



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105830410 B

(45)授权公告日 2020.07.03

(21)申请号 201480070012.X

(22)申请日 2014.10.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105830410 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(30)优先权数据

61/895,591 2013.10.25 US

61/925,332 2014.01.09 US

61/950,727 2014.03.10 US

61/987,778 2014.05.02 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.06.20(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/062247 2014.10.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/061729 EN 2015.04.30

(73)专利权人 马维尔亚洲私人有限公司
地址 新加坡新加坡城

(72)发明人 张鸿远 姜蕙苓 S·K·扬

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 鄢迅

(51)Int.Cl.

H04L 27/26(2006.01)

审查员 赵冰

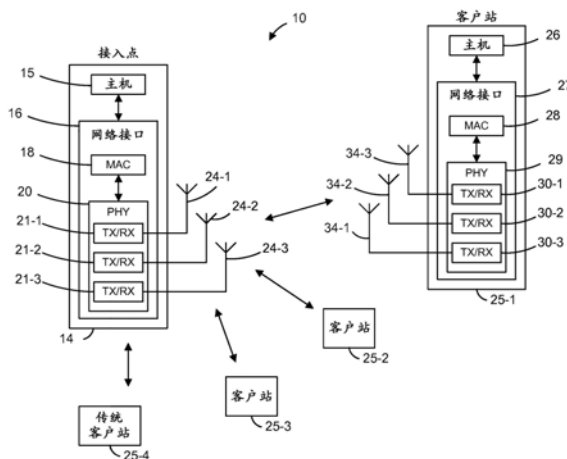
权利要求书6页 说明书33页 附图43页

(54)发明名称

一种用于生成用于经由通信信道传输的物理层数据单元的方法和装置

(57)摘要

描述了一种用于生成用于经由通信信道传输的物理层(PHY)数据单元的方法,其中PHY数据单元符合第一通信协议。针对PHY数据单元的数据字段的正交频分复用(OFDM)符号是根据与第一通信协议的范围扩展模式相对应的范围扩展编码方案而被生成。生成PHY数据单元的前导,前导具有i)第一部分,其指示PHY数据单元的持续时间和ii)第二部分,其指示是否至少数据字段的一些OFDM符号是根据范围扩展编码方案而被生成。前导的第一部分被格式化以使得前导的第一部分由符合第二通信协议但不符合第一通信协议的接收器设备可解码、以便基于前导的第一部分来确定PHY数据单元的持续时间。生成PHY数据单元以包括前导和数据字段。



1. 一种用于生成用于经由通信信道传输的物理层 (PHY) 数据单元的方法, 所述PHY数据单元符合第一通信协议, 所述方法包括:

根据在所述第一通信协议的范围扩展模式中被使用的范围扩展编码方案, 生成针对所述PHY数据单元的数据字段的正交频分复用 (OFDM) 符号, 其中所述范围扩展编码方案提供增加的冗余的符号或编码在所述符号内的信息比特;

生成所述PHY数据单元的前导, 所述前导具有: i) 第一部分, 所述第一部分指示所述PHY数据单元的持续时间, 以及 ii) 第二部分, 所述第二部分指示是否至少所述数据字段的一些 OFDM符号是根据所述范围扩展编码方案而被生成, 所述前导的所述第一部分被格式化以使得所述前导的所述第一部分由符合第二通信协议但不符合所述第一通信协议的接收器设备可解码、以便基于所述前导的所述第一部分来确定所述PHY数据单元的所述持续时间; 以及

生成所述PHY数据单元以包含所述前导和所述数据字段。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中根据所述范围扩展编码方案而生成针对所述PHY数据单元的所述数据字段的所述OFDM符号包括:

使用前向纠错 (FEC) 编码器对将被包含在所述PHY数据字段中的多个信息比特进行编码以获得多个编码比特;

将所述多个编码比特映射到多个星座符号;

生成包含所述多个星座符号的所述OFDM符号; 以及

其中所述方法还包括执行以下各项之一:

i) 根据块编码方案对所述多个信息比特进行编码,

ii) 根据所述块编码方案对所述多个编码的比特进行编码, 或者

iii) 根据所述块编码方案对所述多个星座符号进行编码。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其中根据所述范围扩展编码方案而生成针对所述PHY数据单元的所述数据字段的所述OFDM符号包括:

生成针对所述数据字段的所述OFDM符号以将多个星座符号包含在信道带宽的第一带宽部分中并且将所述多个星座符号的副本包含在所述信道带宽的第二带宽部分中, 其中所述第一带宽部分和所述第二带宽部分具有相同带宽。

4. 根据权利要求3所述的方法, 其中生成所述OFDM符号包括: 生成所述多个星座符号的所述副本以包含预定相位偏移。

5. 根据权利要求3所述的方法, 其中:

针对所述数据字段的所述OFDM符号包括第一OFDM符号;

生成所述前导包括生成所述前导的所述第二部分;

生成所述前导的所述第二部分包括:

生成第二OFDM符号以用于: i) 根据所述第一通信协议的短训练字段, 以及 ii) 所述短训练字段的至少一个副本, 以及

生成第三OFDM符号以用于: i) 根据所述第一通信协议的长训练字段, 以及 ii) 所述长训练字段的至少一个副本; 并且

所述第一OFDM符号、所述第二OFDM符号和所述第三OFDM符号具有相同的音调规划, 所述音调规划与针对所述前导的所述第一部分的音调规划不同。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括以相比于所述数据字段的传输功率提升来至少传输所述前导的所述第一部分以增加所述前导的所述第一部分的解码范围。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中:

生成所述前导包括:i)生成所述前导的所述第一部分,以及ii)生成所述前导的第二部分;

生成所述前导的所述第一部分包括:根据所述第二通信协议生成针对所述PHY数据单元的第一信号字段;并且

生成所述前导的第二部分包括:生成作为所述第一信号字段的副本的第二信号字段、用以指示所述数据字段的至少一些OFDM符号根据所述范围扩展模式而被生成。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述第一信号字段和所述第二信号字段指示所述PHY数据单元的所述持续时间是预定的持续时间,其中所述第二信号字段由符合所述第一通信协议的接收器设备可使用以作为补充训练字段。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中生成所述PHY数据单元以包含所述前导和所述数据字段包括:根据所述第二通信协议生成所述PHY数据单元以包含双倍保护间隔,所述双倍保护间隔随后是所述信号字段的所述第一部分和所述信号字段的第二部分,所述第一信号字段与所述第二信号字段之间没有保护间隔。

10. 根据权利要求7所述的方法,其中所述第一信号字段和所述第二信号字段由符合所述第一通信协议的接收器设备组合可解码、以增加所述第一信号字段和所述第二信号字段的解码可靠性。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述前导的所述第一部分包含:i)符合所述第二通信协议的遗留短训练字段,ii)非遗留长训练字段,以及iii)符合所述第二通信协议的遗留信号字段;

所述前导的第二部分不包含任何训练字段;

所述方法还包括:

使用符合所述第二通信协议的遗留音调规划来生成针对所述遗留短训练字段的第一多个星座符号,

使用非遗留音调规划来生成针对所述非遗留长训练字段的第二多个星座符号;以及

生成针对所述数据字段的所述OFDM符号包括:使用所述非遗留音调规划来生成第三多个星座符号。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中生成所述前导包括:

使用正常保护间隔来生成针对所述前导的所述第一部分的OFDM符号以作为符合所述第二通信协议的遗留前导;以及

使用长保护间隔生成针对所述前导的第二部分的OFDM符号。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中生成针对所述前导的第二部分的所述OFDM符号包括:

使用所述正常保护间隔生成针对非遗留信号字段和非遗留短训练字段的OFDM符号;以及

使用所述长保护间隔生成针对非遗留长训练字段的OFDM符号。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中生成针对所述前导的第二部分的所述OFDM

符号包括：

使用所述正常保护间隔生成针对遗留信号字段的OFDM符号；以及
使用所述长保护间隔生成针对非遗留信号字段的OFDM符号。

15. 根据权利要求12所述的方法，其中：

所述前导的所述第二部分由符合所述第一通信协议的接收器设备可解码；以及
所述前导的所述第二部分的所述长保护间隔向符合所述第一通信协议的所述接收器设备用信号通知所述PHY数据单元符合所述范围扩展模式。

16. 根据权利要求12所述的方法，其中生成针对所述前导的所述第二部分的所述OFDM符号包括：

使用所述长保护间隔生成OFDM符号以用于i) 非遗留信号字段以及ii) 针对所述非遗留信号字段的第一OFDM符号的副本。

17. 根据权利要求12所述的方法，其中生成针对所述前导的所述第二部分的所述OFDM符号包括：

生成针对所述前导的所述第二部分的多个字段中的每个字段的OFDM符号以包括：i) 双倍保护间隔，ii) 针对所述字段的第一OFDM符号，以及iii) 针对所述字段的、作为所述第一OFDM符号的副本的第二OFDM符号。

18. 根据权利要求1所述的方法，其中：

根据所述范围扩展模式生成针对所述PHY数据单元的所述数据字段的所述OFDM符号包括：

使用第一音调间距和长保护间隔生成针对所述数据字段的所述OFDM符号；

生成所述前导包括：使用以下各项生成针对所述前导的所述第一部分的OFDM符号：i) 与所述第一音调间距不同的第二音调间距以及ii) 规律保护间隔。

19. 根据权利要求18所述的方法，其中：

所述前导的所述第一部分的所述第二音调间距是i) 符合所述第二通信协议的遗留音调间距以及ii) 所述数据字段的所述第一音调间距的整数倍；以及

所述规律保护间隔是符合所述第二通信协议的遗留保护间隔。

20. 根据权利要求19所述的方法，其中生成所述前导包括：

生成包含以下各项的用于所述前导的所述第二部分的OFDM符号：i) 使用所述遗留音调间隔和所述遗留保护间隔的至少第一OFDM符号以及ii) 使用所述第一音调间隔和所述长保护间隔的至少第二OFDM符号。

21. 根据权利要求19所述的方法，其中生成所述前导包括生成针对所述前导的所述第二部分的所述OFDM符号，包括：

使用所述遗留音调间隔和所述遗留保护间隔来生成非遗留信号字段和非遗留短训练字段；以及

使用所述第一音调间隔和所述长保护间隔来生成非遗留长训练字段。

22. 根据权利要求18所述的方法，其中：

使用所述第一音调间隔生成针对所述数据字段的所述OFDM符号包括：生成针对所述数据字段的所述OFDM符号以将多个星座符号包含在信道带宽的第一带宽部分中并且将所述多个星座符号的副本包含在所述信道带宽的第二带宽部分中；以及

所述第一带宽部分和所述第二带宽部分具有相同带宽。

23. 根据权利要求22所述的方法, 其中生成针对所述数据字段的所述OFDM符号包括: 生成包含预定的相位偏移的所述多个星座符号的所述副本。

24. 根据权利要求18所述的方法, 其中:

生成针对所述数据字段的所述OFDM符号包括: 使用所述第一音调间距、所述长保护间隔和长符号持续时间生成针对所述数据字段的所述OFDM符号;

生成针对所述前导的所述第一部分的所述OFDM符号包括: 使用所述第二音调间距、所述规律保护间隔和规律符号持续时间生成针对所述前导的所述第一部分的OFDM符号。

25. 根据权利要求24所述的方法, 其中:

所述前导的所述第一部分的所述第二音调间距是i) 遗留音调间距以及ii) 所述数据字段的所述第一音调间距的整数 n 倍;

所述规律保护间隔是遗留保护间隔; 以及

所述长符号持续时间是所述规律符号持续时间的整数 n 倍。

26. 根据权利要求1所述的方法, 其中:

根据所述范围扩展模式生成针对所述PHY数据单元的所述数据字段的所述OFDM符号包括:

使用不符合所述第二通信协议的非遗留音调间隔以及非遗留音调规划生成针对所述数据字段的所述OFDM符号; 以及

生成所述前导包括: 使用与所述非遗留音调间距不同的第二音调间距以及与所述非遗留音调规划不同的遗留音调规划生成针对所述前导的所述第一部分的OFDM符号。

27. 根据权利要求26所述的方法, 其中所述非遗留音调规划包含至少一个保护音调, 所述至少一个保护音调代替所述遗留音调规划的接近直流音调的相对应的数据音调。

28. 根据权利要求27所述的方法, 其中所述非遗留音调规划包含代替所述遗留音调规划的相对应的保护音调的至少一个数据音调、以使得所述非遗留音调规划和所述遗留音调规划具有相同数目的数据音调。

29. 根据权利要求27所述的方法, 其中:

所述非遗留音调规划包含比所述遗留音调规划更少的数据音调; 以及

使用所述非遗留音调间距以及所述非遗留音调规划生成针对所述数据字段的所述OFDM符号包括: 基于所述非遗留音调规划的数据音调的数目, 使用纠错码来对针对所述OFDM符号的信息比特进行编码。

30. 根据权利要求29所述的方法, 其中所述纠错码是二进制卷积码。

31. 根据权利要求29所述的方法, 其中所述纠错码是低密度奇偶校验码。

32. 一种用于生成用于经由通信信道传输的物理层 (PHY) 数据单元的装置, 所述装置包括:

具有一个或多个集成电路的网络接口设备, 被配置为:

根据在第一通信协议的范围扩展模式中被使用的范围扩展编码方案, 生成针对所述PHY数据单元的数据字段的正交频分复用 (OFDM) 符号, 所述PHY数据单元符合所述第一通信协议, 其中所述范围扩展编码方案提供增加的冗余的符号或编码在所述符号内的信息比特,

生成所述PHY数据单元的前导,所述前导具有:i)第一部分,所述第一部分指示所述PHY数据单元的持续时间,以及ii)第二部分,所述第二部分指示是否至少所述数据字段的一些OFDM符号是根据所述范围扩展编码方案而被生成,所述前导的所述第一部分被格式化以使得所述前导的所述第一部分由符合第二通信协议但不符合所述第一通信协议的接收器设备可解码、以便基于所述前导的所述第一部分来确定所述PHY数据单元的所述持续时间,以及

生成所述PHY数据单元以包含所述前导和所述数据字段。

33. 根据权利要求32所述的装置,其中所述一个或多个集成电路被配置为:

生成针对所述数据字段的所述OFDM符号以包含i)在信道带宽的第一带宽部分中的多个星座符号和ii)在所述信道带宽的第二带宽部分中的所述多个星座符号的副本,其中所述第一带宽部分和所述第二带宽部分具有相同带宽。

34. 根据权利要求33所述的装置,其中:

针对所述数据字段的所述OFDM符号包括第一OFDM符号;

所述一个或多个集成电路被配置为:

生成所述前导的所述第二部分包括:

生成第二OFDM符号以用于:i)根据所述第一通信协议的短训练字段,以及ii)所述短训练字段的至少一个副本,以及

生成第三OFDM符号以用于:i)根据所述第一通信协议的长训练字段,以及ii)所述长训练字段的至少一个副本;以及

所述第一OFDM符号、所述第二OFDM符号和所述第三OFDM符号具有相同的音调规划,所述音调规划与针对所述前导的所述第一部分的音调规划不同。

35. 根据权利要求33所述的装置,所述一个或多个集成电路被配置为使得所述网络接口以相比于与所述数据字段的传输功率提升来至少传输所述前导的所述第一部分以增加所述前导的所述第一部分的解码范围。

36. 根据权利要求33所述的装置,其中所述一个或多个集成电路被配置为:

根据所述第二通信协议生成所述前导的所述第一部分中的第一信号字段;以及

生成所述前导的所述第二部分中的第二信号字段以作为所述第一信号字段的副本、用以指示所述数据字段的至少一些OFDM符号根据所述范围扩展模式而被生成。

37. 根据权利要求33所述的装置,其中:

所述前导的所述第一部分包含:i)符合所述第二通信协议的遗留短训练字段,ii)非遗留长训练字段,以及iii)符合所述第二通信协议的遗留信号字段;

所述前导的所述第二部分不包含任何训练字段;

所述一个或多个集成电路被配置为:

使用符合所述第二通信协议的遗留音调规划来生成针对所述遗留短训练字段的第一多个星座符号,

使用非遗留音调规划来生成针对所述非遗留长训练字段的第二多个星座符号,以及

使用所述非遗留音调规划来生成第三多个星座符号以作为生成针对所述数据字段的所述OFDM符号。

38. 根据权利要求33所述的装置,其中生成所述前导包括:

使用正常保护间隔来生成针对所述前导的所述第一部分的OFDM符号以作为符合所述第二通信协议的遗留前导;以及

使用长保护间隔生成针对所述前导的所述第二部分的OFDM符号。

39. 根据权利要求33所述的装置,其中所述一个或多个集成电路被配置为:

使用第一音调间距和长保护间隔来生成针对所述数据字段的所述OFDM符号;

使用以下各项来生成针对所述前导的所述第一部分的OFDM符号:i) 与所述第一音调间距不同的第二音调间距,以及ii) 规律保护间隔。

40. 根据权利要求33所述的装置,其中所述一个或多个集成电路被配置为:

使用不符合所述第二通信协议的非遗留音调间隔以及非遗留音调规划来生成针对所述数据字段的所述OFDM符号;以及

使用与所述非遗留音调间距不同的第二音调间距以及与所述非遗留音调规划不同的遗留音调规划来生成针对所述前导的所述第一部分的OFDM符号。

一种用于生成用于经由通信信道传输的物理层数据单元的方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本公开要求题为“Range Extension PHY”并且于2013年10月25日提交的第61/895,591号美国临时专利申请、题为“Range Extension PHY”并且于2014年1月9日提交的第61/925,332号美国临时专利申请、题为“Range Extension PHY”并且于2014年3月10日提交的第61/950,727号美国临时专利申请以及题为“Range Extension PHY”并且于2014年5月2日提交的第61/987,778号美国临时专利申请的权益,其中的每一个的公开内容以其整体内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开大体涉及通信网络,并且更特别地,涉及利用范围扩展模式的无线局域网。

背景技术

[0004] 当操作在基础架构(infrastructure)模式时,无线局域网(WLAN)通常包括接入点(AP)和一个或多个客户站。WLAN在过去的十年里迅速演变。WLAN标准(诸如电气电子工程师协会(IEEE)802.11a、802.11b、802.11g和802.11n标准)的研发改善了单用户峰值数据吞吐量。例如,IEEE 802.11b标准规定11兆比特每秒(Mbps)的单用户峰值吞吐量,IEEE 802.11a和802.11g标准规定54Mbps的单用户峰值吞吐量,IEEE 802.11n标准规定600Mbps的单用户峰值吞吐量,并且IEEE 802.11ac标准规定吉比特每秒(Gbps)范围内的单用户峰值吞吐量。未来的标准许诺提供甚至更大的吞吐量,诸如几十Gbps范围内的吞吐量。

发明内容

[0005] 在实施例中,一种用于生成用于经由通信信道传输的物理层(PHY)数据单元的方法,PHY数据单元符合第一通信协议,方法包括:根据与第一通信协议的范围扩展模式相对应的范围扩展编码方案,生成针对PHY数据单元的数据字段的正交频分多路(OFDM)符号。方法还包括生成PHY数据单元的前导,前导具有:i)第一部分,其指示PHY数据单元的持续时间,以及ii)第二部分,其指示是否至少数据字段的一些OFDM符号是根据范围扩展编码方案而被生成,前导的第一部分被格式化以使得前导的第一部分由符合第二通信协议但不符合第一通信协议的接收器设备可解码、以便基于前导的第一部分来确定PHY数据单元的持续时间。方法还包括生成PHY数据单元以包含前导和数据字段的。

[0006] 在另一实施例中,装置包括具有一个或多个集成电路的网络接口设备。集成电路被配置为:根据与第一通信协议的范围扩展模式相对应的范围扩展编码方案,生成针对物理层(PHY)数据单元的数据字段的正交频分复用(OFDM)符号,该PHY数据单元符合第一通信协议。集成电路还被配置为:生成PHY数据单元的前导,前导具有i)第一部分,其指示PHY数据单元的持续时间,以及ii)第二部分,其指示是否至少数据字段的一些OFDM符号是根据范围扩展编码方案而被生成,前导的数据字段被格式化以使得前导的第一部分是由符合第二

通信协议但不符合第一通信协议的接收器设备可解码、以便基于前导的第一部分来确定 PHY 数据单元的持续时间。集成电路还被配置为生成 PHY 数据单元以包含前导和数据字段。

[0007] 在又一实施例中,一种用于生成用于经由通信信道传输的物理层 (PHY) 数据单元的方法,PHY 数据单元符合第一通信协议,方法包括:生成将被包含在 PHY 数据单元中的前导的第一字段的第一多个正交频分复用 (OFDM) 符号。第一多个 OFDM 符号中的每个 OFDM 符号与第一通信协议的第一长训练序列相对应,该第一长训练序列至少通过将预定序列与第二通信协议的第二长训练序列相乘而被获得。方法还包括:对针对前导的第二字段的第一多个信息比特进行编码以生成第一多个编码的比特。方法包括:将第一多个编码的比特映射到第一多个星座符号。方法还包括:生成第一多个经修改的星座符号,包括将第一多个星座符号乘以预定序列。方法包括:生成包含第一多个经修改的星座符号的第二多个正交频分多路复用 (OFDM) 符号。方法还包括:生成前导以包含针对第一字段的第一多个 OFDM 符号和针对第二字段的第二多个 OFDM 符号前导。方法还包括:生成至少包含前导的 PHY 数据单元。

[0008] 在实施例中,装置包括具有一个或多个集成电路的网络接口设备。集成电路被配置为:生成将被包含在物理层 (PHY) 数据单元中的前导的第一字段的第一多个正交频分复用 (OFDM) 符号。第一多个 OFDM 符号中的每个 OFDM 符号与第一通信协议的第一长训练序列相对应,该第一长训练序列至少通过将预先确定的序列与第二通信协议的第二长训练序列相乘而被获得。集成电路还被配置为:对针对前导的第二字段的第一多个信息比特进行编码以生成第一多个编码的比特。集成电路被配置为:对第一多个编码的比特映射到第一多个星座符号。集成电路还被配置为:生成第一多个经修改的星座符号,包括将第一多个星座符号乘以预定序列。集成电路被配置为:生成包含第一多个经修改的星座符号的第二多个正交频分复用 (OFDM) 符号。集成电路还被配置为:生成前导以包含针对第一字段的第一多个 OFDM 符号和针对第二字段的第二多个 OFDM 符号前导。集成电路被配置为:生成 PHY 数据单元以至少包含前导。

附图说明

[0009] 图1是根据实施例的示例无线局域网 (WLAN) 的框图。

[0010] 图2A和2B是现有技术数据单元格式的示意图。

[0011] 图3是另一现有技术数据单元格式的示意图。

[0012] 图4是另一现有技术数据单元格式的示意图。

[0013] 图5是另一现有技术数据单元格式的示意图。

[0014] 图6A是调制现有技术数据单元中的符号所使用的调制的一组示意图。

[0015] 图6B是根据实施例的调制示例数据单元中的符号所使用的调制的一组示意图。

[0016] 图7A是根据实施例的正交频分多路复用 (OFDM) 数据单元的示意图。

[0017] 图7B是根据实施例的调制图7A中所描绘的数据单元中的符号所使用的调制的一组示意图。

[0018] 图8是根据实施例的 OFDM 符号的框图。

[0019] 图9A是根据实施例的图示其中常规编码方案被用于数据单元的前导的示例数据单元的示意图。

[0020] 图9B是根据实施例的图示其中常规编码方案被用于数据单元的前导的仅一部分

的示例数据单元的示意图。

[0021] 图10A是根据实施例的图示其中音调间距调节与块编码组合使用的示例数据单元的示意图。

[0022] 图10B是根据实施例的图示其中音调间距调节与块编码组合使用的示例数据单元的示意图。

[0023] 图11A是根据实施例的图示常规模式数据单元的示意图。

[0024] 图11B是根据实施例的图示范围扩展模式数据单元的示意图。

[0025] 图12A-12B是根据两个示例实施例的分别图示长训练字段的两个可能格式的示意图。

[0026] 图13A是根据实施例的图示图11A的常规模式数据单元的非遗留信号字段的示意图。

[0027] 图13B是根据实施例的图示图11B的范围扩展模式数据单元的非遗留信号字段的示意图。

[0028] 图14A是根据实施例的图示范围扩展模式数据单元的框图。

[0029] 图14B是根据一个实施例的图示图14A的范围扩展模式数据单元的遗留信号字段的示意图。

[0030] 图14C是根据实施例的图示遗留接收设备处的图14B的遗留信号字段的快速傅里叶变换 (FFT) 窗口的示意图。

[0031] 图15是根据实施例的图示非遗留信号字段的格式的框图。

[0032] 图16是根据实施例的图示用于使用常规编码方案生成常规模式数据单元的示例PHY处理单元的框图。

[0033] 图17A是根据实施例的用于使用范围扩展编码方案生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元的框图。

[0034] 图17B是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元的框图。

[0035] 图18A是根据另一实施例的用于使用范围扩展编码方案生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元的框图。

[0036] 图18B是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元的框图。

[0037] 图19A是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元的框图。

[0038] 图19B是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元的框图。

[0039] 图20A是根据实施例的示出范围扩展模式数据单元的前导中的 OFDM符号的重复的示意图。

[0040] 图20B是根据实施例的示出范围扩展模式数据单元的前导中的 OFDM符号的重复的示意图。

[0041] 图20C是根据一个实施例的示出用于OFDM符号的时域重复方案的示意图。

[0042] 图20D是根据另一实施例的示出用于OFDM符号的重复方案的示意图。

[0043] 图21是根据实施例的用于生成数据单元的示例方法的流程图。

[0044] 图22A是根据实施例的具有范围扩展数据单元的重复的20MHz 总带宽的示图,其中范围扩展数据单元具有10MHz子频带。

[0045] 图22B是根据实施例的具有范围扩展数据单元的重复的40MHz 总带宽的示图,其中范围扩展数据单元具有10MHz子频带。

[0046] 图22C是根据实施例的用于32-FFT模式的示例音调规划的示图。

[0047] 图23是根据实施例的其中范围扩展模式被用于数据单元的前导的示例数据单元的示图。

[0048] 图24是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元的框图。

[0049] 图25A是根据实施例的具有1/2音调间距的示例20MHz总带宽的示图。

[0050] 图25B是根据实施例的具有1/2音调间距的示例20MHz总带宽的示图。

[0051] 图26A是根据实施例的用于具有FFT大小64和1/2音调间距的范围扩展模式的非遗留音调规划的示图。

[0052] 图26B是根据实施例的用于具有FFT大小128和1/2音调间距的范围扩展模式的非遗留音调规划的示图。

[0053] 图26C是根据实施例的用于具有FFT大小256和1/2音调间距的范围扩展模式的非遗留音调规划的示图。

[0054] 图27是根据实施例的用于生成数据单元的示例方法的流程图。

[0055] 图28是根据另一实施例的用于生成数据单元的示例方法的流程图。

具体实施方式

[0056] 在下文所描述的实施例中,无线网络设备(诸如无线局域网(WLAN)的接入点(AP))向一个或多个客户站传送数据流。AP 被配置为根据至少第一通信协议与客户站进行操作。第一通信协议有时在本文中被称为“高效Wi-Fi”、“HEW”通信协议或802.11ax 通信协议。在一些实施例中,在AP附近的客户站被配置为根据一个或多个其他通信协议操作,这些通信协议定义在与HEW通信协议相同频带内但是以通常较低的数据吞吐量的操作。较低的数据吞吐量通信协议(例如,IEEE 802.11a、IEEE 802.11n和/或IEEE 802.11ac)在本文中统称为“遗留(legacy)”通信协议。在至少一些实施例中,遗留通信协议一般部署在室内通信信道中,并且HEW 通信协议至少有时被部署用于室外通信、扩展范围的通信或传送信号的信噪比(SNR)降低的区域中的通信。

[0057] 根据实施例,由AP所传送的符号是根据范围扩展编码方案来生成的,范围扩展编码方案提供符号或编码在符号内的信息比特的增加的冗余。冗余增加了符号由接收来自AP的符号的设备所成功解码的可能性,尤其在SNR降低的区域中。减轻SNR降低所需要的冗余的量通常取决于时延信道扩散(例如,针对室外通信信道)、干扰符号的其他信号和/或其他因素。在实施例中,HEW通信协议定义常规模式和范围扩展模式。在实施例中,常规模式一般与由较短信道时延扩散(例如,室内通信信道)或通常较高SNR值所表征的通信信道一起使用,而范围扩展模式一般与由相对较长信道时延扩散(例如,室外通信信道)或由通常较低SNR值所表征的通信信道一起使用。在实施例中,常规编码方案使用在常规模式中,并且范围扩展编码方案使用在范围扩展模式中。

[0058] 在实施例中,由AP所传送的数据单元包括前导和数据部分,其中,前导至少部分地被用于将用于数据部分的传输的各种参数用信号通知给接收设备。在各种实施例中,数据单元的前导被用于将在数据单元的至少数据部分中利用的特定编码方案用信号通知给接收设备。在一些实施例中,与在范围扩展模式中相同的前导格式使用在常规模式中。在一个这样的实施例中,前导包括设置为指示是常规编码方案还是范围扩展编码方案被用于数据单元的至少数据部分的指示。在一些实施例中,除数据单元的数据部分外,所指示的常规编码方案或范围扩展编码方案被用于数据单元的前导的至少一部分。在实施例中,接收设备基于数据单元的前导中的指示来确定将利用的特定编码方案前导,并且然后使用特定编码方案解码数据单元的适当的剩余部分(例如,数据部分或前导和数据部分的一部分)。

[0059] 在另一实施例中,使用在范围扩展模式中的前导与使用在常规模式中的前导被不同地格式化。例如,对使用在范围扩展模式中的前导进行格式化,使得接收设备可以自动地(例如,在解码之前)检测数据单元与范围扩展模式相对应。在实施例中,当接收设备检测到数据单元与范围扩展模式相对应时,接收设备使用范围扩展编码方案将数据单元的数据部分和在至少一些实施例中前导的至少一部分以及数据单元的数据部分解码。另一方面,在实施例中,当接收设备检测到数据单元不与范围扩展模式相对应时,接收设备假定数据单元与常规模式相对应。接收设备然后使用常规编码方案解码数据单元的至少数据部分。

[0060] 此外,在至少一些实施例中,对常规模式和/或范围扩展模式中的数据单元的前导进行格式化,使得根据遗留协议而非HEW通信协议操作的客户站能够确定关于数据单元的某些信息(诸如数据单元的持续时间)和/或数据单元不符合遗留协议。此外,在实施例中,对数据单元的前导进行格式化,使得根据HEW协议操作的客户站能够确定数据单元符合HEW通信协议以及数据单元是否根据常规模式或范围扩展模式格式化。类似地,在实施例中,被配置为根据HEW通信协议操作的客户站还传送诸如上文所描述的数据单元。

[0061] 在至少一些实施例中,例如,对于被配置为根据多个不同通信协议与客户站操作的AP和/或对于其中多个客户站根据多个不同通信协议操作的WLAN而言,诸如上文所描述的格式化的数据单元是有用的。继续上文示例,被配置为根据HEW通信协议(包括常规模式和范围扩展模式)和遗留通信协议二者操作的通信设备能够确定给定数据单元是根据HEW通信协议而非遗留通信协议格式化的,并且还确定数据单元是根据范围扩展模式而非常规模式格式化的。类似地,被配置为根据遗留通信协议而非HEW通信协议操作的通信设备能够确定数据单元未根据遗留通信协议格式化和/或确定数据单元的持续时间。

[0062] 图1是根据实施例的示例无线局域网(WLAN) 10的框图。AP 14包括耦合到网络接口16的主机处理器15。网络接口16包括介质访问控制(MAC)处理单元18和物理层(PHY)处理单元20。PHY处理单元20包括多个收发器21,并且收发器21耦合到多个天线24。虽然在图1中图示了三个收发器21和三个天线24,但是在其他实施例中,AP 14包括其他适合数目(例如,1、2、4、5等等)的收发器21和天线24。在一个实施例中,MAC处理单元18和PHY处理单元20被配置为根据第一通信协议(例如,HEW通信协议)操作,至少包括第一通信协议的第一模式和第二模式。在一些实施例中,第一模式与范围扩展模式相对应,其使用范围扩展编码方案(例如,块编码、按位复制或符号复制)、信号调制方案(例如,相移键控或正交幅度调制)或范围扩展编码方案和信号调制方案二者。与在其处执行符合范围扩展模式的PHY数据单元的成功解码的第二模式(例如,使用常规编码方案的常规模式)相比较,范围扩展模式被配

置为增加范围和/或减少信噪比 (SNR)。在各种实施例中,与常规模式相比较,范围扩展模式减少传输数据速率以实现具有增加的范围和/或减少的SNR比的成功解码。在另一实施例中,MAC处理单元18和PHY处理单元20还被配置为根据第二通信协议(例如,IEEE 802.11ac标准)操作。在又一实施例中,MAC处理单元18和PHY处理单元20附加地被配置为根据第二通信协议、第三通信协议和/或第四通信协议(例如,IEEE 802.11a标准和/或IEEE 802.11n标准)操作。

[0063] WLAN 10包括多个客户站25。虽然在图1中图示了四个客户站 25,但是在各种场景和实施例中,WLAN 10包括其他适合数目(例如,1、2、3、5、6等等)的客户站25。客户站25中的至少一个(例如,客户站25-1)被配置为至少根据第一通信协议操作。在一些实施例中,客户站25中的至少一个不被配置为根据第一通信协议操作,但是被配置为根据第二通信协议、第三通信协议和/或第四通信协议(在本文中被称作“遗留客户站”)中的至少一个来操作。

[0064] 客户站25-1包括耦合到网络接口27的主机处理器26。网络接口27包括MAC处理单元28和PHY处理单元29。PHY处理单元 29包括多个收发器30,并且收发器30耦合到多个天线34。虽然在图1中图示了三个收发器30和三个天线34,但是在其他实施例中,客户站25-1包括其他适合数目(例如,1、2、4、5等等)的收发器 30和天线34。

[0065] 根据实施例,客户站25-4是遗留客户站,即,客户站25-4不支持根据第一通信协议接收和完全地解码由AP 14或另一客户站25所传送的数据单元。类似地,根据实施例,遗留客户站25-4不支持根据第一通信协议传送数据单元。另一方面,遗留客户站25-4支持根据第二通信协议、第三通信协议和/或第四通信协议接收、完全地解码和传送数据单元。

[0066] 在实施例中,客户站25-2和25-3之一或两者具有与客户站25-1 相同或类似的结构。在实施例中,客户站25-4具有与客户站25-1类似的结构。在这些实施例中,与客户站25-1相同或类似的结构化的客户站25具有相同或不同数目的收发器和天线。例如,根据实施例,客户站25-2仅具有两个收发器和两个天线(未示出)。

[0067] 在各种实施例中,AP 14的PHY处理单元20被配置为生成符合第一通信协议并且具有本文所描述的格式的数据单元。(一个或多个)收发器21被配置为经由(一个或多个)天线24传送所生成的数据单元。类似地,(一个或多个)收发器21被配置为经由(一个或多个)天线24接收数据单元。根据各种实施例,AP 14的PHY处理单元20被配置为处理符合第一通信协议并且具有在下文中所描述的格式的所接收的数据单元并且确定这样的数据单元符合第一通信协议。

[0068] 在各种实施例中,客户端设备25-1的PHY处理单元29被配置为生成符合第一通信协议并且具有本文所描述的格式的数据单元。(一个或多个)收发器30被配置为经由(一个或多个)天线34传送所生成的数据单元。类似地,(一个或多个)收发器30被配置为经由(一个或多个)天线34接收数据单元。根据各种实施例,客户端设备25-1的PHY处理单元29被配置为处理符合第一通信协议并且具有在下文中所描述的格式的所接收的数据单元并且确定这样的数据单元符合第一通信协议。

[0069] 图2A是根据实施例的AP 14被配置为经由正交频分多路复用 (OFDM) 调制向遗留客户站25-4传送的现有技术OFDM数据单元 200的示图。在实施例中,遗留客户站25-4还被配置为将数据单元 200传送给AP 14。数据单元200符合IEEE 802.11a标准并且占据 20兆赫兹 (MHz) 频带。数据单元200包括具有遗留短训练字段 (L-STF) 202(其一般被用于分组检

测、初始同步和自动增益控制等等)和遗留长训练字段(L-LTF) 204(其一般被用于信道估计和精细同步)的前导。数据单元200还包括用于携带关于数据单元200 的某些物理层(PHY)参数的遗留信号字段(L-SIG) 206,诸如例如传送数据单元所使用的调制类型和编码速率。数据单元200还包括数据部分208。图2B是(未经低密度奇偶校验编码的)示例数据部分208的示图,其如果需要的话则包括服务字段、经扰码的物理层服务数据单元(PSDU)、尾部比特以及填充比特。数据单元200 被设计用于单输入单输出(SISO)信道配置中的一个空间流或空间-时间流之上的传输。

[0070] 图3是根据实施例的AP 14被配置为经由正交频域多路复用 (OFDM)调制向遗留客户站25-4传送的现有技术OFDM数据单元 300的示图。在实施例中,遗留客户站25-4还被配置为将数据单元 300传送给AP 14。数据单元300符合IEEE 802.11n标准、占据20MHz 频带并且被设计用于混合模式情况,即,当WLAN包括符合IEEE 802.11a标准而非IEEE 802.11n标准的一个或多个客户站时。数据单元300包括前导,其具有L-STF 302、L-LTF 304、L-SIG 306、高吞吐量信号字段(HT-SIG) 308、高吞吐量短训练字段(HT-STF) 310 和M个数据高吞吐量长训练字段(HT-LTF) 312,其中,M是一般由在多输入多输出(MIMO)信道配置中传送数据单元300所使用的空间流的数目所确定的整数。特别地,根据IEEE 802.11n标准,如果数据单元300使用两个空间流传送,则数据单元300包括两个 HT-LTF 312;如果数据单元300使用三个或四个空间流传送,则数据单元300包括四个HT-LTF 312。所利用的空间流的特定数目的指示被包括在HT-SIG字段308中。数据单元300还包括数据部分314。

[0071] 图4是根据实施例的AP 14被配置为经由正交频域多路复用 (OFDM)调制向遗留客户站25-4传送的现有技术OFDM数据单元 400的示图。在实施例中,遗留客户站25-4还被配置为将数据单元 400传送给AP 14。数据单元400符合IEEE 802.11n标准、占据20MHz 频带并且被设计用于“绿地模式”情况,即,当WLAN不包括符合 IEEE 802.11a标准的任何客户站并且仅包括符合IEEE 802.11n标准的客户站。数据单元400包括前导,其具有高吞吐量绿地模式短训练字段(HT-GF-STF) 402、第一高吞吐量长训练字段(HT-LTF1) 404、HT-SIG 406和M个数据HT-LTF 408,其中,M是一般与在多输入多输出(MIMO)信道配置中传送数据单元400所使用的空间流的数目相对应的整数。数据单元400还包括数据部分410。

[0072] 图5是根据实施例的AP 14被配置为经由正交频域多路复用 (OFDM)调制向遗留客户站25-4传送的现有技术OFDM数据单元 500的示图。在实施例中,遗留客户站25-4还被配置为将数据单元 500传送给AP 14。数据单元500符合IEEE 802.11ac标准并且被设计用于“混合字段”情况。数据单元500占据20MHz带宽。在其他实施例或场景中,与数据单元500类似的数据单元占据不同的带宽,诸如40MHz、80MHz或160MHz带宽。数据单元500包括前导,其具有L-STF 502、L-LTF 504、L-SIG 506、包括第一非常高吞吐量信号字段(VHT-SIGA1) 508-1和第二非常高吞吐量信号字段 (VHT-SIGA2) 508-2的两个第一非常高吞吐量信号字段(VHT-SIGA) 508、非常高吞吐量短训练字段(VHT-LTF) 510、M 个非常高吞吐量长训练字段512(其中,M是整数)以及第二非常高吞吐量信号字段(VHT-SIG-B) 514。数据单元500还包括数据部分516。

[0073] 图6A是图示如由IEEE 802.11n标准所定义的图3的数据单元 300的L-SIG、HT-SIG1和HT-SIG2字段的调制的一组示图。L-SIG 字段根据二进制相移键控(BPSK)调制,而HT-SIG1和HT-SIG2 字段根据BPSK但在正交轴上(Q-BPSK)调制。换句话说,与L-SIG 字段的

调制相比较,HT-SIG1和HT-SIG2字段的调制旋转90度。

[0074] 图6B是图示如由IEEE 802.11ac标准所定义的图5的数据单元 500的L-SIG、VHT-SIGA1和VHT-SIGA2字段的调制的一组示图。不像图6A中的HT-SIG1字段,VHT-SIGA1字段根据BPSK调制,与L-SIG字段的调制相同。另一方面,与L-SIG字段的调制相比较,VHT-SIGA2字段旋转90度。

[0075] 图7A是根据实施例的AP 14被配置为经由正交频域多路复用 (OFDM) 调制向客户站 25-1传送的OFDM数据单元700的示图。在实施例中,客户站25-1还被配置为将数据单元700传送给AP 14。数据单元700符合第一通信协议并且占据20MHz带宽。在其他实施例中,与数据单元700类似的符合第一通信协议的数据单元可以占据其他适合的带宽,诸如例如40MHz、80MHz、160MHz、320MHz、640MHz或其他适合的带宽。数据单元700适于“混合模式”情况,即,当WLAN 10包括符合遗留通信协议而非第一通信协议的客户站 (例如,遗留客户站 25-4) 时。在一些实施例中,数据单元700也利用在其他情况中。

[0076] 在实施例中,数据单元700包括前导701,其具有L-STF 702、L-LTF 704、L-SIG 706、包括第一HEW信号字段 (HEW-SIGA1) 708-1 和第二HEW信号字段 (HEW-SIGA2) 708-2的两个第一HEW信号字段 (HEW-SIGA) 708、HEW短训练字段 (HEW-STF) 710、M个 HEW长训练字段 (HEW-LTF) 712 (其中,M是整数) 以及第三HEW 信号字段 (HEW-SIGB) 714。L-STF 702、L-LTF 704、L-SIG 706、HEW-SIGA 708、HEW-STF 710、M个HEW-LTF 712和HEW-SIGB 714中的每一个包括整数数目的一个或多个OFDM符号。例如,在实施例中,HEW-SIGA 708包括两个OFDM符号,其中,HEW-SIGA 708-1字段包括第一OFDM符号,并且HEW-SIGA2包括第二OFDM 符号。在另一实施例中,例如,前导701包括第三HEW信号字段 (HEW-SIGA3,未示出) 并且HEW-SIGA 708包括三个OFDM符号,其中,HEW-SIGA 708-1包括第一OFDM符号,HEW-SIGA2包括第二OFDM符号,并且HEW-SIGA3包括第三OFDM符号。在至少一些示例中,HEW-SIGA 708统称为单HEW信号字段 (HEW-SIGA) 708。在一些实施例中,数据单元700还包括数据部分716。在其他实施例中,数据单元700省略数据部分716。

[0077] 在图7A的实施例中,数据单元700包括L-STF 702、L-LTF 704、L-SIG 706、HEW-SIGA1 708中的每一个中的一个。在其中与数据单元700的OFDM数据单元占据除20MHz外的累积带宽的其他实施例中,在实施例中,对数据单元的全部带宽的对应数目的20MHz子频带上重复L-STF 702、L-LTF 704、L-SIG 706、HEW-SIGA1 708中的每一个。例如,在实施例中,OFDM数据单元占据80MHz带宽,并且因此在实施例中包括L-STF 702、L-LTF 704、L-SIG 706、HEW-SIGA1 708中的每一个中的四个。在一些实施例中,不同的 20MHz子频带信号的调制旋转不同的角度。例如,在一个实施例中,第一子频带旋转0度,第二子频带旋转90度,第三子频带旋转180 度,以及第四子频带旋转270度。在其他实施例中,利用不同的适合的旋转。在至少一些实施例中,20MHz子频带信号的不同相位导致数据单元700中的OFDM符号的降低的峰值平均功率比 (PAPR)。在实施例中,如果符合第一通信协议的数据单元是占据累积带宽 (诸如20MHz、40MHz、80MHz、160MHz、320MHz、640MHz等等) 的OFDM数据单元,则HEW-STF、HEW-LTF、HEW-SIGB和HEW 数据部分占据数据单元的对应的全部带宽。

[0078] 图7B是根据实施例的图示图7A的L-SIG 706、HEW-SIGA1 708-1和HEW-SIGA2 708-2字段的调制的一组示图。在该实施例中,L-SIG 706、HEW-SIGA1 708-1和HEW-SIGA2 708-2字段具有与如IEEE 802.11ac标准所定义和图6B中所描绘的对应的字段的调制相同的调制。因此,与

L-SIG字段相同地调制HEW-SIGA1。另一方面,与 L-SIG字段的调制相比较,HEW-SIGA2字段旋转90度。在具有第三HEW-SIGA3字段的一些实施例中,与L-SIG字段和HEW-SIGA1 字段相同地调制HEW-SIGA2,而与L-SIG字段、HEW-SIGA1字段和HEW-SIGA2字段相比较,HEW-SIGA3字段旋转90度。

[0079] 在实施例中,因为数据单元700的L-SIG 706、HEW-SIGA 708-1 和HEW-SIGA 708-2字段的调制与符合IEEE 802.11ac标准的数据单元(例如,图5的数据单元500)中的对应的字段的调制相对应,所以被配置为根据IEEE 802.11a标准和/或IEEE 802.11n标准操作的遗留客户站将假定在至少一些实施例中,数据单元700符合IEEE 802.11ac标准并且将相应地处理数据单元700。例如,符合IEEE 802.11a标准的客户站将辨识数据单元700的前导的遗留IEEE 802.11a标准部分并且将根据L-SIG 706中所指示的持续时间设定数据单元的持续时间(或数据单元持续时间)。例如,根据实施例,遗留客户站25-4将基于L-SIG字段706中所指示的速率和长度(例如,以字节数为单位),计算针对数据单元的持续时间。在实施例中,对L-SIG字段706中的速率和长度进行设定,使得被配置为根据遗留通信协议操作的客户站将基于速率和长度,计算与数据单元 700的实际持续时间相对应或至少近似的分组持续时间(T)。例如,在一个实施例中,速率被设定为指示由IEEE 802.11a标准所定义的最低速率(即,6Mbps),并且长度被设定为所计算的值,使得使用最低速率所计算的分组持续时间至少近似数据单元700的实际持续时间。

[0080] 在实施例中,当符合IEEE 802.11a标准的遗留客户站接收数据单元700时,将例如使用L-SIG字段706的速率字段和长度字段计算针对数据单元700的持续时间,并且在实施例中将在执行空闲信道评估(CCA)之前等待直到所计算的分组持续时间的结束。因此,在该实施例中,至少针对数据单元700的持续时间防止通信介质由遗留客户站访问。在实施例中,遗留客户站将继续解码数据单元700,但是将使数据单元700的结尾处的错误校验(例如,使用帧校验序列(FCS))失败。

[0081] 类似地,在实施例中,当被配置为根据IEEE 802.11n标准操作的遗留客户站接收数据单元700时,将基于数据单元700的L-SIG 706中所指示的速率和长度,计算数据单元700的分组持续时间(T)。遗留客户站将检测第一HEW信号字段(HEW-SIGA1)708-1的调制(BPSK)并且将假定数据单元700是符合IEEE 802.11a的遗留数据单元。在实施例中,遗留客户站将继续解码数据单元700,但是将使数据单元的结尾处的错误校验(例如,使用帧校验序列(FCS))失败。在任何情形下,根据IEEE 802.11n标准,在实施例中,遗留客户站将在执行空闲信道评估(CCA)之前等待直到所计算的分组持续时间(T)的结束。因此,在实施例中,针对数据单元700的持续时间将防止通信介质由遗留客户站访问。

[0082] 在实施例中,当被配置为根据IEEE 802.11ac标准而非第一通信协议操作的遗留客户站接收数据单元700时,将基于数据单元700 的L-SIG 706中所指示的速率和长度,计算数据单元700的分组持续时间(T)。然而,在实施例中,遗留客户站将不能够基于数据单元700的调制而检测数据单元700不符合IEEE 802.11ac标准。在一些实施例中,数据单元700的一个或多个HEW信号字段(例如, HEW-SIGA1和/或HEW-SIGA2)被格式化以故意地使得遗留客户站在解码数据单元700时检测错误并且因此停止解码(或“丢弃”) 数据单元700。例如,在实施例中,数据单元700的HEW-SIGA 708 被格式化以当SIGA字段根据IEEE 802.11ac标准由遗留设备解码时,故意地引起错误。而且,根据IEEE 802.11ac标准,在实施例中,当

在解码VHT-SIGA字段中检测到错误时,客户站将丢弃数据单元700 并且在执行空闲信道评估(CCA)之前等待直到例如基于数据单元 700的L-SIG 706中所指示的速率和长度所计算的经计算的分组持续时间(T)的结束。因此,在实施例,针对数据单元700的持续时间将防止通信介质由遗留客户站访问。

[0083] 图8是根据实施例的OFDM符号800的示图。在实施例中,图 7的数据单元700包括诸如OFDM符号800的OFDM符号。OFDM 符号800包括保护间隔(GI)部分802和信息部分804。在实施例中,保护间隔包括重复OFDM符号的结尾部分的循环前缀。在实施例中,保护间隔部分802被用于确保接收设备(例如,客户站25-1)处的 OFDM音调(tone)的正交性以及最小化或消除归因于通信信道中的多径传播的符号间干扰,OFDM符号800经由该通信信道从传送设备(例如,AP 14)传送给接收设备。在实施例中,基于传送设备与接收设备之间的通信信道中的预期最坏情况信道时延扩散,选择保护间隔部分802的长度。例如,在实施例中,与针对通常由较短信道时延扩散所表征的室内通信信道所选择的较短保护间隔相比较,针对通常由较长信道时延扩散所表征的室外通信信道而选择较长保护间隔。在实施例中,基于已经生成信息部分804所利用的音调间距(例如,数据单元的全部宽度的子载波频率之间的间距),选择保护间隔部分802的长度。例如,与针对较宽音调间距(例如,64 个音调)的较短保护间隔相比较,针对较窄音调间距(例如,256 个音调),选择较长保护间隔。

[0084] 根据实施例,取决于所利用的传输模式,保护间隔部分802与短保护间隔、正常保护间隔或长保护间隔相对应。在实施例中,短保护间隔或正常保护间隔被用于室内通信信道、具有相对短信道时延扩散的通信信道或具有适当高的SNR比的通信信道,并且长保护间隔被用于室外通信信道、具有相对长时延扩散的通信信道或不具有适当高的SNR比的通信信道。在实施例中,当在常规模式传送 HEW数据单元时,正常保护间隔或短保护间隔被用于HEW数据单元(例如,HEW数据单元700)的一些或全部OFDM符号,并且当在范围扩展模式传送HEW数据单元时,长保护间隔被用于HEW 数据单元的至少一些OFDM符号。

[0085] 在实施例中,短保护间隔(SGI)具有 $0.4\mu\text{s}$ 的长度,正常保护间隔是 $0.8\mu\text{s}$,并且长保护间隔(LGI)具有 $1.2\mu\text{s}$ 或 $1.8\mu\text{s}$ 的长度。在实施例中,信息部分804具有 $3.2\mu\text{s}$ 的长度。在其他实施例中,信息部分804具有与已经生成信息部分804所利用的音调间距相对应的增加的长度。例如,信息部分804具有针对使用64个音调的第一音调间距的常规模式的 $3.2\mu\text{s}$ 的第一长度并且具有针对128个音调的第二音调间距的 $6.4\mu\text{s}$ 的第二长度,其中,与第一音调间距和第一长度相比较,第二音调间距和第二长度二者增加2的整数倍。在实施例中,信息部分804的剩余长度被填充以所接收的时域信号的副本(例如,信息部分804包含所接收的时域信号的两个副本)。在其他实施例中,利用针对SGI、NGI、LGI和/或信息部分804的其他适合的长度。在一些实施例中,SGI具有NGI的长度的50%的长度,并且NGI具有LGI的长度的50%的长度。在其他实施例中,SGI 具有NGI的长度的75%或更少的长度,并且NGI具有LGI的长度的 75%或更少的长度。在其他实施例中,SGI具有NGI的长度的50%或更少的长度,并且NGI具有LGI长度的50%或更少的长度。

[0086] 在其他实施例中,具有减少的音调间距的OFDM调制使用在使用相同音调规划的范围扩展模式中(例如,指示针对数据音调、导频音调和/或保护音调指派哪些OFDM音调的预定的索引序列)。例如,针对20MHz带宽OFDM数据单元的常规模式使用导致64个 OFDM音调(例如,索引-32至+31)的64点离散傅里叶变换(DFT),范围扩展模式使用导致相同带宽内的

128个OFDM音调(例如,索引-64至+63)的针对20MHz OFDM数据单元的128点DFT。在这种情况下,与在使用相同音调规划时常规模式OFDM符号相比较,范围扩展模式OFDM符号中的音调间距以因子2减少($1/2$)。作为另一示例,针对20MHz带宽OFDM数据单元的常规模式使用导致64个OFDM音调的64点离散傅里叶变换(DFT),范围扩展模式使用导致256个OFDM音调的针对20MHz OFDM数据单元的256点DFT。在这种情况下,与常规模式OFDM符号相比较,范围扩展模式OFDM符号中的音调间距以因子4减少($1/4$)。在这样的实施例中,使用例如 $1.6\mu\text{s}$ 的长GI持续时间。然而,在实施例中,范围扩展模式OFDM符号的信息部分的持续时间增加(例如,从 $3.2\mu\text{s}$ 到 $6.4\mu\text{s}$),并且GI部分持续时间与总OFDM符号持续时间的百分比保持相同。因此,在这种情况下,在至少一些实施例中,避免了归因于较长GI符号的效率损失。在各种实施例中,如本文所使用的术语“长保护间隔”涵盖保护间隔的增加的持续时间以及有效增加保护间隔的持续时间的减小的OFDM音调间距。

[0087] 图9A是根据实施例的图示其中常规模式或范围扩展模式被用于数据单元的前导的示例数据单元900的示图。数据单元900大致与图7A的数据单元700相同并且包括与图7A的数据单元700同样编号的元件。数据单元900的HEW-SIGA字段708(例如,HEW-SIGA1 708-1或HEW-SIGA2 708-2)包括编码指示(CI)902。根据实施例,CI指示902被设定为指示以下之一:(i)具有常规编码方案的常规模式或(ii)具有范围扩展编码方案的范围扩展模式。在实施例中,CI指示902包括一个比特,其中,比特的第一值指示常规模式,并且比特的第二值指示范围扩展模式。在一些实施例中,CI指示与调制和编码方案(MCS)指示符相结合。在实施例中,例如,常规模式与由遗留接收器设备确定为有效的MCS值相对应(例如,遵循IEEE 802.11ac协议),而范围扩展模式与由遗留接收器设备确定为无效(或不支持)的MCS值相对应(例如,不遵循IEEE 802.11ac协议)。在其他实施例中,CI指示902具有多个比特,其指示多个常规模式MCS值和多个范围扩展模式MCS值。如图9A中所图示的,在所图示的实施例中,常规编码方案被用于数据单元700的前导的所有OFDM符号,并且如由CI指示902所指示的常规编码方案或范围扩展编码方案之一被用于数据部分716的OFDM符号。

[0088] 在例如其中范围扩展编码方案被用于数据部分716的OFDM符号的实施例中,与常规数据单元相比较,PHY数据单元的成功解码所处于的范围和/或SNR通常得到改进(即,较长范围和/或较低SNR处成功解码)。在一些实施例中,针对使用常规编码方案所生成的前导701的解码不一定实现经改进的范围和/或SNR性能。在这样的实施例中,与被用于传输数据部分716的传输功率相比较,以传输功率提升的前导的至少一部分的传输增加了前导701部分的解码范围。在一些实施例中,利用传输功率提升所传送的前导701部分包括遗留字段(诸如L-STF 702、L-LTF 704和L-SIG 706)和/或非遗留字段(诸如HEW-STF和HEW-LTF)。在各种实施例中,传输功率提升是3dB、6dB或其他适合的值。在一些实施例中,对传输功率提升进行确定,使得与相同位置处的“未经提升的”数据部分716相比较,“经提升的”前导701是以类似性能可解码的。在一些实施例中,增加的长度的L-STF 702、L-LTF 704和/或L-SIG 706与传输功率提升组合使用。在其他实施例中,取代传输功率提升,使用增加的长度的L-STF 702、L-LTF 704和/或L-SIG 706。

[0089] 图9B是根据实施例的图示其中范围扩展编码方案被用于数据单元的前导的一部分的示例数据单元950的示图。除数据单元950中包括其中由CI指示902所指示的编码方案适于前导751的一部分的OFDM符号以及数据部分716的OFDM符号的前导751外,数据单元

950大致与图9A的数据单元900相同。特别地,在所图示的实施例中,常规编码方案被用于前导701的第一部分751-1,并且除数据部分716的OFDM符号外,如由CI指示902所指示的常规编码方案或范围扩展编码方案之一被用于前导751的第二部分751-2的OFDM符号。因此,在所图示的实施例中,由CI信息902所指示的编码方案跳过与HEW-STF 710相对应的OFDM符号并且以与HEW-LTF 712-1相对应的OFDM符号开始得到应用。在至少一些实施例中,跳过HEW-STF 710允许接收数据单元950的设备足够时间以解码 CI指示902以及适当地设置接收器在接收这样的OFDM符号之前开始使用由CI指示902所指示的编码方案解码OFDM符号。

[0090] 图10A是根据实施例的图示其中OFDM音调间距调节与针对范围扩展编码方案的比特和/或符号重复组合使用的示例数据单元 1000的示图。数据单元1000大致与图7A的数据单元900相同,除了在数据单元1000中,当CI指示902指示正在利用范围扩展编码方案时,使用具有与被用于数据单元1000的常规模式OFDM符号的音调间距相比减少的音调间距的OFDM调制来生成数据部分716的 OFDM符号。

[0091] 图10B是根据另一实施例的图示其中OFDM音调间距调节与针对范围扩展编码方案的比特和/或符号重复组合使用的示例数据单元 1050的示图。数据单元1050大致与图9B的数据单元950相同,除了在数据单元1050中,当CI指示902指示利用范围扩展编码方案时,使用具有与被用于数据单元1050的常规模式OFDM符号的音调间距相比较减少的音调间距的OFDM调制生成第二部分751-2的 OFDM符号和数据部分716的OFDM符号。在图10A中所示的实施例中,20MHz的总带宽与第一部分751-1中的正常音调间距和保护间隔以及减少2的音调间距、长保护间隔和FFT大小64跨越总带宽重复两次一起使用。在一些实施例中,传输功率提升应用于第一部分751-1。在其他实施例中,其他倍数诸如4x、8x或其他适合的值被用于以下中的一个或多个:减少的音调间距、增加的保护间隔、增加的符号持续时间或跨越总带宽的增加的重复。

[0092] 在一些实施例中,与被用于常规模式数据单元的前导相比较,不同的前导格式被用于范围扩展模式数据单元。在这样的实施例中,接收数据单元的设备可以基于数据单元的前导的格式,自动地检测数据单元是常规模式数据单元还是范围扩展模式数据单元。图11A 是根据实施例的图示常规模式数据单元1100的示图。常规模式数据单元1100包括常规模式前导1101。常规模式前导1101大致与图7A 的数据单元700的前导701相同。在实施例中,前导1101包括 HEW-SIGA字段1108,其包括第一HEW-SIGA1字段1108-1和第二第一HEW-SIGA2字段1108-1。在实施例中,前导1101的HEW-SIGA 字段1108(例如,HEW-SIGA1 1108-1或HEW-SIGA2 1108-2)包括 CI指示1102。在实施例中,CI指示1102被设定为指示是范围扩展编码方案还是常规编码方案被用于数据单元1100的数据部分716的 OFDM符号。在实施例中,CI指示1102包括一个比特,其中,比特的第一值指示常规编码方案,并且比特的第二值指示范围扩展编码方案。如下文将更详细解释的,在实施例中,接收数据单元1100的设备能够基于前导1101的格式而检测前导1101是常规模式前导而非扩展模式前导。在实施例中,一旦检测到前导1101是常规模式前导,则接收设备基于CI指示1102,确定是范围扩展编码方案还是常规编码方案被用于数据部分716的OFDM符号并且相应地解码数据部分716。在一些实施例中,当CI指示1102指示将利用范围扩展编码方案时,与被用于数据单元1050的常规模式OFDM符号的音调间距相比较,使用具有较小音调间距的OFDM调制生成前导1101(例如,如HEW-LTF和HEW-SIGB)的一部分的OFDM符号和数据部分716的OFDM符号。

[0093] 图11B是根据实施例的图示范围扩展模式数据单元1150的示图。范围扩展模式数据单元1150包括范围扩展模式前导1151。除数据单元1150的前导1151与数据单元1100的前导1101不同地被格式化外,数据单元1150大致与图11A的数据单元1100类似。在实施例中,对前导1151进行格式化,使得根据HEW通信协议操作的接收设备能够确定前导1151是范围扩展模式前导而不是常规模式前导。在实施例中,范围扩展模式前导1151包括L-STF 702、L-LTF 704 和L-SIG 706和一个或多个第一HEW信号字段 (HEW-SIGA) 1152。在实施例中,前导1150还包括跟随L-SIG字段706的一个或多个次级L-SIG 1154。在一些实施例中,(一个或多个)次级L-SIG跟随有第二L-LTF字段 (L-LTF2) 1156。在其他实施例中,前导1151 省略(一个或多个)L-SIG 1154和/或L-LTF2 1156。在一些实施例中,前导1151还包括HEW-STF 1158、一个或多个HEW-LTF字段 1160和第二HEW信号字段 (HEW-SIGB) 1162。在其他实施例中,前导1151省略HEW-STF 1158、(一个或多个)HEW-LTF 1160和/ 或HEW-SIGB 1162。在实施例中,数据单元1150还包括数据部分 716(未示出在图11B中)。在一些实施例中,使用与数据字段716 相同的范围扩展编码方案调制HEW信号字段 (HEW-SIGA) 1152。

[0094] 在实施例中,HEW-SIGA 1152的一个或多个符号使用例如 QPSK而不是BPSK进行调制,以允许根据HEW通信协议操作的接收设备自动检测常规模式与范围扩展模式之间的。在实施例中,例如,在常规模式前导包括L-SIG 706字段之后的两个BPSK符号和一个Q-BPSK符号的情况下,范围扩展模式前导包括L-SIG 706字段之后的三个BPSK符号和一个Q-BPSK符号。在实施例中,例如,当使用具有每个64-FFT (20MHz) 中的48个数据音调的MCS0的 4x按位重复时。在一些实施例中,例如,在自动检测将常规模式与范围扩展模式区分的情况下,从HEW-SIGA 1152省略一些比特,诸如指示信号带宽、MCS值所使用的比特或其他适合的比特。

[0095] 在其中前导1151包括一个或多个次级L-SIG 1154的一个实施例中,(一个或多个)L-SIG 1154中的每一个的内容与数据单元1150 的L-SIG 706的内容相同。在实施例中,接收数据单元1150的接收设备通过检测L-SIG字段706、1154的(一个或多个)重复确定前导1151与范围扩展模式前导相对应。而且,在实施例中,L-SIG 706 的速率子字段和长度子字段二者以及相应的(一个或多个)次级 L-SIG 1154的(一个或多个)速率子字段和(一个或多个)长度子字段被设定到固定的(例如,预定的)值。在这种情况下,在实施例中,一旦检测到L-SIG字段706、1154的(一个或多个)重复,则接收设备将重复的L-SIG字段中的固定值用作附加训练信息以改进信道估计。然而,在一些实施例中,至少L-SIG 706的长度子字段以及相应的至少(一个或多个)次级L-SIG 1154的长度子字段未被设定到固定值。例如,在实施例中,长度字段反而被设定到基于数据单元1150的实际长度所确定的值。在一个这样的实施例中,接收设备首先解码L-SIG 706,并且然后使用L-SIG 706中的长度子字段检测L-SIG字段706、1154的(一个或多个)重复。在另一实施例中,接收设备首先检测L-SIG字段706、1154的(一个或多个)重复,并且然后将检测的多个L-SIG字段706、1154组合以改进L-SIG 字段706、1154的解码可靠性和/或使用多个L-SIG字段706、1154 中的冗余信息改进信道估计。

[0096] 在其中前导1151包括L-LTF2 1156的实施例中,使用范围扩展编码方案生成L-LTF2 1156的(一个或多个)OFDM符号。在其中前导1151包括L-LTF2 1156的另一实施例中,使用常规编码方案生成L-LTF2 1156的(一个或多个)OFDM符号。如果在使用在L-LTF 704中的

双倍保护间隔 (DGI) 对于其中数据单元1150从传送设备行进到接收设备的通信信道而言是足够长的,那么使用常规编码方案生成L-LTF2 1156的OFDM符号,或者备选地,在实施例中,前导1151省略L-LTF2 1156。

[0097] 在另一实施例中,前导1151省略(一个或多个)次级L-SIG 1154,但是包括L-LTF2 1156。在该实施例中,接收设备通过检测L-LTF2 1156的存在而检测前导1151是范围扩展模式前导。图12A-12B是根据两个示例实施例的图示适于用作L-LTF2 1156的LTF的两个可能格式的示意图。首先转到图12A,在第一示例实施例中,L-LTF2 1200 以与L-LTF 704相同的方式被格式化,即,如由遗留通信协议(例如,IEEE 802.11a/n/ac标准)所定义的。特别地,在所图示的实施例中,L-LTF2 1200包括跟随有长训练序列的两个重复1204、1206的双倍保护间隔 (DGI) 1202。现在转到图12B,在另一示例实施例中, L-LTF2被与L-LTF 704不同地格式化。特别地,在所图示的实施例中,L-LTF2 1208包括第一常规保护间隔1210、长训练序列的第一重复1212、第二常规保护间隔1214和长训练序列的第二重复1216。

[0098] 返回参考图11B,在实施例中,使用范围扩展编码方案生成(一个或多个)HEW-SIGA 1152。在实施例中,HEW-SIGA 1152的数目与常规模式前导1101的(一个或多个)HEW-SIGA 1108的数目相同。类似地,在实施例中,HEW-SIGA 1152的内容与常规模式前导 1101的(一个或多个)HEW-SIGA 1108的内容相同。在其他实施例中,HEW-SIGA 1152的数目和/或内容与常规模式前导1101的(一个或多个)HEW-SIGA 1108的数目和/或内容不同。在实施例中,接收数据单元1150的设备基于检测到前导1151与范围扩展模式前导相对应,使用范围扩展编码方案将(一个或多个)HEW-SIGA 1152 解码并且适当地解释如针对范围扩展模式所定义的(一个或多个) HEW-SIGA 1152。

[0099] 在其中前导1151省略(一个或多个)L-SIG 1154和/或L-LTF2 1156的实施例中,接收设备通过基于使用范围扩展编码方案和常规编码方案的HEW-SIGA字段的自相关而检测前导中的HEW-SIGA字段是使用范围扩展编码方案还是常规编码方案生成的,确定前导是与范围扩展模式前导1151还是常规模式前导1101相对应。图 13A-13B分别是根据实施例的常规模式前导1101的HEW-SIGA 1108 和范围扩展模式前导1151的HEW-SIGA 1152的示意图。在所图示的实施例中,常规模式前导1101的HEW-SIGA 1108包括第一NGI 1302、第一HEW-SIGA 字段1304、第二NGI 1306和第二HEW-SIGA 字段1308。另一方面,范围扩展模式前导1151的HEW-SIGA 1152 包括第一LGI 1310、第一HEW-SIGA字段1312、第二LGI 1314和第二HEW-SIGA字段1312。在实施例中,接收设备使用正常保护间隔结构(诸如图13A中所图示的结构)执行HEW-SIGA字段的第一自相关,使用长保护间隔结构(诸如图13B中所图示的结构)执行第二自相关,并且执行自相关结果的比较。在实施例中,如果使用长保护间隔的HEW-SIGA字段的自相关产生与使用常规保护间隔的 HEW-SIGA字段的自相关的结果相比较较大的结果,那么接收设备确定前导与范围扩展模式前导1151相对应。另一方面,在实施例中,如果使用常规保护间隔的HEW-SIGA字段的自相关产生与利用长保护间隔的HEW-SIGA字段的自相关的结果相比较较大的结果,那么接收设备确定前导与常规模式前导1101相对应。

[0100] 再次参考图11B,在实施例中,对前导1151进行格式化,使得遗留客户站可以确定数据单元1150的持续时间和/或数据单元不符合遗留通信协议。此外,在实施例中,对前导1151进行格式化,使得根据HEW协议操作的客户站能够确定数据单元符合HEW通信协议。例如,使用BPSK调制来调制紧接地跟随前导1151的L-SIG 706 (诸如(一个或多个)L-SIG

1154和/或L-LTF2 1156和/或(一个或多个)HEW-SIGA 1152)的至少两个OFDM符号。在这种情况下,在实施例,遗留客户站将把数据单元1150看作遗留数据单元,将基于L-SIG 706确定数据单元的持续时间和将针对所确定的持续时间抑制访问介质。而且,在实施例,前导1151的一个或多个其他 OFDM符号(诸如(一个或多个)HEW-SIG 1152中的一个或多个)是使用Q-BPSK调制来调制的,这允许根据HEW通信协议操作的客户站检测数据单元1150符合HEW通信协议。

[0101] 在一些实施例中,HEW通信协议允许范围扩展模式中的波束成形和/或多用户MIMO (MU-MIMO) 传输。在其他实施例中,HEW 通信协议允许范围扩展模式中的仅单个流和/或仅单个用户传输。继续参考图11B,在其中前导1151包括HEW-STF 1158和(一个或多个)HEW-LTF 1160的实施例中,AP 14以HEW-STF 1158开始,应用波束成形和/或多用户传输。换句话说,在实施例,在HEW-STF 1158之前的前导1151的字段是全向的,并且在多用户模式中旨在由数据单元1150的预期接收者接收,而HEW-STF字段1158以及跟随 HEW-STF字段1158的前导字段和跟随前导1151的数据部分被波束成形和/或包括旨在由数据单元1150的不同的预期接收者接收的不同部分。在实施例,HEW-SIGB字段1162包括针对MU-MIMO模式中的数据单元1150的预期接收者的用户特定的信息。取决于实施例,使用常规编码方案或范围扩展编码方案生成HEW-SIGB字段 1162。类似地,取决于实施例,使用常规编码方案或范围扩展编码方案生成HEW-STF 1158。在实施例,在HEW-STF 1158上所使用的训练序列是在遗留通信协议中(诸如在IEEE 802.11ac协议中)所定义的序列。

[0102] 另一方面,在其中前导1151省略HEW-STF 1158和(一个或多个)HEW-LTF 1160的实施例中,在扩展保护间隔模式中不允许波束成形和MUMIMO。在该实施例中,在扩展保护间隔模式中允许仅单用户单流传输。在实施例,接收设备基于L-LTF字段704获得单流信道估计,并且根据基于L-LTF字段704所获得的信道估计,对数据单元1150的数据部分进行解调。

[0103] 在一些实施例中,接收器设备使用HEW-STF字段1158重新开始用于接收数据部分716的自动增益控制(AGC)过程。在实施例,HEW-STF具有与VHT-STF相同的持续时间(即,4微秒)。在其他实施例中,HEW-STF具有比VHT-STF更长的持续时间。在实施例,HEW-STF具有与VHT-STF相同的时域周期性,使得在频域中,每隔4个音调存在一个非零音调并且使用与IEEE 802.11ac 相同音调间距。在具有1/N音调间距的其他实施例中,HEW-STF每 $4 \times N$ 个音调具有一个非零音调。在其中针对数据单元的总带宽大于 20MHz(例如,40MHz、80MHz等等)的实施例,HEW-STF使用与 IEEE 802.11ac相同的较宽的带宽VHT-STF(即,针对40MHz、80MHz、160MHz等等的20MHz VHT-STF的复制)。

[0104] 图14A是根据实施例的图示范围扩展模式数据单元1400的框图。数据单元1400包括范围扩展模式前导1401。除前导1151的L-SIG 706和次级L-SIG 1154组合为前导1401中的单个L-SIG字段1406 外,范围扩展模式前导1401大致与图11B的范围扩展模式前导1151类似。图14B是根据一个实施例的图示L-SIG字段1406的示图。在图14B的实施例中,L-SIG字段1406包括双倍保护间隔1410、第一 L-SIG字段1412(其包括前导1151的L-SIG字段706的内容)和第二L-SIG字段1414(其包括前导1151的次级L-SIG2字段1154的内容)。在各种实施例中,L-SIG字段1406包括设定到固定值或设定到可变值的长度子字段,如上文关于图11B的L-SIG字段706、1154 所讨论的。在各种实施例中,L-SIG字段1406中的冗余(重复的)比特被用于改进的信道估计,如上文关于图11B的L-SIG字段706、1154所讨论的。

[0105] 在实施例中,接收数据单元1400的遗留客户站假定L-SIG字段1406包括正常保护间隔。如图14C中所图示的,在该实施例中,与实际的L-SIG字段1412相比较,遗留客户站处假定的针对L-SIG 信息的FFT窗口被偏移。在实施例中,为了确保如遗留客户站所期望的,FFT窗口内的星座点与BPSK调制相对应,并且因此为了允许遗留客户站适当地解码L-SIG字段1412,L-SIG字段1412的调制相对于常规BPSK调制而相移。例如,在20MHz OFDM符号中,如果正常保护间隔是0.8μs,并且双倍保护间隔是1.6μs,那么L-SIG 字段1412的OFDM音调k的调制关于原始L-SIG的对应的OFDM 音调k而偏移,如可以从以下看到:

$$S_{LSIG}^{(k)} = S_{LSIG-LSIG}^{(k)} e^{-j2\pi 0.820/64} = S_{LSIG-LSIG}^{(k)} \cdot (-j) \quad \text{等式 1}$$

[0107] 因此,在实施例中,使用反转Q-BPSK而不是常规BPSK调制L-SIG 字段1412。因此,例如,在实施例中,值1的比特被调制到-j上,并且值0的比特被调制到j上,这产生{j,-j}调制而不是常规{1,-1} BPSK调制。在实施例中,由于L-SIG字段1412的反转Q-BPSK调制,因而遗留客户站可以适当地解码L-SIG字段1412,并且在实施例中,基于L-SIG 1412字段,确定数据单元1400的持续时间。另一方面,在实施例中,根据HEW协议操作的客户站可以通过检测L-SIG 字段1412的重复或通过检测遗留客户站的FFT窗口内的L-SIG字段的反转Q-BPSK调制,自动检测前导1401是范围扩展模式前导。备选地,在其他实施例中,根据HEW协议操作的客户站使用上文所讨论的其他检测方法(诸如基于(一个或多个)HEW-SIGA字段1152 的调制或格式)检测前导1401是范围扩展模式前导。

[0108] 参考图11A-11B和14A,在一些实施例中,长保护间隔被用于常规模式前导(例如,前导1101)和范围扩展模式前导(例如,前导1151或前导1401)二者的初始OFDM符号。例如,参考图 11A-11B,在实施例中,L-STF字段702、L-LTF字段704和L-SIG 字段706、1154和HEW-SIGA字段1152各自是使用长保护间隔来生成的。类似地,参考图14A,在实施例中,L-STF字段702、L-LTF 字段704、L-SIG字段1406和(一个或多个)HEW-SIGA 1152是使用长保护间隔来生成的。在实施例中,接收设备可以基于HEW-SIGA 字段1152的调制(例如,Q-BPSK)或基于在各种实施例中包含在 HEW-SIGA字段1152中的指示,确定前导是与常规模式前导还是与范围扩展模式前导相对应。而且,与图11B的前导1151类似,图 14A的前导1401包含或省略第二L-LTF2字段1156,这取决于实施例和/或场景。

[0109] 图15是根据实施例的图示HEW-SIGA字段1500的格式的框图。在一些实施例中,数据单元1150或数据单元1400的(一个或多个)HEW-SIGA字段被格式化为HEW-SIGA字段1500。在一些实施例中,(一个或多个)HEW-SIGA字段1108被格式化HEW-SIGA 字段1500。HEW-SIGA字段1500包括双倍保护间隔1502、HEW-SIGA字段的第一重复1504和HEW-SIGA字段的第二重复 1506。在示例实施例中,DGI是1.8μs,并且HEW-SIGA的每个重复是3.2μs。在实施例中,HEW-SIGA字段1500中的重复的比特被用于增加HEW-SIGA字段1500的解码的可靠性。在实施例中,HEW-SIGA字段1500的格式被用于基于使用HEW-SIGA字段1500 格式的前导HEW-SIGA字段的自相关和与使用在常规模式中使用的常规HEW-SIGA字段格式(诸如图13A中所图示的格式)的前导的 HEW-SIGA字段的自相关之间的比较,自动检测范围扩展模式前导。在一些实施例中,使用与数据部分716相比较少的冗余来调制 HEW-SIGA字段1500,因为HEW-SIGA字段1500的附加时域重复提供解码性能的足够改进。

[0110] 图16是根据实施例的图示用于使用常规编码方案生成常规模式数据单元的示例

PHY处理单元的框图。参考图1,在一个实施例中,AP 14和客户站25-1各自包括PHY处理单元,诸如PHY处理单元1600。在各种实施例和/或场景中,PHY处理单元1600生成范围扩展数据单元,诸如例如图9A、9B、10A或10B的数据单元之一。PHY处理单元1600包括扰码器1602,其通常加扰信息比特流以减少一或零的长序列的出现。FEC编码器1606对加扰的信息比特进行编码以生成经编码的数据比特。在一个实施例中,FEC编码器1606 包括二进制卷积码(BCC)编码器。在另一实施例中,FEC编码器 1606包括跟随有打孔块的二进制卷积编码器。在又一实施例中,FEC 编码器1606包括低密度奇偶校验(LDPC)编码器。交织器1610接收经编码的数据比特并且将比特交织(即,改变比特的顺序)以防止相邻噪声比特的长序列进入接收器处的解码器。星座映射器1614 将比特的交织序列映射到与OFDM符号的不同的子载波相对应的星座点。更特别地,对于每个空间流而言,星座映射器1614将长度 $\log_2(M)$ 的每个比特序列转译为M个星座点之一。

[0111] 星座映射器1614的输出继续由离散傅里叶逆变换(IDFT)单元1618操作,其将星座点块转换为时域信号。在其中PHY处理单元1600操作以生成用于经由多个空间流传输的数据单元的实施例或情况中,循环移位分集(CSD)单元1622将循环移位插入除防止无意的波束成形的空间流之一的全部中。CSD单元1622的输出提供到保护间隔(GI)插入和开窗单元1626,其在OFDM符号的前面加上 OFDM符号的环形扩展并且平滑每个符号的边缘以增加频谱衰减。GI插入和开窗单元1626的输出提供到模拟和射频(RF)单元1630,其将信号转换为模拟信号并且将信号上变频到用于传输的RF频率。

[0112] 在各种实施例中,范围扩展模式与常规模式的最低数据速率调制和编码方案(MCS)相对应并且将比特的冗余或重复引入数据单元的至少一些字段或符号的重复中以进一步减小数据速率。例如,在各种实施例和/或场景中,范围扩展模式根据下文所描述的一个或多个范围扩展编码方案将冗余引入范围扩展模式数据单元的数据部分和/或非遗留信号字段或符号的重复中。作为示例,根据实施例,根据常规编码方案生成常规模式数据单元。在各种实施例中,常规编码方案是选自一组调制和编码方案(MCS)的MCS,诸如MCS0(二进制相移键控(BPSK)调制和1/2的编码速率)到MCS9(正交幅度调制(QAM)和5/6的编码速率),以及较高顺序MCS与较高数据速率相对应。在一个这样的实施例中,使用范围扩展编码方案(诸如如由MCS0所定义的调制和编码)和利用进一步减小数据速率的增加比特重复、块编码或符号重复而生成范围扩展模式数据单元。

[0113] 图17A是根据实施例的用于使用范围扩展编码方案生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元1700的框图。在一些实施例中,PHY处理单元1700生成范围扩展模式数据单元的信号和/或数据字段。参考图1,在一个实施例中,AP 14和客户站25-1各自包括PHY处理单元,诸如PHY处理单元1700。

[0114] 除PHY处理单元1700包括耦合到扰码器1702的块编码器 1704外,PHY处理单元1700与图16的PHY处理单元1600类似。在实施例中,块编码器1704一次一块地读取传入(经加扰的)信息比特,生成每个块(或块中的每个比特)的若干副本,根据范围扩展编码方案将所得的比特进行交织并且输出经交织的比特以用于由 FEC编码器1706(例如,二进制卷积编码器)进一步编码。一般而言,根据实施例,每个块包含信息比特的数目,其在已经由块编码器1704和由FEC编码器1706编码之后填充单个OFDM符号的数据音调。作为示例,在一个实施例中,块编码器1704生成12个信息比特的每个块的两个副本(2x重复)以生成待被包含在

OFDM符号中的24个比特。24个比特然后以1/2的编码速率由FEC编码器1706 编码以生成调制OFDM符号的48个数据音调(例如,使用BPSK调制)的48个比特。作为另一示例,在另一实施例中,块编码器1704 生成6个信息比特的每个块的四个副本(4x重复)以生成24个比特,其然后以1/2的编码速率由FEC编码器1706被编码以生成调制 OFDM符号的48个数据音调的48个比特。作为又一示例,在另一实施例中,块编码器1704生成13个信息比特的每个块的两个副本(2x重复)以生成26个比特,其然后以1/2的编码速率由FEC编码器1706被编码以生成调制OFDM符号的52个数据音调的52个比特。在其他实施例中,块编码器1704和FEC编码器1706被配置为生成针对OFDM符号的数据音调的调制的104、208或任何适合的数目的比特。

[0115] 在一些实施例中,当生成如由在IEEE 802.11n标准中针对 20MHz信道(即,具有52个数据音调每OFDM符号)所指定的MCS0 所定义的数据(或信号)字段时,块编码器1704应用4x重复方案。在这种情况下,根据实施例,块编码器1704生成6个信息比特的每个块的四个副本以生成24个比特并且然后添加两个填充比特(即,具有预定值的两个比特)以将指定数目的比特(即,针对52个数据音调的26个比特)提供给BCC编码器,其使用1/2的编码速率编码 26个比特以生成用于调制52个数据音调的52个经编码的比特。

[0116] 在一个实施例中,块编码器1704利用“块级”重复方案,其中,连续m次重复每个n比特的块。作为示例,根据实施例,如果 m等于4(4x重复),则块编码器1704生成序列[C,C,C,C],其中,C是n比特的块。在另一实施例中,块编码器1704利用“比特级”重复方案,其中,连续m次重复每个输入比特。在这种情况下,在实施例中,如果m等于4(4x重复),则块编码器1704生成序列[b1 b1 b1 b1 b2 b2 b2 b2 b3 b3 b3 b3...],其中,b1是比特块中的第一比特,b2是第二比特等等。在又一实施例中,块编码器1704生成m 数目的传入比特的副本并且根据任何适合的码将所得的比特流交织。备选地,在又一实施例中,块编码器1704使用任何适合的码将传入比特或传入比特块编码,例如,具有1/2、1/4等等的编码速率的汉明(Hamming)块码或具有1/2、1/4等等的编码速率的任何其他块码(例如,(1,2)或(1,4)块码、(12,24)块码或(6, 24)块码、(13,26)块码等等)。

[0117] 根据实施例,与由块编码器1704所执行的编码和由FEC编码器1706所执行的编码的组合相对应的有效编码速率是两个编码速率的积。例如,在其中块编码器1704利用4x重复(或1/4的编码速率) 和FEC编码器1706利用1/2的编码速率的实施例中,所得的有效编码速率等于1/8。根据实施例,作为与生成类似常规模式数据单元所使用的编码速率相比较而减少的编码速率的结果,范围扩展模式中的数据速率有效地以与由块编码器1704所应用的编码速率的数目相对应的系数减少(例如,2倍、4倍等等)。

[0118] 根据一些实施例,块编码器1704利用与用于生成控制模式数据单元的数据部分的块编码方案相同的块编码方案以用于生成控制模式数据单元的信号字段。例如,在实施例中,信号字段的OFDM 符号和数据部分的OFDM符号各自包括48个数据音调,并且在该实施例中,例如,块编码器1704将2x重复方案应用到针对信号字段和数据部分的12比特的块。在另一实施例中,使用不同的块编码方案生成控制模式数据单元的数据部分和信号字段。例如,在实施例中,长范围通信协议规定了与数据部分中的每OFDM符号数据音调的数目相比,不同数目的每OFDM符号数据音调。因此,在该实施例中,块编码器1704利用不同的块大小,并且在一些实施例中,当对信号字段操作时,利用与被用于生成数据部分的块大小和编码方案相比不同的编码方案。例如,根据一个实施例,如果长范围通信协议规定信号字段的每

OFDM符号52个数据音调和数据部分的每 OFDM音调48个数据音调,则块编码器1704将2x重复方案应用到信号字段的13比特的块和将2x重复方案应用到数据部分的12比特的块。

[0119] 根据实施例,FEC编码器1706对经块编码的信息比特进行编码。在实施例中,在将生成的整个字段(例如,整个数据字段、整个信号字段等等)上连续地执行BCC编码。因此,在该实施例中,与将生成的字段相对应的信息比特划分为指定大小(例如,6比特、12比特、13比特或任何其他适合的数目的比特)的块,每个块由块编码器1704处理,并且所得的数据流然后提供给连续地编码传入比特的FEC编码器1706。

[0120] 与图16的交织器1610类似,在各种实施例中,交织器1710 改变比特的顺序以便提供分集增益并且减少数据流中的连续比特在传输信道中将被损坏的机会。然而,在一些实施例中,块编码器1704 提供足够的分集增益,并且省略交织器1710。在一些实施例中,交织器1710或FEC编码器1706将比特提供给星座映射器1614以用于传输,如上文所描述的。

[0121] 例如,在一些实施例中,填充范围扩展模式数据单元的数据部分中的信息比特(即,已知值的若干比特添加到信息比特),使得数据单元占据整数数目的OFDM符号。参考图1,在一些实施例中,在MAC处理单元18、28和/或PHY处理单元20、29中实现填充。在一些这样的实施例中,根据短距离通信协议(例如,IEEE 802.11a标准、IEEE 802.11n标准、IEEE 802.11ac标准等等)中所提供的填充等式确定填充比特的数目。一般而言,这些填充等式涉及部分基于每OFDM符号数据比特的数目(N_{DBPS})和/或每符号编码数据比特的数目(N_{CBPS}),计算填充比特的数目。根据实施例,在范围扩展模式中,在信息比特由块编码器1704块编码和BCC由FEC 编码器1706编码之前,基于OFDM符号中的信息比特的数目(例如, 6个比特、12个比特、13个比特等等),确定填充比特的数目。因此,范围扩展模式数据单元中的填充比特的数目大致与对应的常规模型数据中(或对应的短距离数据单元中)的填充比特的数目不同。另一方面,根据实施例,每符号编码的比特的数目与常规模式数据单元中(或对应的短距离数据单元中)的每符号编码的比特的数目相同,例如,每OFDM24、48、52等等编码比特。

[0122] 图17B是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元1750的框图。在一些实施例中,PHY处理单元1750生成范围扩展模式数据单元的信号和/或数据字段。参考图1,在一个实施例中,AP 14和客户站25-1各自包括PHY处理单元,诸如PHY处理单元1750。

[0123] 除在PHY处理单元1750中FEC编码器1706由LDPC编码器 1756替换外,PHY处理单元1750与图17A的PHY处理单元1700 类似。因此,在该实施例中,块编码器1704的输出被提供用于LDPC 编码器1756的进一步的块编码。在实施例中,LDPC编码器1756 利用与1/2的编码速率相对应的块编码或与另一适合的编码速率相对应的块编码。在所图示的实施例中,PHY处理单元1750省略交织器1710,因为信息流中的相邻比特通常通过LDPC码自身被散开因而不需要进一步的交织。此外,在实施例中,通过LDPC音调重新映射单元1760提供进一步的频率分集。根据实施例,LDPC音调重新映射单元1760根据音调重新映射函数对编码的信息比特或编码的信息比特块进行重新排序。一般地,对音调重新映射函数进行定义,使得连续的编码的信息比特或信息比特块映射到OFDM符号中的不连续的音调上以促进在传输期间不利地影响连续的OFDM音调的情况中的接收器处的数据恢复。在一些实施例中,省略LDPC音调重新映射单元1760。再次参考图7A,在各种实施例中,若干尾部比特通常添加到数据单元的每个字段以用于FEC编码器1706的适当操作,例如以确保使BCC编码器在已经编码每个字

段之后返回到零状态。在一个实施例中,例如,在数据部分提供到FEC编码器1706之前(例如,在比特由块编码器1704处理之后),将六个尾部比特插入到数据部分的结尾处。

[0124] 在一些实施例中,与常规模式数据单元的信号字段格式相比较,范围扩展模式数据单元的信号字段具有不同的格式。在一些这样的实施例中,与常规模式数据单元的信号字段相比较,范围扩展模式数据单元的信号字段更短。例如,根据实施例,仅一个调制和编码方案使用在范围扩展模式中,并且因此关于调制和编码的较少信息(或没有信息)需要在范围扩展模式信号字段中传递。类似地,在实施例中,与常规模式数据单元的最大长度相比较,范围扩展模式数据单元的最大长度更短,并且在这种情况下,对于范围扩展模式信号字段的长度子字段而言需要较少的比特。作为示例,在一个实施例中,范围扩展模式信号字段根据IEEE 802.11n标准格式化,但是省略某些子字段(例如,低密度奇偶校验(LDPC)子字段、空时块编码(STBC)子字段等等)。附加地或者备选地,在一些实施例中,与常规模式信号字段的循环冗余校验(CRC)子字段相比较,范围扩展模式信号字段包括较短的CRC子字段(例如,小于8比特)。一般而言,根据一些实施例,在范围扩展模式中,省略或修改某些信号字段子字段和/或添加某些新信息。

[0125] 图18A是根据另一实施例的用于使用范围扩展编码方案生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元1800的框图。在一些实施例中,PHY处理单元1800生成范围扩展模式数据单元的信号和/或数据字段。参考图1,在一个实施例中,AP 14和客户站25-1各自包括PHY处理单元,诸如PHY处理单元1800。

[0126] 除在PHY处理单元1800中块编码器1808定位在FEC编码器 1806之后外,PHY处理单元1800与图17A的PHY处理单元1700类似。因此,在该实施例中,信息比特首先由扰码器1802加扰、由FEC编码器1806编码,并且FEC编码的比特然后由块编码器1808复制或否则块编码。如在PHY处理单元1700的示例实施例中,在实施例中,对将生成的整个字段(例如,整个数据部分、整个信号字段等等)连续地执行FEC编码器1806的处理。因此,在该实施例中,与将生成的字段相对应的信息比特首先由FEC编码器1806编码,并且BCC编码的比特然后划分为具有指定大小(例如,6个比特、12个比特、13个比特或任何其他适合数目的比特)的块。然后,通过块编码器1808处理每个块。作为示例,在一个实施例中,FEC编码器1806使用1/2的编码速率编码每OFDM符号12信息比特以生成24个BCC编码的比特并且将BCC编码的比特提供给块编码器1808。在实施例中,块编码器1808生成每个传入块的两个副本并且根据范围扩展编码方案将所生成的比特交织以生成待被包含在OFDM符号中的48个比特。在一个这样的实施例中,48个比特与在IDFT处理单元1818处使用大小64的快速傅里叶变换(FFT)所生成的48个数据音调相对应。作为另一示例,在另一实施例中,FEC编码器1806使用1/2的编码速率编码每OFDM符号6个信息比特以生成12个BCC编码的比特并且将BCC编码的比特提供给块编码器1808。在实施例中,块编码器1808生成每个传入块的两个副本并且根据范围扩展编码方案将所生成的比特交织以生成待被包含在OFDM符号中的24个比特。在一个这样的实施例中,24个比特与在IDFT处理单元1818处使用大小32的FFT所生成的24个数据音调相对应。

[0127] 与图17A的块编码器1704类似,取决于实施例,由块编码器1808用于生成范围扩展模式数据单元的信号字段的范围扩展编码方案与由块编码器1808用于生成范围扩展模式数据单元的数据部分的范围扩展编码方案相同或者不同。在各种实施例中,块编码器

1808 实现“块级”重复方案或“比特级”重复方案,如上文关于图17A 的块编码器1704所讨论的。类似地,在另一实施例中,块编码器1808 生成传入比特的m数目的副本并且根据适合的码将所得的比特流交织或者否则使用任何适合的码编码传入比特或传入比特块,例如,具有1/2、1/4等等的编码速率的Hamming块码或具有1/2、1/4等等的编码速率的任何其他块码(例如,(1,2)或(1,4)块码、(12, 24)块码或(6,24)块码、(13,26)块码等等)。根据实施例,由PHY处理单元1800所生成的数据单元的有效编码速率是FEC编码器1806所使用的编码速率和块编码器1808所使用的重复的数目(或编码速率)的积。

[0128] 在实施例中,块编码器1808提供足够的分集增益,使得不需要编码的比特的进一步交织,因而省略交织器1810。省略交织器1810 的一个优点在于,在这种情况下,即使在一些这样的情况中,每符号数据比特的数目不是整数,也可以使用4x或6x重复方案生成具有52个数据音调的OFDM符号。例如,在一个这样的实施例中,FEC编码器1806的输出被划分为13比特的块,并且每个块重复四次(或以1/4的速率进行块编码)以生成待被包含在OFDM符号中的52个比特。在这种情况下,如果FEC编码器1806利用1/2的编码速率,则每符号数据比特的数目等于6.5。在利用6x重复的示例实施例中,FEC编码器1806使用1/2的编码速率编码信息比特,并且输出被划分为四比特的块。块编码器1808重复每个四比特块六次(或使用1/6的编码速率对每个块进行块编码)并且添加四个填充比特以生成待被包含在OFDM符号中的52个比特。

[0129] 如在上文所讨论的图17A的PHY处理单元1700的示例中,如果填充由PHY处理单元1800使用,则用于填充比特计算的每符号数据比特的数目(NDBPS)是OFDM符号中的非冗余数据比特的实际数目(例如,如在上文示例中的6个比特、12个比特、13个比特或任何其他适合数目的比特)。使用在填充比特计算中的每符号编码的比特(NCBPS)的数目等于实际上包含在OFDM符号中的比特的数目(例如,包含在OFDM符号中的24个比特、48个比特、52个比特或任何其他适合数目的比特)。

[0130] 而且,如在图17的PHY处理单元1700的示例中,若干尾部比特通常被插入到数据单元的每个字段中以用于FEC编码器1806 的适当操作,例如以确保使BCC编码器在已经编码每个字段之后返回到零状态。在一个实施例中,例如,在数据部分提供到FEC编码器1806之前(即,在执行块编码器1704的处理之后),将六个尾部比特插入到数据部分的结尾处。类似地,根据实施例,在信号字段的情况下,在信号字段提供到FEC编码器1806之前,将尾部比特插入信号字段的结尾处。在其中块编码器1808利用4x重复方案(或具有1/4的编码速率的另一块码)的示例实施例中,FEC编码器1806 使用1/2的编码速率,并且信号字段包括24个信息比特(包括尾部比特),对24个信号字段比特进行BCC编码以生成48个BCC编码的比特,这些比特然后分为各自12比特的四个块以用于由块编码器1808进一步编码。因此,在该实施例中,信号字段通过四个OFDM 符号传送,其中的每一个包括信号字段的6个信息比特。

[0131] 另外,在一些实施例中,PHY处理单元1800根据IEEE 802.11n 标准或IEEE 802.11ac标准中所规定的MCS0,生成具有52个数据音调的OFDM符号,并且块编码器1808利用4x重复方案。在一些这样的实施例中,额外填充被用于确保待被包含在OFDM符号中的所得的编码的数据流包括52个比特。在一个这样的实施例中,在比特已经由块编码器1808处理之后,填充比特添加到编码的信息比特。

[0132] 在图18A的实施例中,PHY处理单元1800还包括峰值平均功率比(PAPR)降低单元

1809。在实施例中，PAPR降低单元1809 使一些或全部重复的块中的比特翻转以减少或消除OFDM符号中的不同频率位置处的相同比特序列的发生，从而减少输出信号的峰值平均功率比。一般而言，比特翻转涉及将零的比特值改变到一的比特值并且将一的比特值改变到零的比特值。根据实施例，PAPR降低单元1809使用XOR操作实现比特翻转。例如，在利用编码的比特的块的4x重复的实施例中，如果待被包含在OFDM符号中的编码比特的块被表示为C并且如果 $C' = C \text{ XOR } 1$ (即，具有翻转的比特的块C)，那么根据一些实施例，PAPR降低单元1809的输出处的一些可能比特序列是 $[C \ C' \ C' \ C']$, $[C' \ C' \ C' \ C]$, $[C \ C' \ C \ C']$, $[C \ C \ C \ C']$ 等等。一般而言，可以使用具有翻转的比特的块和具有未翻转的比特的块的任何组合。在一些实施例中，省略PAPR单元1809。

[0133] 图18B是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元1850的框图。在一些实施例中，PHY处理单元1850生成范围扩展模式数据单元的信号和/或数据字段。参考图1，在一个实施例中，AP 14和客户站25-1各自包括PHY处理单元，诸如PHY处理单元1850。

[0134] 除在PHY处理单元1850中FEC编码器1806由LDPC编码器 1856替换外，PHY处理单元1850与图18的PHY处理单元1800类似。因此，在该实施例中，信息比特首先由LDPC编码器1856编码，并且LDPC编码的比特然后由块编码器1808块复制或者否则编码。在实施例中，LDPC编码器1856利用与1/2的编码速率相对应的块编码或与另一适合的编码速率相对应的块编码。在所图示的实施例中，PHY处理单元1850省略交织器1810，因为信息流中的相邻比特通常通过LDPC码自身被散开因而根据实施例，不需要进一步的交织。此外，在实施例中，通过LDPC音调重新映射单元1860提供进一步的频率分集。根据实施例，LDPC音调重新映射单元1860根据音调重新映射函数对编码的信息比特或编码的信息比特块进行重新排序。通常，对音调重新映射函数进行定义，使得连续的编码的信息比特或信息比特块映射到OFDM符号中的不连续的音调上以促进在传输期间不利地影响连续的OFDM音调的情况中的接收器处的数据恢复。在一些实施例中，省略LDPC音调重新映射单元1860。

[0135] 图19A是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元1900的框图。在一些实施例中，PHY处理单元1900生成范围扩展模式数据单元的信号和/或数据字段。参考图1，在一个实施例中，AP 14和客户站25-1各自包括PHY处理单元，诸如PHY处理单元1900。

[0136] 除在PHY处理单元1900中块编码器1916定位在星座映射器 1914之后外，PHY处理单元1900与图18A的PHY处理单元1800 类似。因此，在该实施例中，BCC编码的信息比特在已经由交织器 1910处理之后映射到星座符号，并且星座符号然后由块编码器1916 块复制或否则编码。根据实施例，在将生成的整个字段 (例如，整个数据字段、整个信号字段等等) 之上连续地执行FEC编码器1906 的处理。在该实施例中，与将生成的字段相对应的信息比特首先由 FEC编码器1806编码，并且BCC编码的比特然后由星座映射器1914 映射到星座符号。星座符号然后被划分为指定大小 (例如，6个符号、12个符号、13个符号或任何其他适合数目的符号) 的块并且每个块然后由块编码器1916处理。作为示例，在利用2x重复的实施例中，星座映射器1914生成24个星座符号，并且块编码器1916生成24 个符号的两个副本以生成与OFDM符号的48个数据音调相对应的 48个符号 (例如，如在IEEE 802.11a标准中所规定的)。作为另一示例，在利用4x重复的实施例中，星座映射器1914生成12个星座符号，并且块

编码器1916生成12个星座符号的四个副本以生成与 OFDM符号的48个数据音调相对应的48个符号(例如,如在IEEE 802.11a标准中所规定的)。作为又一示例,在利用2x重复的实施例中,星座映射器1914生成26个星座符号,并且块编码器1916重复26个符号(即,生成26个符号的两个副本)以生成与OFDM符号的52个数据音调相对应的52个符号(例如,如在IEEE 802.11n 标准或IEEE 802.11ac标准所规定的)。一般而言,在各种实施例和 /或场景中,块编码器1916生成传入星座符号的块的任何适合数目的副本并且根据任何适合的编码方案对所生成的符号进行交织。与图 17A的块编码器1704和图18A的块编码器1808类似,取决于实施例,由块编码器1916用于生成范围扩展模式数据单元的(一个或多个)信号字段的范围扩展编码方案与由块编码器1916用于生成范围扩展模式数据单元的数据部分的范围扩展编码方案相同或者不同。根据实施例,由PHY处理单元1900所生成的数据单元的有效编码速率是FEC编码器1906所使用的编码速率和块编码器1916所使用的重复的数目(或编码速率)的积。

[0137] 根据实施例,因为在这种情况下,在信息比特已经映射到星座符号之后引入冗余,所以与包括在常规模式数据单元中的OFDM 数据音调相比较,由PHY处理单元1900所生成的每个OFDM符号包括较少的非冗余数据音调。因此,与在常规模式中所使用的交织器(诸如图16的交织器1610)或在生成对应的短距离数据单元中所使用的交织器相比较,交织器1910被设计为对每OFDM符号较少的音调进行操作。例如,在具有每OFDM符号12个非冗余数据音调的实施例中,使用6的列数(N_{col})和 $2 \times$ 每子载波比特数(N_{bpscs})的行数(N_{row})设计交织器1910。在具有每OFDM符号12个非冗余数据音调的另一示例实施例中,使用4的 N_{col} 和 $3 \times N_{bpscs}$ 的 N_{row} 设计交织器1910。在其他实施例中,与在常规模式中所使用的交织器参数不同的其他交织器参数被用于交织器1910。备选地,在实施例中,块编码器1916提供足够的分集增益,使得不需要编码的比特的进一步交织,因而省略交织器1910。在这种情况下,如在利用图18A的 PHY处理单元1800的示例实施例中,即使在一些这样的情况中,每符号数据比特的数目不是整数,也可以使用4x或6x重复方案生成具有52个数据音调的OFDM符号。

[0138] 如在上文所讨论的图17A的PHY处理单元或图18A的PHY 处理单元1800的示例实施例中,如果填充由PHY处理单元1900使用,则用于填充比特计算的数目(N_{DBPS})是OFDM符号中的非冗余数据比特的实际数目(例如,如在上文示例中的6个比特、12个比特、13个比特或任何其他适合数目的比特)。在填充比特计算中所使用的每符号编码的比特的数目(N_{CBPS})等于包含在OFDM符号中的非冗余比特的数目,其在这种情况下与由块编码器1916处理的星座符号的块中的比特的数目(例如,12个比特、24个比特、26个比特等等)相对应。

[0139] 在一些实施例中,PHY处理单元1900根据IEEE 802.11n标准或IEEE 802.11ac标准中所规定的MCS0,生成具有52个数据音调的OFDM符号,并且块编码器1916利用4x重复方案。在一些这样的实施例中,额外填充被用于确保待被包含在OFDM符号中的所得的编码的数据流包括52个比特。在一个这样的实施例中,在比特已经由块编码器1808处理之后,填充比特被添加到编码的信息比特。

[0140] 在图19的实施例中,PHY处理单元1900包括峰值平均功率比(PAPR)降低单元1917。在实施例中,峰值平均功率比单元1917 将向以重复星座调制的数据音调中的一些数据音调添加相位偏移。例如,在一个实施例中,添加的相位偏移是180度。180度相位偏移与比特的符号翻转相对应,其调制实现相位偏移的数据音调。在另一实施例中,PAPR降低单元1917

添加与180度不同的相位偏移(例如,90度相位偏移或任何其他适合的相位偏移)。作为示例,在利用4x重复的实施例中,如果待被包含在OFDM符号中的12个星座符号的块被表示为C并且如果执行单个块重复,则所得的序列是[C C C C]。在一些实施例中,PAPR降低单元1917针对重复的块中的一些引入符号翻转(即,-C)或90度相位偏移(即, $j \cdot C$)。在一些这样的实施例中,所得的序列是例如[C -C -C -C]、[-C -C -C -C]、[C -C C -C]、[C C C -C]、[C $j \cdot C$, $j \cdot C$, $j \cdot C$]或C、-C、 $j \cdot C$ 和 $-j \cdot C$ 的任何其他组合。一般而言,在各种实施例和/或场景中,可以在任何重复的块中引入任何适合的相位偏移。在一些实施例中,省略PAPR降低单元1809。

[0141] 在一些实施例中,PHY处理单元1900根据IEEE 802.11n标准或IEEE 802.11ac标准中所规定的MCS0,生成具有52个数据音调的OFDM符号,并且块编码1916利用4x重复方案。在一些这样的实施例中,插入额外导频音调以确保所得的OFDM符号中的数据音调和导频音调的数目等于56,如在短距离通信协议中所规定的。作为示例,在实施例中,以1/2的编码速率对六个信息比特进行BCC编码,并且所得的12个比特映射到12个星座符号(BPSK)。12个星座符号调制12个数据音调,其然后重复四次,生成48个数据音调。如在IEEE 802.11n标准中所规定的,添加四个导频音调,并且添加4个额外导频音调以生成56个数据音调和导频音调。

[0142] 图19B是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元1950的框图。在一些实施例中,PHY处理单元1950生成范围扩展模式数据单元的信号和/或数据字段。参考图1,在一个实施例中,AP 14和客户站25-1各自包括PHY处理单元,诸如PHY处理单元1950。

[0143] 除在PHY处理单元1950中FEC编码器1906由LDPC编码器1956替换外,PHY处理单元1950与图19的PHY处理单元1900类似。因此,在该实施例中,LDPC编码的信息比特由星座映射器1914映射到星座符号并且星座符号然后由块编码器1916复制或否则块编码。在实施例中,LDPC编码器1956利用与1/2的编码速率相对应的块编码或与另一适合的编码速率相对应的块编码。在所图示的实施例中,PHY处理单元1950省略交织器1910,因为信息流中的相邻比特通常通过LDPC代码自身被散开因而根据实施例,不需要进一步的交织。此外,在实施例中,通过LDPC音调重新映射单元1960提供进一步的频率分集。根据实施例,LDPC音调重新映射单元1960根据音调重新映射函数对编码的信息比特或编码的信息比特块进行重新排序。通常,对音调重新映射函数进行定义,使得连续的编码的信息比特或信息比特块映射到OFDM符号中的不连续的音调上以促进在传输期间不利地影响连续的OFDM音调的情况中的接收器处的数据恢复。在一些实施例中,省略LDPC音调重新映射单元1960。

[0144] 在关于图17-19上文所描述的实施例中,范围扩展模式通过重复频域中的比特和/或星座符号引入冗余。备选地,在一些实施例中,范围扩展编码方案包括在时域中执行的范围扩展模式数据单元的信号和/或数据字段的OFDM符号重复。例如,图20A是根据实施例的示出范围扩展模式数据单元的前导中的HT-SIG1和HT-SIG2字段的每个OFDM符号的2x重复。类似地,图20B是根据实施例的示出范围扩展模式数据单元的前导中的L-SIG字段的每个OFDM符号的2x重复。图20C是根据一个实施例的示出用于控制模式数据单元的数据部分中的OFDM符号的时域重复方案的示图。图20D是根据另一实施例的用于数据部分中的OFDM符号的重复方案的示图。如所示,在图20C的实施例中,连续地输出OFDM符号重复,而在图20D的实施例中,OFDM符号重复是交织的。一般而言,在各种实施例和/或场景中,根据任何适合

的交织方案,交织OFDM符号重复。

[0145] 图21是根据实施例的用于生成数据单元的示例方法2100的流程图。参考图1,在实施例中,通过网络接口16实现方法2100。例如,在一个这样的实施例中,PHY处理单元20被配置为实现方法 2100。根据另一实施例,MAC处理18也被配置为实现方法2100的至少一部分。继续参考图1,在又一实施例中,通过网络接口27 (例如,PHY处理单元29和/或MAC处理单元28)实现方法2100。在其他实施例中,通过其他适合的网络接口实现方法2100。

[0146] 在块2102处,根据块码,对要被包含在数据单元中的信息比特进行编码。例如,在一个实施例中,使用关于图17的块编码器1704 上文所描述的块级或比特级重复方案编码信息比特。在块2104处,使用FEC编码器对信息比特进行编码,诸如例如图17A的FEC编码器1706或图17B的LDPC编码器1756。在块2106处,信息比特被映射到星座符号。在块2108处,生成包含星座点的多个OFDM符号。在块2110处,生成包含OFDM符号的数据单元。

[0147] 在一个实施例中,如在图21中所图示的,信息比特首先使用块编码器编码(块2102),并且块编码的比特然后使用FEC编码器编码(块2104),诸如例如关于图17A上文所描述的。在另一实施例中,块2102和2104的顺序是交换的。因此,在该实施例中,首先对信息比特进行FEC编码,并且根据块编码方案对FEC编码的比特进行编码,诸如例如关于图18A上文所描述的。在又一实施例中,块2102定位在块2106之后。在该实施例中,在块2104处对信息比特进行FEC编码,在块2106处将FEC编码的比特映射到星座符号,并且然后在块2102处根据块编码或重复方案编码星座符号,诸如例如关于图19A上文所描述的。

[0148] 在各种实施例中,范围扩展编码方案使用减少大小的快速傅里叶变换(FFT)技术,其输出在总带宽上所重复的减少数目的星座符号以改进范围和/或SNR性能。例如,在实施例中,星座映射器将比特序列映射到与具有24个数据音调的32个子载波(例如,32-FFT 模式)相对应的多个星座符号。32子载波与总20MHz带宽的10MHz 子频带相对应。在该示例中,跨越20MHz的总带宽重复星座符号以提供星座符号的冗余。在各种实施例中,减少大小的FFT技术与关于图17-19上文所描述的按位复制和/或符号复制技术组合使用。

[0149] 在其中附加带宽是可用的(诸如40MHz、80MHz、160MHz、320MHz、640MHz等等)一些实施例中,跨总带宽的每个10MHz 子带宽重复32个子载波。例如,在另一实施例中,32-FFT模式与总 20MHz带宽的5MHz子频带相对应。在该实施例中,跨总20MHz 带宽(即,在每个5MHz子频带中)将多个星座重复4x。因此,接收设备将多个星座组合以改进星座的解码可靠性。在一些实施例中,不同的5MHz或10MHz子频带信号的调制旋转不同的角度。例如,在一个实施例中,第一子频带旋转0度,第二子频带旋转90度,第三子频带旋转180度,并且第四子频带旋转270度。在其他实施例中,利用不同的适合的旋转。在至少一些实施例中,20MHz子频带信号的不同相位导致降低的数据单元中的OFDM符号的峰值平均功率比(PAPR)。

[0150] 图22A是根据实施例的具有10MHz子频带的范围扩展数据单元的2x重复的20MHz总带宽的示图。如图22A中所示,10MHz的每个子频带相应地旋转 r_1 和 r_2 。图22B是根据实施例的具有10MHz 子频带的范围扩展数据单元的4x重复的40MHz总带宽的示图。如图22B中所示,10MHz的每个子带宽相应地旋转 r_1 、 r_2 、 r_3 和 r_4 。图22C是根据实施例的与10MHz子频带相对应的32-FFT模式的示例音调规划2230的示图。音调规划2230包括32个总音调,其具有 24个数据音调、索引+7和-7处的2个导频音调、1个直流音调和5 个保护音调,如图22中所示。在其中使用减少大小的FFT技术的实施例中,对应的音调规划被用于HEW-LTF字段(当存在

时)。在其中使用减少大小的FFT技术但是HEW-LTF字段不存在的其他实施例中,修改L-LTF字段704以包含针对导频音调的附加的 ± 1 符号到经修改的音调规划的相应索引。例如,在实施例中,音调-29、-27、+27和+29添加到针对L-LTF字段的音调规划。在另一实施例中,从20MHz带宽中的音调-2、-1、1和2中的L-LTF音调规划移除 ± 1 符号。类似改变适于40MHz、80MHz、160MHz等等的总带宽。

[0151] 图23是根据实施例的其中范围扩展模式被用于数据单元的前导2301的示例数据单元2300的示图。在一些实施例中,前导2301 指示常规模式和范围扩展模式二者。在这样的实施例中,使用将常规模式与范围扩展模式区分的另一方法,诸如关于图9、10和11上文所描述的那些。

[0152] 除数据单元2300的前导2301与数据单元1101的前导1151 不同地格式化外,数据单元2301大致与图11B的数据单元1150类似并且包括与其同样编号的元件。在实施例中,对前导2301进行格式化,使得根据HEW通信协议操作的接收设备能够确定前导2301 是范围扩展模式前导而不是常规模式前导。在实施例中,与数据单元1151相比较,前导2301包括相应地代替L-LTF 704和L-SIG 706 的经修改的长训练字段M-LTF 2304和经修改的信号字段M-SIG 2306。在实施例中,前导2301包括L-STF 702、跟随有作为M-LTF 2304的经修改的长训练序列的两个重复的双倍保护间隔、正常保护间隔和经修改的信号字段M-SIG。在一些实施例中,前导2301还包括一个或多个第一HEW信号字段(HEW-SIGA) 1152。在实施例中,前导2301还包括跟随L-SIG字段2306的一个或多个次级M-SIG 1154。在一些实施例中,(一个或多个)次级L-SIG跟随有第二L-LTF 字段(L-LTF2) 1156。在其他实施例中,前导2301省略(一个或多个)L-SIG 1154和/或L-LTF2 1156。在一些实施例中,前导2301还包括HEW-STF 1158、一个或多个HEW-LTF字段1160和第二HEW 信号字段(HEW-SIGB) 1162。在其他实施例中,前导2301省略 HEW-STF 1158、(一个或多个)HEW-LTF 1160和/或HEW-SIGB 1162。在实施例中,数据单元2300还包括数据部分716(在图23 中未示出)。在一些实施例中,使用与数据字段716相同的范围扩展编码方案调制HEW信号字段(HEW-SIGA) 1152。

[0153] 在各种实施例中,M-LTF 2304对应于L-LTF 704乘以预定的序列(例如,极化码)。例如,使用索引*i*,L-LTF 704的第*i*个星座符号乘以预定的序列的第*i*个值(例如, ± 1)以获得M-LTF 2304,如等式1中所示:

[0154] $M-LTF_i = C_i * L-LTF_i$ (等式1) 其中, C_i 是预定的序列。在一些实施例中,M-SIG 2306对应于L-SIG 706乘以预定的序列,如等式2中所示:

[0155] $M-SIG_i = C_i * L-SIG_i$ (等式2) 在一些实施例中,预定的序列的长度(即,值的数目)等于数据音调的数目和IEEE 802.11ac协议中每20MHz频带的导频音调数目之和,例如52个值(即,针对48个数据音调和4个导频音调)。

[0156] 在实施例中,预定的序列和经修改的长训练序列各自具有大于或等于数据音调的数目和导频音调的数目之和的长度。如关于与 10MHz子频带相对应的32-FFT模式的音调规划2230而上文所描述的,如果HEW-STF和/或HEW-LTF字段不存在于范围扩展前导中,则接收器依赖于用于后续字段解调的L-LTF字段。在实施例中,通过针对丢失的音调将+1或-1符号插入L-LTF中来校正20MHz-LTF 与10MHz 32-FFT模式之间的音调规划失配(例如,对于总计58个音调而言,音调-29、-27、+27和+29)。

[0157] 图24是根据另一实施例的用于生成范围扩展模式数据单元的示例PHY处理单元

2400的框图。在一些实施例中,PHY处理单元 2400生成范围扩展模式数据单元的信号和/或训练字段。参考图1,在一个实施例中,AP 14和客户站25-1各自包括PHY处理单元,诸如PHY处理单元2400。

[0158] 除在PHY处理单元2400中音调乘法器2404定位在星座映射器1614之后外,PHY处理单元2400与图17A的PHY处理单元1700 类似。在一些实施例中,音调乘法器2404生成i) 针对范围扩展模式数据单元的L-SIG字段(即,M-SIG 2306) 的经修改的星座符号和ii) 针对范围扩展模式数据单元的L-LTF字段(即,M-LTF 2304) 的经修改的长训练序列。

[0159] 在一些实施例中,PHY处理单元2400被配置为至少通过将预定的序列与第二通信协议的第二长训练序列相乘,生成针对范围扩展模式前导的第一长训练序列。在实施例中,例如,音调乘法器2404 将预定的序列乘以L-LTF 704以获得M-LTF 2304。在实施例中,在范围扩展模式期间代替L-LTF 704,音调乘法器2404将M-LTF 2304 提供给IDFT 1618。

[0160] 在实施例中,音调乘法器2404从星座映射器1614接收针对待被包含在L-SIG 706中的数据星座符号,并且从导频音调发生器2408接收针对导频音调的星座符号。因此,在实施例中,从音调乘法器2404所输出的M-SIG 2306包括针对待由IDFT 1618转换为时域信号的数据音调和导频音调的经修改的星座符号。

[0161] 在一些实施例中,接收器设备例如使用基于M-LTF 2304的信道估计对M-SIG 2306进行解码。在该示例中,因为L-LTF 704和 L-SIG 706已经乘以预定的序列,所以遗留接收器设备有效地移除该相乘作为信道估计过程或自相关过程的一部分。在实施例中,接收设备通过基于L-LTF字段与预定的序列相乘和不相乘的自相关而检测是在有(例如,乘以)预定的序列还是不乘以预定的序列的情况下生成前导中的LTF字段(例如,要么M-LTF 2304要么L-LTF 704),确定前导是与范围扩展模式前导2400还是常规模式前导1101相对应。在实施例中,接收设备执行LTF与L-LTF 704的第一自相关,执行LTF与M-LTF 2304的第二自相关并且执行自相关结果的比较。在实施例中,如果关于M-LTF 2304的自相关产生与关于L-LTF 704 的自相关的结果相比较大的结果,那么接收设备确定前导与范围扩展模式前导2300相对应。另一方面,在实施例中,如果LTF与L-LTF 704的自相关产生与关于M-LTF 2304的自相关的结果相比较大的结果,那么接收设备确定前导与常规模式前导1101相对应。在一些实施例中,接收器设备根据等式3执行频域中的自相关:

$$[0162] \quad \max_L |\sum_i y_i L_i y_{i+1}^* L_{i+1}| \quad (\text{等式 3})$$

[0163] 其中, y_i 是最后的所接收和所平均的L-LTF序列, L_i 是所传送的属于IEEE 802.11a/n/ac的L-LTF序列或经修改的长训练序列M-LTF。例如, L_i 要么是针对范围扩展模式的 $C_i * L-LTF_i$,要么是针对常规模式的 $L-LTF_i$ 。在一些场景中,连续音调的互相关大体上移除信道效应,并且频域匹配滤波找到最可能的传送序列。在一些实施例中,接收器设备使用来自M-LTF的信道估计来解码数据单元的附加字段(即,HEW-SIG和/或数据字段)。在一些场景中,与导频音调相对应的预定序列的值全部是一,这允许导频音调上的相位跟踪。

[0164] 在一些实施例中,具有减少的音调间距的OFDM调制与相同大小FFT一起使用以减少范围扩展模式中的数据速率。例如,针对 20MHz带宽OFDM数据单元的常规模式使用64点快速傅里叶变换(FFT),产生64个OFDM音调;范围扩展模式使用由因子2减少的音调间距,产生相同带宽内的128个OFDM音调。在这种情况下,与在使用相同64点FFT、2x增加的符号持续时间和2x增加的保护间隔时常规模式OFDM符号相比较,范围扩展模式OFDM符号中的音调

间距以因子2减少 ($1/2$)，其中，符号然后在剩余带宽中重复。作为另一示例，针对20MHz带宽 OFDM数据单元的常规模式使用 64点快速傅里叶变换 (FFT)，产生64个OFDM音调；范围扩展模式使用针对20MHz OFDM数据单元的 $1/4$ 减少的音调间距，产生相同带宽内的256个OFDM音调。在这种情况下，与在使用4x增加的符号持续时间和4x增加的保护间隔时常规模式OFDM符号相比较，范围扩展模式OFDM符号中的音调间距以因子4减少 ($1/4$)。在这样的实施例中，使用例如 $1.6\mu\text{s}$ 的长GI持续时间。然而，在实施例中，范围扩展模式OFDM符号的信息部分的持续时间增加了（例如，从 $3.2\mu\text{s}$ 到 $6.4\mu\text{s}$ ），并且GI部分持续时间与总OFDM符号持续时间的百分比保持相同。因此，在这种情况下，在至少一些实施例中，避免了归因于较长GI符号的效率损失。在各种实施例中，如本文所使用的术语“长保护间隔”涵盖保护间隔的增加的持续时间以及有效增加保护间隔的持续时间而减少的OFDM音调间距。在其他实施例中，音调间距减少，保护间隔增加并且符号持续时间根据6、8或其他适合的值的因子增加。在一些实施例中，音调间距、保护间隔和符号持续时间中的变化与块编码或符号重复组合使用，如上文所描述的。

[0165] 在一些实施例中，针对范围扩展模式的数据单元的总信号带宽是20MHz。例如，增加的信号带宽不大可能进一步增加范围或改进SNR性能。在一些实施例中，范围扩展模式被配置为使用多达512 点的FFT大小。在这样的实施例中，如果音调间距针对范围扩展模式以因子4减少，那么针对512FFT的总带宽是40MHz，因此范围扩展模式使用达40MHz信号带宽。

[0166] 在其他实施例中，范围扩展模式被配置用于达最大可用的信号带宽（例如，160MHz）。在各种实施例中，例如， $1/2$ 音调间距与针对10MHz频带的64FFT、针对20MHz频带的128FFT、针对 40MHz频带的256FFT、针对80MHz频带的512FFT和针对160MHz 频带的1024FFT相对应。在一些实施例中，减少的音调间距组合较小的FFT大小使用。在各种实施例中，较短的保护间隔与减少的音调间距一起使用，例如，正常保护间隔具有等于OFDM符号的持续时间的25%的持续时间，并且短保护间隔具有等于OFDM符号的 $1/9$ 的持续时间。

[0167] 在一些实施例中，范围扩展模式使用较小的音调间距（即， $1/2$ 、 $1/4$ 等等）。在这样的实施例中，相同FFT大小表示较小的带宽，例如， $1/2$ 音调间距与10MHz频带上的64 FFT相对应。在实施例中，相同FFT大小的音调规划对于范围扩展模式和常规模式是相同的，例如，范围扩展模式中的64 FFT使用与在IEEE 802.11ac中的20MHz的64 FFT中相同的音调规划。图25A是根据实施例的具有 $1/2$ 音调间距的示例20MHz总带宽的示图。在这种情况下，针对每个64 FFT的遗留音调规划的原始DC音调的索引现在在10MHz 的中间而不是在总20MHz带宽的中间，并且针对原始保护音调的索引接近真实DC音调。在其中用于范围扩展模式数据单元的频带小于20MHz的一些实施例中，非遗留音调规划包括针对原始DC音调的索引处的附加数据音调或者导频音调，因为索引将不与“真实DC 音调”重叠，因为最小信号带宽是针对范围扩展模式或常规模式的 20MHz。在一些实施例中，非遗留音调规划包括代替遗留音调规划的边缘处的保护音调的附加数据音调以保持相同数目的填充音调。

[0168] 在其他实施例中，当音调间距减少时，来自直流偏移和载频偏移 (CFO) 的影响与常规模式相比变得更大。图25B是根据实施例的具有 $1/2$ 音调间距的示例20MHz总带宽的示图。在一些实施例中，与常规模式中的相同FFT大小的遗留音调规划相比较，接近针对范围扩展模式的非遗留音调规划的频带的直流音调定义附加零音调。在各种实施例中，附加零音调仅定义超过预定的FFT大小和/或音调间距，例如，当在音调间距减少 $1/2$ 的情况下FFT大小

大于或等于128时,或当在音调间距减少1/4的情况下FFT大小大于或等于256时。在一些实施例中,增加数目的保护音调被用于针对范围扩展模式的非遗留音调规划,以例如维持与常规模式的遗留音调规划相比相同的频带边缘处的绝对保护空间(例如,绝对频率空间)。在这种情况下,非遗留音调规划中的数据音调和导频音调的总数目小于遗留音调规划。在一些示例中,相同绝对保护空间促进滤波器设计。在一些实施例中,例如,其中针对非遗留音调规划的数据音调的总数目不同于常规模式的相同FFT大小,针对非遗留音调规划的数据音调的数目重新定义用于FEC交织器和/或LDPC音调映射器的PHY参数。

[0169] 图26A是根据实施例的用于具有FFT大小64和1/2音调间距的范围扩展模式的非遗留音调规划2600的示图。在非遗留音调规划 2600中,与针对常规模式的遗留音调规划相比,包含了附加保护音调(即,保护音调-28、-27、+27、+28)。在一些实施例中,64 FFT 利用要么导频音调要么数据音调填充DC音调。图26B是根据实施例的用于具有FFT大小128和1/2音调间距的范围扩展模式的非遗留音调规划2601的示图。在非遗留音调规划2601中,与针对常规模式的遗留音调规划相比,包含了附加的保护音调(即,保护音调-58、-57、+57、+58)和附加的DC音调(即,DC音调-2、-1、0、1、2)。图26C是根据实施例的图示用于具有FFT大小256和1/2音调间距的范围扩展模式的非遗留音调规划2602的示图。在非遗留音调规划2602中,与针对常规模式的遗留音调规划相比,包含了附加的保护音调(即,保护音调-122、-121、+121、+122)和附加的DC音调(即,DC音调-2、-1、0、1、2)。在其他实施例中,与常规模式相比,附加保护音调和/或DC音调被添加到针对范围扩展模式的非遗留音调规划。

[0170] 图27是根据实施例的用于生成数据单元的示例方法2700的流程图。参考图1,在实施例中,通过网络接口16实现方法2700。例如,在一个这样的实施例中,PHY处理单元20被配置为实现方法 2700。根据另一实施例,MAC处理18也被配置为实现方法2700的至少一部分。继续参考图1,在又一实施例中,通过网络接口27(例如,PHY处理单元29和/或MAC处理单元28)实现方法2700。在其他实施例中,通过其他适合的网络接口实现方法2700。

[0171] 在块2702处,生成针对数据字段的第一OFDM符号。在各种实施例中,在块2702处生成OFDM符号包括根据与范围扩展模式相对应的范围扩展编码方案或与常规模式相对应的常规编码方案之一,生成数据部分的OFDM符号。在实施例中,范围扩展编码方案包括关于图10上文所描述的范围扩展编码方案(例如,减少的音调间距)。在另一实施例中,范围扩展编码方案包括关于图17-20上文所描述的范围扩展编码方案(例如按位重复或符号重复)。在又一实施例中,范围扩展编码方案包括关于图22上文所描述的范围扩展编码方案(例如,数据单元重复)。在又一实施例中,范围扩展编码方案包括关于图10、图17-20和图22上文所描述的范围扩展编码方案的适合的组合。

[0172] 在实施例中,根据范围扩展编码方案生成针对PHY数据单元的数据部分的OFDM符号包括:使用前向纠错(FEC)编码器(例如,FEC编码器1706、1806或1906)对多个信息比特进行编码以获得多个编码的比特;使用例如星座映射器1614或1914将多个编码的比特映射到多个星座符号;使用例如IDFT 1618或1818生成包含多个星座符号的OFDM符号。在实施例中,生成OFDM符号还包括执行以下之一:i)根据块编码方案编码多个信息比特(例如,使用块编码器1704),ii)根据块编码方案(例如,使用块编码器1808) 编码多个编码的比特或iii)根据块编码方案(例如,使用块编码器 1916) 编码多个星座符号。在另一实施例中,生成针对数据字段的 OFDM符号包括生成针对数据字段的OFDM符号以将多个星座符号包含在

信道带宽的第一带宽部分中并且将多个星座符号的副本包含在信道带宽的第二带宽部分中,例如,如关于图22上文所描述的。在另一实施例中,生成多个星座符号的副本以包括预先确定的相位偏移。

[0173] 在块2704处,生成数据单元的前导。生成在块2704处所生成的前导以指示在块2702处所生成的数据单元的至少数据部分是使用范围扩展编码方案还是常规编码方案而生成的。在各种实施例和/或场景中,在块1604处生成以下各项之一:前导701(图9A、10A)、751(图9B、10B)、1101(图11A)、1151(图11B)或1401(图14A)。在其他实施例中,在块2704处生成其他适合的前导。

[0174] 在实施例中,生成前导以具有i)第一部分,其指示PHY数据单元的持续时间和ii)第二部分,其指示是否根据范围扩展编码方案生成至少数据部分的一些OFDM符号。在另一实施例中,对前导的第一部分进行格式化,使得前导的第一部分由符合第二通信协议(例如,遗留通信协议)但是不符合第一通信协议(例如,HEW通信协议)的接收器设备可解码以基于前导的第一部分确定PHY数据单元的持续时间。

[0175] 在实施例中,在块2704处所生成的前导包括CI指示,其设置为指示至少数据部分是使用范围扩展编码方案还是常规编码方案而生成。在实施例中,CI指示包括一个比特。在实施例中,除数据部分外,使用由CI指示所指示的编码方案生成前导的一部分。在另一实施例中,对在块2704处所生成的前导进行格式化,使得接收设备可以自动地检测(例如,在没有解码的情况下)前导是与常规模式前导还是与范围扩展模式前导相对应。在实施例中,范围扩展模式前导的检测向接收设备信号通知至少数据部分是使用范围扩展编码方案而生成的。

[0176] 在实施例中,生成前导包括生成包括第二OFDM符号的前导的第二部分,其用于i)根据第一通信协议的短训练字段和ii)短训练字段的至少一个副本,以及生成第三OFDM符号,其用于i)根据第一通信协议的长训练字段和ii)长训练字段的至少一个副本。在另一实施例中,针对数据部分的OFDM符号、第二OFDM符号和第三OFDM符号具有相同的音调规划,该相同的音调规划与针对前导的第一部分的音调规划不同。

[0177] 在另一实施例中,块2704包括根据第二通信协议(例如,遗留通信协议)生成针对PHY数据单元的第一信号字段和生成第二信号字段作为第一信号字段的副本以指示数据字段的至少一些OFDM符号是根据范围扩展模式生成的。在另一实施例中,第一信号字段和第二信号字段指示PHY数据单元的持续时间是预定的持续时间并且第二信号字段是作为补充训练字段由符合第一通信协议的接收器设备可使用的。在另一实施例中,第一信号字段和第二信号字段是由符合第一通信协议的接收器设备组合可解码的,以增加第一信号字段和第二信号字段的解码可靠性。

[0178] 在实施例中,前导的第一部分包括i)遗留短训练字段,其符合第二通信协议,ii)非遗留长训练字段,和iii)遗留信号字段,其符合第二通信协议,并且前导的第二部分不包括任何训练字段。在该实施例中,使用符合第二通信协议的遗留音调规划针对遗留短训练字段生成第一个星座符号,使用非遗留音调规划针对非遗留长训练字段生成第二个星座符号;并且针对数据字段的OFDM符号包括使用非遗留音调规划所生成的第三个星座符号。

[0179] 在实施例中,使用正常保护间隔针对前导的第一部分而生成OFDM符号以作为符

合第二通信协议的遗留前导,并且使用长保护间隔针对前导的第二部分而生成OFDM符号。在另一实施例中,使用正常保护间隔生成针对前导的第二部分的非遗留信号字段和非遗留短训练字段的OFDM符号,并且使用长保护间隔针对非遗留长训练字段生成针对前导的第二部分的OFDM符号。在另一实施例中,使用常规保护间隔针对前导的第一部分的遗留信号字段生成OFDM符号,并且使用长保护间隔针对前导的第二部分的非遗留信号字段生成OFDM符号。在实施例中,前导的第二部分是由符合第一通信协议的接收器设备可解码的,并且第二前导的长保护间隔向符合第一通信协议的接收器设备信号信号通知PHY数据单元符合范围扩展模式。在又一实施例中,使用长保护间隔针对前导的第二部分生成OFDM符号,其用于i)非遗留信号字段和ii)针对非遗留信号字段的第一OFDM符号的副本。在实施例中,针对包括以下各项的前导的第二部分的多个字段中的每一个字段生成OFDM符号:i)双倍保护间隔,ii)针对字段的第一OFDM符号,和iii)作为第一OFDM符号的副本的针对字段的第二OFDM符号。

[0180] 在块2706处,生成包含在块2704处所生成的前导和在块2702处所生成的数据部分的数据单元。在实施例中,根据第二通信协议生成PHY数据单元以包含双倍保护间隔,双倍保护间隔随后是信号字段的第一部分和信号字段的第二部分,第一信号字段与第二信号字段之间没有保护间隔。

[0181] 在一些实施例中,以与数据字段相比传输功率提升来至少传送前导的第一部分以增加前导的第一部分的解码范围。

[0182] 在另一实施例中,使用第一音调间距和长保护间隔生成针对数据字段的OFDM符号,并且使用以下项生成针对前导的第一部分的OFDM:i)第二音调间距,其与第一音调间距不同,和ii)规律保护间隔。在另一实施例中,前导的第一部分的第二音调间距是i)符合第二通信协议的遗留音调间距,和ii)数据字段的第一音调间距的整数倍,并且规律保护间隔是符合第二通信协议的遗留保护间隔。在另一实施例中,生成针对前导的第二部分的OFDM符号,包括i)使用遗留音调间距和遗留保护间隔的至少第一OFDM符号和ii)使用第一音调间距和长保护间隔的至少第二OFDM符号。在又一实施例中,使用第一音调间距生成针对数据字段的OFDM符号,以包括信道带宽的第一带宽部分中的多个星座符号和信道带宽的第二带宽部分中的多个星座符号的副本,并且第一带宽部分和第二带宽部分具有相同带宽。在另一实施例中,生成针对数据字段的OFDM符号包括生成多个星座符号的副本以包含预定相位偏移。

[0183] 在实施例中,生成针对数据字段的OFDM符号包括使用第一音调间距、长保护间隔和长符号持续时间生成针对数据字段的OFDM符号。在另一实施例中,生成针对前导的第一部分的OFDM符号包括使用第二音调间距、规律保护间隔和规律符号持续时间生成针对前导的第一部分的OFDM符号。在另一实施例中,前导的第一部分的第二音调间距是i)遗留音调间距和ii)数据字段的第一音调间距的整数 n 倍,规律保护间隔是遗留保护间隔,并且长符号持续时间是规律符号持续时间的整数 n 倍。

[0184] 在另一实施例中,根据范围扩展模式生成针对PHY数据单元的数据字段的OFDM符号包括:使用不符合第二通信协议的非遗留音调间距和非遗留音调规划生成针对数据字段的OFDM符号;并且生成前导包括使用与非遗留音调间距不同的第二音调间距和与非遗留音调规划不同的遗留音调规划生成针对前导的第一部分的OFDM符号。在另一实施例中,非遗

留音调规划包括代替遗留音调规划的接近直流音调的相对应的数据音调的至少一个保护音调。在实施例中,非遗留音调规划包括代替遗留音调规划的相对应的保护音调的至少一个数据音调,使得非遗留音调规划和遗留音调规划具有相同数目的数据音调。在另一实施例中,非遗留音调规划包括比遗留音调规划更少的数据音调并且使用非遗留音调间距和非遗留音调规划生成针对数据字段的OFDM符号包括基于非遗留音调规划的数据音调的数目,使用纠错码编码针对OFDM符号的信息比特。在实施例中,纠错码是二进制卷积码。在另一实施例中,纠错码是低密度奇偶校验码。

[0185] 图28是根据实施例的用于生成数据单元的示例方法2800的流程图。参考图1,在实施例中,通过网络接口16实现方法2800。例如,在一个这样的实施例中,PHY处理单元20被配置为实现方法 2800。根据另一实施例,MAC处理18也被配置为实现方法2800的至少一部分。继续参考图1,在又一实施例中,通过网络接口27 (例如,PHY处理单元29和/或MAC处理单元28) 实现方法2800。在其他实施例中,通过其他适合的网络接口实现方法2800。

[0186] 在实施例中,在块2802处,针对待被包含在PHY数据单元中的前导的第一字段生成第一多个正交频分复用 (OFDM) 符号。在一些实施例中,第一多个OFDM符号中的每个OFDM符号与至少通过将预定的序列与第二通信协议的第二长训练序列相乘所获得的第一通信协议的第一长训练序列相对应。在实施例中,在块2804处,编码针对前导的第二字段的第一多个信息比特以生成第一多个编码比特。

[0187] 在实施例中,在块2806处,第一多个编码比特映射到第一多个星座符号。在实施例中,在块2808处,生成第一多个经修改的星座符号,其包括将第一多个星座符号乘以预定的序列。在实施例中,在块2810处,生成包括第一多个经修改的星座符号的第二多个正交频分复用 (OFDM) 符号。在实施例中,在块2812处,生成前导包括针对第一字段的第一多个OFDM符号和针对第二字段的第二多个 OFDM符号的前导。在块2814处,生成PHY数据单元以至少包含前导。

[0188] 在一些实施例中,第一多个信息比特包括指示PHY数据单元的持续时间的一个或多个信息比特的第一集合,前导被格式化,使得前导由符合所述第二通信协议但不符合所述第一通信协议的接收器设备可解码以基于前导来确定PHY数据单元的持续时间。在实施例中,第一长训练序列的第*i*个值对应于与第二长训练序列的对应的第*i*个值乘以预定序列的第*i*个值,其中*i*是索引。

[0189] 在实施例中,第一长训练序列的长度大于或等于由第二通信协议所规定的OFDM符号中的数据音调的数目和导频音调的数目之和。在一些实施例中,生成第一多个经修改的星座符号包括将预定的序列乘以针对第二通信协议的多个导频音调星座符号。在一些实施例中,与多个导频音调星座符号相对应的预定的序列的值具有1 的值。在实施例中,预定的序列的值具有+1或-1的值。

[0190] 在一些实施例中,生成第一多个OFDM符号包括生成第一多个OFDM符号,使得针对由符合第一通信协议的接收器所生成的第一字段的自相关输出将信号通知i) 第一通信协议的第一模式或者ii) 第一通信协议的第二模式,以使能接收器设备的第一模式或第二模式的自动检测。在实施例中,第一字段包括第一长训练序列。在另一实施例中,第一字段包括第二长训练序列。

[0191] 在实施例中,方法2800还包括:对针对PHY数据单元的数据字段的第二多个信息比

特进行编码以生成第二多个编码比特;将第二多个编码的比特映射到第二多个星座符号;生成第二多个经修改的星座符号包括将预定的序列乘以第二多个星座符号;生成包括第二多个经修改的星座符号的第三多个正交频分复用(OFDM)符号;并且生成包括第三多个OFDM符号的数据字段,其中生成PHY数据单元包括生成PHY数据单元以至少包含前导和数据字段。

[0192] 可以利用硬件、执行固件指令的处理器和执行软件指令的处理器或其任何组合实现上文所描述的各种块、操作和技术中的至少一些。当利用执行软件或固件指令的处理器实现时,软件或固件指令可以存储在任何计算机可读存储器中(诸如在磁盘、光盘或其他存储介质上、在RAM或ROM或闪速存储器、处理器、硬盘驱动器、光盘驱动器等等中)。同样地,软件或固件指令可以经由任何已知或期望的递送方法(包括例如在计算机可读磁盘或其他可传输的计算机存储机构上或经由通信媒体)传递给用户或系统。通信媒体通常实现计算机可读指令、数据结构、程序模块或诸如载波或其他传输机制的经调制的数据信号中的其他数据。术语“经调制的数据信号”意指具有以关于将信息编码在信号中的这样的方式设定或改变其特点中的一个或多个的信号。以示例而非限制的方式,通信媒体包括有线媒体(诸如有线网络或直接有线连接)和无线媒体(诸如声学、射频、红外和其他无线媒体)。因此,软件或固件指令可以经由通信信道(诸如电话线路、DSL线路、有线电视线路、光纤线路、无线通信信道、因特网等等)传递给用户或系统(其被视为与经由可传输的存储介质提供这样的软件相同或可交换的)。软件或固件指令可以包括当由处理器执行时使得处理器执行各种行为的机器可读指令。

[0193] 当以硬件实现时,硬件可以包括以下中的一个或多个:分立组件、集成电路、专用集成电路(AISC)等等。

[0194] 虽然已经参考旨在仅说明而非限制本发明的特定示例描述了本发明,但是在不脱离本发明的范围的情况下,可以对所公开的实施例做出改变、添加和/或删除。

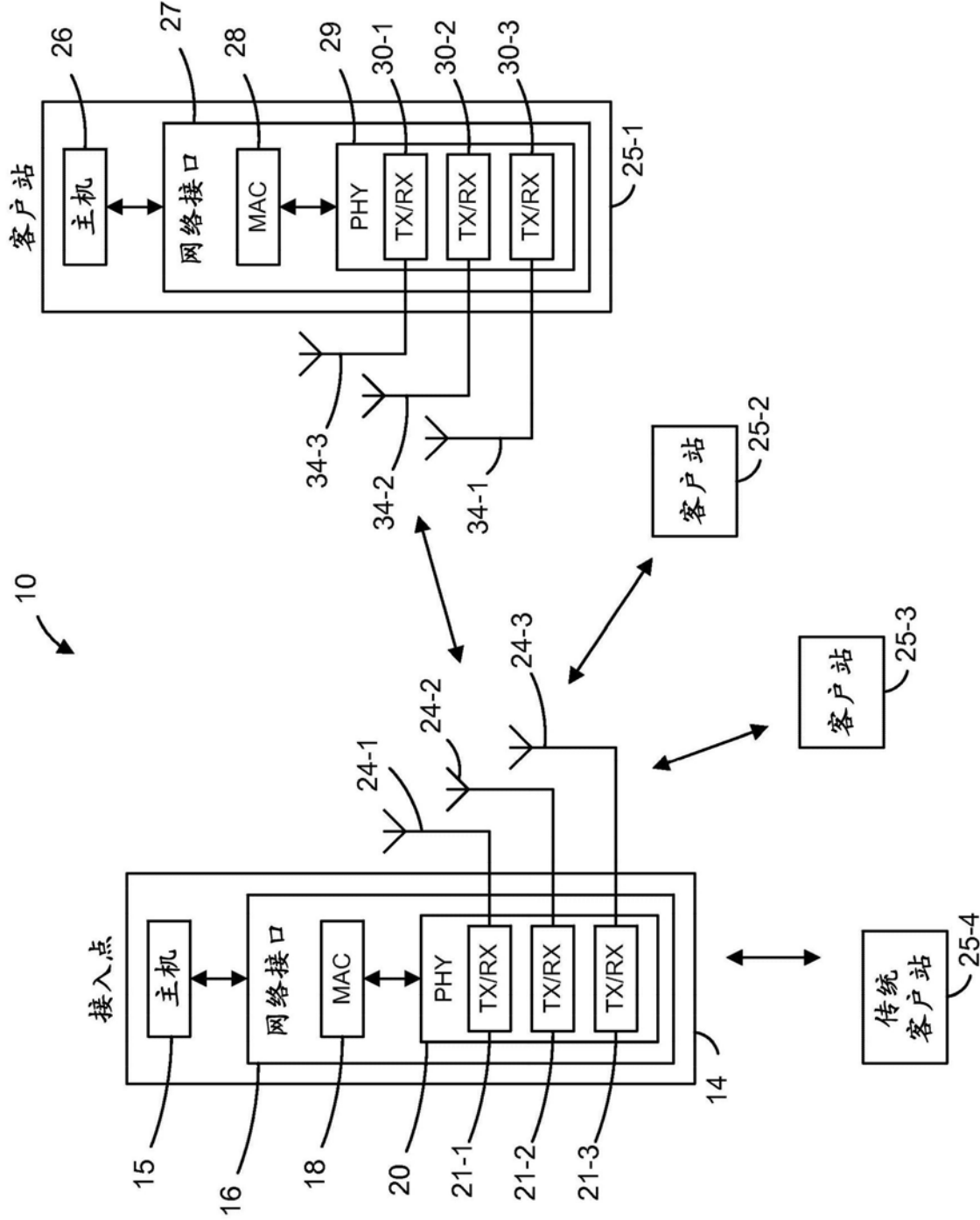


图1

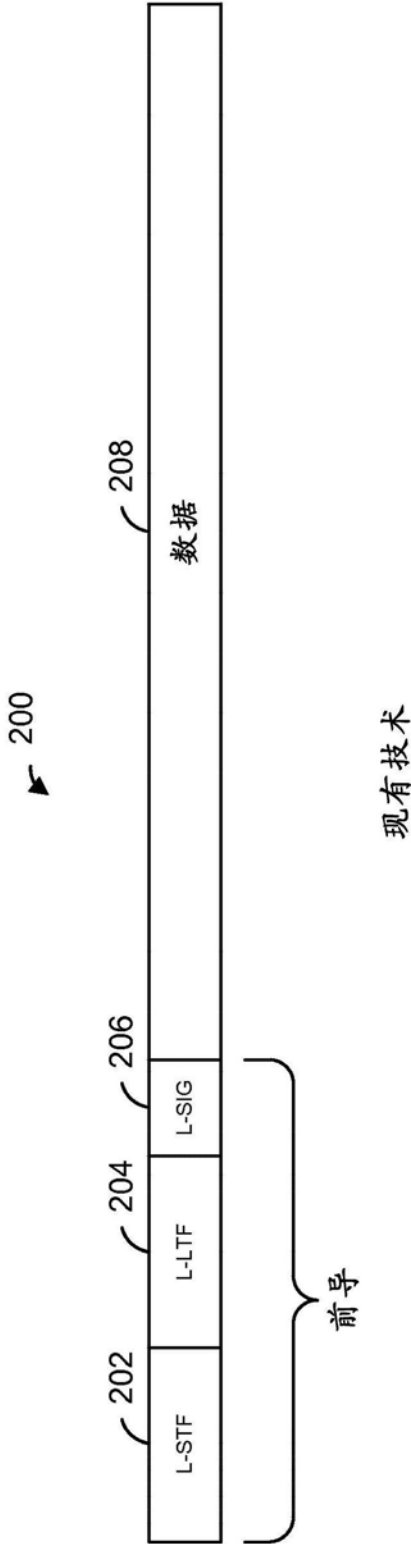


图2A

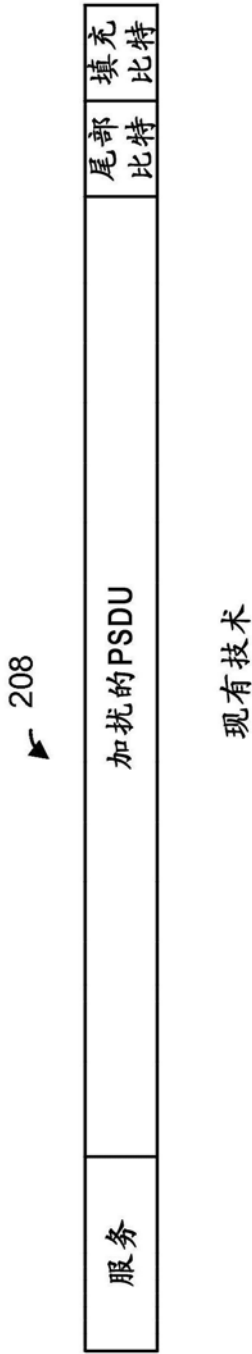


图2B

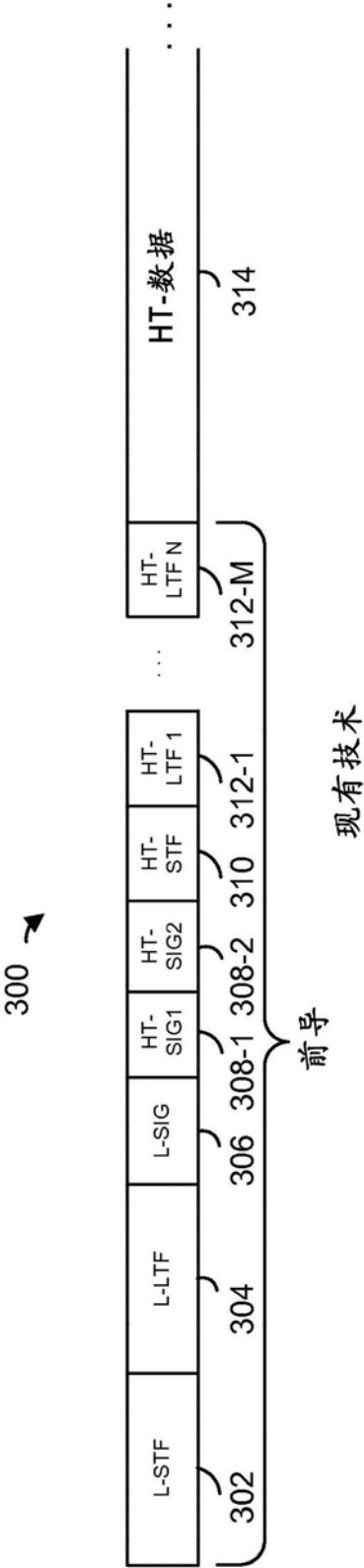


图3

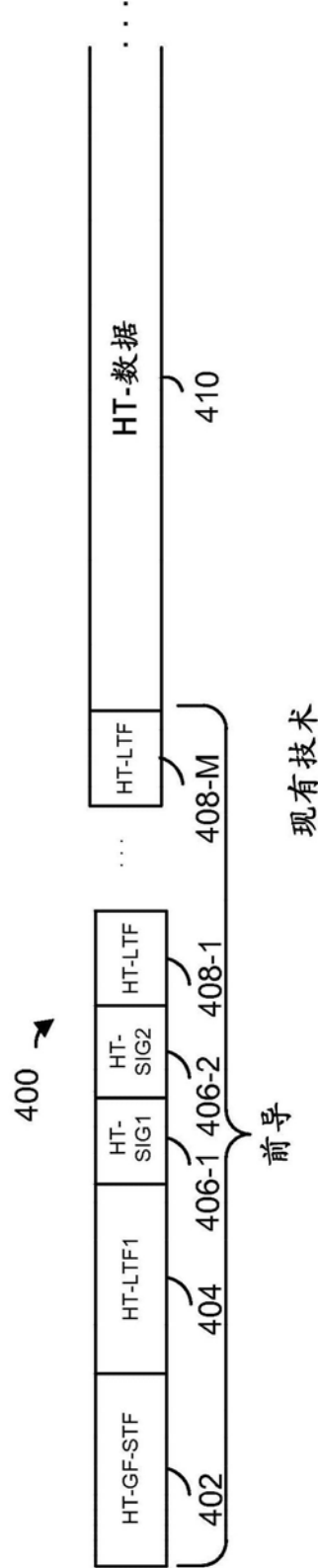


图4

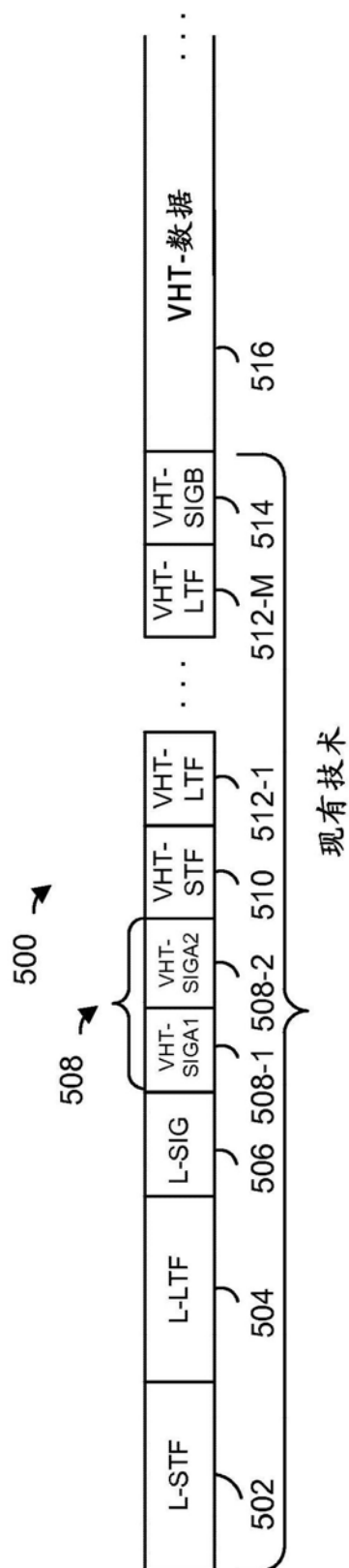


图5

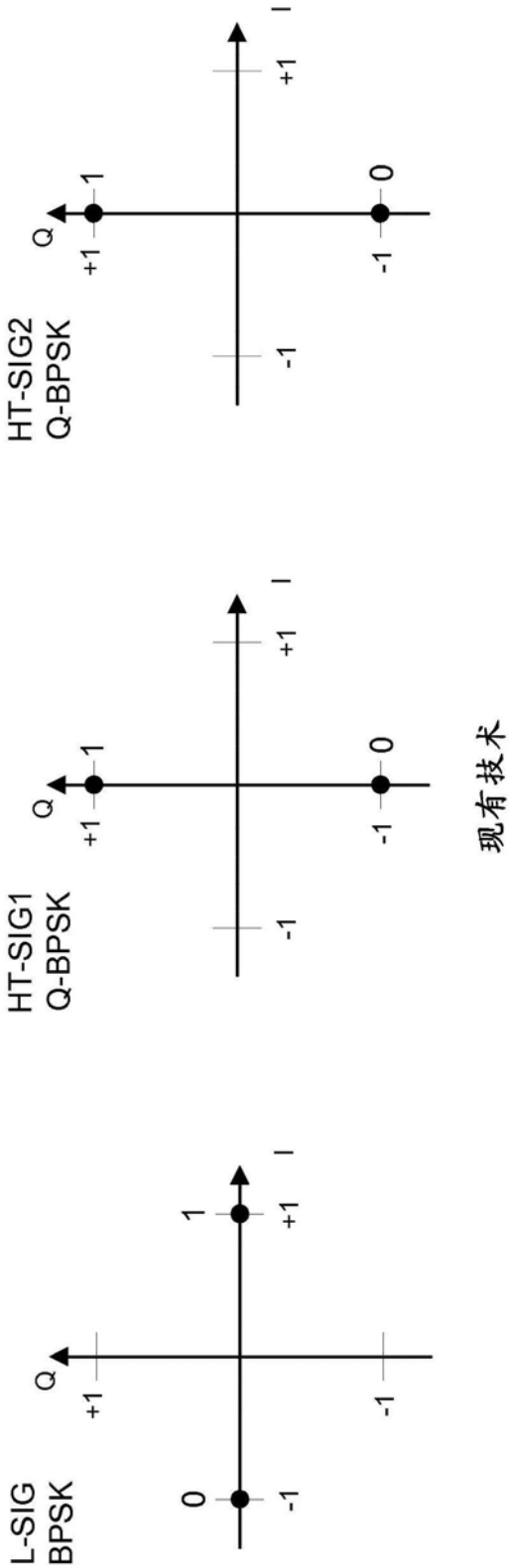


图6A

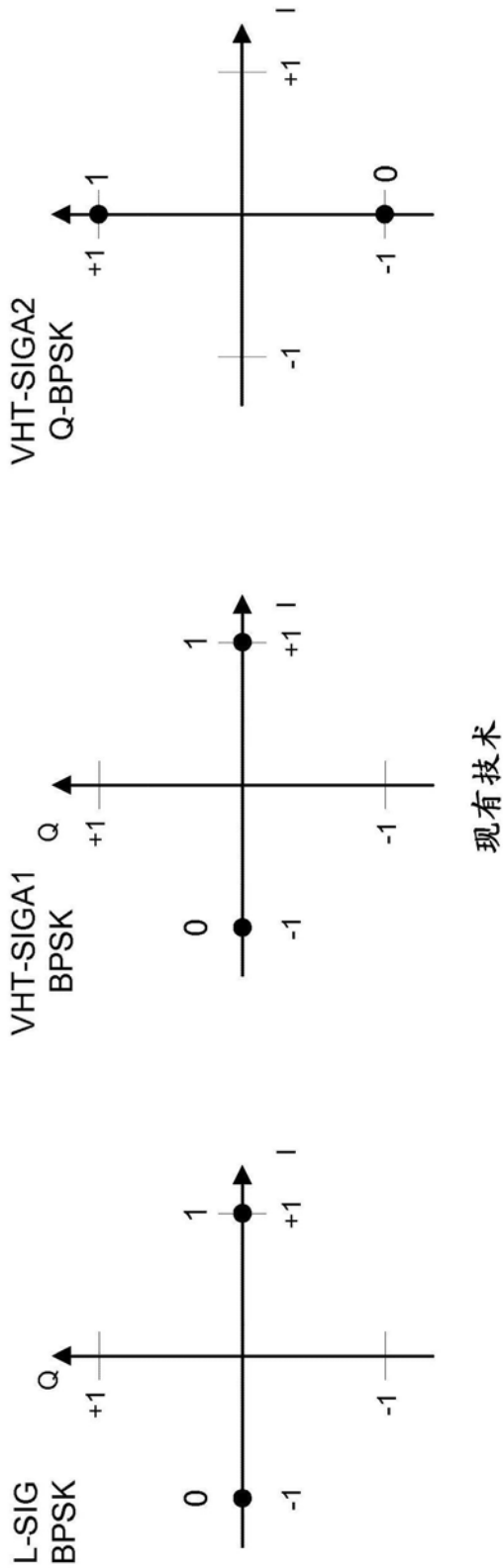


图6B

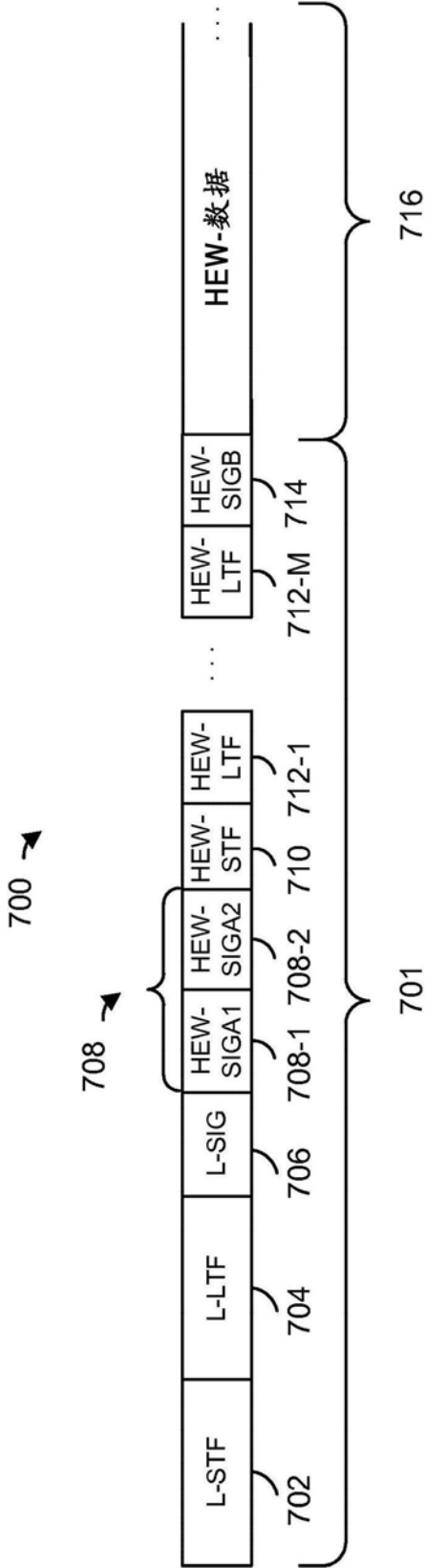


图7A

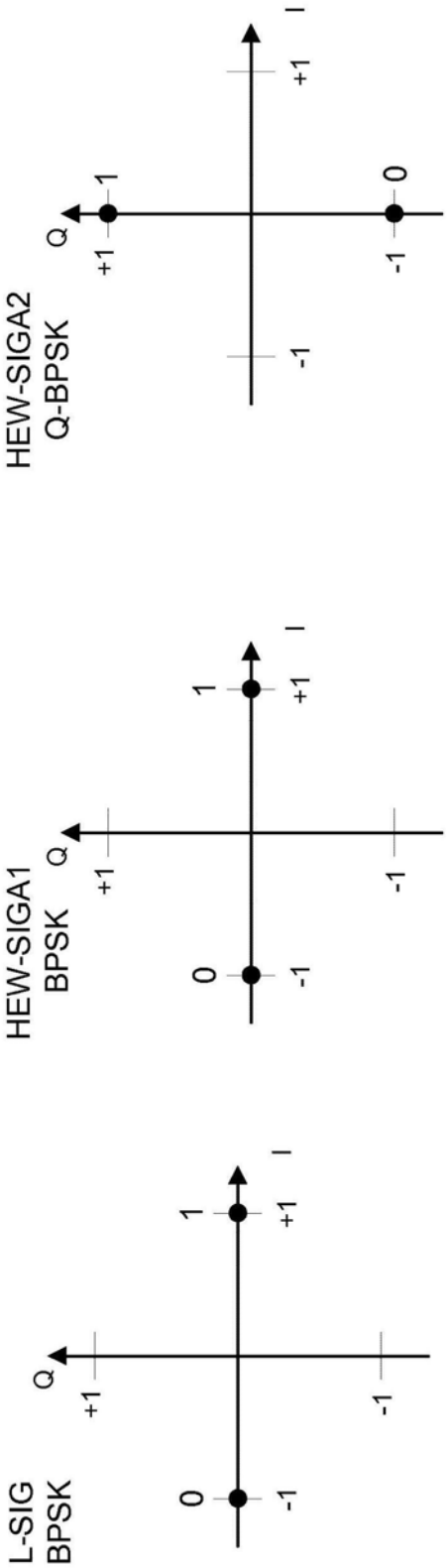


图7B

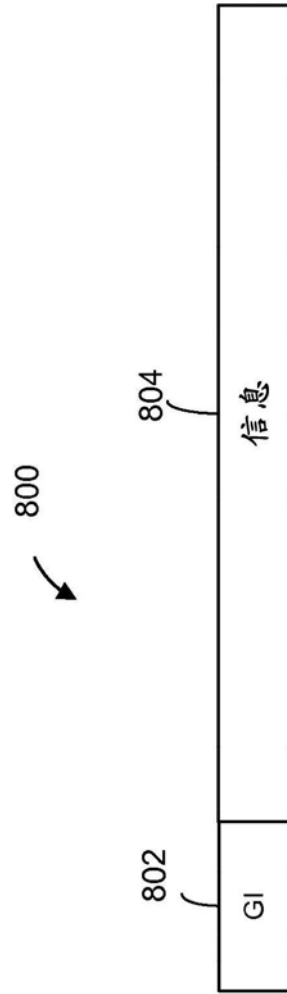


图8

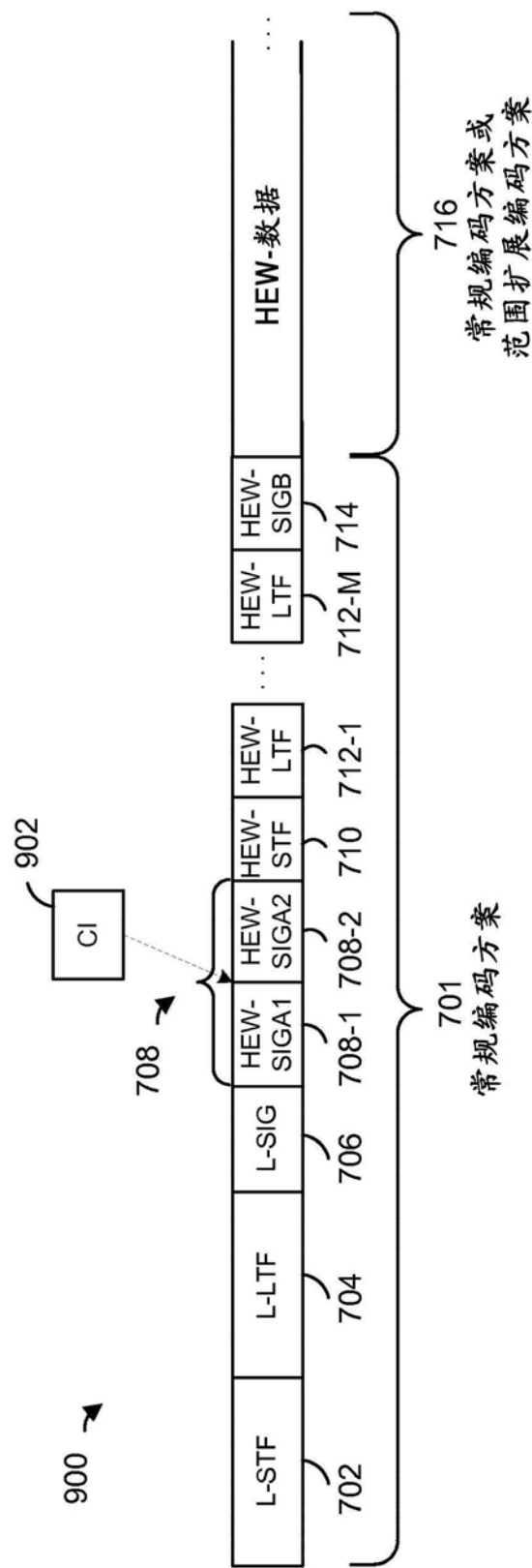


图9A

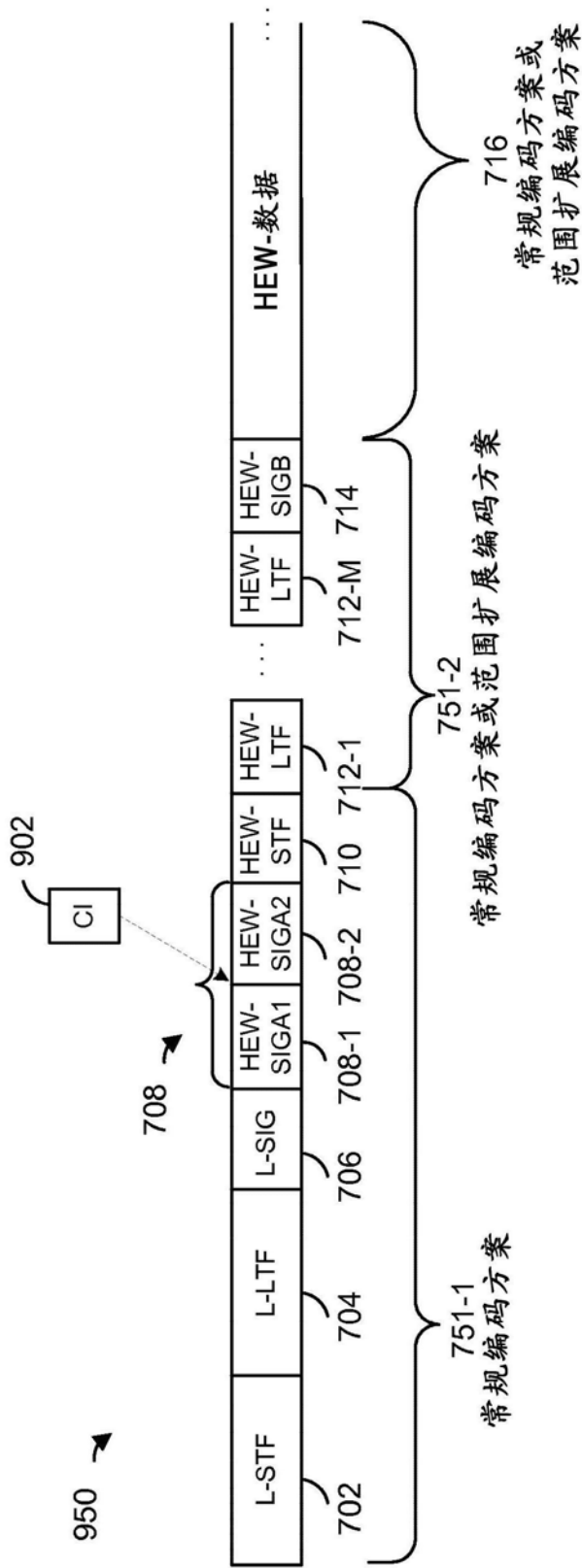


图9B

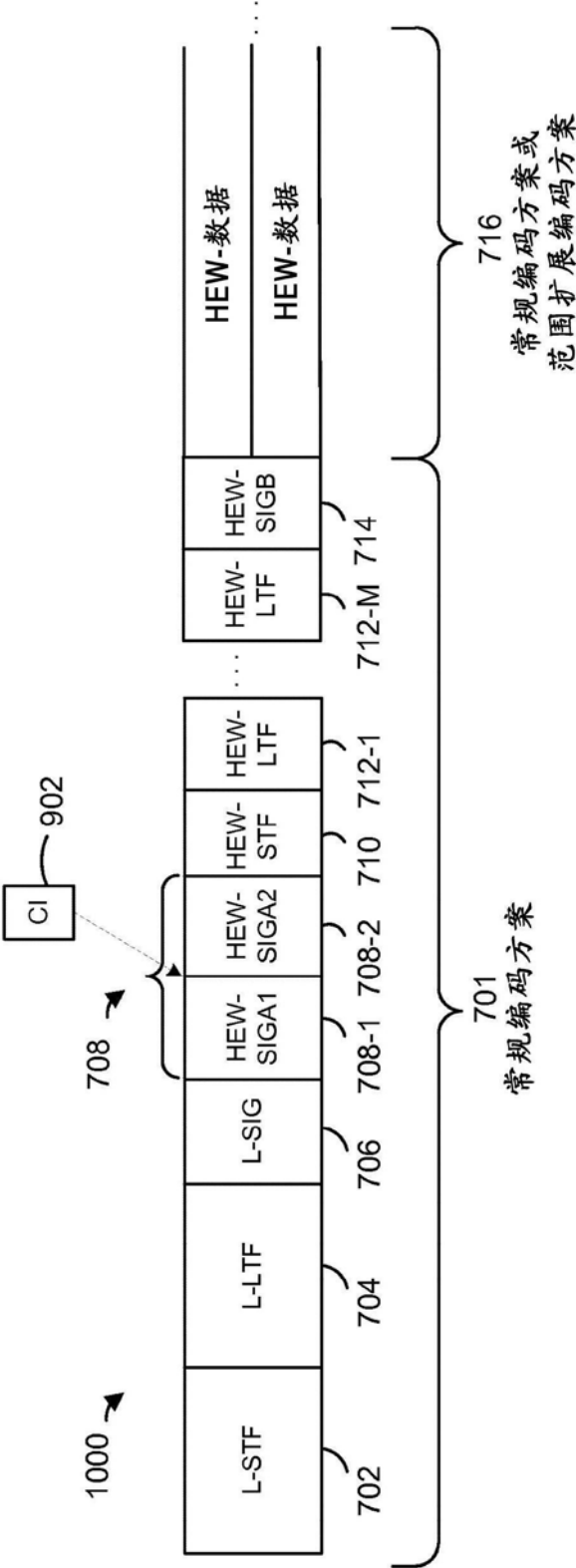


图10A

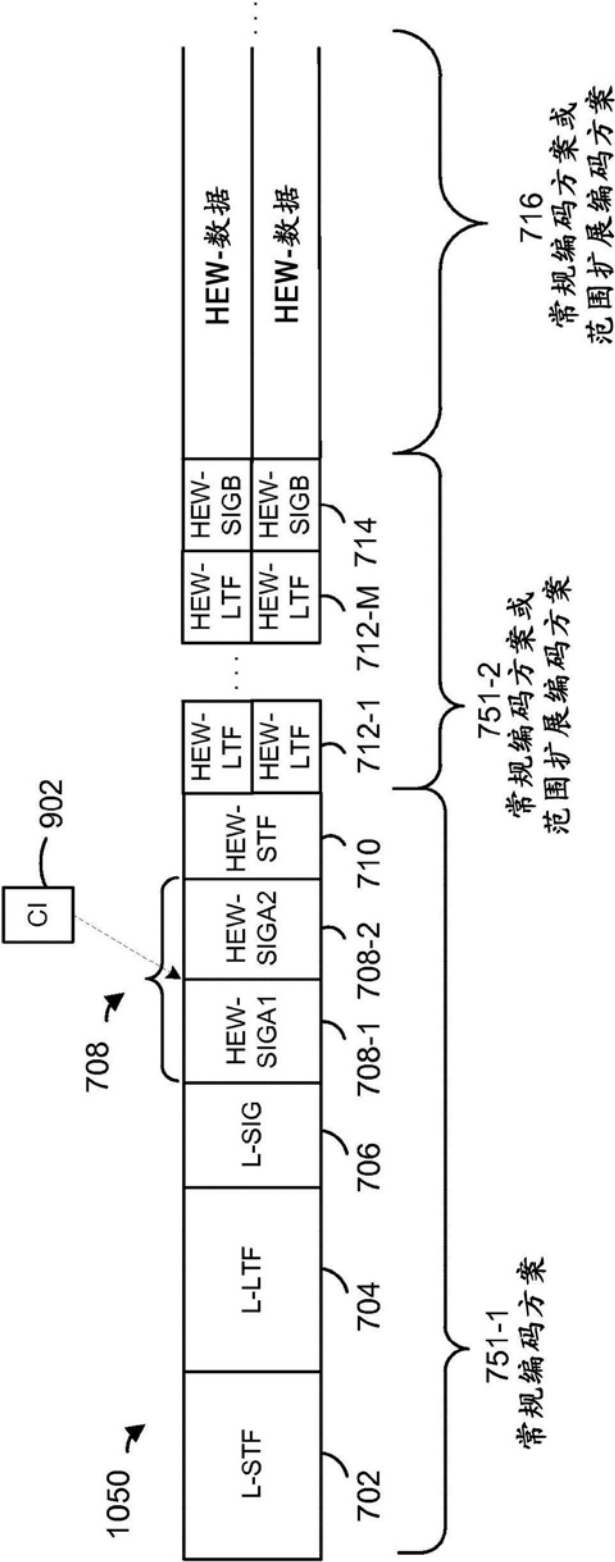


图10B

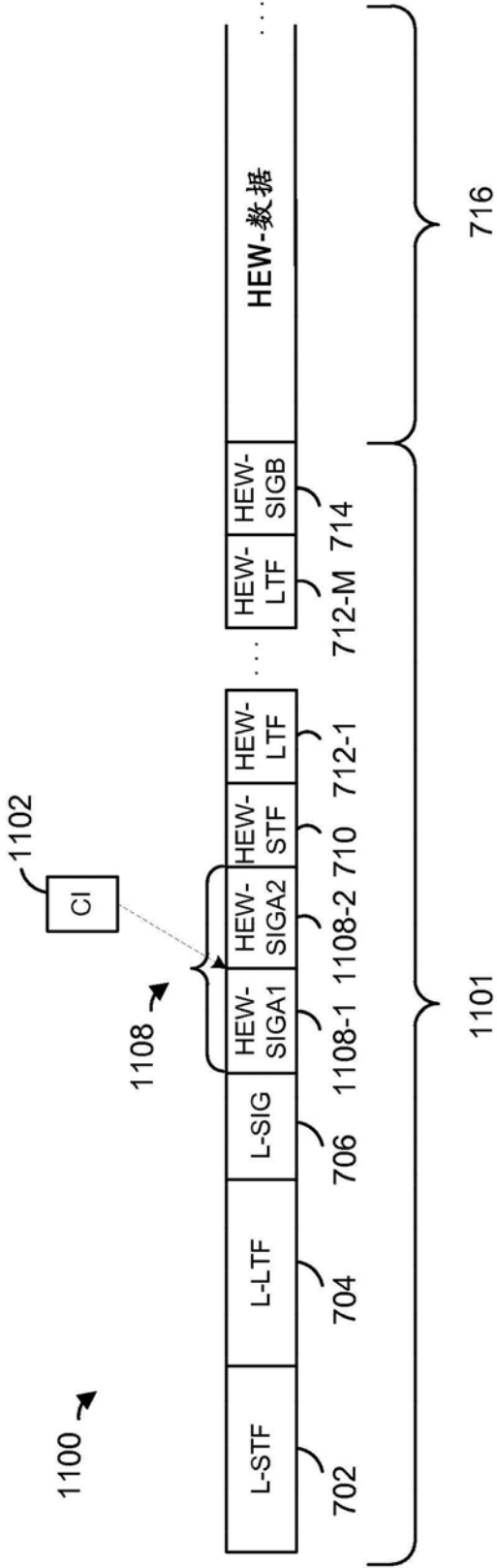


图11A

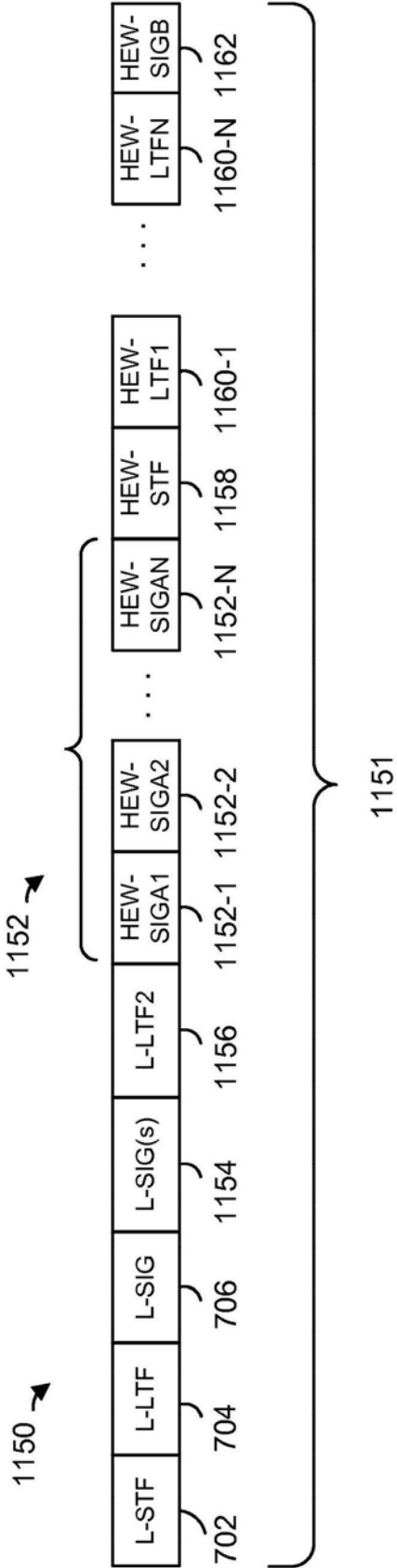


图11B

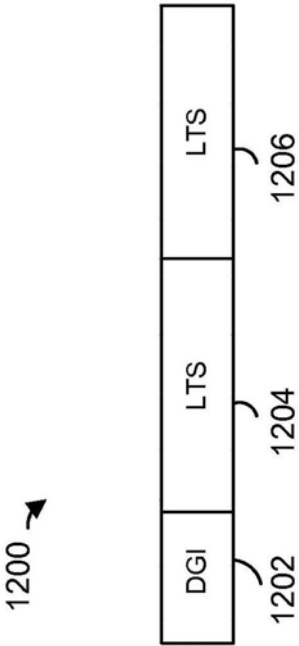


图12A

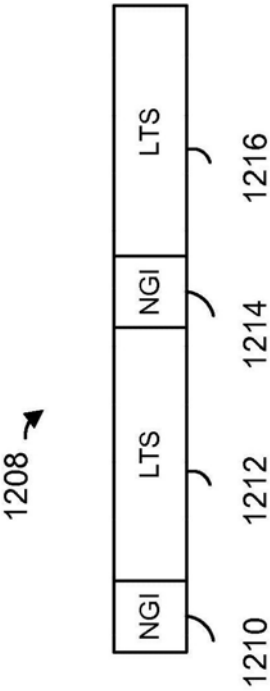


图12B

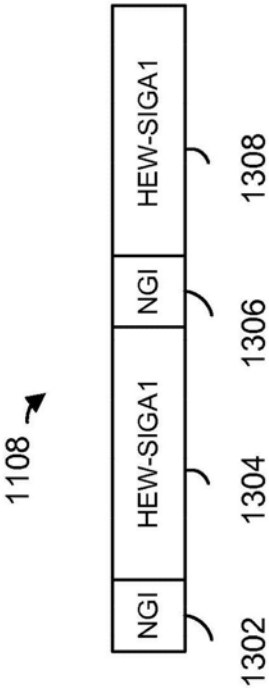


图13A

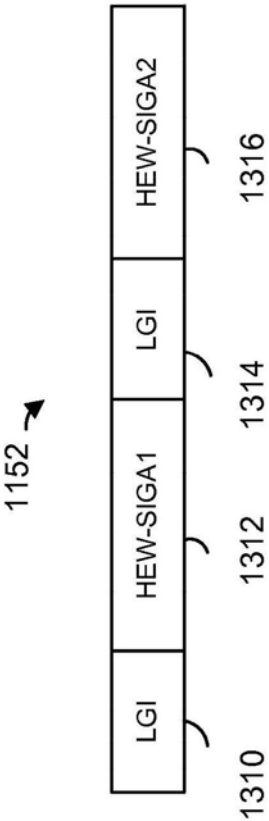


图13B

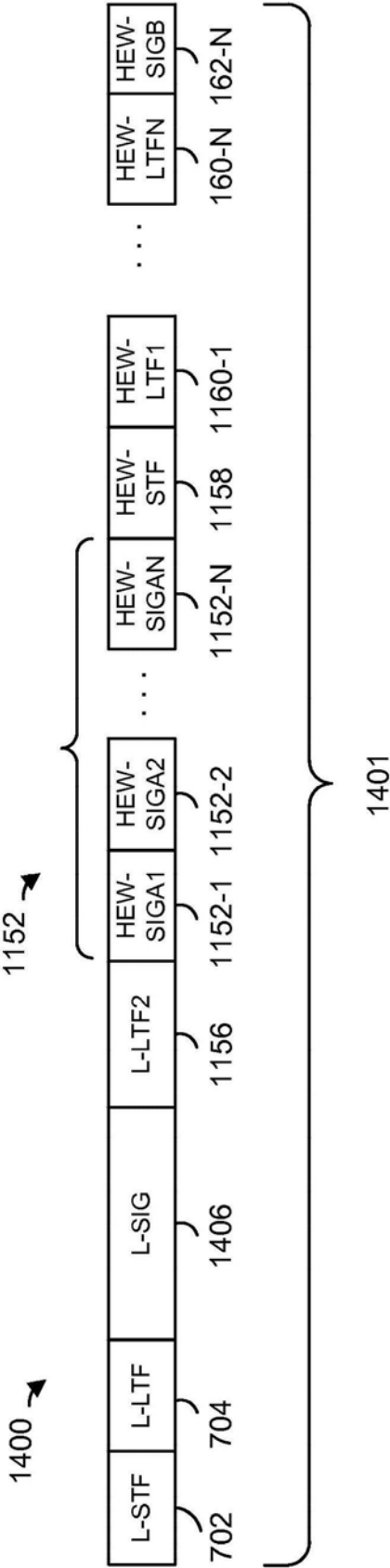


图14A

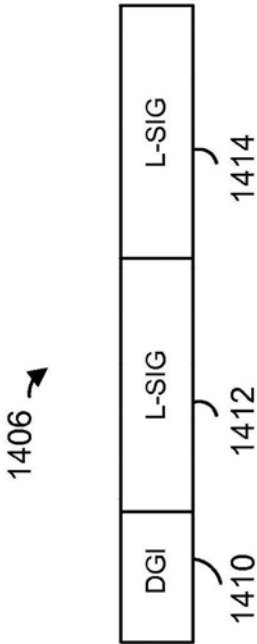


图14B

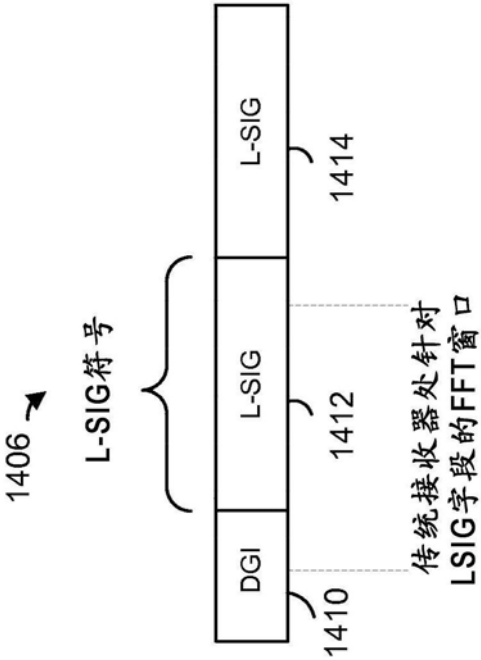


图14C

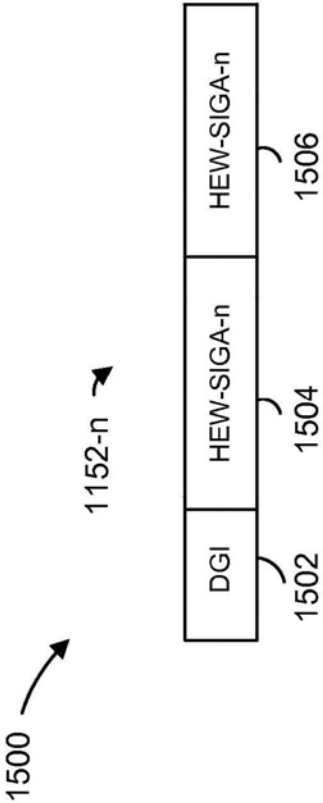


图15

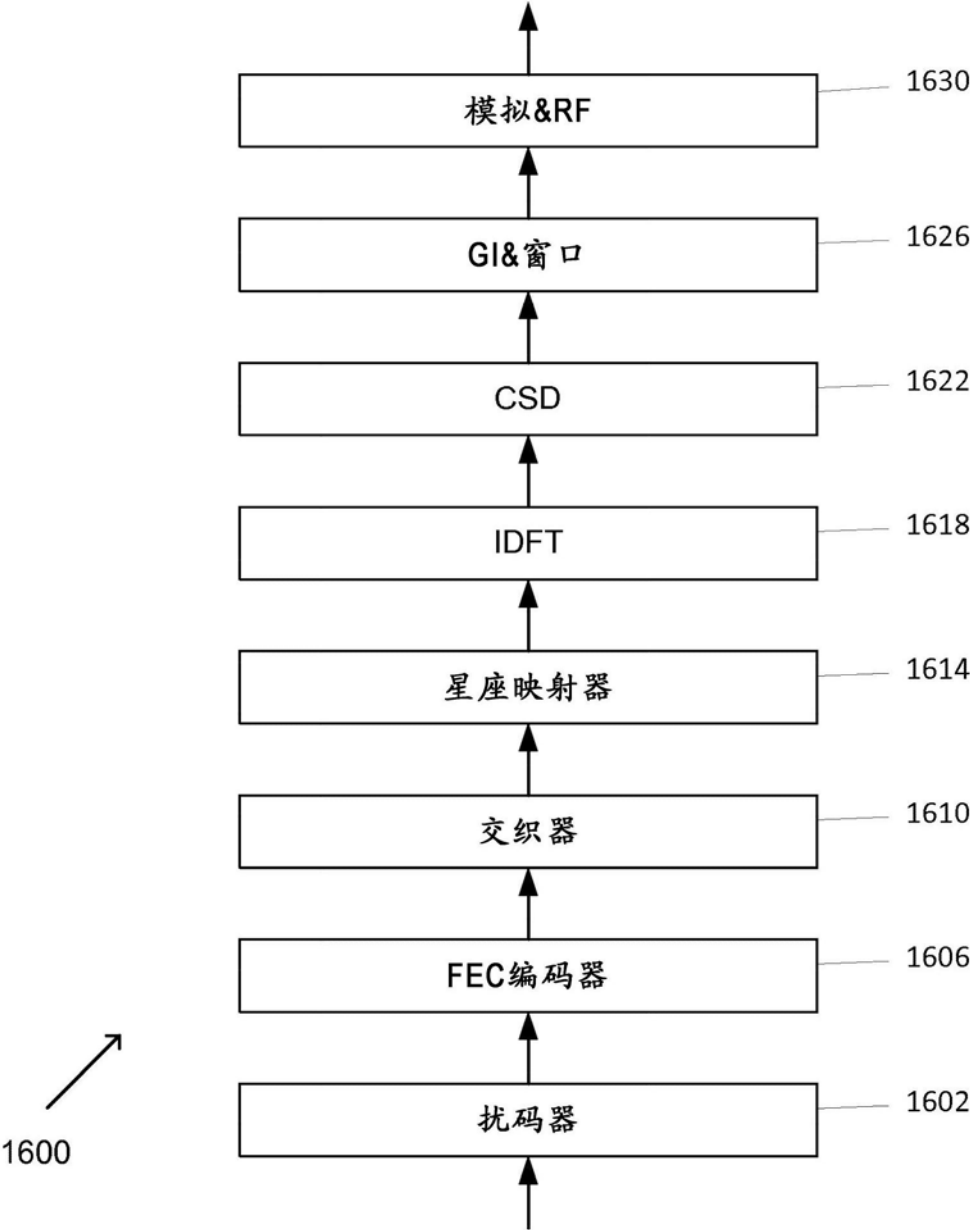


图16

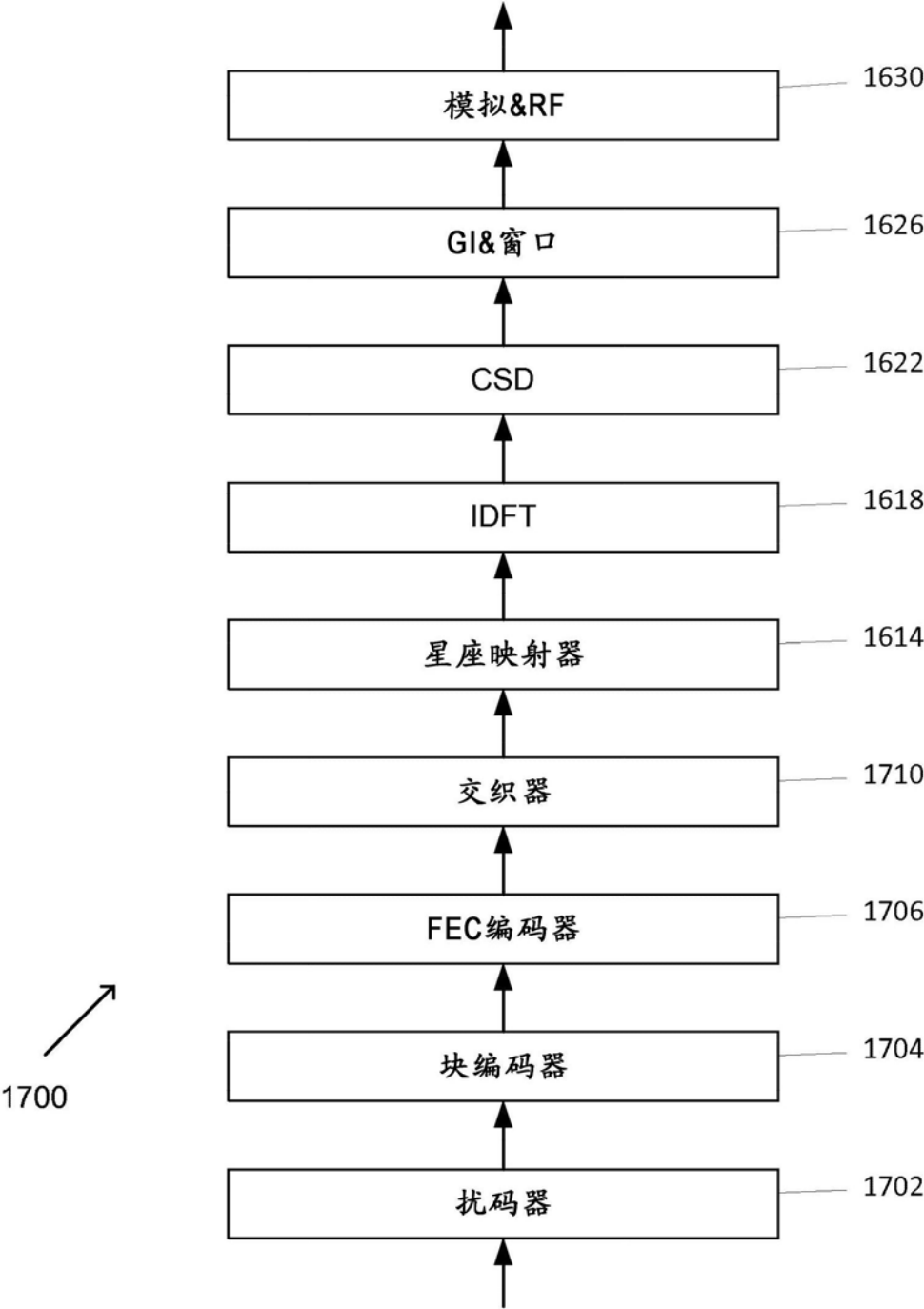


图17A

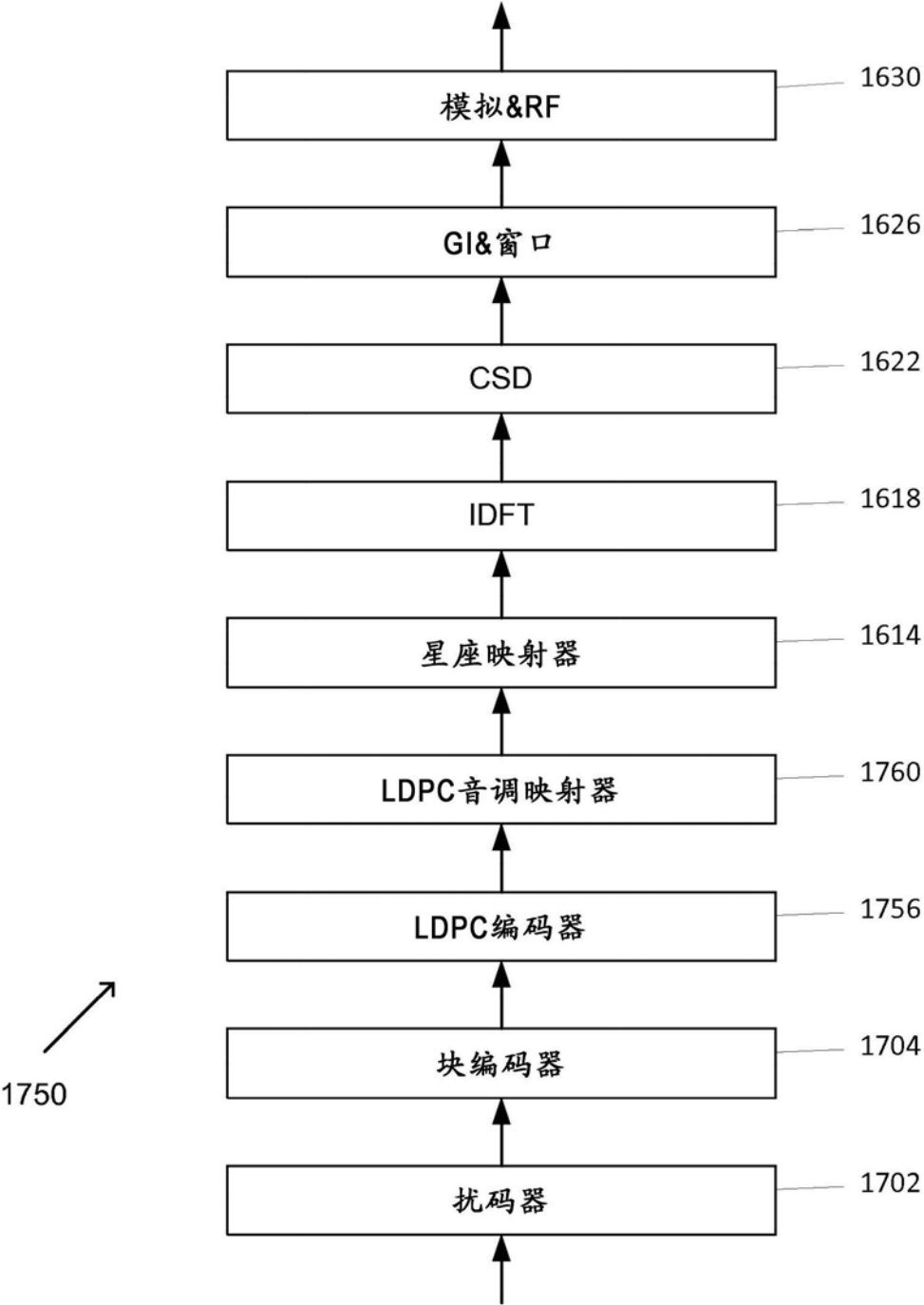


图17B

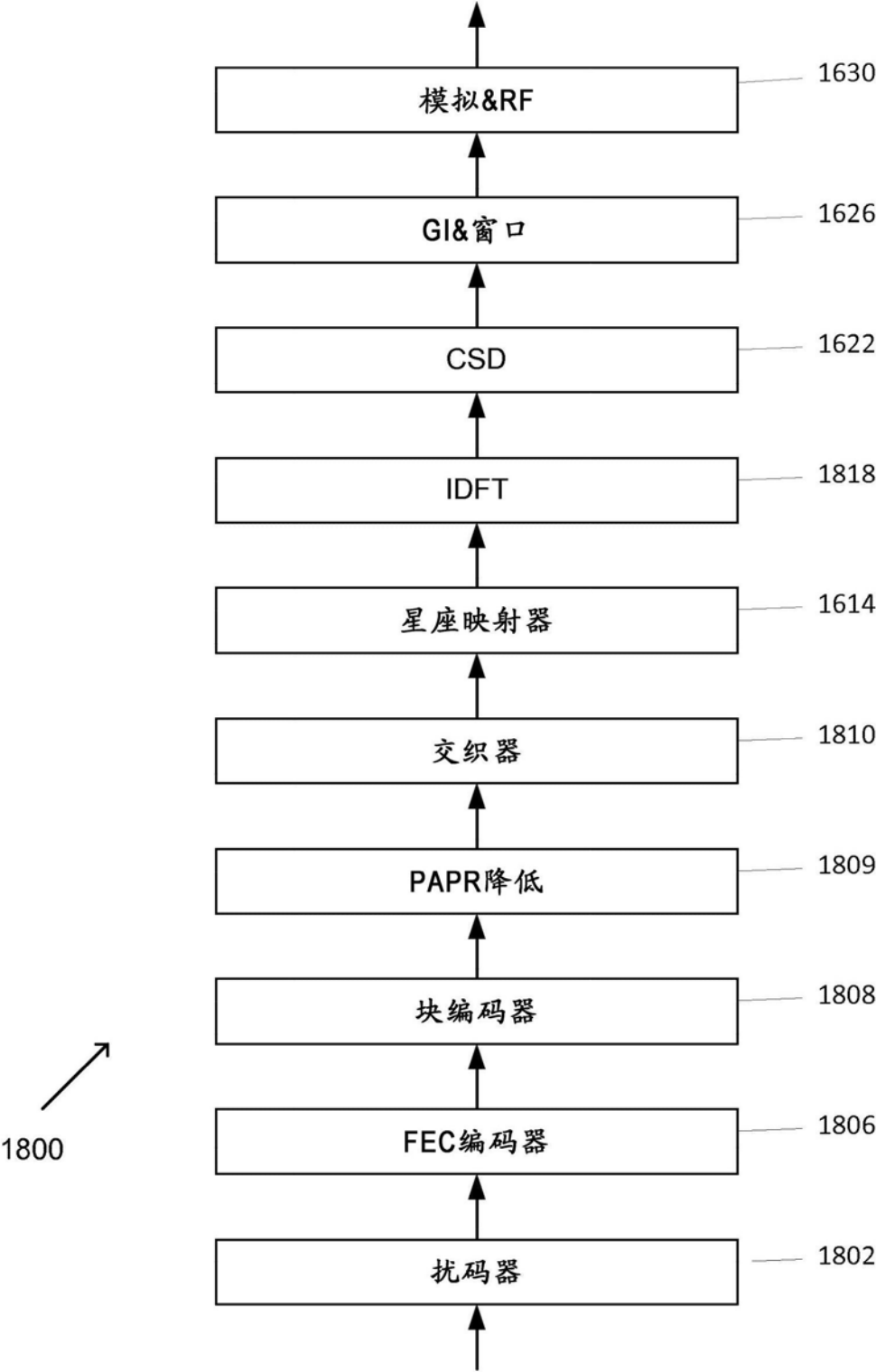


图18A

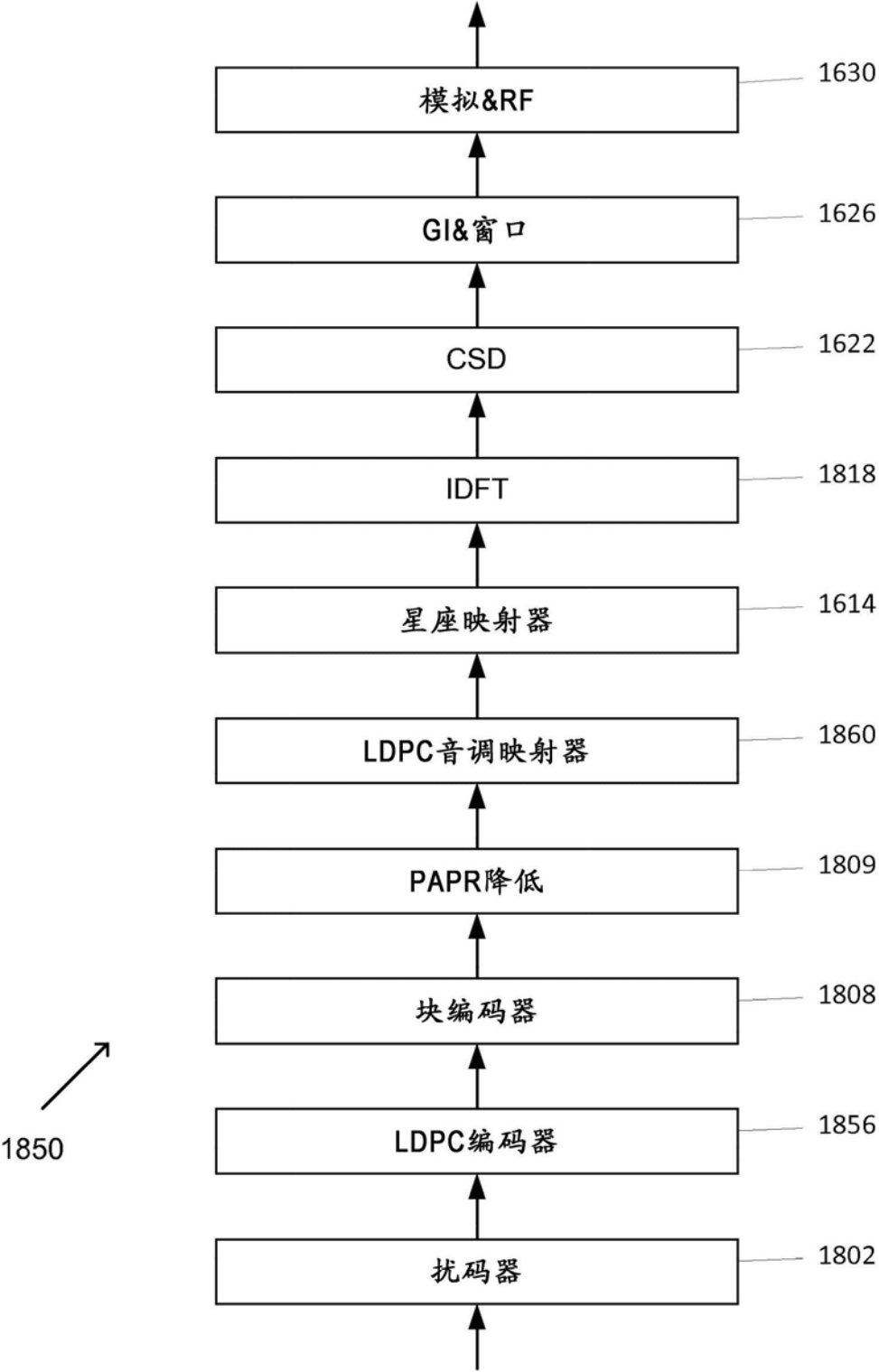


图18B

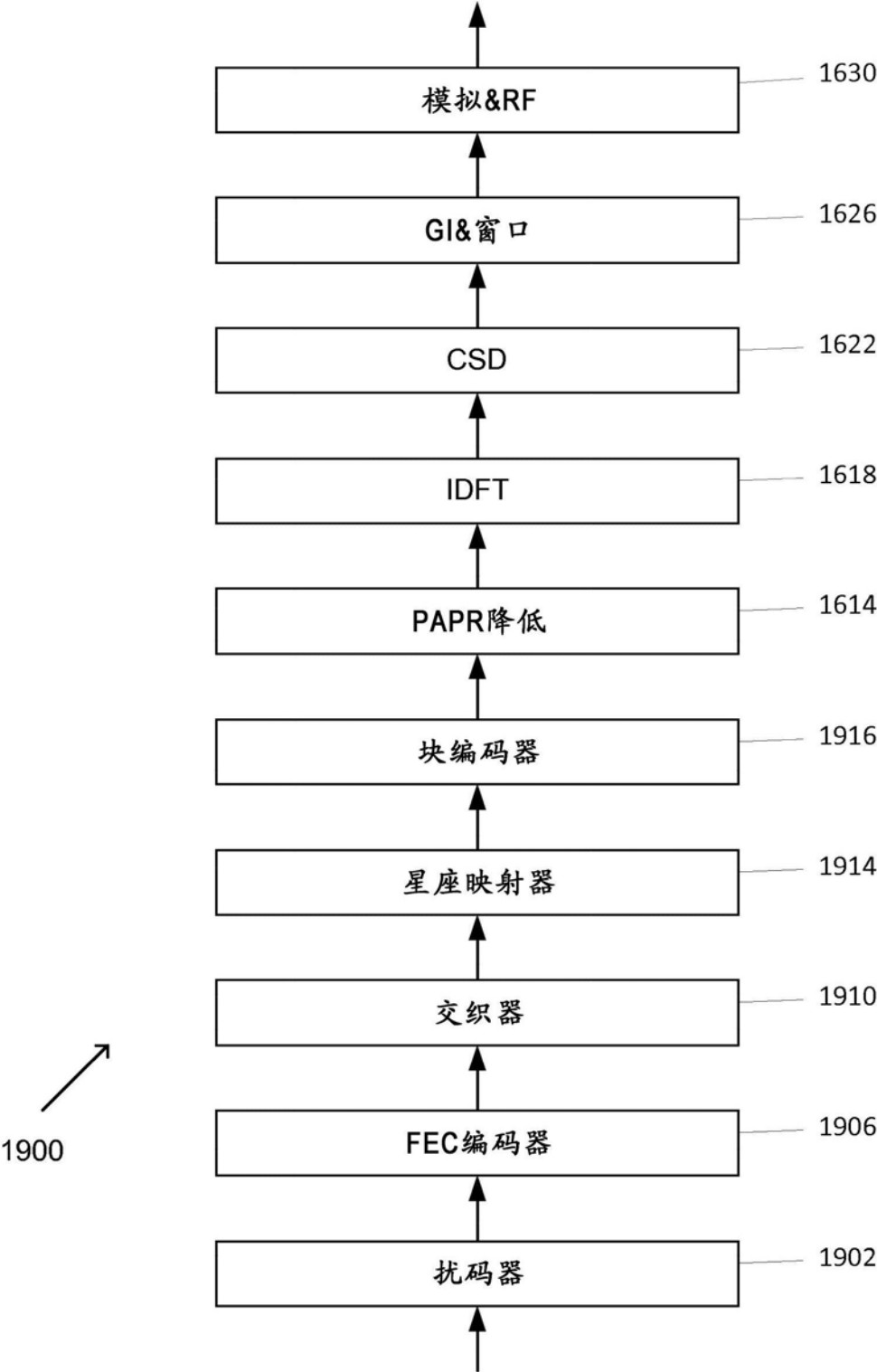


图19A

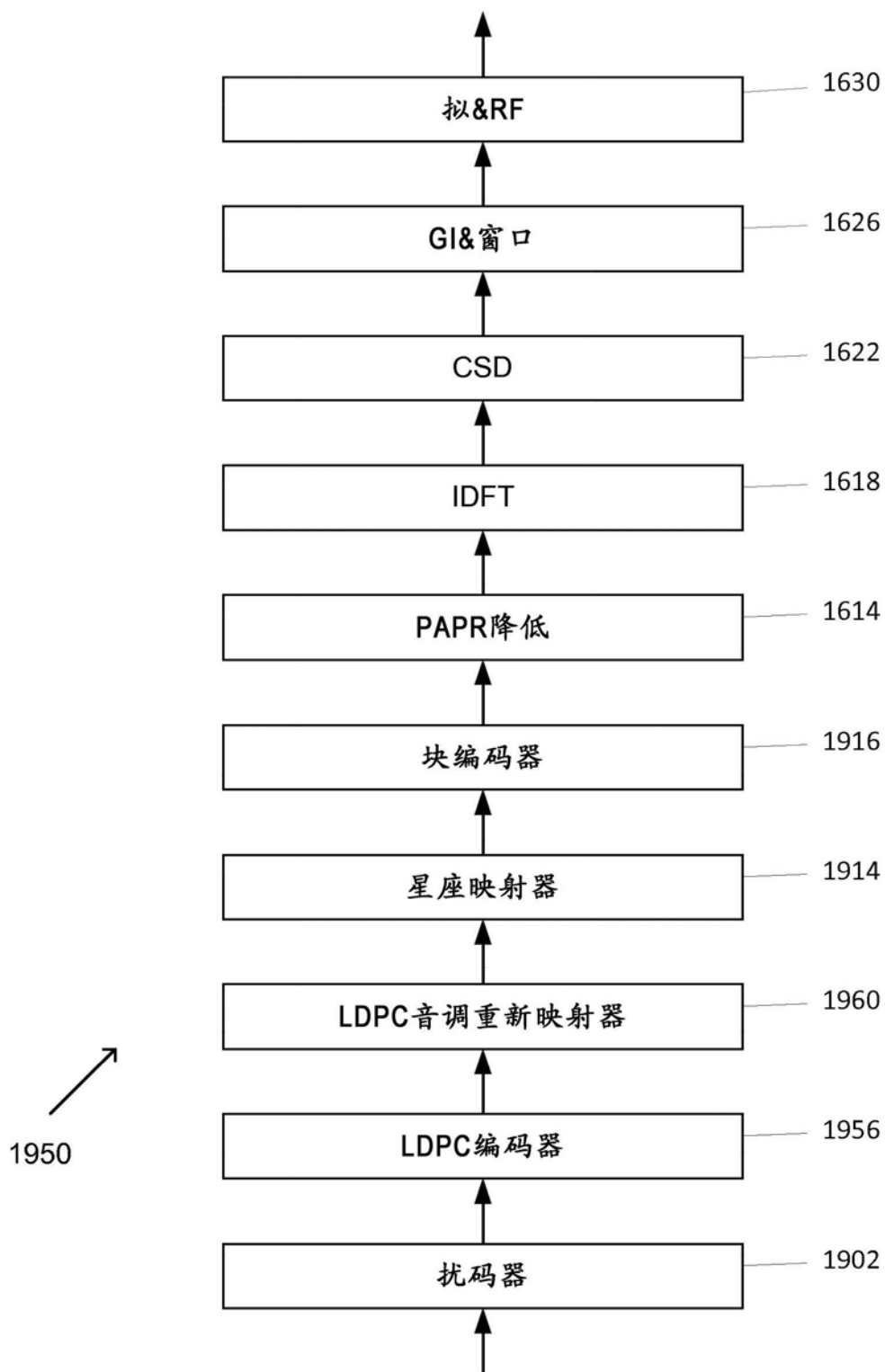


图19B



图20A



图20B



图20C



图20D

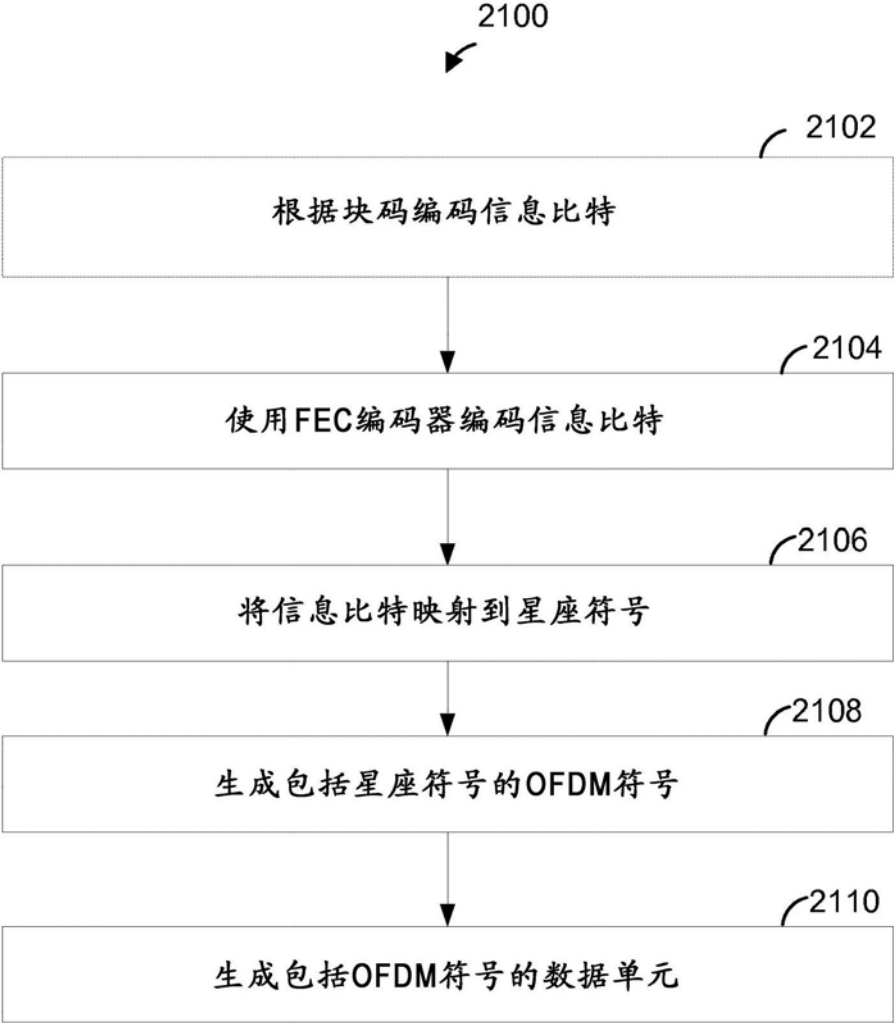


图21

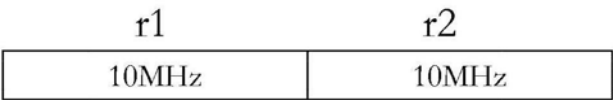


图22A

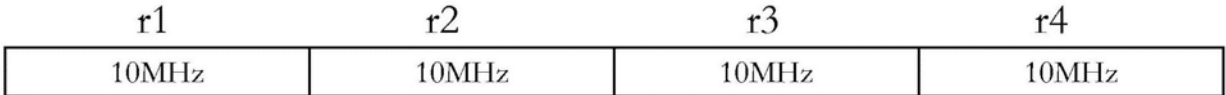


图22B

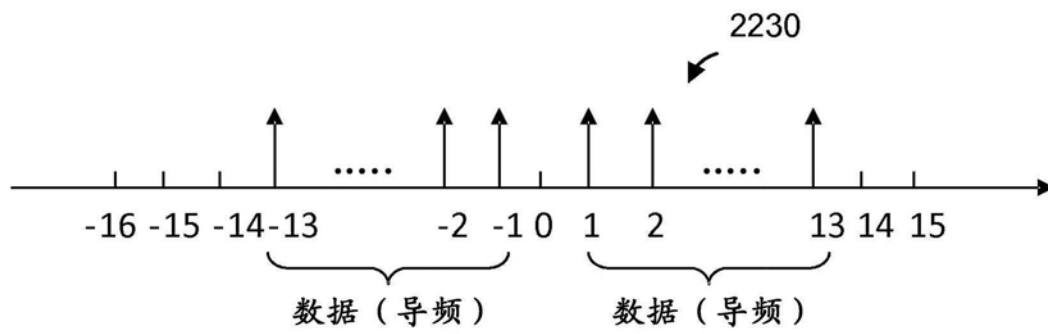


图22C

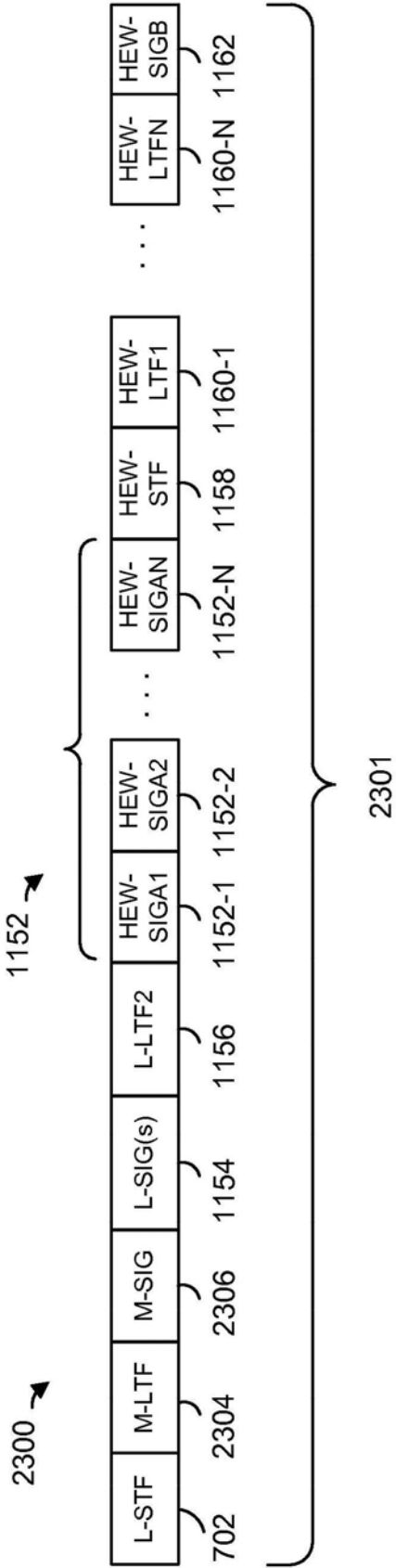


图23

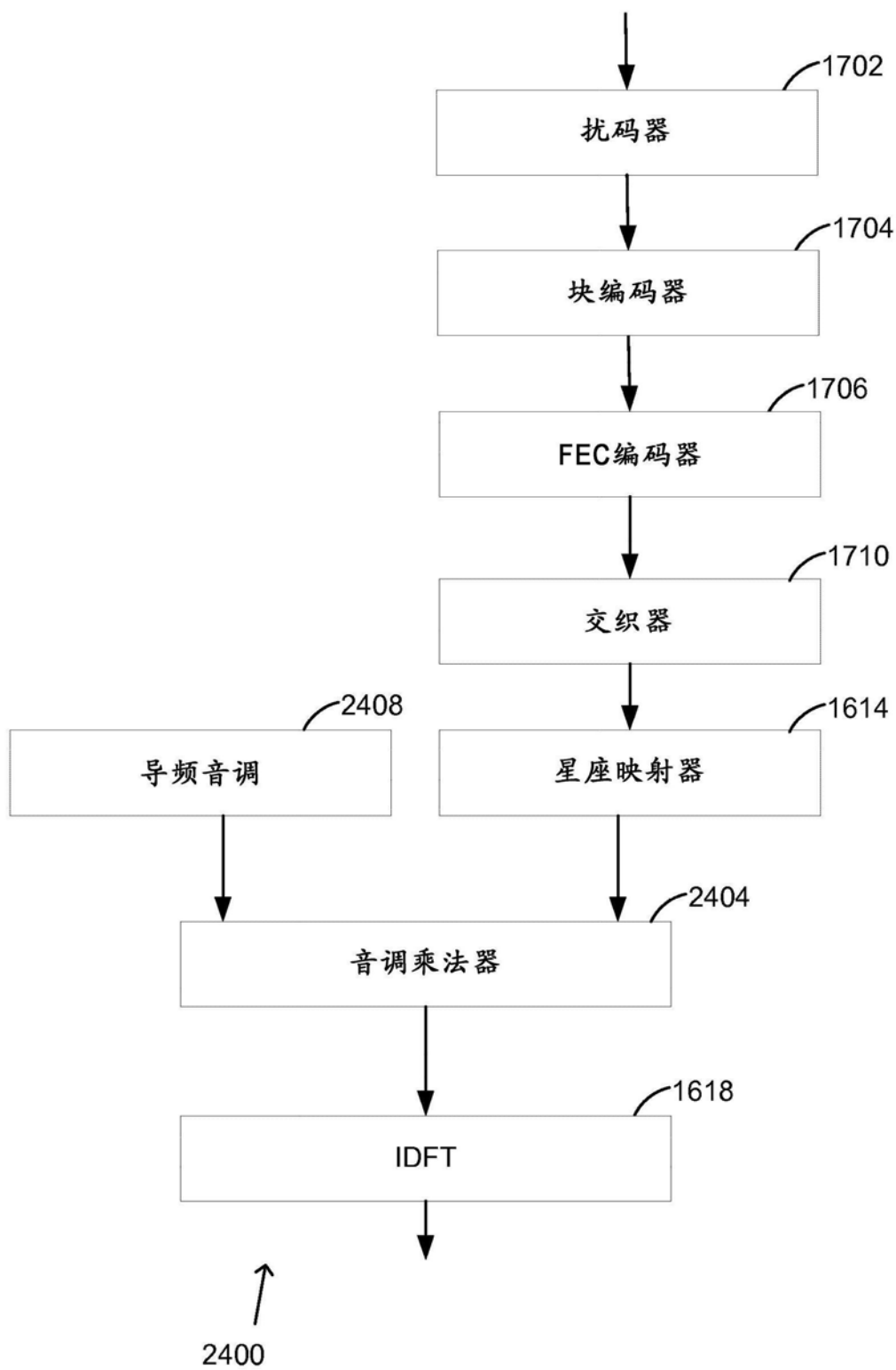


图24

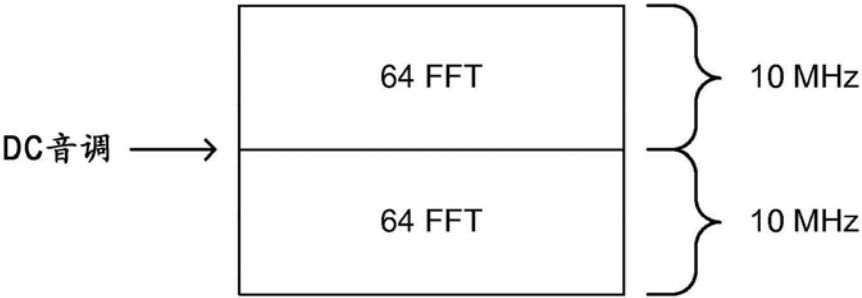


图25A

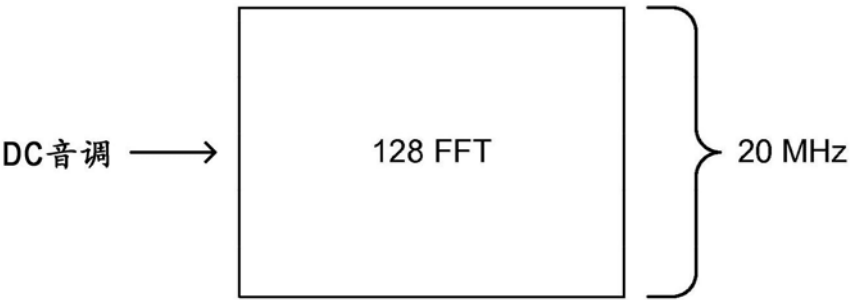


图25B

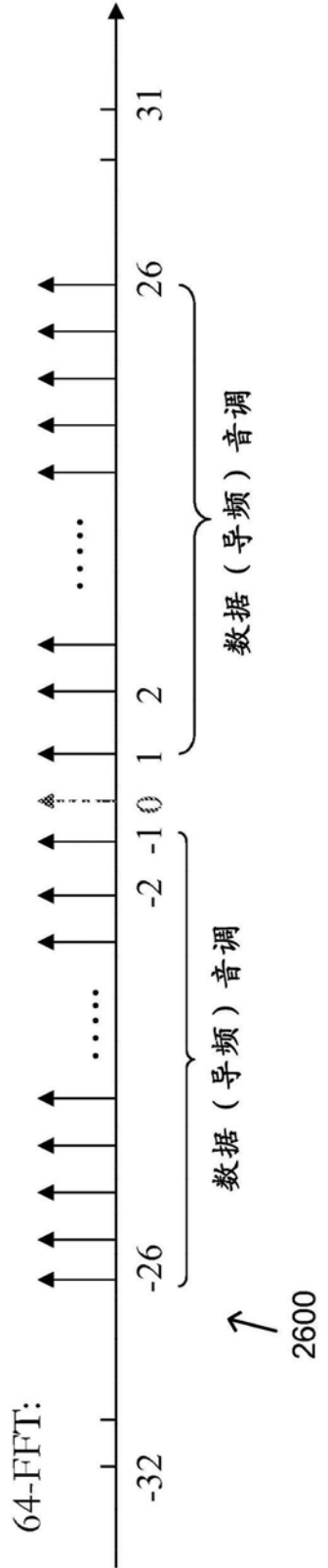


图26A

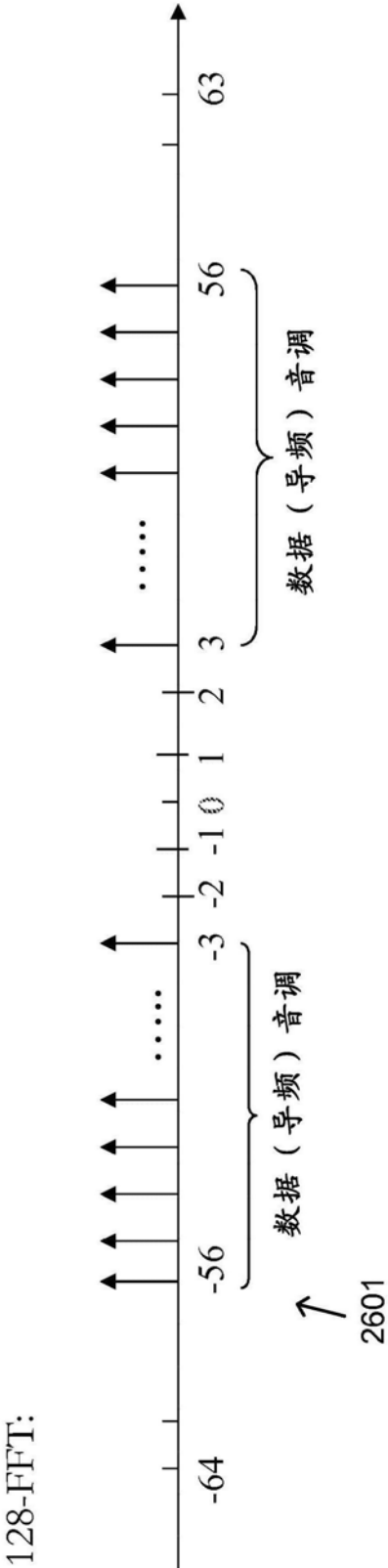


图26B

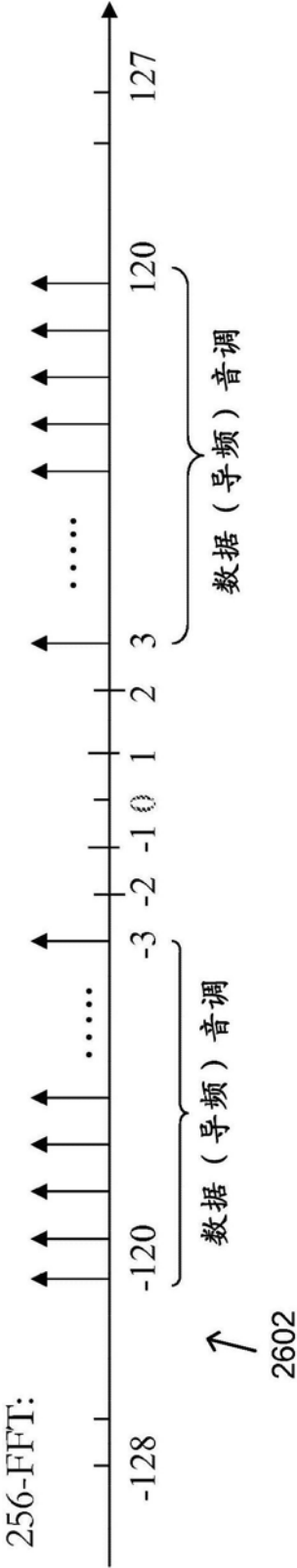


图26C

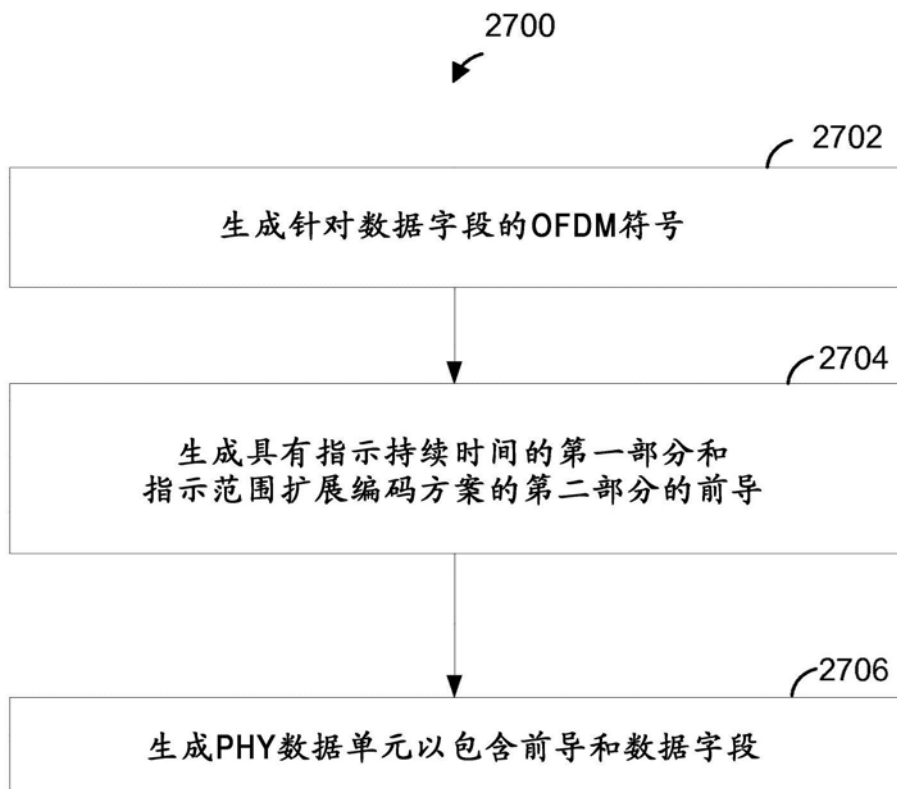


图27

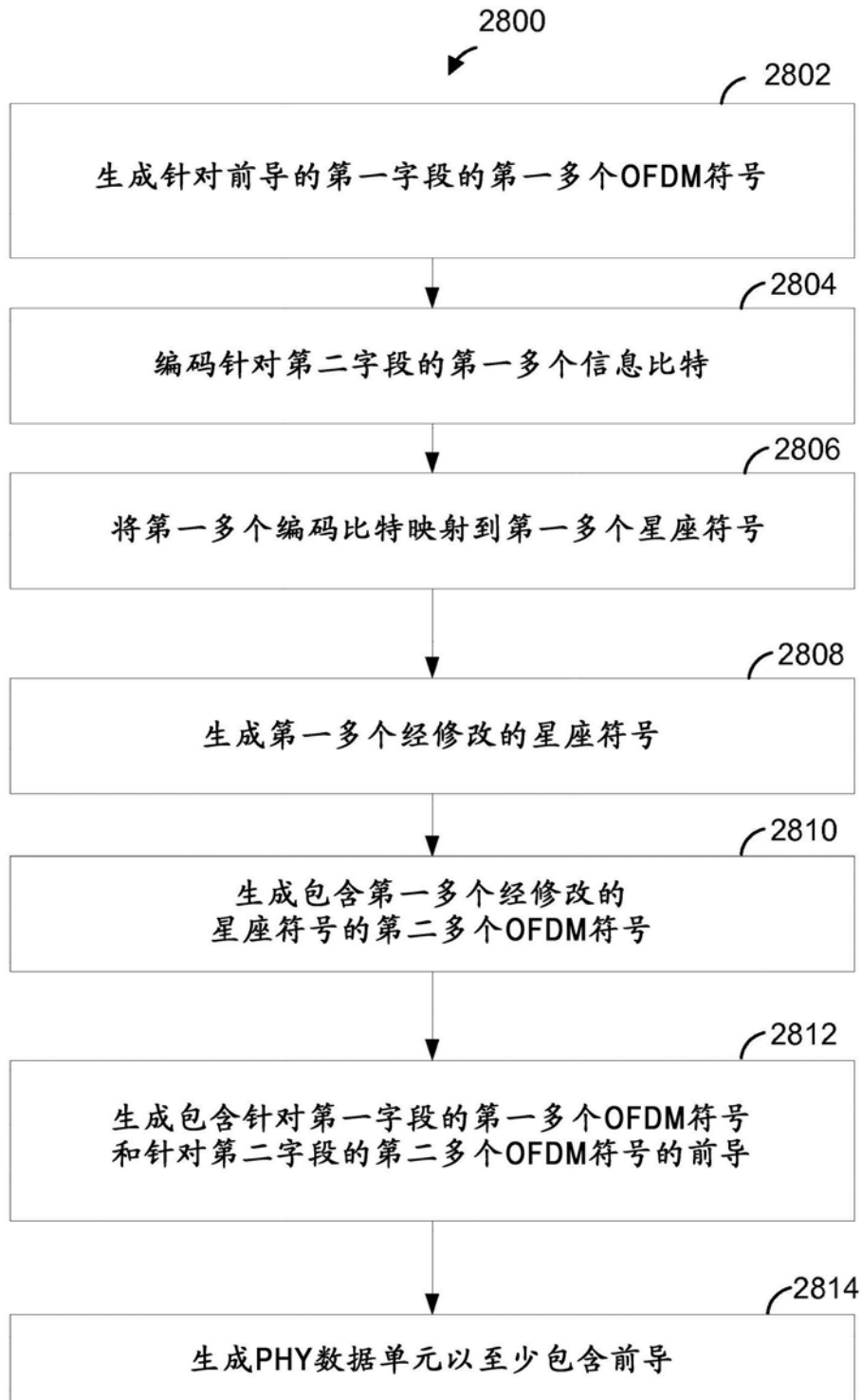


图28