



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1497886 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 07

(21) 申请号 200310118391. 9

39 页 17-25 行 .

(22) 申请日 2003. 10. 10

EP 0898381 A2, 1999. 02. 24, 0032, 0036 段 .

EP 1143678 A2, 2001. 10. 10, 0015,

0028, 0039, 0045, 0046 段 .

(30) 优先权数据

297298/02 2002. 10. 10 JP

审查员 孙昌璐

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府门真市

(72) 发明人 林大介 八木铁也

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 程天正 叶恺东

(51) Int. Cl.

H04J 11/00(2006. 01)

H04L 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 9819410 A2, 1998. 05. 07, 35 页 1-36 行,

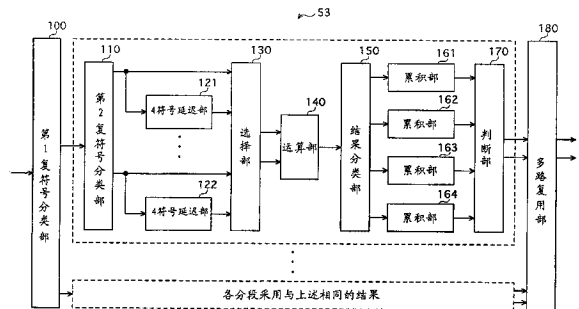
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 14 页

(54) 发明名称

正交频分复用信号均衡器、方法、地面数广接收器

(57) 摘要

提供一种 OFDM 信号均衡器,在短时间内特定 OFDM 信号内的信号均衡中使用的基准符号的位置,并开始执行均衡。第 2 复符号分类部(110)对 OFDM 信号的一个分段,对每个载波的基准符号传输用载波表示的复符号进行分类,4 符号延迟部(121)使每个载波的复符号延迟 4 个符号。运算部(140)将没有延迟的复符号复数除以同一载波的延迟后的复符号。结果分类部(150)将所述除法结果分类到基于载波编号以及按每 4 符号时间循环的相对的符号编号所决定的群。累积部(161~164)每群累积除法结果,计算出绝对值。判断部(170)将算出最大值的群中包含的基准符号的位置通知图外的均衡器,并开始均衡处理。



1. 一种接收器,其特征是,该接收器接收复符号按照规定的顺序排列时在符号方向上位于每隔 N 个位置上的复符号是 SP 符号的 OFDM 信号即正交频分复用信号,其中 $N \geq 2$;

所述接收器具有:

傅里叶变换单元,通过傅里叶变换将所述 OFDM 信号变换成频域的 OFDM 信号并输出;

SP 检测部,根据所述傅里叶变换单元输出,对于由不同符号构成并且按照所述规定的顺序排列的复符号中每隔 N 个位置上的符号构成的 N 种的符号群,根据通过取得所述 N 种的符号群所包含的符号间的相关而得到的 N 种的相关值,特别指定所述 N 种的符号群中哪一群的符号是 SP 符号;

均衡单元,将在所述 N 种的符号群中被特别指定为 SP 符号的复符号用作为均衡的基准,执行所述频域的 OFDM 信号的均衡处理,

其中,上述通过取得所述 N 种的符号群所包含的符号间的相关而得到的 N 种的相关值是指进行下述运算所得到的相关值:

- (1) 一个复数除以另一个,或
- (2) 一个的复数共轭值与另一个执行复数乘法;或者是
- (3) 一个的复数共轭值与另一个复数相乘,对其结果进行归一化。

2. 根据权利要求 1 所述的接收器,其特征是,

所述接收器还具有传输以及多路复用结构控制 TMCC 处理部,从所述傅里叶变换单元的输出确立帧同步,

在所述 TMCC 处理部没有确立帧同步的情况下,所述均衡单元采用所述 SP 检测部检测为所述 N 种的符号群中含有 SP 符号的符号群中所包含的复符号用作为均衡的基准,执行所述频域的 OFDM 信号的均衡处理。

3. 根据权利要求 2 所述的接收器,其特征是,

所述 SP 检测部具有:

运算部,在所述傅里叶变换单元输出中,对于插入所述 SP 符号的规定的载波位置的信号,进行规定的符号与从该规定的符号在符号方向上离开仅所述 N 个而配置的符号之间的相关运算,输出相关值,其中,规定的符号与从该规定的符号在符号方向上离开仅所述 N 个而配置的符号之间的相关运算是指上述 (1) ~ (3) 的运算;

结果分类部,根据循环地分配给所述规定的载波位置的信号各符号的相对编号,特别指定与上述运算部输出的相关值有关的符号相当于所述 N 种的群的哪一群;

累积部,按照上述结果分类部特别指定的所述 N 种的群的每一个,对从上述运算部逐次输出的相关值进行累积并输出;

判断部,根据上述累积部输出的累积结果,检测出是否存在 SP 符号以及 SP 符号的位置。

4. 根据权利要求 3 所述的接收器,其特征是,

在 1 个符号中每规定的 M 个载波间隔含 1 个 SP 符号,所述 SP 符号在符号方向被按每个符号移位来每 L 个载波移位地插在所述 OFDM 信号中;其中 M 是整数, L 满足 $M = L * N$,

所述运算部取得 SP 符号的传送所携带的各载波各自的符号间的相关,

所述结果分类部进一步也根据与上述运算部输出的相关值有关的符号所属于的载波编号,特别指定相当于所述 N 种的群的哪一群,

所述均衡部特别指定插入 SP 符号的载波各自插入 SP 符号的位置,将特别指定的位置上的复符号作为均衡的基准,执行均衡处理。

5. 根据权利要求 2 所述的接收器,其特征是,

当确立帧同步时,所述 TMCC 处理部输出帧同步信息,

所述均衡单元在收到帧同步信息时,所述 SP 检测部切换成特别指定为 SP 符号的群中所包含的复符号,将由所述帧同步信息特别指定的 SP 符号位置上的复符号用作为均衡的基准,执行均衡处理。

6. 一种接收方法,其特征是,接收复符号按照规定的顺序排列时在符号方向上位于每隔 N 个位置上的复符号是 SP 符号的 OFDM 信号即正交频分复用信号,其中 $N \geq 2$;

所述接收方法具有:

傅里叶变换步骤,通过傅里叶变换将所述 OFDM 信号变换成频域的 OFDM 信号并输出;

SP 检测步骤,根据所述傅里叶变换步骤的输出,对于由不同符号构成并且按照所述规定的顺序排列的复符号中每隔 N 个位置上的符号构成的 N 种的符号群,根据通过取得所述 N 种的符号群所包含的符号间的相关而得到的 N 种的相关值,特别指定所述 N 种的符号群中哪一群的符号是 SP 符号;

均衡步骤,将在所述 N 种的符号群中被特别指定为 SP 符号的复符号用作为均衡的基准,执行所述频域的 OFDM 信号的均衡处理,

其中,上述通过取得所述 N 种的符号群所包含的符号间的相关而得到的 N 种的相关值是指进行下述运算所得到的相关值:

- (1) 一个复数除以另一个,或
- (2) 一个的复数共轭值与另一个执行复数乘法;或者是
- (3) 一个的复数共轭值与另一个复数相乘,对其结果进行归一化。

7. 根据权利要求 6 所述的接收方法,其特征是,

所述接收方法还具有 TMCC 处理步骤,从所述傅里叶变换步骤的输出确立帧同步,

在所述 TMCC 处理步骤中没有确立帧同步的情况下,所述均衡步骤中采用所述 SP 检测步骤检测为所述 N 种的符号群中含有 SP 符号的符号群中所包含的复符号用作为均衡的基准,执行所述频域的 OFDM 信号的均衡处理。

8. 根据权利要求 7 所述的接收方法,其特征是,

所述 SP 检测步骤具有:

运算步骤,在所述傅里叶变换步骤输出中,对于插入所述 SP 符号的规定的载波位置的信号,进行规定的符号与从该规定的符号在符号方向上离开仅所述 N 个而配置的符号之间的相关运算,输出相关值,其中,规定的符号与从该规定的符号在符号方向上离开仅所述 N 个而配置的符号之间的相关运算是指上述 (1) ~ (3) 的运算;

结果分类步骤,根据循环地分配给所述规定的载波位置的信号的各符号的相对编号,特别指定与上述运算步骤输出的相关值有关的符号相当于所述 N 种的群的哪一群;

累积步骤,按照上述结果分类步骤特别指定的所述 N 种的群的每一个,对从上述运算步骤逐次输出的相关值进行累积并输出;

判断步骤,在根据上述累积部输出的累积结果,检测出是否存在 SP 符号以及 SP 符号的位置。

9. 根据权利要求 8 所述的接收方法,其特征是,

在 1 个符号中每规定的 M 个载波间隔含 1 个 SP 符号,所述 SP 符号在符号方向被按每个符号移位来每 L 个载波移位地插在所述 OFDM 信号中;其中 M 是整数, L 满足 $M = L * N$,

所述运算步骤取得 SP 符号的传送所携带的各载波各自的符号间的相关,

所述结果分类步骤进一步也根据与上述运算步骤输出的相关值有关的符号所属于的载波编号,特别指定相当于上述 N 种的群的哪一群,

所述均衡步骤特别指定插入 SP 符号的载波各自插入 SP 符号的位置,将特别指定的位置上的复符号作为均衡的基准,执行均衡处理。

10. 根据权利要求 7 所述的接收方法,其特征是,

当确立帧同步时,在上述 TMCC 处理步骤输出帧同步信息,

所述均衡步骤在收到帧同步信息时,所述 SP 检测步骤切换成特别指定为 SP 符号的群中所包含的复符号,将由上述帧同步信息特别指定的 SP 符号位置上的复符号用作为均衡的基准,执行均衡处理。

11. 一种集成电路,其特征是,该集成电路是接收复符号按照规定的顺序排列时在符号方向上位于每隔 N 个位置上的复符号是 SP 符号的 OFDM 信号即正交频分复用信号的装置的集成电路,其中 $N \geq 2$;

所述集成电路具有:

傅里叶变换单元,通过傅里叶变换将上述 OFDM 信号变换成频域的 OFDM 信号并输出;

SP 检测部,根据上述傅里叶变换单元输出,对于由不同符号构成并且按照上述规定的顺序排列的复符号中每隔 N 个位置上的符号构成的 N 种的符号群,根据通过取得上述 N 种的符号群所包含的符号间的相关而得到的 N 种的相关值,特别指定上述 N 种的符号群中哪一群的符号是 SP 符号;

均衡单元,将在上述 N 种的符号群中被特别指定为 SP 符号的复符号用作为均衡的基准,执行上述频域的 OFDM 信号的均衡处理,

其中,上述通过取得上述 N 种的符号群所包含的符号间的相关而得到的 N 种的相关值是指进行下述运算所得到的相关值:

- (1) 一个复数除以另一个,或
- (2) 一个的复数共轭值与另一个执行复数乘法;或者是
- (3) 一个的复数共轭值与另一个复数相乘,对其结果进行归一化。

12. 根据权利要求 11 所述的集成电路,其特征是,

所述集成电路还具有 TMCC 处理部,从上述傅里叶变换单元的输出确立帧同步,

在上述 TMCC 处理部没有确立帧同步的情况下,所述均衡单元采用上述 SP 检测部检测为上述 N 种的符号群中含有 SP 符号的符号群中所包含的复符号用作为均衡的基准,执行上述频域的 OFDM 信号的均衡处理。

13. 根据权利要求 12 所述的集成电路,其特征是,

所述 SP 检测部具有:

运算部,在上述傅里叶变换单元输出中,对于插入上述 SP 符号的规定的载波位置的信号,进行规定的符号与从该规定的符号在符号方向上离开仅上述 N 个而配置的符号之间的相关运算,输出相关值,其中,规定的符号与从该规定的符号在符号方向上离开仅上述 N 个

而配置的符号之间的相关运算是指上述 (1) ~ (3) 的运算；

结果分类部, 根据循环地分配给所述规定的载波位置的信号的各符号的相对编号, 特别指定与所述运算部输出的相关值有关的符号相当于所述 N 种的群的哪一群；

累积部, 按照所述结果分类部特别指定的所述 N 种的群的每一个, 对从所述运算部逐次输出的相关值进行累积并输出；

判断部, 根据所述累积部输出的累积结果, 检测出是否存在 SP 符号以及 SP 符号的位置。

14. 根据权利要求 13 所述的集成电路, 其特征是,

在 1 个符号中每规定的 M 个载波间隔含 1 个 SP 符号, 所述 SP 符号在符号方向被按每个符号移位来每 L 个载波移位地插在所述 OFDM 信号中; 其中 M 是整数, L 满足 $M = L * N$,

所述运算部取得 SP 符号的传送所携带的各载波各自的符号间的相关,

所述结果分类部进一步也根据与所述运算部输出的相关值有关的符号所属于的载波编号, 特别指定相当于所述 N 种的群的哪一群,

所述均衡部特别指定插入 SP 符号的载波各自插入 SP 符号的位置, 将特别指定的位置上的复符号作为均衡的基准, 执行均衡处理。

15. 根据权利要求 12 所述的集成电路, 其特征是,

当确立帧同步时, 所述 TMCC 处理部输出帧同步信息,

所述均衡单元在收到帧同步信息时, 所述 SP 检测部切换成特别指定为 SP 符号的群中所包含的复符号, 将由所述帧同步信息特别指定的 SP 符号位置上的复符号用作为均衡的基准, 执行均衡处理。

正交频分复用信号均衡器、方法、地面数字广播接收器

技术领域

[0001] 本发明涉及 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 正交频分复用) 信号均衡器,特别是地面数字广播中使用的 OFDM 信号的均衡技术。

背景技术

[0002] 近来,为了提高电视、无线电广播的地面广播中的频率利用效率、多信道化、高画质化、高音质化,全世界都在进行地面广播的数字化,在日本也将开始地面数字广播。

[0003] 日本的地面数字广播使用 OFDM 信号进行传输。所谓 OFDM 信号,一般是分别使用数字数据来调制相互正交的多个载波,并对这些调制波进行多路复用而得到的信号。

[0004] 日本地面数字广播中使用的 OFDM 信号(以后简单称其为地面数字广播信号)的标准在非专利文献 1 中予以规定。在这里,说明其标准中与本发明主题相关的事项。

[0005] 地面数字广播信号,在电视广播中由 13 个、在无线电广播中由 1 个或 3 个 OFDM 分段(segment)(以下,简单地称为分段)构成。一个分段是具有一定数量的载波束,其数量对应于传输模式,例如在模式 1 中为 108 条载波束,具有约 430kHz 的带宽。载波有利用已知的调制方式调制的控制信息载波,和由控制信息载波所示的调制方式调制、传输广播主体信息的数据载波。

[0006] 将利用 QPSK(四相移相键控)、16QAM(正交调幅)、或是 64QAM 对数据载波进行调制的分段叫做同步调制部,将利用 DQPSK(差分 QPSK)对数据载波进行调制的分段叫做差分调制部。

[0007] 在一个分段中,在每个符号期间,分别利用单独的复符号(用实部和虚部来表示信息信号的正交分量的所谓 IQ 符号)来调制各个载波,并在一个 OFDM 符号上进行多路复用传输。204 个 OFDM 符号构成一个传输帧(以下简称帧)。

[0008] 图 10 是同步调制部的帧的一个构成例。在图 10 中是按照频率的升序从左至右排列载波,按照时间顺序从上向下排列 OFDM 符号而进行显示的。以频率升序将载波编号 k 设为 $0 \sim 107$,按照帧内的时间顺序将符号编号 n 设为 $0 \sim 203$ 。

[0009] 在载波和 OFDM 符号交叉的单元中,定位在符号编号 n 期间调制载波 k 的一个复符号 $c(n,k)$ 。因此,在该图中,还显示了复符号 $c(n,k)$ 的载波的频率顺序以及时间顺序的排列。

[0010] 在同步调制部中,传输作为显示在信号均衡中使用的基准值的引导符号(pilotsymbol)的 SP(Scattered Pilot 一分散引导)符号。如图 10 所示,在时间顺序上,由 3 条中的 1 条载波分别以 4 符号为周期传输 1 次 SP 符号,或者,在频率顺序上,在所有符号期间,由 12 条中的 1 条载波来传输 SP 符号。

[0011] 图 11 通过与图 10 相同的表示法来显示差分调制部的帧的一个构成例。在差分调制部中,不传送 SP 符号。

[0012] 在同步调制部以及差分调制部的任何一种中,都是使用规定的载波来传输 TMCC(传输以及多路复用结构控制 Transmission and Multiplexing

ConfigurationControl) 信号。TMCC 信号在符号编号 1 ~ 16 中含有显示帧同步定时的同步符号,在符号编号 17 ~ 19 中含有分段形式识别符号,在符号编号 20 ~ 121 中含有 TMCC 信息符号。根据 TMCC 信息符号的内容可以识别该分段是同步调制部、以及差分调制部中的哪一个。

[0013] 以往,公开了接收这种地面数字广播信号的 OFDM 信号接收器(例如参见专利文献 1)。

[0014] 图 12 是表示地面数字广播接收器 9 的结构功能框图,它除了在所述文献中显示的 OFDM 信号接收器的主要部分之外,还加上了视频音频重放部 80 以及显示部 90。

[0015] 在地面数字广播接收器 9 中,天线 10 接收 RF 频分段的 OFDM 信号 SRF(t),调谐部 20 使用其内部生成的本振信号,将信号 SRF(t) 频率转换为 IF 频分段的 OFDM 信号 SIF(t),A/D 部 30 对信号 SIF(t) 进行采样,输出数据 D(t),正交解调部 40 基于数据 D(t) 而输出基带的 OFDM 信号 B(t)。

[0016] 信号 B(t) 表示分别用实部和虚部来表示在时域的 OFDM 信号中包含的正交分量的复数值序列。为了方便理解,在图 12 中用粗线描述复数信号流过的区间。

[0017] FFT 部 50 通过对在符号编号 n 的有效符号期间得到的信号 B(t) 进行傅利叶变换,在该期间内,对各个载波计算出由载波 k 所表示(即调制了载波 k)的复符号 $c(n, k)$ 。

[0018] TMCC 处理部 51 参照对于传送 TMCC 信号的载波 k_0 而计算出的复符号 $c(n, k_0)$,执行帧同步的确立以及分段形式的识别。之后,将显示确立的帧同步定时的帧同步信息,以及显示识别的分段形式的分段形式信息通知给均衡部 60。

[0019] 均衡部 60 在所通知的分段形式信息显示同步调制部的情况下,基于所进通知的帧同步信息来特定所述 SP 符号的位置,利用存在于该位置上的复符号,对各复符号的相位以及振幅进行均衡。

[0020] 纠错部 70 在对均衡后的复符号 $d(n, k)$ 进行纠错的同时,将其变换为传输流 TS,视频音频再现部 80,将传输流 TS 解码为视频音频信号,显示于显示部 90 中。

[0021] 如上所述,已有的地面数字广播接收器的均衡部 60,由 TMCC 处理部 51 得到所述分段形式信息以及帧同步信息后才开始执行复符号的均衡处理。

[0022] 图 13 是详细显示已有的均衡处理的流程图。

[0023] 一般来说,以往的帧同步的确立由于是通过检出两帧的所述同步符号而执行的,因此 TMCC 处理部 51 从开始提供复符号开始,到确立帧同步(S11)、对 TMCC 信息符号进行解码(S12)、向均衡部 60 提供帧同步信息以及分段形式信息(S13)为止,平均花费 1.5 帧时间,最多花费 2 帧时间。均衡部 60 在经过该时间后,参照由 TMCC 处理部 51 通知的分段形式信息,如果是同步调制部(S24: YES) 则开始均衡处理(S25)。

[0024] 2 帧时间按照传输模式大约是 0.5 秒,这种已有的均衡处理,存在到得到稳定的视频音频为止花费相当多时间的问题。

[0025] 这个问题,不仅仅是在接收日本的地面数字广播中产生,将利用相同结构的 OFDM 信号传输的数字广播例如欧洲的地面数字广播,按照确立帧同步后特定 SP 符号的位置、然后开始均衡处理的顺序接收时,通常都会产生。

[0026] 图 14 利用与图 10 相同的方法来表示欧洲地面数字广播中使用的 OFDM 信号的帧的一种构成例。欧洲的地面数字广播中使用的 OFDM 信号,传输相当于所述 SP 符号的加速

引导符号 (boosted pilot symbol), 以及相当于所述 TMCC 信号的 TPS 信号。细节请参见非专利文献 2。

[0027] (专利文献 1)

[0028] 特开 2001-298438(第 8-10 页, 图 6)

[0029] (非专利文献 1)

[0030] “地面数字电视广播的传输方式标准规格”, 社团法人电波产业会, ARIBSTD-B311.5 版平成 15 年 7 月 29 日修订

[0031] (非专利文献 2)

[0032] Digital Video Broadcasting(DVB): Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television, European Telecommunication Standards Institute, EN 300744V1.1.2(1997-08)

发明内容

[0033] 本发明是为了解决上述问题点而作出的, 目的在于提供一种 OFDM 信号均衡器, 以及其方法、程序以及适用这种 OFDM 信号均衡器的地面数字广播接收器, 与以往的 OFDM 信号均衡器相比, 该 OFDM 均衡器在开始提供由频域的 OFDM 信号所表示的复符号后, 能在更短的时间内, 特定引导符号的位置, 开始信号的均衡处理。

[0034] 本发明的 OFDM 信号均衡器是这样一种 OFDM 信号均衡器: 在按照规定的顺序排列由频域的 OFDM 信号表示的规定的复符号时, 在位于每隔 $N(2 \leq N)$ 个位置上的复符号是信号均衡中使用的引导符号的情况下, 使用所述引导符号, 对所述 OFDM 信号进行均衡, 该 OFDM 信号均衡器具有: 对所述顺序中、位于不同的每隔 N 个位置上的复符号构成的 N 种群, 对每群计算出显示各群中包含的复符号间的相关的指标的指标计算单元; 以及, 利用由所述指标计算单元计算出最大指标的群中包含的复符号, 对所述 OFDM 信号进行均衡的均衡器。

[0035] 在该结构中, 所述 OFDM 信号均衡器, 利用在按照规定的顺序排列复符号时显示出的周期性来设定群, 通过对每群估测复符号间的相关程度, 在是引导符号时, 使用特定的复符号, 对所述 OFDM 信号进行均衡。

[0036] 利用这种方法, 所述 OFDM 信号均衡器, 与帧同步无关, 能够使用几~几十符号的时间的复符号, 特定引导符号, 开始均衡处理。到所述 OFDM 信号均衡器开始均衡处理为止所需要的时间, 比已有技术所需要的 1.5~2 帧时间短。

[0037] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡器: 由所述 OFDM 信号所表示的复符号, 是显示所述 OFDM 信号的帧同步定时的同步符号, 所述引导符号在所述顺序中存在于从所述同步符号开始的规定位置上; 所述 OFDM 信号均衡器还具有从所述 OFDM 信号中检测出所述同步符号的同步符号检测单元, 所述均衡单元, 在所述同步符号的检出前, 使用包含于计算出所述最大指标的群中包含的复符号, 对所述 OFDM 信号进行均衡, 在所述同步符号的检出后, 使用存在于从检测出的同步符号开始所述规定位置上的复符号, 对所述 OFDM 信号进行均衡。

[0038] 根据这种结构, 由于除了能够在短时间内开始均衡处理之外, 还可以在同步符号检出后, 以同步后的帧为基准, 是引导符号时, 使用特定的复符号来执行均衡处理, 因此, 与

以每个群的相关为基准连续特定引导符号的情况相比,同步错位后丧失引导符号的可能性很小。

[0039] 所述 OFDM 信号均衡器还可以具有在由所述指标计算单元计算出的指标中的任可一个都比规定的阈值小的情况下,禁止所述均衡单元所述 OFDM 信号进行均衡的均衡禁止单元。

[0040] 根据这种结构,所述 OFDM 信号均衡器在所计算出的指标的任何一個都比规定的阈值小的情况下,判断为不存在引导符号,不执行均衡处理。

[0041] 这种特征适于处理例如在日本地面数字广播中使用的 OFDM 信号的情况,能够仅仅对存在引导符号的同步调制部执行适当的均衡处理。

[0042] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡器:由所述 OFDM 信号表示的复符号,是显示所述 OFDM 信号的帧同步定时的同步符号,所述引导符号,存在于所述顺序中从所述同步符号开始的规定位置上;由所述 OFDM 信号表示的规定的复符号,是显示所述 OFDM 信号中所述引导符号存在或不存在的识别符号;所述 OFDM 信号均衡器还具有从所述 OFDM 信号中检测出所述同步符号的同步符号检测单元,以及,从所述 OFDM 信号中检测出所述识别符号的识别符号检测单元;所述均衡单元,在所述同步符号的检出前,使用被计算出所述最大指标的群中包含的复符号对所述 OFDM 信号进行均衡,在所述同步符号的检出后,使用位于从检测出的同步符号开始所述规定位置上的复符号对所述 OFDM 信号进行均衡;所述均衡禁止单元,在所述识别符号的检出前,在所述计算出的指标的任何一個都小于规定的阈值的情况下,禁止所述均衡单元对所述 OFDM 信号进行均衡,在所述识别符号检出后,在检测出的识别符号显示所述引导符号不存在的情况下,禁止所述均衡单元对所述 OFDM 信号进行均衡。

[0043] 根据这种结构,由于与帧同步无关,能在短时间内判断出引导符号的有无,而且,帧同步确立后,基于所述识别符号来判断引导符号的有无,因此,与以每个群的相关为基准连续判断引导符号的有无的情况相比,同步错位而错误判断的可能性小。

[0044] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡器:所述 OFDM 信号由多个分段构成,各个载波属于所述分段的某一个,

[0045] 所述 OFDM 信号均衡器还具有将由所述 OFDM 信号所表示的复符号分类到表示该复符号的载波所属的分段的复符号分类单元,所述指标算出单元,基于所述分类后的复符号,就各个分段算出所述指标。所述均衡单元就各个分段,使用被算出最大指标的群中包含的复符号,对由该分段所属的载波表示的信号进行均衡,所述均衡禁止单元对算出的指标中的任何一个都小于规定阈值的分段,禁止所述均衡单元对由属于该分段的载波表示的信号进行均衡。

[0046] 根据这种结构,就由多个分段构成的 OFDM 信号例如就日本地面数字广播中使用的 OFDM 信号来说,在为每个分段特定引导符号的情况下,是特别适用的。

[0047] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡器:在所述 OFDM 信号中,在按时间顺序排列由规定的载波而顺序表示的复符号时, N 个中有一个是所述引导符号,所述指标算出单元具有:保持部,用于保持所述复符号中最近表示的 N 个复符号;运算部,对由所述载波新表示的复符号以及保持在所述保持部内的最早的复符号实施规定运算;结果分类部,将所述运算结果分类为 N 种群中的 1 种;累积部,对每一群累积所述分类后的运算结果,所述指标运算单元将所述每个群的累积结果的绝对值作为所述指标。

[0048] 也可以是：所述运算部将由所述载波新表示的复符号、以及所述保持部中保持的最早的复符号的 (1) 一个复数除以另一个或 (2) 将一个的复数共轭值和另一个进行复数乘法，或者是 (3) 一个的复数共轭值与另一个执行复数乘法，对其结果执行归一化。

[0049] 根据这些结构，所述 OFDM 信号均衡器使用将复符号按时间顺序排列时表现的群来发挥所述效果。

[0050] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡器：在所述 OFDM 信号中，将分别通过规定的多个载波在一个符号期间所表示的多个复符号按照载波频率顺序排列时，N 个中有 1 个是所述引导符号，所述指标算出单元具有：保持部，用于保持所述复符号中按照载波频率顺序连续的 N 个；运算部，用于对按照载波频率顺序后续在所述保持部中保持的复符号之后的复符号，以及在所述保持部中保持的载波频率顺序上最低位的复符号实施规定的运算；结果分类部，用于将所述运算结果分类为 N 种群中的 1 种；累积部，用于对每个群累积所述分类后的运算结果，所述指标算出单元将所述每个群的累积结果的绝对值作为所述指标。

[0051] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡器：所述运算部，对按照载波频率顺序后续在所述保持部中保持的复符号之后的复符号，以及所述保持部中保持的载波频率顺序上最低位的复符号，与表示各复符号的载波相应的码相乘，计算出所得到的复数值，对算出的复数值的 (1) 一个复数除以另一个或 (2) 一个的复数共轭值与另一个进行复数乘法，或者是 (3) 一个的复数共轭值与另一个进行复数乘法，对其结果执行归一化。

[0052] 根据这些结构，所述 OFDM 信号均衡器使用将复符号按照载波频率顺序排列时所表现的群来发挥所述效果。

[0053] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡器：所述 OFDM 信号均衡器被安装在地面数字广播接收器内，该接收器具有接收时域的 OFDM 信号，将所述接收到的信号傅立叶变换为频域的 OFDM 信号，对所述变换后的频域的 OFDM 信号执行均衡，并从所述均衡后的 OFDM 信号再现出视频或音频，或是再现出这两者的功能，在按照规定的顺序排列由所述变换后的频域的 OFDM 信号所表示的规定的复符号时，位于每隔 N 个位置上的复符号是信号均衡中所用的引导符号，所述 OFDM 信号均衡器对所述变换后的频域的 OFDM 信号执行均衡。

[0054] 根据这种结构，所述 OFDM 信号均衡器适用于所述地面数字广播接收器，缩短了用于稳定所再现的视频音频所需的时间。

[0055] 本发明的 OFDM 信号均衡方法，在按照规定顺序排列由频域的 OFDM 信号所表示的规定的复符号时，在位于每隔 N ($2 \leq N$) 个位置上的复符号是信号均衡中使用的引导符号的情况下，使用所述引导符号对所述 OFDM 信号进行均衡，包含：指标算出步骤，在所述顺序中，就由位于不同的、每隔 N 个位置上的复符号构成的 N 种群来说，对每群算出表示各群中包含的复符号之间的相关的指标；均衡步骤，使用在所述指标算出步骤中被算出最大指标的群中包含的复符号，对所述 OFDM 信号执行均衡。

[0056] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡方法：在由所述 OFDM 信号所表示的规定的复符号是显示所述 OFDM 信号的帧同步定时的同步符号，所述引导符号位于所述顺序中从所述同步符号开始的规定位置处，所述 OFDM 信号均衡方法还包含同步符号检出步骤，用于从所述 OFDM 信号中检测出所述同步符号，所述均衡步骤，在所述同步符号的检出前，使用被算出所述最大指标的群中包含的复符号对所述 OFDM 信号进行均衡，在所述同步符号的检出后，使用位于从检出的同步符号开始的所述规定位置上的复符号，对所述 OFDM 信号进行均

衡。

[0057] 所述 OFDM 信号均衡方法也可以包含均衡禁止步骤,在所述指标算出步骤中算出的指标的任何一个都小于规定阈值的情况下,禁止所述均衡步骤中的所述 OFDM 信号的均衡。

[0058] 在由所述 OFDM 信号所表示的复符号中,还可以是显示所述 OFDM 信号的帧同步定时的同步符号,所述引导符号位于所述顺序中从所述同步符号开始的规定位置上。

[0059] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡方法:由所述 OFDM 信号所表示的复符号是显示所述 OFDM 信号中所述引导符号的存在或不存在的识别符号,所述 OFDM 信号均衡方法还包含:同步符号检出步骤,用于从所述 OFDM 信号中检出所述同步符号;以及,识别符号检出步骤,用于检出所述识别符号,所述均衡步骤,在所述同步符号检出前,使用被算出所述最大指标的群中包含的复符号,对所述 OFDM 信号执行均衡,在所述同步符号的检出后,使用位于从检出的同步符号开始的所述规定位置上的复符号,对所述 OFDM 信号执行均衡,所述均衡禁止步骤,在所述识别符号的检出前,在所述计算出的指标的任何一个都小于规定阈值的情况下,禁止所述均衡步骤中的所述 OFDM 信号的均衡,在所述识别符号的检出后,在检出的识别符号显示所述引导符号不存在的情况下,禁止所述均衡步骤中的所述 OFDM 信号的均衡。

[0060] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡方法:所述 OFDM 信号由多个分段构成,各个载波属于所述分段的某一个,

[0061] 所述 OFDM 信号均衡方法中还包含复符号分类步骤,用于将由所述 OFDM 信号所表示的复符号分类到表示该复符号的载波所属的分段,所述指标算出步骤基于所述分类后的复符号就各个分段算出所述指标,所述均衡步骤就各个分段,使用被算出最大指标的群中包含的复符号,对属于该分段的载波所表示的信号执行均衡,所述均衡禁止步骤对被算出的指标的任何一个都小于规定阈值的分段,禁止所述均衡步骤对属于该分段的载波所表示的信号执行均衡。

[0062] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡方法:在所述 OFDM 信号中,在按照时间顺序排列由规定载波顺序表示的复符号时, N 个中的 1 个是所述引导符号,所述指标算出步骤包含:保持子步骤,用于保持所述复符号中最近表示的 N 个复符号;运算子步骤,用于对由所述载波新表示的复符号,以及所述保持子步骤中保持的最早的复符号实施规定运算;结果分类子步骤,将所述运算结果分类为 N 种群中的一种;以及累积子步骤,用于每群累积所述分类后的运算结果,所述指标算出步骤将所述每群的累积结果的绝对值作为所述指标,进行计算。

[0063] 所述运算子步骤也可以对所述载波新表示的复符号、以及在所述存储子步骤中保持的最早的复符号的 (1) 一个复数除以另一个或 (2) 一个的复数共轭值和另一个进行复数乘法,或者是 (3) 一个的复数共轭值与另一个执行复数乘法,并对其结果执行归一化。

[0064] 还可以是这样一种 OFDM 信号均衡方法:在所述 OFDM 信号中,在按照载波频率顺序来排列分别由规定的多个载波在一个符号期间所表示的复符号时, N 个中有一个是所述引导符号,所述指标算出步骤包含:保持子步骤,用于保持所述复符号中按照载波频率顺序连续的 N 个;运算子步骤,用于对按照载波频率顺序后续在所述保持子步骤中保持的复符号后的复符号,以及在所述保持子步骤中保持的载波频率顺序上最低位的复符号实施规定运

算;结果分类子步骤,将所述运算结果分类为 N 种群中的一种;累积子步骤,用于每群累积所述分类后的运算结果,所述指标算出步骤将所述每群的累积结果的绝对值作为所述指标进行计算。

[0065] 所述运算子步骤,也可以对按照载波频率顺序后续在所述保持子步骤中保持的复符号后的复符号,以及在所述保持子步骤中保持的载波频率顺序上最低位的复符号,分别乘以与表示复符号的载波相应的代码,计算出所得到的复数值,将算出的复数值的 (1) 一个复数除以另一个或 (2) 一个的复数共轭值和另一个进行复数乘法,或者是 (3) 一个的复数共轭值与另一个执行复数乘法,并对其结果执行归一化。

[0066] 根据这些方法,通过和所述作用相同的作用,能够在比以往短的时间内,特定引导符号,开始均衡处理。

[0067] 本发明的程序是计算机可执行程序:在按照规定顺序排列由频域的 OFDM 信号所表示的规定的复符号时,在位于每隔 $N(2 \leq N)$ 个位置上的复符号是信号均衡中使用的引导符号的情况下,使用所述引导符号来执行所述 OFDM 信号的均衡处理可以用计算机执行,所述一个以上的步骤是在计算机内执行的。

[0068] 根据该程序,使用所述计算机,能够实施具有所述效果的 OFDM 信号均衡处理。

[0069] 通过参照说明本发明的一个实施例的附图所做的以下说明,可以使本发明的这些以及其它目的、优点以及特征更加明显。

附图说明

[0070] 图 1 是显示本发明的地面数字广播接收器的一个构成例的功能框图。

[0071] 图 2(A) 和 (B) 是显示本发明的地面数字广播接收器的外观的一个例子的外观图。

[0072] 图 3 是显示 4 种复符号的群的原理图。

[0073] 图 4 是显示均衡控制部的一个构成例的功能框图。

[0074] 图 5 是显示 SP 检出部的一个构成例的功能框图。

[0075] 图 6 的 (A)-(C) 是显示运算部的结构例的功能框图。

[0076] 图 7 是显示本发明均衡处理的定时例的时序图。

[0077] 图 8 是显示 SP 检出部的其它结构例的功能框图。

[0078] 图 9 是显示 SP 检出部的另一个构成例的功能框图。

[0079] 图 10 是在日本地面数字广播中使用的 OFDM 信号的同步调制部中的 OFDM 帧的一个构成例。

[0080] 图 11 是在日本地面数字广播中使用的 OFDM 信号的差分调制部中的 OFDM 帧的一个构成例。

[0081] 图 12 是显示已有的地面数字广播接收器的一个构成例的功能框图。

[0082] 图 13 是显示已有的均衡处理的定时的时序图。

[0083] 图 14 是在欧洲的地面数字广播中使用的 OFDM 信号的帧的一个结构例。

具体实施方式

[0084] (实施例 1)

[0085] 参照附图,对本发明的实施例 1 的 OFDM 信号均衡器,以及由包含该 OFDM 信号均衡

器而构成的地面数字广播接收器进行说明。

[0086] (整体结构)

[0087] 图 1 是显示地面数字广播接收器的整体结构的功能框图。在图 1 中,对与已有的地面数字广播接收器 9 中包含的构成要素相同的构成要素,赋予同一标记进行显示。地面数字广播接收器 1,与已有的地面数字广播接收器 9 相比,不同点 在于包含作为本发明的 OFDM 信号均衡器的均衡控制部 58、以及与均衡控制部 58 协同操作的均衡部 65。

[0088] 地面数字广播接收器 1 的各部,具体而言,也可以象如下那样实现。调谐部 20 例如通过可以在 RF 频带中工作的高频模拟电路来实现。

[0089] 从 A/D 部 30 到视频音频再现部 80 的各部,例如可以使用 DSP(数字信号处理器)、ROM(只读存储器)、以及 RAM(随机存取存储器)来实现。在这种情况下,各部表示由 DSP 执行 ROM 内记录的程序所实现的各种功能。各部进行处理的数据存在 RAM 内,并通过 RAM 在各部之间进行交接。也可以使用 ASIC(专用集成电路)来实现这些部件,作为实现各种功能专用的硬件电路。

[0090] 显示部 90 是使用 PDP(等离子显示面板)、LCD(液晶显示器)、CRT(阴极射线管)等实现的视频音频监视器。

[0091] (外观)

[0092] 图 2(A) 和 (B) 分别是显示地面数字广播接收器 1 的外观的一个例子的外观图。图 2(A) 是显示安装在不动型 STB(机顶盒)情况下的外观图,图 2(B) 是显示安装在便携式移动终端器的形式的情况下的外观图。

[0093] 以下,对与已有技术重复的事项省略对其的说明,将就作为本发明特有结构的均衡控制部 58、以及均衡部 65 进行详细说明。

[0094] (均衡控制部 58)

[0095] 均衡控制部 58 从 FFT 部 50 提供与以往相同的复符号,在比已有的 TMCC 处理部 51 进行特定还要短的时间内特定所提供的复符号中的 SP 符号的有无,以及 SP 符号的位置,并将它们通知给均衡部 65。

[0096] 图 3 是一张原理图,显示了在还没有确立帧同步(即,各个复符号的符号编号不定)的状态下,有可能是 SP 符号的复符号的 4 种群。图 3 显示了仅仅对参与 SP 符号传输的载波,按照载波频率顺序以及时间顺序排列复符号。

[0097] 在按照该顺序排列同步调制部中的复符号时,就各载波来说,按照时间顺序,4 个中有 1 个复符号是 SP 符号,在各符号期间,按载波频率顺序,4 个中的一个复符号是 SP 符号。即,图 3 所示的群 A ~ D 中任何 1 群复符号全都是 SP 符号。这里,注意:群 A ~ D 是与帧同步无关,而与按每 4 个符号期间进行循环的相对的符号编号相关所确定的群。

[0098] 图 4 是显示均衡控制部 58 的详细结构的功能框图。

[0099] TMCC 处理部 52 在帧同步的确立以及 TMCC 信息符号的解码结束的时刻,输出 TMCC 有效信息,同时,输出与以往相同的帧同步信息以及分段形式信息。

[0100] SP 检测部 53 通过为每群计算显示图 3 所示的各群中包含的复符号之间的相关的指标,特定 SP 符号的有无以及 SP 符号的位置,输出显示特定的 SP 符号的有无的 SP 检测信息、以及显示特定的 SP 符号的位置的 4 符号同步信息。

[0101] 选择器 54 在没有输出 TMCC 有效信息的情况下,选择 SP 检测信息,在输出了 TMCC

有效信息的情况下,选择分段形式信息,并分别将所选信息作为 SP 有无信息进行输出。

[0102] 选择器 55 在没有输出 TMCC 有效信息的情况下,选择 4 符号同步信息,在输出了 TMCC 有效信息的情况下,选择帧同步信息,并分别将所选信息作为 SP 位置信息进行输出。

[0103] (SP 检测部 53)

[0104] 图 5 是显示 SP 检测部 53 的详细结构的功能框图。

[0105] SP 检测部 53 在没有确定帧同步的状态下,由 FFT 部 50 向其提供复符号。

[0106] 这里,为了显示一个具体例子,假设 FFT 部 50 的作用是在各符号期间将 1 个 OFDM 符号多路分离为由各个载波所表示的复符号,并将分离后的复符号按照载波频率顺序逐次提供给 SP 检测部 53。这里所说的载波是指构成地面数字广播信号的所有分段中包含的载波。

[0107] 从 FFT 部 50 将各个复符号和表示该复符号的载波的所有分段的流水号一起提供给 SP 检测部 53。

[0108] 复符号分类部 100 基于与复符号一起提供的载波流水号,将该复符号按各分段进行分类。即,向对应于该分段而设置的载波分类部的一个输出该复符号。

[0109] 由于分类后的复符号对每个分段都实施了相同该处理,因此,以下,将以一个分段为代表进行说明。

[0110] 第 2 复符号分类部 110 在一个符号期间,按照载波频率的顺序逐次从第 1 复符号分类部 100 收取由一个分段内的各个载波所表示的复符号。

[0111] 4 符号延迟部 121、……、122 是对应于参与 SP 符号传输的各个载波而设置的。

[0112] 第 2 复符号分类部 110 将收取的复符号中参与 SP 符号传输的载波所表示的复符号输出到与该载波相对应的 4 符号延迟部以及选择部 130。

[0113] 4 符号延迟部 121、……、122 分别保持所收取的 4 个复符号,在从第 2 复符号分类部 110 收取了新的复符号后,就向选择部 130 输出所保持的最老的复符号,由该新的复符号来替换该最早的复符号。

[0114] 由此,4 符号延迟部 121、……、122 的每一个都在一个符号期间从第 2 复符号分类部 110 中收取一个复符号,并将所收取的各个复符号延迟 4 个符号期间。

[0115] 选择部 130 从第 2 复符号分类部 110 收取分类到一个载波的新的复符号,同时,在从与该载波相应的 4 符号延迟部收取最早的复符号后,选择这两者,输出到运算部 140。

[0116] 运算部 140 将从选择部 130 收取的 2 个复符号的 (A) 一个复数除以另一个或 (B) 一个的复数共轭值与另一个执行复数乘法,或者是, (C) 对一个的复数共轭值与另一个执行复数乘法,并对该结果进行归一化,将其结果输出到结果分类部 150。

[0117] 图 6 (A)、(B) 以及 (C) 是一些功能框图,它们分别显示了用于执行所述运算的结构的一个例子。图 6 (C) 中,例示了一个对数部 144,作为用于执行归一化的具体结构。对数部 144 用浮点来表示输入的值,通过将其尾数作为运算结果来计算出输入值的对数。

[0118] 再次,在图 5 中,结果分类部 150 在从运算部 140 收取运算结果后,按照每群对该运算结果进行分类。即,将收取到的运算结果输出到对应于群所设置的累积部 161 ~ 164 中的一个。结果分类部 150 根据表示成为运算对象的复符号的载波的载波编号,以及以每 4 符号期间进行循环的相对的符号编号,来决定对运算结果进行分类的群。

[0119] 为了决定对运算结果进行分类的群,结果分类部 150 例如也可以在内部设置载波

编号计数器以及相对符号编号计数器。在结果分类部将收取到的运算结果输出到累积部 161 ~ 164 中的一个之后,载波编号计数器加 3,对参与 SP 符号传输的载波编号进行循环计数。在载波编号计数器循环一圈之后,相对符号编号计数器加 1,对从 0 到 3 的相对符号编号进行循环计数。

[0120] 然后,结果分类部 150 在内部保持表示图 3 所示的 4 种群的表,通过参照由载波编号计数器的值以及相对符号编号计数器的值所表示的单元的内容,来决定群。也可以考虑不保持所述表,而根据载波编号计数器的值除以 12 所得的余数以及相对符号编号计数器的值,通过计算来决定群。

[0121] 累积部 161 ~ 164 分别累积所收取的运算结果。之后,计算出累积结果的绝对值,输出到判断部 170。由于即便运算部 140 执行前述任何一个运算,由 SP 符号构成的群对应的运算结果每次为基本一定的值,因此,随着所累积的运算结果的个数增加,累积结果的绝对值增加。与此相对,由于与其他群相应的运算结果每次都是不同的复数值,因此,即便所累积的运算结果的个数增加,累积结果的绝对值也不增加。

[0122] 判断部 170 将收取的 4 个绝对值与规定的阈值进行比较。之后,在 4 个绝对值中的一个以上等于或是大于所述阈值的情况下,将表示存在 SP 符号的内容的 SP 检测信息输出到多路复用部 180。在 4 个绝对值全都小于规定阈值的情况下,将表示不存在 SP 符号的内容的 SP 检测信息输出到多路复用部 180。

[0123] 判断部 170 将表示 SP 符号的位置的 4 符号同步信息输出到多路复用部 180。

[0124] 判断部 170 例如输出显示当前符号期间是由图 3 所示的相对符号编号的哪一个来表示的 4 符号同步信息。为此,判断部 170 对有关载波 0、3、6 以及 9 中的某一个的运算结果是否被输出到显示最大绝对值的累积部进行监视。于是,在各个有关载波 0、3、6 以及 9 的运算结果被输出到显示最大绝对值的累积部的符号期间,输出显示相对符号编号 0、1、2、以及 3 的 4 符号同步信息。

[0125] 判断部 170 也可以输出 4 符号同步信息,作为每 4 符号期间显示相对符号编号 0 的符号期间的脉冲信号。

[0126] 多路复用部 180 从对应于分段而设置的各判断部分别收取所述 SP 检测信息以及 4 符号同步信息,并按照分段的中心频率的升序,逐次输出到均衡部 65。

[0127] 至此,正如所说明的那样,SP 检测部 53 就在按照时间顺序排列复符号时由每隔 4 个复符号构成的 4 种群来说,通过对每群估测复符号间的相关程度,来特定 SP 符号的位置。通过这种结构,SP 检测部 53 与帧同步无关,而在几~几十符号时间内特定 SP 符号的位置,能够输出 SP 检测信息和 4 符号同步信息。

[0128] 在这种实施方式中,为了最好地表示 SP 检测部 53 的作用,显示了为每个载波设置 4 符号延迟部的结构。例如,假定这种 4 符号延迟部是使用 FIFO(先进先出)寄存器、或是使用实现 FIFO 功能的软件而安装的。但是,实际上也可以采用实现相同功能的其他安装。例如,也可以通过统一保持全体载波的复符号的 1 个环形缓冲器来实现 4 符号延迟部 121、……、122 的功能。

[0129] (均衡部 65)

[0130] 从均衡控制部 58 向均衡部 65 提供 SP 存在信息以及 SP 位置信息。TMCC 处理部 52 在结束帧同步的确立以及 TMCC 信息符号的解码后,还接收 TMCC 有效信息。

[0131] 在不向均衡部 65 提供 TMCC 有效信息时,分别向其提供 SP 检测部 53 生成的 SP 检测信息以及 4 符号同步信息,作为 SP 存在信息以及 SP 位置信息。

[0132] 在收取的 SP 检测信息表示 SP 符号存在的情况下,均衡部 65 基于收取的 4 符号同步信息来而在每个符号期间特定表示 SP 符号的载波,将由特定的载波所表示的复符号用作基准来执行均衡处理。

[0133] 在收取的 4 符号同步信息显示相对符号编号的情况下,均衡部 65 根据该相对符号编号,与帧同步无关地在该符号期间特定表示 SP 符号的载波。在收取的 4 符号同步信息是表示相对符号编号 0 的符号期间的脉冲信号的情况下,均衡部 65 基于该 4 符号同步信息而在内部产生相对符号编号即可。

[0134] 此时,均衡部 65 执行的均衡处理基本上是根据所述复符号和原来的 SP 符号的相位差以及振幅比来修正其他复符号的相位差以及振幅比的公知的相位振幅均衡处理。仅仅在基于 4 符号同步信息来特定用作基准的复符号的位置这一点与已有的均衡处理不同。

[0135] 在收取的 SP 检测信息显示 SP 符号不存在的情况下,均衡部 65 不执行均衡处理。

[0136] 均衡部 65 在提供 TMCC 有效信息时,提供 TMCC 处理部 52 生成的已有的分段形式信息以及帧同步信息,分别作为 SP 存在信息以及 SP 位置信息。

[0137] 在收取的分段形式信息显示同步调制部的情况下,均衡部 65 执行与以往完全相同的均衡处理。在收取的分段形式信息显示差分调制部的情况下,均衡部 65 不执行均衡处理。

[0138] (均衡处理的细节)

[0139] 图 7 是一张流程图,它详细显示了实施例 1 的均衡处理。对于图 13 所示的以往的均衡处理,追加了 SP 检测部的相关运算步骤 (S31)、SP 检测步骤 (S32)、以及 SP 检测信息、、4 符号同步信息提供步骤 (S33)、以及均衡部的基于 SP 检测信息的 SP 有无判断步骤 (S21)、以及基于 4 符号同步信息的均衡处理步骤 (S22) 的各步骤。

[0140] 如前所述,从开始提供复符号开始,到 TMCC 处理部 52 将帧同步信息以及分段形式信息提供给均衡部 65 为止,最多花费 2 帧时间,相反,SP 检测部 53 利用几~几十符号将 SP 检测信息以及 4 符号同步信息提供给均衡部 65。由此,均衡部 65 在步骤 S22 中,基于 4 符号同步信息,能够在早于以往的时期开始均衡处理。

[0141] (实施例 2)

[0142] 有关实施例 2 的 OFDM 信号均衡器是实施例 1 的均衡控制部 58 的一种变形。在图 1 所示的地面数字广播接收器 1 中与均衡控制部 58 具有互换性。以下将参照附图对实施例 2 的均衡控制部进行说明。

[0143] 实施例 2 的均衡控制部与均衡控制部 58 相比,改变了 SP 检测部分。

[0144] 图 8 是一张功能框图,它显示了实施例 2 的均衡控制部中包含的 SP 检测部 59 的结构。对于与图 5 所示的 SP 检测部 53 中包含的构成要素相同的构成要素,赋予相同的符号而进行显示。

[0145] 编码修正部 210 按照载波频率顺序,从第 1 复符号分类部 100 中逐次在一个符号期间收取由一个分段内的各个载波所表示的复符号。之后,将收取的复符号中由参与 SP 符号传输的载波所表示的复符号乘以该载波中固有的编码。

[0146] 所述非专利文献 1 规定应当对按照地面数字广播信号中包含的所有载波,按载波

频率顺序、将根据多项式 $g(x) = x^{11} + x^9 + 1$ 生成的 PRBS (伪随机位序列) 值作为载波固有的编码。

[0147] 该编码特别对于参与 SP 符号传输的载波,规定了该载波传输的 SP 符号的编码。

[0148] 编码修正部 210 在内部生成所述 PRBS 值,通过将所产生的 PRBS 值乘以所收取的复符号,对各个复符号进行编码修正,以使用规定的编码来表示各个 SP 符号。于是,将编码修正后的复符号输出到 4 符号延迟部 220 以及运算部 140。

[0149] 4 符号延迟部 220 保持最新收取的 4 个复符号,若从编码修正部 210 收取新的复符号,则将保持的最早的复符号输出到运算部 140,并用最新的复符号来替换该最早的复符号。

[0150] 由此,4 符号延迟部 220 在一个符号期间,按照载波的频率顺序逐次从第 2 复符号分类部 110 收取与参与 SP 符号传输的载波相同数目的复符号,并保持 4 个,同时与按频率顺序 4 个后的载波表示的复符号一起输出。可以说,将收取的各个复符号按照频率顺序延迟 4 个载波。

[0151] 运算部 140 从编码修正部 210 收取新的复符号,同时,在从 4 符号延迟部 220 收取了最早的复符号后,对这两者实施实施例 1 中说明的运算,并将运算结果输出到结果分类部 250。

[0152] 结果分类部 250 在从运算部 140 收取运算结果后,将该运算结果分类到每群。结果分类部 250 基于表示成为运算对象的复符号的、频率低的载波的载波编号,以及在每 4 个符号周期循环的相对的符号编号,来决定对运算结果进行分类的群。

[0153] 为了决定对运算结果进行分类的群,结果分类部 250 也可以与结果分类部 150 相同,在内部装有载波编号计数器以及相对符号编号计数器。但是,结果分类部 250 具有的载波编号计数器,从其计数器中除去最高位的 4 个载波。因为在实施例 2 中,最高位的 4 个载波中的任何一个都不能作为频率低的载波来参与运算。

[0154] 累积部 161 ~ 164 以及判断部 170 与实施例 1 说明的情况一样。

[0155] 正如至此所说明的那样,就按照载波频率来排列复符号时由每隔 4 个的复符号构成的 4 种群来说,SP 检测部 59 通过为每群来估测复符号间的相关程度来特定 SP 符号的位置。通过这种结构,SP 检测部 59 能够与帧同步无关地在几~几十符号时间内特定 SP 符号的位置,并输出 SP 检测信息以及 4 符号同步信息。

[0156] 由于 SP 检测部 59 使用 1 个 4 符号延迟部构成,SP 检测部 53 必需的每个载波的 4 符号延迟部不是必需的,因此,处理中使用的存储量少于 SP 检测部 53。由于不对运算的复符号施加 4 符号期间的延迟,而对一个符号期间得到的复符号进行运算,因此,可以期待在比 SP 检测部 53 还短的时间内,输出 SP 检测信息和 4 符号同步信息。

[0157] (实施例 3)

[0158] 实施例 3 的 OFDM 信号均衡器是实施例 1 的均衡控制单元 58 的一种变形。特别是,通过改变 SP 检测部,使其成为适于从欧洲的地面数字广播中使用的 OFDM 信号中检测出加速引导符号的位置的结构。以下,将参照附图就实施例 3 的 SP 检测部进行说明。

[0159] 图 9 是功能框图,它显示了实施例 3 的 SP 检测部 57 的结构。对于与图 5 所示的 SP 检测部 53 中包含的构成要素相同的构成要素,赋予同一标记而进行显示。

[0160] 欧洲的地面数字广播中使用的 OFDM 信号由于没有采用分段结构,因此,与 SP 检测

部 53 相比,省去了第 1 复符号分类部 100 和多路复用部 180。

[0161] 复符号分类部 310 按照载波频率顺序,逐次在每个符号期间,从 FFT 部收取由 OFDM 信号中包含的每个载波所表示的复符号,并将仅仅对由收取的复符号中参与加速引导符号的传输的载波所表示的那些符号按每个载波进行分类。

[0162] 在欧洲的情况下,如图 14 所示,参与加速引导符号的传输的载波中规定的载波,在所有符号期间传输加速引导符号。这种载波被称为连续引导载波。由于即便对连续引导载波进行处理也得不到用于特定加速引导符号的位置的信息,因此,复符号分类部 310 从分类中去除由连续引导载波所表示的复符号。

[0163] 结果分类部 350 是考虑将连续引导载波排除在外而从结果分类部 150 变更来的。例如,将连续引导载波的载波编号保持在内部表中,所述的载波编号计数器执行控制,以便超越该表中包含的载波编号进行计数。

[0164] 通过这种结构,SP 检测部 57 利用特别适于欧洲的地面数字广播中使用的 OFDM 信号的方法,检测出加速引导符号的位置。

[0165] 也考虑了没有将连续引导载波除外的结构。由于连续引导载波被配置成以平均相同数目分类到各群,因此,即便没有除外,在实际使用时也不会产生障碍。

[0166] 不将连续引导载波除外,也能够通过对按照载波频率顺序来排列复符号的每个群,估测群内的复符号间的相关程度来特定 SP 符号的位置。

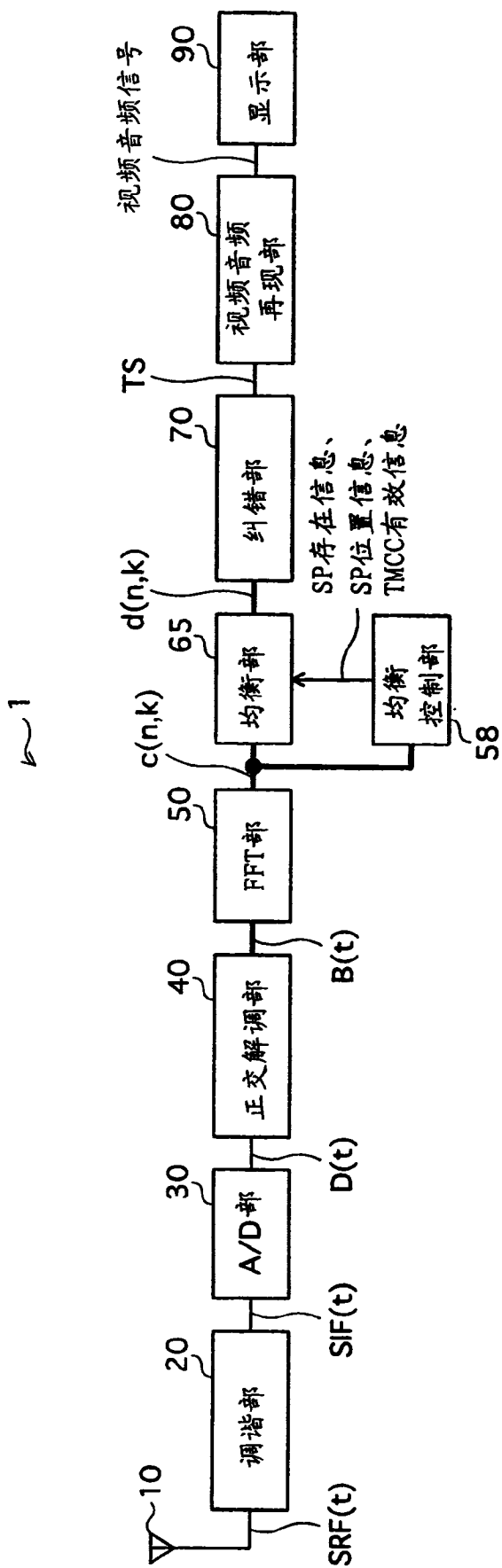
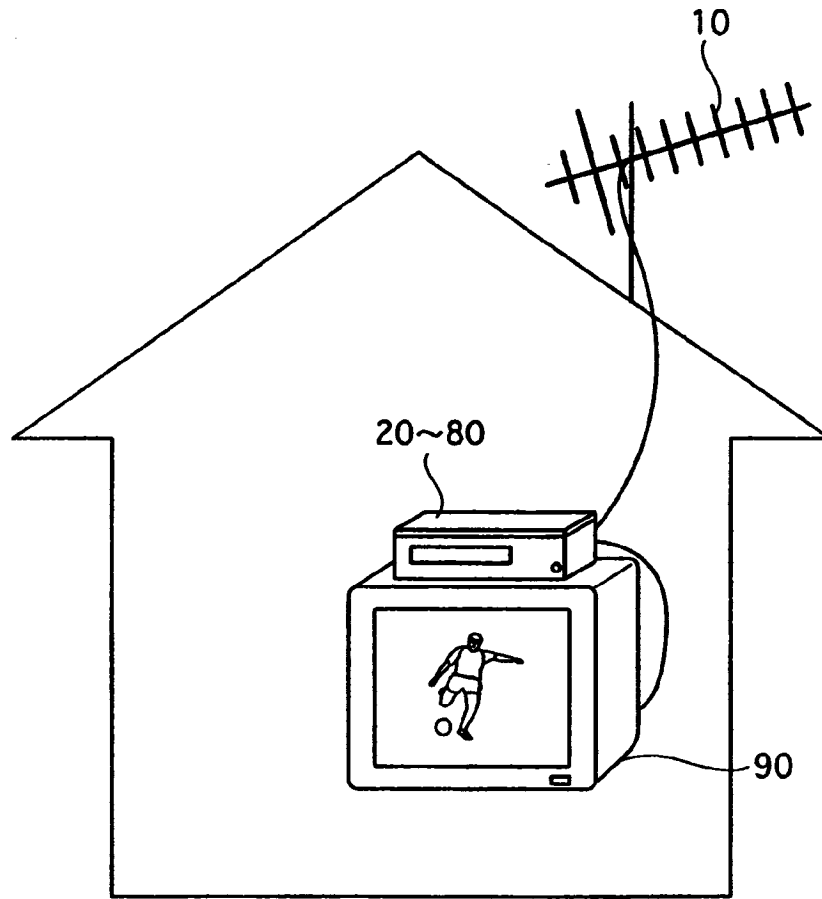


图 1

(A)



(B)

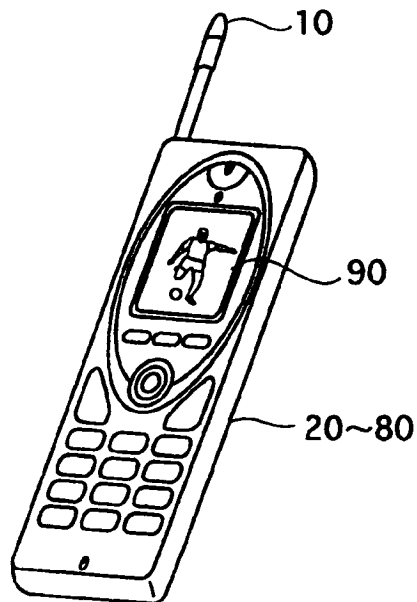


图 2

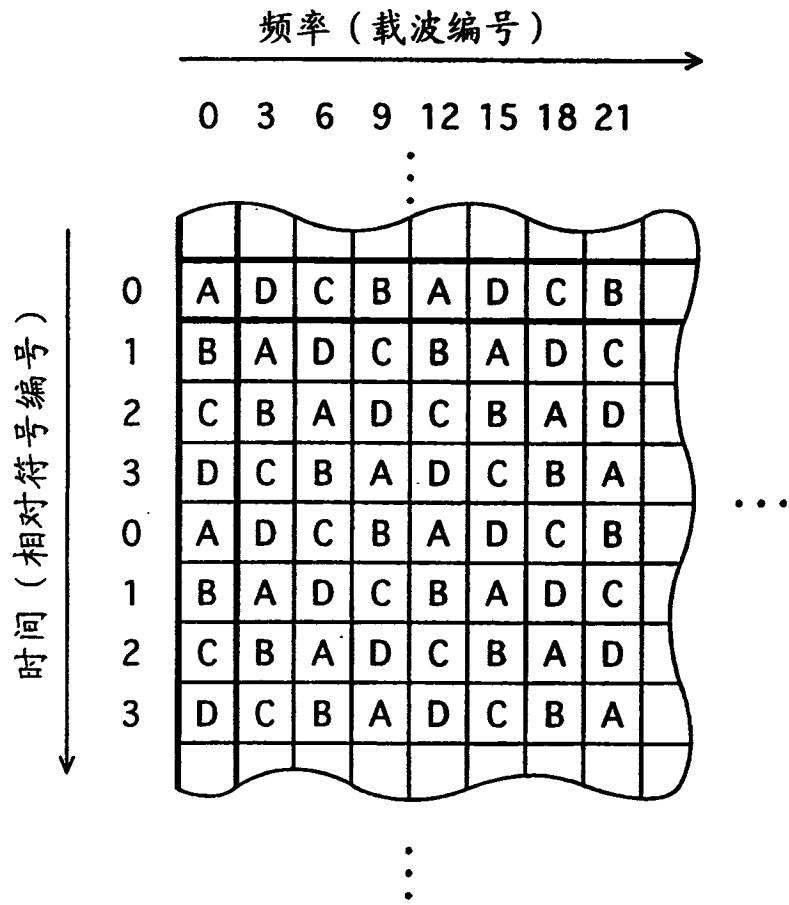


图 3

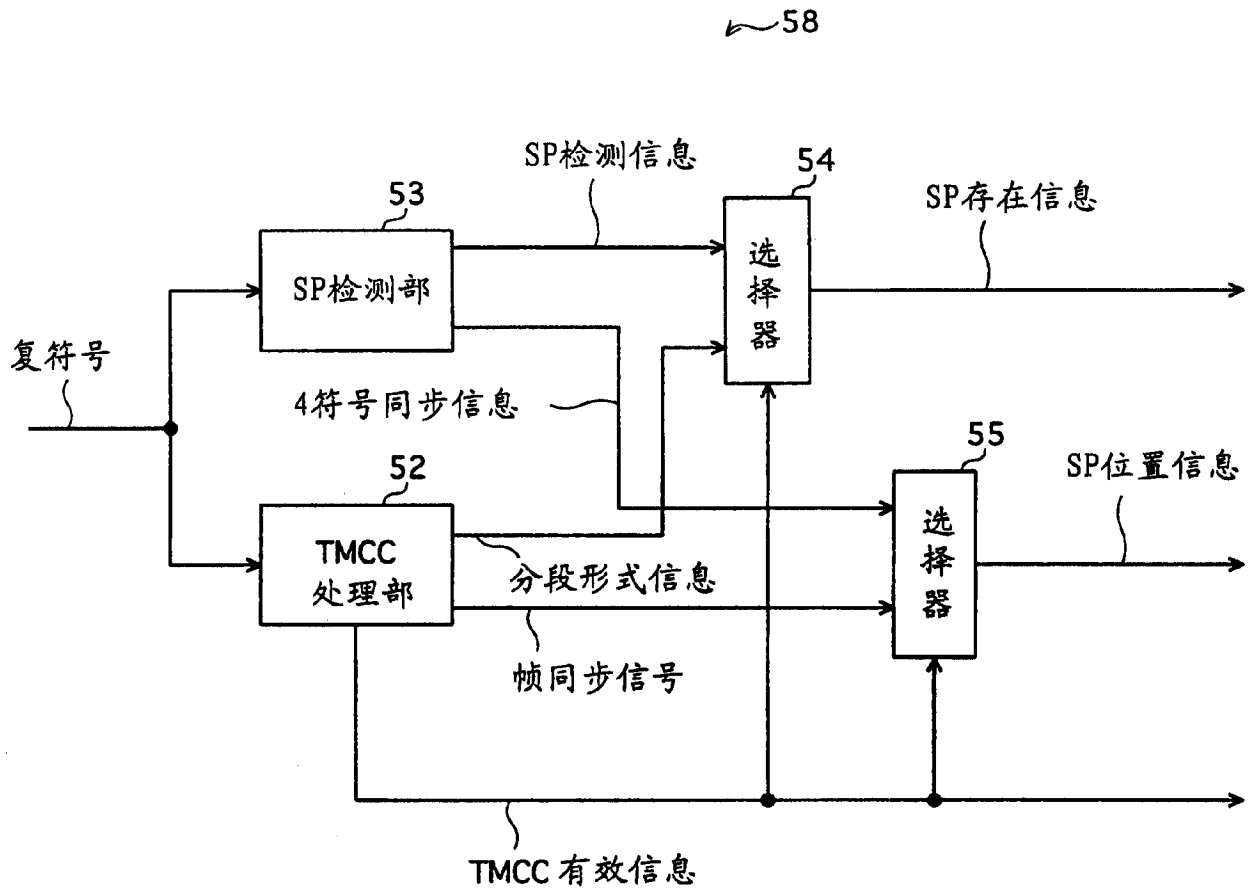


图 4

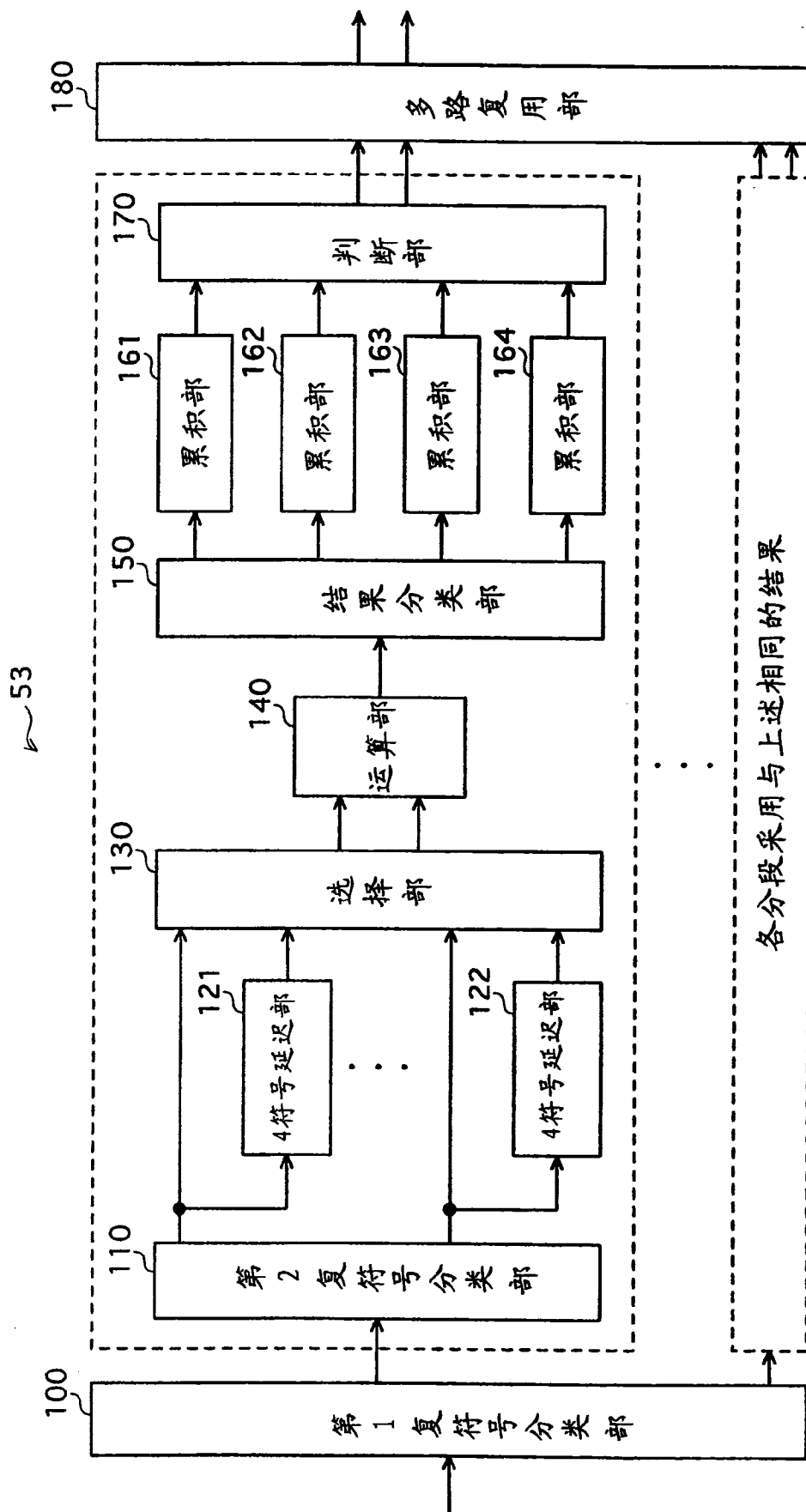
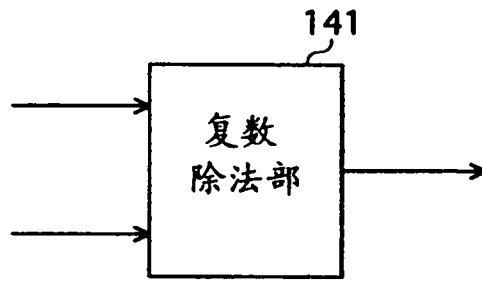
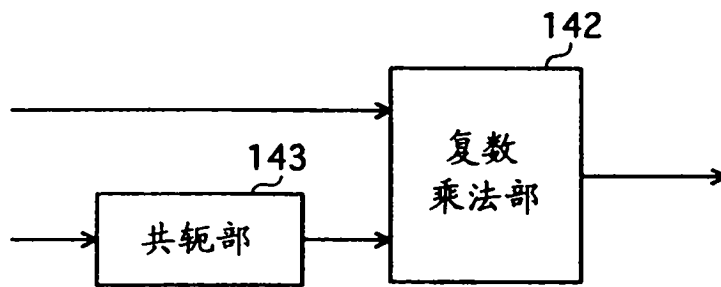


图 5

(A)



(B)



(C)

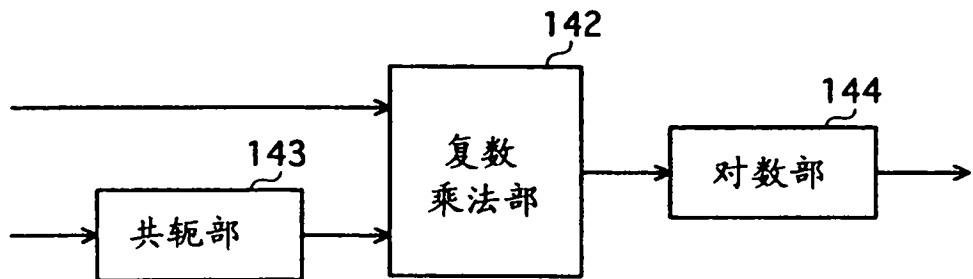


图 6

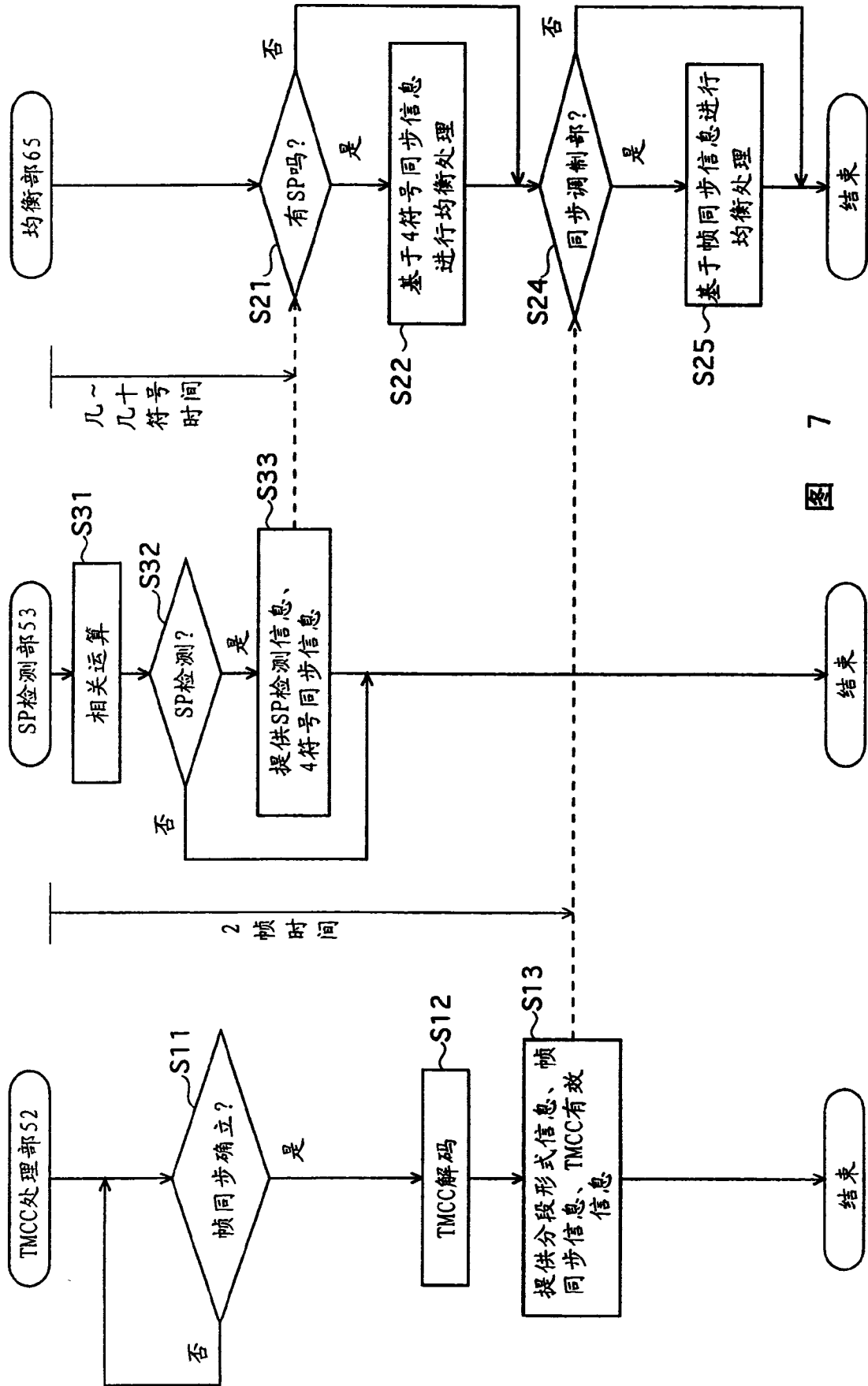


图 7

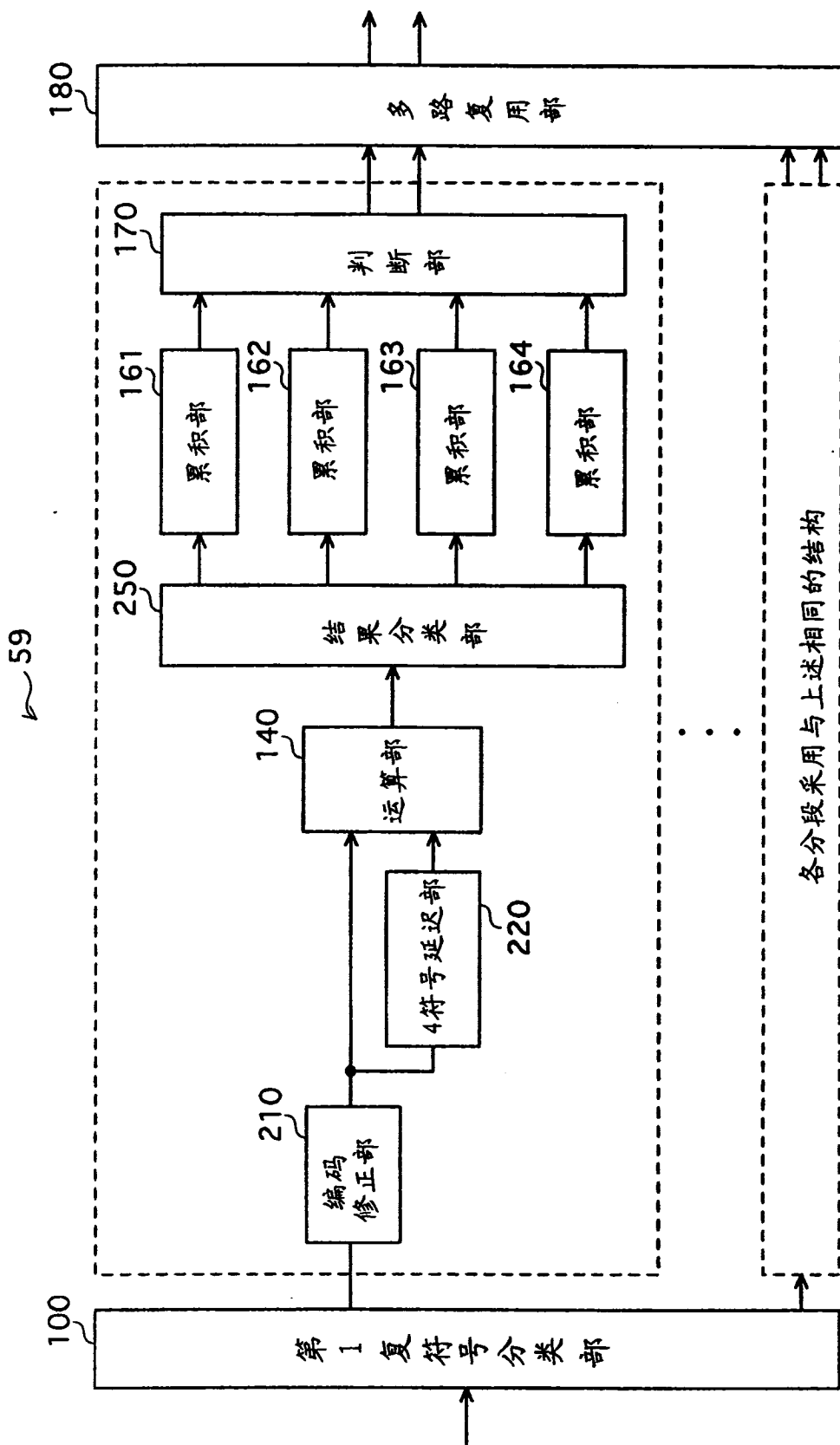


图 8

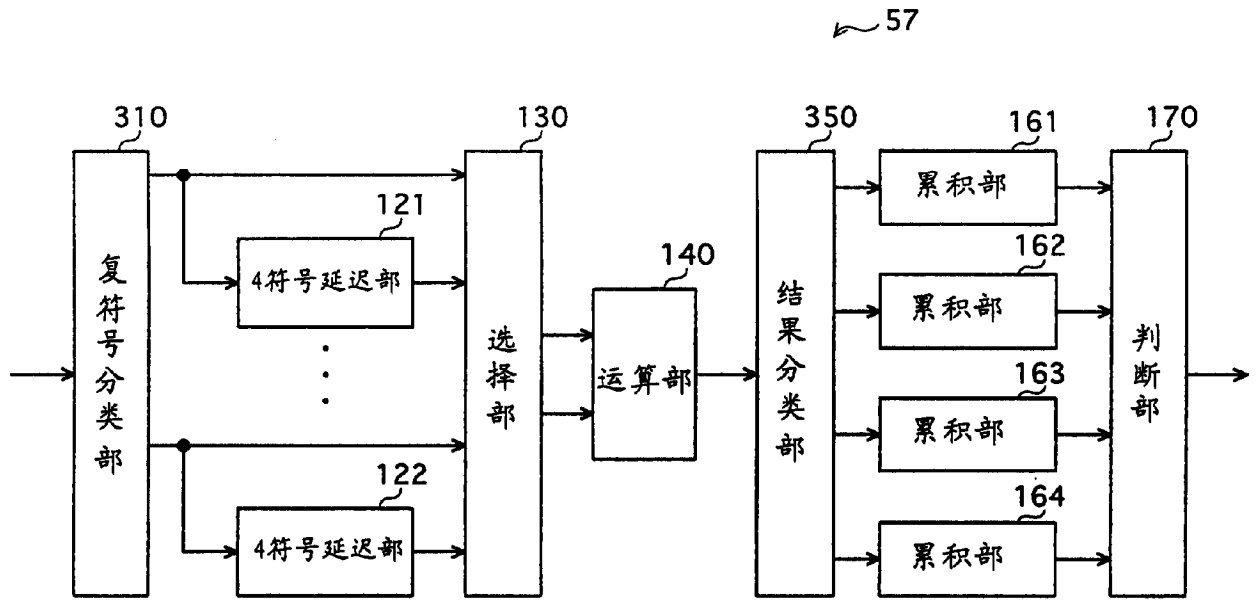


图 9

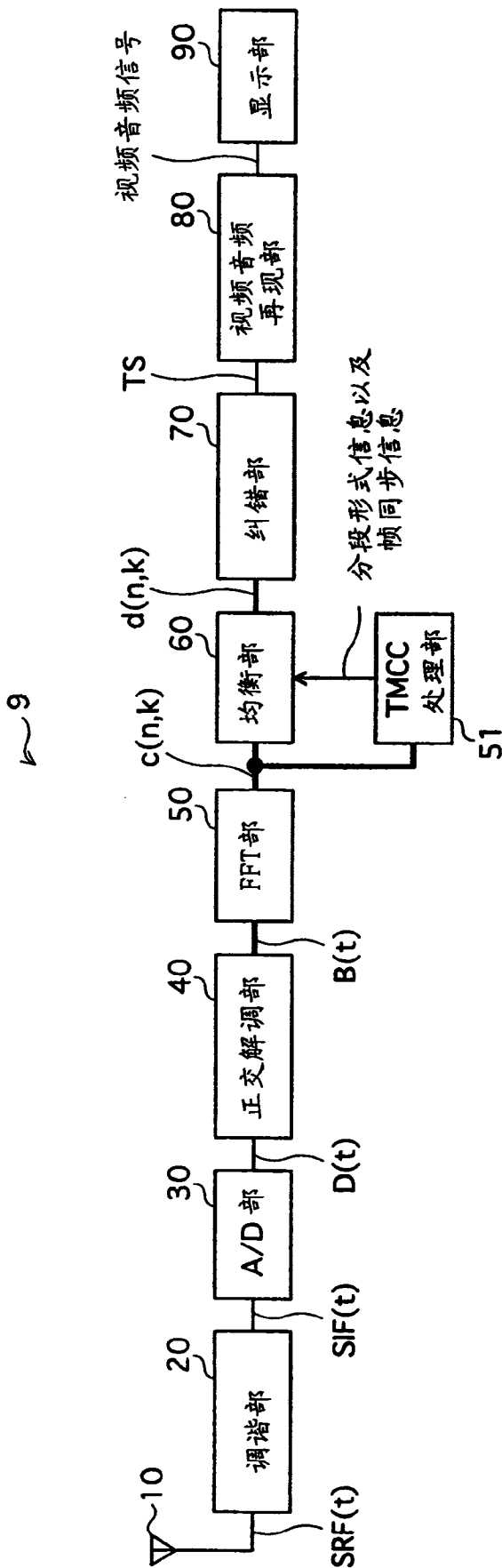


图 12

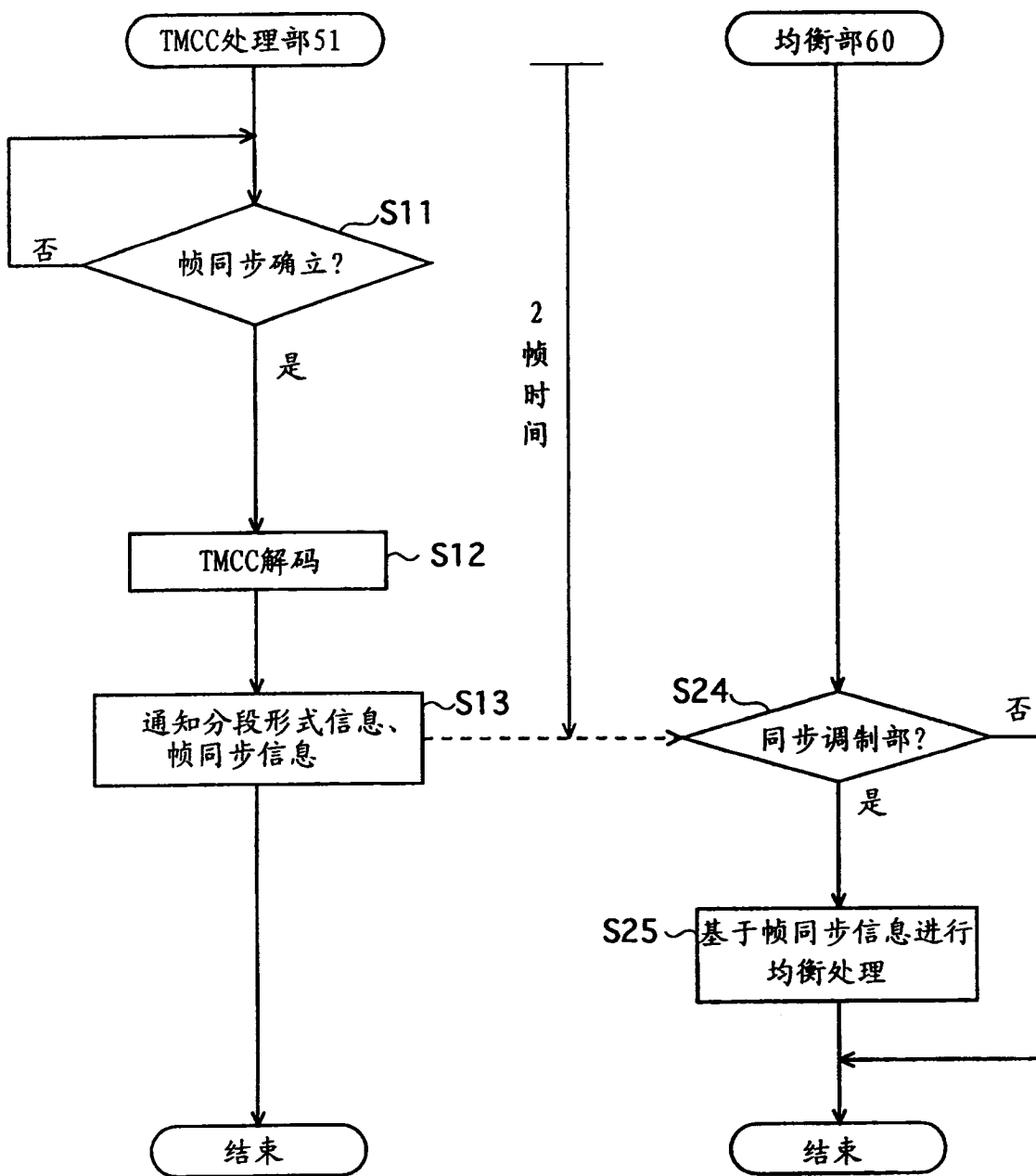


图 13

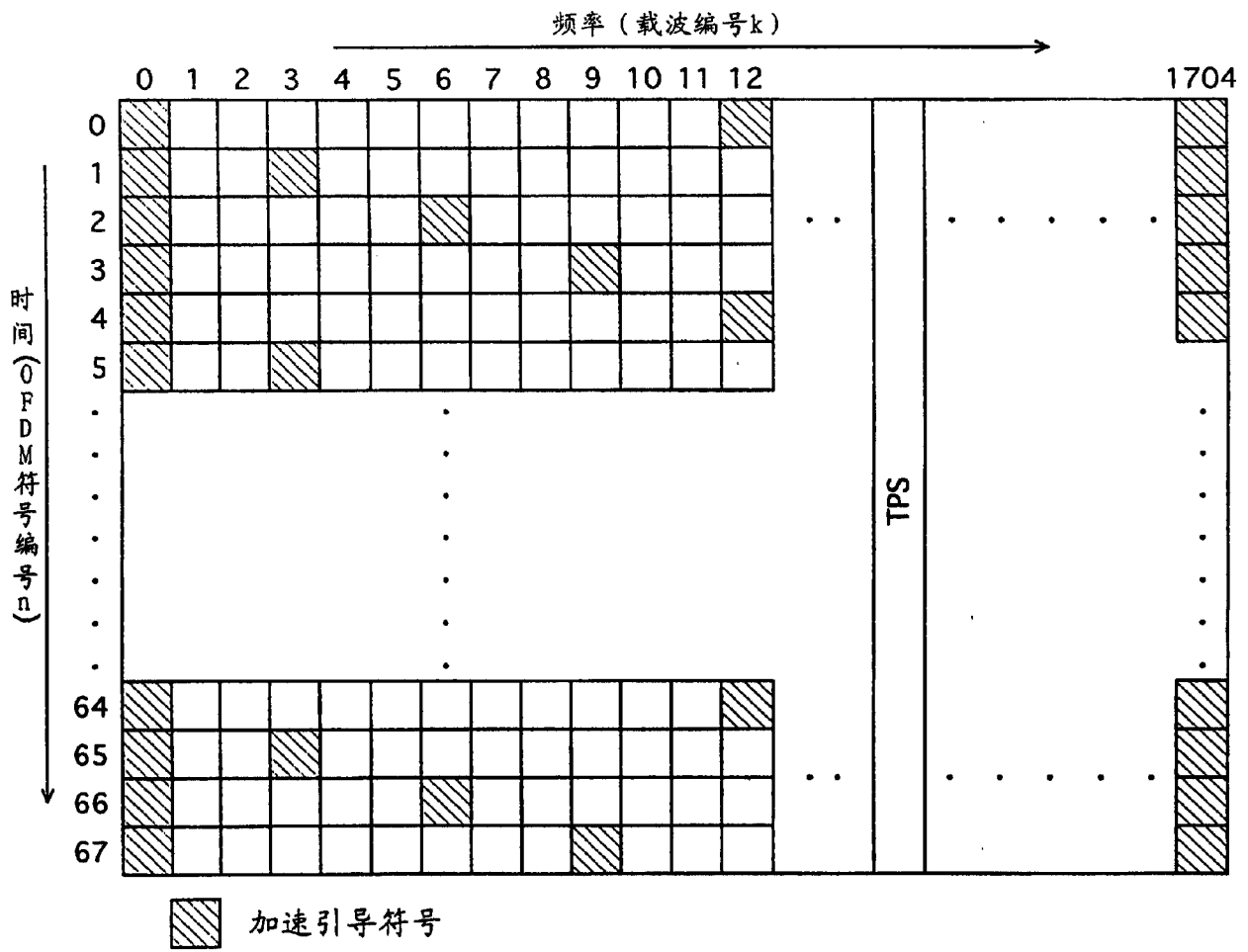


图 14