



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113676251 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 19

(21) 申请号 202010414389.X

(22) 申请日 2020.05.15

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 李旭 黄晶晶 罗嘉金

(74) 专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理有限公司 11329

代理人 陈红玲 时林

(51) Int. Cl.

H04B 10/116 (2013.01)

H04B 10/50 (2013.01)

H04B 10/60 (2013.01)

H04L 27/26 (2006.01)

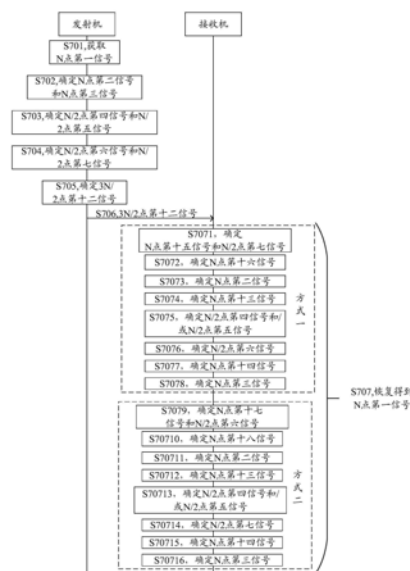
权利要求书6页 说明书31页 附图6页

(54) 发明名称

一种信号传输的方法和装置

(57) 摘要

本申请提供了一种信号传输的方法和装置。该方法包括：发射机侧获取到N点第一信号，并对该N点第一信号进行信号分离处理，得到两组信号(如，N点第二信号和N点第三信号)，基于分离得到的两组信号确定四个N/2点信号，该四个N/2点信号组合得到待发送的3N/2点信号，并向接收机侧发送该3N/2点信号，使得接收机基于接收到的3N/2点信号即可恢复出N点第一信号，从而可以在不增加功耗的前提下，提高信号传输的频谱效率。



1. 一种信号传输的方法,其特征在于,所述方法包括:

获取N点第一信号,其中,所述N为正偶数;

根据所述N点第一信号确定N点第二信号和N点第三信号,所述N点第二信号用于确定N/2点第四信号和N/2点第五信号,所述N点第三信号用于确定N/2点第六信号和N/2点第七信号;

根据所述N/2点第四信号和所述N/2点第六信号确定N/2点第八信号,根据所述N/2点第五信号和所述N/2点第六信号确定N/2点第九信号;或者,

根据所述N/2点第四信号和所述N/2点第七信号确定N/2点第十信号,根据所述N/2点第五信号和所述N/2点第七信号确定N/2点第十一信号;

发送 $3N/2$ 点第十二信号,所述 $3N/2$ 点第十二信号由所述N/2点第八信号、N/2点第九信号和所述N/2点第七信号组成,或者,所述 $3N/2$ 点第十二信号由所述N/2点第十信号、N/2点第十一信号和所述N/2点第六信号组成;

其中,所述N点第二信号由所述N点第一信号中偶数位置上的信号置零得到,所述N点第三信号由所述N点第一信号中奇数位置上的信号置零得到。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

对所述N点第二信号进行逆向快速傅里叶变换IFFT或快速傅里叶变换FFT获得N点第十三信号,

所述N/2点第四信号由所述N点第十三信号中的前N/2点信号中的小于0的信号置零得到,或者,由所述N点第十三信号中的后N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到,

所述N/2点第五信号由所述N点第十三信号中的前N/2点信号中的大于0的信号置零并对小于0的信号取绝对值组成,或者,由所述N点第十三信号中的后N/2点信号中的小于0的信号置零得到。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

对所述N点第三信号进行IFFT或FFT获得N点第十四信号,

所述N/2点第六信号由所述N点第十四信号中的前N/2点或后N/2点信号中的小于0的信号置零得到,

所述N/2点第七信号由所述N点第十四信号中的前N/2点或后N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到。

4. 如权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,所述根据所述N/2点第四信号和所述N/2点第六信号确定所述N/2点第八信号包括:

所述N/2点第八信号包括的N/2点信号为所述N/2点第四信号和所述N/2点第六信号对应位置上的信号求和得到的;

所述根据所述N/2点第五信号和所述N/2点第六信号确定所述N/2点第九信号包括:

所述N/2点第九信号包括的N/2点信号为所述N/2点第五信号和所述N/2点第六信号对应位置上的信号求和得到的;

所述根据所述N/2点第四信号·和所述N/2点第七信号确定所述N/2点第十信号包括:

所述N/2点第十信号包括的N/2点信号为所述N/2点第四信号和所述N/2点第七信号对应位置上的信号求和得到的;

所述根据所述 $N/2$ 点第五信号和所述 $N/2$ 点第七信号确定所述 $N/2$ 点第十一信号包括：  
所述 $N/2$ 点第十一信号包括的 $N/2$ 点信号为所述 $N/2$ 点第五信号和所述 $N/2$ 点第七信号对应位置上的信号求和得到的。

5. 一种信号传输的方法,其特征在於,所述方法包括:

获取 $3N/2$ 点第十二信号,

所述 $3N/2$ 点第十二信号由 $N/2$ 点第八信号、 $N/2$ 点第九信号和 $N/2$ 点第七信号组成,或者,

所述 $3N/2$ 点第十二信号由 $N/2$ 点第十信号、 $N/2$ 点第十一信号和 $N/2$ 点第六信号组成;

根据所述 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N/2$ 点第十九信号和 $N$ 点第二十信号;

根据所述 $N$ 点第二十信号确定 $N$ 点第二信号;

根据所述 $N$ 点第二十信号,所述 $N$ 点第二信号和所述 $N/2$ 点第十九信号确定 $N$ 点第三信号;

根据所述 $N$ 点第二信号和所述 $N$ 点第三信号确定 $N$ 点第一信号;

其中,所述 $N$ 为正偶数。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在於,当所述 $3N/2$ 点第十二信号由所述 $N/2$ 点第八信号、所述 $N/2$ 点第九信号和所述 $N/2$ 点第七信号组成时,所述根据所述 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N/2$ 点第十九信号和 $N$ 点第二十信号包括:

根据所述 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N$ 点第十五信号和所述 $N/2$ 点第七信号,其中,所述 $N$ 点第十五信号由所述 $N/2$ 点第八信号和所述 $N/2$ 点第九信号组成;

所述根据所述 $N$ 点第二十信号确定 $N$ 点第二信号包括:

根据所述 $N$ 点第十五信号确定所述 $N$ 点第二信号;

所述根据所述 $N$ 点第二十信号、所述 $N$ 点第二信号和所述 $N/2$ 点第十九信号确定 $N$ 点第三信号包括:

根据所述 $N$ 点第二信号用于确定 $N/2$ 点第四信号和/或 $N/2$ 点第五信号;

根据所述 $N/2$ 点第四信号和/或所述 $N/2$ 点第五信号以及所述 $N$ 点第十五信号确定所述 $N/2$ 点第六信号;

根据所述 $N/2$ 点第七信号和所述 $N/2$ 点第六信号确定所述 $N$ 点第三信号。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在於,所述根据所述 $N$ 点第十五信号确定所述 $N$ 点第二信号包括:

所述 $N$ 点第十五信号进行IFFT或FFT得到 $N$ 点第十六信号;

所述 $N$ 点第十六信号进行偶数位置置零得到所述 $N$ 点第二信号。

8. 如权利要求5所述的方法,其特征在於,当所述 $3N/2$ 点第十二信号由所述 $N/2$ 点第十信号、所述 $N/2$ 点第十一信号和所述 $N/2$ 点第六信号组成时,所述根据所述 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N/2$ 点第十九信号和 $N$ 点第二十信号包括:

根据所述 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N$ 点第十七信号和所述 $N/2$ 点第六信号,其中,所述 $N$ 点第十七信号由所述 $N/2$ 点第十信号和所述 $N/2$ 点第十一信号组成;

所述根据所述 $N$ 点第二十信号确定 $N$ 点第二信号包括:

根据所述 $N$ 点第十七信号确定所述 $N$ 点第二信号;

所述根据所述 $N$ 点第二十信号、所述 $N$ 点第二信号和所述 $N/2$ 点第十九信号确定 $N$ 点第三

信号包括：

根据所述N点第二信号用于确定所述N/2点第四信号和/或所述N/2点第五信号；

根据所述N/2点第四信号和/或所述N/2点第五信号以及所述N点第十七信号确定所述N/2点第七信号；

基于所述N/2点第六信号和所述N/2点第七信号确定所述N点第三信号。

9. 如权利要求8所述的方法，其特征在于，所述基于所述N点第十七信号确定所述N点第二信号包括：

所述N点第十七信号进行IFFT或FFT得到N点第十八信号；

所述N点第十七信号进行偶数位置置零得到所述N点第二信号。

10. 如权利要求6-9中任一项所述的方法，其特征在于，所述基于所述N/2点第七信号和所述N/2点第六信号确定所述N点第三信号包括：

基于所述N/2点第七信号和所述N/2点第六信号确定N点第十四信号；

所述N点第十四信号进行IFFT或FFT得到所述N点第三信号。

11. 一种信号传输的装置，其特征在于，所述装置包括：

获取单元，用于获取N点第一信号，其中，所述N为正偶数；

处理单元，用于根据所述N点第一信号确定N点第二信号和N点第三信号，所述N点第二信号用于确定N/2点第四信号和N/2点第五信号，所述N点第三信号用于确定N/2点第六信号和N/2点第七信号；

所述处理单元，还用于根据所述N/2点第四信号和所述N/2点第六信号确定N/2点第八信号、所述N/2点第五信号和所述N/2点第六信号确定N/2点第九信号；或者，

根据所述N/2点第四信号和所述N/2点第七信号确定N/2点第十信号、所述N/2点第五信号和所述N/2点第七信号确定N/2点第十一信号；

发送单元，用于发送3N/2点第十二信号，所述3N/2点第十二信号由所述N/2点第八信号、N/2点第九信号和所述N/2点第七信号组成，或者，所述3N/2点第十二信号由所述N/2点第十信号、N/2点第十一信号和所述N/2点第六信号组成；

其中，所述N点第二信号由所述N点第一信号中偶数位置上的信号置零得到，所述N点第三信号由所述N点第一信号中奇数位置上的信号置零得到。

12. 如权利要求11所述的装置，其特征在于，所述处理单元还用于对所述N点第二信号进行逆向快速傅里叶变换IFFT或快速傅里叶变换FFT获得N点第十三信号，

所述N/2点第四信号由所述N点第十三信号中的前N/2点信号中的小于0的信号置零得到，或者，由所述N点第十三信号中的后N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到，

所述N/2点第五信号由所述N点第十三信号中的前N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到，或者，由所述N点第十三信号中的后N/2点信号中的小于0的信号置零得到。

13. 如权利要求11或12所述的装置，其特征在于，所述处理单元还用于对所述N点第三信号进行IFFT或FFT获得N点第十四信号，

所述N/2点第六信号由所述N点第十四信号中的前N/2点或后N/2点信号中的小于0的信号置零得到，

所述N/2点第七信号由所述N点第十四信号中的前N/2点或后N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到。

14. 如权利要求11-13中任一项所述的装置,其特征在于,所述处理单元用于根据所述N/2点第四信号和所述N/2点第六信号确定所述N/2点第八信号包括:

所述N/2点第八信号包括的N/2点信号为所述N/2点第四信号和所述N/2点第六信号对应位置上的信号求和得到的;

所述根据所述N/2点第五信号和所述N/2点第六信号确定所述N/2点第九信号包括:

所述N/2点第九信号包括的N/2点信号为所述N/2点第五信号和所述N/2点第六信号对应位置上的信号求和得到的;

所述根据所述N/2点第四信号和所述N/2点第七信号确定所述N/2点第十信号包括:

所述N/2点第十信号包括的N/2点信号为所述N/2点第四信号和所述N/2点第七信号对应位置上的信号求和得到的;

所述根据所述N/2点第五信号和所述N/2点第七信号确定所述N/2点第十一信号包括:

所述N/2点第十一信号包括的N/2点信号为所述N/2点第五信号和所述N/2点第七信号对应位置上的信号求和得到的。

15. 一种信号传输的装置,其特征在于,所述装置包括:

接收单元,用于获取3N/2点第十二信号,

所述3N/2点第十二信号由N/2点第八信号、N/2点第九信号和N/2点第七信号组成,或者,

所述3N/2点第十二信号由N/2点第十信号、N/2点第十一信号和N/2点第六信号组成,

处理单元,用于根据所述3N/2点第十二信号分离得到N/2点第十九信号和N点第二十信号;

所述处理单元,还用于根据所述N点第二十信号确定N点第二信号;

所述处理单元,还用于根据所述N点第二十信号、所述N点第二信号和所述N/2点第十九信号确定N点第三信号;

所述处理单元,还用于根据所述N点第二信号和所述N点第三信号确定N点第一信号;

其中,所述N为正偶数。

16. 如权利要求15所述的装置,其特征在于,当所述3N/2点第十二信号由所述N/2点第八信号、所述N/2点第九信号和所述N/2点第七信号组成时,所述处理单元用于根据所述3N/2点第十二信号分离得到N/2点第十九信号和N点第二十信号包括:

所述处理单元具体用于根据所述3N/2点第十二信号分离得到N点第十五信号和所述N/2点第七信号,其中,所述N点第十五信号由所述N/2点第八信号和所述N/2点第九信号组成;

所述处理单元用于根据所述N点第二十信号确定N点第二信号包括:

所述处理单元具体用于根据所述N点第十五信号确定所述N点第二信号;

所述处理单元用于根据所述N点第二十信号、所述N点第二信号和所述N/2点第十九信号确定N点第三信号包括:

所述处理单元具体用于根据所述N点第二信号用于确定N/2点第四信号和/或N/2点第五信号;

根据所述N/2点第四信号和/或所述N/2点第五信号以及所述N点第十五信号确定所述

N/2点第六信号；

根据所述N/2点第七信号和所述N/2点第六信号确定所述N点第三信号。

17. 如权利要求16所述的装置,其特征在于,所述处理单元用于基于所述N点第十五信号确定所述N点第二信号包括:

所述处理单元具体用于对所述N点第十五信号进行IFFT或FFT得到N点第十六信号;

对所述N点第十六信号进行偶数位置置零得到所述N点第二信号。

18. 如权利要求15所述的装置,其特征在于,当所述3N/2点第十二信号由所述N/2点第十信号、所述N/2点第十一信号和所述N/2点第六信号组成时,所述处理单元用于根据所述3N/2点第十二信号分离得到N/2点第十九信号和N点第二十信号包括:

所述处理单元具体用于根据所述3N/2点第十二信号分离得到N点第十七信号和所述N/2点第六信号,其中,所述N点第十七信号由所述N/2点第十信号和所述N/2点第十一信号组成;

所述处理单元用于根据所述N点第二十信号确定N点第二信号包括:

所述处理单元具体用于根据所述N点第十七信号确定所述N点第二信号;

所述处理单元用于根据所述N点第二十信号、所述N点第二信号和所述N/2点第十九信号确定N点第三信号包括:

所述处理单元具体用于根据所述N点第二信号用于确定所述N/2点第四信号和/或所述N/2点第五信号;

根据所述N/2点第四信号和/或所述N/2点第五信号以及所述N点第十七信号确定所述N/2点第七信号;

根据所述N/2点第六信号和所述N/2点第七信号确定所述N点第三信号。

19. 如权利要求18所述的装置,其特征在于,所述处理单元用于基于所述N点第十七信号确定所述N点第二信号包括:

所述处理单元具体用于对所述N点第十七信号进行IFFT或FFT得到N点第十八信号;

对所述N点第十七信号进行偶数位置置零得到所述N点第二信号。

20. 如权利要求16-19中任一项所述的装置,其特征在于,所述处理单元用于基于所述N/2点第七信号和所述N/2点第六信号确定所述N点第三信号包括:

所述处理单元具体用于基于所述N/2点第七信号和所述N/2点第六信号确定N点第十四信号;

对所述N点第十四信号进行IFFT或FFT得到所述N点第三信号。

21. 一种光信号传输设备,其特征在于,包括如权利要求11至14中任一项所述的信号传输的装置,或者包括如权利要求15至20中任一项所述的信号传输的装置。

22. 一种通信装置,其特征在于,包括处理器,所述处理器与存储器耦合,所述存储器用于存储计算机程序或指令,所述处理器用于执行存储器中的所述计算机程序或指令,使得如权利要求1至4中任一项所述的方法被执行,或者使得如权利要求5至10中任一项所述的方法被执行。

23. 根据权利要求22所述的装置,其特征在于,所述存储器集成于所述处理器中。

24. 根据权利要求22或23所述的装置,其特征在于,所述通信装置为芯片。

25. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,存储有计算机程序或指令,当所述计算机

程序或指令在计算机上运行时,如权利要求1至4中任一项所述的方法被执行,或者如权利要求5至10中任一项所述的方法被执行。

26.一种信号传输的装置,其特征在于,所述装置包括:

输入接口,用于获取N点第一信号;

逻辑电路,用于根据如权利要求1至4中任一项所述的方法得到 $3N/2$ 点第八信号;

输出接口,用于输出所述 $3N/2$ 点第十二信号。

27.一种信号传输的装置,其特征在于,所述装置包括:

输入接口,用于获取 $3N/2$ 点第十二信号;

逻辑电路,用于根据如权利要求5至10中任一项所述的方法得到N点第一信号;

输出接口,用于输出所述N点第一信号。

## 一种信号传输的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及通信领域,并且更具体地,涉及一种信号传输的方法和装置。

### 背景技术

[0002] 将可见光作为信号载波的可见光通信(visible light communication,VLC)系统工作在未授权的频段,具备安全性高,能耗低和抗电磁干扰的优势,在下一代室内通信的应用中已经引起了人们相当大的关注。其中,加载在光信号上传输的电信号可以为正交频分复用(orthogonal frequency division multiplexing,OFDM)信号,在可见光通信系统的正交频分复用调制中,用光强来表示OFDM信号的基带信号,而光强只能是一个正实数,所以OFDM信号的基带信号必须是非负实数。

[0003] 现有的电信号加载在光信号上进行信号传输的方案中,在牺牲频谱效率和/或功耗的基础上保证了OFDM信号的基带信号为非负实数,因此如何在保证OFDM信号的基带信号为非负实数和不增加功耗的前提下提高频谱效率成为亟待解决的问题。

### 发明内容

[0004] 本申请提供一种信号传输的方法和装置,以期在保证OFDM信号的基带信号为非负实数和不增加功耗的前提下提高频谱效率。

[0005] 第一方面,提供了一种信号传输的方法,该信号传输的方法可以由发射机执行,或者,也可以由设置于发射机中的芯片或电路执行,本申请对此不作限定。

[0006] 需要说明的是本申请中发送信号的设备可以称为发射机、发射端、发送设备或第一设备,本申请对于发送端的名称并不限定,为了便于描述下文中可以称发送端为发射机。

[0007] 该信号传输的方法包括:

[0008] 获取N点第一信号,其中,N为正偶数;根据该N点第一信号确定N点第二信号和N点第三信号,该N点第二信号用于确定N/2点第四信号和N/2点第五信号,该N点第三信号用于确定N/2点第六信号和N/2点第七信号;根据该N/2点第四信号和该N/2点第六信号确定N/2点第八信号、该N/2点第五信号和该N/2点第六信号确定N/2点第九信号;或者,根据该N/2点第四信号和该N/2点第七信号确定N/2点第十信号、该N/2点第五信号和该N/2点第七信号确定N/2点第十一信号;发送该3N/2点第十二信号,该3N/2点第十二信号由该N/2点第八信号、N/2点第九信号和该N/2点第七信号组成,或者,该3N/2点第十二信号由该N/2点第十信号、N/2点第十一信号和该N/2点第六信号组成;其中,该N点第二信号由该N点第一信号中偶数位置上的信号置零得到,该N点第三信号由该N点第一信号中奇数位置上的信号置零得到。

[0009] 本申请提供的信号传输的方法,发射机对获得的N点第一信号进行分离处理,得到两组信号,基于分离得到的两组信号组合得到待发送的3N/2点信号,并向接收机侧发送该3N/2点信号,使得接收机基于接收到的3N/2点信号恢复出N点第一信号,从而在保证待发送信号(如,OFDM信号)的基带信号为非负实数和不增加功耗的前提下提高信号传输的频谱效率。



[0010] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该方法还包括:对该N点第二信号进行逆向快速傅里叶变换IFFT或快速傅里叶变换FFT获得N点第十三信号,该N/2点第四信号由该N点第十三信号中的前N/2点信号中的小于0的信号置零得到,或者,由该N点第十三信号中的后N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到,该N/2点第五信号由该N点第十三信号中的前N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到,或者,由该N点第十三信号中的后N/2点信号中的小于0的信号置零得到。

[0011] 对该N点第三信号进行IFFT或FFT获得N点第十四信号,该N/2点第六信号由该N点第十四信号中的前N/2点或后N/2点信号中的小于0的信号置零得到,该N/2点第七信号由该N点第十四信号中的前N/2点或后N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到。

[0012] 上述分离得到的两组信号经过FFT或IFFT变换之后,满足对称性或反对称性,基于FFT或IFFT变换之后得到的信号,确定用于组合得到 $3N/2$ 点信号的四个N/2点的信号,由于分离得到的两组信号经过FFT或IFFT变换之后,满足对称性或反对称性,从而能够通过组合的方式得到上述的 $3N/2$ 点信号,提供信号分离需要满足的原则。

[0013] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该根据该N/2点第四信号和该N/2点第六信号确定该N/2点第八信号包括:该N/2点第八信号包括的N/2点信号为该N/2点第四信号和该N/2点第六信号对应位置上的信号求和得到的;该根据该N/2点第五信号和该N/2点第六信号确定该N/2点第九信号包括:该N/2点第九信号包括的N/2点信号为该N/2点第五信号和该N/2点第六信号对应位置上的信号求和得到的;该根据该N/2点第四信号和该N/2点第七信号确定该N/2点第十信号包括:该N/2点第十信号包括的N/2点信号为该N/2点第四信号和该N/2点第七信号对应位置上的信号求和得到的;该根据该N/2点第五信号和该N/2点第七信号确定该N/2点第十一信号包括:该N/2点第十一信号包括的N/2点信号为该N/2点第五信号和该N/2点第七信号对应位置上的信号求和得到的。

[0014] 作为一种可能的实现方式,上述的四个N/2点的信号可以由分离得到的两组信号经过FFT或IFFT变换之后的信号进行求和确定的,提供一种简单的方式确定上述的四个N/2点的信号。

[0015] 第二方面,提供了一种信号传输的方法,该信号传输的方法可以由接收机执行,或者,也可以由设置于接收机中的芯片或电路执行,本申请对此不作限定。

[0016] 需要说明的是本申请中接收信号的设备可以称为接收机、接收端、接收设备或第二设备,本申请对于接收端的名称并不限定,未了便于描述本申请中可以称接收端为接收机。

[0017] 该信号传输的方法包括:

[0018] 获取 $3N/2$ 点第十二信号,该 $3N/2$ 点第十二信号由N/2点第八信号、N/2点第九信号和N/2点第七信号组成,或者,该 $3N/2$ 点第十二信号由N/2点第十信号、N/2点第十一信号和N/2点第六信号组成,根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到N/2点第十九信号和N点第二十信号;根据该N点第二十信号确定N点第二信号;根据该N点第二十信号、N点第二信号和该N/2点第十九信号确定N点第三信号;基于该N点第二信号和该N点第三信号确定N点第一信号;其中,该N为正偶数。

[0019] 本申请提供的信号传输的方法,接收机侧能够基于接收到 $3N/2$ 点信号,恢复出发

射机侧需要发送给接收机侧的N点第一信号,从而在保证待发送信号(如,OFDM信号)的基带信号为非负实数和不增加功耗的前提下提高信号传输的频谱效率。

[0020] 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,当该 $3N/2$ 点第十二信号由该 $N/2$ 点第八信号、该 $N/2$ 点第九信号和该 $N/2$ 点第七信号组成时,该根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N/2$ 点第十九信号和N点第二十信号包括:根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到N点第十五信号和该 $N/2$ 点第七信号,其中,该N点第十五信号由该 $N/2$ 点第八信号和该 $N/2$ 点第九信号组成;该根据该N点信号确定N点第二信号包括:根据该N点第十五信号确定该N点第二信号;该根据该N点第二十信号、该N点第二信号和该 $N/2$ 点第十九信号确定N点第三信号包括:根据该N点第二信号用于确定该 $N/2$ 点第四信号和/或该 $N/2$ 点第五信号;根据该 $N/2$ 点第四信号和/或该 $N/2$ 点第五信号以及该N点第十五信号确定该 $N/2$ 点第六信号;根据该 $N/2$ 点第七信号和该 $N/2$ 点第六信号确定该N点第三信号。

[0021] 或者,

[0022] 当该 $3N/2$ 点第十二信号由该 $N/2$ 点第十信号、该 $N/2$ 点第十一信号和该 $N/2$ 点第六信号组成时,该根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N/2$ 第十九点信号和N点第二十信号包括:根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到N点第十七信号和该 $N/2$ 点第六信号,其中,该N点第十七信号由该 $N/2$ 点第十信号和该 $N/2$ 点第十一信号组成;该根据该N点第二十信号确定N点第二信号包括:根据该N点第十七信号确定该N点第二信号;该根据该N点第二十信号、该N点第二信号和该 $N/2$ 点第十九信号确定N点第三信号包括:根据该N点第二信号用于确定该 $N/2$ 点第四信号和/或该 $N/2$ 点第五信号;根据该 $N/2$ 点第四信号和/或该 $N/2$ 点第五信号以及该N点第十七信号确定该 $N/2$ 点第七信号;根据该 $N/2$ 点第六信号和该 $N/2$ 点第七信号确定该N点第三信号。

[0023] 具体地,接收机可以基于接收到的 $3N/2$ 点信号,确定出N点第一信号分离得到的两组信号,基于该两组信号恢复出N点第一信号,本申请中提供 $3N/2$ 点信号不同的组合方式,从而提高方案的灵活性。

[0024] 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该基于该N点第十五信号确定该N点第二信号包括:该N点第十五信号进行IFFT或FFT得到N点第十六信号;该N点第十六信号进行偶数位置置零得到该N点第二信号。

[0025] 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该基于该N点第十七信号确定该N点第二信号包括:该N点第十七信号进行IFFT或FFT得到N点第十八信号;该N点第十七信号进行偶数位置置零得到该N点第二信号。

[0026] 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该基于该 $N/2$ 点第七信号和该 $N/2$ 点第六信号确定该N点第三信号包括:基于该 $N/2$ 点第七信号和该 $N/2$ 点第六信号确定N点第十四信号;该N点第十四信号进行IFFT或FFT得到该N点第三信号。

[0027] 第三方面,提供一种信号传输的装置,该信号传输的装置包括处理器,用于实现上述第一方面描述的方法中发射机的功能。

[0028] 可选地,该信号传输的装置还可以包括存储器,该存储器与该处理器耦合,该处理器用于实现上述第一方面描述的方法中发射机的功能。

[0029] 在一种可能的实现中,该存储器用于存储程序指令和数据。该存储器与该处理器耦合,该处理器可以调用并执行该存储器中存储的程序指令,用于实现上述第一方面描述

的方法中发射机的功能。

[0030] 可选地,该信号传输的装置还可以包括通信接口,该通信接口用于该信号传输的装置与其它设备进行通信。当该信号传输的装置为发射机时,该收发器可以是通信接口,或,输入/输出接口。

[0031] 在一种可能的设计中,该信号传输的装置包括:处理器和通信接口,用于实现上述第一方面描述的方法中发射机的功能,具体地包括:该处理器利用该通信接口与外部通信;该处理器用于运行计算机程序,使得该装置实现上述第一方面描述的任一种方法。

[0032] 可以理解,该外部可以是处理器以外的对象,或者是该装置以外的对象。

[0033] 在另一种实现方式中,该信号传输的装置为芯片或芯片系统时,该通信接口可以是该芯片或芯片系统上输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等。该处理器也可以体现为处理电路或逻辑电路。

[0034] 第四方面,提供一种信号传输的装置,该信号传输的装置包括处理器,用于实现上述第二方面描述的方法中接收机的功能。

[0035] 可选地,该信号传输的装置还可以包括存储器,该存储器与该处理器耦合,该处理器用于实现上述第二方面描述的方法中接收机的功能。

[0036] 在一种可能的实现中,该存储器用于存储程序指令和数据。该存储器与该处理器耦合,该处理器可以调用并执行该存储器中存储的程序指令,用于实现上述第二方面描述的方法中接收机的功能。

[0037] 可选地,该信号传输的装置还可以包括通信接口,该通信接口用于该信号传输的装置与其它设备进行通信。当该信号传输的装置为接收机时,该收发器可以是通信接口,或,输入/输出接口。

[0038] 在一种可能的设计中,该信号传输的装置包括:处理器和通信接口,用于实现上述第二方面描述的方法中接收机的功能,具体地包括:该处理器利用该通信接口与外部通信;该处理器用于运行计算机程序,使得该装置实现上述第二方面描述的任一种方法。

[0039] 可以理解,该外部可以是处理器以外的对象,或者是该装置以外的对象。

[0040] 在另一种实现方式中,该信号传输的装置为芯片或芯片系统时,该通信接口可以是该芯片或芯片系统上输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等。该处理器也可以体现为处理电路或逻辑电路。

[0041] 第五方面,提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序或指令,当该计算机程序或指令在计算机上运行时,第一方面以及第一方面的任一可能的实现方式中的方法被执行。

[0042] 第六方面,提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序或指令,当该计算机程序或指令在计算机上运行时,第二方面以及第二方面的任一可能的实现方式中的方法被执行。

[0043] 第七方面,提供一种包含指令的计算机程序产品,当该指令在计算机上运行时,第一方面以及第一方面的任一可能的实现方式中的方法被执行。

[0044] 第八方面,提供一种包含指令的计算机程序产品,当该指令在计算机上运行时,第二方面以及第二方面的任一可能的实现方式中的方法被执行。

[0045] 第九方面,提供了一种光信号传输设备,包括第三方面所示的信号传输的装置和

第四方面所示的信号传输的装置。

[0046] 第十方面,提供一种信号传输装置,包括:

[0047] 输入接口(电路),用于获取N点第一信号,其中,该N为正偶数;逻辑电路,用于根据该N点第一信号确定N点第二信号和N点第三信号,该N点第二信号用于确定N/2点第四信号和N/2点第五信号,该N点第三信号用于确定N/2点第六信号和N/2点第七信号;

[0048] 该逻辑电路,还用于根据该N/2点第四信号和该N/2点第六信号确定N/2点第八信号,根据该N/2点第五信号和该N/2点第六信号确定N/2点第九信号;或者,

[0049] 根据该N/2点第四信号和该N/2点第七信号确定N/2点第十信号,根据该N/2点第五信号和该N/2点第七信号确定N/2点第十一信号;输出接口(电路),用于发送3N/2点第十二信号,该3N/2点第十二信号由该N/2点第八信号、N/2点第九信号和该N/2点第七信号组成,或者,该3N/2点第十二信号由该N/2点第十信号、N/2点第十一信号和该N/2点第六信号组成;其中,该N点第二信号由该N点第一信号中偶数位置上的信号置零得到,该N点第三信号由该N点第一信号中奇数位置上的信号置零得到。

[0050] 结合第十方面,在第十方面的某些实现方式中,该逻辑电路还用于对该N点第二信号进行逆向快速傅里叶变换IFFT或快速傅里叶变换FFT获得N点第十三信号,

[0051] 该N/2点第四信号由该N点第十三信号中的前N/2点信号中的小于0的信号置零得到,或者,由该N点第十三信号中的后N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到,

[0052] 该N/2点第五信号由该N点第十三信号中的前N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值得到,或者,由该N点第十三信号中的后N/2点信号中的小于0的信号置零得到。

[0053] 结合第十方面,在第十方面的某些实现方式中,该逻辑电路还用于对该N点第三信号进行IFFT或FFT获得N点第十四信号,

[0054] 该N/2点第六信号由该N点第十四信号中的前N/2点或后N/2点信号中的小于0的信号置零和大于0的信号组成,

[0055] 该N/2点第七信号由该N点第十四信号中的前N/2点或后N/2点信号中的大于0的信号置零和小于0的信号取绝对值组成。

[0056] 结合第十方面,在第十方面的某些实现方式中,该逻辑电路用于根据该N/2点第四信号和该N/2点第六信号确定该N/2点第八信号包括:

[0057] 该N/2点第八信号包括的N/2点信号为该N/2点第四信号和该N/2点第六信号对应位置上的信号求和得到的;

[0058] 该根据该N/2点第五信号和该N/2点第六信号确定该N/2点第九信号包括:

[0059] 该N/2点第九信号包括的N/2点信号为该N/2点第五信号和该N/2点第六信号对应位置上的信号求和得到的;

[0060] 该根据该N/2点第四信号和该N/2点第七信号确定该N/2点第十信号包括:

[0061] 该N/2点第十信号包括的N/2点信号为该N/2点第四信号和该N/2点第七信号对应位置上的信号求和得到的;

[0062] 该根据该N/2点第五信号和该N/2点第七信号确定该N/2点第十一信号包括:

[0063] 该N/2点第十一信号包括的N/2点信号为该N/2点第五信号和该N/2点第七信号对

应位置上的信号求和得到的。

[0064] 第十一方面,提供一种信号传输装置,包括:

[0065] 输入接口(电路),用于获取 $3N/2$ 点第十二信号,

[0066] 该 $3N/2$ 点第十二信号由 $N/2$ 点第八信号、 $N/2$ 点第九信号和 $N/2$ 点第七信号组成,或者,

[0067] 该 $3N/2$ 点第十二信号由 $N/2$ 点第十信号、 $N/2$ 点第十一信号和 $N/2$ 点第六信号组成,逻辑电路,用于根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N/2$ 点信号和 $N$ 点信号;

[0068] 该逻辑电路,还用于根据该分离得到的 $N$ 点信号确定 $N$ 点第二信号;

[0069] 该逻辑电路,还用于根据该分离得到的 $N$ 点信号、该 $N$ 点第二信号和该分离得到的 $N/2$ 点信号确定 $N$ 点第三信号;

[0070] 该逻辑电路,还用于基于该 $N$ 点第二信号和该 $N$ 点第三信号确定 $N$ 点第一信号;

[0071] 其中,该 $N$ 为正偶数。结合第十一方面,在第十一方面的某些实现方式中,当该 $3N/2$ 点第十二信号由该 $N/2$ 点第八信号、该 $N/2$ 点第九信号和该 $N/2$ 点第七信号组成时,该逻辑电路用于根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N/2$ 点信号和 $N$ 点信号包括:

[0072] 该逻辑电路具体用于根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N$ 点第十五信号和该 $N/2$ 点第七信号,其中,该 $N$ 点第十五信号由该 $N/2$ 点第八信号和该 $N/2$ 点第九信号组成;

[0073] 该逻辑电路用于根据该分离得到的 $N$ 点信号确定 $N$ 点第二信号包括:

[0074] 该逻辑电路具体用于根据该 $N$ 点第十五信号确定该 $N$ 点第二信号;

[0075] 该逻辑电路用于根据该分离得到的 $N$ 点信号、该 $N$ 点第二信号和该分离得到的 $N/2$ 点信号确定 $N$ 点第三信号包括:

[0076] 该逻辑电路具体用于根据该 $N$ 点第二信号用于确定该 $N/2$ 点第四信号和/或该 $N/2$ 点第五信号;

[0077] 根据该 $N/2$ 点第四信号和/或该 $N/2$ 点第五信号以及该 $N$ 点第十五信号确定该 $N/2$ 点第六信号;

[0078] 根据该 $N/2$ 点第七信号和该 $N/2$ 点第六信号确定该 $N$ 点第三信号。

[0079] 结合第十一方面,在第十一方面的某些实现方式中,该逻辑电路用于基于该 $N$ 点第十五信号确定该 $N$ 点第二信号包括:

[0080] 该逻辑电路具体用于对该 $N$ 点第十五信号进行IFFT或FFT得到 $N$ 点第十六信号;

[0081] 对该 $N$ 点第十六信号进行偶数位置置零得到该 $N$ 点第二信号。

[0082] 结合第十一方面,在第十一方面的某些实现方式中,当该 $3N/2$ 点第十二信号由该 $N/2$ 点第十信号、该 $N/2$ 点第十一信号和该 $N/2$ 点第六信号组成时,该逻辑电路用于根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N/2$ 点信号和 $N$ 点信号包括:

[0083] 该逻辑电路具体用于根据该 $3N/2$ 点第十二信号分离得到 $N$ 点第十七信号和该 $N/2$ 点第六信号,其中,该 $N$ 点第十七信号由该 $N/2$ 点第十信号和该 $N/2$ 点第十一信号组成;

[0084] 该逻辑电路用于根据该 $N$ 点信号确定 $N$ 点第二信号包括:

[0085] 该逻辑电路具体用于根据基于该 $N$ 点第十七信号确定该 $N$ 点第二信号;

[0086] 该逻辑电路用于根据该 $N$ 点第二信号和该 $N/2$ 点信号确定 $N$ 点第三信号包括:

[0087] 该逻辑电路具体用于根据该 $N$ 点第二信号用于确定该 $N/2$ 点第四信号和/或该 $N/2$ 点第五信号;

- [0088] 根据该N/2点第四信号和/或该N/2点第五信号以及该N点第十七信号确定该N/2点第七信号；
- [0089] 根据该N/2点第六信号和该N/2点第七信号确定该N点第三信号。
- [0090] 结合第十一方面,在第十一方面的某些实现方式中,该逻辑电路用于基于该N点第十七信号确定该N点第二信号包括:
- [0091] 该逻辑电路具体用于对该N点第十七信号进行IFFT或FFT得到N点第十八信号;
- [0092] 对该N点第十七信号进行偶数位置置零得到该N点第二信号。
- [0093] 结合第十一方面,在第十一方面的某些实现方式中,该逻辑电路用于基于该N/2点第七信号和该N/2点第六信号确定该N点第三信号包括:
- [0094] 该逻辑电路具体用于基于该N/2点第七信号和该N/2点第六信号确定N点第十四信号;
- [0095] 对该N点第十四信号进行IFFT或FFT得到该N点第三信号。
- [0096] 第十二方面,提供了一种光信号传输设备,包括第十方面所示的信号传输的装置和第十一方面所示的信号传输的装置。

### 附图说明

- [0097] 图1是适用于本申请实施例提供的信号传输的方法的信号传输系统100的示意图。
- [0098] 图2是满足HS约束的OFDM信号的时域信号的示意图。
- [0099] 图3是基于DCO-OFDM方法的OFDM信号的时域信号的示意图。
- [0100] 图4是满足HS约束偶数位置置0的OFDM信号的时域信号的示意图。
- [0101] 图5是基于ACO-OFDM方法的OFDM信号的时域信号的示意图。
- [0102] 图6是基于U-OFDM方法的OFDM信号的时域信号的示意图。
- [0103] 图7是本申请提供的一种信号传输的方法的示意性流程图。
- [0104] 图8是本申请实施例提供的满足HS约束奇数位置上的N点频域信号的OFDM信号的时域信号的示意图。
- [0105] 图9是本申请实施例提供的满足HS约束偶数位置上的N点频域信号的OFDM信号的时域信号的示意图。
- [0106] 图10中(a)和(b)是本申请实施例提供的空口信号示意图。
- [0107] 图11是本申请提出的信号传输的装置1100的示意图。
- [0108] 图12是适用于本申请实施例的发射机1200的结构示意图。
- [0109] 图13是本申请提出的信号传输的装置1300的示意图。
- [0110] 图14是适用于本申请实施例的接收机1400的结构示意图。

### 具体实施方式

- [0111] 下面将结合附图,对本申请中的技术方案进行描述。
- [0112] 以下实施例中所使用的术语只是为了描述特定实施例的目的,而并非旨在作为对本申请的限制。如在本申请的说明书和所附权利要求书中所使用的那样,单数表达形式“一个”、“一种”、“所述”、“上述”、“该”和“这一”旨在也包括。例如“一个或多个”这种表达形式,除非其上下文中明确地有相反指示。还应当理解,在本申请以下各实施例中,“至少一个”、

“一个或多个”是指一个、两个或两个以上。

[0113] 在本说明书中描述的参考“一个实施例”或“一些实施例”等意味着在本申请的一个或多个实施例中包括结合该实施例描述的特定特征、结构或特点。由此，在本说明书中的不同之处出现的语句“在一个实施例中”、“在一些实施例中”、“在其他一些实施例中”、“在另外一些实施例中”等不是必然都参考相同的实施例，而是意味着“一个或多个但不是所有的实施例”，除非是以其他方式另外特别强调。术语“包括”、“包含”、“具有”及它们的变形都意味着“包括但不限于”，除非是以其他方式另外特别强调。

[0114] 为便于理解本申请实施例，首先以图1中示出的信号传输系统为例简单说明适用于本申请实施例的信号传输系统。图1是适用于本申请实施例提供的信号传输的方法的信号传输系统100的示意图。

[0115] 如图1所示，该信号传输系统100可以包括至少一个发射机，例如图1所示的发射机110；该信号传输系统100还可以包括至少一个接收机，例如图1所示的接收机120。发射机110与接收机120可通过无线链路通信，或者发射机110与接收机120还可以通过有线链路通信(如，光纤、光缆等)。

[0116] 各设备，如发射机110或接收机120，均可以配置多条无线链路。对于该信号传输系统100中的发射机110而言，所配置的多条无线链路可以包括至少一个用于发送光信号的发射无线链路、对于该光信号传输系统100中的接收机120而言，所配置的多条无线链路可以包括至少一个用于接收光信号的接收无线链路。

[0117] 本申请涉及的发射机、接收机可以是各类终端设备，例如用户设备(英文:User Equipment,简称:UE)、接入终端、用户单元(英文:subscriber unit)、用户站、移动站、移动台(英文:mobile station)、远方站、远程终端、移动设备、用户终端(英文:terminal equipment,简称:TE)、终端、无线通信设备、用户代理或用户装置,平板电脑(英文:pad)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、车载通信模块、可穿戴设备,第五代通信5G网络或5G之后的网络中的终端设备等;还可以是智能交通中的终端和汽车、智能家居中的家用设备、智能电网中的电力抄表仪器、电压监测仪器、环境监测仪器、智能安全网络中的视频监控仪器、收款机、机器类型通信(英文:Machine Type Communication,简称:MTC)终端等等;还可以是激光通信收发机、LED光通信收发机、有线光纤通信收发机、有线光纤通信收发机、光模块等,本申请不作限制。

[0118] 本申请涉及的发射机、接收机还可以是通信系统中的各类网络设备或接入设备,即可以是用于与终端设备进行通信的设备,例如,可以是长期演进(Long Term Evolution, LTE)系统中的演进型基站(英文:Evolutional Node B,简称:eNB或eNodeB)、5G系统中的下一代基站(英文:next generation nodeB,简称:gNB)、发送接收点(英文:transmission reception point,简称:TRP)、中继节点(英文:relay node)、接入点(英文:access point, AP)、宏站(Macro Base Station)、小站(Micro Base Station)、室内AP节点等,本申请不作限制。

[0119] 应理解,图1仅为便于理解而示例的简化示意图,该信号传输系统100中还可以包括其他发射机或者还可以包括其他接收机,图1中未予以画出。

[0120] 为便于理解本申请实施例,对本申请实施例中涉及的几个基本概念做简单说明:

[0121] 1、艾尔米特对称约束。

[0122] 加载在光信号上传输的OFDM信号,产生过程主要包括:

[0123] 首先,产生N个频域信号,然后经过逆向快速傅里叶变换(inverse fast Fourier transform,IFFT)产生N个时域信号,其中,N为正整数。

[0124] 光通信中要求OFDM信号的N个时域信号为非负实数,具体地非负实数可以分为两个部分:1)实数;2)非负数。

[0125] 为了满足时域信号为实数的要求,OFDM信号的N个频域信号需要满足埃尔米特对称(Hermitian symmtry,HS)约束,即:

$$[0126] \quad X_m = X_{N-m}^* \quad 0 < m < \frac{N}{2}$$

$$[0127] \quad X_0 = X_{\frac{N}{2}}$$

[0128] 其中, $X_m$ 为N个频域信号中的索引值为m的频域信号, $X_{N-m}^*$ 为N个频域信号中的索引值为N-m的频域信号的共轭值, $X_{\frac{N}{2}}$ 为N个频域信号中的索引值为N/2的频域信号。

[0129] 上述的HS约束广泛应用于光通信领域,保证了OFDM信号的时域信号为实数的要求。但是,该HS约束并不能保证OFDM信号的N个时域信号为非负数。

[0130] 为了进一步满足OFDM信号的N个时域信号为非负数的要求,光通信领域出现了不同的方法。

[0131] 例如,直流偏置光学正交频分复用(direct current-based optical orthogonal frequency division multiplexing,DCO-OFDM)方法、非对称限幅光学正交频分复用(asymmetrically clipped optical orthogonal frequency division multiplexing,ACO-OFDM)方法以及单极化正交频分复用(unipolar orthogonal frequency division multiplexing,U-OFDM)。

[0132] 下面,简单介绍这几种保证OFDM信号的N个时域信号为非负数的方法。

[0133] 2、直流偏置光学正交频分复用方法。

[0134] DCO-OFDM方法通过对OFDM信号的时域信号添加直流偏置的方式,保证OFDM信号的时域信号为非负数。

[0135] 具体地,当OFDM信号的N个频域信号(如, $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ )满足上述的HS约束的前提下,OFDM信号的N个时域信号(如, $x(0), x(1), \dots, x(N-1)$ )为实数,如图2所示。图2是满足HS约束的OFDM信号的时域信号的示意图。

[0136] 如图3所示。图3是基于DCO-OFDM方法的OFDM信号的时域信号的示意图。

[0137] 由于满足HS约束,采用DCO-OFDM方法传输OFDM信号的情况下频谱效率为1/2,并且需要直流偏置,增加了信号传输的功耗。

[0138] 3、非对称限幅光学正交频分复用方法。

[0139] ACO-OFDM方法通过将OFDM信号的频域信号的偶数位置置0,则OFDM信号的时域信号满足对称性。进一步地,基于对称性,将负数的时域信号直接置0。

[0140] 具体地,当OFDM信号的N个频域信号(如, $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ )满足上述的HS约束的前提下,OFDM信号的N个时域信号(如, $x(0), x(1), \dots, x(N-1)$ )为实数,如上述图2所示。

[0141] 如图4所示。图4是满足HS约束偶数位置置0的OFDM信号的时域信号的示意图。



[0142] 如图5所示。图5是基于ACO-OFDM方法的OFDM信号的时域信号的示意图。

[0143] 由于对称性,原始信号信息并未丢失。相比于上述的DCO-OFDM方法,由于OFDM信号的频域信号的偶数位置置0,牺牲了一半的频谱效率,频谱效率为1/4,但是由于不需要直流偏置,降低了功耗。

[0144] 4、单极化正交频分复用方法。

[0145] U-OFDM方法通过将OFDM信号的时域信号的负数部分,翻转后放置于OFDM信号的时域信号后面进行传输。

[0146] 具体地,当OFDM信号的N个频域信号(如, $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ )满足上述的HS约束的前提下,OFDM信号的N个时域信号(如, $x(0), x(1), \dots, x(N-1)$ )为实数,如上述图2所示。

[0147] 如图6所示。图6是基于U-OFDM方法的OFDM信号的时域信号的示意图。

[0148] 相比于DCO-OFDM方法,由于时间展开了一倍,牺牲了一半的时间效率,等价于牺牲了一半的频谱效率,频谱效率为1/4,但是由于不需要直流偏置,降低了功耗。

[0149] 由上所述,可见光领域传输信号需要满足非负实数的要求。为了满足该要求,上述的DCO-OFDM方法通过直流偏置实现在频谱效率为1/2的情况下进行信号传输,但是由于需要直流偏置,增加了功耗;ACO-OFDM方法和U-OFDM方法虽然不需要直流偏置,降低了功耗,但是频谱效率为1/4,即上述的几种保证OFDM信号的N个时域信号为非负实数的方法存在功耗大和/或频谱效率低的缺陷,为了保证OFDM信号的基带信号为非负实数且不增加功耗的前提下提高频谱效率本申请提出一种信号传输的方法,在不需要直流偏置的情况下,设计新的空口信号传输波形,以期提高频谱效率。

[0150] 此外,为了便于理解本申请实施例,做出以下几点说明。

[0151] 第一,在本申请中,“用于指示”可以包括用于直接指示和用于间接指示。当描述某一指示信息用于指示A时,可以包括该指示信息直接指示A或间接指示A,而并不代表该指示信息中一定包括有A。

[0152] 将指示信息所指示的信息称为待指示信息,则具体实现过程中,对待指示信息进行指示的方式有很多种。例如但不限于,可以直接指示待指示信息,如待指示信息本身或者该待指示信息的索引等。也可以通过指示其他信息来间接指示待指示信息,其中该其他信息与待指示信息之间存在关联关系。还可以仅仅指示待指示信息的一部分,而待指示信息的其他部分则是已知的或者提前约定的。例如,还可以借助预先约定(例如协议规定)的各个信息的排列顺序来实现对特定信息的指示,从而在一定程度上降低指示开销。同时,还可以识别各个信息的通用部分并统一指示,以降低单独指示同样的信息而带来的指示开销。

[0153] 第二,在本申请中第一、第二以及各种数字编号(例如,“#1”、“#2”)仅为描述方便进行的区分,并不用来限制本申请实施例的范围。例如,区分不同的信号。

[0154] 第三,在本申请中,“预设的”可包括由发射机信令指示,或者预先定义,例如,协议定义。其中,“预先定义”可以通过在设备(例如,包括发射机或接收机)中预先保存相应的代码、表格或其他可用于指示相关信息的方式来实现,本申请对于其具体的实现方式不做限定。

[0155] 第四,本申请实施例中涉及的“保存”,可以是指的保存在一个或者多个存储器中。所述一个或者多个存储器,可以是单独的设置,也可以是集成在编码器或者译码器,处理器、或通信装置中。所述一个或者多个存储器,也可以是一部分单独设置,一部分集成在译

码器、处理器、或通信装置中。存储器的类型可以是任意形式的存储介质，本申请并不对此限定。

[0156] 下面结合附图详细介绍本申请实施例提供的信号传输的方法。

[0157] 应理解，本申请实施例提供的信号传输的方法可以应用于如图1中所示的信号传输系统100。信号传输系统可以包括至少一个发射机和至少一个接收机。发射机和接收机之间可通过光纤通信。

[0158] 还应理解，下文中示出的实施例并未对本申请实施例提供的方法的执行主体的具体结构特别限定，只要能够通过运行记录有本申请实施例的提供的方法的代码的程序，以根据本申请实施例提供的方法进行通信即可，例如，本申请实施例提供的方法的执行主体可以是发射机和接收机，或者是发射机和接收机中能够执行程序的功能模块。

[0159] 以下，不失一般性，以发射机和接收机之间的交互为例详细说明本申请实施例提供的用于信号传输的方法。

[0160] 图7是本申请提供的一种信号传输的方法的示意性流程图。执行主体包括发射机和接收机。

[0161] 该信号传输的方法中发射机侧执行的步骤主要包括：

[0162] 1) 获取N点第一信号，该N为正偶数；

[0163] 2) 针对N点第一信号，通过奇数与偶数位置分离操作得到N点第二信号（奇数位置上的信号）和N点第三信号（偶数位置上的信号）；

[0164] 3) 对分离得到的N点第二信号进行IFFT或FFT操作得到N点第十三信号、对分离得到的N点第三信号进行IFFT或FFT操作得到N点第十四信号；

[0165] 4) 基于N点第十三信号确定N/2点第四信号和N/2点第五信号、基于N点第十四信号确定N/2点第六信号和N/2点第七信号；

[0166] 5) 对N/2点第四信号、N/2点第五信号、N/2点第六信号和N/2点第七信号进行混合操作，得到N/2点第八信号、N/2点第九信号；或者，得到N/2点第十信号和N/2点第十一信号中的至少三个；

[0167] 6) 向接收机发送3N/2点第十二信号，3N/2点第十二信号由N/2点第八信号、N/2点第九信号和N/2点第七信号组成，或者，3N/2点第十二信号由N/2点第十信号、N/2点第十一信号和N/2点第六信号组成。

[0168] 该信号传输的方法中接收机侧执行的步骤主要包括：

[0169] 1) 获取3N/2点第十二信号；

[0170] 2) 对3N/2点第八信号进行分离操作，得到N点第十五信号和N/2点第七信号；或者，得到N点第十七信号和N/2点第六信号；

[0171] 3) 对N点第十五信号或者N点第十七信号进行IFFT或FFT以及偶数位置置零操作得到N点第二信号；

[0172] 4) 对N点第二信号进行IFFT或FFT操作确定N/2点第四信号和/或N/2点第五信号；

[0173] 5) 根据N/2点第四信号和/或N/2点第五信号以及N/2点第七信号；或根据N/2点第四信号和/或N/2点第五信号以及N/2点第六信号确定N点第三信号；

[0174] 6) 基于N点第二信号和N点第三信号恢复得到N点第一信号。

[0175] 上面简单说明了本申请实施例中，发射机和接收机执行的步骤，下面结合图7详细

说明每个步骤的执行方式：

[0176] 该信号传输的方法至少包括以下步骤中的部分步骤：

[0177] S701, 获取N点第一信号。

[0178] 可选地, 发射机获取N点第一信号可以是接收到外部输入的待传输的N点第一信号；

[0179] 可选地, 发射机获取N点第一信号可以是基于接收到的外部输入的待传输的N1点信号进行删除或增加至少一点信号得到的信号；

[0180] 例如, 发射机接收到的外部输入的待传输的N1点信号 (N1为正奇数), 发射机可以删除N1点信号中的奇数点信号之后得到上述的N点第一信号, 或者, 在N1点信号中增加奇数点信号之后得到上述的N点第一信号；

[0181] 还例如, 发射机接收到的外部输入的待传输的N1点信号 (N1为正偶数), 发射机可以删除N1点信号中的偶数点信号之后得到上述的N点第一信号, 或者, 在N1点信号中增加偶数点信号之后得到上述的N点第一信号。

[0182] 需要说明的是, 本申请实施例中对于发射机增加的信号或删除的信号所在的位置并不限定, 对于如何增加或删除信号也不限定。

[0183] 可选地, 发射机获取N点第一信号可以是对接收到的2N点信号进行奇偶分离之后得到的奇数位置上的或者偶数位置上的N点第一信号；

[0184] 可选地, 发射机获取N点第一信号可以是对接收到的N2点信号进行信号分离之后, 得到的多组信号中的某一组信号。

[0185] 应理解, 上述只是举例说明如何获取N点第一信号, 对本申请的保护范围不构成任何的限定, 本申请实施例中发射机还可以通过其他方式获取上述的N点第一信号。

[0186] 上述的N为正偶数, 为了便于说明下文中以N点第一信号为接收到外部输入的待传输的N点第一信号为例进行说明, 其他的获取得到N点第一信号之后发射机执行的步骤与接收到外部输入的待传输的N点第一信号之后发射机执行的步骤类似, 本申请不再赘述。作为一种可能的实现方式, 输入OFDM信号的N点第一频域信号。

[0187] 作为另一种可能的实现方式, 输入OFDM信号的N点第一时域信号。

[0188] 需要说明的是, 本申请实施例中所涉及的N点第一信号的具体类型不做限定, 可以是OFDM信号, 或者还可以是与OFDM信号类似的满足对称性质的其他信号。

[0189] 但是, 为了便于描述, 本申请中以输入的N点第一信号为OFDM信号的N点第一频域信号为例进行说明, 当输入的N点第一信号为OFDM信号的N点第一时域信号的情况下, 或者, 输入的N点第一信号为其他与OFDM信号具有类似的性质的信号情况下的, 处理过程类似, 本申请中不分别进行说明。

[0190] 例如, 将OFDM信号的N点第一频域信号 (如,  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ ) 输入发射机。

[0191] S702, 根据N点第一信号确定N点第二信号和N点第三信号。

[0192] 其中, N点第二信号包括的N点信号由上述的N点第一信号中偶数位置上的信号置零得到; N点第三信号包括的N点信号由上述的N点第一信号中奇数位置上的信号置零得到。

[0193] 示例性地, N点第二信号包括的N点信号由上述的N点第一信号中偶数位置上的信号置零得到包括：

[0194] N点第二信号包括的N点信号由上述的N点第一信号中偶数位置上的信号置零和奇

数位置上的信号组成。

[0195] 示例性地, N点第三信号包括的N点信号由上述的N点第一信号中奇数位置上的信号置零得到包括:

[0196] N点第三信号包括的N点信号由上述的N点第一信号中奇数位置上的信号置零和偶数位置上的信号组成。

[0197] 具体地, N点第二信号用于确定N/2点第四信号和N/2点第五信号、N点第三信号用于确定N/2点第六信号和N/2点第七信号。下面将结合步骤S703和步骤S704详细说明如何确定得到N/2点第四信号、N/2点第五信号、N/2点第六信号和N/2点第七信号, 这里不进行详细说明。

[0198] 可选地, 上述的N点第二信号也可以称为奇数位置上的N点信号、上述的N点第三信号也可以称为偶数位置上的N点信号。

[0199] 例如, 以输入的N点第一信号为N点第一频域信号(如,  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ )为例说明上述的N点第二信号和N点第三信号:

[0200] 输入发射机的OFDM信号的N点第一频域信号经过奇数与偶数位置分离, 得到奇数位置上的N点频域信号:  $0, X(1), 0, X(3), \dots, 0, X(N-1)$ , 可以理解为, 基于上述的OFDM信号的N点频域信号将偶数位置上的N/2点频域信号置0, 且保留OFDM信号的N点频域信号奇数位置上的N/2点频域信号即可得到上述的奇数位置上的N点频域信号;

[0201] 同理, 输入发射机的OFDM信号的N点第一频域信号经过奇数与偶数位置分离, 得到偶数位置上的N点频域信号:  $X(0), 0, X(2), 0, \dots, X(N-2), 0$ , 可以理解为, 基于上述的OFDM信号的N点频域信号将奇数位置上的N/2点频域信号置0, 且保留OFDM信号的N点频域信号偶数位置上的N/2点频域信号即可得到上述的偶数位置上的N点频域信号。

[0202] 进一步地, 为了便于理解, 下面以一个具体的例子说明如何基于输入OFDM信号的N点第一频域信号得到奇数位置上的N点频域信号和偶数位置上的N点频域信号:

[0203] 例如, 输入OFDM信号的8点频域信号 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ 如表1所示:

[0204] 表1

N点第一信号, N=8							
0	-3-j	-3+j	-1+3j	0	-1-3j	-3-j	-3+j

[0206] 则经过奇数与偶数位置分离处理得到奇数位置上的8点频域信号:  $0, X(1), 0, X(3), \dots, 0, X(N-1)$ 如表2所示:

[0207] 表2

N点第二信号, N=8							
0	-3-j	0	-1+3j	0	-1-3j	0	-3+j

[0209] 则经过奇数与偶数位置分离处理得到奇数位置上的8点频域信号:  $X(0), 0, X(2), 0, \dots, X(N-2), 0$ 如表3所示:

[0210] 表3

N点第三信号, N=8							
0	0	-3+j	0	0	0	-3-j	0

[0212] S703, 根据N点第二信号确定N/2点第四信号和N/2点第五信号。

[0213] 作为一种可能的实现方式,上述的N点第一信号为OFDM信号的频域信号,则N点第二信号也为OFDM信号的频域信号。在该实现方式下,根据N点第二信号确定N/2点第四信号和N/2点第五信号包括:

[0214] 对N点第二信号进行N点IFFT产生N点时域信号(可以称为N点第十三信号),该N点时域信号满足反对称特性,如图8所示,图8是本申请实施例提供的满足HS约束奇数位置上的N点频域信号的OFDM信号的时域信号的示意图。

[0215] 进一步地,基于N点时域信号确定上述的N/2点第四信号和N/2点第五信号,其中,N/2点第四信号中包括的N/2点时域信号为:上述的N点时域信号中 $0 \sim N/2-1$ 点(也可以称为前N/2点)时域信号中的小于0的时域信号置零之后的值和大于0的时域信号的值,或者,

[0216] N/2点第四信号中包括的N/2点时域信号为:上述的N点时域信号中 $N/2 \sim N-1$ 点(也可以称为后N/2点)时域信号中的大于0的信号置零之后的值和小于0的信号取绝对值组成;

[0217] N/2点第五信号中包括的N/2点时域信号为:上述的N点时域信号中 $0 \sim N/2-1$ 点时域信号中的大于0的时域信号置零之后的值和小于0的时域信号取绝对值之后的值,或者,

[0218] N/2点第五信号中包括的N/2点时域信号为:上述的N点时域信号中 $N/2 \sim N-1$ 点时域信号中的小于0的信号置零和大于0的信号组成。

[0219] 作为另一种可能的实现方式,上述的N点第一信号为OFDM信号的时域信号,则N点第二信号也为OFDM信号的时域信号。在该实现方式下,根据N点第二信号确定N/2点第四信号和N/2点第五信号包括:

[0220] 对N点第二信号进行N点FFT产生N点频域信号(可以称为N点第十三信号),该N点频域信号满足反对称特性;

[0221] 进一步地,基于N点频域信号确定上述的N/2点第四信号和N/2点第五信号,与上述的可能的方式类似,这里不再赘述。

[0222] 下面以上述的N点第二信号为OFDM信号的频域信号为例进行说明:

[0223] 对奇数位置上的N点频域信号: $0, X(1), 0, X(3), \dots, 0, X(N-1)$ ,进行IFFT操作后的时域信号,满足反对称特性。

[0224] 图8中 $0 \sim N/2-1$ 点时域信号中,大于等于零的时域信号定义为A,小于零的时域信号定义为-B,其中A与B均为大于零的时域信号,或者,图8中 $N/2 \sim N-1$ 点时域信号中,小于零的时域信号定义为-A,大于等于零的时域信号定义为B,其中A与B均为大于零的时域信号。

[0225] 具体地,奇数位置上的N点频域信号: $0, X(1), 0, X(3), \dots, 0, X(N-1)$ ,进行IFFT操作后得到时域信号 $x_0(0), x_0(1), \dots, x_0(N-1)$ ,该时域信号 $x_0(0), x_0(1), \dots, x_0(N-1)$ 满足反对称特性,例如, $x_0(m) = -x_0(N/2+m)$ 分别提取前半部分索引值为0到N/2-1的N/2点正值部分,以及N/2点负值部分。

[0226] 其中,N/2点正值部分为 $A = A(0), A(1), \dots, A(N/2-1)$ ,当 $x_0(m) \geq 0$ 时, $A(m) = x_0(m)$ ,当 $x_0(m) < 0$ 时, $A(m) = 0$ ;N/2点负值部分的绝对值为 $B = B(0), B(1), \dots, B(N/2-1)$ ,当 $x_0(m) \geq 0$ 时, $B(m) = 0$ ,当 $x_0(m) < 0$ 时, $B(m) = -x_0(m)$ 。

[0227] 还例如, $x_0(m) = -x_0(N/2+m)$ 分别提取前半部分索引值为N/2到N-1的N/2点正值部分,以及N/2点负值部分。

[0228] 其中,N/2点正值部分为 $B = B(N/2), B(N/2+1), \dots, B(N-1)$ ,当 $x_0(m) \geq 0$ 时, $B(m) = x_0(m)$ ,当 $x_0(m) < 0$ 时, $B(m) = 0$ ;N/2点负值部分的绝对值为 $A = A(N/2), A(N/2+1), \dots, A(N-1)$ ,

当 $x_o(m) \geq 0$ 时,  $A(m) = 0$ , 当 $x_o(m) < 0$ 时,  $A(m) = -x_o(m)$ 。

[0229] S704, 根据N点第三信号确定N/2点第六信号和N/2点第七信号。

[0230] 作为一种可能的实现方式, 上述的N点第一信号为OFDM信号的频域信号, 则N点第三信号也为OFDM信号的频域信号。在该实现方式下, 根据N点第三信号确定N/2点第六信号和N/2点第七信号包括:

[0231] 对N点第三信号进行N点IFFT产生N点时域信号(可以称为N点第十四信号), 该N点时域信号满足对称特性, 如图9所示, 图9是本申请实施例提供的满足HS约束偶数位置上的N点频域信号的OFDM信号的时域信号的示意图。

[0232] 进一步地, 基于N点时域信号确定上述的N/2点第六信号和N/2点第七信号, 其中, N/2点第六信号中包括的N/2点时域信号为: 上述的N点时域信号中 $0 \sim N/2-1$ 点或 $N/2 \sim N-1$ 点时域信号中的小于0的时域信号置零之后的值和大于0的时域信号的值; N/2点或 $N/2 \sim N-1$ 点第七信号中包括的N/2点时域信号为: 上述的N点时域信号中 $0 \sim N/2-1$ 点时域信号中的大于0的时域信号置零之后的值和小于0的时域信号取绝对值之后的值。

[0233] 作为另一种可能的实现方式, 上述的N点第一信号为OFDM信号的时域信号, 则N点第三信号也为OFDM信号的时域信号。在该实现方式下, 根据N点第三信号确定N/2点第六信号和N/2点第七信号包括:

[0234] 对N点第三信号进行N点FFT产生N点频域信号(可以称为N点第十四信号), 该N点频域信号满足对称特性;

[0235] 进一步地, 基于N点频域信号确定上述的N/2点第六信号和N/2点第七信号, 与上述的可能的方式类似, 这里不再赘述。

[0236] 下面以上述的N点第三信号为OFDM信号的频域信号为例进行说明:

[0237] 对偶数位置上的N点频域信号: $X(0), 0, X(2), 0, \dots, X(N-2), 0$ , 进行IFFT操作后的时域信号, 满足对称特性。

[0238] 图9中 $0 \sim N/2-1$ 点时域信号中, 大于等于零的时域信号定义为C, 小于零的时域信号定义为-D, 其中C与D均为大于零的频域信号, 或者, 图9中 $N/2 \sim N-1$ 点时域信号中, 小于零的时域信号定义为-D, 大于等于零的时域信号定义为C, 其中C与D均为大于零的频域信号。

[0239] 具体地, 偶数位置上的N点频域信号: $X(0), 0, X(2), 0, \dots, X(N-2), 0$ , 进行IFFT操作后得到时域信号 $x_e(0), x_e(1), \dots, x_e(N-1)$ , 该时域信号 $x_e(0), x_e(1), \dots, x_e(N-1)$ 满足对称特性, 例如,  $x_e(m) = x_e(N/2+m)$  分别提取前半部分索引值为0到 $N/2-1$ 的N/2点正值部分, 以及N/2点负值部分。

[0240] 其中, N/2点正值部分为 $C = C(0), C(1), \dots, C(N/2-1)$ , 当 $x_e(m) \geq 0$ 时,  $C(m) = x_e(m)$ , 当 $x_e(m) < 0$ 时,  $C(m) = 0$ ; N/2点负值部分的绝对值为 $D = D(0), D(1), \dots, D(N/2-1)$ , 当 $x_e(m) \geq 0$ 时,  $D(m) = 0$ , 当 $x_e(m) < 0$ 时,  $D(m) = -x_e(m)$ 。

[0241] 还例如,  $x_e(m) = x_e(N/2+m)$  分别提取后半部分索引值为 $N/2$ 到 $N-1$ 的N/2点正值部分, 以及N/2点负值部分。

[0242] 其中, N/2点正值部分为 $C = C(N/2), C(N/2+1), \dots, C(N-1)$ , 当 $x_e(m) \geq 0$ 时,  $C(m) = x_e(m)$ , 当 $x_e(m) < 0$ 时,  $C(m) = 0$ ; N/2点负值部分的绝对值为 $D = D(N/2), D(N/2+1), \dots, D(N-1)$ , 当 $x_e(m) \geq 0$ 时,  $D(m) = 0$ , 当 $x_e(m) < 0$ 时,  $D(m) = -x_e(m)$ 。

[0243] 为了便于理解, 下面举例说明奇数位置上的N点频域信号和偶数位置上的N点频域

信号分别经过IFFT产生的N个时域信号：

[0244] 例如，奇数位置上的N点频域信号如上述的表2所示，则奇数位置上的8点频域信号经过8点IFFT操作产生的8个时域信号如表5所示：

[0245] 表5

N点奇数位置信号，IFFT后的信号，N=8							
-1	-0.707	1	0	1	0.707	-1	0

[0247] 偶数位置上的N点频域信号如上述的表3所示，则偶数位置上的8点频域信号经过8点IFFT操作产生的8个时域信号如表6所示：

[0248] 表6

N点偶数位置信号，IFFT后的信号，N=8							
-0.75	-0.25	0.75	0.25	-0.75	-0.25	0.75	0.25

[0250] 需要说明的是，上述的步骤S703和S704在执行顺序上没有明确的先后关系，可以先执行步骤S703后执行S704，也可以先执行S704然后执行S703，或者，还可以同时执行S703和S704，这里不再赘述。

[0251] S705，确定 $3N/2$ 点第十二信号。

[0252] 具体地，确定 $3N/2$ 点第十二信号包括以下两种方式：

[0253] 方式一、

[0254] 根据上述的 $N/2$ 点第四信号和所述 $N/2$ 点第六信号确定 $N/2$ 点第八信号。

[0255] 例如， $N/2$ 点第八信号包括的 $N/2$ 点信号为 $N/2$ 点第四信号包括的信号和 $N/2$ 点第六信号包括的信号对应位置上的信号求和得到的。其中，对应位置可以理解为 $N/2$ 点第八信号中的第一个位置上的信号为 $N/2$ 点第四信号中的第一个位置上的信号和 $N/2$ 点第六信号中的第一个位置上的信号求和得到，依次类推 $N/2$ 点第八信号中的第P个位置上的信号为 $N/2$ 点第四信号中的第P个位置上的信号和 $N/2$ 点第六信号的第P个位置上的信号求和得到。

[0256] 根据上述的 $N/2$ 点第五信号和所述 $N/2$ 点第六信号确定 $N/2$ 点第九信号。

[0257] 例如， $N/2$ 点第九信号包括的 $N/2$ 点信号为 $N/2$ 点第五信号包括的信号和 $N/2$ 点第六信号包括的信号对应位置上的信号求和得到的。其中，对应位置可以理解为 $N/2$ 点第九信号中的第一个位置上的信号为 $N/2$ 点第五信号中的第一个位置上的信号和 $N/2$ 点第六信号中的第一个位置上的信号求和得到，依次类推 $N/2$ 点第九信号中的第P个位置上的信号为 $N/2$ 点第五信号中的第P个位置上的信号和 $N/2$ 点第六信号的第P个位置上的信号求和得到。

[0258] 在方式一中， $3N/2$ 点第十二信号由所述 $N/2$ 点第八信号、 $N/2$ 点第九信号和所述 $N/2$ 点第七信号组成。

[0259] 以上述的 $N/2$ 点第四信号、 $N/2$ 点第五信号、 $N/2$ 点第六信号和 $N/2$ 点第七信号为时域信号进行说明：

[0260] 具体地，通过时域信号混合，实现 $3N/2$ 点时域信号输出。

[0261] 如S703中所示，奇数位置上的N点第二信号经过IFFT变换之后的时域信号可以用 $N/2$ 点第四信号和 $N/2$ 点第五信号表示（即，A和B表示）；如S704中所示，偶数位置上的N点第三信号经过IFFT变换之后的时域信号可以用 $N/2$ 点第六信号和 $N/2$ 点第七信号（即，C和D表示）。

[0262] 在方式一中，通过时域信号混合，可以得到获得(A+C)和(B+C)，或者，通过时域信

号混合,可以得到获得(A+C), (B+C), (B+D), (A+D),在方式一中选择其中的(A+C)和(B+C)作为待发送的信号。

[0263] 为了便于理解,下面举例说明方式一中如何基于奇数位置上的N点第二信号得到的N个时域信号和偶数位置上的N点第三信号得到的N个时域信号,生成 $3N/2$ 点时域信号:

[0264] 例如,奇数位置上的N点第三信号得到的N个时域信号如上述的表5所示,偶数位置上的N点第三信号得到的N个时域信号如上述的表6所示。

[0265] 从上述的表5和上述的图8中可以看出奇数位置上的N点第二信号得到的N个时域信号满足反对称性,并且图8中 $0 \sim N/2-1$ 点时域信号中,大于等于零的时域信号定义为A,小于零的时域信号定义为-B,或者,图8中 $N/2 \sim N-1$ 点时域信号中,小于零的时域信号定义为-A,大于等于零的时域信号定义为B,可得A和B的取值如表7所示:

[0266] 表7

[0267] A	0	0	1	0
B	1	0.707	0	0

[0268] 从上述的表6和上述的图9中可以看出偶数位置上的N点第三信号得到的N个时域信号满足对称性,并且图9中 $0 \sim N/2-1$ 点时域信号中,大于等于零的时域信号定义为C,小于零的时域信号定义为-D,或者,图9中 $N/2 \sim N-1$ 点时域信号中,小于零的时域信号定义为-D,大于等于零的时域信号定义为C,可得C和D的取值如表8所示:

[0269] 表8

[0270] C	0	0	0.75	0.25
D	0.75	0.25	0	0

[0271] 在方式一中,基于奇数位置上的N点第二信号得到的N个时域信号和偶数位置上的N点第三信号得到的N个时域信号,生成 $3N/2$ 点时域信号包括如表9中所示的3种信号组成:

[0272] 表9

[0273] A+C	0	0	1.75	0.25
B+C	1	0.707	0.75	0.25
D	0.75	0.25	0	0

[0274] 方式二、

[0275] 根据上述的 $N/2$ 点第四信号和所述 $N/2$ 点第七信号确定 $N/2$ 点第十信号。

[0276] 例如, $N/2$ 点第十信号包括的 $N/2$ 点信号为 $N/2$ 点第四信号包括的信号和 $N/2$ 点第七信号包括的信号对应位置上的信号求和得到的。其中,对应位置可以理解为 $N/2$ 点第十信号中的第一个位置上的信号为 $N/2$ 点第四信号中的第一个位置上的信号和 $N/2$ 点第七信号的第一个位置上的信号求和得到,依次类推 $N/2$ 点第十信号中的第P个位置上的信号为 $N/2$ 点第四信号中的第P个位置上的信号和 $N/2$ 点第七信号的第P个位置上的信号求和得到。

[0277] 根据上述的 $N/2$ 点第五信号和所述 $N/2$ 点第七信号确定 $N/2$ 点第十一信号。

[0278] 例如, $N/2$ 点第十一信号包括的 $N/2$ 点信号为 $N/2$ 点第五信号包括的信号和 $N/2$ 点第七信号包括的信号对应位置上的信号求和得到的。其中,对应位置可以理解为 $N/2$ 点第十一信号中的第一个位置上的信号为 $N/2$ 点第五信号中的第一个位置上的信号和 $N/2$ 点第七信号的第一个位置上的信号求和得到,依次类推 $N/2$ 点第十一信号中的第P个位置上的信号为



$N/2$ 点第五信号中的第 $P$ 个位置上的信号和 $N/2$ 点第七信号的第 $P$ 个位置上的信号求和得到。

[0279] 在方式二中,  $3N/2$ 点第十二信号由所述 $N/2$ 点第十信号、 $N/2$ 点第十一信号和所述 $N/2$ 点第六信号组成。

[0280] 以上述的 $N/2$ 点第四信号、 $N/2$ 点第五信号、 $N/2$ 点第六信号和 $N/2$ 点第七信号为时域信号进行说明:

[0281] 具体地, 通过时域信号混合, 实现 $3N/2$ 点时域信号输出。

[0282] 如S703中所示, 奇数位置上的 $N$ 点第二信号经过IFFT变换之后的时域信号可以用 $N/2$ 点第四信号和 $N/2$ 点第五信号表示(即,  $A$ 和 $B$ 表示); 如S704中所示, 偶数位置上的 $N$ 点第三信号经过IFFT变换之后的时域信号可以用 $N/2$ 点第六信号和 $N/2$ 点第七信号(即,  $C$ 和 $D$ 表示)。

[0283] 在方式二中, 通过时域信号混合, 可以得到获得 $(A+D)$ 和 $(B+D)$ , 或者, 通过时域信号混合, 可以得到获得 $(A+C)$ ,  $(B+C)$ ,  $(B+D)$ ,  $(A+D)$ , 在方式二中选择其中的 $(A+D)$ 和 $(B+D)$ 作为待发送的信号。

[0284] 为了便于理解, 下面举例说明方式二中如何基于奇数位置上的 $N$ 点第二信号得到的 $N$ 个时域信号和偶数位置上的 $N$ 点第三信号得到的 $N$ 个时域信号, 生成 $3N/2$ 点时域信号:

[0285] 例如, 奇数位置上的 $N$ 点第三信号得到的 $N$ 个时域信号如上述的表5所示, 偶数位置上的 $N$ 点第三信号得到的 $N$ 个时域信号如上述的表6所示。

[0286] 从上述的表5和上述的图8中可以看出奇数位置上的 $N$ 点第二信号得到的 $N$ 个时域信号满足反对称性, 以及上述的 $A$ 、 $B$ 取值方式, 可得 $A$ 和 $B$ 的取值如上述的表7所示。

[0287] 另外, 从上述的表6和上述的图9中可以看出偶数位置上的 $N$ 点第三信号得到的 $N$ 个时域信号满足反对称性, 以及上述的 $C$ 、 $D$ 取值方式, 可得 $C$ 和 $D$ 的取值如上述的表8所示。

[0288] 在方式二中, 基于奇数位置上的 $N$ 点第二信号得到的 $N$ 个时域信号和偶数位置上的 $N$ 点第三信号得到的 $N$ 个时域信号, 生成 $3N/2$ 点时域信号包括如表10中所示的3种信号组成:

[0289] 表10

[0290] A+D	0.75	0.25	1	0
B+D	1.75	0.957	0	0
C	0	0	0.75	0.25

[0291] S706, 发射机向接收机发送 $3N/2$ 点第十二信号, 相应的, 接收机接收发射机发送的 $3N/2$ 点第十二信号。

[0292] 由上述的S705可知, 对应于S705中所示的方式一和方式二, 发射机侧向接收机发送 $3N/2$ 点第十二信号也包括以下两种方式:

[0293] 方式一、

[0294]  $3N/2$ 点第十二信号由上述的 $N/2$ 点第八信号、 $N/2$ 点第九信号和所述 $N/2$ 点第七信号组成, 即发送 $(A+C)$ ,  $(B+C)$ 和 $D$ 。

[0295] 方式二、

[0296]  $3N/2$ 点第十二信号由上述的 $N/2$ 点第十信号、 $N/2$ 点第十一信号和所述 $N/2$ 点第六信号组成, 即发送 $(A+D)$ ,  $(B+D)$ 和 $C$ 。

[0297] 作为一种可能的实现方式, 发射机和接收机之间可以通过信令协商发送的 $3N/2$ 点第十二信号由 $(A+C)$ ,  $(B+C)$ 和 $D$ 组成还是由 $(A+D)$ ,  $(B+D)$ 和 $C$ 组成; 或者,

[0298] 作为另一种可能的实现方式,发射机可以通过标识信息标识 $3N/2$ 点第十二信号由(A+C), (B+C)和D组成还是由(A+D), (B+D)和C组成,例如,(A+C), (B+C)和D分别对应的标识为#1、#2、#3、(A+D), (B+D)和C分别对应的标识为#4、#5、#6,组成 $3N/2$ 点第十二信号的三个 $N/2$ 点信号为(A+C), (B+C)和D,则发射机可以携带标识#1、#2、#3,其中,标识也可以称为索引,本申请中对于标识信息的具体名称不做限定,具体体现形式也不做限定,能够用于指示 $3N/2$ 点第十二信号由(A+C), (B+C)和D组成还是由(A+D), (B+D)和C组成即可;或者,

[0299] 作为又一种可能的实现方式,可以通过协议预定义的方式确定 $3N/2$ 点第十二信号由(A+C), (B+C)和D组成还是由(A+D), (B+D)和C组成,例如,协议预定义发射机发送的 $3N/2$ 点第十二信号由(A+C), (B+C)和D组成的,则接收机接收到该 $3N/2$ 点第十二信号之后,能够确定接收到(A+C), (B+C)和D。

[0300] 应理解,上述接收机能够确定接收到的 $3N/2$ 点第十二信号由(A+C), (B+C)和D组成还是由(A+D), (B+D)和C组成的实现方式只是举例,对本申请的保护范围不构成任何的限定,接收机还可以通过其他方式获知接收到的 $3N/2$ 点第十二信号由(A+C), (B+C)和D组成还是由(A+D), (B+D)和C组成,如,基于经验值确定等,本申请中不再赘述。

[0301] 如图10所示,图10是本申请实施例提供的空口信号示意图。

[0302] 从图10中的(a)可以看出,发送时域信号(A+C), (B+C)和D,其中,时域信号(A+C), (B+C)和D的发送顺序可以任意排序,例如,除图10中的(a)所示的依次发送时域信号(A+C), (B+C)和D;还可以依次发送时域信号(A+C), D和(B+C);还可以依次发送时域信号(B+C), (A+C)和D;还可以依次发送时域信号(B+C), D和(A+C);还可以依次发送时域信号D, (A+C)和(B+C);还可以依次发送时域信号D, (B+C)和(A+C)。

[0303] 另外,时域信号(A+C), (B+C)和D中分别包括的信号的发送顺序也可以任意排序。例如,(A+C)中包括信号#1.1、信号#1.2、信号#1.3和信号#1.4; (B+C)中包括信号#2.1、信号#2.2、信号#2.3和信号#2.4; D中包括信号#3.1、信号#3.2、信号#3.3和信号#3.4,发射机发送(A+C), (B+C)和D中分别包括的信号的时候,可以将信号#1.1、信号#1.2、信号#1.3、信号#1.4、信号#2.1、信号#2.2、信号#2.3、信号#2.4、信号#3.1、信号#3.2、信号#3.3和信号#3.4以任意的顺序发送给接收机,接收机基于接收到的信号能够获知接收到的时域信号为(A+C), (B+C)和D。

[0304] 当上述的时域信号(A+C), (B+C)和D发送顺序为(A+C), (B+C), D的情况下:

[0305] 一种可能的实现方式,发射机可以依次发送信号#1.1、信号#1.2、信号#1.3、信号#1.4、信号#2.1、信号#2.2、信号#2.3、信号#2.4、信号#3.1、信号#3.2、信号#3.3和信号#3.4;

[0306] 另一种可能的实现方式,发射机可以依次发送信号#1.1、信号#2.1、信号#3.1、信号#1.2、信号#2.2、信号#3.2、信号#1.3、信号#2.3、信号#3.3、信号#1.4、信号#2.4和信号#3.4;

[0307] 又一种可能的实现方式,发射机可以将上述的(A+C), (B+C)和D中分别包括的信号以任意顺序发送给接收端。

[0308] 在以其他的顺序(如,上述的((B+C), (A+C), D或(A+C), D, (B+C)等)发送时域信号(A+C), (B+C)和D的情况下,发射机发送(A+C), (B+C)和D中分别包括的信号的方式与以发送顺序为(A+C), (B+C), D发送时域信号(A+C), (B+C)和D的情况类似,这里不再赘述。

[0309] 从图10中的(b)可以看出,(A+D), (B+D)和C,其中,时域信号(A+D), (B+D)和C的发

送顺序可以任意排序,例如,除图10中的(a)所示的依次发送时域信号(A+D), (B+D)和C;还可以依次发送时域信号(A+D), C和(B+D);还可以依次发送时域信号(B+D), (A+D)和C;还可以依次发送时域信号(B+D), C和(A+D);还可以依次发送时域信号C, (A+D)和(B+D);还可以依次发送时域信号C, (B+D)和(A+D)。

[0310] 另外,时域信号(A+D), (B+D)和C中分别包括的信号的发送顺序也可以任意排序。与上述的发送(A+C), (B+C)和D中分别包括的信号的方式类似,这里不再赘述。

[0311] S707,基于 $3N/2$ 点第十二信号恢复得到N点第一信号。

[0312] 由上述的S706可知,对应于S706中所示的方式一和方式二,接收机基于接收到的 $3N/2$ 点第十二信号恢复得到N点第一信号也包括以下两种方式:

[0313] 方式一、

[0314] 接收机接收到 $3N/2$ 点第十二信号由上述的(A+C), (B+C)和D组成。

[0315] 在方式一中,图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7071,确定N点第十五信号和N/2点第七信号。具体地,接收机接收到 $3N/2$ 点第十二信号之后,首先将 $3N/2$ 点第十二信号分为N点第十五信号和N/2点第七信号,其中,N点第十五信号由(A+C)和(B+C)组成、N/2点第七信号为D。

[0316] 为了便于理解,下面举例说明方式一中如何将 $3N/2$ 点第十二信号分离为N点第十五信号和N/2点第七信号:

[0317] 例如,在方式一中,接收机接收到 $3N/2$ 点第十二信号如上述的表9,则N点第十五信号如表11所示:

[0318] 表11

N点第十五信号, N=8							
(A+C)				(B+C)			
0	0	1.75	0.25	1	0.707	0.75	0.25

[0320] N/2点第七信号如表12所示:

[0321] 表12

N/2点第七信号, N/2=4			
D			
0.75	0.25	0	0

[0323] 进一步地,图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7072,接收机确定N点第十六信号。

[0324] 具体地,接收机对上述的步骤S7071中分离得到的N点第十五信号进行N点FFT或IFFT操作得到N点第十六信号。

[0325] 可选地,若接收机接收到的 $3N/2$ 点第十二信号为时域信号,则N点第十五信号也为时域信号,即对N点第十五信号进行N点FFT操作,得到N点第十六信号;

[0326] 可选地,若接收机接收到的 $3N/2$ 点第十二信号为频域信号,则N点第十五信号也为频域信号,即对N点第十五信号进行N点IFFT操作,得到N点第十六信号。

[0327] 本申请实施例中以发射机输入的N点第一信号为频域信号,输出的 $3N/2$ 点第十二信号为时域信号为例进行说明。

[0328] 具体地,N点第十五信号进行N点FFT操作,得到的N点第十六信号为 $h/2*[\sim, X(1)$ ,

$\sim, X(3), \dots, \sim, X(N-1)]$ , 其中“ $\sim$ ”可以理解为无用信号,  $h$ 为信道等因素引入的常量信号, 本申请实施例中对于信道影响因素 $h$ 的取值不做限定, 可以为任意正值。

[0329] 本申请中无用信号可以是信号  $(C, C)$  经过FFF或IFFT在偶数位置产生的信号, 与信号  $(A, B)$  经过FFT或IFFT在偶数位置产生的信号。

[0330] 为了便于理解, 下面举例说明方式一中 $N$ 点第十五信号进行 $N$ 点FFT或IFFT操作得到 $N$ 点第十六信号:

[0331] 例如, 在方式一中, 接收机分离得到的 $N$ 点第十五信号如上表11所示, 则 $N$ 点第十五信号进行 $N$ 点FFT得到的 $N$ 点第十六信号如表13所示:

[0332] 表13

N点第十六信号, $N=8$							
4.7071+j	-1.5-0.5j	-1.5-0.2071j	-0.5+1.5j	2.2929+1j	-0.5-1.5j	-1.5+0.2071j	-1.5+0.5j

[0334] 从表13中可以看出 $N$ 点第十六信号偶数位置上的信号为无用信号。

[0335] 图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7073, 接收机确定 $N$ 点第二信号。

[0336] 具体地, 接收机对 $N$ 点第十六信号至少进行偶数位置置零处理恢复得到 $N$ 点第二信号。在接收机获得上述的 $N$ 点第十六信号之后, 可以基于该 $N$ 点第十六信号恢复得到上述的 $N$ 点第二信号, 即恢复得到奇数位置上的 $N$ 点信号。

[0337] 可选地, 接收机将上述的 $N$ 点第十六信号中的 $h/2$  (如,  $h=1$ ) 进行信道补偿, 即恢复的 $N$ 点第二信号为上述的 $N$ 点第十六信号除以 $h/2$ 之后, 对偶数位置上的信号置零的信号:  $[0, X(1), 0, X(3), \dots, 0, X(N-1)]$ 。

[0338] 可选地, 恢复的 $N$ 点第二信号为上述的 $N$ 点第十六信号偶数位置上的信号置零的信号:  $[0, X(1), 0, X(3), \dots, 0, X(N-1)]$ 。

[0339] 需要说明的是, 若基于 $N$ 点第十六信号至少进行偶数位置置零处理恢复得到 $N$ 点第二信号的过程中, 对 $N$ 点第十六信号进行了信道补偿处理, 能够消除信号传输过程中信道因素对信号传输所产生的影响, 提高恢复得到的 $N$ 点第二信号的准确性。

[0340] 为了便于理解, 下面举例说明方式一中 $N$ 点第十六信号恢复得到的 $N$ 点第二信号:

[0341] 例如, 在方式一中, 接收机得到的 $N$ 点第十六信号如上述的表13所示, 则基于 $N$ 点第十六信号恢复得到的 $N$ 点第二信号如表14所示:

[0342] 表14

N点第二信号, $N=8$							
0	-3-j	0	-1+3j	0	-1-3j	0	-3+j

[0344] 比较表14中所示的 $N$ 点第二信号和上文中表2中所示的 $N$ 点第二信号可知, 接收机能够基于接收到的 $3N/2$ 点第十二信号恢复得到 $N$ 点第二信号。

[0345] 另外, 还需要恢复得到偶数位置上的 $N$ 点信号, 图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7074, 接收机确定 $N$ 点第十三信号。接收机对恢复得到的 $N$ 点第二信号进行IFFT操作得到 $N$ 点第十三信号:  $x_0(0), x_0(1), \dots, x_0(N-1)$ , 该 $N$ 点第十三信号满足反对称性, 如上述的图8所示, 这里不再赘述。

[0346] 由上述可知,  $N/2$ 点第四信号中包括的 $N/2$ 点时域信号为:  $N$ 点第十三信号中 $0 \sim N/2-1$ 点时域信号中的小于0的时域信号置零之后的值和大于0的时域信号的值, 或者,  $N/2$ 点第四信号中包括的 $N/2$ 点时域信号为:  $N$ 点第十三信号中 $N/2 \sim N-1$ 点时域信号中的大于0的

信号置零之后的值和小于0的信号取绝对值组成；

[0347] N/2点第五信号中包括的N/2点时域信号为：N点第十三信号中0~N/2-1点时域信号中的大于0的时域信号置零之后的值和小于0的时域信号取绝对值之后的值，或者，N/2点第五信号中包括的N/2点时域信号为：N点第十三信号中N/2~N-1点时域信号中的小于0的信号置零和大于0的信号组成。

[0348] 则可以基于该N点第十三信号中确定上述的N/2点第四信号和/或N/2点第五信号。图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7075，接收机确定N/2点第四信号和/或N/2点第五信号。

[0349] N/2点第四信号以及N/2点第五信号在上文中已经进行了详细说明（如，N/2点第四信号可以用A表示、N/2点第五信号可以用B表示），这里不再赘述。

[0350] 在方式一中在接收机确定上述的N/2点第四信号和/或N/2点第五信号之后，可以基于该N/2点第四信号和/或N/2点第五信号以及上述的N点第十五信号确定未接收到的N/2点第六信号。即图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7076，接收机确定N/2点第六信号。

[0351] 作为一种可能的实现方式，接收机确定上述的N/2点第四信号（即确定A），且上述的N点第十五信号由（A+C）和（B+C）组成，则接收机可以基于N点第十五信号中的A+C和确定得到的A获得N/2点第六信号C。

[0352] 例如， $C = (A+C) - A$ 。

[0353] 作为另一种可能的实现方式，接收机确定上述的N/2点第五信号（即确定B），且上述的N点第十五信号由（A+C）和（B+C）组成，则接收机可以基于N点第十五信号中的（B+C）和确定得到的B获得N/2点第六信号C。

[0354] 例如， $C = (B+C) - B$ 。

[0355] 作为又一种可能的实现方式，接收机确定上述的N/2点第四信号和上述的N/2点第五信号（即确定A和B），且上述的N点第十五信号由（A+C）和（B+C）组成，则接收机可以基于N点第十五信号中的（A+C）和（B+C）和确定得到的A和B获得N/2点第六信号C。

[0356] 例如， $C = [(A+C) + (B+C) - A - B] / 2$ 。

[0357] 在接收机获得上述的N/2点第六信号之后，该接收机可以基于N/2点第六信号和接收到的N/2点第七信号确定N点第十四信号。即图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7077，接收机确定N点第十四信号。示例性地，N点第十四信号的前N/2点信号和后N/2点信号分别为N/2点第六信号和N/2点第七信号的差值。

[0358] 例如，N/2点第六信号如上文中的表8中第一行所示；N/2点第七信号如上文中的表8中第二行所示，则N点第十四信号如表15-1所示：

[0359] 表15-1

(C-D)				(C-D)			
-0.75	-0.25	0.75	0.25	-0.75	-0.25	0.75	0.25

[0361] 示例性地，N点第十四信号的前N/2点信号为N/2点第六信号和N/2点第七信号的差值，后N/2点信号为0。

[0362] 例如，N/2点第六信号如上文中的表8中第一行所示；N/2点第七信号如上文中的表8中第二行所示，则N点第十四信号如表15-2所示：

[0363] 表15-2

(C-D)							
-0.75	-0.25	0.75	0.25	0	0	0	0

[0365] 示例性地, N点第十四信号的后N/2点信号为N/2点第六信号和N/2点第七信号的差值, 前N/2点信号为0。

[0366] 例如, N/2点第六信号如上文中的表8中第一行所示; N/2点第七信号如上文中的表8中第二行所示, 则N点第十四信号如表15-3所示:

[0367] 表15-3

0				(C-D)			
0	0	0	0	-0.75	-0.25	0.75	0.25

[0369] 接收机对上述的N点第十四信号进行FFT变换恢复得到N点第三信号。即图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7078, 接收机确定N点第三信号。

[0370] 例如, 对表15-1中所示的N点第十四信号进行FFT变换, 恢复得到的N点第三信号如表16-1所示:

[0371] 表16-1

N点第三信号, N=8							
0	0	-3+j	0	0	0	-3-j	0

[0373] 还例如, 对表15-2或表15-3中所示的N点第十四信号进行FFT变换, 恢复得到的N点信号如表16-2所示:

[0374] 表16-2

N点第三信号, N=8							
0	0	$\frac{(-3+j)}{2}$	0	0	0	$\frac{(-3-j)}{2}$	0

[0376] 然后对表16-2中的数值乘以2得到N点第三信号如表16-3所示:

[0377] 表16-3

N点第三信号, N=8							
0	0	-3+j	0	0	0	-3-j	0

[0379] 比较表16-1或表16-3中所示的N点第三信号和上文中表3中所示的N点第三信号可知, 接收机能够基于接收到的3N/2点第十二信号恢复得到N点第三信号。

[0380] 在已知奇数位置上的N点第二信号和偶数位置上的N点第三信号之后, 恢复得到N点第一信号。

[0381] 例如, 奇数位置上的N点第二信号和偶数位置上的N点第三信号分别如上表14和16所示, 则恢复得到的N点第一信号如表17所示:

[0382] 表17

N点第一信号, N=8							
0	-3-j	-3+j	-1+3j	0	-1-3j	-3-j	-3+j

[0384] 比较表17中所示的N点第一信号和上文中表1中所示的N点第一信号可知, 接收机能够基于接收到的3N/2点第十二信号恢复得到N点第一信号。

[0385] 方式二、

[0386] 接收机接收到 $3N/2$ 点第十二信号由上述的(A+D)，(B+D)和C组成。

[0387] 在方式二中，图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S7079，接收机确定N点第十七信号和 $N/2$ 点第六信号。具体地，接收机接收到 $3N/2$ 点第十二信号之后，首先将 $3N/2$ 点第十二信号分为N点第十七信号和 $N/2$ 点第六信号，其中，N点第十七信号由(A+D)和(B+D)组成、 $N/2$ 点第六信号为C。

[0388] 为了便于理解，下面举例说明方式二中如何将 $3N/2$ 点第十二信号分离为N点第十七信号和 $N/2$ 点第六信号：

[0389] 例如，在方式二中，接收机接收到 $3N/2$ 点第十二信号如上述的表10，则N点第十七信号如表18所示：

[0390] 表18

N点第十七信号，N=8							
(A+D)				(B+D)			
0.75	0.25	1	0	1.75	0.957	0	0

[0392]  $N/2$ 点第六信号如表19所示：

[0393] 表19

$N/2$ 点第六信号， $N/2=4$			
C			
0	0	0.75	0.25

[0395] 进一步地，图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S70710，接收机确定N点第十八信号。具体地，接收机对上述的步骤S70710中分离得到的N点第十七信号进行N点FFT或IFFT操作得到N点第十八信号。与方式一中对分离得到的N点第十五信号进行N点FFT或IFFT操作得到N点第十六信号类似，只是N点第十五信号由上述方式一中的(A+C)和(B+C)组成变换为该方式二中的由(A+D)和(B+D)组成，这里不再赘述。

[0396] 同理，与方式一中的流程相同，得到N点第十八信号之后，基于该N点第十八信号恢复得到上述的N点第二信号，即恢复得到奇数位置上的N点信号。即图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S70711，接收机确定N点第二信号。

[0397] 具体地，接收机对N点第十八信号至少进行偶数位置置零处理恢复得到N点第二信号。具体确定N点第二信号的方式与上述方式一中类似，这里不再赘述。

[0398] 另外，还需要恢复得到偶数位置上的N点信号，图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S70712，接收机确定N点第十三信号。接收机对恢复得到的N点第二信号进行IFFT操作得到N点第十三信号： $x_0(0)$ ， $x_0(1)$ ， $\dots$ ， $x_0(N-1)$ ，该N点第十三信号满足反对称性，如上述的图8所示，这里不再赘述。

[0399] 由上述可知， $N/2$ 点第四信号中包括的 $N/2$ 点时域信号为： $N$ 点第十三信号中 $0\sim N/2-1$ 点时域信号中的小于0的时域信号置零之后的值和大于0的时域信号的值，或者， $N/2$ 点第四信号中包括的 $N/2$ 点时域信号为： $N$ 点第十三信号中 $N/2\sim N-1$ 点时域信号中的大于0的信号置零之后的值和小于0的信号取绝对值组成；

[0400]  $N/2$ 点第五信号中包括的 $N/2$ 点时域信号为： $N$ 点第十三信号中 $0\sim N/2-1$ 点时域信号中的大于0的时域信号置零之后的值和小于0的时域信号取绝对值之后的值，或者， $N/2$ 点

第五信号中包括的N/2点时域信号为:N点第十三信号中N/2~N-1点时域信号中的小于0的信号置零和大于0的信号组成。

[0401] 则可以基于该N点第十三信号中确定上述的定N/2点第四信号和/或N/2点第五信号。图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S70713,接收机确定N/2点第四信号和/或N/2点第五信号。

[0402] N/2点第四信号以及N/2点第五信号在上文中已经进行了详细说明(如,N/2点第四信号可以用A表示、N/2点第五信号可以用B表示),这里不再赘述。

[0403] 在方式二中在接收机确定上述的N/2点第四信号和/或N/2点第五信号之后,可以基于该N/2点第四信号和/或N/2点第五信号以及上述的N点第十七信号确定未接收到的N/2点第七信号。即图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S70714,接收机确定N/2点第七信号。作为一种可能的实现方式,接收机确定上述的N/2点第四信号(即确定A),且上述的N点第十七信号由(A+D)和(B+D)组成,则接收机可以基于N点第十七信号中的(A+D)和确定得到的A获得N/2点第七信号D。

[0404] 例如, $D = (A+D) - A$ 。

[0405] 作为另一种可能的实现方式,接收机确定上述的N/2点第五信号(即确定B),且上述的N点第十七信号由(A+D)和(B+D)组成,则接收机可以基于N点第十七信号中的(B+D)和确定得到的B获得N/2点第七信号D。

[0406] 例如, $D = (B+D) - B$ 。

[0407] 作为又一种可能的实现方式,接收机确定上述的N/2点第四信号和上述的N/2点第五信号(即确定A和B),且上述的N点第十七信号由(A+D)和(B+D)组成,则接收机可以基于N点第十七信号中的(A+D)和(B+D)和确定得到的A和B获得N/2点第七信号D。

[0408] 例如, $D = [(A+D) + (B+D) - A - B] / 2$ 。

[0409] 在接收机获得上述的N/2点第七信号之后,该接收机可以基于N/2点第七信号和接收到的N/2点第六信号确定N点第十四信号。即图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S70715,接收机确定N点第十四信号。

[0410] 示例性地,N点第十四信号的前N/2点信号和后N/2点信号分别为N/2点第六信号和N/2点第七信号的差值。

[0411] 示例性地,N点第十四信号的前N/2点信号为N/2点第六信号和N/2点第七信号的差值,后N/2点信号为0。

[0412] 示例性地,N点第十四信号的后N/2点信号为N/2点第六信号和N/2点第七信号的差值,前N/2点信号为0。

[0413] 方式二中确定N点第十四信号的方式与上述的方式一中相同,这里不再赘述。

[0414] 进一步地,即图7所示的方法流程中的步骤S707中还包括S70716,接收机确定N点第三信号。

[0415] 具体地,接收机基于N点第十四信号进行FFT变换恢复得到N点第三信号,以及基于N点第二信号和N点第三信号得到N点第一信号与上述的方式一中相同,这里不再赘述。

[0416] 由图7所示的方法流程可以看出,接收机可以基于3N/2点输入信号,恢复发射机的N点输入信号,从而在满足HS约束的前提下本申请实施例提供的信号传输的方法频谱效率为1/3,且未涉及直流偏置未增加功耗,相比于前文中提到的牺牲频谱效率和/或功耗的基



基础上保证了OFDM信号的基带信号为非负实数的方案来说,本申请实施例提供的信号传输的方法保证OFDM信号的基带信号为非负实数和不增加功耗的前提下提高频谱效率。

[0417] 另外,本申请实施例提供的信号传输的方法,由于接收机解调信号的过程中,对输入信号的加减操作较少,能够降低信噪比,因为对输入信号进行加减操作过程中,噪声进行了叠加,所以本申请实施例提供的信号传输的方法对于噪声的容忍度较高。

[0418] 上述方法实施例中,上述各过程的序列号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。并且有可能并非要执行上述方法实施例中的全部操作。

[0419] 应理解,上述方法实施例中发射机或接收机可以执行实施例中的部分或全部步骤,这些步骤或操作仅是示例,本申请实施例还可以包括执行其它操作或者各种操作的变形。

[0420] 还应理解,在本申请的各个实施例中,如果没有特殊说明以及逻辑冲突,不同的实施例之间的术语和/或描述可以具有一致性、且可以相互引用,不同的实施例中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例。

[0421] 需要说明的是本申请实施例中主要以发射机侧将待发送的N点第一信号分离为奇数位置上的N点第二信号和偶数位置上的N点第三信号为例进行说明的,但是本申请中并不限制N点第一信号的划分方式只能如此,N点第一信号还可以划分为M组信号,该M组信号中的每组信号经过IFFT或FFT之后的信号满足对称性或反对称性即可。

[0422] 例如,将N点第一信号分成3组信号:

[0423] 组1:0,X(1),0,X(3),0,X(5),...

[0424] 组2:X(0),0,0,0,X(4),0,0,0,...

[0425] 组3:0,0,X(2),0,0,0,X(6),0,0,0,X(10),...

[0426] 其中,组1中的信号经过IFFT或FFT满足反对称结构;组2和组3中的信号分别经过IFFT或FFT之后分别满足对称结构。

[0427] 还例如,如将N点第一信号分成4组信号:

[0428] 组1:0,X(1),0,0,0,X(5),...

[0429] 组2:0,0,0,X(3),0,0,0,X(7)...

[0430] 组3:X(0),0,0,0,X(4),0,0,0,...

[0431] 组4:0,0,X(2),0,0,0,X(6),0,0,0,X(10),...

[0432] 其中,组1和组2中的信号分别经过IFFT或FFT之后分别满足反对称结构,组3和组4中的信号分别经过IFFT或FFT之后分别满足对称结构。

[0433] 在得到满足对称性或反对称性的信号之后,类似的获得的信号进行组合发送,然后接收机解调,具体的组合方式以及接收机侧的解调方式可以参考上述实施例中的描述。

[0434] 例如,当N点第一信号分成上述的4组信号的情况下,针对组1和组3该两组信号,发射机侧可以按照本申请实施例中上述的对于N点第二信号和N点第三信号的处理方式,进行组合和发送,接收机侧可以按照本申请实施例中上述的对于3N/2点第十二信号的处理方式,进行解调;同理,针对组2和组4该两组信号,发射机侧可以按照本申请实施例中上述的对于N点第二信号和N点第三信号的处理方式,进行组合和发送,接收机侧可以按照本申请

实施例中上述的对于 $3N/2$ 点第十二信号的处理方式,进行解调。

[0435] 需要说明的是,上述的对多组信号的组合、发送与解调处理只是举例,对本申请的保护范围不构成任何的限定,在得到两组以上的经过IFFT或FFT满足反对称结构或对称结构的信号之后,对该两组以上信号的组合、发送与解调处理可以有其他方式,这里不再赘述。

[0436] 上面结合图7-图10详细介绍了本申请实施例提供的信号传输的方法,下面结合图11-图14详细介绍本申请实施例提供的信号传输的装置。

[0437] 参见图11,图11是本申请提出的信号传输的装置1100的示意图。如图11所示,装置1100包括获取单元1110、处理单元1120和发送单元1130。

[0438] 该信号传输的装置1100可用于实现上述任一方法实施例中涉及发射机的功能。例如,该信号传输的装置1100可以是发射机。

[0439] 信号传输的装置1100可以作为发射机,并执行上述方法实施例中由发射机执行的步骤。该获取单元1110和/或发送单元1120可用于支持信号传输的装置1100进行通信,例如执行图7中由发射机执行的发送和/或接收的动作,该处理单元1120可用于支持信号传输的装置1100执行上述方法实施例中的处理动作,例如执行图7中由发射机执行的处理动作。

[0440] 可选的,信号传输的装置1100还可以包括存储单元1130(图11中暂未示出),用于存储信号传输的装置1100的程序代码和数据。

[0441] 具体的,可以参考如下描述:

[0442] 获取单元1110,用于获取 $N$ 点第一信号;

[0443] 处理单元1120,用于根据该 $N$ 点第一信号确定 $N$ 点第二信号和 $N$ 点第三信号,该 $N$ 点第二信号用于确定 $N/2$ 点第四信号和 $N/2$ 点第五信号,该 $N$ 点第三信号用于确定 $N/2$ 点第六信号和 $N/2$ 点第七信号;

[0444] 该处理单元1120,还用于根据该 $N/2$ 点第四信号和该 $N/2$ 点第六信号确定 $N/2$ 点第八信号、该 $N/2$ 点第五信号和该 $N/2$ 点第六信号确定 $N/2$ 点第九信号;或者,

[0445] 该处理单元1120,还用于根据该 $N/2$ 点第四信号和该 $N/2$ 点第七信号确定 $N/2$ 点第十信号、该 $N/2$ 点第五信号和该 $N/2$ 点第七信号确定 $N/2$ 点第十一信号;

[0446] 发送单元1130,用于发送该 $3N/2$ 点第十二信号,该 $3N/2$ 点第十二信号由该 $N/2$ 点第八信号、 $N/2$ 点第九信号和该 $N/2$ 点第七信号组成,或者,该 $3N/2$ 点第十二信号由该 $N/2$ 点第十信号、 $N/2$ 点第十一信号和该 $N/2$ 点第六信号组成;

[0447] 其中,该 $N$ 点第二信号由该 $N$ 点第一信号中偶数位置上的信号置零得到,该 $N$ 点第三信号由该 $N$ 点第一信号中奇数位置上的信号置零得到。

[0448] 装置1100和方法实施例中的发射机对应,装置1100可以是方法实施例中的发射机,或者方法实施例中的发射机内部的芯片或功能模块。装置1100的相应单元用于执行图7所示的方法实施例中由发射机执行的相应步骤。

[0449] 其中,装置1100中的获取单元1110执行方法实施例中发射机获取的步骤。例如,执行图7中接收接入网设备获取 $N$ 点第一信号的步骤S701。

[0450] 装置1100中的发送单元1130用于实现向其他设备发送消息的功能。例如,执行图7中向接收机发送 $3N/2$ 点第十二信号的步骤S706。

[0451] 装置1100中的处理单元1120执行方法实施例中发射机内部实现或处理的步骤。例

如,执行图7中确定N第二信号和N点第三信号的步骤S702、确定N/2第四信号和N/2点第五信号的步骤S703、确定N/2第六信号和N/2点第七信号的步骤S704以及确定3N/2点第十二信号的步骤S705.

[0452] 获取单元1110和发送单元1130可以组成收发单元,同时具有接收和发送的功能。其中,处理单元1120可以是处理器。发送单元1130可以是发射器。获取单元1110可以是接收器。接收器和发射器可以集成在一起组成收发器。

[0453] 参见图12,图12是适用于本申请实施例的发射机1200的结构示意图。该发射机1200可应用于图1所示出的系统中。为了便于说明,图12仅示出了发射机1200的主要部件。如图12所示,发射机1200包括处理器1210、存储器1220、收发器1230。处理器1210用于控制收发器1230收发信号,存储器1220用于存储计算机程序,处理器1210用于从存储器1220中调用并运行该计算机程序,以执行本申请提出的信号传输的方法中由用户设备执行的相应流程和/或操作。此处不再赘述。

[0454] 本领域技术人员可以理解,为了便于说明,图12仅示出了一个存储器和处理器。在实际的发射机中,可以存在多个处理器和存储器。存储器也可以称为存储介质或者存储设备等,本申请实施例对此不做限制。

[0455] 参见图13,图13是本申请提出的信号传输的装置1300的示意图。如图13所示,装置1300包括接收单元1310和处理单元1320。

[0456] 该信号传输的装置1300可用于实现上述任一方法实施例中涉及的接收机的功能。例如,该信号传输的装置1300可以是接收机。

[0457] 信号传输的装置1300可以作为接收机,并执行上述方法实施例中由接收机执行的步骤。该接收单元1310和/或发送单元可用于支持信号传输的装置1300进行通信,例如执行图7中由接收机执行的发送和/或接收的动作。

[0458] 可选的,信号传输的装置1300还可以包括发送单元1330(图13中暂未示出)可用于支持信号传输的装置1300执行上述方法实施例中的发送的动作,例如执行图7中由接收机执行的发送动作。

[0459] 可选的,信号传输的装置1300还可以包括存储单元1340(图13中暂未示出),用于存储信号传输的装置1300的程序代码和数据。

[0460] 具体的,可以参考如下描述:

[0461] 接收单元1310,用于获取3N/2点第十二信号,

[0462] 该3N/2点第十二信号由N/2点第八信号、N/2点第九信号和N/2点第七信号组成,或者,

[0463] 该3N/2点第十二信号由N/2点第十信号、N/2点第十一信号和N/2点第六信号组成,处理单元1320,用于根据所述3N/2点第十二信号分离得到N/2点信号和N点信号;

[0464] 该处理单元1320,还用于根据所述N点信号确定N点第二信号;

[0465] 该处理单元1320,还用于根据所述N点第二信号和所述N/2点信号确定N点第三信号;

[0466] 该处理单元1320,还用于根据所述N点第二信号和所述N点第三信号确定N点第一信号;

[0467] 其中,所述N为正偶数。装置1300和方法实施例中的接收机对应,装置1300可以是

方法实施例中的接收机,或者方法实施例中的接收机内部的芯片或功能模块。装置1300的相应单元用于执行图7所示的方法实施例中由接收机执行的相应步骤。

[0468] 其中,装置1300中的接收单元1310执行方法实施例中接收机接收其他设备发送的消息的步骤。例如,执行图7中接收发射机发送的3N/2点第十二信号的步骤S701。

[0469] 装置1300中的处理单元1320执行方法实施例中接收机内部实现或处理的步骤。例如,执行图7中恢复得到N点第一信号的步骤S707。

[0470] 装置1300中所示的信号传输的装置还可能包括发送单元(图13中并未示出),发送单元执行方法实施例中接收机发送的步骤。

[0471] 接收单元1310和发送单元可以组成收发单元,同时具有接收和发送的功能。其中,处理单元1320可以是处理器。接收单元1310可以是接收器。发送单元可以是发射器。接收器和发射器可以集成在一起组成收发器。

[0472] 如图14所示,本申请实施例还提供了一种接收机1400,该接收机1400包括处理器1410,存储器1420与收发器1430,其中,存储器1420中存储指令或程序,处理器1430用于执行存储器1420中存储的指令或程序。存储器1420中存储的指令或程序被执行时,收发器1430用于执行图13所示的装置1300中的接收单元1310执行的操作。

[0473] 本申请还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令,当该计算机程序或指令在计算机上运行时,上述如图7所示的方法中发射机执行的各个步骤被执行。

[0474] 本申请还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令,当该计算机程序或指令在计算机上运行时,上述如图7所示的方法中接收机执行的各个步骤被执行。

[0475] 本申请还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当该计算机程序产品在计算机上运行时,如图7所示的方法中发射机执行的各个步骤被执行。

[0476] 本申请还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当该计算机程序产品在计算机上运行时,如图7所示的方法中接收机执行的各个步骤被执行。

[0477] 本申请还提供一种芯片,包括处理器。该处理器用于读取并运行存储器中存储的计算机程序,以执行本申请提供的业务保障的方法中由发射机执行的相应操作和/或流程。可选地,该芯片还包括存储器,该存储器与该处理器通过电路或电线与存储器连接,处理器用于读取并执行该存储器中的计算机程序。进一步可选地,该芯片还包括通信接口,处理器与该通信接口连接。通信接口用于接收需要处理的数据和/或信息,处理器从该通信接口获取该数据和/或信息,并对该数据和/或信息进行处理。该通信接口可以是输入输出接口。

[0478] 本申请提供一种装置,可以用于执行上述发射机或接收机所执行的方法,该装置包括:至少一个输入接口(Input(s)),逻辑电路,至少一个输出接口(Output(s))。可选的,上述的逻辑电路可以是芯片,或其他可以实现本申请方法的集成电路。

[0479] 输入接口用于输入或接收数据;输出接口用于输出或发送数据;逻辑电路用于执行上述各种可能的方法。

[0480] 举例来说,该装置为发射机时,输入接口可用于获取N点第一信号;输出接口可用于输出所述3N/2点第十二信号;逻辑电路,用于根据上述实施例中各种可能的方式得到3N/2点第十二信号。

[0481] 举例来说,该装置为发射机时,输入接口可用于获取3N/2点第十二信号;逻辑电路,用于根据上述实施例中各种可能的方式得到N点第一信号。

[0482] 本申请还提供一种芯片,包括处理器。该处理器用于读取并运行存储器中存储的计算机程序,以执行本申请提供的业务保障的方法中由接收机执行的相应操作和/或流程。可选地,该芯片还包括存储器,该存储器与该处理器通过电路或电线与存储器连接,处理器用于读取并执行该存储器中的计算机程序。进一步可选地,该芯片还包括通信接口,处理器与该通信接口连接。通信接口用于接收需要处理的数据和/或信息,处理器从该通信接口获取该数据和/或信息,并对该数据和/或信息进行处理。该通信接口可以是输入输出接口。

[0483] 需要说明的是,本申请中涉及的处理器可以是中央处理器(central processing unit,CPU),也可以是特定集成电路(application specific integrated circuit,ASIC),或者是被配置成实施本申请实施例的一个或多个集成电路,例如:一个或多个数字信号处理器(digital signal processor,DSP),或,一个或者多个现场可编程门阵列(field programmable gate array,FPGA)。

[0484] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0485] 应理解,上述的芯片也可以替换为芯片系统,这里不再赘述。本申请中的术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0486] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0487] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0488] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0489] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0490] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0491] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(read-only memory,ROM)、随机存取存储器(random access memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0492] 另外,本申请中术语“和/或”,仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系;本申请中术语“至少一个”,可以表示“一个”和“两个或两个以上”,例如,A、B和C中至少一个,可以表示:单独存在A,单独存在B,单独存在C、同时存在A和B,同时存在A和C,同时存在C和B,同时存在A和B和C,这七种情况。

[0493] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

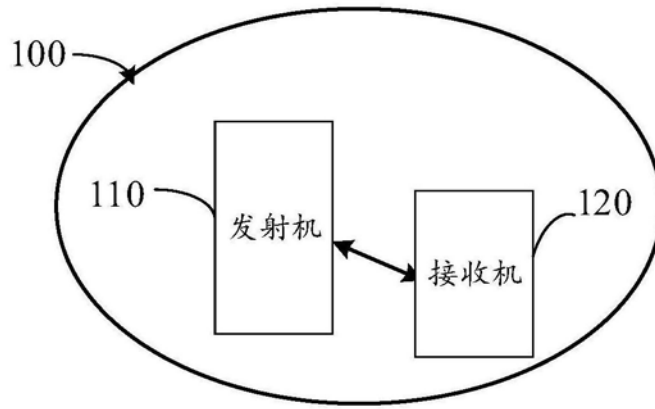


图1

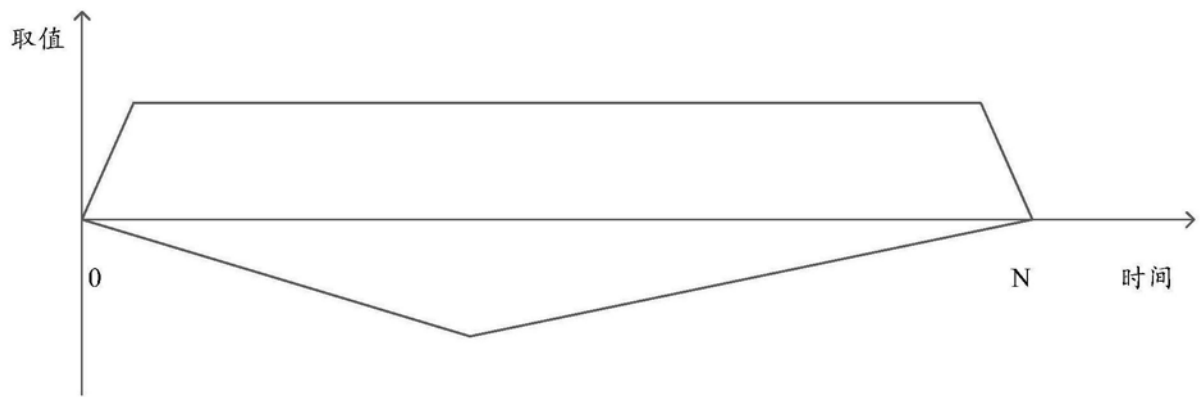


图2

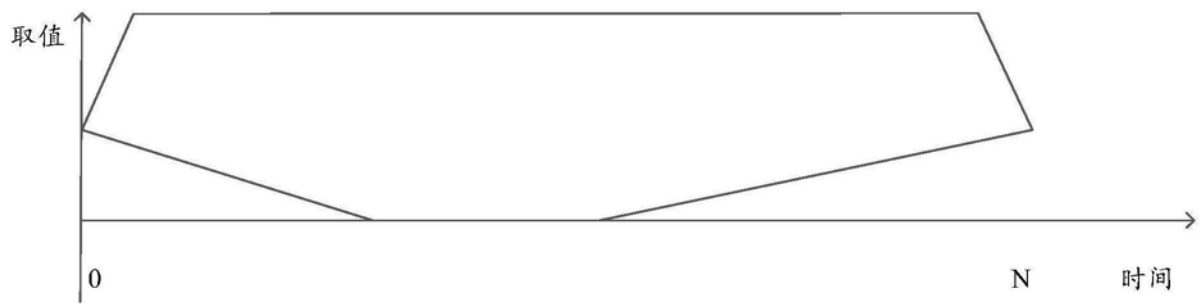


图3

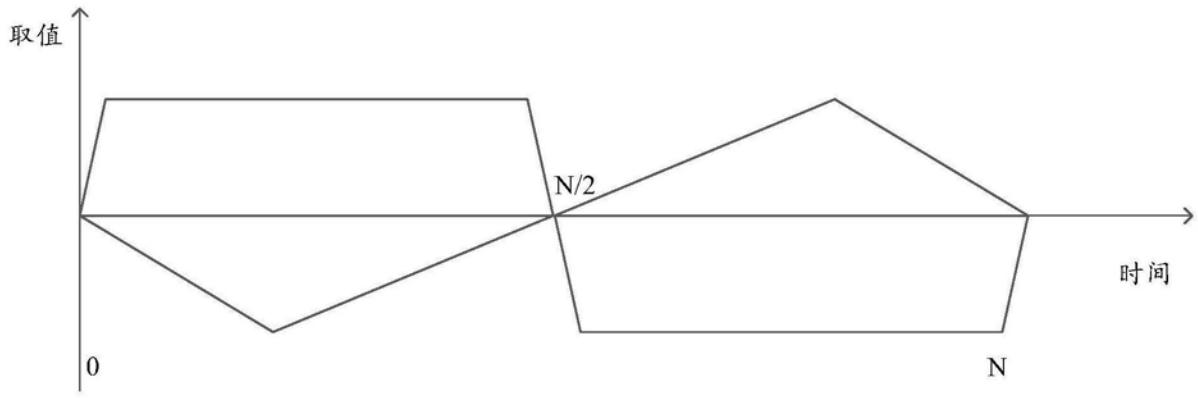


图4

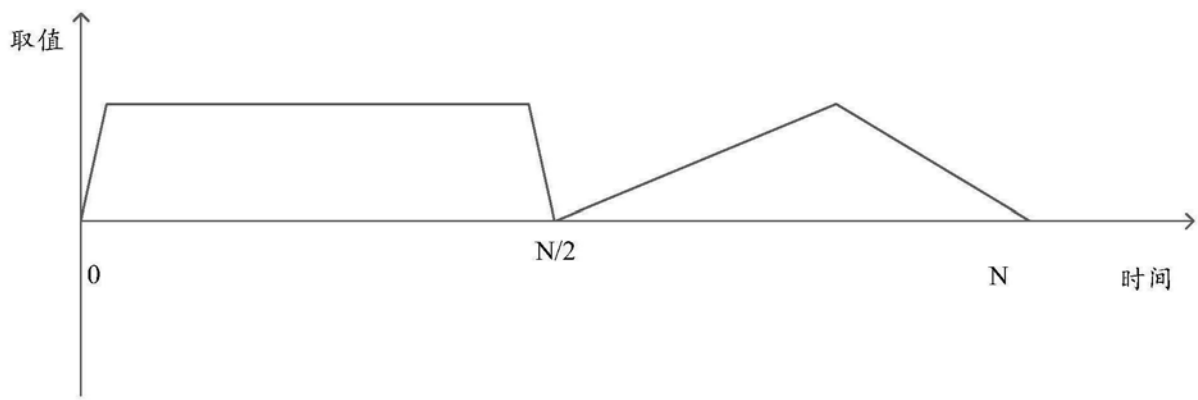


图5

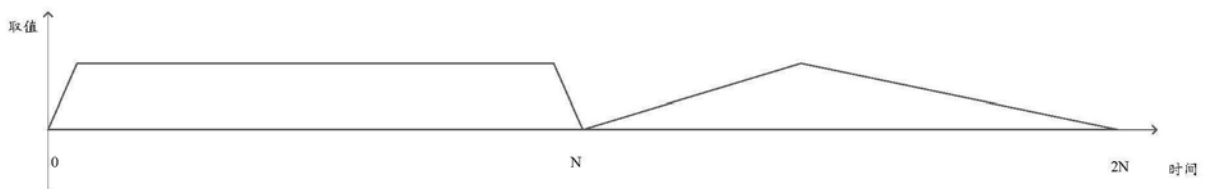


图6



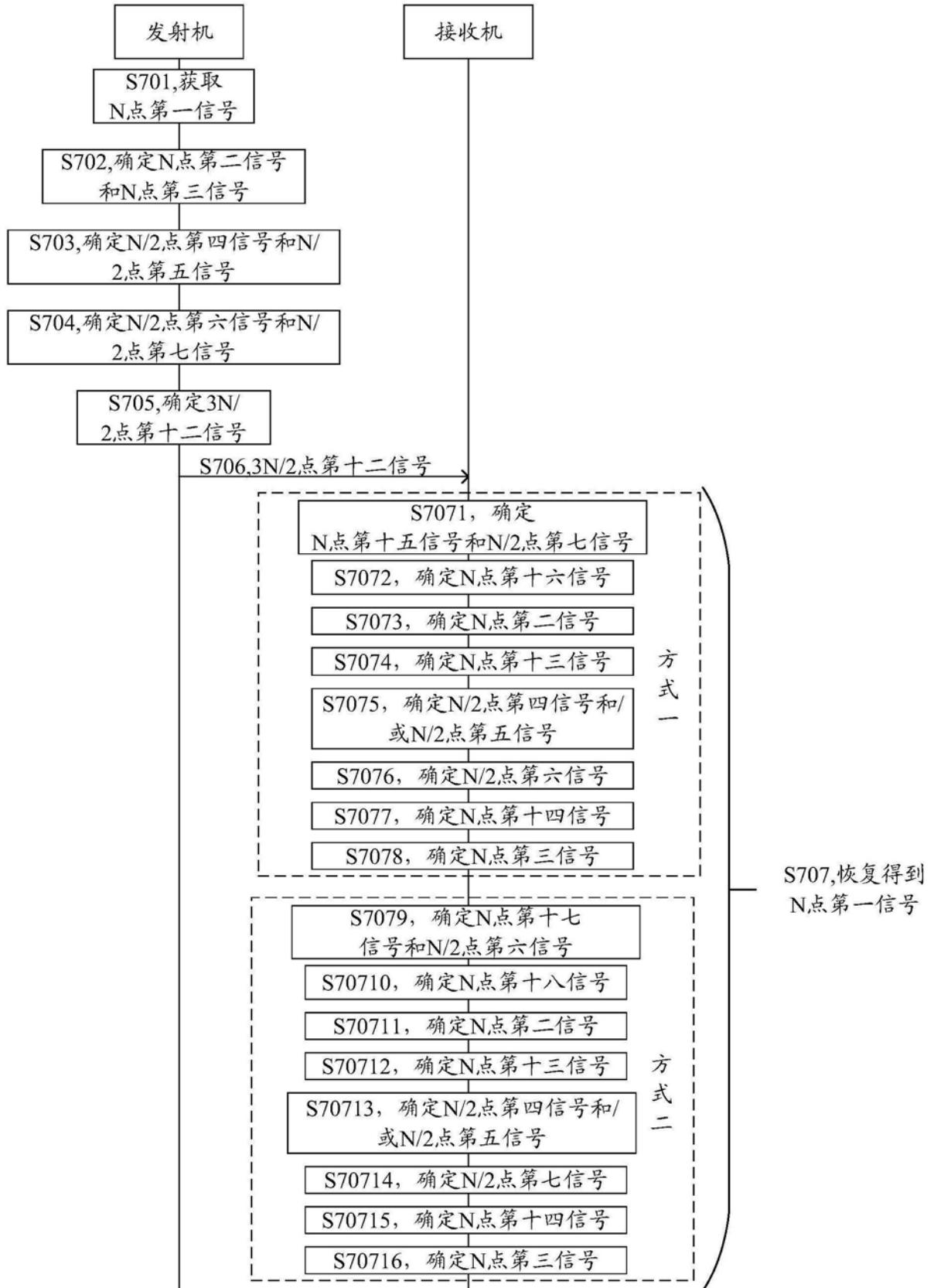


图7

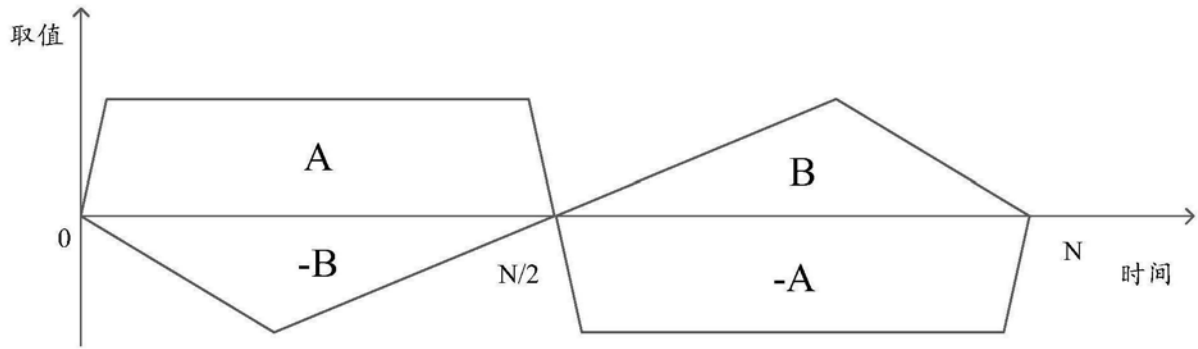


图8

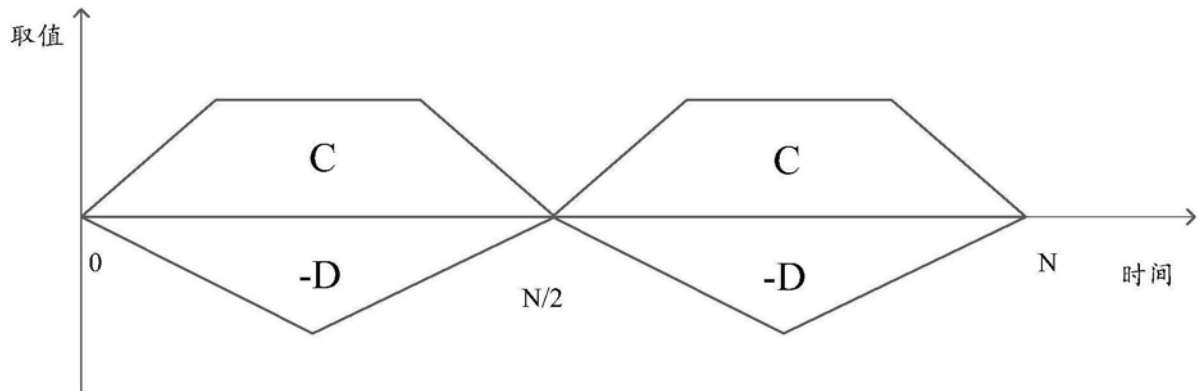


图9

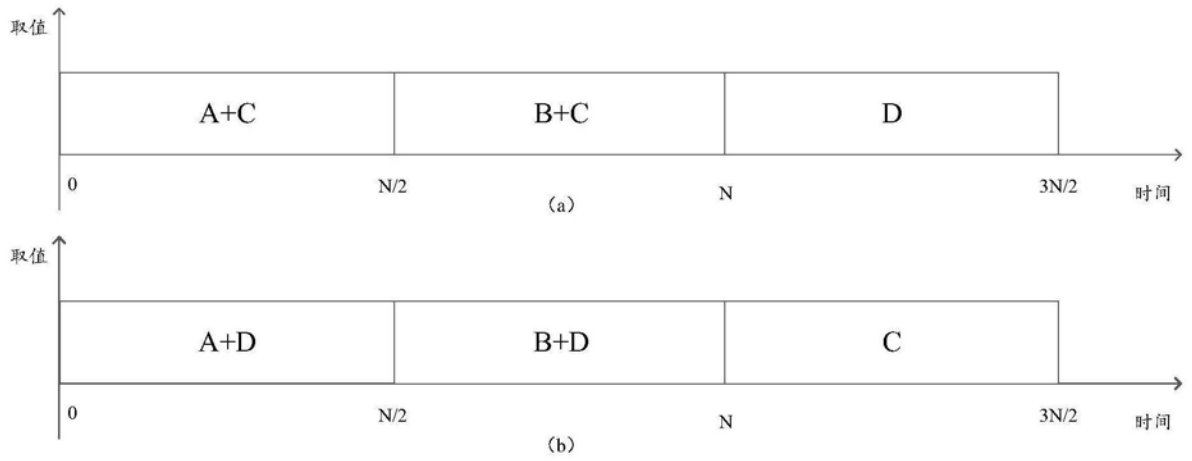


图10

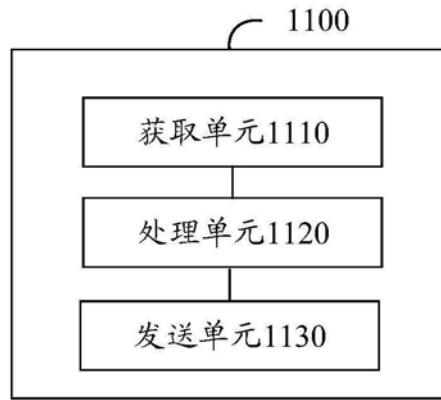


图11

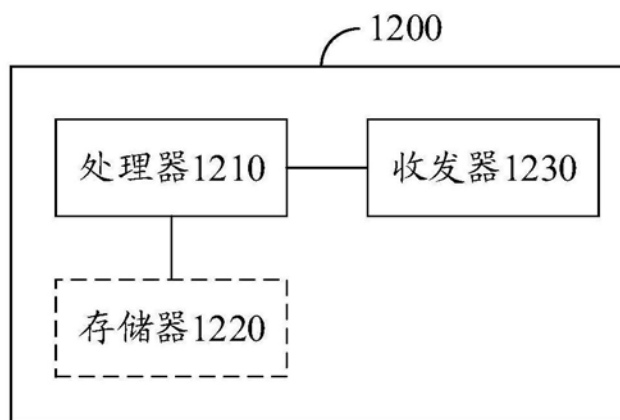


图12

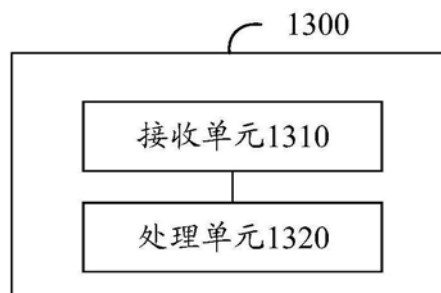


图13

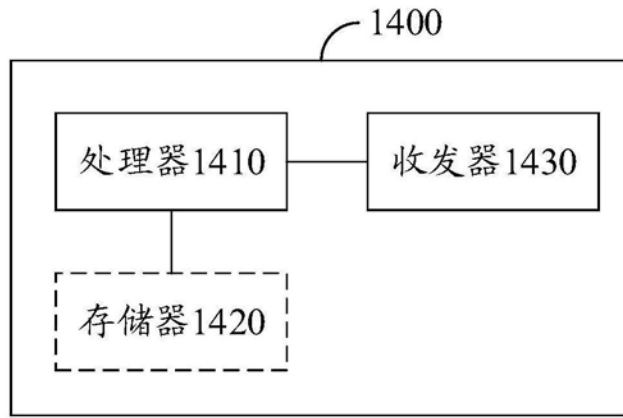


图14