



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104283601 B

(45)授权公告日 2017. 12. 19

(21)申请号 201410317546.X

(22)申请日 2014.07.04

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104283601 A

(43)申请公布日 2015.01.14

(30)优先权数据

2013-141718 2013.07.05 JP

2014-087806 2014.04.22 JP

(73)专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 海津亚希 门田行广 朝比奈努

新保大介

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 李辉 龚晓娟

(51)Int.Cl.

H04B 7/08(2006.01)

H04L 25/02(2006.01)

H04L 25/03(2006.01)

(56)对比文件

CN 101461160 A,2009.06.17,

TW 200714009 A,2007.04.01,

CN 101150557 A,2008.03.26,

US 2009097577 A1,2009.04.16,

US 2009097576 A1,2009.04.16,

审查员 包红霞

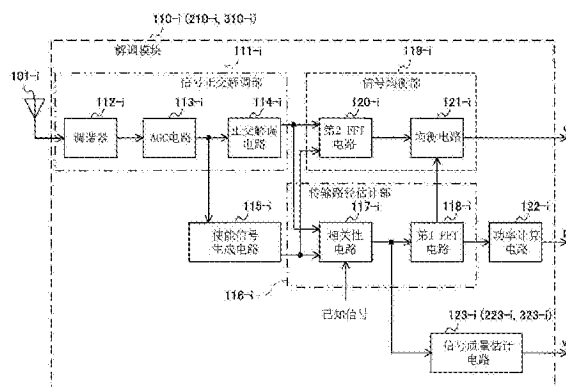
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

接收装置和接收方法

(57)摘要

一种接收装置和接收方法,即使在用单载波传输已知信号的传输方式中,也能够在不另外设置进行已知信号的均衡的电路的情况下,估计信号质量,进行分集成。该接收装置具有:信号正交解调部,其对由天线接收到的信号进行正交解调;传输路径估计部,其根据正交解调出的信号中包含的已知信号来检测延迟谱,并根据该延迟谱来估计传输路径;信号均衡部,其使用该传输路径估计结果,对正交解调出的信号中包含的数据信号进行均衡,并输出到合成部;以及信号质量估计电路,其估计基于延迟谱中包含的信号成分的功率与噪声成分的功率之比的信号质量,并将其结果输出到合成部,合成部根据信号质量,决定对数据信号的加权,并进行分集成。



1. 一种接收装置,该接收装置具有:多个解调模块,它们借助多个天线接收利用单载波与数据信号独立地传输已知信号的数字广播的信号;以及合成部,其根据分别来自所述多个解调模块的输出,进行分集成成,其特征在于,

所述多个解调模块分别具有:

信号正交解调部,其对由所述多个天线中的一个接收到的信号进行正交解调;

传输路径估计部,其根据由所述信号正交解调部正交解调出的信号中包含的已知信号来检测延迟谱,并根据该检测出的延迟谱估计传输路径;

信号均衡部,其使用所述传输路径估计部的传输路径估计结果,对由所述信号正交解调部正交解调出的信号中包含的数据信号进行均衡,并将该均衡后的数据信号输出给所述合成部;以及

信号质量估计部,其对基于由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率与由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率之比的信号质量进行估计,并将该估计出的信号质量输出给所述合成部,

所述信号质量估计部具有:

信号功率确定部,其确定由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率;

噪声功率确定部,其确定由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率;以及

信号质量计算部,其计算由所述信号功率确定部确定出的信号成分的功率与由所述噪声功率确定部确定出的噪声成分的功率之比,并将该计算出的比估计为所述信号质量,

所述合成部根据从各个所述解调模块得到的所述信号质量,决定针对由各个所述解调模块均衡后的所述数据信号的加权而进行分集成成。

2. 根据权利要求1所述的接收装置,其特征在于,

所述信号功率确定部具有:

信号成分检测部,其根据由所述传输路径估计部检测出的延迟谱,检测具有阈值以上的功率的成分;

信号功率计算部,其通过将由所述信号成分检测部检测出的成分的功率相加,来计算所述信号成分的功率。

3. 根据权利要求1所述的接收装置,其特征在于,

所述信号功率确定部具有:

提取部,其从功率值大的成分开始,依序从由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中提取预先设定的数量的成分;以及

信号功率计算部,其通过将由所述提取部提取出的成分的功率相加,来计算所述信号成分的功率。

4. 根据权利要求2所述的接收装置,其特征在于,

所述噪声功率确定部通过从预先设定的功率中减去由所述信号功率确定部确定出的信号成分的功率,来确定噪声成分的功率。

5. 根据权利要求3所述的接收装置,其特征在于,

所述噪声功率确定部通过从预先设定的功率中减去由所述信号功率确定部确定出的

信号成分的功率,来确定噪声成分的功率。

6. 根据权利要求2所述的接收装置,其特征在于,

所述信号正交解调部还具有增益调节部,该增益调节部将由所述多个天线中的一个接收到的信号的信号电平调节为预先设定的信号电平,

所述噪声功率确定部根据所述增益调节部的放大率来求出所述噪声功率,所述增益调节部的放大率越高,则越增大所述噪声成分的功率。

7. 根据权利要求3所述的接收装置,其特征在于,

所述信号正交解调部还具有增益调节部,该增益调节部将由所述多个天线中的一个接收到的信号的信号电平调节为预先设定的信号电平,

所述噪声功率确定部根据所述增益调节部的放大率来求出所述噪声功率,所述增益调节部的放大率越高,则越增大所述噪声成分的功率。

8. 一种接收方法,其具有:多个接收步骤,借助多个天线接收利用单载波与数据信号独立地传输已知信号的数字广播的信号;以及合成步骤,根据来自所述多个接收步骤的输出进行分集成,其特征在于,

所述多个接收步骤分别具有如下步骤:

信号正交解调步骤,对由所述多个天线中的一个接收到的信号进行正交解调;

传输路径估计步骤,根据在所述信号正交解调步骤中正交解调出的信号中包含的已知信号来检测延迟谱,并根据该检测出的延迟谱估计传输路径;

信号均衡步骤,使用所述传输路径估计步骤的传输路径估计结果,对在所述信号正交解调步骤中正交解调出的信号中包含的数据信号进行均衡,并将该均衡后的数据信号输出给所述合成步骤;以及

信号质量估计步骤,对基于在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率与在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率之比的信号质量进行估计,并将该估计出的信号质量输出给所述合成步骤,

所述信号质量估计步骤具有如下步骤:

信号功率确定步骤,确定在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率;

噪声功率确定步骤,确定在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率;

信号质量计算步骤,计算在所述信号功率确定步骤中确定出的信号成分的功率与在所述噪声功率确定步骤中确定出的噪声成分的功率之比,并将该计算出的比估计为所述信号质量,在所述合成步骤中,根据从各个所述接收步骤得到的所述信号质量,决定针对在各个所述接收步骤中进行均衡后的所述数据信号的加权而进行分集成。

9. 根据权利要求8所述的接收方法,其特征在于,

所述信号功率确定步骤具有如下步骤:

信号成分检测步骤,根据在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱,检测具有阈值以上的功率的成分;以及

信号功率计算步骤,通过将在所述信号成分检测步骤中检测出的成分的功率相加,来计算所述信号成分的功率。

10. 根据权利要求8所述的接收方法,其特征在于,

所述信号功率确定步骤具有如下步骤:

提取步骤,从功率值大的成分开始,依序从在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中提取预先设定的数量的成分;

信号功率计算步骤,通过将在所述提取步骤中提取出的成分的功率相加,来计算所述信号成分的功率。

11. 根据权利要求9所述的接收方法,其特征在于,

在所述噪声功率确定步骤中,通过从预先设定的功率中减去在所述信号功率确定步骤中确定出的信号成分的功率,来确定噪声成分的功率。

12. 根据权利要求10所述的接收方法,其特征在于,

在所述噪声功率确定步骤中,通过从预先设定的功率中减去在所述信号功率确定步骤中确定出的信号成分的功率,来确定噪声成分的功率。

13. 根据权利要求9所述的接收方法,其特征在于,

所述信号正交解调步骤还具有增益调节步骤,在该增益调节步骤中,将由所述多个天线中的一个接收到的信号的信号电平调节为预先设定的信号电平,

在所述噪声功率确定步骤中,所述增益调节步骤的放大率越高,则越增大所述噪声成分的功率。

14. 根据权利要求10所述的接收方法,其特征在于,

所述信号正交解调步骤还具有增益调节步骤,在该增益调节步骤中,将由所述多个天线中的一个接收到的信号的信号电平调节为预先设定的信号电平,

在所述噪声功率确定步骤中,所述增益调节步骤的放大率越高,则越增大所述噪声成分的功率。

接收装置和接收方法

技术领域

[0001] 本发明涉及接收装置和接收方法。

背景技术

[0002] 已知,在接收信号容易受到随时间变化而大幅变动的衰减现象影响的移动体通信等的情况下,通过对来自多个天线的接收信号进行分集合成,能够改善接收性能。该分集合成是对包含彼此独立的噪声的接收信号进行合成,以减少噪声的影响,提高接收性能。

[0003] 如下述的式(1)所示,作为利用具有N(N为2以上的自然数)个天线的接收装置得到分集合成输出c的方法,有如下的MRC(Maximal Ratio Combining:最大比合成)法:将作为接收信号在传输路径受到的失真的估计结果即传输路径估计结果的功率 $p_1 \sim p_N$ 归一化,使用经归一化后的值来对各信号 $d_1 \sim d_N$ 进行加权并求和。

[0004] [式1]

$$[0005] \quad c = \sum_{i=1}^N k_i d_i \quad \left(k_i = p_i / \sum_{j=1}^N p_j \right) \quad (1)$$

[0006] 此外,如下述的式(2)所示,将作为传输路径估计结果的功率 $p_1 \sim p_N$ 与信号质量的估计结果 $w_1 \sim w_N$ 之积归一化,将经归一化后的值作为针对各信号 $d_1 \sim d_N$ 的权重,由此,能够进一步提高接收性能。

[0007] [式2]

$$[0008] \quad c = \sum_{i=1}^N l_i d_i \quad \left(l_i = p_i w_i / \sum_{j=1}^N p_j w_j \right) \quad (2)$$

[0009] 此处,专利文献1所述的接收装置将根据已知信号的均衡结果得到的C/N比(Carrier to Noise Ratio:载波噪声比)用作信号质量的估计结果,使用式(2)进行分集合成。此时,在具有多个天线的接收装置中,根据已知信号的均衡结果和与最近接该结果的理想信号点之间的距离的平方,来估计各接收信号的C/N比。

[0010] 专利文献1:日本特开2003-110521号公报

[0011] 在地面数字广播中,存在用单载波传输已知信号的标准。例如在中国的地面数字广播规格DTMB(Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting:地面数字多媒体广播)标准中,采用了这样的传输符号的格式。

[0012] 这样,在对与数据信号独立地用单载波来传输已知信号的地面数字广播进行接收的情况下,在专利文献1公开的接收装置中,为了根据已知信号的均衡结果估计出C/N比,需要进行由单载波传输的已知信号的均衡。

[0013] 但是,进行由多载波传输的数据信号的均衡的电路不能进行由单载波传输的已知信号的均衡。因此,为了估计C/N比,需要另外进行由单载波传输的已知信号的均衡的电路。因此,存在电路规模或运算量增加的问题。

发明内容

[0014] 本发明的目的在于,即使在用单载波来传输已知信号的传输方式中,也能够在不另外设置进行已知信号的均衡的电路的情况下,估计信号质量,进行分集合成。

[0015] 本发明的一个方式的接收装置具有:多个解调模块,它们借助多个天线接收利用单载波与数据信号独立地传输已知信号的数字广播的信号;以及合成部,其根据分别来自所述多个解调模块的输出,进行分集合成,其特征在于,所述多个解调模块分别具有:信号正交解调部,其对由所述多个天线中的一个接收到的信号进行正交解调;传输路径估计部,其根据由所述信号正交解调部正交解调出的信号中包含的已知信号来检测延迟谱,并根据该检测出的延迟谱估计传输路径;信号均衡部,其使用所述传输路径估计部的传输路径估计结果,对由所述信号正交解调部正交解调出的信号中包含的数据信号进行均衡,并将该均衡后的数据信号输出给所述合成部;以及信号质量估计部,其对基于由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率与由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率之比的信号质量进行估计,并将该信号质量的估计结果输出给所述合成部,所述信号质量估计部具有:信号功率确定部,其确定由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率;噪声功率确定部,其确定由所述传输路径估计部检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率;以及信号质量计算部,其计算信号质量,该信号质量是由所述信号功率确定部确定出的信号成分的功率与由所述噪声功率确定部确定出的噪声成分的功率之比,所述合成部根据从各个所述解调模块得到的所述信号质量,决定针对由各个所述解调模块均衡后的所述数据信号的加权而进行分集合成。

[0016] 本发明的一个方式的接收方法具有:多个接收步骤,借助多个天线接收利用单载波与数据信号独立地传输已知信号的数字广播的信号;以及合成步骤,根据来自所述多个接收步骤的输出进行分集合成,其特征在于,所述多个接收步骤分别具有如下步骤:信号正交解调步骤,对由所述多个天线中的一个接收到的信号进行正交解调;传输路径估计步骤,根据在所述信号正交解调步骤中正交解调出的信号中包含的已知信号来检测延迟谱,并根据该检测出的延迟谱估计传输路径;信号均衡步骤,使用所述传输路径估计步骤的传输路径估计结果,对在所述信号正交解调步骤中正交解调出的信号中包含的数据信号进行均衡,并将该均衡后的数据信号输出给所述合成步骤;以及信号质量估计步骤,对基于在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率与在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率之比的信号质量进行估计,并将该信号质量的估计结果输出给所述合成步骤,所述信号质量估计步骤具有如下步骤:信号功率确定步骤,确定在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率;噪声功率确定步骤,确定在所述传输路径估计步骤中检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率;信号质量计算步骤,计算信号质量,该信号质量是在所述信号功率确定步骤中确定出的信号成分的功率与在所述噪声功率确定步骤中确定出的噪声成分的功率之比,在所述合成步骤中,根据从各个所述接收步骤得到的所述信号质量,决定针对在各个所述接收步骤中进行均衡后的所述数据信号的加权而进行分集合成。

[0017] 根据本发明的一个方式,即使在用单载波来传输已知信号的传输方式中,也能够在不另外设置进行已知信号的均衡的电路的情况下,估计信号质量,进行分集合成。

附图说明

- [0018] 图1是示意性示出实施方式1~4的接收装置的结构框图。
- [0019] 图2是示意性示出实施方式1~3中的解调模块的结构框图。
- [0020] 图3是用于说明实施方式1中的使能信号的生成方法的概略图。
- [0021] 图4是示出实施方式1中的延迟谱的概略图。
- [0022] 图5是示意性示出实施方式1中的信号质量估计电路的一例的框图。
- [0023] 图6是示意性示出实施方式2中的信号质量估计电路的一例的框图。
- [0024] 图7是示出实施方式2中的主波和延迟波的一例的概略图。
- [0025] 图8是用于说明实施方式2中的比较范围的概略图。
- [0026] 图9是示意性示出实施方式3中的信号质量估计电路的一例的框图。
- [0027] 图10是示意性示出实施方式3中的信号质量估计电路的变形例的框图。
- [0028] 图11是示意性示出实施方式4中的解调模块的结构框图。
- [0029] 图12是示意性示出实施方式4中的信号质量估计电路的一例的框图。
- [0030] 标号说明
- [0031] 100、200、300、400接收装置;110、210、310、410解调模块;111、411信号正交解调部;112调谐器;113、413AGC电路;114正交解调电路;115使能信号生成电路;116传输路径估计部;117相关性电路;118第1FFT电路;119信号均衡部;120第2FFT电路;121均衡电路;122功率计算电路;123、223、323、423信号质量估计电路;130、230、330信号功率确定部;131、231比较电路;132累加电路;133减法电路;134、434除法电路;235比较范围决定电路;336提取电路;437噪声功率确定电路;140已知信号生成电路;150合成电路;160FEC电路。

具体实施方式

- [0032] 以下,参照附图,对本发明的各种实施方式进行说明。
- [0033] 实施方式1.
- [0034] 图1是示意性示出实施方式1的接收装置100的结构框图。
- [0035] 接收装置100具有N个解调模块110-1~N、作为已知信号生成部的已知信号生成电路140、作为合成部的合成电路150和作为纠错部的FEC(Forward Error Correction:前向纠错)电路160。各个解调模块110-1~N分别和与其对应的1个天线101-1~N连接。各个解调模块110-1~N借助于对应的1个天线101-1~N接收与数据信号独立地用单载波传输已知信号的数字广播的信号。因此,天线101-1~N的数量也为N个。此外,图1的括弧内的标号表示实施方式2~4中的任意一个结构。
- [0036] 天线101-1~N接收数字广播的广播信号,并将该广播信号提供给各个解调模块110-1~N。
- [0037] 解调模块110-1~N根据由天线101-1~N接收到的广播信号,求出信号的均衡结果 $d_1 \sim d_N$ 、作为传输路径估计结果的功率 $p_1 \sim p_N$ 、和信号质量的估计值 $w_1 \sim w_N$,并将它们发送给合成电路150。
- [0038] 此处,由于N个解调模块110-1~N结构相同,因此,以下对N个解调模块110-1~N中的1个解调模块110-i(i为满足 $1 \leq i \leq N$ 的自然数)进行说明。

[0039] 图2是示意性示出解调模块110-i的结构的框图。

[0040] 解调模块110-i具有信号正交解调部111-i、使能信号生成电路115-i、传输路径估计部116-i、信号均衡部119-i、作为功率计算部的功率计算电路122-i和作为信号质量估计部的信号质量估计电路123-i。此外,图2的括弧内的标号表示实施方式2或实施方式3的结构。

[0041] 信号正交解调部111-i通过对经由天线101-i接收到的接收信号进行正交解调,生成正交解调信号。信号正交解调部111-i将所生成的正交解调信号提供给传输路径估计部116-i和信号均衡部119-i。

[0042] 如图2所示,信号正交解调部111-i具有调谐器112-i、作为增益调节部的AGC (Automatic Gain Control:自动增益控制)电路113-i和作为正交解调部的正交解调电路114-i。

[0043] 调谐器112-i从天线101-i提供的广播信号中选择作为接收对象的接收信号,并将选择出的接收信号提供给AGC电路113-i。此处,接收信号包含与由多载波传输的数据信号对应的部分和与由单载波传输的已知信号对应的部分。

[0044] AGC电路113-i将经由天线101-i接收到的接收信号调节为预先设定的信号电平。例如,AGC电路113-i具有放大器,对该放大器的控制电压进行自动控制,使得即使输入信号电平发生变化,输出信号电平也成为预先设定的参照电平。在输入信号电平低于预先设定的参照电平的情况下,AGC电路113-i提高其控制电压,使信号电平放大。另一方面,在输入信号电平高于预先设定的参照电平的情况下,AGC电路113-i降低其控制电压,使信号电平衰减。因此,从AGC电路113-i输出的信号的信号电平始终为与预先设定的参照电平接近的值。被AGC电路113-i处理成为预先设定的信号电平的接收信号被提供给正交解调电路114-i和使能信号生成电路115-i。

[0045] 正交解调电路114-i通过对从AGC电路113-i提供的接收信号进行正交解调,而生成正交解调信号。此处,正交解调信号是正交调制前的信号。正交解调信号被提供给传输路径估计部116-i和信号均衡部119-i。

[0046] 使能信号生成电路115-i根据经由天线接收到的接收信号,生成使能信号,该使能信号用于区别接收信号的与已知信号对应的部分的时间和接收信号的与数据信号对应的部分的时间。例如,使能信号生成电路115-i利用接收信号的与已知信号对应的部分每隔固定周期相同的性质,来生成使能信号。图3是用于说明使能信号的生成方法的概略图。如图3所示,如果与已知信号对应的部分每隔2个符号是相同的,则在接收信号与使该接收信号延迟了2个符号的延迟信号之间的互相关性方面,与已知信号对应的部分之间的相关性高于与数据信号对应的部分之间的相关性。利用这样的性质,使能信号生成电路115-i区别接收信号的与已知信号对应的部分的时间和与数据信号对应的部分的时间,生成使能信号。使能信号生成电路115-i将所生成的使能信号提供给传输路径估计部116-i和信号均衡部119-i。

[0047] 回到图2,传输路径估计部116-i根据由信号正交解调部111-i正交解调出的信号中包含的已知信号来检测延迟谱,并根据该检测出的延迟谱来估计传输路径。例如,传输路径估计部116-i根据从正交解调电路114-i提供的正交解调信号来检测延迟谱,并使用该延迟谱估计经由天线101-i接收到的接收信号的传输路径。

[0048] 如图2所示,传输路径估计部116-i具有作为延迟谱检测部的相关性电路117-i和作为第1傅立叶变换部的第1FFT(Fast Fourier Transform:快速傅立叶变换)118-i。

[0049] 相关性电路117-i根据从正交解调电路114-i提供的正交解调信号,检测延迟谱,并将该延迟谱提供给第1FFT电路118-i和信号质量估计电路123-i。例如,相关性电路117-i参照从使能信号生成电路115-i提供的使能信号,根据从正交解调电路114-i提供的正交解调信号,取出已知信号 k_i 。相关性电路117-i为了求出与所取出的已知信号 k_i 和由已知信号生成电路140生成的已知信号之间的时间差对应的相似度,计算与所接收到的已知信号 k_i 和由已知信号生成电路140生成的已知信号的时间相关的互相关性。互相关性的结果是作为传输路径的传输特性的延迟谱。图4是示出延迟谱的概略图。图4的横轴为延迟时间,纵轴为功率。如图4所示,在延迟谱中,以对接收信号进行采样的间隔存在着离散信号。在存在来波的延迟时间中,功率变大,在不存在来波而仅有噪声的延迟时间中,功率变小。

[0050] 回到图2,第1FFT电路118-i通过将从相关性电路117-i提供的延迟谱转换到频域,而得到传输路径估计结果。例如,第1FFT电路118-i以延迟谱的最前面的波为基准,在符号长的长度范围内进行延迟谱的FFT变换,由此,将作为传输路径的传输特性的延迟谱转换到频域,得到各子载波的传输路径估计结果。第1FFT电路118-i将传输路径估计结果提供给信号均衡部119-i和功率计算电路122-i。

[0051] 信号均衡部119-i使用传输路径估计部116-i的传输路径估计结果,对由信号正交解调部111-i正交解调出的信号中包含的数据信号进行均衡,将该均衡后的数据信号提供给合成电路150。例如,信号均衡部119-i根据从相关性电路117-i提供的延迟谱,对从信号正交解调部111-i提供的正交解调信号进行均衡。

[0052] 信号均衡部119-i具有作为第2傅立叶变换部的第2FFT电路120-i和均衡电路121-i。

[0053] 第2FFT电路120-i从由正交解调电路114-i提供的正交解调信号中取出数据信号 r_i ,并按照每一符号对所取出的数据信号 r_i 进行FFT。由此,第2FFT电路120-i从多载波的信号中取出各子载波的信号。第2FFT电路120-i将所取出的各子载波的信号提供给均衡电路121-i。

[0054] 均衡电路121-i根据从第1FFT电路118-i提供的各子载波的传输路径估计结果,对从第2FFT电路120-i提供的各子载波的数据信号进行均衡。均衡电路121-i将各子载波的数据信号除以与数据信号相同子载波的传输路径估计结果,由此对数据信号在传输路径中受到的失真进行补偿。进而,均衡电路121-i将均衡后的数据信号作为均衡结果 d_i 提供给合成电路150(参照图1)。

[0055] 功率计算电路122-i求出从第1FFT电路118-i提供的作为传输路径估计结果的功率 p_i ,并将该功率 p_i 发送给合成电路150。

[0056] 信号质量估计电路123-i根据从相关性电路117-i提供的延迟谱,计算信号质量的估计结果 w_i ,并将该信号质量的估计结果 w_i 提供给合成电路150。例如,信号质量估计电路123-i根据由传输路径估计部116-i检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率与由传输路径估计部116-i检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率之比,来估计信号质量。在实施方式1中,信号质量为由传输路径估计部116-i检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率与由传输路径估计部116-i检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率之比。

[0057] 图5是示意性示出信号质量估计电路123-i的一例的框图。信号质量估计电路123-i具有信号功率确定部130-i、作为噪声功率确定部的减法电路133-i和作为信号质量计算部的除法电路134-i。

[0058] 信号功率确定部130-i确定由传输路径估计部116-i检测出的延迟谱中包含的信号成分的功率(以下,也称作信号功率)。信号功率确定部130-i具有作为信号成分检测部的比较电路131-i和作为功率计算部的累加电路132-i。

[0059] 比较电路131-i根据由传输路径估计部116-i检测出的延迟谱,检测具有阈值以上的功率的成分。例如,比较电路131-i对从相关性电路117-i提供的延迟谱与预先设定的阈值进行比较,并仅将延迟谱中的超过预先设定的阈值的成分提供给后级的累加电路132-i。此处,如果将延迟谱中的超过预先设定的阈值的成分视为来波的信号成分,则超过预先设定的阈值的成分为信号成分。设为预先设定的阈值被存储在作为阈值存储部的存储器131a-i中。

[0060] 在决定预先设定的阈值的方法中,作为一例有根据延迟谱进行求出的方法。将在延迟谱中取最大值的成分视为信号成分的主波,将主波功率除以规定值而得到的值作为阈值。设定作为除数的规定值的方法,有如下方法:求出在设想的传输路径中比较电路131-i不包含误差的(比较电路131-i仅输出信号成分,不输出噪声成分)规定值的最大值,将该最大值设定为规定值。例如在设作为除数的规定值为“5”时,与主波功率进行比较,衰减大约14dB以上的延迟谱的成分被视为噪声。在这样的情况下,在延迟谱中取最大值的成分的功率越大,则阈值越大。

[0061] 此外,比较电路131-i也可以根据在AGC电路113-i中调节了信号电平的控制电压来改变预先设定的阈值。在控制电压较大、接收信号的放大率较大时,噪声成分也增大。另一方面,在控制电压较低、接收信号的放大率也较低时,噪声成分也减少。即,噪声功率与控制电压成比例。因此,比较电路131-i通过使阈值与控制电压成比例地变动,能够改善信号质量的估计精度。

[0062] 累加电路132-i通过对由比较电路131-i检测出的功率进行相加,来计算信号成分的功率。例如,累加电路132-i进行由比较电路131-i提供的信号成分的累加,求出作为信号成分的总功率的信号功率。

[0063] 例如,在比较电路131-i没有输出信号成分而输出了噪声成分、并利用累加电路132-i来求出噪声功率的情况下,与求出信号功率的情况相比,对累加电路132-i的输入次数变多。因此,比较电路131-i不输出预先设定的阈值以下的噪声成分,而输出预先设定的阈值以上的信号成分,由此,能够削减累加电路132-i中的相加次数。

[0064] 累加电路132-i将计算出的信号成分的功率提供给减法电路133-i和除法电路134-i。

[0065] 减法电路133-i确定由传输路径估计部116-i检测出的延迟谱中包含的噪声成分的功率(以下,也称作噪声功率)。例如,减法电路133-i通过从延迟谱的总功率中减去从累加电路132-i提供的信号功率,来计算噪声功率。此处,接收信号被AGC电路113-i控制为总功率接近相同的值,因此,减法电路133-i的总功率为基于预先设定的参照电平的固定值。设为该固定值被存储在作为固定值存储部的存储器133a-i中。由此,不需要通过由相关性电路117-i提供的延迟谱的累加来求出延迟谱的总功率。

[0066] 此处,可以将总功率的固定值设定为在求出预先设定的传输路径中的延迟谱的总功率值时求出的总功率值。此处,作为预先设定的传输路径,优选使用不存在于通常状态下不会产生的突发性噪声的传输路径。

[0067] 减法电路133-i将计算出的噪声成分的功率提供给除法电路134-i。

[0068] 除法电路134-i计算由信号功率确定部130-i确定出的信号成分的功率与由减法电路133-i确定出的噪声成分的功率之比。例如,除法电路134-i通过将由累加电路132-i提供的信号功率除以由减法电路133-i提供的噪声功率,来得到信号质量的估计结果 w_i 。进而,除法电路134-i将所得到的信号质量的估计结果 w_i 提供给合成电路150。

[0069] 此外,在除法电路134-i的后级,例如还可以具有作为平均化部的平均化电路(未图示)。该平均化电路存储有预先设定的数量的、根据多个延迟谱求出的除法电路134-i的输出,通过对它们进行平均化,来作为信号质量的估计结果 w_i 而提供给合成电路150。通过平均化,能够提高对突发性变动的耐受性。

[0070] 返回到图1,已知信号生成电路140生成已知信号,并将所生成的已知信号提供给相关性电路117-i(参照图2)。例如,已知信号生成电路140将作为已知信号的源的数据存储在存储器140a中,并根据该数据生成已知信号。

[0071] 合成电路150根据分别来自多个解调模块110-1~N的输出,进行分集合成。例如,合成电路150根据从信号质量估计电路123-i提供的信号质量的估计值 w_i 和从功率计算电路122-i提供的作为传输路径估计结果的功率 p_i ,进行从均衡电路121-i提供的数据信号的均衡结果 d_i 的分集合成,并将作为合成信号的输出 c 提供给FEC电路160。合成电路150例如使用上述的式(2)来进行分集合成。

[0072] 此外,合成电路150也可以使用选择合成法进行分集合成。在选择合成法中,如下述的式(3)所示那样,合成电路150仅使用来自作为传输路径估计结果的功率 p_i 与信号质量的估计结果 w_i 之积为最大的天线的数据信号,而忽视来自其它天线的数据信号。

[0073] [式3]

[0074]

$$c = \sum_{i=1}^N m_i d_i \quad \left(m_i = \begin{cases} 1 & (p_i w_i = \max(p_1 w_1, p_2 w_2, \dots, p_N w_N)) \\ 0 & (\text{其它}) \end{cases} \right) \quad (3)$$

[0075] FEC电路160通过进行纠错符号的解码处理,生成输出信号。FEC电路160的输出成为接收装置100的输出。

[0076] 在专利文献1中,根据接收到的已知信号的均衡结果来进行信号质量的估计。因此,需要进行已知信号的均衡的电路。与此相对,实施方式1的接收装置100根据延迟谱进行信号质量的估计,因此,不需要已知信号的均衡,从而能够削减电路规模和计算量。

[0077] 实施方式2.

[0078] 如图1所示,实施方式2的接收装置200具有N个解调模块210-1~N、已知信号生成电路140、合成电路150和FEC电路160。解调模块210-1~N分别和与其对应的1个天线101-1~N连接。实施方式2的接收装置200在解调模块210-1~N方面与实施方式1的接收装置100不同。

[0079] 此处,由于N个解调模块210-1~N的结构相同,因此,以下对N个解调模块210-1~N

中的1个解调模块210-i进行说明。

[0080] 如图2所示,解调模块210-i具有信号正交解调部111-i、使能信号生成电路115-i、传输路径估计部116-i、信号均衡部119-i、功率计算电路122-i和信号质量估计电路223-i。实施方式2中的解调模块210-i在信号质量估计电路223-i方面与实施方式1中的解调模块110-i不同。

[0081] 图6是示意性示出实施方式2中的信号质量估计电路223-i的一例的框图。

[0082] 信号质量估计电路223-i具有信号功率确定部230-i、减法电路133-i、除法电路134-i和作为比较范围决定部的比较范围决定电路235-i。实施方式2中的信号质量估计电路223-i在信号功率确定部230-i的处理方面以及在还具有比较范围决定电路235-i的方面,与实施方式1中的信号质量估计电路123-i不同。实施方式2中的信号功率确定部230-i具有比较电路231-i和累加电路132-i。实施方式2中的信号功率确定部230-i在比较电路231-i的处理方面,与实施方式1中的信号功率确定部130-i不同。

[0083] 比较范围决定电路235-i决定在由传输路径估计部116-i检测出的延迟谱中检测具有阈值以上的功率的成分的范围。例如,比较范围决定电路235-i估计在比较电路231-i中与阈值进行比较的延迟时间的范围,并将估计出的比较范围提供给比较电路231-i。

[0084] 比较电路231-i进行存在于从比较范围决定电路235-i提供的比较范围中的延迟谱与阈值之间的比较,并仅将超过阈值的成分提供给后级的累加电路132-i。关于阈值,使用了存储在存储器231a-i中的预先设定的阈值。

[0085] 在传输路径的延迟谱为多径环境的情况下,信号成分是主波与延迟波的总和。图7是示出主波和延迟波的一例的概略图。如图7所示的延迟波1那样,在来波的延迟时间LT1短于保护间隔(guard interval)长度GI的电波环境中,能够避免数据之间的干扰。另一方面,如图7所示的延迟波2那样,在来波的延迟时间LT2长于保护间隔(guard interval)长度GI的电波环境中,在时间T1和T2,产生了数据之间的干扰。在数据之间的干扰中,相互干扰的数据信号发挥噪声的作用。在主波与延迟波中产生数据之间的干扰时,延迟波的可靠性会因具有较大功率的主波的干扰而发生劣化。

[0086] 因此,作为估计比较范围的一例,比较范围决定电路235-i根据延迟谱来搜索功率最大的主波,如图8所示,可以将主波的延迟时间±保护间隔长度作为比较范围。由此,比较电路231-i能够不对与主波之间产生了数据干扰的延迟波进行比较,而将其视为噪声,因此改善了信号质量的估计精度。

[0087] 在实施方式2中,通过限定在比较电路231-i中进行比较的范围,而具有能够改善信号质量的估计精度这样的效果。此外,由于缩小了在比较电路231-i中进行比较的范围,因此,具有能够削减计算量的效果。

[0088] 实施方式3.

[0089] 如图1所示,实施方式3的接收装置300具有N个解调模块310-1~N、已知信号生成电路140、合成电路150和FEC电路160。解调模块310-1~N分别和与其对应的1个天线101-1~N连接。实施方式3的接收装置300在解调模块310-1~N方面,与实施方式1的接收装置100不同。

[0090] 此处,由于N个解调模块310-1~N的结构相同,因此,以下,对N个解调模块310-1~N中的1个解调模块310-i进行说明。

[0091] 如图2所示,解调模块310-i具有信号正交解调部111-i、使能信号生成电路115-i、传输路径估计部116-i、信号均衡部119-i、功率计算电路122-i和信号质量估计电路323-i。实施方式3中的解调模块310-i在信号质量估计电路323-i方面,与实施方式1中的解调模块110-i不同。

[0092] 图9是示意性示出实施方式3中的信号质量估计电路323-i的一例的框图。

[0093] 信号质量估计电路323-i具有信号功率确定部330-i、减法电路133-i和除法电路134-i。实施方式3中的信号质量估计电路323-i在信号功率确定部330-i方面,与实施方式1中的信号质量估计电路123-i不同。信号功率确定部330-i具有比较电路131-i、累加电路132-i和作为提取部的提取电路336-i。实施方式3中的信号功率确定部330-i在还具有提取电路336-i方面,与实施方式1中的信号功率确定部130-i不同。其中,比较电路131-i仅将延迟谱中的超过预先设定的阈值的成分发送给后级的提取电路336-i,累加电路132-i进行由提取电路336-i提供的信号成分的功率的累加。

[0094] 提取电路336-i根据从比较电路131-i提供的信号成分中的功率较大的信号成分,输出一定数量以内的信号成分。由此,在存在多个延迟波的环境中,能够将功率较小且包含较多噪声的延迟波视为噪声,从而改善信号质量的估计精度。

[0095] 此外,在一定程度上判明了来波的数量时,也可以如图10所示的信号质量估计电路323-i#那样,不使用比较电路131-i。在该情况下,提取电路336-i#输出来波的数量份的延迟谱较大的成分,由此,能够根据延迟谱输出信号成分。

[0096] 在实施方式3中,通过仅将一定数量以内的成分视为信号成分,能够改善信号质量的估计精度。此外,能够削减累加电路132-i的计算量。

[0097] 此外,在实施方式3中同样也可以构成为具有实施方式2所述的比较范围决定电路235-i和比较电路231-i。

[0098] 实施方式4.

[0099] 如图1所示,实施方式4的接收装置400具有N个解调模块410-1~N、已知信号生成电路140、合成电路150和FEC电路160。解调模块410-1~N分别和与其对应的1个天线101-1~N连接。实施方式4的接收装置400在解调模块410-1~N方面,与实施方式1的接收装置100不同。

[0100] 此处,由于N个解调模块410-1~N的结构相同,因此,以下对N个解调模块410-1~N中的1个解调模块410-i进行说明。

[0101] 图11是示意性示出解调模块410-i的结构的框图。

[0102] 如图11所示,解调模块410-i具有信号正交解调部411-i、使能信号生成电路115-i、传输路径估计部116-i、信号均衡部119-i、功率计算电路122-i和信号质量估计电路423-i。实施方式4中的解调模块410-i在信号正交解调部411-i和信号质量估计电路423-i方面,与实施方式1中的解调模块110-i不同。

[0103] 信号正交解调部411-i具有调谐器112-i、AGC电路413-i和正交解调电路114-i。实施方式4中的信号正交解调部411-i在AGC电路413-i方面,与实施方式1的信号正交解调部111-i不同。

[0104] AGC电路413-i与实施方式1同样,将经由天线101-i接收到的接收信号调节为预先设定的信号电平。进而,AGC电路413-i与实施方式1同样,向正交解调电路114-i和使能信号

生成电路115-i提供被设为预先设定的信号电平的接收信号。在此,AGC电路413-i与实施方式1不同,将进行信号电平控制的控制电压提供给信号质量估计电路423-i。

[0105] 图12是示意性示出实施方式4中的信号质量估计电路423-i的一例的框图。

[0106] 信号质量估计电路423-i具有信号功率确定部130-i、除法电路434-i和作为噪声功率确定部的噪声功率确定电路437-i。实施方式4中的信号质量估计电路423-i在还具有噪声功率确定电路437-i方面以及在除法电路434-i的处理方面,与实施方式1中的信号质量估计电路123-i不同。

[0107] 噪声功率确定电路437-i根据从AGC电路413-i提供的AGC控制电压来估计噪声成分的功率,并将估计出的噪声成分的功率提供给除法电路434-i。如果由各天线101-1~N接收到的噪声成分大致等同,则各解调模块410-1~N之间的噪声功率比取决于决定AGC电路413-i~N中的放大量或衰减量的控制电压。在实施方式4中,将噪声功率视为取决于AGC电路413-1~N的控制电压的值,来进行信号质量的估计。例如,从AGC电路413-i提供的AGC控制电压的放大率越高,则噪声功率确定电路437-i将噪声功率估计为越大的值,或者,从AGC电路413-i提供的AGC控制电压的衰减率越高,则噪声功率确定电路437-i将噪声功率估计为越小的值。并且,噪声功率确定电路437-i将估计出的噪声功率提供给除法电路434-i。此处,作为噪声功率确定电路437-i的一例,存在原样输出AGC控制电压的方法。

[0108] 除法电路434-i通过将由累加电路132-i提供的信号功率除以由噪声功率确定电路437-i提供的噪声功率,来得到信号质量的估计结果 w_i 。并且,除法电路434-i将所得到的信号质量的估计结果 w_i 提供给合成电路150。

[0109] 在实施方式4中,将AGC电路413-i的控制电压视为噪声功率来进行信号质量的估计,由此,不需要实施方式1中的减法电路133-i。因此,能够削减电路规模或计算量。此外,由于不需要在减法电路133-i中使用的总功率,因此,存在不会产生由总功率的估计误差而产生的信号质量估计精度的劣化的效果。

[0110] 此外,在实施方式4中同样也可以构成为具有实施方式2所述的比较范围决定电路235-i和比较电路231-i。

[0111] 在以上所述的实施方式1~4中,使用式(2)或式(3)来进行分集合成,但是并非限定于这样的例子。

[0112] 例如,也可以使用下述的式(4)或式(5)来进行分集合成。

[0113] [式4]

$$[0114] \quad c = \sum_{i=1}^N l_i d_i \quad \left(l_i = w_i / \sum_{j=1}^N w_j \right) \quad (4)$$

[0115] [式5]

$$[0116] \quad c = \sum_{i=1}^N m_i d_i \quad \left(m_i = \begin{cases} 1 & (w_i = \max(w_1, w_2, \dots, w_N)) \\ 0 & (\text{其它}) \end{cases} \right) \quad (5)$$

[0117] 在这样的情况下,接收装置100、200、300、400不需要设置功率计算电路122。

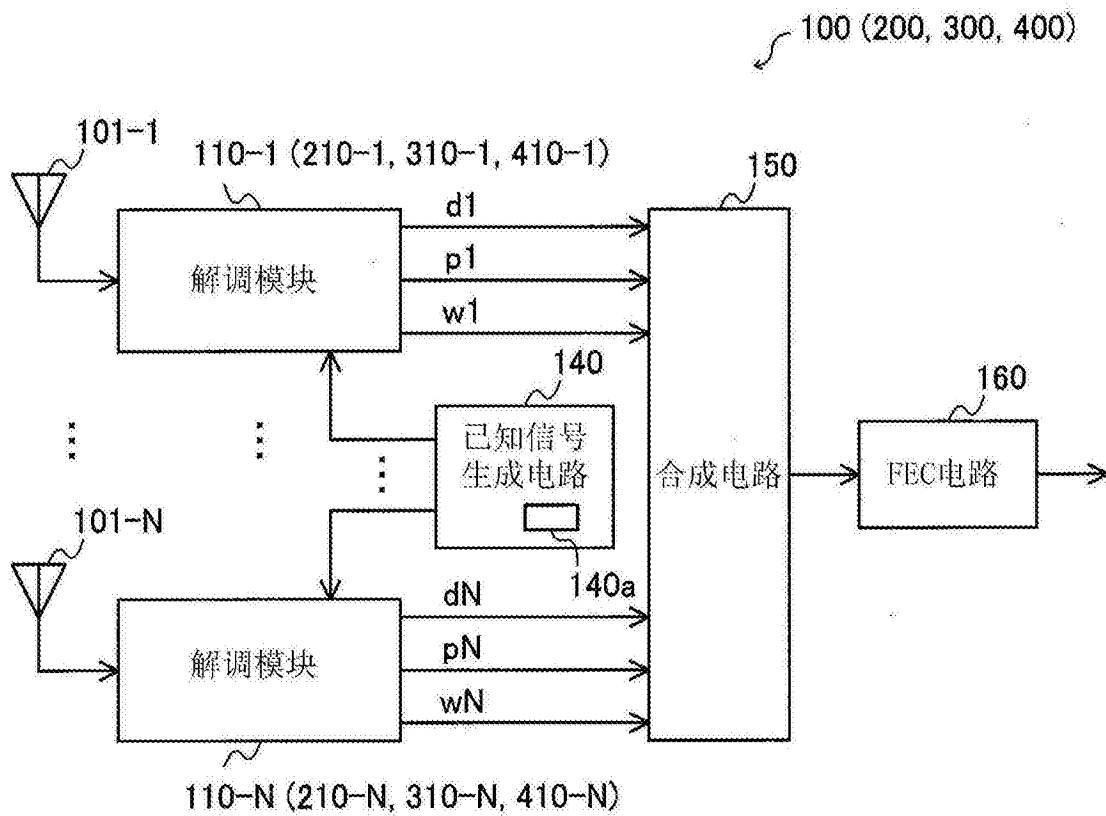


图1

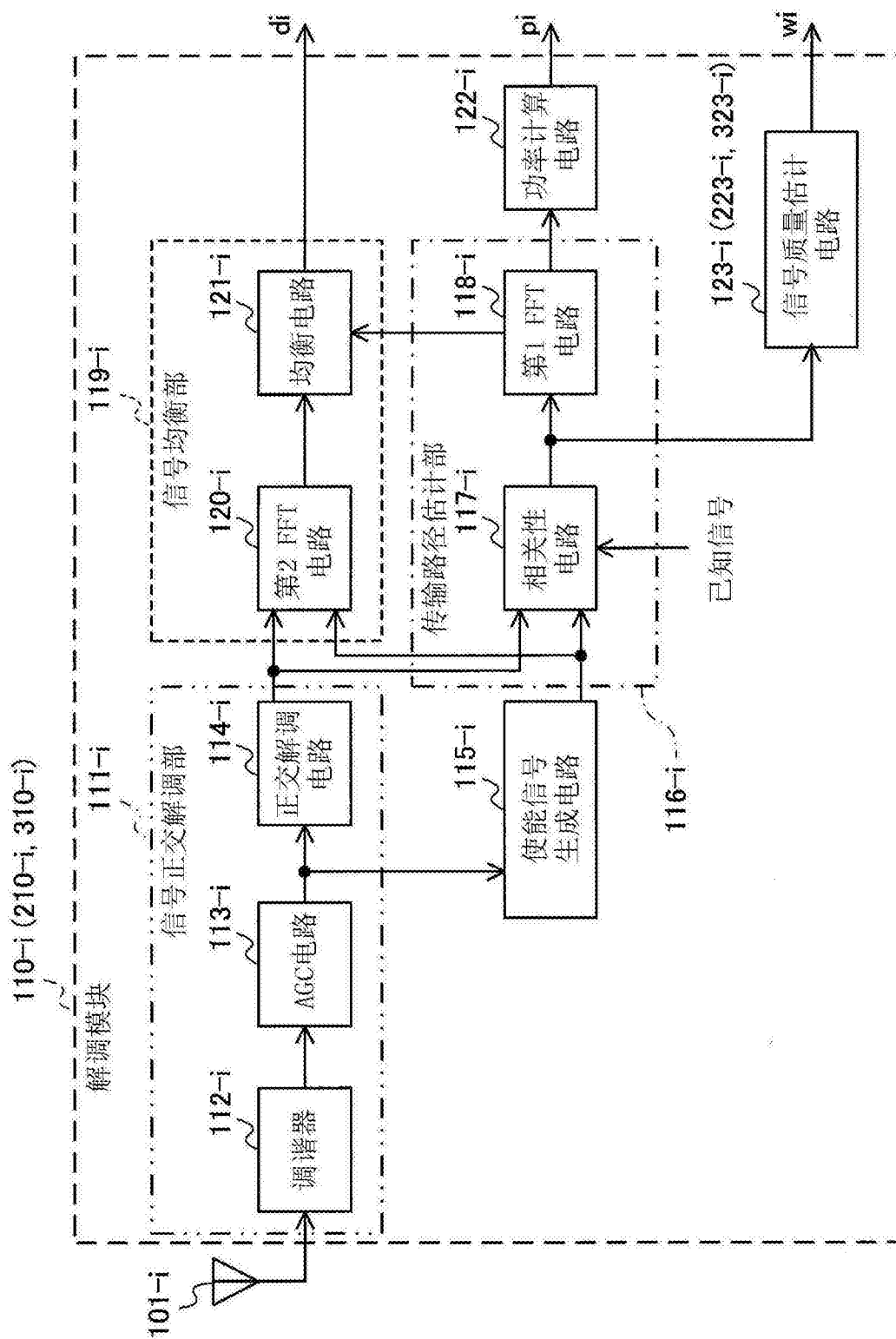


图2

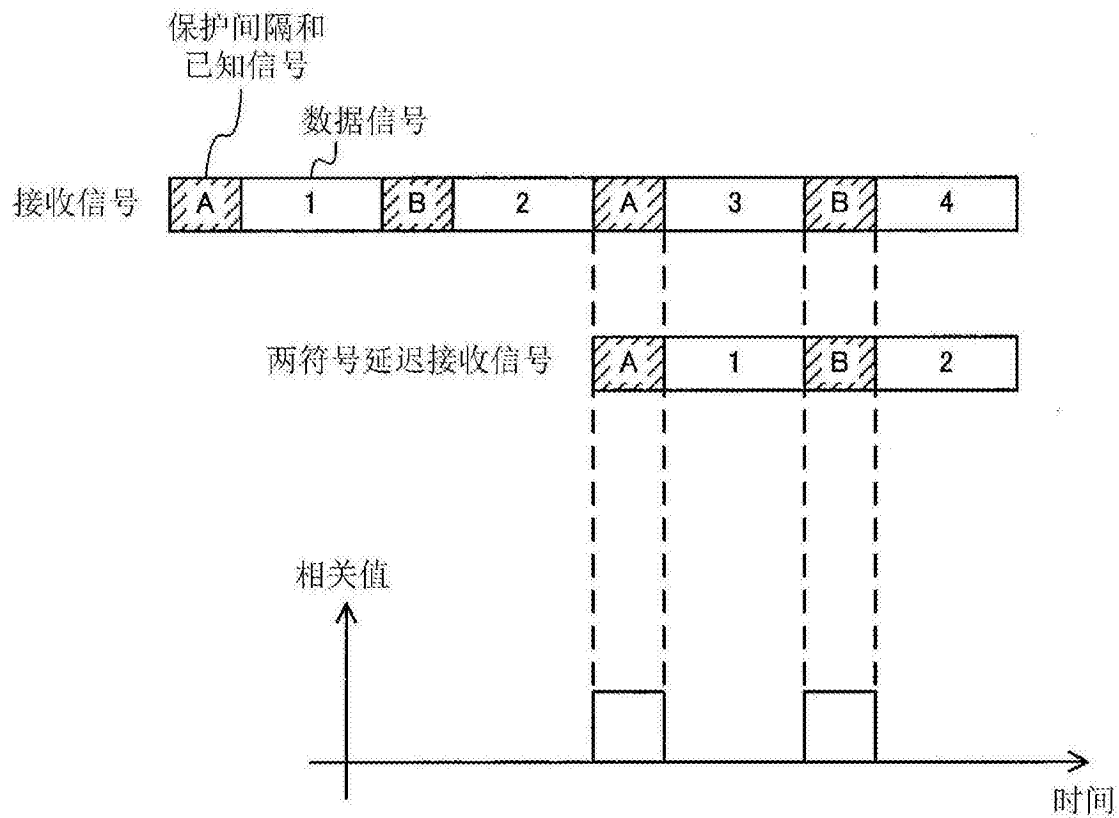


图3

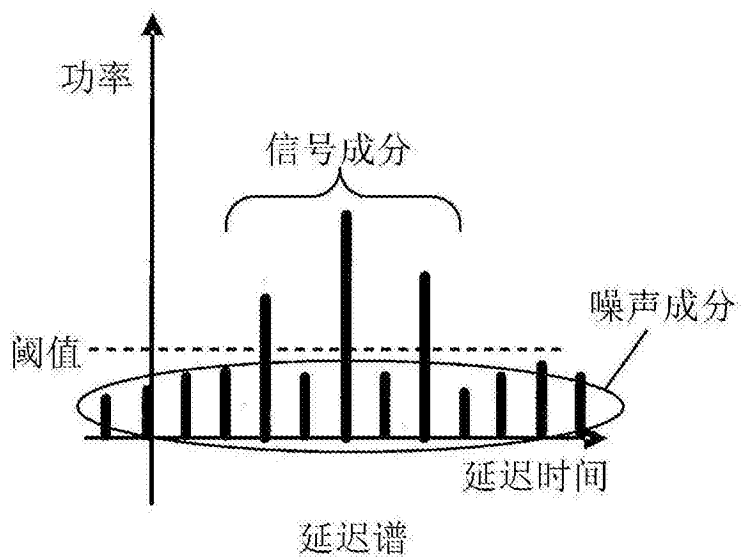


图4

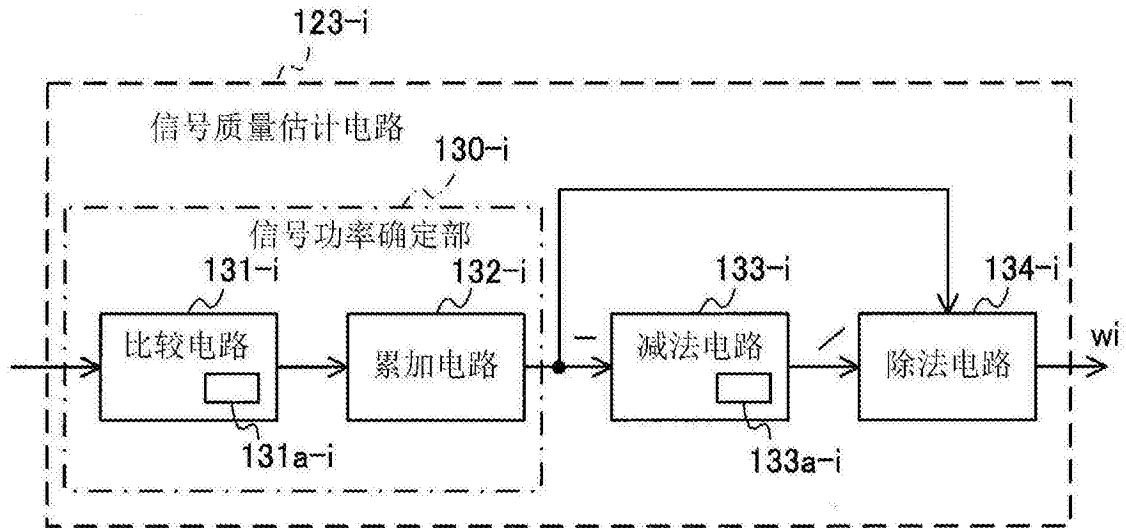


图5

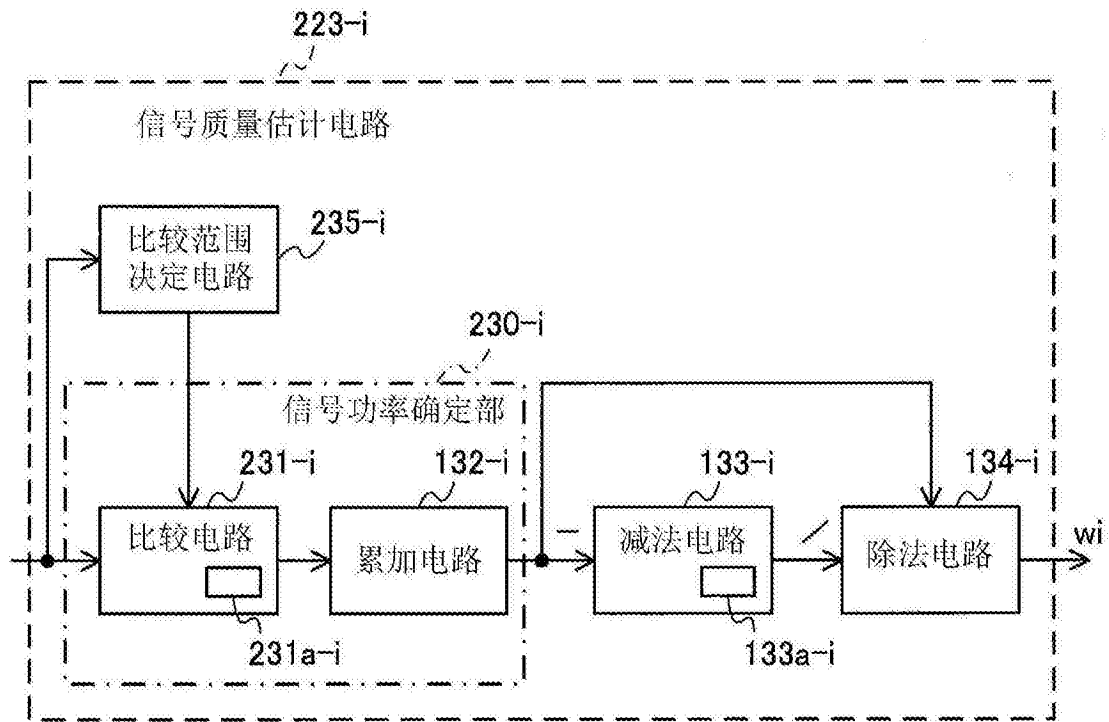


图6

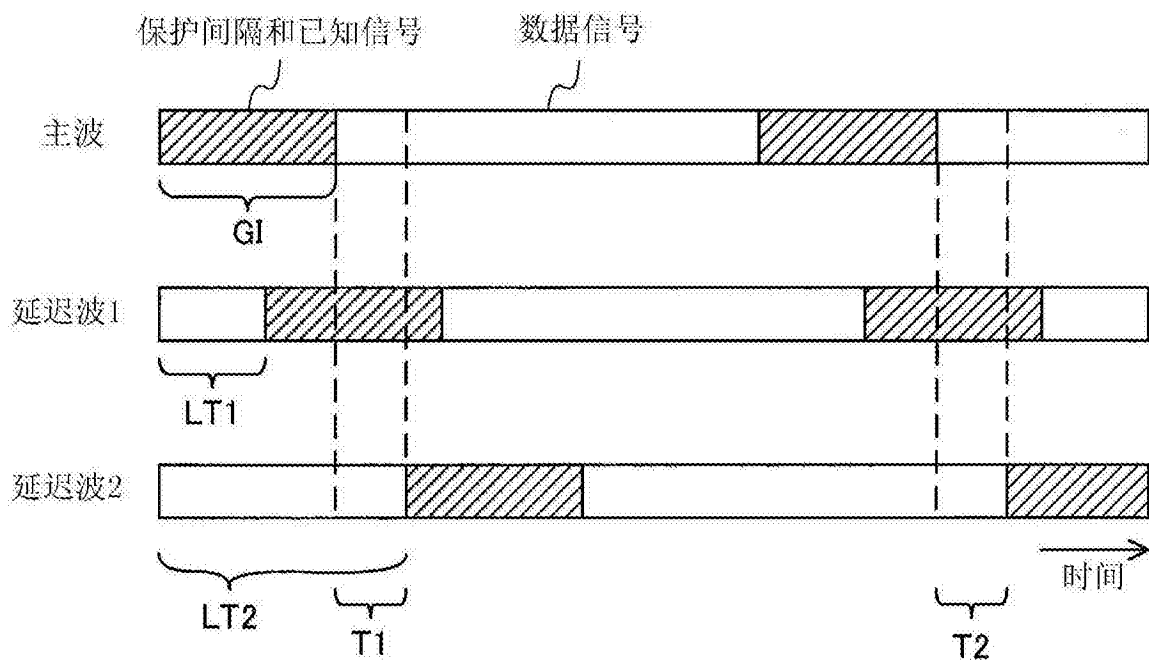


图7

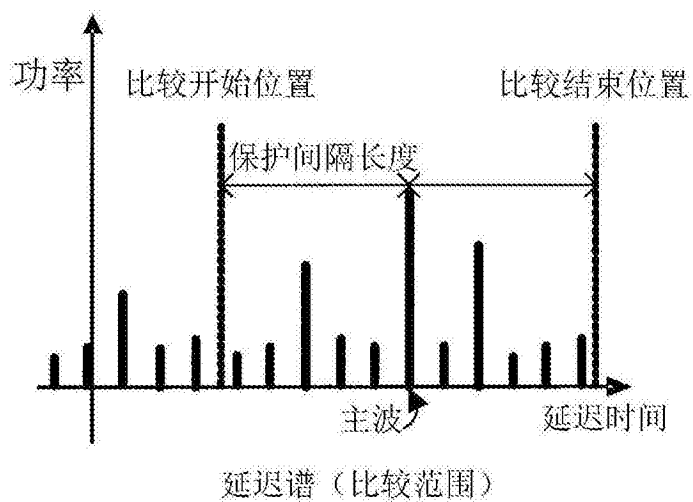


图8

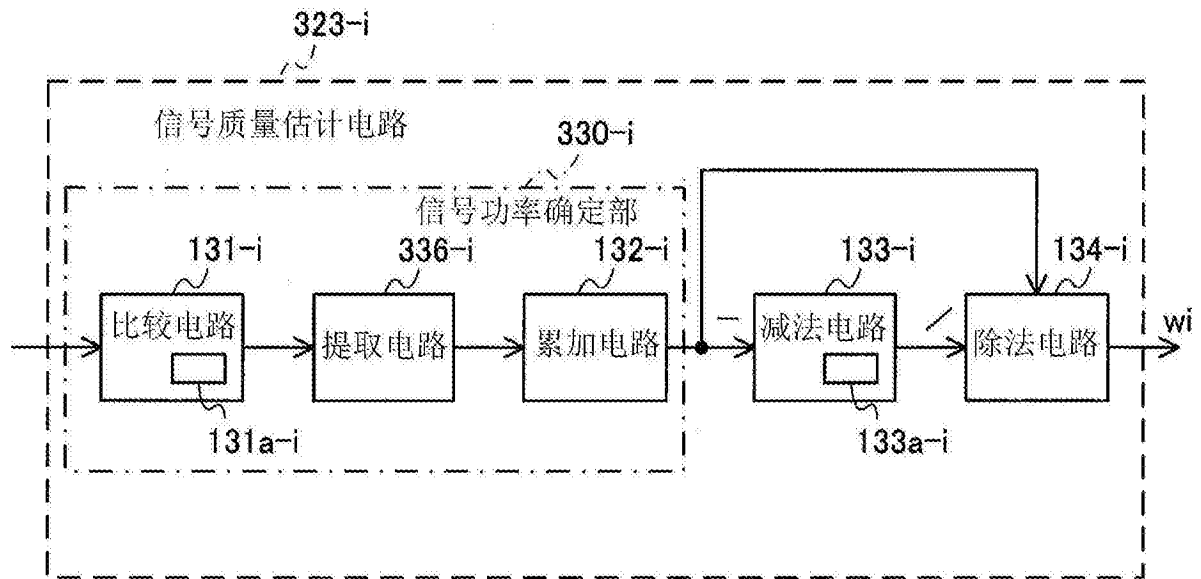


图9

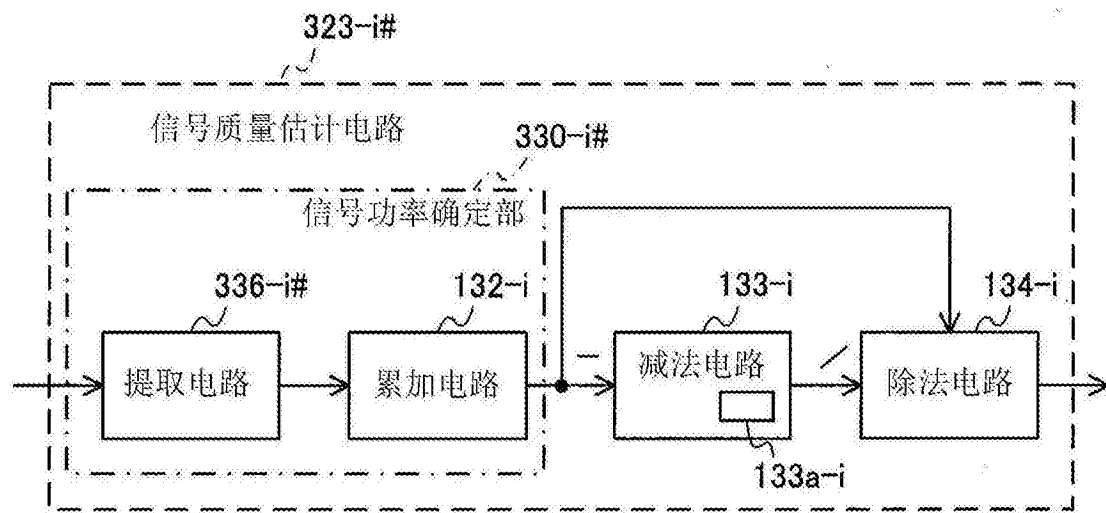


图10

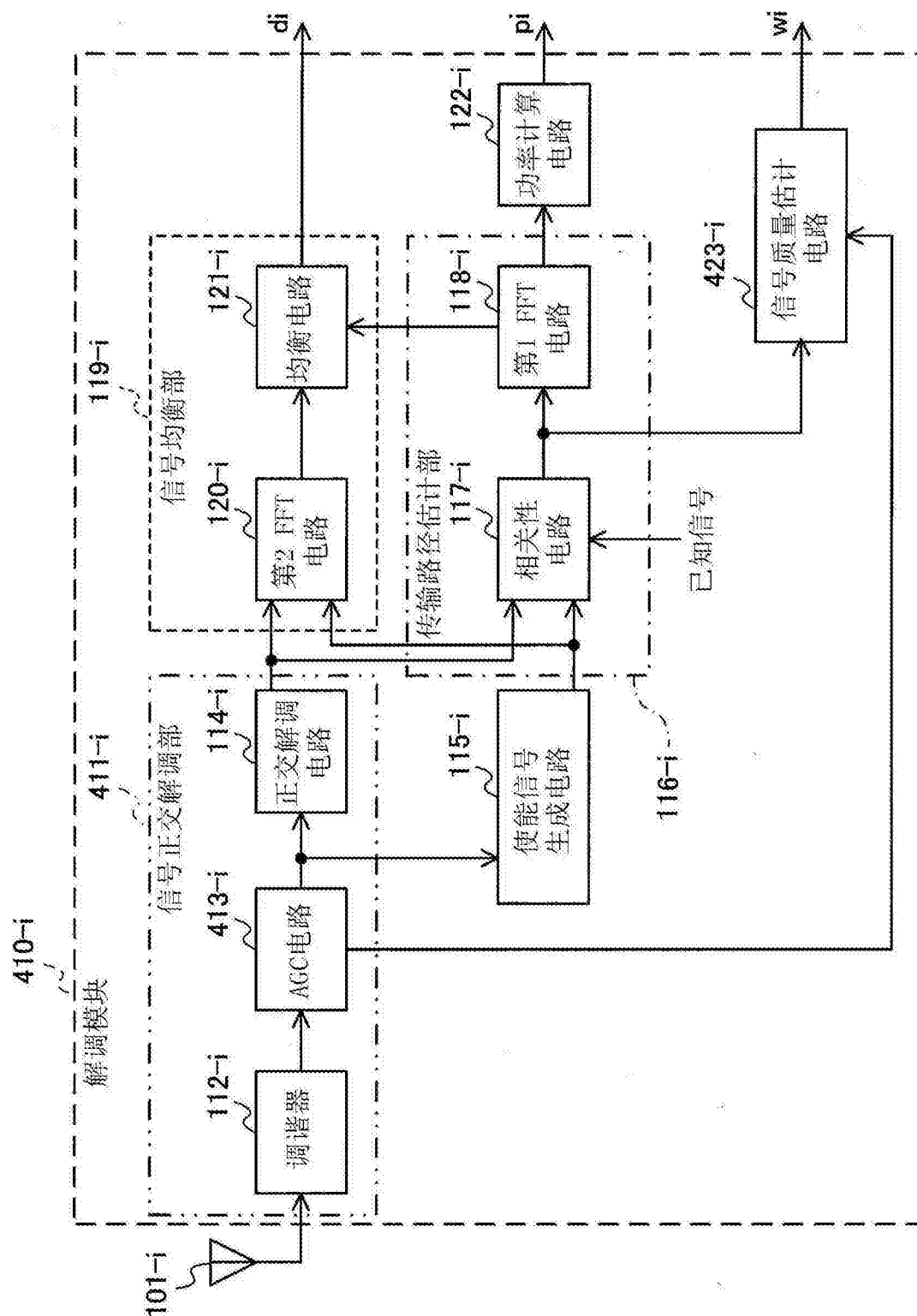


图11

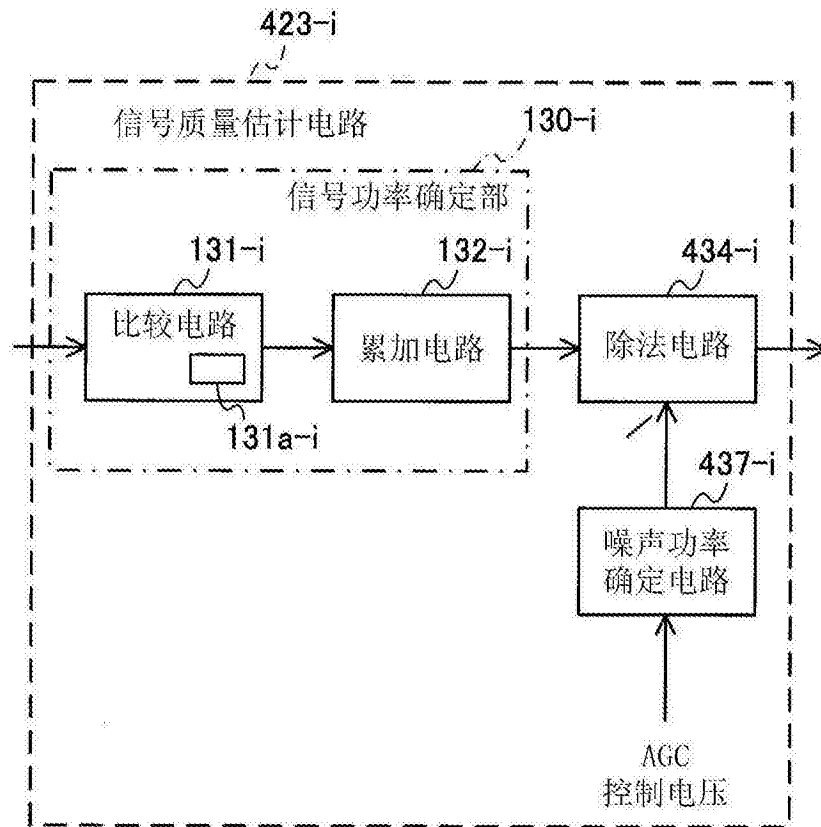


图12