



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101378377 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200810145993. 6

US 6424681 B1, 2002. 07. 23,

(22) 申请日 2008. 08. 22

CN 1849763 A, 2006. 10. 18,

(30) 优先权数据

审查员 李晓玲

222820/2007 2007. 08. 29 JP

(73) 专利权人 株式会社日立国际电气

地址 日本东京都

(72) 发明人 矢野隆 早濑茂规 内藤昌志

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 杨谦 胡建新

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1809044 A, 2006. 07. 26,

CN 1849763 A, 2006. 10. 18,

CN 1392670 A, 2003. 01. 22,

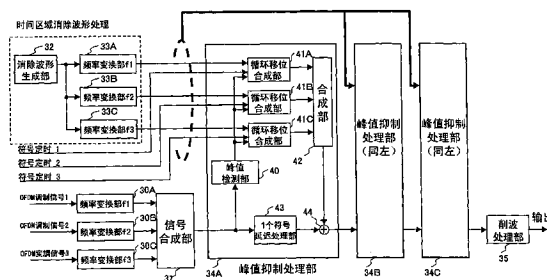
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 12 页

(54) 发明名称

正交多路复用信号的峰值抑制方法、峰值抑制电路及发送装置

(57) 摘要

本发明是一种发送正交多路复用信号的发送装置以及抑制正交多路复用信号的峰值的处理方法。该正交多路复用信号的峰值抑制方法,包括:第1步骤,检测上述正交多路复用信号的峰值;第2步骤,基于检测到的上述正交多路复用信号的峰值,生成峰值消除波形;以及第3步骤,利用生成的上述峰值消除波形,从上述正交多路复用信号中去除上述正交多路复用信号的峰值;在上述第2步骤中,在上述正交多路复用信号的每个时间单位生成峰值消除波形。



1. 一种峰值抑制方法,以规定的时间单位抑制保证正交性的正交多路复用信号的峰值,该方法的特征在于,

包括:

第1步骤,检测上述正交多路复用信号的峰值;

第2步骤,基于检测到的上述正交多路复用信号的峰值,生成峰值消除波形;以及

第3步骤,利用生成的上述峰值消除波形,从上述正交多路复用信号中去除上述正交多路复用信号的峰值;

在上述第2步骤中,在上述正交多路复用信号的每个时间单位生成峰值消除波形的基本波形,通过进行时间移位来生成峰值消除波形。

2. 如权利要求1所述的峰值抑制方法,其特征在于,

在上述第2步骤中,

在上述正交多路复用信号的时间单位内计算具有一个峰值的峰值消除波形的基本波形的峰值与检测到的上述正交多路复用信号的峰值一致的时间移位量;

通过基于计算出的上述时间移位量将上述峰值消除波形的基本波形在上述正交多路复用信号的时间单位内循环移位,生成时间移位峰值消除波形,

将生成的上述时间移位峰值消除波形作为上述峰值消除波形。

3. 如权利要求1所述的峰值抑制方法,其特征在于,

在上述第2步骤中,

在上述正交多路复用信号的时间单位内计算具有一个峰值的峰值消除波形的基本波形的峰值与检测到的上述正交多路复用信号的峰值一致的时间移位量;

基于计算出的上述时间移位量使上述峰值消除波形的基本波形的各频率成分的相位变化;

通过对相位变化后的上述峰值消除波形的基本波形的各频率成分进行逆傅立叶变换而生成时间移位峰值消除波形,将生成的上述时间移位峰值消除波形作为上述峰值消除波形。

4. 如权利要求2所述的峰值抑制方法,其特征在于,

在上述第2步骤中,

对生成的上述时间移位峰值消除波形附加循环前缀;

通过使附加了上述循环前缀的时间移位峰值消除波形的两端的振幅衰减,生成上述峰值消除波形。

5. 如权利要求1所述的峰值抑制方法,其特征在于,

上述正交多路复用信号是 OFDM 信号;

上述峰值消除波形包括上述 OFDM 信号的信号频带内的频率成分及信号频带以外的频率成分。

6. 如权利要求1所述的峰值抑制方法,其特征在于,

通过将多个频带的正交多路复用调制信号合成,得到上述正交多路复用信号。

7. 一种峰值抑制电路,以规定的时间单位抑制保证正交性的正交多路复用信号的峰值,该峰值抑制电路的特征在于,

具备:

检测部,检测上述正交多路复用信号的峰值;

合成部,基于检测到的上述正交多路复用信号的峰值,生成峰值消除波形;以及

去除部,利用生成的上述峰值消除波形,从上述正交多路复用信号中去除上述正交多路复用信号的峰值;

上述合成部在上述正交多路复用信号的每个时间单位生成峰值消除波形的基本波形,通过进行时间移位来生成峰值消除波形。

8. 如权利要求 7 所述的峰值抑制电路,其特征在于,

上述合成部具备:

移位量计算部,在上述正交多路复用信号的时间单位内计算具有一个峰值的峰值消除波形的基本波形的峰值与检测到的上述正交多路复用信号的峰值一致的时间移位置量;以及

循环移位部,基于计算出的上述时间移位置量,将上述峰值消除波形的基本波形在上述正交多路复用信号的时间单位内循环移位,生成时间移位峰值消除波形,

将生成的上述时间移位峰值消除波形作为上述峰值消除波形。

9. 如权利要求 7 所述的峰值抑制电路,其特征在于,

上述合成部具备:

移位量计算部,在上述正交多路复用信号的时间单位内计算具有一个峰值的峰值消除波形的基本波形的峰值与检测到的上述正交多路复用信号的峰值一致的时间移位置量;

相位旋转部,基于计算出的上述时间移位置量使上述峰值消除波形的基本波形的各频率成分的相位变化;以及

IFFT 处理部,对相位变化后的上述峰值消除波形的基本波形的各频率成分进行逆傅立叶变换而生成时间移位峰值消除波形,将生成的上述时间移位峰值消除波形作为上述峰值消除波形。

10. 如权利要求 8 所述的峰值抑制电路,其特征在于,

上述合成部具备:

CP 附加部,对生成的上述时间移位峰值消除波形附加循环前缀;以及

符号窗处理部,使附加了上述循环前缀的时间移位峰值消除波形的两端的振幅衰减。

11. 如权利要求 7 所述的峰值抑制电路,其特征在于,

上述正交多路复用信号是 OFDM 信号;

上述峰值消除波形包括上述 OFDM 信号的信号频带内的频率成分及信号频带以外的频率成分。

12. 如权利要求 7 所述的峰值抑制电路,其特征在于,

通过将多个频带的正交多路复用调制信号合成,得到上述正交多路复用信号。

13. 一种无线发送机,具备:

基带调制器,将发送的数据以规定的时间单位调制为保证正交性的正交多路复用调制信号;

峰值抑制处理部,将上述正交多路复用调制信号合成为正交多路复用信号,抑制上述正交多路复用信号的峰值;

频率变换器,将被抑制的上述正交多路复用信号变换为无线发送频率;以及

放大器,将被变换为上述无线发送频率的正交多路复用信号的功率放大;

该无线发送机的特征在于，

上述峰值抑制处理部具备：

检测部，检测上述正交多路复用信号的峰值；

合成部，基于检测到的上述正交多路复用信号的峰值，生成峰值消除波形；以及

去除部，利用生成的上述峰值消除波形，从上述正交多路复用信号中去除上述正交多路复用信号的峰值；

上述合成部在上述正交多路复用信号的每个时间单位生成峰值消除波形的基本波形，通过进行时间移位来生成上述峰值消除波形。

14. 如权利要求 13 所述的无线发送机，其特征在于，

上述合成部具备：

移位量计算部，在上述正交多路复用信号的时间单位内计算具有一个峰值的峰值消除波形的基本波形的峰值与检测到的上述正交多路复用信号的峰值一致的时间移位置量；以及

循环移位部，基于计算出的上述时间移位置量，将上述峰值消除波形的基本波形在上述正交多路复用信号的时间单位内循环移位，生成时间移位峰值消除波形，

将生成的上述时间移位峰值消除波形作为上述峰值消除波形。

15. 如权利要求 13 所述的无线发送机，其特征在于，

上述合成部具备：

移位量计算部，在上述正交多路复用信号的时间单位内计算具有一个峰值的峰值消除波形的基本波形的峰值与检测到的上述正交多路复用信号的峰值一致的时间移位置量；以及

相位旋转部，基于计算出的上述时间移位置量使上述峰值消除波形的基本波形的各频率成分的相位变化；以及

IFFT 处理部，对相位变化后的上述峰值消除波形的基本波形的各频率成分进行逆傅立叶变换而生成时间移位峰值消除波形，将生成的上述时间移位峰值消除波形作为上述峰值消除波形。

16. 如权利要求 13 所述的无线发送机，其特征在于，

上述合成部具备：

CP 附加部，对生成的上述时间移位峰值消除波形附加循环前缀；以及

符号窗处理部，使附加了上述循环前缀的时间移位峰值消除波形的两端的振幅衰减。

17. 如权利要求 13 所述的无线发送机，其特征在于，

上述正交多路复用信号是 OFDM 信号；

上述峰值消除波形包括上述 OFDM 信号的信号频带内的频率成分及信号频带以外的频率成分。

18. 如权利要求 13 所述的无线发送机，其特征在于，

通过将多个频带的正交多路复用调制信号合成，得到上述正交多路复用信号。

正交多路复用信号的峰值抑制方法、峰值抑制电路及发送装置

技术领域

[0001] 本发明涉及发送正交多路复用信号的发送装置,特别涉及抑制正交多路复用信号的峰值的处理方法。

背景技术

[0002] 在地上数字电视广播、无线 LAN、以及 IEEE802.16 等的无线方式中,使用 OFDM(正交频率分割多路复用)信号。OFDM 信号是使用中心频率不同的多个载波并列地发送符号的信号。此外,相互正交地发送以使相邻的载波的频带不会干涉。一般,OFDM 信号与平均信号电平、即信号的 RMS 值(信号振幅的平方平均的平方根)相比有最大振幅变大的问题。将最大振幅相对于 RMS 值的比称作 PAPR(Peak to Average Power Ratio)。处理 PAPR 较大的信号的电路需要将动态范围取得较大,所以特别需要将发送装置末段的无线放大器的动作点设定得较低,末段的无线放大器的功率效率变差。同样的问题在使用 CDMA(码分多路复用)的通信装置中也存在。因而,已知有在将无线信号放大之前降低信号振幅的最大电平的技术。

[0003] 根据专利文献 1 所述的技术,记载有检测发送信号的峰值(具有较大的振幅的信号部分)、通过将具有与发送信号波谱相同的频带的规定的信号波形配合发送信号的峰值而减少、来抑制发送信号的峰值的技术。

[0004] 此外,根据专利文献 2 所述的技术,记载有检测发送信号的超过了某个阈值的峰值、通过从发送信号中减去使基于检测到的峰值制作的脉冲信号列 $p[m]$ 通过滤波器后的信号 $c[m]$ 、来抑制发送信号的峰值的技术。进而,在专利文献 2 中,还记载有在构成输入脉冲信号列 $p[m]$ 的滤波器的情况下、构成滤波器的频率特性及脉冲应答、以使发送信号波谱的信号频带的频率成分及信号(频率)频带外的频率成分以规定的比率通过、构成为使通过滤波器后的信号 $c[m]$ 包括信号频带内的频率成分及信号频带外的频率成分的技术。

[0005] 【专利文献 1】日本特开 2003-124824 号公报

[0006] 【专利文献 2】美国专利第 2004/0218689 号说明书

发明内容

[0007] 在上述以往的技术中,进行将发送信号变换为与本来要发送的信号不同的信号的处理。由此,在通过接收装置接收信号的情况下,与没有进行抑制发送信号的峰值的处理的情况相比有信号的品质劣化的问题。在本发明中,目的是抑制相对于处理接收信号的结果、信号的品质劣化较少的正交多路复用信号(例如 OFDM 信号)的峰值。所谓的正交多路复用信号,是以符号的时间单位保证正交性的信号。

[0008] 此外,在抑制发送信号的峰值的情况下,如果不与发送信号的符号的定时同步地生成为了抑制峰值而使用的波形(消除波形),则生成跨越发送信号的符号的分隔的波形。在此情况下,如果在接收装置中将接收信号的符号分切,则消除波形被分断,使接收信号的

品质劣化。在本发明中,目的是与发送信号的符号的定时同步地生成消除波形、抑制接收信号的品质的劣化较少的正交多路复用发送信号的峰值。

[0009] 如果表示本发明的代表性的一例,则为以下这样。即,一种以某个时间单位抑制保证正交性的正交多路复用信号的峰值的峰值抑制方法,包括:第1步骤,检测上述正交多路复用信号的峰值;第2步骤,基于检测到的上述正交多路复用信号的峰值,生成峰值消除波形;以及第3步骤,利用生成的上述峰值消除波形,从上述正交多路复用信号中去除上述正交多路复用信号的峰值;在上述第2步骤中,在上述正交多路复用信号的每个时间单位生成峰值消除波形。

[0010] 根据本发明的一技术方案,抑制了发送信号的峰值,结果能够减少由接收装置处理的接收信号的品质的劣化。

[0011] 此外,在容许与以往技术相同程度的信号的品质的劣化的情况下,能够使发送信号的峰值的抑制量变得更大。因而,能够使无线放大器的动作点变得更高,能够改善功率效率。

[0012] 附图说明

[0013] 图1是表示本发明的第1实施方式的发送装置的结构框图。

[0014] 图2是表示本发明的第1实施方式的复合峰值抑制处理部的结构框图。

[0015] 图3是表示在本发明的第1实施方式的峰值抑制处理中使用的消除波形的波谱的波形图。

[0016] 图4是表示在本发明的第1实施方式的峰值抑制处理中使用的消除波形的时域中的波形的波形图。

[0017] 图5是表示本发明的第1实施方式的循环移位合成部的结构框图。

[0018] 图6是将本发明的第1实施方式的消除波形循环移位的动作例。

[0019] 图7是表示第1实施方式的循环移位处理的处理的动作图。

[0020] 图8是表示本发明的第1实施方式的CP附加部及符号窗处理部的处理的动作图。

[0021] 图9是表示本发明的第2实施方式的发送装置的结构框图。

[0022] 图10是表示本发明的第3实施方式的复合峰值抑制处理部的结构框图。

[0023] 图11是表示本发明的第3实施方式的旋转合成 IFFT 处理部的结构框图。

[0024] 图12是表示本发明的第1实施方式的 OFDM 信号及消除波形的波谱的波形图。

[0025] 图13是表示本发明的第1实施方式的消除波形的时域中的波形的波形图。

[0026] 图14是表示本发明的第1实施方式的另一 OFDM 信号及消除波形的波谱的波形图。

[0027] 图15是表示本发明的第1实施方式的另一消除波形的时域中的波形的波形图。

具体实施方式

[0028] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0029] <实施方式1>

[0030] 首先,对本发明的第1实施方式的发送装置进行说明。

[0031] 图1是本发明的第1实施方式的发送装置的结构图。

[0032] 发送装置具备基带调制器1(1A、1B、1C)及无线发送部2。

[0033] 基带调制器 1 将输入的发送数据的信号利用 OFDM 方式调制,作为 OFDM 调制信号输出。此外,基带调制器 1 输出同步于 OFDM 调制信号的符号的定时的信号(符号定时)。输出的 OFDM 调制信号及符号定时被输入到无线发送部 2 的复合峰值抑制处理部 3 中。

[0034] 无线发送部 2 具备复合峰值抑制处理部 3、上变频器 4、放大器 5 及天线 6。

[0035] 复合峰值抑制处理部 3 将输入的 OFDM 调制信号及符号定时合成,抑制合成的信号(OFDM 信号)的峰值。被抑制的 OFDM 信号被输入到上变频器 4 中。

[0036] 上变频器 4 将 OFDM 信号变换为无线发送频率(上变频),输入到放大器 5 中。

[0037] 放大器 5 将 OFDM 信号的功率放大到希望的发送功率。

[0038] 放大后的 OFDM 信号作为发送信号被从天线 6 发送。

[0039] 另外,图 1 的发送装置由三个基带调制器构成,但也可以由一个基带调制器构成。此外,发送装置也可以由 3 以外的多个基带调制器构成。

[0040] 图 2 是本发明的第 1 实施方式的复合峰值抑制处理部 3 的结构图。

[0041] 复合峰值抑制处理部 3 具备频率变换部 30(30A、30B、30C)、信号合成部 31、消除波形生成部 32、频率变换部 33(33A、33B、33C)、峰值抑制部 34(34A、34B、34C)、以及削波处理部 35。

[0042] 频率变换部 30 将输入的各 OFDM 调制信号变换为与发送频率对应的频率($f_1 \sim f_3$)。将变换后的 OFDM 调制信号输入到信号合成部 31 中。

[0043] 信号合成部 31 将输入的 OFDM 调制信号合成,将合成后的信号(OFDM 信号)输入到峰值抑制部 34 中。

[0044] 消除波形生成部 32 生成抑制 OFDM 信号的峰值的时域中的消除波形的的基本波形。将生成的基本波形输入到频率变换部 33 中。另外,由消除波形生成部 32 生成的基本波形在接收侧被解调后,是不给 OFDM 信号带来影响的、或者影响轻微的波形。

[0045] 频率变换部 33 将基本波形变换为与发送的 OFDM 调制信号的频率对应的频率($f_1 \sim f_3$)。将变换后的基本波形输入到峰值抑制部 34 中。

[0046] 峰值抑制部 34 具备峰值检测部 40、循环移位合成部 41、合成部 42、一符号延迟处理部 43、以及加法部 44。

[0047] 峰值检测部 40 检测包含在 OFDM 信号中的峰值。将检测到的峰值的位置、振幅及相位的信息输入到循环移位合成部中。

[0048] 循环移位合成部 41 基于符号定时及 OFDM 信号的峰值的信息,生成符号单位的消除波形,输入到合成部 42 中。另外,循环移位合成部 41 的详细情况在后述的图 5 中说明。

[0049] 合成部 42 将符号单位的消除波形相加,合成包括 $f_1 \sim f_3$ 的所有的频率成分的消除波形。另外,在将 $f_1 \sim f_3$ 的频率成分的消除波形合成的情况下,由于 OFDM 信号的峰值的位置的各频率成分的消除波形是同相位,所以只要将消除波形简单地分别用振幅电平的 $1/3$ (在 n 个频率成分的合成的情况下是 $1/n$) 的增益合成就可以。此外,在包括各频率成分的 OFDM 调制信号的发送功率不同的情况下,也可以将消除波形用对应于发送功率的比率的合成比率、并且以合成的消除波形的振幅电平的增益为 1 的比率合成。

[0050] 一符号延迟处理部 43 使 OFDM 信号延迟一个符号。

[0051] 加法部 44 从延迟了一个符号的 OFDM 信号中减去由合成部 42 合成的消除波形。减去了消除波形后的 OFDM 信号被从峰值抑制部 34 输出。将输出后的 OFDM 信号输入到削波

处理部 35 中。

[0052] 另外,没有被最初的峰值抑制部 34 完全抑制的峰值、以及因峰值抑制处理的副作用而新产生的峰值通过反复执行抑制峰值的处理而阶段性地抑制。例如,在通过峰值抑制部 34A 执行抑制峰值的处理后,通过峰值抑制部 34B 及峰值抑制部 34C 再重复抑制峰值的处理。

[0053] 削波处理部 35 对 OFDM 信号的超过一定振幅的部分执行饱和运算处理(削波处理)。具体而言,将超过一定振幅的信号的部分除去。将执行了削波处理的 OFDM 信号从峰值抑制处理部 34 输出。

[0054] 另外,生成的消除波形被作为相对于发送信号的误差成分而从天线 6 发送。因而,如果考虑到在各 OFDM 调制信号的频带中容许的功率密度,则消除波形由图 3 所示的波谱构成。

[0055] 图 3 的虚线表示发送信号的波谱。此外,斜线部表示发送信号需要满足的波谱掩模(Spectrum Mask)。峰值抑制信号(消除波形)在信号频带内设为满足规定的 EVM(Error Vector Magnitude/误差向量幅度)的功率密度,设定为,使其在存在于频带中的发送信号的波谱与波谱掩模之间的间隙部分中具有较高的功率密度,在更外侧的频带中具有较低的功率密度。设定各信号的频率相位,以使其在抑制峰值的定时成为同相位。

[0056] 即,在 OFDM 信号的符号的起始(时刻 0)具有峰值的情况下,只要使所有的信号的频率的相位相同就可以。此外,在设计为使得在 OFDM 信号的符号的中心具有峰值的情况下,只要设为相邻的信号的频率的相位相互相差 180 度的关系就可以。这样设计的消除波形在时域中成为图 4 所示那样的波形。即,成为将由发送信号的波谱与波谱掩模之间的间隙的成分(频带外成分)产生的遍及较长的时间的衰减振动、和由信号频带内的频率成分产生的中心的峰值波形合成的波形。

[0057] 另外,在各频带($f_1 \sim f_3$)的 OFDM 调制信号的符号定时相同的情况下,通过在循环移位合成部 41 之前执行图 2 的合成部 42 的处理,能够将峰值抑制部 34 的循环移位合成部用一个构成。进而,不是在各个峰值抑制部 34 中执行合成部 42 的处理,而能够共通化。结果,也可以构成为,将消除波形生成部 32、频率变换部 33 以及合成部 42 的处理的结果作为消除波形共通地保持。

[0058] 如上所述,消除波形是相对于发送信号的误差信号。因此,如果在信号频带中包含频率成分,则信号的品质劣化。因而,如果仅包含信号频带外成分,则本质上信号的品质不会劣化。但是,如果仅由信号频带端的成分构成消除波形,则不包括明显的峰值,成为遍及较长时间的衰减振动。在这样的波形的情况下,难以有效地抑制峰值。

[0059] 此外,在将中心的峰值用于峰值的抑制的情况下,通过在消除波形中含有的较多的大致相同电平的峰值波形,在抑制峰值之前不存在峰值的情况下,会附带地产生多个峰值,需要再执行多个峰值抑制处理。

[0060] 另一方面,由信号频带内的整体构成的消除波形包括尖锐的峰值,适合于峰值抑制处理。但是,信号频带内的误差成分意味着使直接信号的品质劣化,在确保较大的峰值抑制电平的情况下,信号的劣化变大,所以难以实现较大的抑制电平。

[0061] 图 3 及图 4 所示的消除波形通过频带内及频带外的两者的成分平衡良好地协调而构成较高的消除波形,所以能够在将信号频带内的误差抑制得较低的同时有效地抑制峰

值。

[0062] 对于适合于本发明有效的峰值消除波形,利用图 12、图 13 及图 14、图 15 更具体地说明。例如,假设具有图 12(a) 所示那样的波谱构造的 OFDM 发送信号、以及波谱掩模的系统。即,在 32 个子载波中,不使用位于两端的共计 11 条子载波、以及位于中心频率的 1 条子载波,而使用其余 20 条子载波。20 条中的 4 条为在接收机的解调中作为基准信号使用的导频子载波。此情况下的消除波形例如可以如图 12(b) 那样构成。即,对于配置有发送信号的 20 条子载波设定为,使消除波形的信号误差电平 (EVM) 为容许值以下。此外,对于没有配置发送信号子载波设定为,使消除波形的各频率成分满足波谱掩模。在这样的消除波形的设计中,只有配置有发送信号子载波形成的消除波形成为图 13(a) 那样,在中心能够得到相对明显的峰值,但由于使 EVM 为容许值以下的制约,峰值的电平不太大。另一方面,只有没有配置信号子载波形成的消除波形如图 13(b) 所示,存在多个相同程度的峰值,峰值功率分散,另一方面是不给信号带来影响的频率成分,所以可以设定为较大的功率,所以能够得到比图 13(a) 大的峰值。具有由这两者的频率成分构成的图 12(b) 的波谱的消除波形如图 13(c) 所示,在中心具有明显较大的电平的峰值,能够有效地将发送信号的峰值消除。另外,配置有导频信号子载波由于是解调中的基准信号,所以优选地通过做成比其他子载波功率电平低的消除波形来降低给接收特性带来的影响。

[0063] 此外,作为另一例,假设具有图 14(a) 所示那样的波谱构造的 OFDM 发送信号、以及波谱掩模的系统。即,在 32 条子载波中,位于两端的共计 11 条子载波、以及位于中心频率的 1 条子载波不使用。此外,在其余 20 条子载波中,4 条子载波被决定为,使其配置用来抑制 PAPR 的信号。在此情况下,也可以不通过基带调制器 1 生成 PAPR 降低用的子载波,而通过复合峰值抑制处理部 3 一起如图 14(b) 所示那样进行峰值消除波形的生成。通过这样,在如图 1 所示那样将多个频带的 OFDM 信号一起发送的无线发送部中,也能够同时调节能够通过合成多个频带的 OFDM 信号而产生的峰值用于峰值的消除的所有的频率成分,能够更有效地进行峰值抑制。只有配置有发送信号子载波形成的消除波形、只有没有配置发送信号子载波形成的消除波形、通过两者的频率成分构成的消除波形分别成为图 15(a)、图 15(b)、图 15(c) 那样,可以看到与图 13(a)、图 13(b)、图 13(c) 同样的倾向。

[0064] 以上,消除波形一般要求是在发送信号的正交时间单位内具有一个明显的峰值的波形、以及是对于正交发送信号的影响轻微的波形。因而,如果通过对配置有发送信号的正交成分分配较小的功率而使对信号的影响变得轻微、通过对没有配置发送信号的正交成分分配容许的最大电平的功率而形成较高的峰值,则是有效的。另一方面,消除波形的生成以作为接收信号的处理单位的正交时间单位进行,以使对没有配置发送信号的正交成分分配的较大的功率在接收信号处理的过程中不会正交性破坏而给信号带来影响。

[0065] 图 5 是本发明的第 1 实施方式的循环移位合成部 41 的结构图。

[0066] 循环移位合成部 41 具备移位量计算部 50、复数乘法器 51、循环移位部 52、加法器 53、存储器 54、CP 附加部 55、以及符号窗处理部 56。

[0067] 移位量计算部 50 基于由峰值检测部 40 检测到的峰值的信息及符号定时估计消除波形,计算时间移位量。所谓的时间移位量,是为了使消除波形的定时与检测到的峰值一致而需要的时间。

[0068] 复数乘法器 51 调节消除波形的振幅及相位,以使其与检测到的峰值的振幅及相

位一致。

[0069] 循环移位部 52 基于计算出的时间移位量,对消除波形执行循环移位处理。所谓的循环移位处理,是将 OFDM 信号的符号的前后看作连续的重复信号而使时间移位。具体而言,如图 6 所示,将消除波形移位的结果是将从 OFDM 信号的符号时间伸出的部分连接到相反侧的处理。

[0070] 加法器 53 将执行了循环移位处理的消除波形与保存在存储器中的消除波形相加。存储器 54 保存由加法器 53 相加后的消除波形的结果。将保存的消除波形输入到加法器 53 及 CP 附加部 55 中。

[0071] 图 7 是本发明的第 1 实施方式的循环移位处理的动作例。

[0072] 图 7 的最上方的波形是 OFDM 调制信号的合成信号(OFDM 信号)。虚线是信号的抑制需要的电平。此外,正中间的波形是在 OFDM 信号的最初的符号中超过了目标的抑制电平的峰值(峰值检测输出)。此外,最下方的波形是将对在最初的符号中检测到的峰值生成的消除波形循环移位处理后的波形。例如,对应于峰值检测输出的(1)的峰值调节振幅及相位、配合定时而进行循环移位处理后的信号是最下方的波形的(1)。对应于峰值检测输出的(1)~(4)而进行了循环移位处理的四个信号通过在加法器 53 及存储器 54 中相加,成为 OFDM 信号的符号长的消除波形。

[0073] CP 附加部 55 将循环前缀(CP:Cyclic Prefix)附加到保存于存储器中的消除波形中。具体而言,CP 附加部 55 如图 8 所示,在 OFDM 信号的符号时间中,复制消除波形的最后的规定长度部分(CP),附加到消除波形的开头。

[0074] 符号窗处理部 56 调节符号的两端的电平(符号窗处理)。具体而言,符号窗处理部 56 如图 8 所示,在 OFDM 信号的符号时间中,乘以包括 CP 的消除波形的最初及最后的部分的振幅的增益逐渐衰减的形式的增益(符号窗),与相邻的符号平滑地连接。

[0075] 另外,CP 的附加及符号窗的处理与一般的 OFDM 的发送信号的生成处理相同。

[0076] 在本发明的第 1 实施方式中,与 OFDM 调制信号的符号定时同步,以符号单位生成了抑制 OFDM 信号的峰值而使用的消除波形。因而,在接收装置中解调 OFDM 信号时执行傅立叶变换(FFT:Fast Fourier Transform)的情况下,如果执行将 OFDM 信号的符号分切的处理,则消除波形不会被分断。

[0077] 另一方面,在不与 OFDM 调制信号的符号定时同步而生成消除波形的情况下,消除波形有可能跨越 OFDM 信号的符号的分隔。特别是,如图 4 所示,在使用包括遍及较长的时间周期的衰减振动的消除波形的情况下,成为跨越多个 OFDM 信号的符号的波形。

[0078] 对于这样的信号,如果接收装置执行将 OFDM 信号的符号分切的处理,则消除波形被分断,成为与本来消除波形具有的波谱不同的波谱。结果,具有图 3 所示的波谱的消除波形变化,以使存在于本来不给信号频带来不良影响的信号频带与波谱掩模之间的间隙中的功率密度较高的频率成分包括信号频带内的频率成分,所以使接收信号的品质劣化。

[0079] 此外,由于在接收侧使用与执行分切 OFDM 信号的符号的处理的定时一致的消除波形,所以包含在消除波形中的频率成分中的信号频带以外的频率成分能够与信号频带内的信号保持正交性。此外,能够不使接收特性恶化而进行信号品质的劣化较少的峰值抑制处理。

[0080] <实施方式 2>

[0081] 在上述第 1 实施方式中,OFDM 调制信号的符号定时被从基带调制器 1 输入到无线发送部 2 中。另一方面,在第 2 实施方式中,无线发送部 2 中具备的符号定时检测部 7 将符号定时输入到复合峰值抑制处理部 3 中。

[0082] 图 9 是本发明的第 2 实施方式的发送装置的结构图。

[0083] 无线发送部 2 在具备符号定时检测部 7 (7A、7B、7C) 这一点上与本发明的第 1 实施方式不同。

[0084] 符号定时检测部 7 从由基带调制器 1 输入的 OFDM 调制信号中检测符号定时,将检测到的符号定时输入到复合峰值抑制处理部 3 中。另外,检测符号定时的方法也可以与接收装置检测 OFDM 信号的符号定时的方法同样。具体而言,符号定时检测部 7 以配置在规定的部位上的已知信号(例如导频信号)为标记,检测信号的定时。

[0085] 发送装置及其他结构与本发明的第 1 实施方式相同,所以省略。

[0086] <实施方式 3>

[0087] 在上述第 1 实施方式中,通过时域的波形处理了消除波形。另一方面,在本发明的第 3 实施方式中,通过频域的波形处理消除波形。

[0088] 图 10 是本发明的第 3 实施方式的峰值抑制处理部 3 的结构图。

[0089] 峰值抑制处理部 3 与本发明的第 1 实施方式不同的是代替图 2 的循环移位合成部 41 而具备旋转合成 IFFT 处理部 45。

[0090] 在本发明的第 3 实施方式中生成的消除波形是具有与本发明的第 1 实施方式的图 3 相同的波谱及波形的频域的信号。即,与在本发明的第 1 实施方式中生成的消除波形相互是傅立叶变换及逆傅立叶变换 (IFFT: Inversion Fast Fourier Transform) 的关系。

[0091] 此外,频率变换部 33 对生成的消除波形在频域中进行处理。

[0092] 旋转合成 IFFT 处理部 45 将对应于包含在 OFDM 调制信号的符号内的所有的峰值的消除波形在频域中合成,通过逆傅立叶变换 (IFFT) 输出时域的消除波形。

[0093] 关于复合峰值抑制处理部 3 的其他结构,与本发明的第 1 实施方式的图 2 相同,所以省略。

[0094] 另外,在各频带 ($f_1 \sim f_3$) 的 OFDM 调制信号的符号定时相同的情况下,通过在旋转合成 IFFT 处理部 45 之前执行图 10 的合成部 42 的处理,能够将峰值抑制部 34 的旋转合成 IFFT 处理部 45 用一个构成。进而,不是将合成部 42 的处理用各个峰值抑制部 34 执行,而能够共通化。结果,也能够做成将消除波形生成部 32、频率变换部 33 及合成部 42 的处理结果作为消除波形共通地保持的结构。

[0095] 图 11 是本发明的第 3 实施方式的旋转合成 IFFT 处理部 45 的结构图。

[0096] 旋转合成 IFFT 处理部 45 是将本发明的第 1 实施方式的图 5 所示的循环移位合成部 41 的处理替换为频域的处理的结构。即,移位时间的处理在频域中相当于旋转相位的运算。

[0097] 旋转合成 IFFT 处理部 45 具备移位量计算部 50、复数乘法器 51、相位旋转部 57、加法器 53、存储器 54、IFFT 处理部 58、CP 附加部 55 及符号窗处理部 56。

[0098] 移位量计算部 50、复数乘法器 51、加法器 53、存储器 54、CP 附加部 55 及符号窗处理部 56 是与本发明的第 1 实施方式的图 5 相同的结构,所以省略。

[0099] 设时间移位量为 t_0 、旋转相位的频率成分的频率为 f , 旋转相位部 57 将

$\exp(-j2\pi \cdot f \cdot t_0)$ 与消除波形复数相乘。

[0100] IFFT 处理部 58 对保存在存储器中的消除波形进行逆傅立叶变换,将消除波形变换为时域的波形。

[0101] 根据本发明的第 3 实施方式,通过使用包括信号频带内及信号频带外的两者的频率成分的消除波形,即使在信号频带内的误差功率较小的情况下,也能够有效地抑制 OFDM 调制信号的峰值。此外,通过与发送的 OFDM 信号的定时同步地以符号单位执行生成消除波形的处理,能够使得添加在信号频带外的误差频率成分在处理接收信号时不会给信号频带内的信号带来影响。结果,能够实现同时满足高峰值抑制能力及高信号品质的峰值抑制处理。

[0102] 此外,使相位旋转的处理对于消除波形具有的波谱的频率成分中的、相位为零的部分不需要进行复数相乘。即,复数相乘只要仅对消除波形的波谱的部分执行就可以,所以能够将符号内的波谱以外的复数乘法省略。因而,在存在多个检测到的峰值的情况下,能够省略计算的部分变多,所以能够减少计算量。

[0103] 以上,在第 1 至第 3 实施方式中,为了以 OFDM 符号单位进行峰值抑制处理,图 2 及图 10 的峰值抑制处理部 34A、34B、34C 包括一符号延迟部 43。由于将峰值抑制处理部 34 进行多级连接,因此各级的处理延迟被累积。所以,在处理延迟成为问题时,优选减少处理延迟的结构。

[0104] 例如,通过以比发送信号原来的采样率所对应的时钟速度更高速的时钟速度来处理各峰值抑制处理部 34A、34B、34C 的处理,无论多少理论上能够缩短延迟时间。此外,这时,通过将多个峰值抑制处理部 34A、34B、34C 共用化,并以时间分割来使用,能够缩小装置的规模,具有这样效果的结构是优选的结构。

[0105] 并且,当从自基带调制器 1A、1B、1C 输入 OFDM 调制信号时,通过构成以使比对应于实信号时间的时钟速度更高速的时钟速度爆破地 (Burst) (断续地) 输入信号,能够缩短信号输入所需要的时间,因此优选这样的结构。

[0106] 此外,优选进行处理的并行化引起的低延迟化。例如,在各个峰值抑制处理部 34A、34B、34C 的内部,对于多个或全部的峰值进行并行处理。因此,在图 2 的循环移位合成部 41A、41B、41C 以及图 10 的旋转合成部 IFFT 处理部 45A、45B、45C 中设置多个复数乘法器 51、多个移位量计算部 50、多个循环移位部 52 以及多个相位旋转部 57,并行地处理由峰值检测部 40 检测出的多个峰值,只要通过加法器 53 对并行得到的消除波形进行加法运算就可以合成。作为更极端的例子,使 1 个 OFDM 符号的全部采样点并行地处理那样,通过将各处理部的输入输出信号进行并行化,能够将在峰值抑制处理部 34A、34B、34C 的处理延迟最短缩短为 1 个时钟。即,如果允许增大装置的规模,就能使处理延迟尽可能地小。

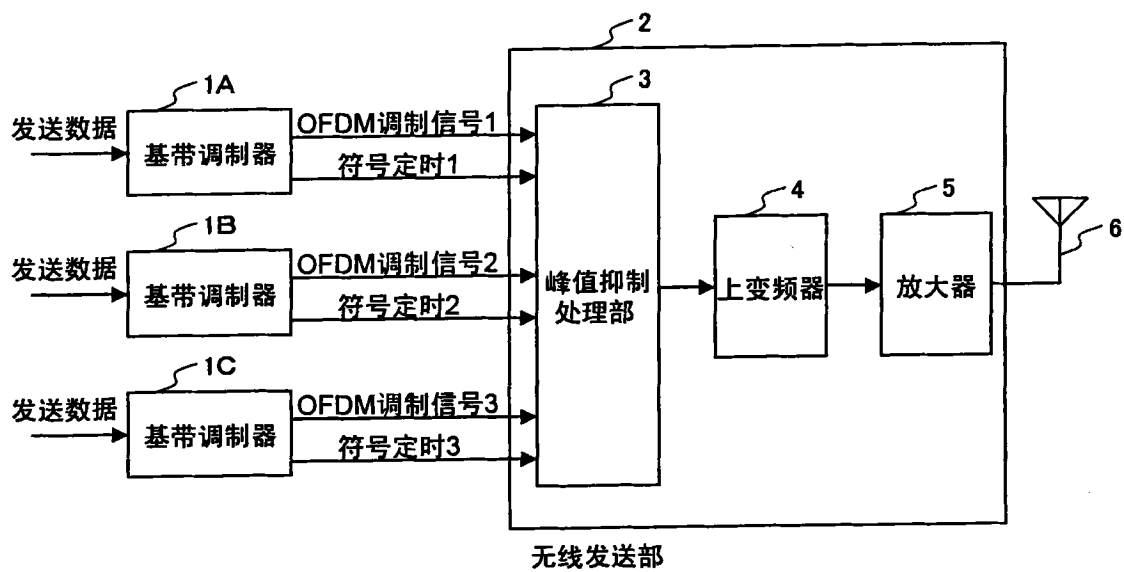


图 1

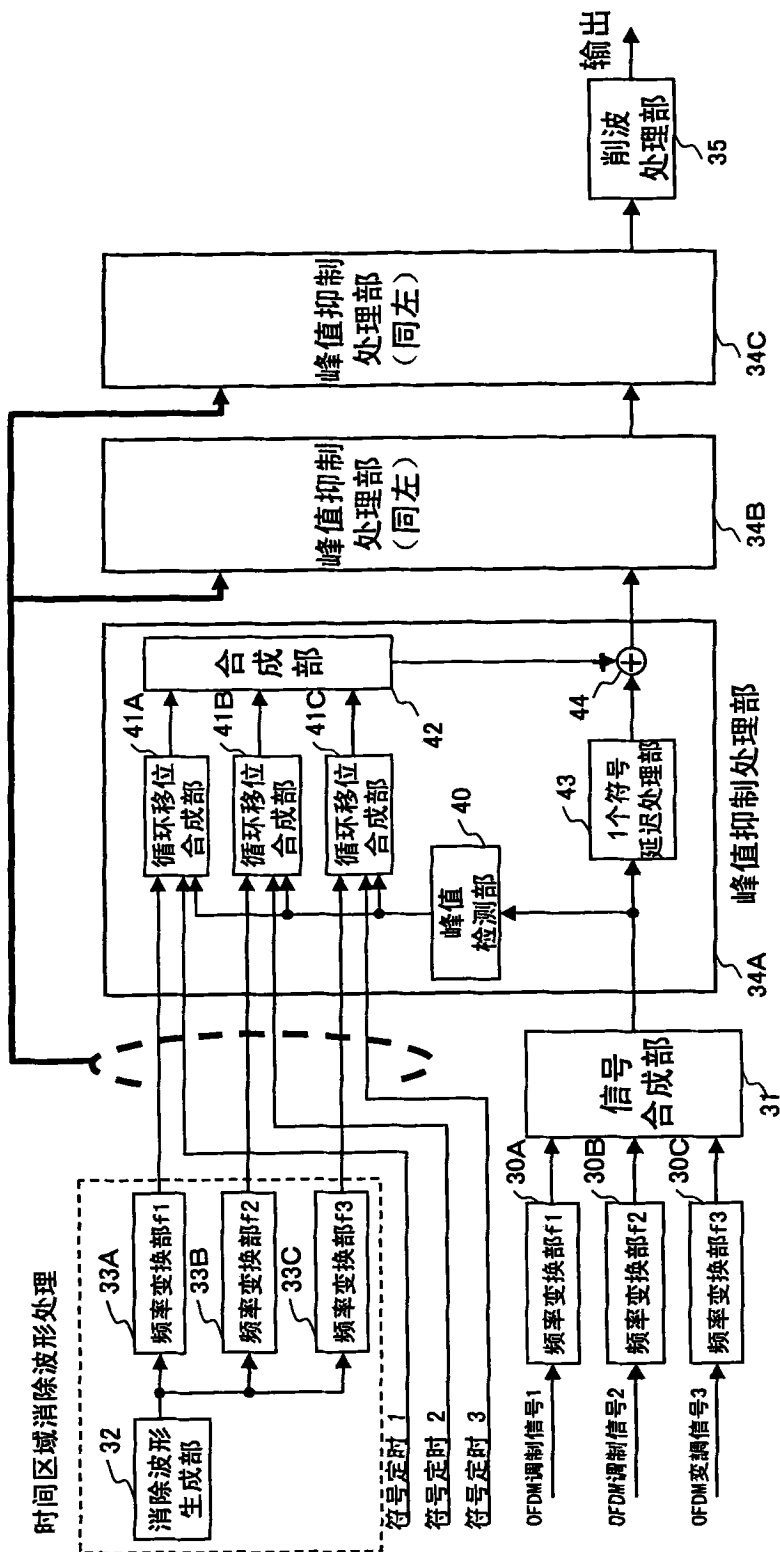


图2

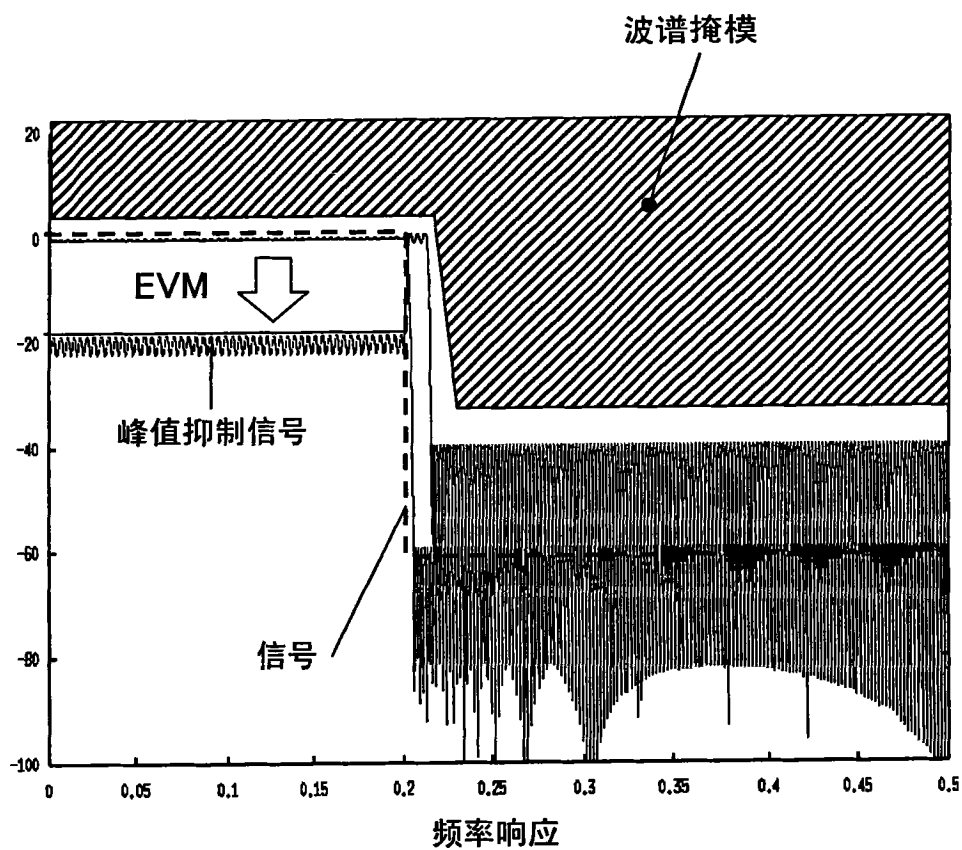


图 3

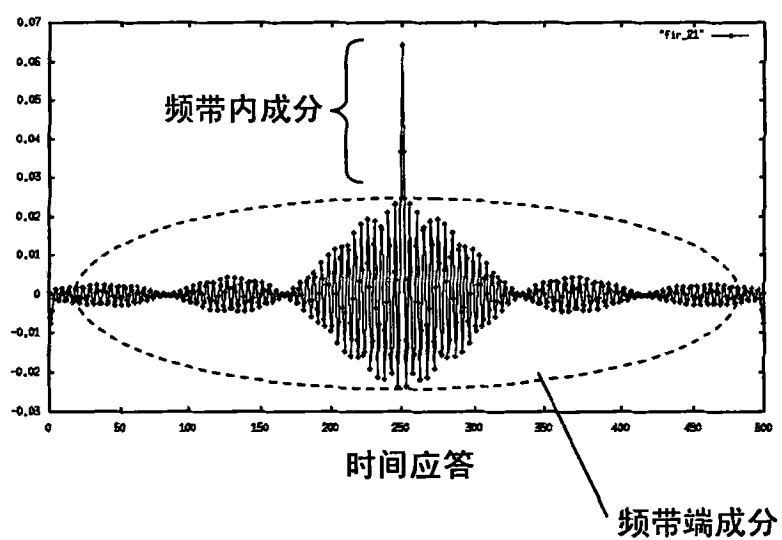


图 4

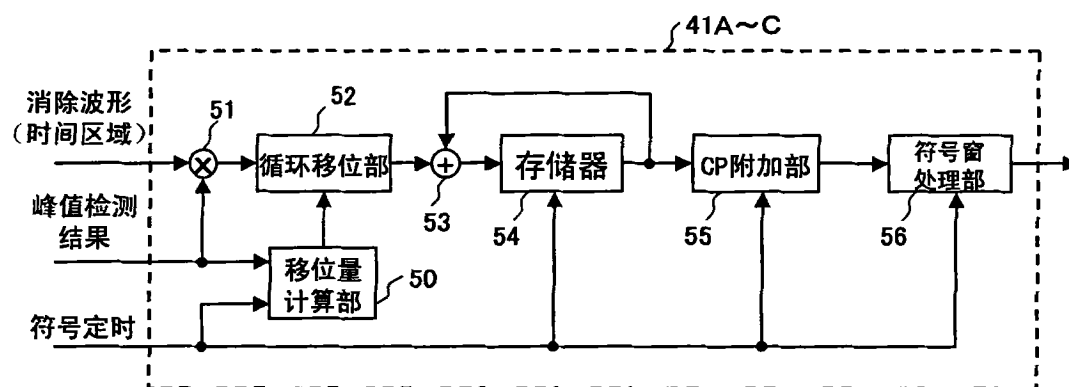


图 5

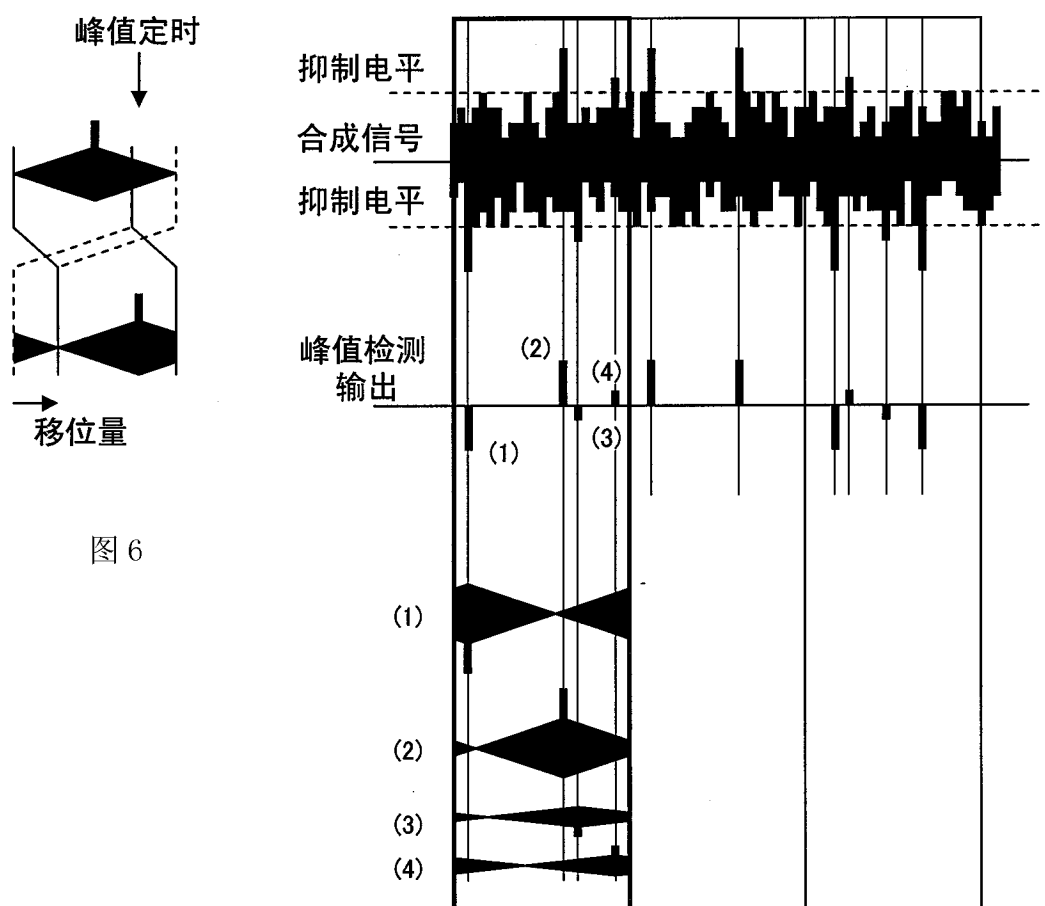


图 7

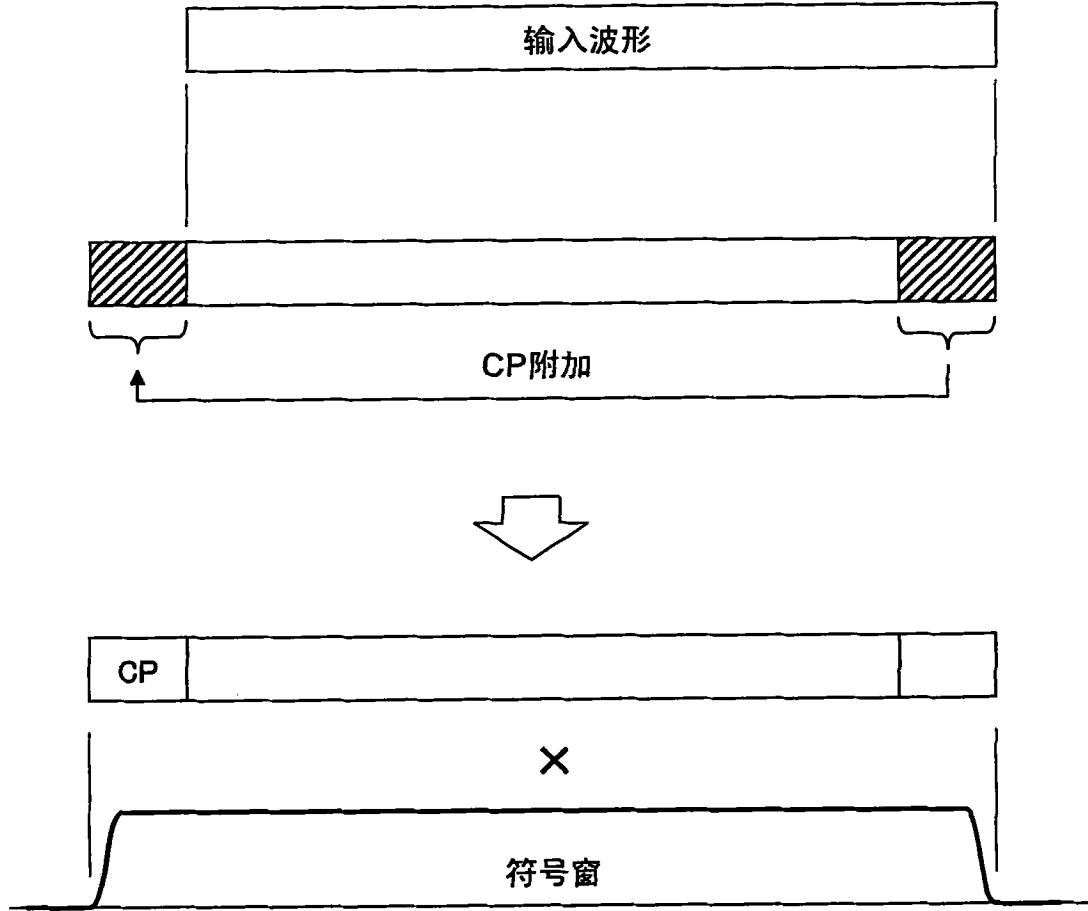


图 8

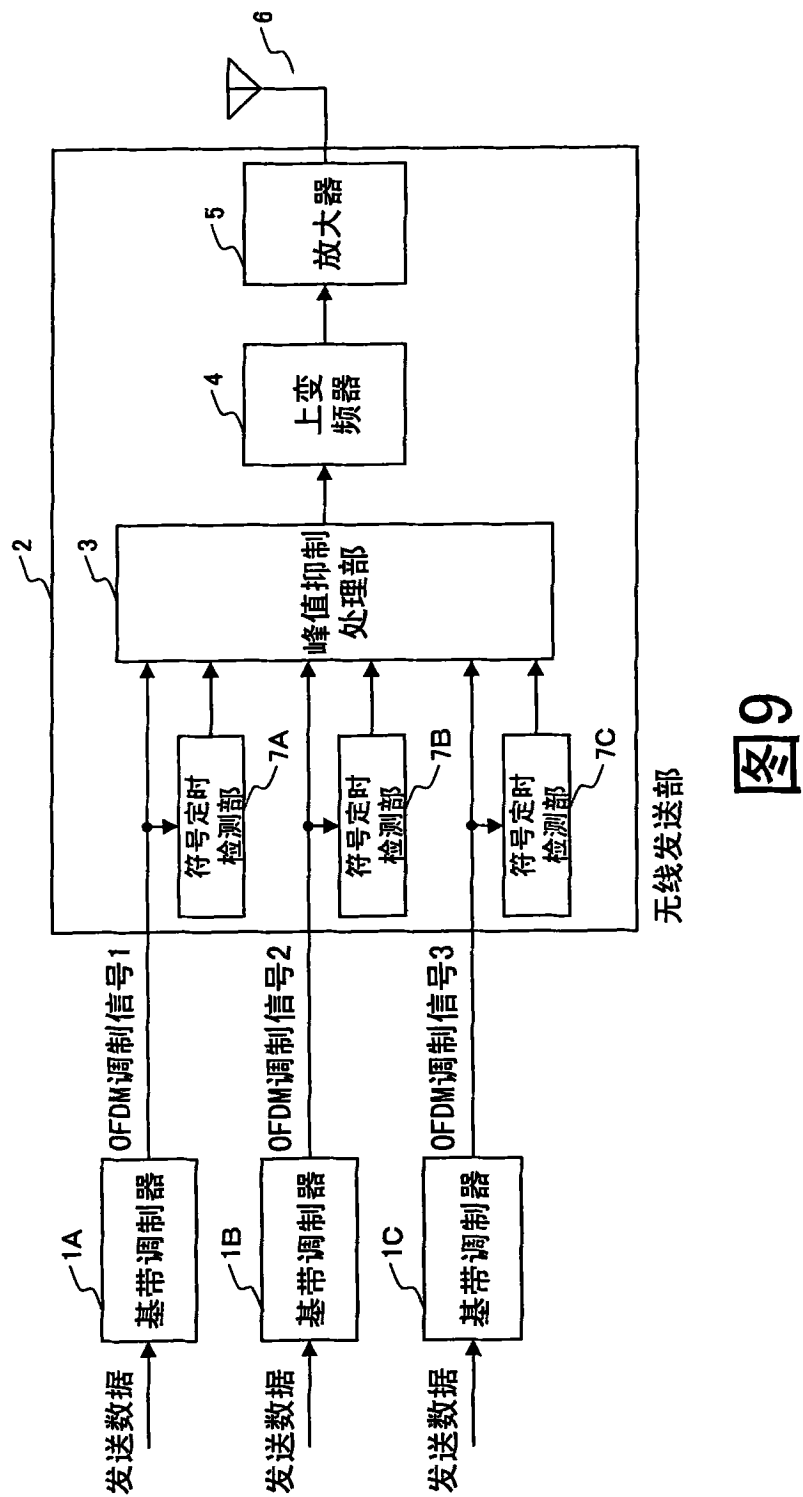
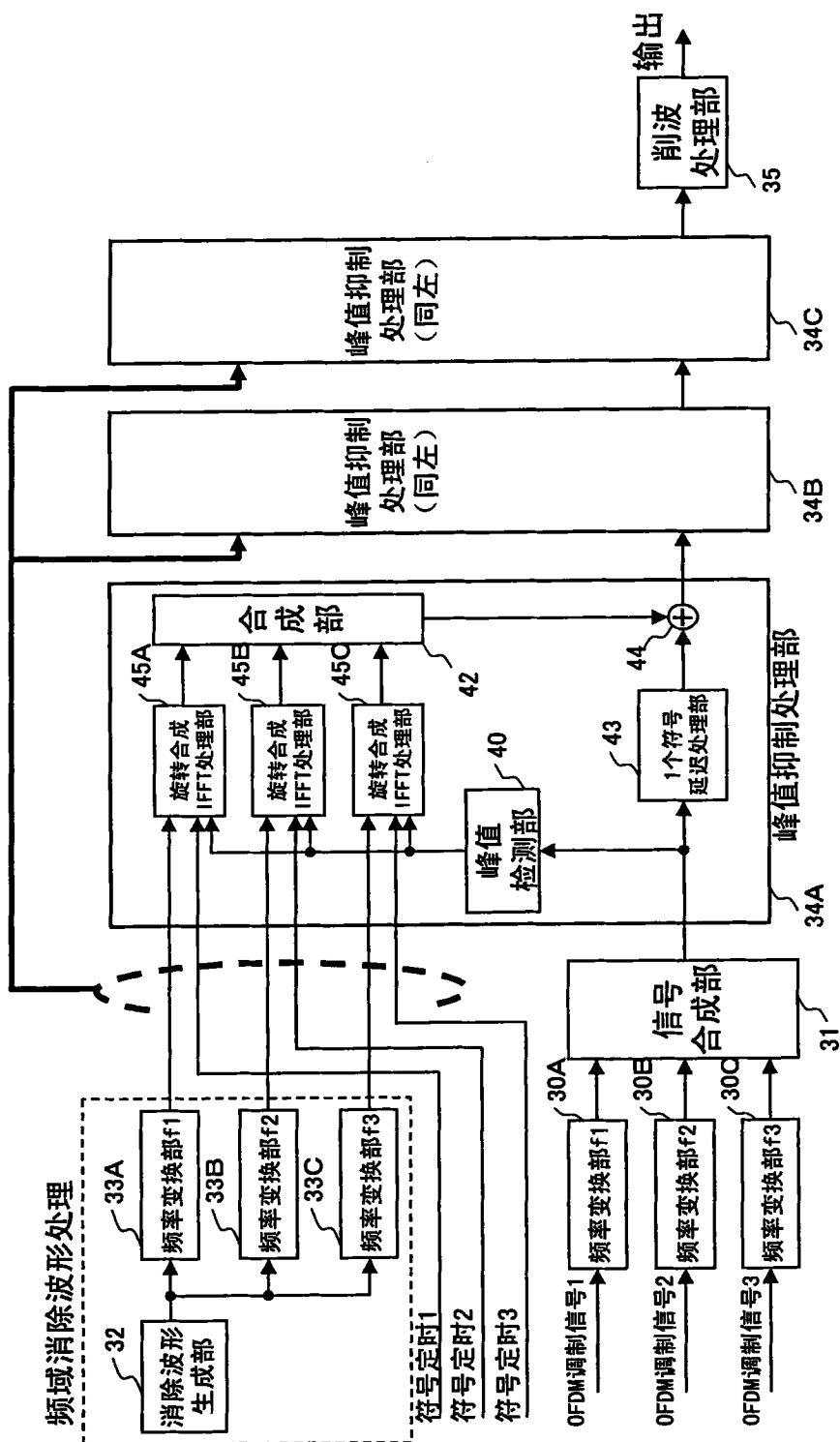
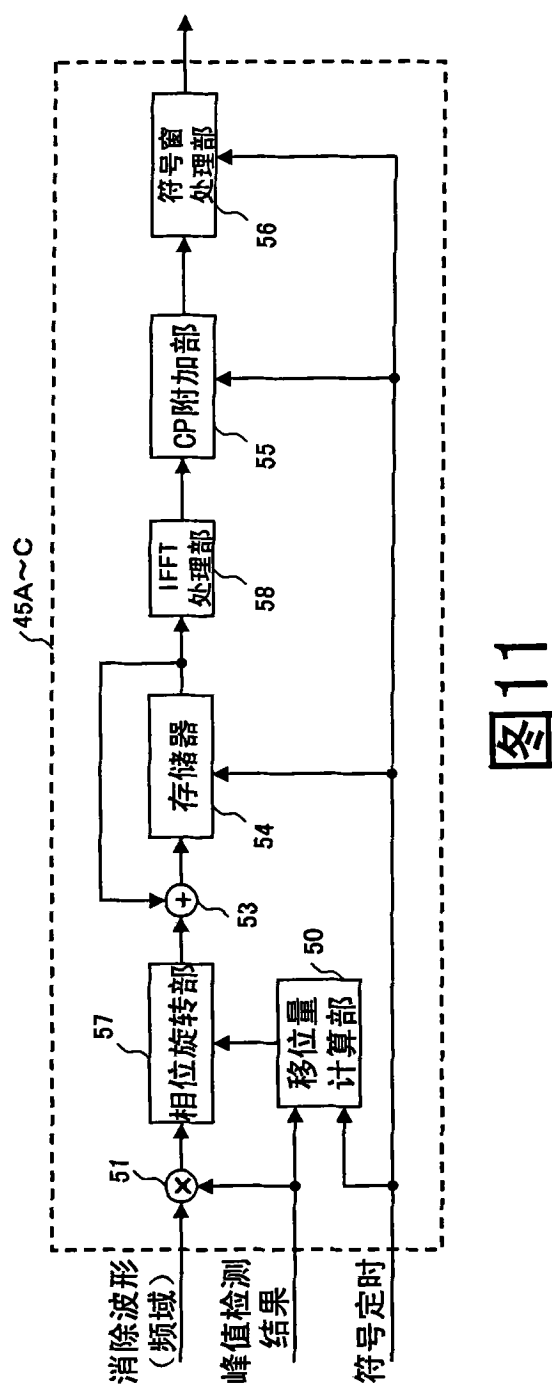


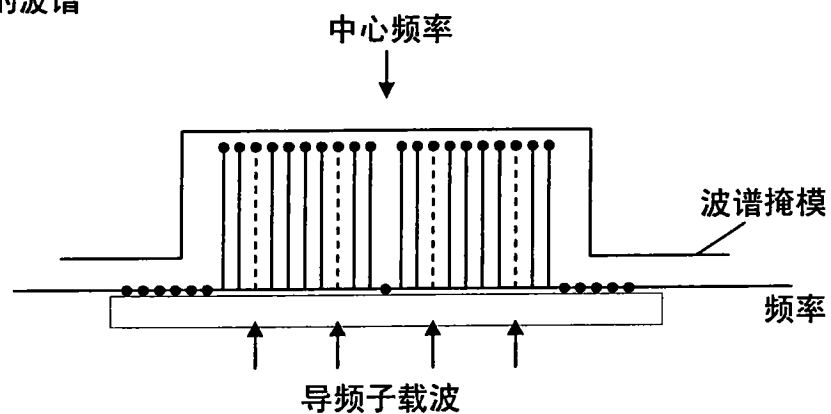
图9



10



(a) 信号的波谱



(b) 消除波形的波谱

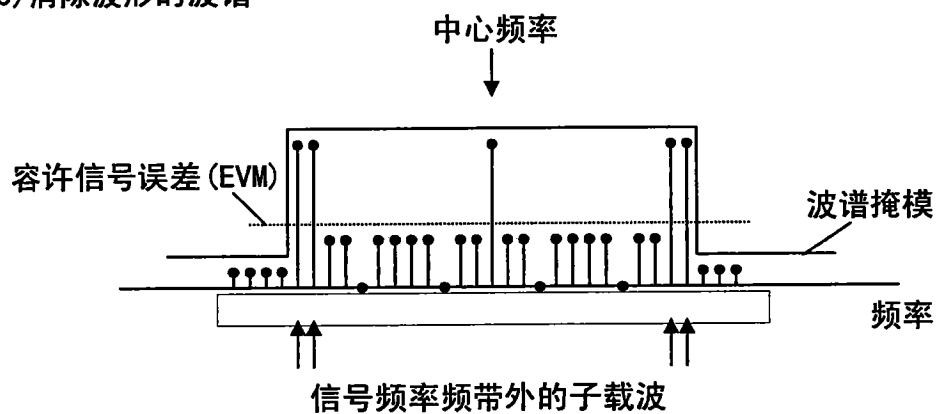
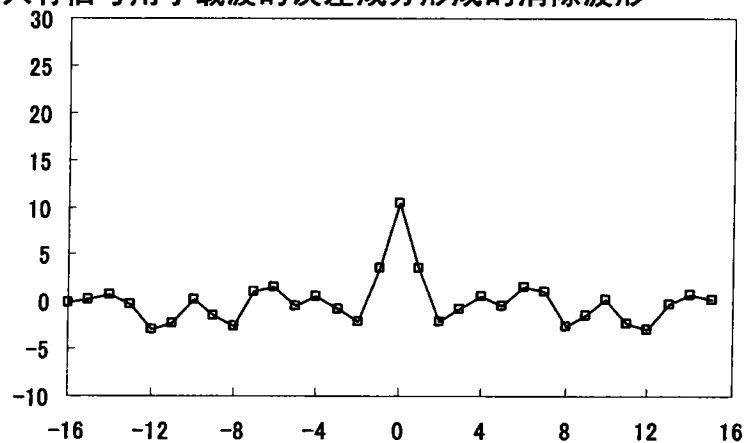
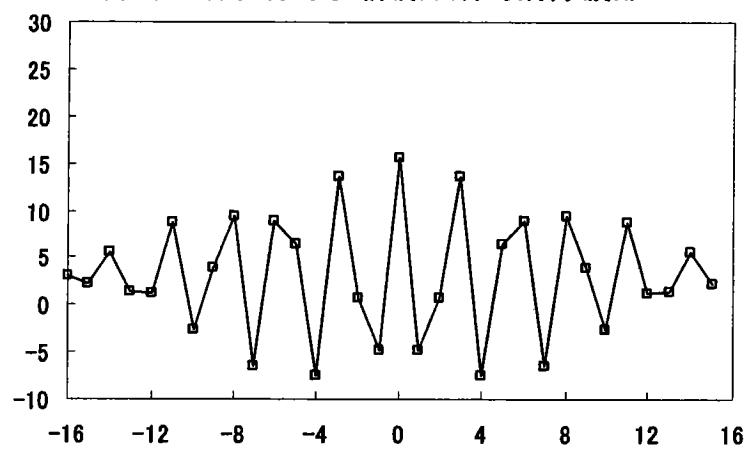


图 12

(a) 只有信号用子载波的误差成分形成的消除波形



(b) 只有空载波、频带端的子载波形成的消除波形



(c) 消除波形

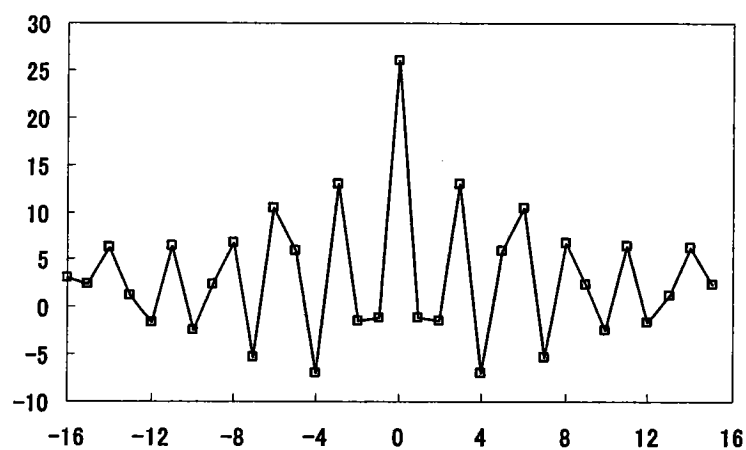
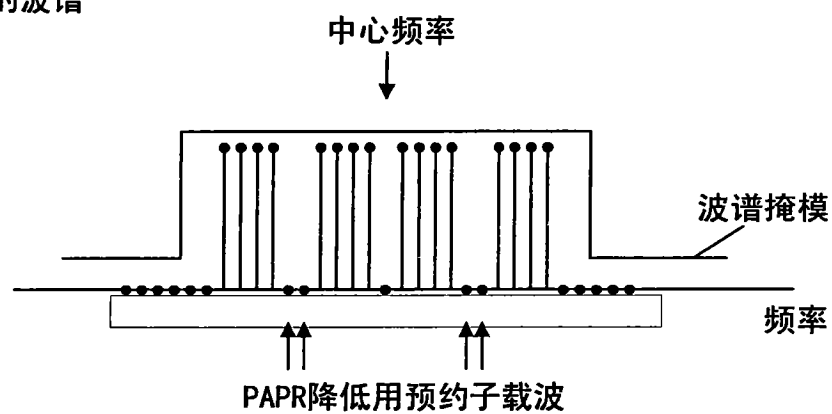


图 13

(a) 信号的波谱



(b) 消除波形的波谱

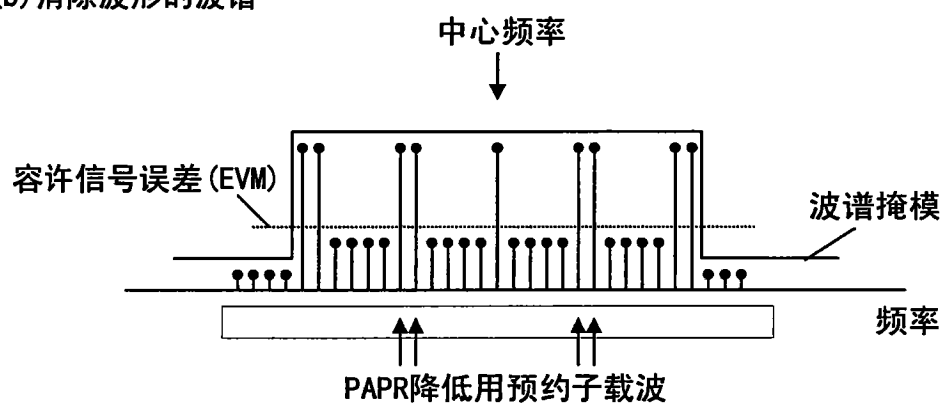
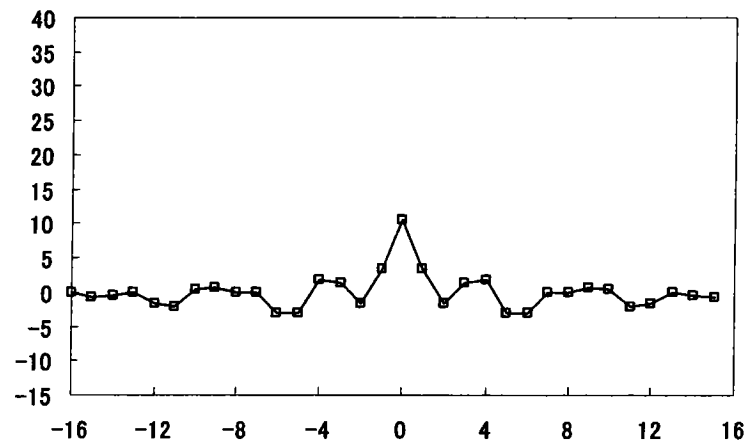
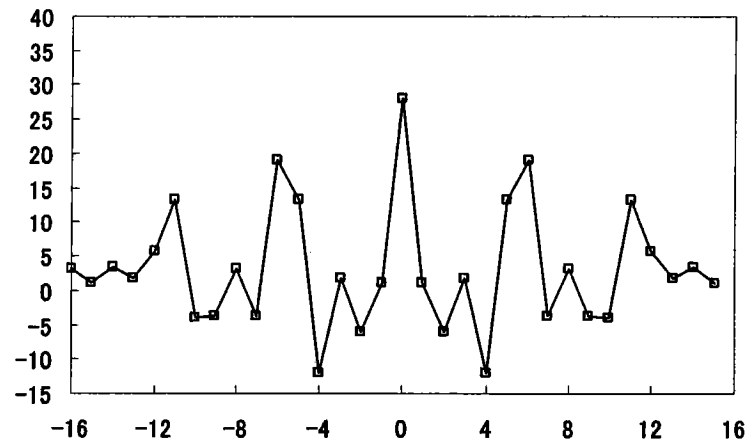


图 14

(a) 只有信号用子载波的误差成分形成的消除波形



(b) 只有空载波、预约子载波形成的消除波形



(c) 消除波形

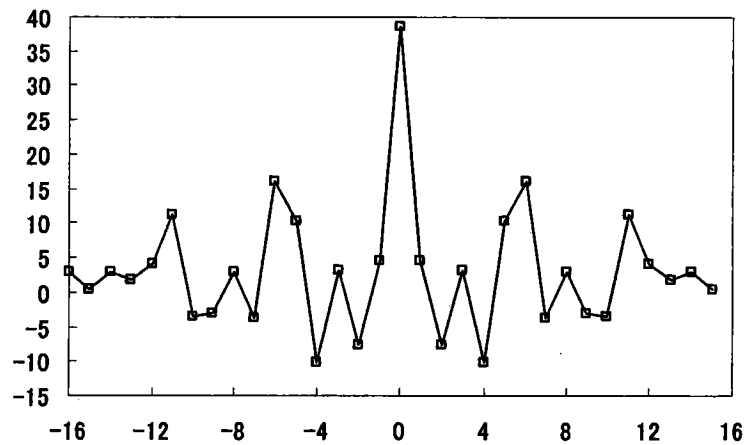


图 15