} 之和小于或等于固数量 (N_2)；

[0163] 选择性地向第二信息块添加一个或多个填充比特以使得第二信息块的长度等于 N_2 ；

[0164] 向第二信息块添加指示第二信息块中的经振幅整形比特的数目的一个或多个信令比特；

[0165] 对第二信息块执行产生一个或多个码字的第二编码操作，每个码字包括第二信息块的相应比特子集和由第二编码操作所得到的一个或多个奇偶校验比特；

[0166] 将第二信息块的比特子集和奇偶校验比特布置成多个码元，每个码元具有基于布置在该码元中的相应比特的振幅，第一编码操作产生经振幅整形比特以使得该多个码元的振幅具有非均匀分布；以及

[0167] 向至少一个接收方设备传送包括该多个码元的无线分组。

[0168] 2. 如条款1的方法，其中执行第一编码操作包括：

[0169] 从查找表 (LUT) 中迭代选择与该信息比特的子集匹配的比特值模式，该 LUT 存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个比特值模式，该多个经振幅整形比特模式包括与所选比特值模式相对应的经振幅整形比特模式。

[0170] 3. 如条款1或2中任一项的方法，其中迭代选择该比特值模式包括：

[0171] 对于每次迭代，确定选择与该信息比特的第一子集匹配的第一比特值模式是否将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于 N_2 。

[0172] 4. 如条款1-3中任一项的方法，其中迭代选择该比特值模式进一步包括：

[0173] 响应于确定选择第一比特值模式将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于 N_2 而终止第一编码操作而不选择第一比特值模式。

[0174] 5. 如条款1-3中任一项的方法，其中迭代选择该比特值模式进一步包括：

[0175] 响应于确定选择第一比特值模式将导致 L_S 与 L_{US} 之和大于 N_2 而确定选择与信息比特的第二子集匹配的第二比特值模式是否将导致 L_S 与 L_{US} 之和小于或等于 N_2 。

[0176] 6. 如条款1-3或5中任一项的方法，其中该信息比特的第二子集大于该信息比特的第一子集。

[0177] 7. 如条款1-3、5或6中任一项的方法，其中迭代选择该比特值模式进一步包括：

[0178] 响应于确定结果所得的 L_S 与 L_{US} 之和将小于或等于 N_2 ，而选择第二比特值模式来代替第一比特值模式；以及

[0179] 响应于选择第二比特值模式而终止第一编码操作。

[0180] 8. 如条款1-7中任一项的方法，其中添加该一个或多个信令比特包括：

[0181] 确定与经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM})；

- [0182] 基于该LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与该无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目;以及
- [0183] 确定与该述经振幅整形比特的估计数目相关联的码元的数目 (L_{EST}), 该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{EST} 之差的值。
- [0184] 9. 如条款1-7中任一项的方法, 其中添加该一个或多个信令比特包括:
- [0185] 确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}), 该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 的值。
- [0186] 10. 如条款1-7中任一项的方法, 其中添加该一个或多个信令比特包括:
- [0187] 确定与经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM});
- [0188] 在给定N1个信息比特的情况下, 确定能基于第一编码操作来编码的经振幅整形比特的平均数; 以及
- [0189] 确定与经振幅整形比特的平均数相关联的码元的数目 (L_{MEAN}), 该一个或多个信令比特表示等于 L_{PAM} 与 L_{MEAN} 之差的值。
- [0190] 11. 如条款1-7中任一项的方法, 其中添加该一个或多个信令比特包括:
- [0191] 确定与第二信息块中的信息比特相关联的码元的数目, 该一个或多个信令比特表示等于与第二信息块中的信息比特相关联的码元的数目的值。
- [0192] 12. 如条款1-7中任一项的方法, 其中该一个或多个信令比特表示等于包括在第二信息块中的填充比特的数目的值。
- [0193] 13. 一种无线通信设备, 包括:
- [0194] 至少一个调制解调器;
- [0195] 与该至少一个调制解调器通信地耦合的至少一个处理器; 以及
- [0196] 与该至少一个处理器通信地耦合并存储处理器可读代码的至少一个存储器, 该处理器可读代码在由该至少一个处理器结合该至少一个调制解调器执行时被配置成执行如条款1-12中任一项或多项的方法。
- [0197] 14. 一种用于由无线通信设备进行无线通信的方法, 包括:
- [0198] 接收包括具有多个振幅的多个码元的无线分组, 该多个码元表示多个码字比特, 该多个振幅具有非均匀分布;
- [0199] 将该多个码字比特布置成一个或多个码字;
- [0200] 对该一个或多个码字执行产生一个或多个相应经解码码块的第一解码操作, 每个经解码码块包括多个经解码码字比特和一个或多个奇偶校验比特;
- [0201] 将该多个经解码码字比特布置成具有固定长度 ($N2$) 的信息块;
- [0202] 基于该信息块的固定长度 $N2$ 来检测该信息块的一个或多个信令比特;
- [0203] 基于与该一个或多个信令比特相关联的值来标识该信息块中的经振幅整形比特的数目 (L_s);
- [0204] 对该经振幅整形比特执行产生数个 (L_{DS} 个) 去整形比特的第二解码操作;
- [0205] 基于去整形比特的数目 L_{DS} 和与经解码信息块相关联的固定长度 ($N1$) 来从该信息块解析出数个 (L_{US} 个) 未整形比特; 以及
- [0206] 将去整形比特和未整形比特布置成具有固定长度 $N1$ 的经解码信息块。
- [0207] 15. 如条款14的方法, 其中该经振幅整形比特表示该信息块的最高有效比特

(MSB)。

[0208] 16. 如条款14或15的方法, 其中 L_{US} 与 L_{DS} 之和等于 N_2 。

[0209] 17. 如条款14-16中任一项的方法, 进一步包括:

[0210] 丢弃该信息块中超过 L_{US} 的一个或多个比特。

[0211] 18. 如条款14-17中任一项的方法, 其中所丢弃的比特表示该信息块的最低有效比特 (LSB)。

[0212] 19. 如条款14-17中任一项的方法, 其中执行第二解码操作包括:

[0213] 从查找表 (LUT) 中选择与经振幅整形比特的子集匹配的去整形比特模式, 该LUT存储与相应的多个经振幅整形比特模式相对应的多个去整形比特模式, 该多个去整形比特模式包括所选去整形比特模式。

[0214] 20. 如条款14-19中任一项的方法, 其中标识该经振幅整形比特的数目包括:

[0215] 基于该LUT中每个经振幅整形比特模式的长度来确定与该无线分组相关联的经振幅整形比特的估计数目;

[0216] 确定与该经振幅整形比特的估计数目相关联的码元的数目 (L_{EST});

[0217] 基于 L_{EST} 与同该一个或多个信令比特相关联的值之差来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}); 以及

[0218] 确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。

[0219] 21. 如条款14-19中任一项的方法, 其中标识该经振幅整形比特的数目包括:

[0220] 基于与该一个或多个信令比特相关联的值来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}); 以及

[0221] 确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。

[0222] 22. 如条款14-19中任一项的方法, 其中标识该经振幅整形比特的数目包括:

[0223] 在给定 N_1 个信息比特的情况下, 确定能基于第二解码操作来解码的经振幅整形比特的平均数; 以及

[0224] 确定与经振幅整形比特的平均数相关联的码元的数目 (L_{MEAN});

[0225] 基于 L_{MEAN} 与同一个或多个信令比特相关联的值之差来确定与该经振幅整形比特相关联的码元的数目 (L_{PAM}); 以及

[0226] 确定与 L_{PAM} 相关联的经振幅整形比特的数目。

[0227] 23. 如条款14-19中任一项的方法, 其中标识该经振幅整形比特的数目包括:

[0228] 基于与该一个或多个信令比特相关联的值来确定被包括在该信息块中的填充比特的数目; 以及

[0229] 基于 N_2 、 L_{US} 和填充比特的数目来确定所述经振幅整形比特的数目。

[0230] 24. 一种无线通信设备, 包括:

[0231] 至少一个调制解调器;

[0232] 与该至少一个调制解调器通信地耦合的至少一个处理器; 以及

[0233] 与该至少一个处理器通信地耦合并存储处理器可读代码的至少一个存储器, 该处理器可读代码在由该至少一个处理器结合该至少一个调制解调器执行时被配置成执行如条款14-23中任一项或多项的方法。

[0234] 对本公开中描述的实现的的各种改动对于本领域普通技术人员可能是明显的, 并且

本文中所定义的普适原理可应用于其他实现而不会脱离本公开的精神或范围。由此,权利要求并非旨在被限定于本文中示出的实现,而是应被授予与本公开、本文中所公开的原理和新颖性特征一致的最广范围。

[0235] 另外,本说明书中在分开实现的上下文中描述的各种特征也可组合地实现在单个实现中。相反,在单个实现的上下文中描述的各种特征也可分开地或以任何合适的子组合实现在多个实现中。如此,虽然诸特征在上文可能被描述为以特定组合的方式起作用且甚至最初是如此要求保护的,但来自所要求保护的组合的一个或多个特征在一些情形中可从该组合中去掉,且所要求保护的组合可以针对子组合、或子组合的变体。

[0236] 类似地,虽然在附图中以特定次序描绘了诸操作,但这不应当被理解为要求此类操作以所示的特定次序或按顺序次序来执行、或要执行所有所解说的操作才能达成期望的结果。此外,附图可能以流程图或流图的形式示意性地描绘一个或多个示例过程。然而,未描绘的其他操作可被纳入示意性地解说的示例过程中。例如,可在任何所解说的操作之前、之后、同时或之间执行一个或多个附加操作。在一些环境中,多任务处理和并行处理可能是有利的。此外,上文所描述的实现中的各种系统组件的分开不应被理解为在所有实现中都要求此类分开,并且应当理解,所描述的程序组件和系统一般可以一起整合在单个软件产品中或封装成多个软件产品。

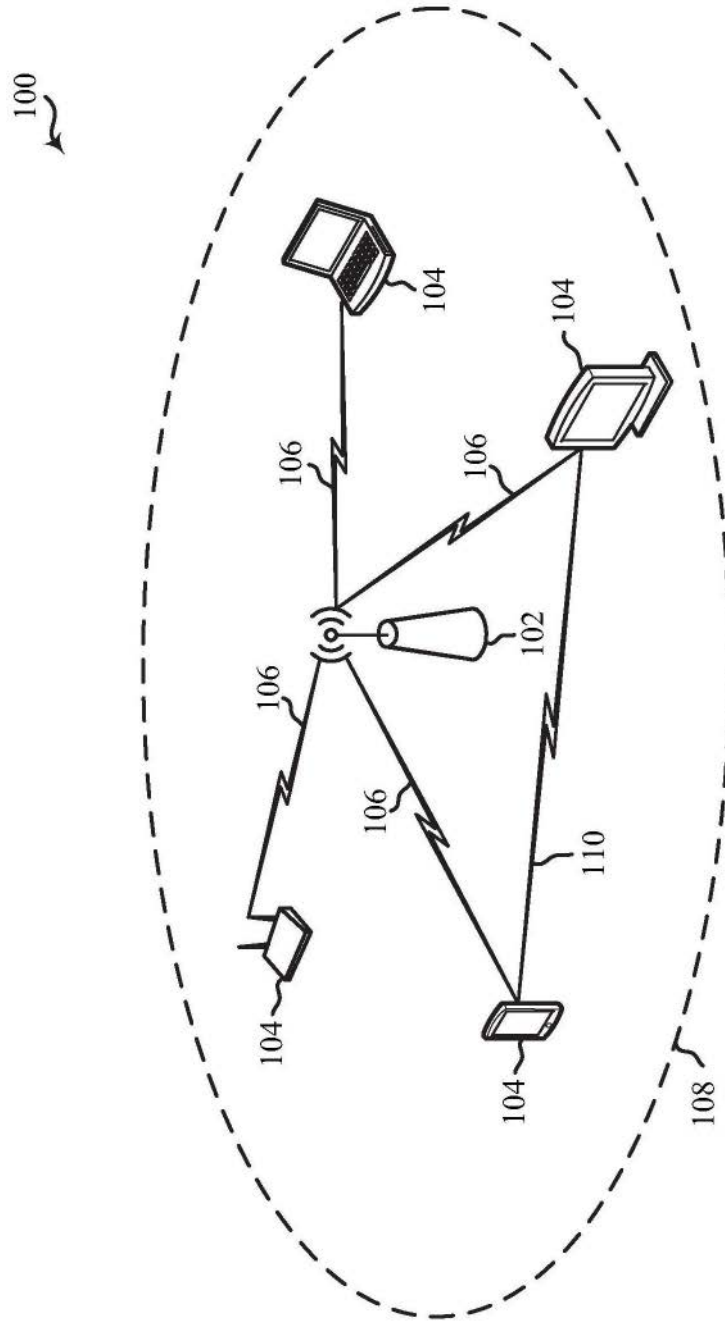


图1

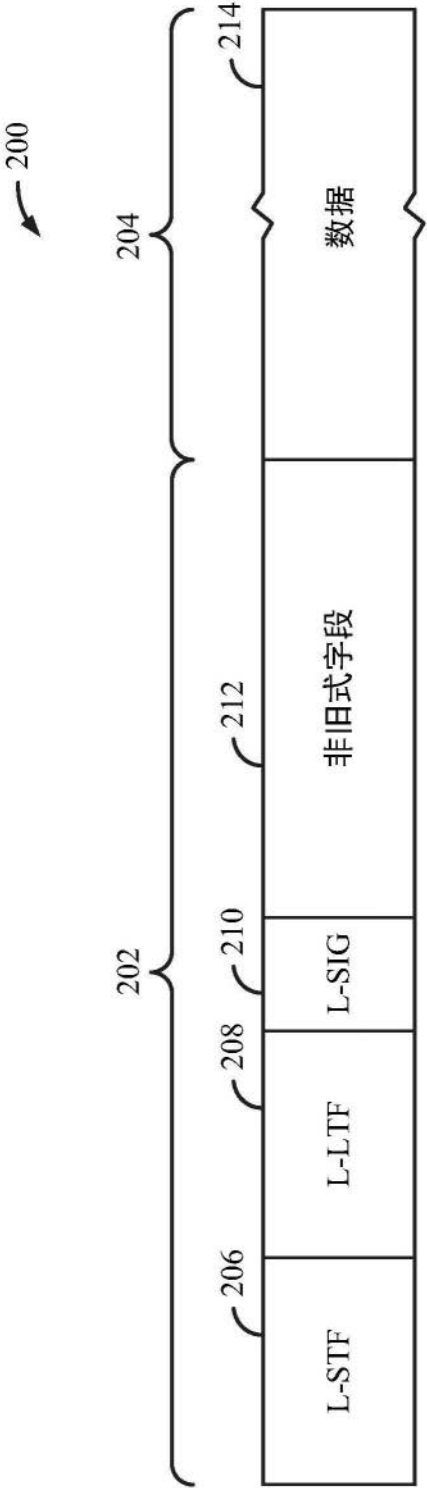


图2A

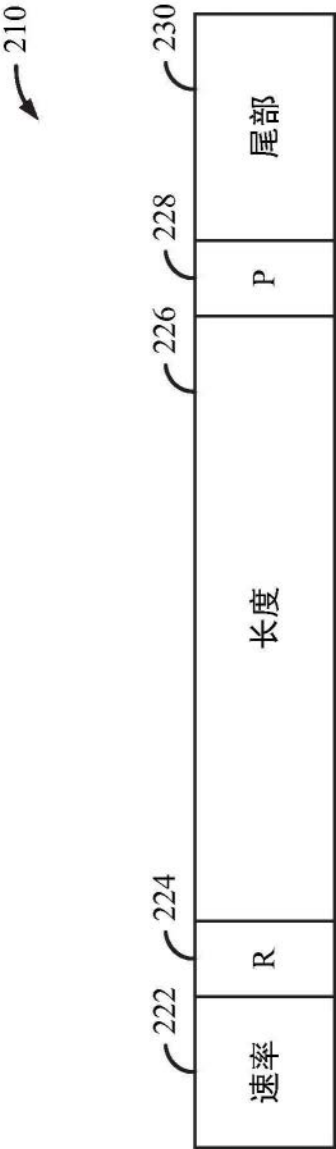


图2B

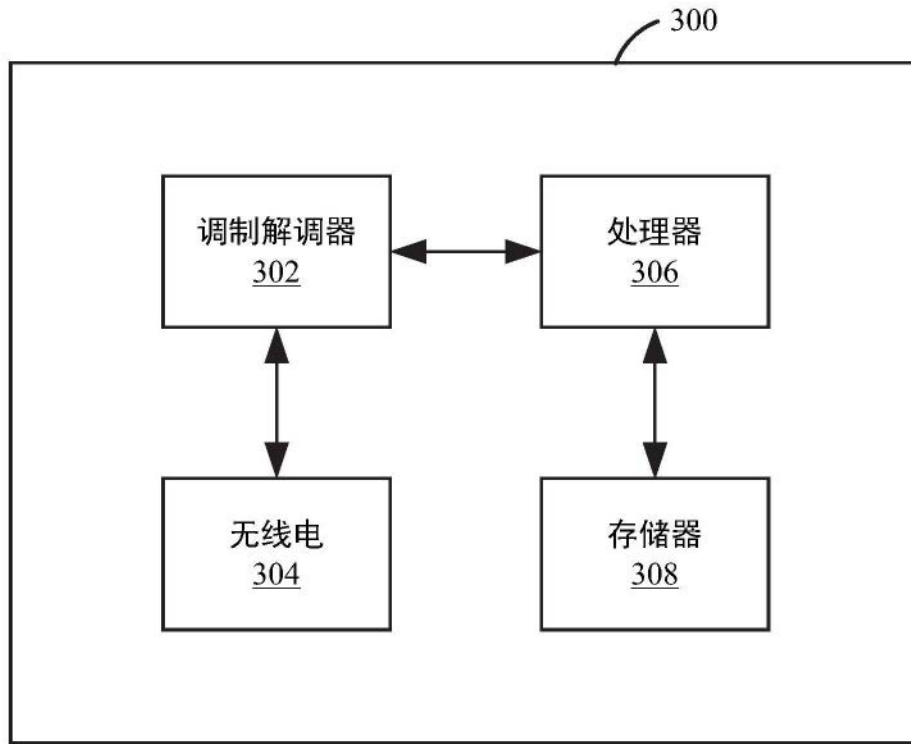


图3

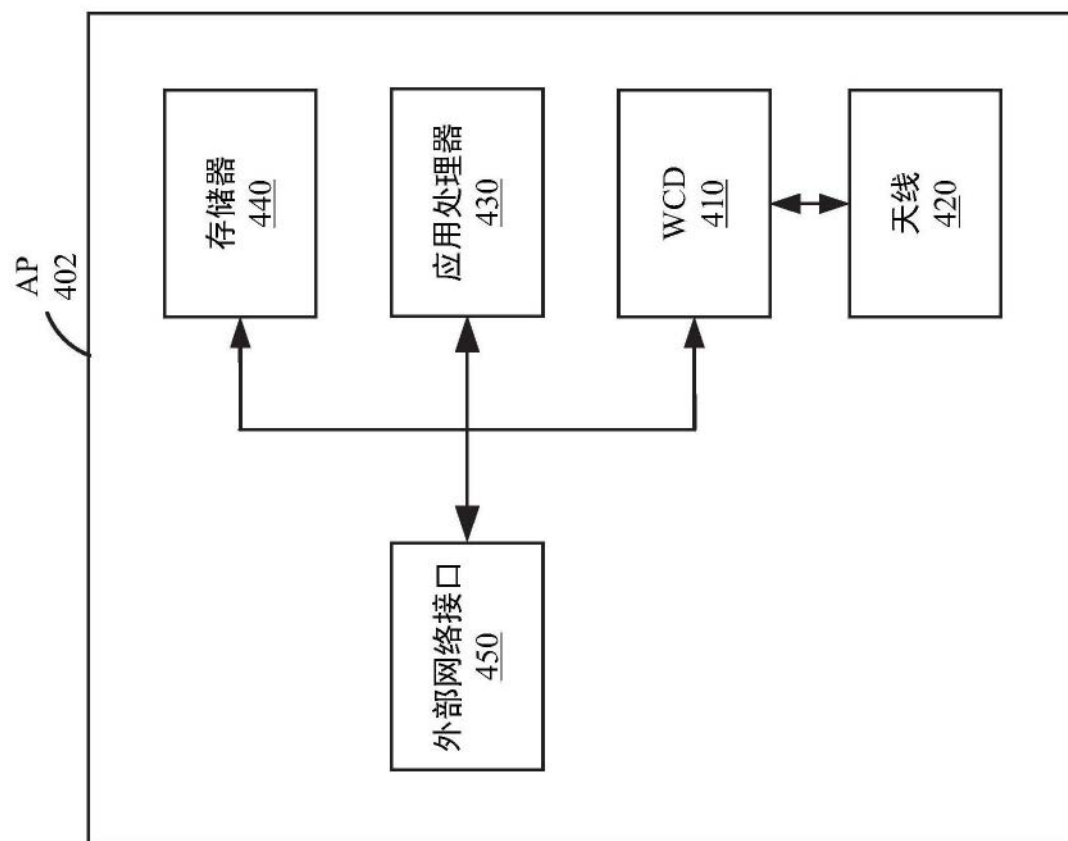


图4A

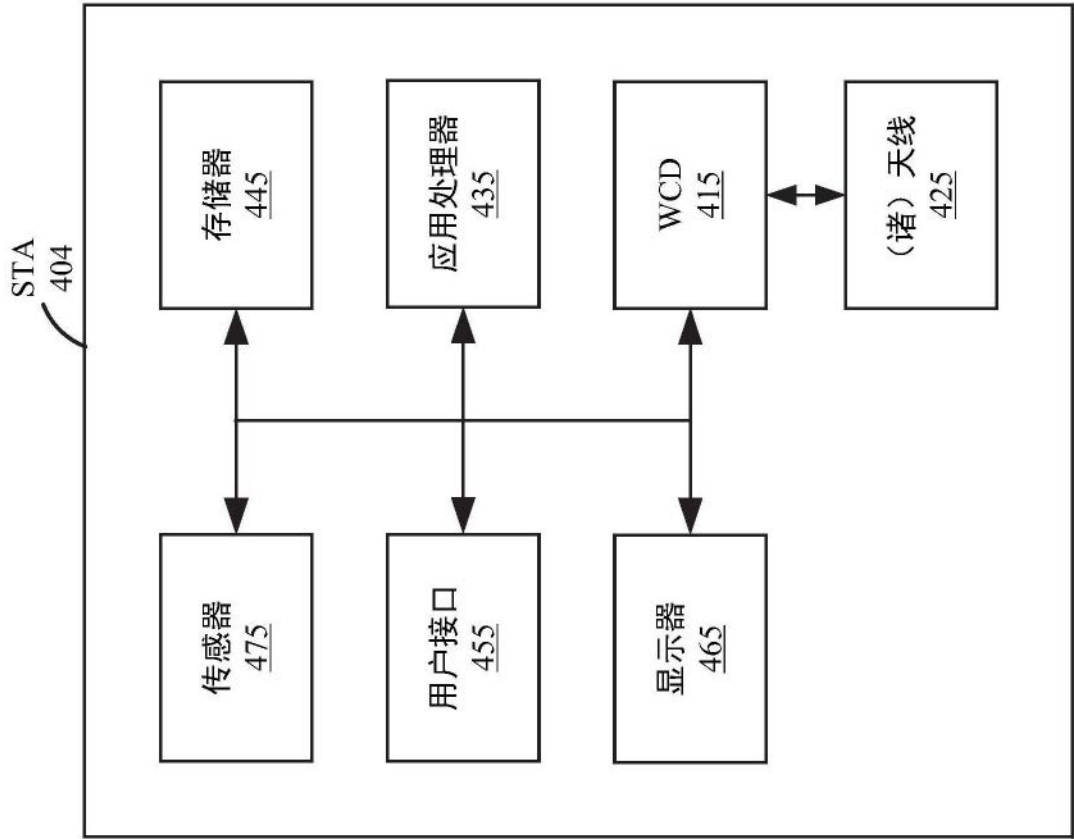


图4B

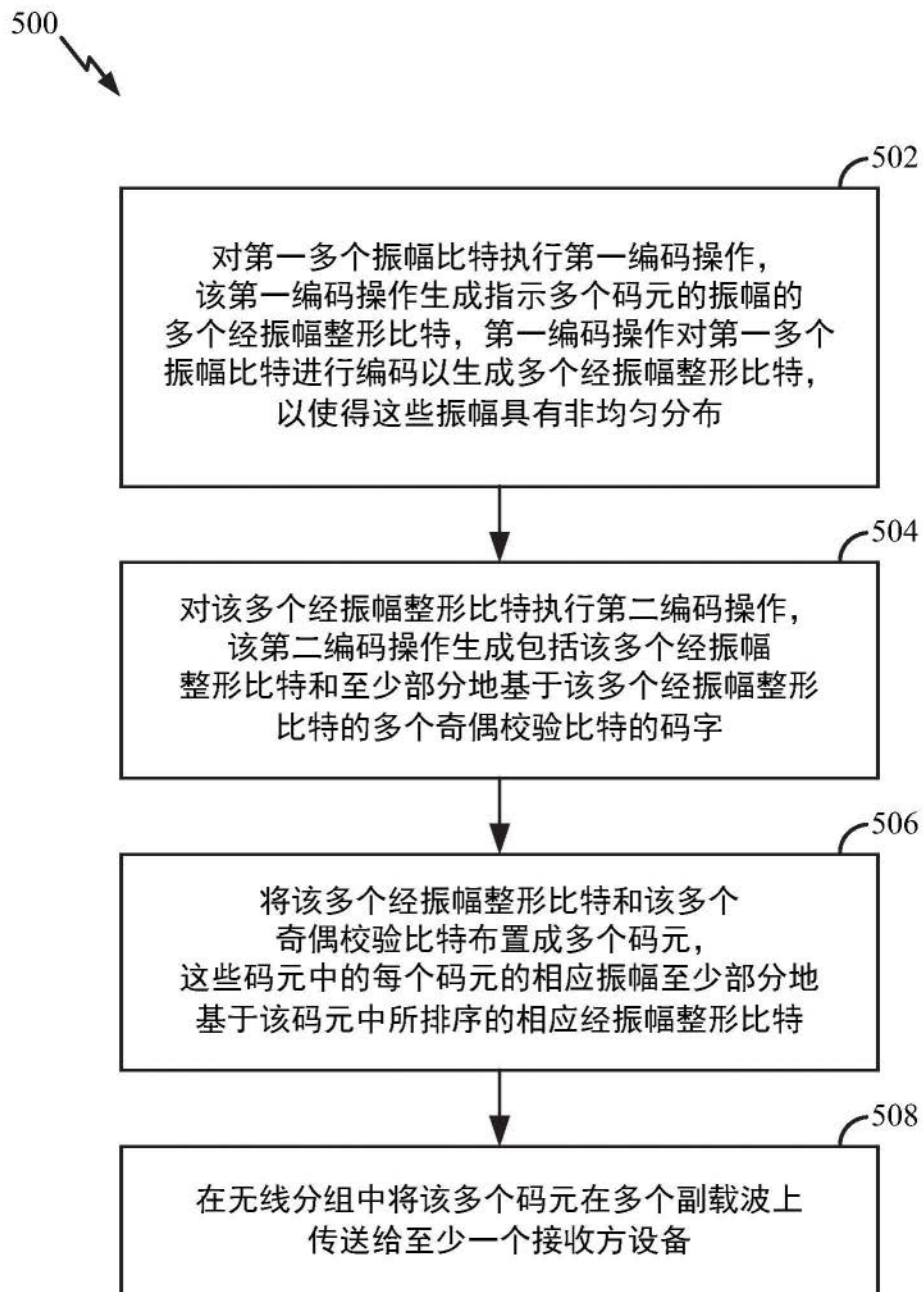


图5

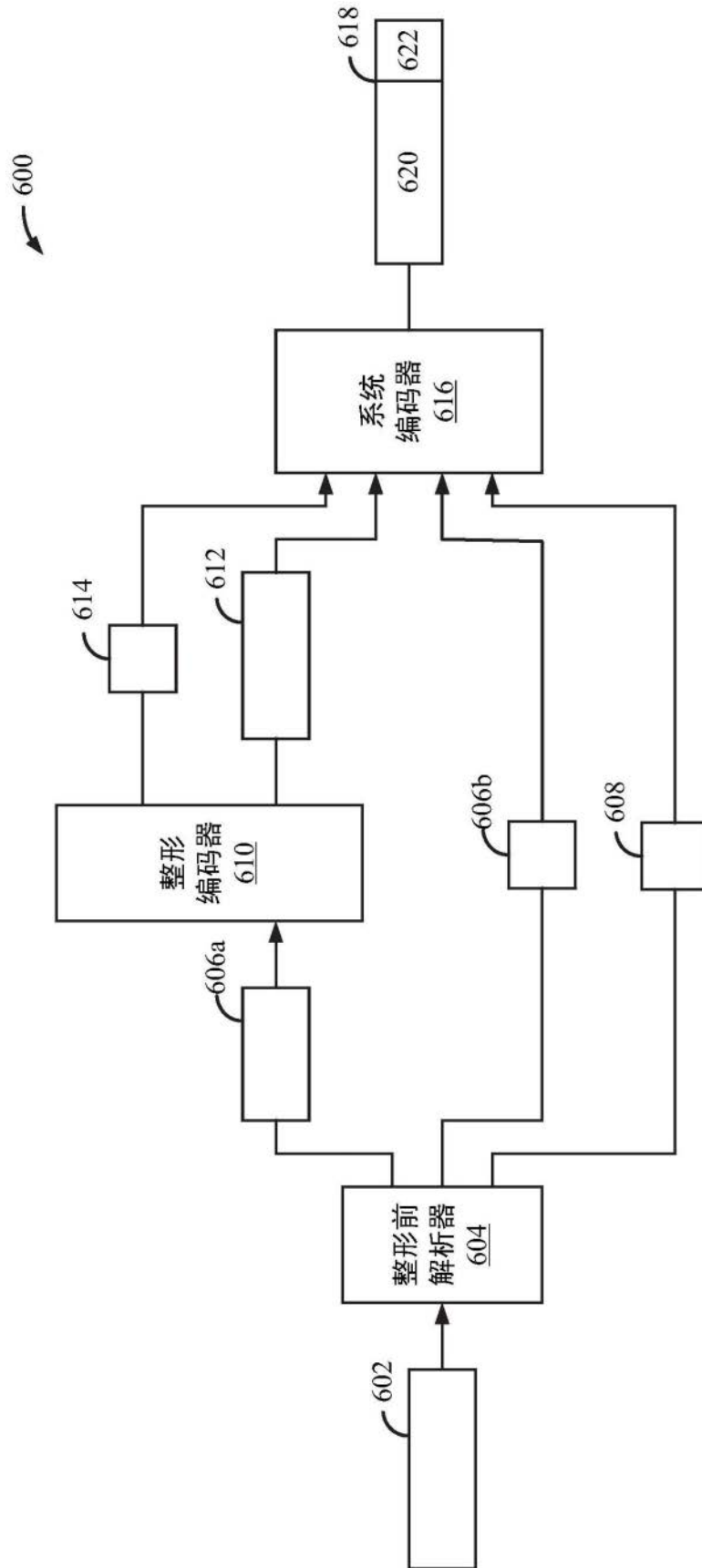


图6A

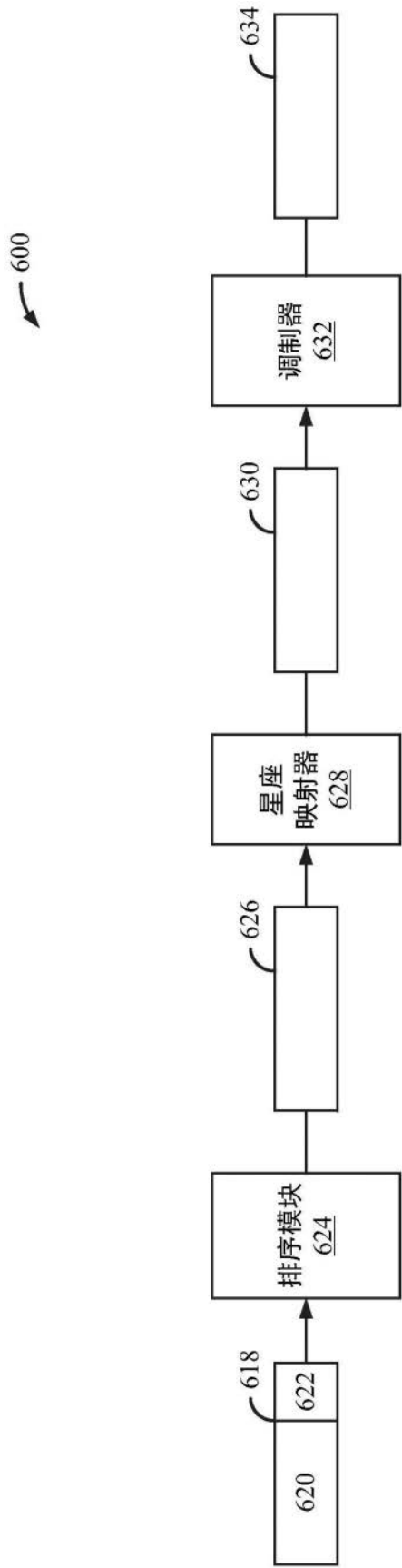


图6B

700 ↙

702a	0	0				1/4
702b	0	1				1/4
702c	1	1	1			1/8
702d	1	0	0			1/8
702e	1	0	1			1/8
702f	1	1	0	1		1/16
702g	1	1	0	0	0	1/32
702h	1	1	0	0	1	1/32

图7

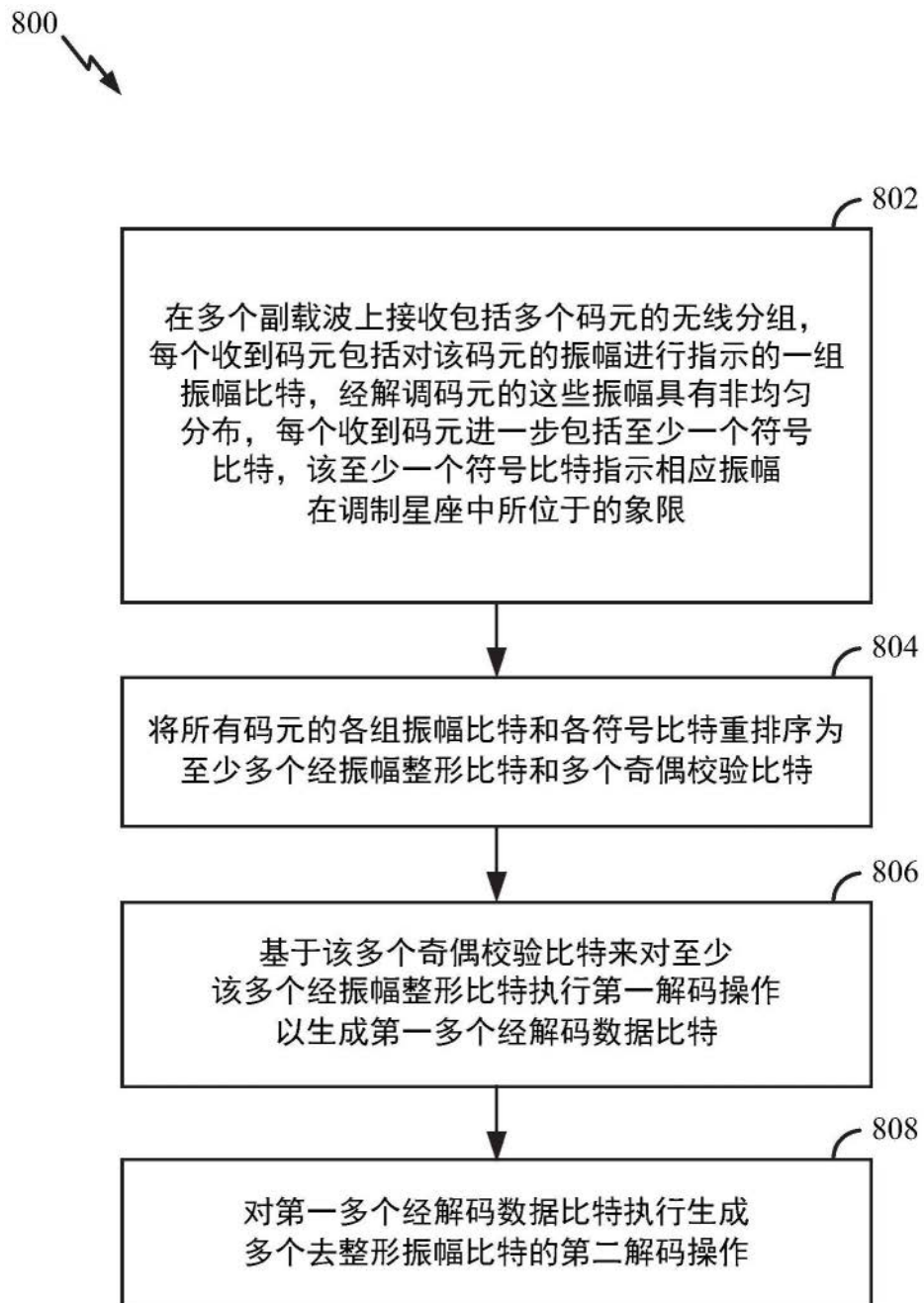


图8

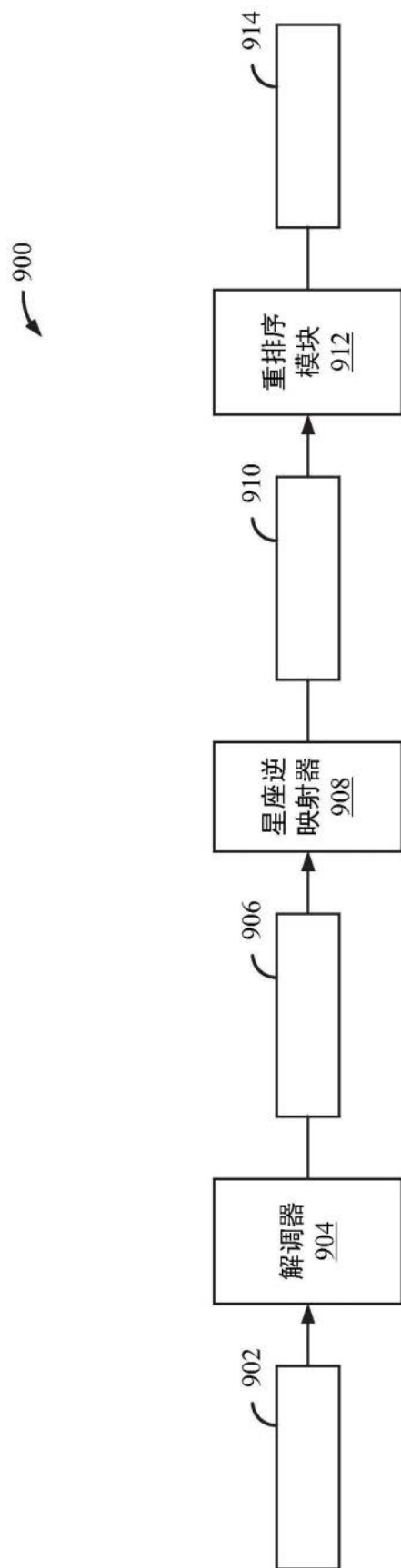


图9A

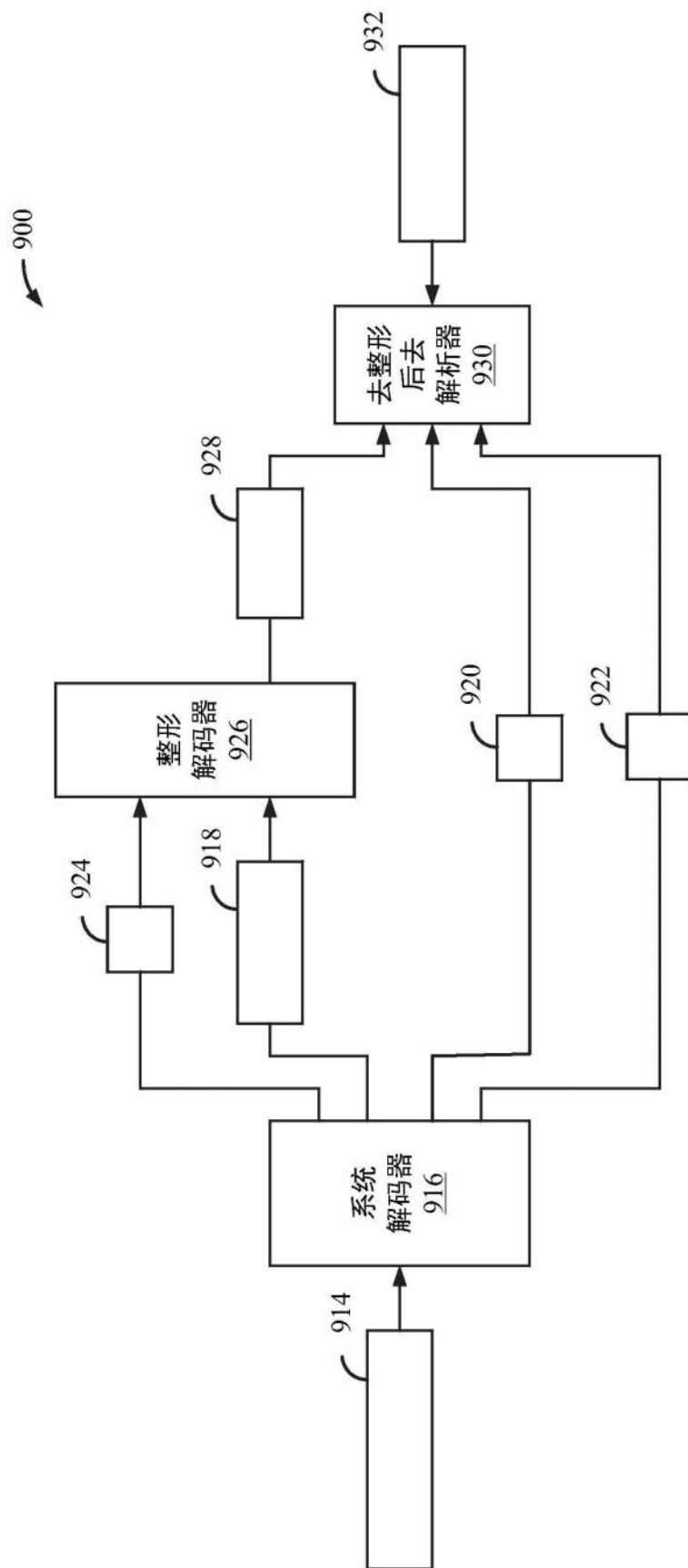


图9B

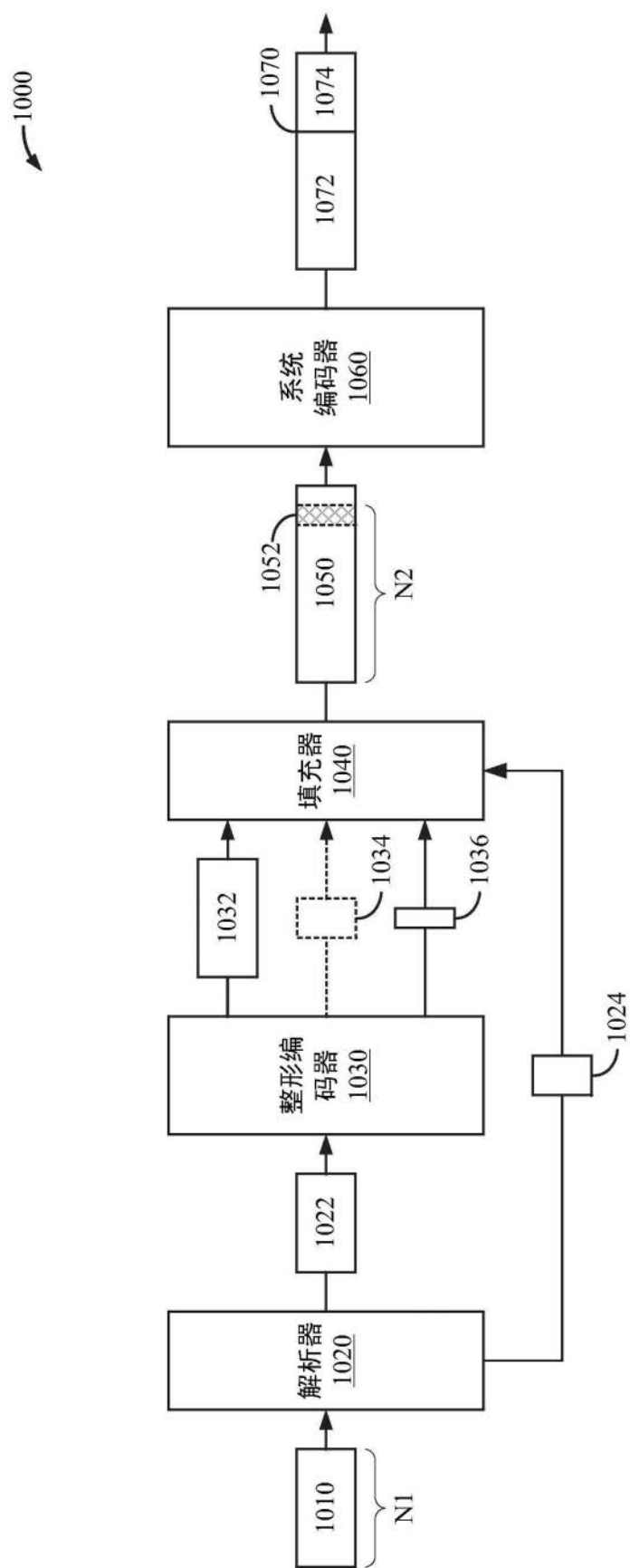


图10

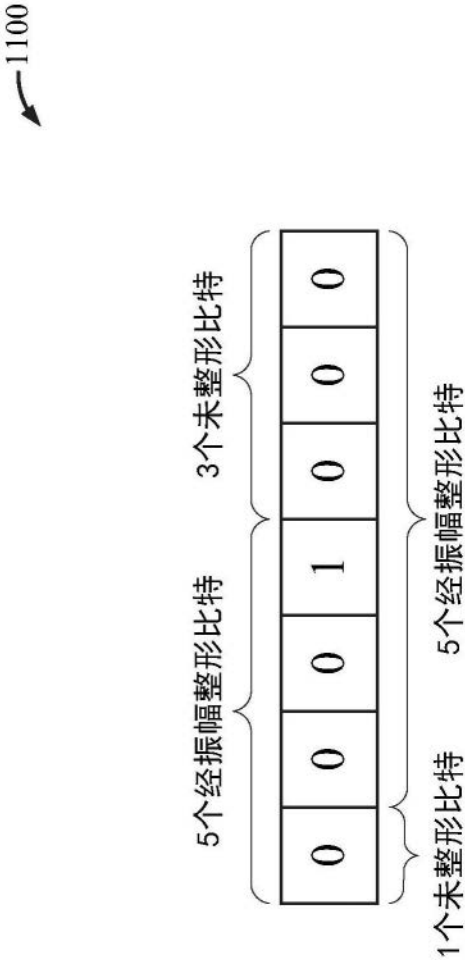


图11

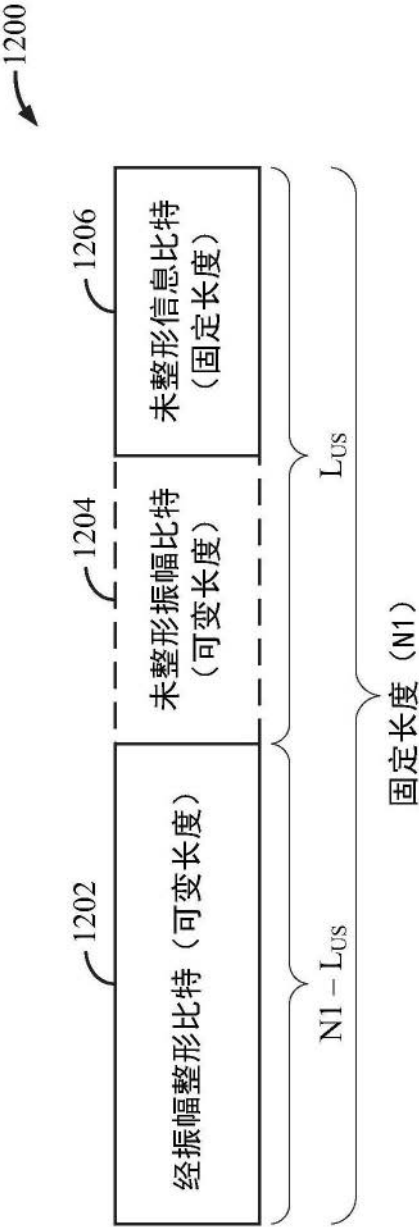


图12A

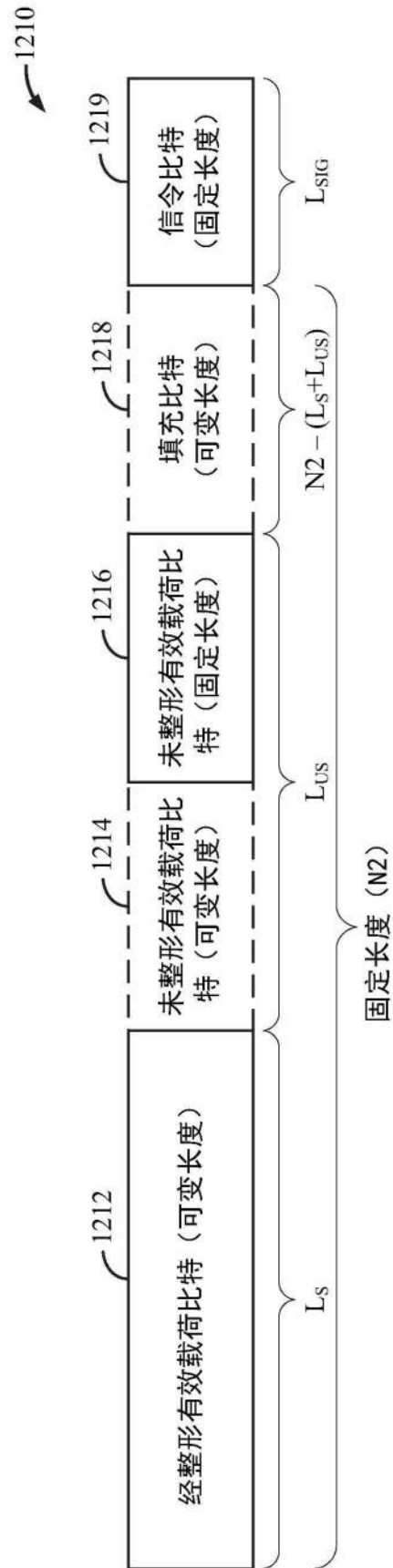


图12B

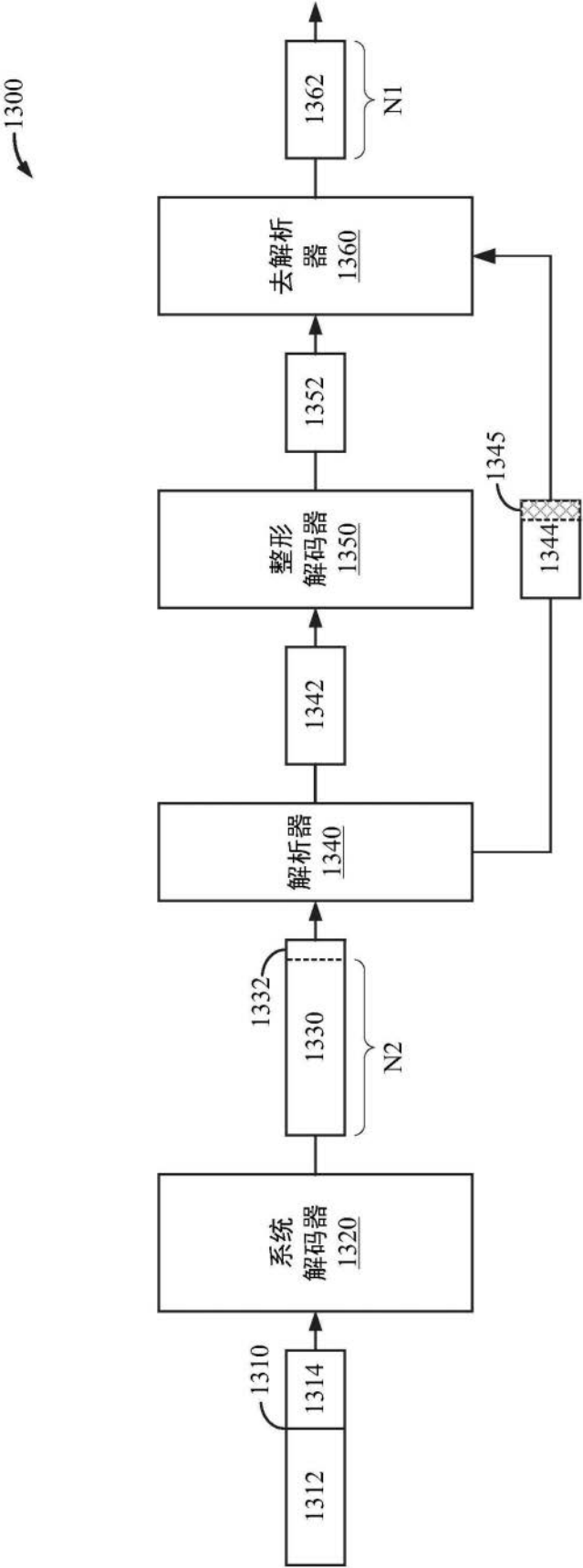


图13

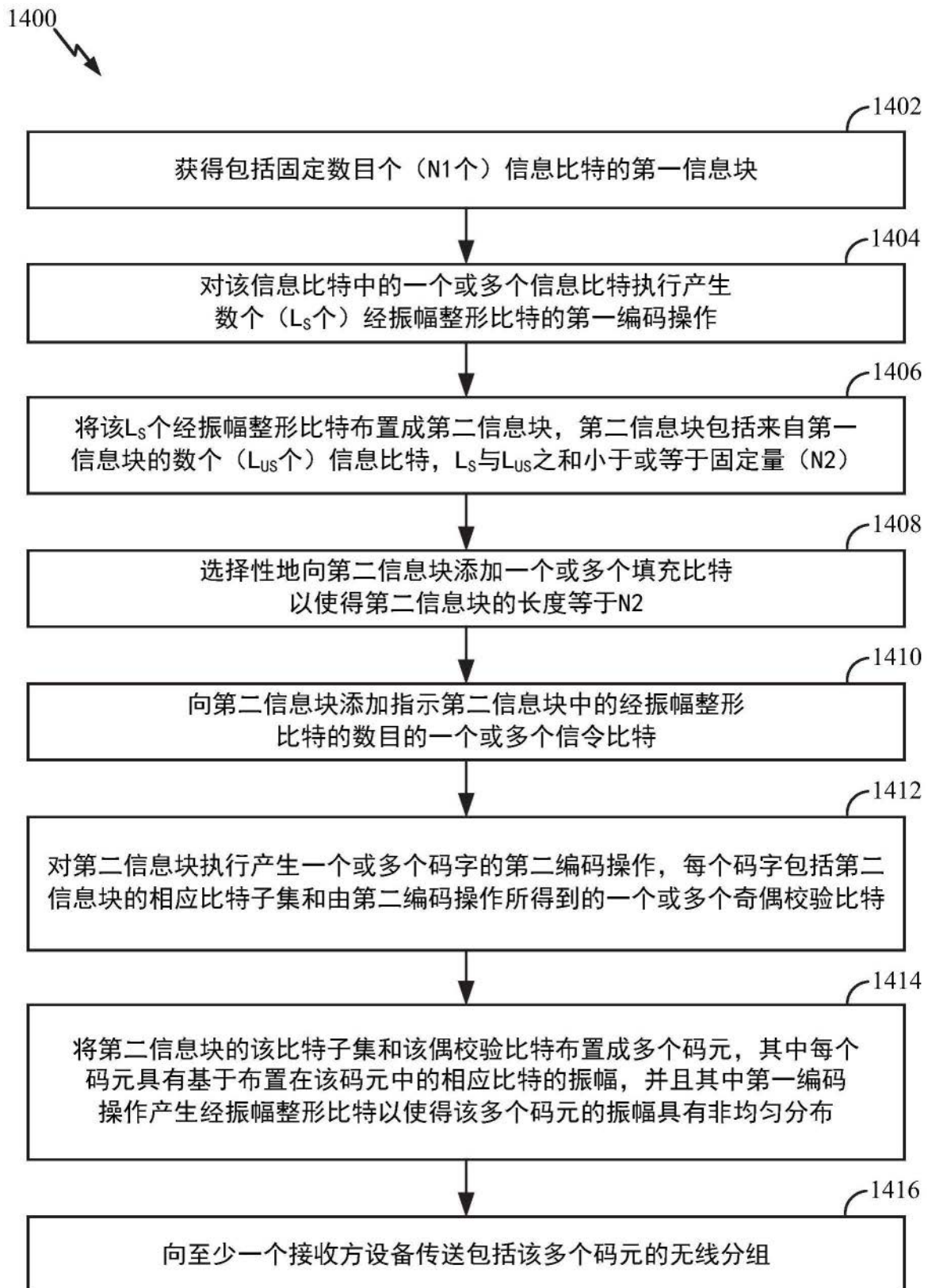


图14

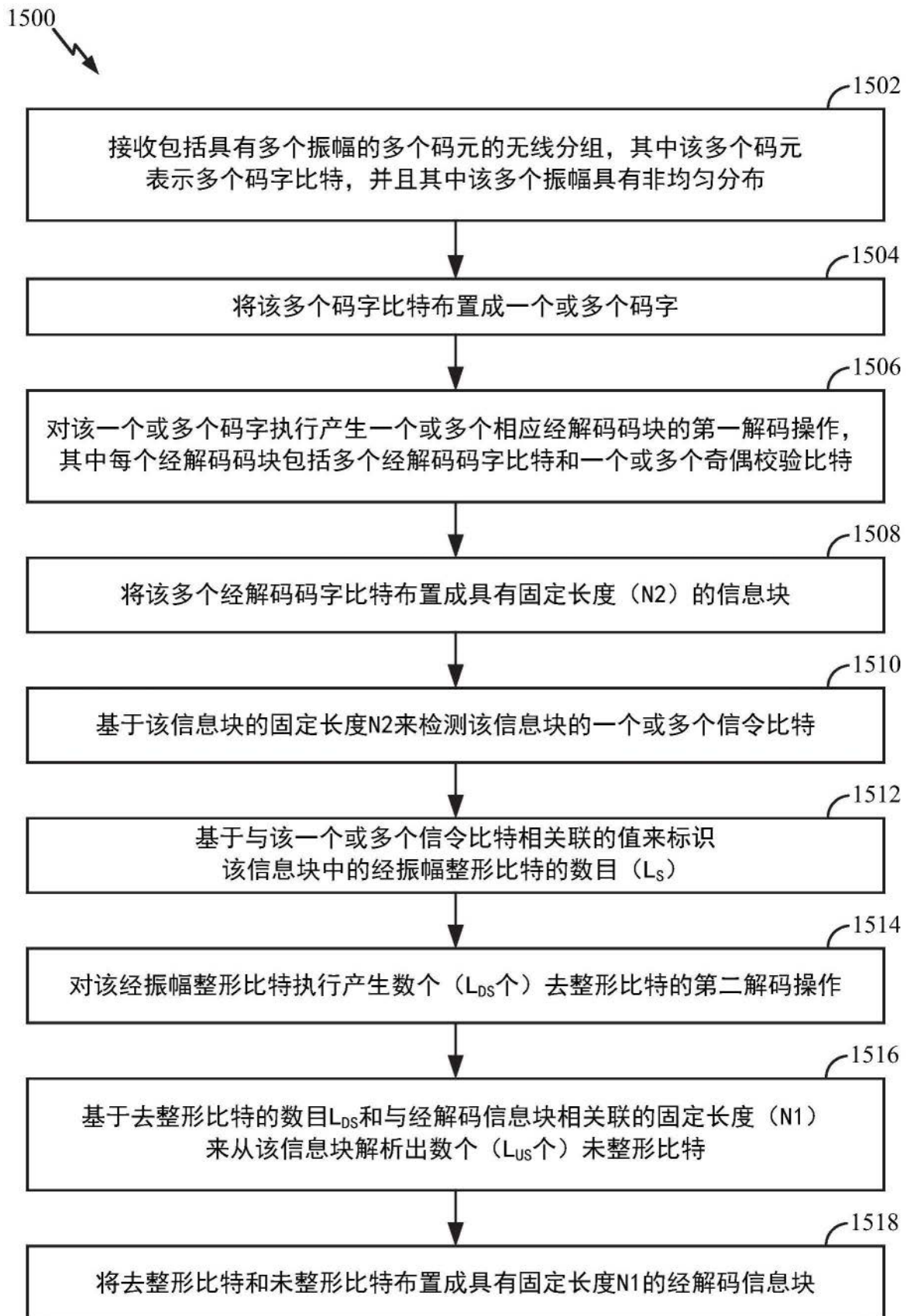


图15



图16



图17