

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01)

H04B 7/08 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03102942.6

[45] 授权公告日 2006 年 4 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1252943C

[22] 申请日 2003.1.24 [21] 申请号 03102942.6

[30] 优先权

[32] 2002.4.30 [33] KR [31] 23785/2002

[71] 专利权人 LG 电子株式会社

地址 韩国首尔

[72] 发明人 金相俊

审查员 邢欣欣

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责  
任公司

代理人 张天舒 袁炳泽

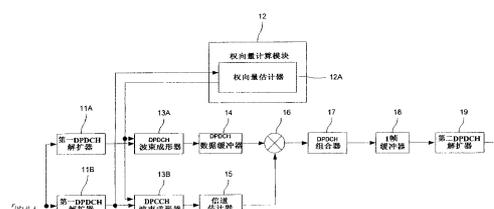
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

## [54] 发明名称

自适应波束成形设备和方法

## [57] 摘要

公开了一种自适应波束成形设备和方法，其解扩输入信号，确定解扩信号的码元属于解扩信号的导频子信道还是非导频子信道。从而启动两种波束成形算法中的一种。如果码元属于导频子信道，则使用第一算法来计算权向量，如果码元属于非导频子信道，则使用第二算法来计算权向量。使用最新计算的权向量来更新当前权向量，并根据更新后的权向量来形成波束模式。



1. 一种自适应波束成形设备，包括：

5 权向量计算模块，根据接收到的码元数据所属导频子信道和非导频子信道，来选择盲波束成形算法和非盲波束成形算法，并使用所选择的波束成形算法来计算权向量，其中所述盲波束成形算法是CMA波束成形算法，且所述非盲波束成形算法是LMS波束成形算法；以及  
波束成形器，根据权向量计算模块计算出的权向量来生成波束模式。

10

2. 根据权利要求1所述的设备，该设备还包含解扩器，用于解扩输入信号并输出码元数据。

15 3. 根据权利要求1所述的设备，其中，当码元数据属于导频子信道时，使用LMS波束成形算法，LMS波束成形算法是基于导频信道的波束成形算法。

20 4. 根据权利要求3所述的设备，其中，当码元数据属于导频子信道时，所选择的波束成形算法是LMS算法，当码元数据属于非导频子信道时，所选择的波束成形算法是CMA算法。

5. 根据权利要求1所述的设备，其中，当码元数据属于导频子信道时，权向量计算模块启动LMS波束成形算法。

25 6. 根据权利要求1所述的设备，其中，当码元数据属于非导频子信道时，权向量计算模块启动CMA算法。

30 7. 根据权利要求1所述的设备，其中，如果波束成形算法从第一种波束成形算法转换为第二种波束成形算法，则使用第一种波束成形算法计算的最后一个权向量作为第二种波束成形算法的初始权向量。

8. 一种自适应波束成形方法，包括：

5 根据输入码元数据所属导频子信道和非导频子信道，来选择盲波束成形算法和非盲波束成形算法，其中所述盲波束成形算法是CMA波束成形算法，且所述非盲波束成形算法是LMS波束成形算法；  
使用所选择的波束成形算法来更新权向量；以及  
使用更新后的权向量来形成波束模式。

10 9. 根据权利要求8所述的方法，其中，选择波束成形算法的步骤包括：当子信道的类型是导频子信道时，选择非盲波束成形算法。

10. 根据权利要求9所述的方法，其中，所述的非盲波束成形算法是LMS波束成形算法。

15 11. 根据权利要求8所述的方法，其中，选择波束成形算法的步骤包含：当子信道的类型是非导频子信道时，选择盲波束成形算法。

12. 根据权利要求10所述的方法，其中，所述的盲波束成形算法是CMA波束成形算法。

20 13. 根据权利要求8所述的方法，其中，更新权向量的步骤包括：当波束成形算法从第一种波束成形算法向第二种波束成形算法转换时，使用第一种波束成形算法计算的最后一个权向量作为第二种波束成形算法的初始权向量。

25

## 自适应波束成形设备和方法

## 5 技术领域

本发明涉及自适应波束成形设备和方法，尤其涉及自适应波束成形设备和方法的改进的权向量更新技术。

## 背景技术

10 在无线通信系统中，使用多种不同方法来提高系统的覆盖范围和容量。例如，在多路径传播环境中使用瑞克（rake）接收器结构可有效避免码元间干扰（ISI），防止同一信号在多个不同的时间间隔中被天线重复接收。

15 最近，使用定向天线，通过提高传播到预期移动终端的能量，同时减小传播到其它远程移动终端的干涉能量，从而提高信噪比（SNR）。通过生成空间选择定向传输波束模式（beam pattern），可减少传播到其它移动终端的干涉能量。

20 自适应波束成形是一种用于实现这种波束模式的定向天线技术，其中，基站的波束成形天线阵列所产生的波束模式响应于变化的多路径条件而调整。在这种波束成形阵列中，产生天线波束模式来使向/从预期移动终端发射/接收的信号能量最大。

25 为适应变化的多路径条件，必须确定从基站天线阵列向预期移动终端发射的能量的各个发射角（AOD）。通过估计来自移动终端的信号能量在基站的各个入射角（AOA）来确定各个AOD。在自适应波束成形天线系统中，利用权向量原理来估计对应于预期AOD范围的AOA范围。

30

最小均方（LMS）算法是一种自适应波束成形算法，其仅使用用于传输参考信号的导频信道（非盲波束成形算法）。

5 在LMS算法中，使用导频码元作为训练信号来计算使均方误差最小的权向量。由以下公式1来通过LMS算法计算权向量。

<公式 1>

$$\begin{aligned}
 \mathbf{w}_k(m+1) &= \mathbf{w}_k(m) - \mu r_{\text{DPCCH}_k}(m) [\mathbf{d}_{k,c}(m) - \mathbf{w}_k^H(m) r_{\text{DPCCH}_k}(m)]^H \\
 r_{\text{DPCCH}_k} &= [r_{\text{DPCCH}_k}^0(m) r_{\text{DPCCH}_k}^1(m) \dots r_{\text{DPCCH}_k}^{(P-1)}(m)]^H \\
 10 \quad \mathbf{w}_k(m) &= [\mathbf{w}_k^{(0)}(m) \mathbf{w}_k^{(1)}(m) \dots \mathbf{w}_k^{(P-1)}(m)]^H
 \end{aligned}$$

其中， $\mathbf{w}$  指权向量， $\mu$  是权向量更新系数。

15 另一种自适应波束成形算法是常数模算法（CMA）。CMA是盲的自适应波束成形算法，其使用恒定的包络信号，而不是训练信号。这意味着没有幅度调制。在CMA中，通过以下公式2来计算权向量。

<公式2>

$$\begin{aligned}
 y_{\text{DPCCH}_k}(m) &= \mathbf{w}_k^H(m) r_{\text{MPCCH}_k}(m) \\
 e_{\text{DPCCH}_k}(m) &= 2 \left( y_{\text{DPCCH}_k}(m) - \frac{y_{\text{DPCCH}_k}(m)}{|y_{\text{DPCCH}_k}(m)|} \right) \\
 20 \quad \mathbf{w}_k(m+1) &= \mathbf{w}_k(m) - \mu r_{\text{DPCCH}_k}(m) e_{\text{DPCCH}_k}^*(m)
 \end{aligned}$$

25 现有技术的自适应波束成形方法有多个问题。例如：LMS算法缓慢收敛于最优值。因此，很难在快速衰减无线电环境中采用LMS算法。此外，对于CMA，因为其是盲的自适应算法，其收敛速度比使用训练信号的算法慢。另外，相对于LMS算法，CMA的收敛特性没有准确的定义。

即使存在多种其它波束成形算法，但与LMS和CMA相比，大多数算法太复杂并不适合无线电系统。因此，这些算法是有问题的。

引入以上的参考资料以帮助更好地理解附加或可选的细节、特征和/或技术背景。

## 5 发明内容

本发明的目的在于至少解决上述问题和/或缺点，并至少提供下文所描述的优点。

10 本发明的另一个目的在于提供一种能够通过精确地估计AOA范围来产生最佳波束模式的自适应波束成形设备和方法。

本发明的另一个目的在于提供一种能够向移动终端产生最佳波束模式来提高系统容量和通信质量的自适应波束成形设备和方法。

15 为全部或部分达到上述目的，提供了一种自适应波束成形设备，包括：用于对输入信号进行解扩的解扩器，以解扩器输出的码元为单位计算权向量的权向量计算模块，以及使用解扩器的输出码元和来自权向量计算模块的权向量来产生波束模式的波束成形器，其中，权向量计算模块包括权向量估计器，其根据输出码元的类型来选择两种波束成形算法中的一种。该波束成形算法是LMS和CMA算法。

20 根据DPCCH时隙的子信道来确定输出码元的类型。DPCCH时隙被分成导频子信道和非导频子信道。如果输出码元属于导频子信道，则权向量估计器选择LMS算法，如果输出码元属于非导频子信道，则权向量估计器选择CMA算法。

25 如果波束成形算法从LMS算法变成CMA算法，则CMA算法使用LMS算法所计算的最后一个（先前）权向量作为初始权向量。反之，如果波束成形算法从CMA算法变为LMS算法，则LMS算法使用CMA算法所计算的最后一个（先前）权向量作为初始权向量。

此外，为完全或部分达到上述目的，提供了一种自适应波束成形方法，包含：解扩输入信号；确定解扩信号是否是DPCCH信号；确定码元属于DPCCH信号的导频子信道还是非导频子信道；如果码元属于导频子信道，则启动两个波束成形算法的一个，如果码元属于非导频子信道，则启动两个算法中的另一个；使用所计算的权向量来更新权向量；以及根据更新后的权向量来形成波束模式。所述的两个波束成形算法是LMS和CMA算法。

如果波束成形算法从LMS算法向CMA算法变化，则CMA算法使用LMS算法所计算的最后一个权向量作为初始权向量。另一方面，如果波束成形算法从CMA算法向LMS算法变化，则LMS算法使用CMA算法所计算的最后一个权向量作为初始权向量。

本发明的其它优点、目的和特征有一部分将在以下的说明书中进行阐述，有一部分则对于本领域的技术人员经过对以下内容的检验后会变得明了，或者通过本发明的实践而体验到。所附的权利要求书具体指出了本发明的目的和优点。

## 附图说明

以下参考附图详细描述本发明，其中，相同数字指代相同部件，其中：

图1是无线帧结构，显示了上行链路DPDCH和DPCCH结构；

图2是框图，显示了根据本发明优选实施例的自适应波束成形设备；

图3是框图，显示了图2的波束成形设备的波束成形器；以及

图4是流程图，显示了根据本发明优选实施例的自适应波束成形方法。

## 优选实施例说明

参考附图，下文将描述本发明的优选实施例

由3GPP定义的上行链路专用物理信道（DPCH）包含超帧（super frame）、无线帧和时隙的三层结构。有两种类型的DPCH。第一类型是用于传输专用数据的专用物理数据信道（DPDCH），第二类型是用于传输控制信息的专用物理控制信道（DPCCH）。

图1显示了优选实施例所使用的3GPP RAN技术规范的上行链路无线帧结构。

10

如图1所示，上行链路DPCH无线帧结构包括多个时隙（时隙#0～时隙#14）。DPCCH时隙包括导频字段，传输格式组合指示（TFCI）字段，格式字节整数（FBI）字段，以及发射功率控制（TPC）字段。

15

图2显示了根据本发明优选实施例的自适应波束成形设备。优选的，如图2所示，本发明的自适应波束成形设备包括：分别从天线（未显示）接收的专用物理信道信号  $r_{DPCH\_k}$  中解扩出数据信道信号和控制信道信号的第一专用物理数据信道（DPDCH）解扩器11A和专用物理控制信道（DPCCH）解扩器11B。该设备最好还包括：以码元单位计算由DPCCH解扩器11B所解扩的信号的权向量的权向量计算模块12。

20

权向量计算模块12包括：根据DPCCH时隙的子信道而使用不同的权向量更新算法来估计权向量的自适应权向量估计器12A。

25

提供了DPDCH波束成形器13A，以权向量计算模块12所计算的权向量乘以解扩信号，并把所乘的信号与相同处理的信号累加。分别通过其它天线来接收该相同处理的信号。该设备还包括：DPCCH波束成形器13B，其用权向量计算模块12所计算的权向量来乘以解扩信号，并把所乘的信号与通过其它天线分别接收的相同处理信号相加。

30

还提供了用于存储来自DPDCH波束成形器13A的输出信号的DPDCH

数据缓冲器14, 以及信道估计器15, 其使用来自DPCCH波束成形器13B的信号来补偿信道。该设备还包括: 用信道估计器15的输出信号乘以DPDCH数据缓冲器14的输出信号, 从而补偿DPDCH数据缓冲器14的输出信号的乘法器16。还提供了DPDCH组合器17, 其把来自乘法器16的信号组合成帧, 还提供了帧缓存器18, 用于存储来自DPDCH组合器17的帧。最后, 提供了第二DPDCH解扩器19, 用于解扩来自帧缓存器18的帧, 然后输出解扩的帧。

图3显示了优选实施例的自适应波束成形设备的DPCCH波束成形器13B的补充细节。

如图3所示, DPCCH波束成形器13B的权值被连续更新。DPCCH波束成形器13B用各乘法器( $M_0 \sim M_{p-1}$ )上的相应权向量( $w_k^{(0)} \sim w_k^{(p-1)}$ )乘以通过P个天线接收并解扩后的信号( $r_{DPCCH\_k}^{(0)} \sim r_{DPCCH\_k}^{(p-1)}$ )。然后, DPCCH波束成形器13B在加法器21中对乘法结果进行累加。以相同方式处理输入到DPDCH波束成形器13A的信号的权向量。

下文将描述上述构成的自适应波束成形设备的运作。

一旦通过天线接收到无线电信号 $r_{DPCH\_k}$ , 由第一DPDCH解扩器11A和DPCCH解扩器11B解扩该信号 $r_{DPCH\_k}$ 。然后向DPCCH波束成形器13B和权向量计算模块12传输由DPCCH解扩器11B解扩的信号。权向量计算模块12以码元单位计算DPCCH解扩器11B输出的信号的权向量。

上行链路DPCCH帧由15个时隙组成, 每个时隙被分成导频子信道和非导频子信道。

根据优选实施例, 使用两种波束成形算法, 即非盲波束成形算法和盲波束成形算法来形成波束模式。如果工作的波束成形算法从第一

波束成形算法向第二波束成形算法转换，则使用第一波束成形算法计算的最后一个权向量作为第二波束成形算法的初始权向量。在计算权向量期间，自适应权向量估计器12A根据DPCCH时隙的子信道类型，即导频子信道和非导频子信道，来选择LMS和CMA算法中的一种。

5 因此，自适应权向量估计器12A对导频子信道启动LMS算法，对非导频子信道启动CMA。优选实施例所采用的LMS和CMA算法与现有技术的公式1和公式2所表示的算法一致。

把初始权向量设置为0。因此，以初始值0为基础来计算导频子信道的起始码元的权向量。根据先前权向量来连续更新权向量。另外，以导频子信道的最后一个码元的权向量为基础来计算非导频子信道的起始码元的权向量，并把先前码元的权向量作为初始权向量来连续计算下一个码元的权向量。

10

15 这里，权向量计算模块12参照DSP或上层提供的帧和时隙号来更新权向量。

在权向量计算模块12中更新的权向量 ( $w_k^{(0)} \sim w_k^{(P-1)}$ ) 最好分别提供给DPDCH波束成形器13A和DPCCH波束成形器13B。在DPCCH波束成形器13B中，在各乘法器 ( $M_0 \sim M_{P-1}$ ) 处把权向量分别乘以输入信号 ( $r_{DPCCH\_k}^{(0)} \sim r_{DPCCH\_k}^{(P-1)}$ )。记住，该输入信号是通过P个天线接收并解扩的信号。乘法结果值在加法器21中进行累加。把权向量 ( $w_k^{(0)} \sim w_k^{(P-1)}$ ) 乘以通过天线接收到的信号，并在DPDCH波束成形器13A中把乘法结果相加。

20

25

DPDCH波束成形器13A的输出信号被暂时存储在DPDCH数据缓冲器14内，DPCCH波束成形器13B的输出信号被用在信道估计器15中估计信道。

30

在乘法器16中，接着用信道估计器15的输出来对DPDCH数据缓

冲器14中存储的DPDCH数据进行补偿，然后在DPDCH组合器17中把数据组合为帧。来自DPDCH组合器17的帧被暂时存储在帧缓冲器18中，并在第二DPDCH解扩器19中解扩后进行输出。

5 下文将参考图4来描述本发明优选实施例的自适应波束成形方法。图4是流程图，显示了本发明优选实施例的自适应波束成形方法。

如图4所示，在步骤S101，首先从DPCCH解扩器11B接收解扩码元。接下来，如步骤S102所示，权向量计算模块12确定该码元是否是  
10 DPCCH时隙的导频子信道中的码元。如果该码元属于导频子信道，则在步骤S103中权向量计算模块12启动LMS算法，然后在步骤S104，使用LMS算法来计算权向量。另一方面，如果码元在非导频子信道内，则在步骤S105，权向量计算模块12启动CMA算法，并在步骤S106使用CMA算法来计算权向量。

15

如果导频子信道向非导频子信道转换，则使用导频子信道中最后一个码元的权向量来计算非导频子信道中第一个码元的权向量。另一方面，如果非导频子信道向导频子信道转换，则使用非导频子信道中最后一个码元的权向量来计算导频子信道中第一个码元的权向量。

20

根据优选实施例的自适应波束成形系统和方法有许多优点。例如，优选实施例的自适应波束成形设备和方法分别对导频和非导频子信道使用LMS和CMA算法来执行权向量更新，因此可以通过空间滤波效应而有效地减少其它移动终端发射的干涉，从而使系统容量和覆盖范围得到提高。  
25

此外，相对于其它波束成形算法，LMS和CMA算法相对简单，优选实施例的自适应波束成形设备和方法可以有效地采用灵巧天线系统（smart antenna system）。

30

---

此外，在优选实施例的自适应波束成形设备方法中，根据情况使用LMS和CMA算法中的一种，从而可以准确地计算出权向量，使用可靠的权向量可提高信道估计的准确度。

- 5           上述的实施例和优点仅仅是示例性的，并不对本发明构成限制。本发明可以容易地应用于其它类型的装置。本发明的说明书是用于进行说明，不限制权利要求的范围。对于本领域的技术人员，很显然可以有很多的替换、改进和变化。在权利要求书中，装置加功能的语句旨在涵盖实现所述功能的结构，其不仅包括结构的等同，也包括等同
- 10           的结构。

图1

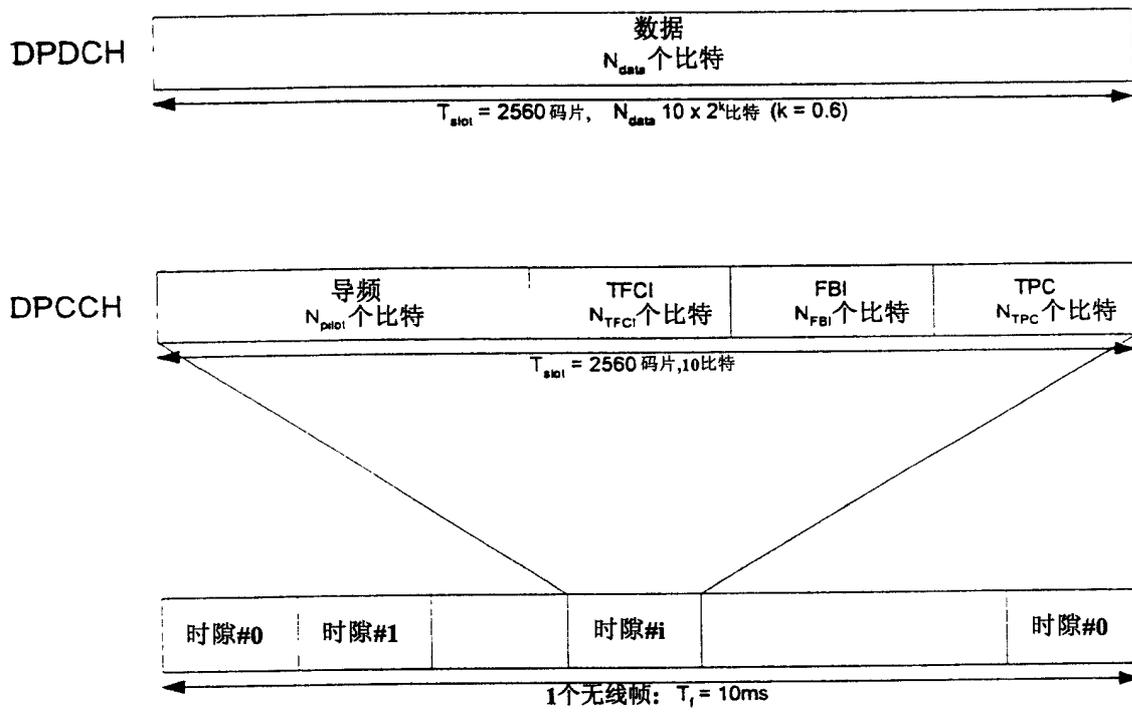


图2

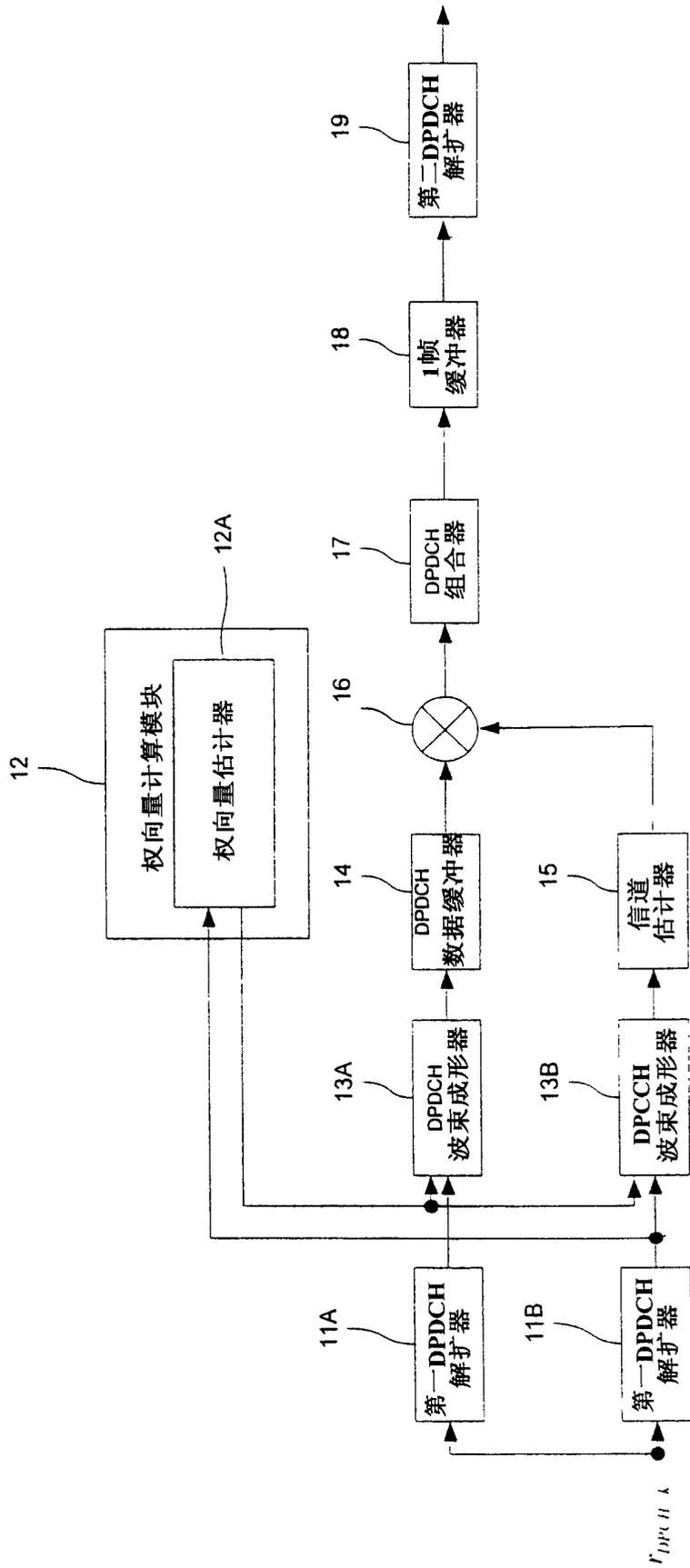


图3

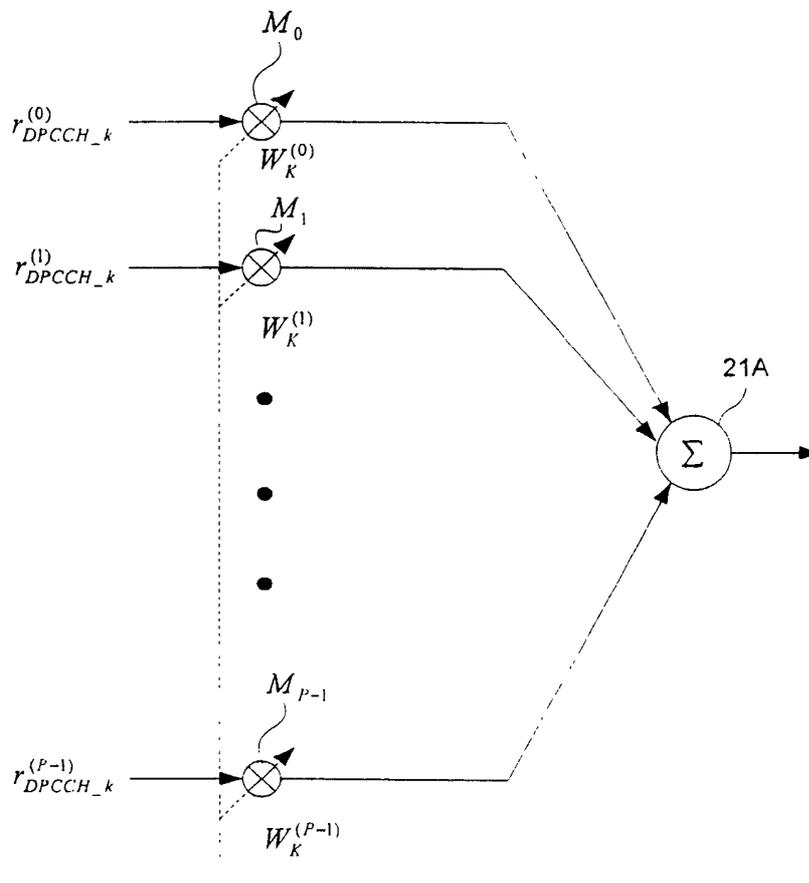


图4

