



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103546252 B

(45)授权公告日 2017.01.18

(21)申请号 201310526872.7

(22)申请日 2007.10.01

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103546252 A

(43)申请公布日 2014.01.29

(30)优先权数据  
60/827,806 2006.10.02 US  
60/863,036 2006.10.26 US

(62)分案原申请数据  
200780036954.6 2007.10.01

(73)专利权人 LM爱立信电话有限公司  
地址 瑞典斯德哥尔摩

(72)发明人 郑荣富 王怡彬 布·约兰松  
斯特凡·帕克瓦尔

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 穆童

(51)Int.Cl.  
H04L 1/16(2006.01)  
H04L 1/00(2006.01)

(56)对比文件  
CN 101563877 B,2013.11.06,  
US 2005030964 A1,2005.02.10,  
US 2006203708 A1,2006.09.14,

审查员 范玲

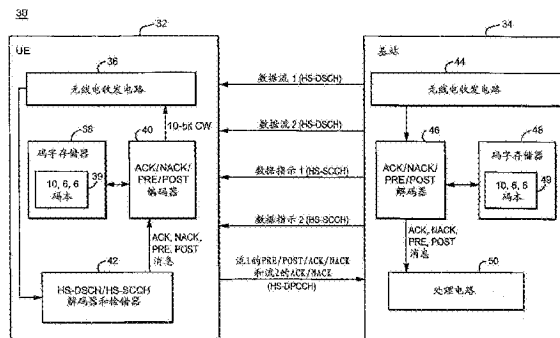
权利要求书4页 说明书14页 附图6页

(54)发明名称

多输入多输出无线电通信系统中的差错防护方法和设备

(57)摘要

基于非线性码集的差错防护可以用于多输入多输出(MIMO)无线电通信系统中。解码器对接收到的MIMO数据流进行解码并且在每个发送时间间隔内针对为MIMO数据流接收到的数据单元产生自动重发请求(ARQ)消息。编码器利用非线性码集中的码字对ARQ消息进行编码。在发送时间间隔内发送两个或更多个MIMO数据流中的一个或更多个数据单元的数据发送器处,利用非线性码集中的码字对与发送的数据单元相关联的ARQ消息进行解码。



1. 一种用于在多输入多输出MIMO无线电通信系统中使用的差错防护方法,所述方法包括:

接收经由无线电接口发送的两个或更多个MIMO数据流,各MIMO数据流包含数据单元;

针对为每个MIMO数据流接收到的一个或更多个数据单元产生自动重发请求ARQ消息;

以及

利用非线性码集中的码字对所述ARQ消息进行编码,其中,非线性码集中的任何一对不同码字隔开最小汉明距离。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述ARQ消息包括下面的肯定应答ACK和/或否定应答NACK对之一:ACK/ACK、ACK/NACK、NACK/ACK和NACK/NACK,其中,每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符,以及

其中,2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,4,6}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有4个码字,并且所述4个码字中的每一个码字与所述4个码字中的其余码字之间的最小码距离是6。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,所述ARQ消息包括以下肯定应答ACK和/或否定应答NACK三元组之一:ACK/ACK/ACK、ACK/ACK/NACK、ACK/NACK/ACK、ACK/NACK/NACK、NACK/ACK/ACK、NACK/ACK/NACK、NACK/NACK/ACK和NACK/NACK/NACK,其中,每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符,并且

其中,3-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,8,5}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有8个码字,并且所述8个码字中的每一个码字与所述8个码字中的其余码字之间的最小码距离是5。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述ARQ消息包括4个ARQ信号的16种不同组合之一,所述4个ARQ信号具有肯定应答ACK信号和否定应答NACK信号中的一个或两个,其中,每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符,并且

其中,4-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,16,4}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有16个码字,并且所述16个码字中的每一个码字与所述16个码字中的其余码字之间的最小码距离是4。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,所述无线电通信系统是高速下行分组接入HSDPA系统(30,60),并且所述方法在无线电移动站(32)中或者在无线电基站(34)中实现。

6. 如权利要求1所述的方法,其中,所述ARQ消息包括肯定应答ACK和/或否定应答NACK信号的4种不同组合之一加上前导码PRE和后导码POST,

其中,包含ACK/NACK信号的一个或更多个发送时间间隔TTI之前有包含前导码PRE信号的TTI,而之后有包含后导码POST信号的TTI,并且

其中,两个MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有6个码字,并且所述6个码字中的每一个码字与所述6个码字中的其余码字之间的最小码距离是6。

7. 如权利要求1所述的方法,其中,所述ARQ消息包括肯定应答ACK和/或否定应答NACK信号的不同组合加上前导码PRE和后导码POST的8个不同组之一,

其中,包含ACK/NACK信号的一个或更多个发送时间间隔TTI之前有包含前导码PRE信号的TTI,而之后有包含后导码POST信号的TTI,并且

其中,3-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,10,5}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有10个码字,并且所述10个码字中的每一个码字与所述10个码字中的其余码字之间的最小码距离是5。

8.如权利要求1所述的方法,其中,所述ARQ消息包括肯定应答ACK和/或否定应答NACK信号的4种不同组合之一加上前导码PRE和后导码POST,

其中,包含ACK/NACK信号的一个或多个发送时间间隔TTI之前有包含前导码PRE信号的TTI,而之后有包含后导码POST信号的TTI,并且

其中,2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{16,6,9}$ ,从而每个码字中具有16个比特,所述非线性码集中具有6个码字,并且所述6个码字中的每一个码字与所述6个码字中的其余码字之间的最小码距离是9。

9.一种用于在多输入多输出MIMO无线电通信系统中使用的差错防护方法,所述方法包括:

在发送时间间隔内发送经由无线电接口发送的两个或多个MIMO数据流中的一个或多个数据单元;

在每个发送时间间隔内针对为每个MIMO数据流接收到的一个或多个数据单元接收自动重发请求ARQ消息;以及

利用非线性码集中的码字对所述ARQ消息进行解码,其中,非线性码集中的任何一对不同码字隔开最小汉明距离。

10.如权利要求9所述的方法,其中,所述无线电通信系统是高速下行分组接入HSDPA系统(30,60),并且所述方法在无线电移动站(32)中或者在无线电基站(34)中实现。

11.如权利要求9所述的方法,其中,所述ARQ消息包括以下肯定应答ACK和/或否定应答NACK对中的一对:ACK/ACK、ACK/NACK、NACK/ACK和NACK/NACK,其中,每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符,并且

其中,2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,4,6}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有4个码字,并且所述4个码字中的每一个码字与所述4个码字中的其余码字之间的最小码距离是6。

12.如权利要求9所述的方法,其中,所述ARQ消息包括肯定应答ACK和/或否定应答NACK信号的4种不同组合之一加上前导码PRE或后导码POST,

其中,2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ ,从而每个码字中具有10个比特,所述非线性码集中具有6个码字,并且所述6个码字中的每一个码字与所述6个码字中的其余码字之间的最小码距离是6。

13.一种用于在多输入多输出MIMO无线电通信系统(20,30,60)中使用的差错防护设备,所述设备包括:

无线电接收器(22,32),其用于接收经由无线电接口发送的两个或多个MIMO数据流,每个MIMO数据流包含数据包,以及

解码器(42),其用于对接收到的MIMO数据流进行解码,并且产生与针对每个MIMO数据流接收到的一个或多个数据单元相关联的自动重发请求ARQ消息,所述设备的特征在于包括:

编码器(40),其用于利用非线性码集中的码字对所述ARQ消息进行编码,其中,非线性

码集中的任何一对不同码字隔开最小汉明距离。

14. 如权利要求13所述的设备,其中,所述ARQ消息包括以下肯定应答ACK和/或否定应答NACK对之一:ACK/ACK、ACK/NACK、NACK/ACK和NACK/NACK,其中,每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符,并且

其中,两个MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,4,6}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有4个码字,并且所述4个码字中的每一个码字与所述4个码字中的其余码字之间的最小码距离是6。

15. 如权利要求13所述的设备,其中,所述ARQ消息包括以下肯定应答ACK和/或否定应答NACK三元组之一:ACK/ACK/ACK、ACK/ACK/NACK、ACK/NACK/ACK、ACK/NACK/NACK、NACK/ACK/ACK、NACK/ACK/NACK/、NACK/NACK/ACK和NACK/NACK/NACK,其中,每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符,并且

其中,3-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,8,5}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有8个码字,并且所述8个码字中的每一个码字与所述8个码字中的其余码字之间的最小码距离是5。

16. 如权利要求13所述的设备,其中,所述ARQ消息包括4个ARQ信号的16种不同组合之一,所述4个ARQ信号具有肯定应答ACK信号和否定应答NACK信号中的一个或两个,其中,每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符,并且

其中,4-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,16,4}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有16个码字,并且所述16个码字中的每一个码字与所述16个码字中的其余码字之间的最小码距离是4。

17. 如权利要求13所述的设备,其中,其中,所述无线电通信系统是高速下行分组接入HSDPA系统(30,60),并且所述设备在无线电移动站(32)中或者在无线电基站(34)中实现。

18. 如权利要求13所述的设备,其中,所述ARQ消息包括肯定应答ACK和/或否定应答NACK信号的4种不同组合之一加上前导码PRE和后导码POST,

其中,包含ACK/NACK信号的一个或更多个发送时间间隔TTI之前有包含前导码PRE信号的TTI,而之后有包含后导码POST信号的TTI,并且

其中,2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有6个码字,并且所述6个码字中的每一个码字与所述6个码字中的其余码字之间的最小码距离是6。

19. 如权利要求13所述的设备,其中,所述ARQ消息包括肯定应答ACK和/或否定应答NACK信号的不同组合加上前导码PRE和后导码POST的8个不同组之一,

其中,包含ACK/NACK信号的一个或更多个发送时间间隔TTI之前有包含前导码PRE信号的TTI,而之后有包含后导码POST信号的TTI,并且

其中,3-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,10,5}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有10个码字,并且所述10个码字中的每一个码字与所述10个码字中的其余码字之间的最小码距离是5。

20. 如权利要求13所述的设备,其中,所述ARQ消息包括肯定应答ACK和/或否定应答NACK信号的4种不同组合之一加上前导码PRE和后导码POST,

其中,包含ACK/NACK信号的一个或更多个发送时间间隔TTI之前有包含前导码PRE信号

的TTI,而之后有包含后导码POST信号的TTI,并且

其中,2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{16,6,9}$ ,从而每个码字中具有16个比特,所述非线性码集中具有6个码字,并且所述6个码字中的每一个码字与所述6个码字中的其余码字之间的最小码距离是9。

21.一种用于在多输入多输出MIMO无线电通信系统(20,30,60)中使用的差错防护设备,所述设备包括:

发送器(44),其用于在发送时间间隔内发送经由无线电接口发送的两个或更多个MIMO数据流中的一个或更多个数据单元,以及

接收器(44),其用于在每个发送时间间隔内针对为每个MIMO数据流接收到的一个或更多个数据单元接收自动重发请求ARQ消息,所述设备的特征在于包括:

解码器(46),其用于利用非线性码集中的码字对ARQ消息进行解码,其中,非线性码集中的任何一对不同码字隔开最小汉明距离。

22.如权利要求21所述的设备,其中,所述无线电通信系统是高速下行分组接入HSDPA系统(30,60),并且所述设备在无线电移动站(32)中或者在无线电基站(34)中实现。

23.如权利要求21所述的设备,其中,所述ARQ消息包括下面的肯定应答ACK和/或否定应答NACK中的一对:ACK/ACK、ACK/NACK、NACK/ACK和NACK/NACK,其中,每个MIMO流有一对,并且

其中,两个MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,4,6}$ ,从而每个码字具有10个比特,所述非线性码集中具有4个码字,并且所述4个码字中的每一个码字与所述4个码字中的其余码字之间的最小码距离是6。

24.如权利要求21所述的设备,其中,所述ARQ消息包括肯定应答ACK和/或否定应答NACK信号的4种不同组合之一加上前导码PRE和后导码POST,

其中,包含ACK/NACK信号的一个或更多个发送时间间隔TTI之前有包含前导码PRE信号的TTI,而之后有包含后导码POST信号的TTI,并且

其中,2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ ,从而每个码字中具有10个比特,所述非线性码集中具有6个码字,并且所述6个码字中的每一个码字与所述6个码字中的其余码字之间的最小码距离是6。

## 多输入多输出无线电通信系统中的差错防护方法和设备

[0001] 分案说明

[0002] 本申请是申请日为2007年10月1日,申请号为200780036954.6,题为“MIMO ACK/NACK/PRE/POST信息的最佳差错防护”的中国专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0003] 本技术领域涉及数据通信,具体地讲,本技术领域涉及多输入多输出(MIMO)数据包通信的编码消息。

### 背景技术

[0004] 自动重传请求(ARQ)协议是用于数据通信的基本方案,其中,如果出现差错,即,接收到的数据包带有不能够纠正的差错,或者根本没有接收到数据包,则接收站请求重新发送该数据包。这里使用的术语“数据包”是一般意义的任何类型的数据单元。参照图1,通信系统10包括发送器12和接收器14。发送器12向接收器14发送一个或更多个数据包。接收器14向发送器12发送肯定应答(ACK)消息以指示它已经正确接收到数据包。或者,接收器14向发送器12发送否定应答(NACK)消息以指示它没有及时接收到数据包或者没有正确接收到数据包。

[0005] 图2示出了事件序列。发送器12向接收器14发送包A,接收器14检测到某种差错。因此,接收器返回NACK消息。发送器12重新发送包A,并且由于接收器这次正确接收到了包A,所以接收器14返回发送ACK消息。然后可以发送下一个包B。当然,还有更加复杂的ARQ方案,例如混合ARQ(HARQ),它们均基于这个基本的ARQ协议。在无线电通信中使用HARQ,使得能够通过将遭到破坏的包存储在接收装置中而非进行抛弃,而更快地实现差错的恢复。即使重新发送的包具有差错,仍能够基于这些坏包的组合推导出好包。例如,HARQ用于高速下行分组接入(HSDPA)中,其中,该HSDPA是由蜂窝载体提供以在无线接口上提供更快比特率的3G高速数字数据业务。HSDPA是宽带码分多址(WCDMA)技术的主要增强部分,它加入附加信道并且选择性地应用不同调制和编码技术。

[0006] 图3示出了HSDPA通信系统15的简化示例,其中,用户设备(UE)17(有时候称作无线电移动终端或者站)从基站19(有时候称作Node B)无线接收数据包。这些包利用高速下行共享信道(HS-DSCH)进行下行发送。基站利用高速共享控制信道(HS-SCCH)来发送对应的物理层控制信息(例如,UE身份和扩展码分配以及在重新发送的情况下同样支持软组合的解码信息)。在图中,HS-SCCH用于通知作为接收方的UE 17不久要发送数据包。在上行方向上,UE 17利用高速专用物理控制信道(HS-DPCCH)向基站19传送ACK和NACK消息、前导码(PRE)和后导码(POST)消息以及关于下行信道的质量的反馈信息。

[0007] 当在发送时间间隔(TTI)内提供的子帧的帧即一个子帧是一个TTI(例如,HSDPA的2ms)时,在HSDPA信道上进行通信。HS-DSCH上的一个子帧可以用于传送数据包或者其它单元。为了有利于UE对指向该UE的HS-DSCH上的子帧中的数据包进行高效解码,UE首先接收HS-SCCH上的指示(该包针对该UE)以及用于对分配的码信道进行解调所需的信息。如果UE

17基于HS-SCCH上的提前指示符确定下一个包是针对UE 17的,则它经由HS-DPCCH将PRE消息发回给基站19,以确认它准备好接收并且解码该数据包。在发送了该数据包(这可能会花费多个TTI)以后,并且UE检测到它已经接收到包的末端时,UE 17通过经由HS-DPCCH将POST消息发回给基站19来确认该事实。

[0008] 图4示出了在HS-SCCH、HS-DSCH和HS-DPCCH上发送的消息与包之间的定时关系的示例。当UE检测到HS-SCCH上的子帧N中的针对它的控制信息时,UE在HS-DPCCH上的子帧N-1中发送前导码(PRE)。在对HS-DSCH包进行解码并在HS-DPCCH上的子帧N中发送混合ARQ ACK/NACK以后,UE在HS-DPCCH上的子帧N+1中发送后导码(POST)(除非在HS-DSCH上的子帧N+1中检测到包,在这种情况下,发送ACK/NACK,或者在子帧N+2中检测到HS-SCCH控制信息,在这种情况下,发送PRE)。因此,包含ACK/NACK信号的一系列TTI之前通常有包含PRE信号的TTI。包含ACK/NACK信号的一系列TTI之后还可以有包含POST信号的TTI。

[0009] 为了改进ACK/NACK/PRE/POST检测性能,图5所示的ACK/NACK信令信道(例如,HS-DPCCH)可以采用格状结构。针对数据会话,关注UE在间断发送(DTX)状态下开始,其中,没有经由HS-DPCCH发送任何内容。只要HS-SCCH指向其它UE,则关注的UE停留在DTX状态。如果HS-SCCH指向关注UE,则UE从DTX状态进入PRE状态,在该PRE状态中,经由HS-DPCCH发送PRE消息。当在子帧N-1中处于PRE状态时,UE在子帧N中解调并且解码HS-DSCH包,并且根据是否正确接收到HS-DSCH,在子帧N中经由HS-DPCCH发送ACK或NACK消息。在经由HS-DPCCH发送ACK或NACK以后,UE从PRE状态转变到ACK/NACK状态,在该ACK/NACK状态中,它能够继续在子帧N+1中接收HS-DSCH上的数据。在这种情况下,UE在HS-DPCCH上发送ACK或NACK并且保持ACK/NACK状态。或者,如果在子帧N+1上没有任何HS-DSCH上的数据,或者在子帧N+2中的HS-SCCH上的信息针对另一个UE,则UE在子帧N+1期间在HS-DPCCH上发送POST消息,并且转变回DTX状态。如果在子帧N+1中没有针对UE的HS-DSCH上的数据,而是在子帧N+2中HS-SCCH针对该UE,则该UE在子帧N+1期间在HS-DPCCH上发送PRE消息,并且转变回PRE状态。

[0010] ACK和NACK消息是需要可靠和正确接收的重要消息。信道编码是提供增大消息可靠性的一个方法。当前在HSDPA的版本5中,利用10个比特的重复编码来发送HARQ ACK和NACK消息。换言之,针对ACK消息,二进制“1”被重复十次;针对NACK消息,二进制“0”被重复十次。用于编码消息的重复比特越多,接收器能够准确对接收到的信息进行解码并且提取实际发送的消息的可靠性越高。重复码是线性码,其中,码字w能够表示为 $w = xG$ ,其中,G是所谓的线性码的生成矩阵,并且x是信息比特(1或者0)。上述重复码的生成矩阵是 $G = [1111111111]$ 。

[0011] 如下表所示,定义了针对要进行发送的ACK/NACK消息采用的这种10比特重复编码方案,其中,输出表示为 $w_0, w_1, \dots, w_9$ 。PRE和POST消息利用两个其它码字进行发送,这同样在表1中进行了示出。

[0012] 表1

[0013]

| HARQ-ACK<br>消息 | w <sub>0</sub> | w <sub>1</sub> | w <sub>2</sub> | w <sub>3</sub> | w <sub>4</sub> | w <sub>5</sub> | w <sub>6</sub> | w <sub>7</sub> | w <sub>8</sub> | w <sub>9</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ACK            | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              |
| NACK           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| PRE            | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 1              | 0              |
| POST           | 0              | 1              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              |

[0014] 将多输入/多输出(MIMO)引入到无线通信中,以改进发送速率和整体性能。MIMO是指利用多个发送天线和/或多个接收器天线。当利用两个发送天线和两个或更多个接收天线时,能够发送两个并行数据流,这将数据速率加倍。多个接收器单独地实现无线装置之间的更大距离。

[0015] 图6示出了采用双流MIMO的通信系统20的示例。基站24向UE 22发送两个数据流1和2。在第一次发送中,这个示例中的第一数据流包括数据包A,第二数据流包括数据包B。HS-SCCH信令向UE 22通知由基站24经由HS-DSCH针对该UE 22发送两个数据流。UE 22针对两个流中的每一个利用HS-DPCCH发送ACK/NACK消息。

[0016] MIMO增大了ACK/NACK信令的电平。如图7所示,在双重或双流发送中(对每个流进行单独编码),针对ACK/NACK消息组或者组合存在四个可能值。继续讨论图6的示例,尽管从基站接收到包A和包B的第一和第二数据流发送,但是仅成功接收到包B。因此,针对包A(来自第一流)返回了NACK消息,而针对包B(来自第二流)返回了ACK消息。在接下来的TTI中,基站发送包A和包C,但是仅仅成功接收到包A。因此,针对包A(第一流)返回了ACK消息,而针对包C(第二流)返回了NACK消息。在接下来的TTI中,基站发送包D(第一流)和包C(第二流),这两个包被成功接收到,从而UE发送两个ACK消息。第四ACK/NACK组或组合(未示出)是两个发送的包都没有被成功接收到,由此导致UE发送两个NACK消息。

[0017] 为了在当前HSDPA中在10比特ACK/NACK差错防护编码方案中实现双流MIMO方案,通过简单地重复ACK/NACK比特5次而非10次,可以使用这10个比特来针对每个流携带一个ACK/NACK消息,其中,5个“1”用于ACK,5个“0”用于NACK。这样,两个ACK/NACK能够嵌入到用于当前HS-DPCCH中的10个比特。通过这种方案,下面的码字被映射到不同的ACK/NACK组合。

[0018] ACK(第一流)和ACK(第二流):1111111111

[0019] ACK(第一流)和NACK(第二流):1111100000

[0020] NACK(第一流)和ACK(第二流):0000011111

[0021] NACK(第一流)和NACK(第二流):0000000000

[0022] 这是一个线性码,由此,能够通过模二运算 $w = xG$ 生成该码字,其中,在这个情况下的生成矩阵是:

$$[0023] \quad G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

[0024] 并且信息矢量是

[0025]  $x = [b(1) \ b(2)]$ ,其中,b(1)是第一流的ACK/NACK比特,b(2)是第二流的ACK/NACK



比特。这种方案的问题在于：与10比特重复编码的情况相比较而言，ACK/NACK消息的差错防护较差。其结果是要么出现更高差错率，要么出现更高发送功率以保持相同差错率。这都不是有吸引力的方案。所需要的是一种不同的编码方案，它提供所需的差错防护，并且使针对多个MIMO流的编码比特数最优，例如为2、3、4等。

### 发明内容

[0026] 公开了一种用于在多输入多输出(MIMO)无线电通信系统中使用的差错防护方法和设备。一个示例无线电通信系统是高速下行分组接入(HSDPA)系统，其中，该设备或方法可以在无线电移动站或者在无线电基站中实现。在一个示例实施例中，无线电接收器接收经由无线电接口发送的两个或者更多个MIMO数据流。解码器对接收到的MIMO数据流进行解码，并且在每个发送时间间隔内针对为每个MIMO数据流接收到的一个或更多个数据单元产生自动重发请求(ARQ)消息。编码器利用非线性码集中的码字来对ARQ消息进行编码。

[0027] 在用于在多输入多输出(MIMO)无线电通信系统中使用的另一个示例实施方式中，发送器在发送时间间隔内发送被发送的两个或更多个MIMO数据流的一个或更多个数据单元。接收器在每个发送时间间隔内接收与针对每个MIMO数据流接收到的一个或更多个数据单元相关联的ARQ消息。解码器利用非线性码集中的码字来对ARQ消息进行解码。

[0028] 该ARQ消息包括肯定应答(ACK)和否定应答(NACK)信号中的一个或全部两个。在第一示例实施中，该ARQ消息包括以下肯定应答(ACK)和/或否定应答(NACK)对中的一对：ACK/ACK、ACK/NACK、NACK/ACK和NACK/NACK，其中，每个MIMO流具有一个ACK或者NACK指示符。2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,4,6}$ ，从而每个码字具有10个比特，非线性码集中具有4个码字，并且这4个码字中的每个码字与这4个码字的其余码字之间的最小码距离是6。

[0029] 在第二示例实施中，该ARQ消息包括以下肯定应答(ACK)和/或否定应答(NACK)三元组中的一个：ACK/ACK/ACK、ACK/ACK/NACK、ACK/NACK/ACK、ACK/NACK/NACK、NACK/ACK/ACK、NACK/ACK/NACK、NACK/NACK/ACK和NACK/NACK/NACK，其中，每个MIMO流具有一个ACK或NACK指示符。3-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,8,5}$ ，从而每个码字具有10个比特，非线性码集中具有8个码字，并且这8个码字中的每个码字与这8个码字中的其余码字之间的最小码距离是5。

[0030] 在第三示例实施中，该ARQ消息包括具有肯定应答(ACK)信号和否定应答(NACK)信号中的一个或全部两个的4个ARQ信号的16种不同组合中的一个组合，其中，每个MIMO流具有一个ACK或NACK指示符。4-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,16,4}$ ，从而每个码字具有10个比特，非线性码集中具有16个码字，并且这16个码字中的每个码字与这16个码字中的其余码字之间的最小码距离是4。

[0031] 在第四示例实施中，在TTI中发送的ARQ消息包括肯定应答(ACK)和/或否定应答(NACK)信号的4种不同组合之一加上前导码(PRE)和后导码(POST)。包含ACK/NACK信号的一个或通常一系列TTI之前有包含前导码(PRE)信号的TTI。包含ACK/NACK信号的一个或一系列TTI之后可以有包含后导码(POST)信号的TTI。因此，在任何TTI中，可以发送这六个信号之一。2-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ ，从而每个码字具有10个比特，非线性码集中具有6个码字，并且这6个码字中的每个码字与这6个码字中的其余码字之

间的最小码距离是6。

[0032] 在第五示例实施中,该ARQ消息包括肯定应答(ACK)和/或否定应答(NACK)信号的不同组合加上前导码(PRE)和后导码(POST)的8个不同组之一。包含ACK/NACK信号的一个或通常一系列TTI之前有包含前导码(PRE)信号的TTI。包含ACK/NACK信号的一个或一系列TTI之后还可以有包含后导码(POST)信号的TTI,因此,在任何TTI中,可以发送这六个信号之一。3-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{10,10,5}$ ,从而每个码字具有10个比特,非线性码集中具有10个码字,并且这10个码字中的每个码字与这10个码字中的其余码字之间的最小码距离是5。

[0033] 在第六示例实施中,该ARQ消息包括肯定应答(ACK)和/或否定应答(NACK)信号的4种不同组合之一加上前导码(PRE)和后导码(POST)。包含ACK/NACK信号的一个或通常一系列TTI之前有包含前导码(PRE)信号的TTI。包含ACK/NACK信号的一个或一系列TTI之后可以有包含后导码(POST)信号的TTI。因此,在任何TTI中,可以发送这六个信号之一。4-MIMO流系统的非线性码集具有非线性码集属性 $C_{16,6,9}$ ,从而每个码字具有16个比特,非线性码集中具有6个码字,并且这6个码字中的每个码字与这6个码字中的其余码字之间的最小码距离是9。

#### 附图说明

[0034] 图1是采用ARQ协议的示例数据通信系统;

[0035] 图2示出了基本ARQ方案;

[0036] 图3是简化示例HSDPA无线电通信系统;

[0037] 图4是示出图3的系统中的基站与用户设备之间经由HS-SCCH、HS-DSCH和HS-DPCCH的通信的示例定时的图;

[0038] 图5是示例HSDPA无线电通信系统中的扩展ACK/NACK信令的状态图;

[0039] 图6是示例无线电通信系统中的双流MIMO通信;

[0040] 图7示出了图5的双流MIMO通信示例中的基本ARQ方案;

[0041] 图8示出了汉明距离是5的第一编码情况;

[0042] 图9示出了汉明距离是3的第二编码情况;

[0043] 图10是在示例HSDPA无线电通信系统中利用10,6,6非线性码集对ACK/NACK/PRE/POST消息进行差错防护的非限制示例双流MIMO无线电通信的简化功能框图;以及

[0044] 图11是在示例HSDPA无线电通信系统中利用10,4,6非线性码集对ACK/NACK消息进行差错防护的非限制示例双流MIMO无线电通信的简化功能框图。

#### 具体实施方式

[0045] 在下面的描述中,针对解释和非限制的目的,阐述了诸如特定节点、功能实体、技术、协议、标准等的特定细节,以便理解所述技术。另外,为了避免非必要细节掩盖该描述,省去了对公知方法、装置、技术等详细描述。在图中示出了各个单独功能块。本领域技术人员应当明白,可以利用单独硬件电路,与合适编程的微处理器或通用计算机结合使用软件程序和数据,利用专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑阵列,和/或利用一个或更多数字信号处理器(DSP),来实现这些块的功能。本领域技术人员应当明白,可以实现偏离下面公开

的具体细节的其它实施方式。

[0046] 目的在于针对背景技术中描述的MIMO情况中的ACK/NACK信令采取最佳编码方案。通常,定义码集或码本的属性的三个特征包括码集中的每个码字的长度(即,每个码字中的总比特数)、码集中的有效码字的总数、以及码集中的两个有效不同码字之间的最小汉明距离。当两个字进行比较时,汉明距离是对应码元不同的码元位置数。例如,由于两个比特位置处的比特值不同,所以码字1011101与1001001之间的汉明距离是2。

[0047] 图8示出了汉明距离是5的第一码字集,这意味着码本中的每个码字与码本中的所有其它码字相差5个码元或比特值。原始发送的码字A相对于码集中的另一个码字B的汉明距离是5。然而,当接收到发送的码字A时,检测发现与当发送码字A时相比较两个比特的值是不同的。幸运的是,由于该码集的汉明距离是5,所以接收到的码字与码字A的汉明距离为2,而与码字B的汉明距离为3。接收器选择具有最小汉明距离的码字,它在这种情况下是正确的码字A。

[0048] 但是,随着码集的汉明距离下降,结果变得更加不利。例如,图9示出了汉明距离是3的第二码集。当接收到发送的码字A时,再次检测发现与当发送码字A时相比较两个比特的值是不同的。由于码集的汉明距离仅仅是3,所以接收到的码字与码字A的汉明距离为2。但是,接收到的码字与错误码字B的汉明距离更短,为1。由于码字B具有最短的汉明距离,所以接收器选择码字B,其中,该码字B在这种情况下是不正确的码字。由此,期望具有更长汉明距离的码本。

[0049] 发明人发现了用于编码ARQ消息的最佳码集。一个非限制示例ARQ消息可以包括ACK和/或NACK信号、每个MIMO流的一个ACK或NACK指示符,还有可能包括用于诸如2流、3流和4流MIMO的各种MIMO方案中的前导码(PRE)和后导码(POST)。一个或者通常一系列包含ACK/NACK信号的TTI之前可以有包含前导码(PRE)信号的TTI。一个或者一系列包含ACK/NACK信号的TTI之后可以有包含后导码(POST)信号的TTI。因此,在任何TTI中,可以发送这6个信号之一。

[0050] 优选的非限制示例实施方式利用最佳非线性码集,其中,该码集中的所有码字之间的最小汉明距离达到Plotkin边界,这是能够达到的最长的最小汉明距离。针对具有PRE、POST以及四个不同的可能ACK/NACK组合的2流MIMO情况,利用6个码字。两个MIMO流的ACK/NACK信号的四个不同可能组合包括:1)ACK/ACK,2)ACK/NACK,3)NACK/ACK,和4)NACK/NACK。在根据图5的状态图从ACK/NACK状态转变回ACK/NACK状态的过程中,发送这些ACK/NACK对中的一对。每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或者NACK指示符。在从DTX状态转变到PRE的转换的过程中以及另外在从ACK/NACK状态转变到PRE状态的过程中,发送PRE。在从ACK/NACK状态转变到DTX状态的过程中,发送POST。码本中的6个码字中的每个码字的长度是10个比特,并且任何一对不同码字之间的最小汉明距离是6。由此,码集具有 $C_{10,6,6}$ 的码集属性。

[0051] 通常,利用码集属性记号 $C_{i,j,k}$ ,其中,第一下标 $i$ 表示码的长度(编码比特数),第二下标 $j$ 表示码字的数目,第三下标 $k$ 表示该码集中的任何一对不同码字之间的最小汉明距离。由于关系 $w = xG$ 不能够用于生成具有发现的码集属性 $C_{10,6,6}$ 的码集内的码字,所以该码集属性 $C_{10,6,6}$ 是非线性的(有时候,非线性码集属性简称为非线性码集,是指这些码的集合具有特定码集属性 $C_{i,j,k}$ )。此外,由于具有与ACK/NACK操作相关联的四个码字的 $C_{10,6,6}$ 的子

集不能够由 $w = xG$ 生成,所以 $C_{10,6,6}$ 的子集同样具有非线性码属性。

[0052] 针对3流MIMO情况,发明人确定基于三个MIMO流的ACK/NACK信号的8个不同可能组合应当使用10个码字,这8个不同可能组合包括:1)ACK/ACK/ACK,2)ACK/ACK/NACK,3)ACK/NACK/ACK,4)ACK/NACK/NACK,5)NACK/ACK/ACK,6)NACK/ACK/NACK,7)NACK/NACK/ACK,8)NACK/NACK/NACK。在根据图5的状态图从ACK/NACK状态转变回ACK/NACK状态的过程中,发送这些消息之一。每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符。在从DTX状态转变到PRE状态的过程中以及另外在从ACK/NACK状态转变到PRE状态的过程中,发送PRE。在从ACK/NACK状态转变到DTX状态的过程中,发送POST。因此,总共能够在HS-DPCCH中发送10个消息。在这种情况下的最佳非线性码集具有10个码字,这10个码字中的每个码字的长度是10,并且任何一对不同码字之间的最小汉明距离是5。于是,最佳非线性码集具有 $C_{10,10,5}$ 的非线性码集属性。

[0053] 针对4流MIMO情况,发明人基于四个MIMO流的ACK/NACK信号或指示符的16个不同可能组合以及PRE和POST,确定应当使用18个码字。每个MIMO流每个发送时间间隔发送一个ACK或NACK指示符。因此,码本中有18个码字,这18个码字中的每个码字的长度是10个比特,并且任何一对不同码字之间的最小汉明距离是4。最佳码集具有 $C_{18,10,4}$ 的非线性码集属性。

[0054] 针对2流MIMO情况,诸如图6所示的示例,描述了示出可以如何构成具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ 的最佳码集的示例。然而,最佳码集不限于这种特定结构。作为代替,可以使用具有码集属性 $C_{10,6,6}$ 的任何码集。例如,尽管可以使用掩码(mask)来对码字自身的值进行变换,但是掩码码集仍将具有码集属性 $C_{10,6,6}$ 。另外,编码比特的任何排列保持最小汉明距离,由此生成具有相同码集属性的另一个码集。

[0055] 已知从12维Hadamard矩阵 $A_{12}$ 开始能够推导出码字长度小于或等于12的最佳码,该Hadamard矩阵 $A_{12}$ 如下:

[0056] 111111111111

[0057] 101011100010

[0058] 100101110001

[0059] 110010111000

[0060] 101001011100

[0061] 100100101110

[0062] 100010010111

[0063] 110001001011

[0064] 111000100101

[0065] 111100010010

[0066] 101110001001

[0067] 110111000100

[0068] Hadamard矩阵是方阵,它的元素或者是1或者是0,并且它的行彼此正交,这意味着该Hadamard矩阵中的每两个不同行表示叉积是零的两个正交矢量。接下来,通过删除 $A_{12}$ Hadamard矩阵的第一列获得码长度11以及最小距离6,从而生成下面的码集 $C_{11,12,6}$ :

[0069]  $CW_0 = [11111111111]$

[0070]  $CW_1 = [01011100010]$

[0071] CW2=[00101110001]

[0072] CW3=[10010111000]

[0073] CW4=[01001011100]

[0074] CW5=[00100101110]

[0075] CW6=[00010010111]

[0076] CW7=[10001001011]

[0077] CW8=[11000100101]

[0078] CW9=[11100010010]

[0079] CW10=[01110001001]

[0080] CW11=[10111000100]

[0081] 能够任意选择码集 $C_{11,12,6}$ 的列从而将码字分类成两个子集：一个子集在特定选择的列处为1，而另一个子集在相同选择的列处为0。这两个子集各包含6个码字。在截掉(puncturing)选择的分类列以后，能够选择这些子集中的任意一个以形成长度为10且最小距离为6的最佳码。

[0082] 例如，能够选择 $C_{11,12,6}$ 码集的第一列进行这种分类。能够从第一列为1的子集中获得最佳码集 $C_{10,6,6}$ 。通过去除第一列为1的这些 $C_{11,12,6}$ 码(CW0、CW3、CW7、CW8、CW09和CW11)中的第一列，生成下面的6个码字：

[0083] CW0=[1111111111]

[0084] CW1=[0010111000]

[0085] CW2=[0001001011]

[0086] CW3=[1000100101]

[0087] CW4=[1100010010]

[0088] CW5=[0111000100]

[0089] 如表2所示，这6个码字能够用于表示6个可能的HS-DPCCH消息。注意：包含ACK/NACK的子码是非线性码。

[0090] 表2

[0091]

| HARQ-ACK 消息   |               | W <sub>0</sub> | W <sub>1</sub> | W <sub>2</sub> | W <sub>3</sub> | W <sub>4</sub> | W <sub>5</sub> | W <sub>6</sub> | W <sub>7</sub> | W <sub>8</sub> | W <sub>9</sub> |
|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 对 第 一 块 的 应 答 | 对 第 二 块 的 应 答 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| ACK           | ACK           | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              |
| ACK           | NACK          | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              |
| NACK          | ACK           | 0              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 1              |
| NACK          | NACK          | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              |
| PRE/POST 指示   |               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| PRE           |               | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 1              | 0              |
| POST          |               | 0              | 1              | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              |

[0092] 任何信号之间的最小距离或汉明距离是6。Hadamard变换是一种广义傅里叶变换，它是能够在接收器中用来以具有码集属性 $C_{10,6,6}$ 的这个码集中对码字进行解码的变换的非限制示例。

[0093] 如上所述，在不改变基本的码集属性 $C_{10,6,6}$ 的情况下，可以对码集进行掩码、排列或者其它变换。例如，在表3中阐述了由于掩码和排列而与表2所示的码集不同并且同样具有经由HS-DPCCH发送的6个不同码字的相同非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ 的码集。

[0094] 表3

[0095]

| HARQ-ACK 消息 |         | W <sub>0</sub> | W <sub>1</sub> | W <sub>2</sub> | W <sub>3</sub> | W <sub>4</sub> | W <sub>5</sub> | W <sub>6</sub> | W <sub>7</sub> | W <sub>8</sub> | W <sub>9</sub> |
|-------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 对 第 一 块     | 对 第 二 块 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |

[0096]

|             |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 的应<br>答     | 的应<br>答 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ACK         | ACK     | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| ACK         | NACK    | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| NACK        | ACK     | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| NACK        | NACK    | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| PRE/POST 指示 |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| PRE         |         | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| POST        |         | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

[0097] 如果在未来的系统规范进化过程中系统资源配置发生改变,则可能需要不同长度的码字。这里描述的技术可以延伸到构建不同长度的码字。例如,下面示出了长度为16且最小距离为9的最佳非线性码集 $C_{16,6,9}$ 的构建。从上面给出的最佳码集 $C_{10,6,6}$ 开始,对到该码集添加另外6列。4个额外列可以是 $C_{10,6,6}$ 的第一、第四、第八和第九列的重复。另外两列包括四个连续1和两个连续0。最佳 $C_{16,6,9}$ 码集中的码字的这个示例的结果如下:

[0098] CW0=[1111111111111110]

[0099] CW1=[0010111000000010]

[0100] CW2=[0001001011010111]

[0101] CW3=[1000100101101011]

[0102] CW4=[1100010010100101]

[0103] CW5=[0111000100011001]

[0104] 针对3流MIMO,需要 $2^3+2=10$ 个码字。再次,从12维Hadamard矩阵 $A_{12}$ 开始:

[0105] 111111111111

[0106] 101011100010

[0107] 100101110001

[0108] 110010111000

[0109] 101001011100

[0110] 100100101110

[0111] 100010010111

[0112] 110001001011

[0113] 111000100101

[0114] 111100010010

[0115] 101110001001

[0116] 110111000100

[0117] 接下来,通过删除第一列获得下面的长度为11并且最小距离为6的最佳非线性码集 $C_{11,12,6}$ :

[0118] CW0=[1111111111]  
 [0119] CW1=[01011100010]  
 [0120] CW2=[00101110001]  
 [0121] CW3=[10010111000]  
 [0122] CW4=[01001011100]  
 [0123] CW5=[00100101110]  
 [0124] CW6=[00010010111]  
 [0125] CW7=[10001001011]  
 [0126] CW8=[11000100101]  
 [0127] CW9=[11100010010]  
 [0128] CW10=[01110001001]  
 [0129] CW11=[10111000100]

[0130] 能够再次截掉码集 $C_{11,12,6}$ 以给出长度为10且最小距离为6的最佳码。这能够通过从以上列表删除任何列来实现。例如,从 $C_{11,12,6}$ 截掉第一比特给出下面的码集 $C_{10,12,5}$ :

[0131] CW0=[1111111111]  
 [0132] CW1=[1011100010]  
 [0133] CW2=[0101110001]  
 [0134] CW3=[0010111000]  
 [0135] CW4=[1001011100]  
 [0136] CW5=[0100101110]  
 [0137] CW6=[0010010111]  
 [0138] CW7=[0001001011]  
 [0139] CW8=[1000100101]  
 [0140] CW9=[1100010010]  
 [0141] CW10=[1110001001]  
 [0142] CW11=[0111000100]

[0143] 为了对3流MIMO所需的10个信号进行编码,能够任意从这12个码字中选择10个码字。任何HS-DPCCH消息之间的最小距离或汉明距离至少是5。包含ACK/NACK指示符的8个组合的子码是非线性码。再次,能够在接收器中采用Hadamard变换来解码这个码。如上所述,可以利用不同的码字来实现非线性码集属性 $C_{10,12,5}$ ,只要它们具有非线性码集属性 $C_{10,12,5}$ 即可。

[0144] 针对4流MIMO,需要 $2^4+2=18$ 个码字。包含长度为9的码字且最小距离为4的最佳码集包含20个码字。在一个非限制示例中可以根据10维参考矩阵(conference matrix)构成这个码集。参考矩阵(也称作C矩阵)是方阵C,其中,对角线上是0,而非对角线上是1和0,由此 $C^T C$ 是单位矩阵I的倍数。下面给出了这些码字:

[0145]  $C_{9,20,4}$   
 [0146] CW0=[000000000]  
 [0147] CW1=[111001010]  
 [0148] CW2=[111100001]



[0149] CW3=[111010100]  
 [0150] CW4=[010111001]  
 [0151] CW5=[001111100]  
 [0152] CW6=[100111010]  
 [0153] CW7=[001010111]  
 [0154] CW8=[100001111]  
 [0155] CW9=[010100111]  
 [0156] CW10=[100110101]  
 [0157] CW11=[010011110]  
 [0158] CW12=[001101011]  
 [0159] CW13=[101100110]  
 [0160] CW14=[110010011]  
 [0161] CW15=[011001101]  
 [0162] CW16=[110101100]  
 [0163] CW17=[011110010]  
 [0164] CW18=[101011001]  
 [0165] CW19=[111111111]

[0166] 能够如下构建18个HS-DPCCH消息的示例非线性码集。首先,将“1”附加到码字CW0和CW19。接着,任意丢弃码字CW1、CW2、……、CW18中的两个码字,并且对剩余的16个码字附上“0”。例如,如果丢弃了 $C_{9,20,4}$ 中的码字CW17和CW18,则如下给出了该4流MIMO情况下的18个HS-DPCCH消息的最佳非线性码集:

[0167]  $C_{10,18,4}$   
 [0168] CW0=[0000000001]  
 [0169] CW1=[1110010100]  
 [0170] CW2=[1111000010]  
 [0171] CW3=[1110101000]  
 [0172] CW4=[0101110010]  
 [0173] CW5=[0011111000]  
 [0174] CW6=[1001110100]  
 [0175] CW7=[0010101110]  
 [0176] CW8=[1000011110]  
 [0177] CW9=[0101001110]  
 [0178] CW10=[1001101010]  
 [0179] CW11=[0100111100]  
 [0180] CW12=[0011010110]  
 [0181] CW13=[1011001100]  
 [0182] CW14=[1100100110]  
 [0183] CW15=[0110011010]  
 [0184] CW16=[1101011000]

[0185] CW19=[1111111111]

[0186] 即使这个码的最小距离是4,码字CW0与该集中的任何其它码字之间的距离也至少是6,并且码字CW19与该集中的任何其它码字之间的距离也至少是5。可能有用的是,分配CW0表示POST信号,而分配CW19表示PRE信号。该非线性码集中的其它16个码字能够用于表示四个独立流的ACK/NACK的不同组合。在任何情况下,基于上述内容选择16个码字来传送ACK/NACK会生成非线性的子码。

[0187] 图10是在示例HSDPA无线电通信系统30中使用10,6,6非线性码集对ACK/NACK/PRE/POST信号进行差错防护的非限制示例2流MIMO无线电通信的简化功能框图。UE 32包括无线电收发电路36,该无线电收发电路36耦合到ACK/NACK/PRE/POST编码器40和HS-DSCH/HS-SCCH解码器和差错检测器/纠正器42。编码器40耦合到码字存储器38,在这个示例中,该码字存储器38存储具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ 的码本39。基站34包括无线电收发电路44,该无线电收发电路44耦合到ACK/NACK/PRE/POST解码器46。解码器46耦合到码字存储器48,在这个示例中,码字存储器48还存储具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ 的码本49。解码器耦合到处理电路50。

[0188] 基站34经由HS-DSCH向UE 32发送两个数据流1和2。如上结合图4所示,它还向UE 32发送由两个数据流共享的对应数据发送指示消息以通知UE不久就发送包。UE中的无线电收发电路36将接收的数据指示符和与这两个流对应的包提供给HS-DSCH/HS-SCCH解码器和差错检测器/纠正器42,并且在由它进行解码以后,产生了合适的ACK/NACK/PRE/POST信号。ACK/NACK/PRE/POST编码器40利用从存储在码字存储器38中的10,6,6码字39获得的码字对这些ACK/NACK/PRE/POST信号进行编码。然后将每个10比特码字提供给无线电收发电路36,以经由HS-DPCCH发回到基站34。

[0189] 基站34在它的无线电收发电路44中接收ACK/NACK/PRE/POST码字,该无线电收发电路44将解调后的码字提供给ACK/NACK/PRE/POST解码器46。解码器46利用码本49对码字进行解码,该码本49与码本39相似,具有非线性码集属性 $C_{10,6,6}$ 。解码后的ACK/NACK/PRE/POST信号被提供给处理电路50以确定是否重新发送包。

[0190] 发明人发现一种最佳非线性码集,其中,在诸如2流、3流和4流MIMO的各种MIMO方案中,这种最佳非线性码集用于对诸如ACK/NACK比特的2个、3个或4个信息比特进行编码。2流情况的最佳非线性码集是 $C_{10,4,6}$ ,其中,能够利用和上述的2流情况的6个信号(4个ACK或NACK指示符、PRE和POST)中相同的过程然后选择6个可能的码字中的4个,来构建该 $C_{10,4,6}$ 。基本上, $C_{10,4,6}$ 码是 $C_{10,6,6}$ 的子码。通过从码集A选择码字的子集来形成码集A的子码。在3流情况下发送3个ACK/NACK比特的最佳非线性码集是 $C_{10,8,5}$ ,其中,能够利用上述的码集 $C_{10,10,5}$ 的子码来构建该 $C_{10,8,5}$ 。在4流情况下发送4个ACK/NACK比特的最佳非线性码集是 $C_{10,16,4}$ ,其中,能够利用上述的码集 $C_{10,18,4}$ 的子码来构建该 $C_{10,16,4}$ 。所有这些子码是非线性码。

[0191] 图11是在示例HSDPA无线电通信系统60中利用10,4,6非线性码集对ARQ消息进行差错防护的非限制示例双流MIMO无线电通信的简化功能框图。图11与图10的不同点在于:仅对与两个ACK/NACK比特对应的四个消息进行编码/解码,并且在码字存储器中使用最佳非线性码集 $C_{10,4,6}$ 来执行该编码和解码。通常,可以利用 $2^k$ 个码字的非线性码对K个ACK/NACK比特进行编码/解码。

[0192] 上述技术解决了在背景技术中描述的技术问题。针对不同数目消息的上述最佳非线性码集,例如具有或不具有PRE和POST信号的多个流MIMO的ACK/NACK比特的组合,相比于简单重复码和具有较短汉明距离的码而言,提供了更加显著的性能。

[0193] 尽管详细示出和描述了各种实施方式,但是权利要求不限于任何特定实施方式或实施例。例如,尽管主要就2流、3流和4流MIMO并针对具有或不具有PRE和POST信号的ACK/NACK的组合进行了描述,但是可以针对任何大量的MIMO流以及不同类型的消息来构建其它最佳非线性码集。

[0194] 以上描述内容不应当理解为是暗示任何特定部件、步骤、范围或功能是必要的从而它必须被包括在权利要求范围内。本发明的主题的范围仅仅由权利要求限定。法律保护的程度由在许可的权利要求及其等同物中陈述的单词限定。本领域普通技术人员知道的上述优选实施方的部件的等效结构和功能通过引用明确并入于此,并且旨在由本权利要求进行包围。此外,装置或方法不需要解决要由本发明解决的每个问题,该装置或方法由权利要求包围。任何权利要求都不涉及35USC§112的第6款,除非使用了词语“用于……的装置”或“用于……的步骤”。另外,这个说明书中的任何实施方式、特征、部件或步骤均没有旨在献给公众,而不管在权利要求中是否引用了该实施方式、特征、部件或步骤。

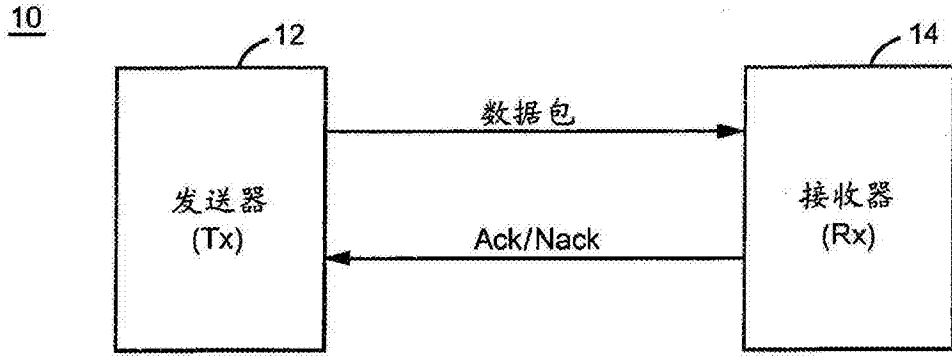


图1

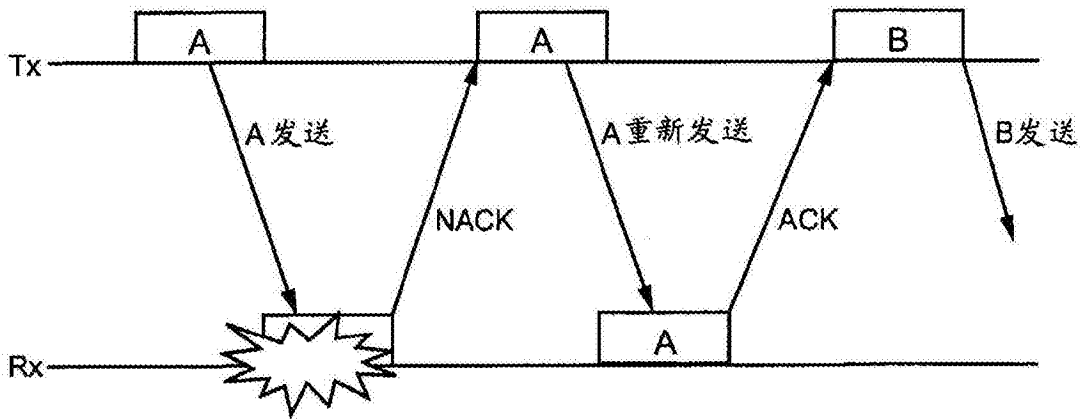


图2

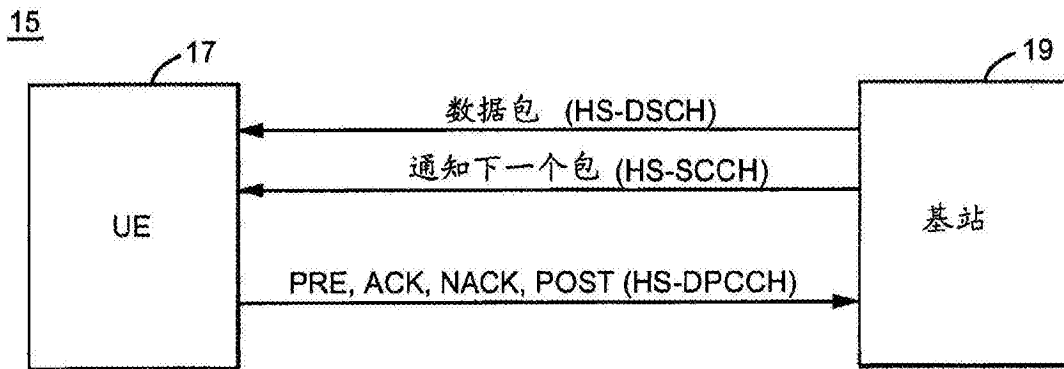


图3

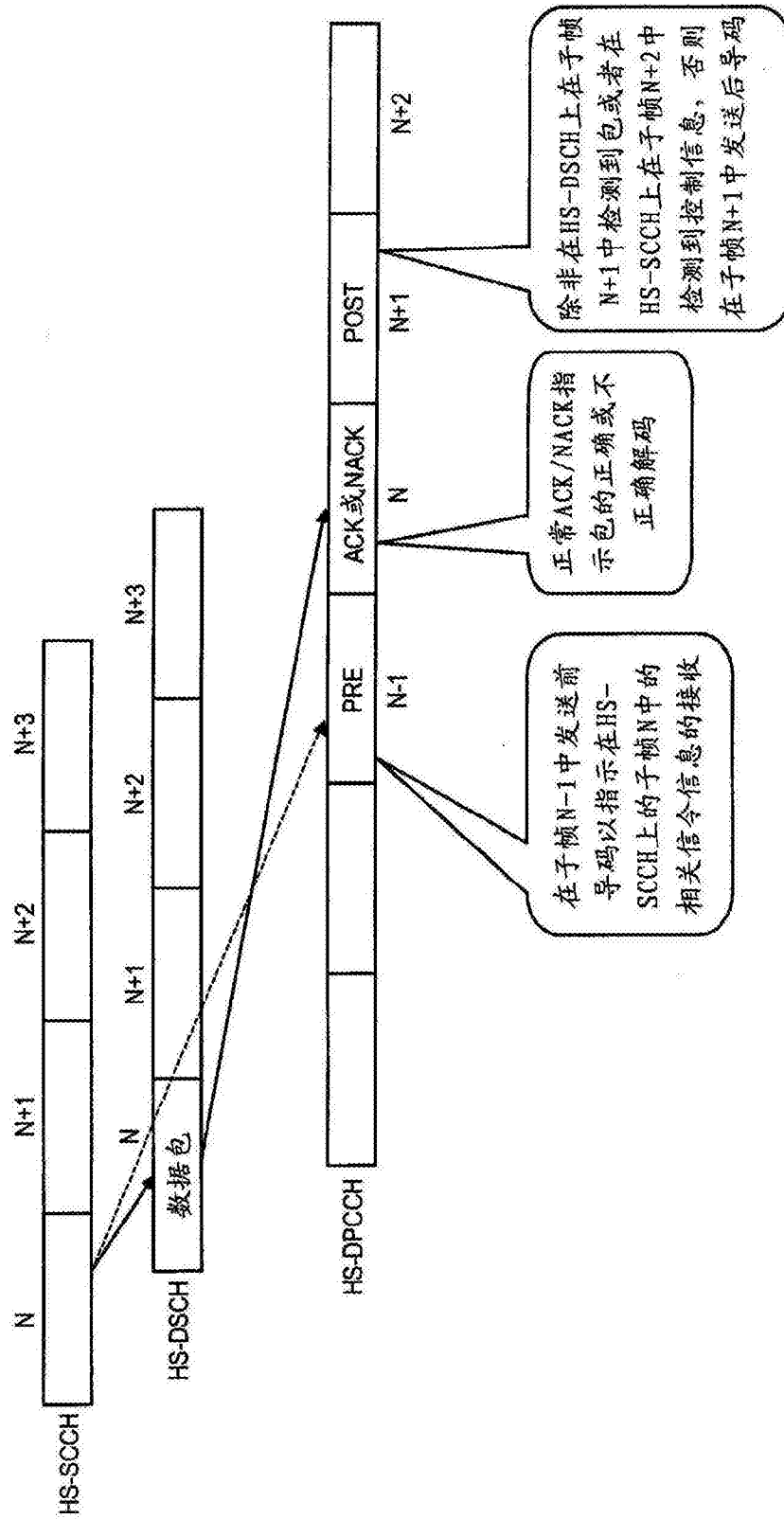


图4

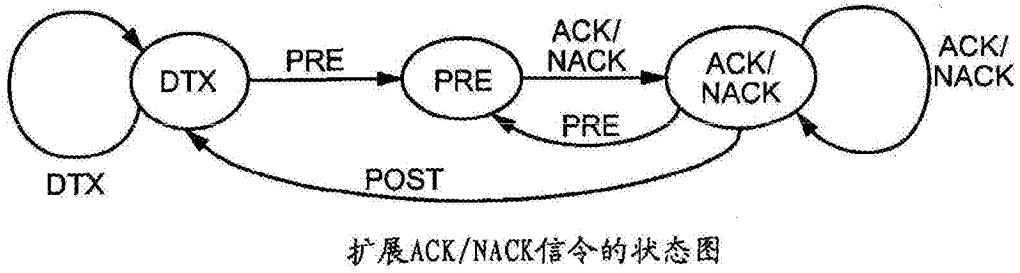


图5

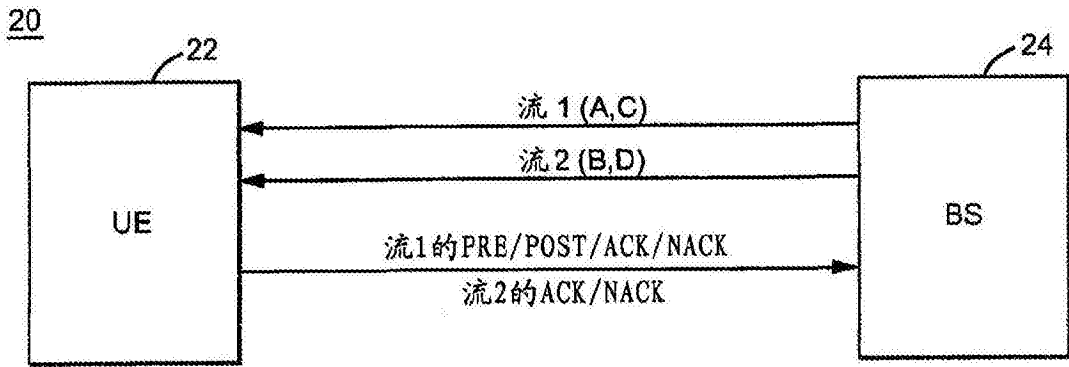


图6

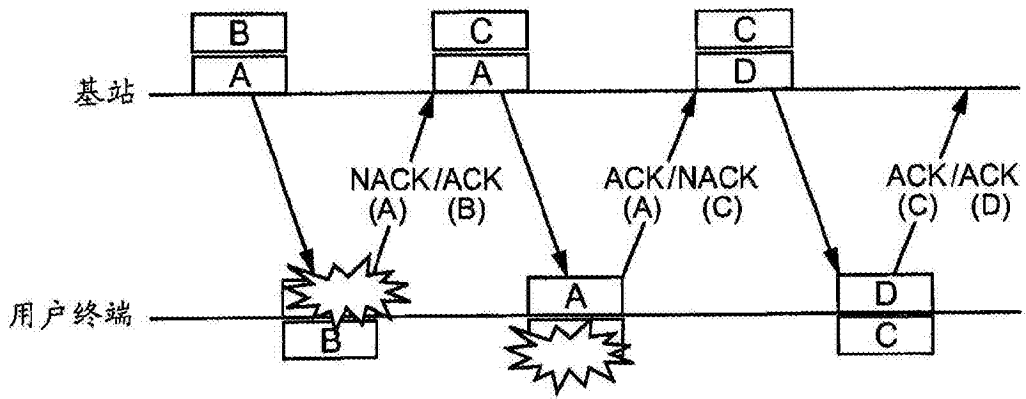
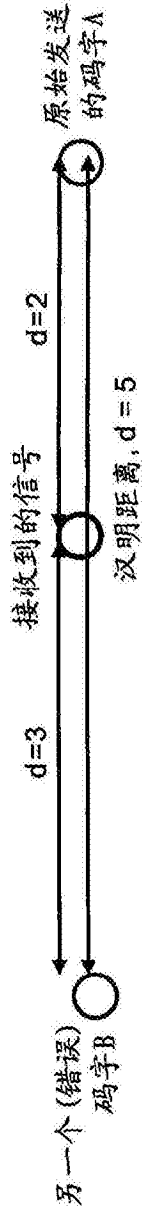
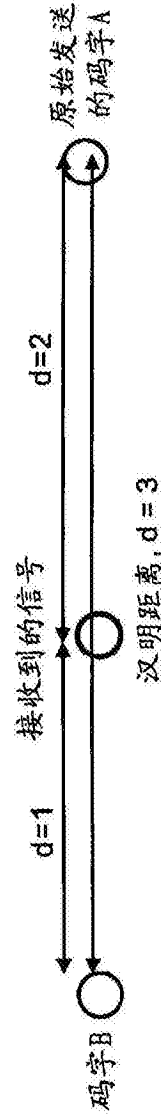


图7



选择出原始发送的码字A

图8



选择出的错误码字B

图9

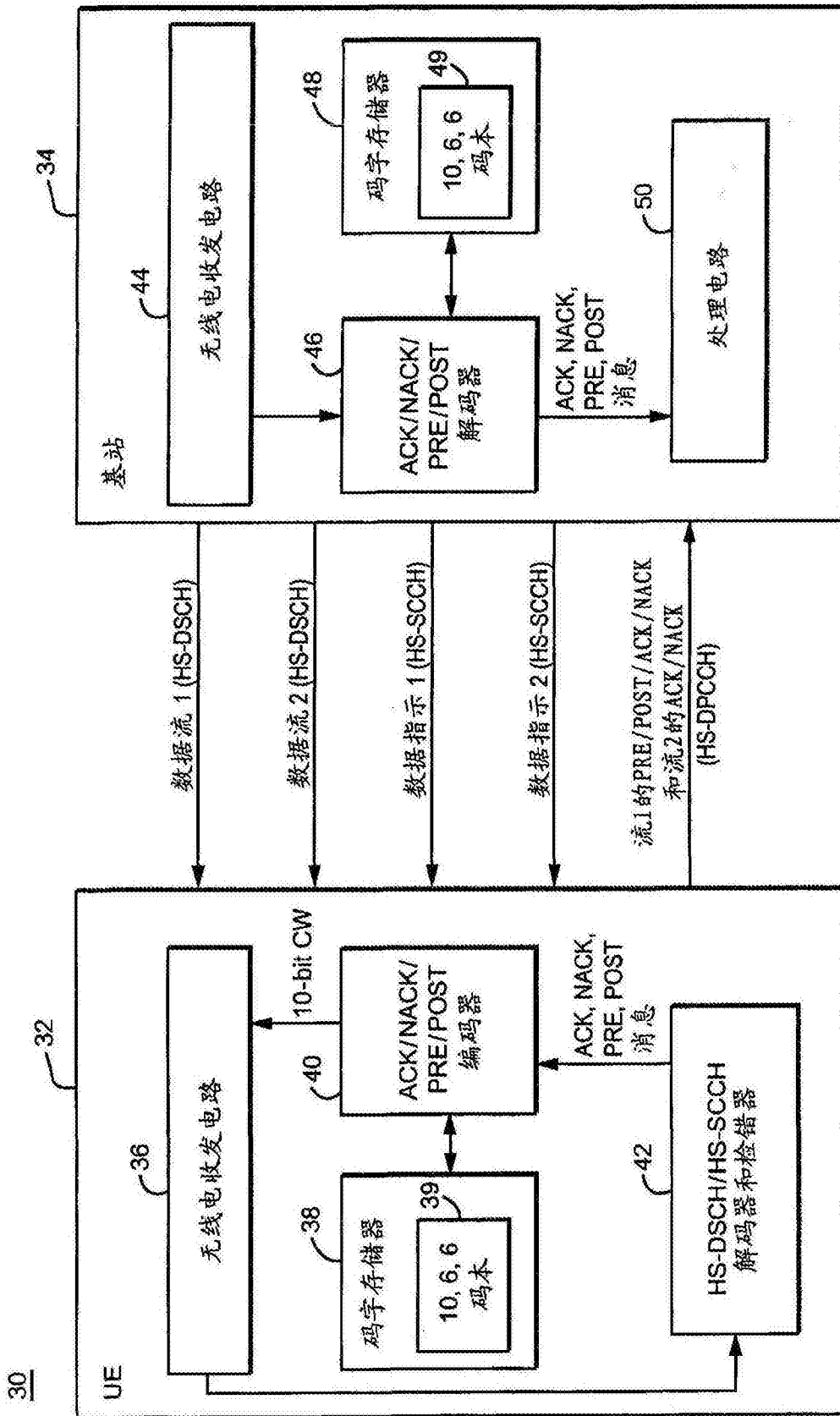
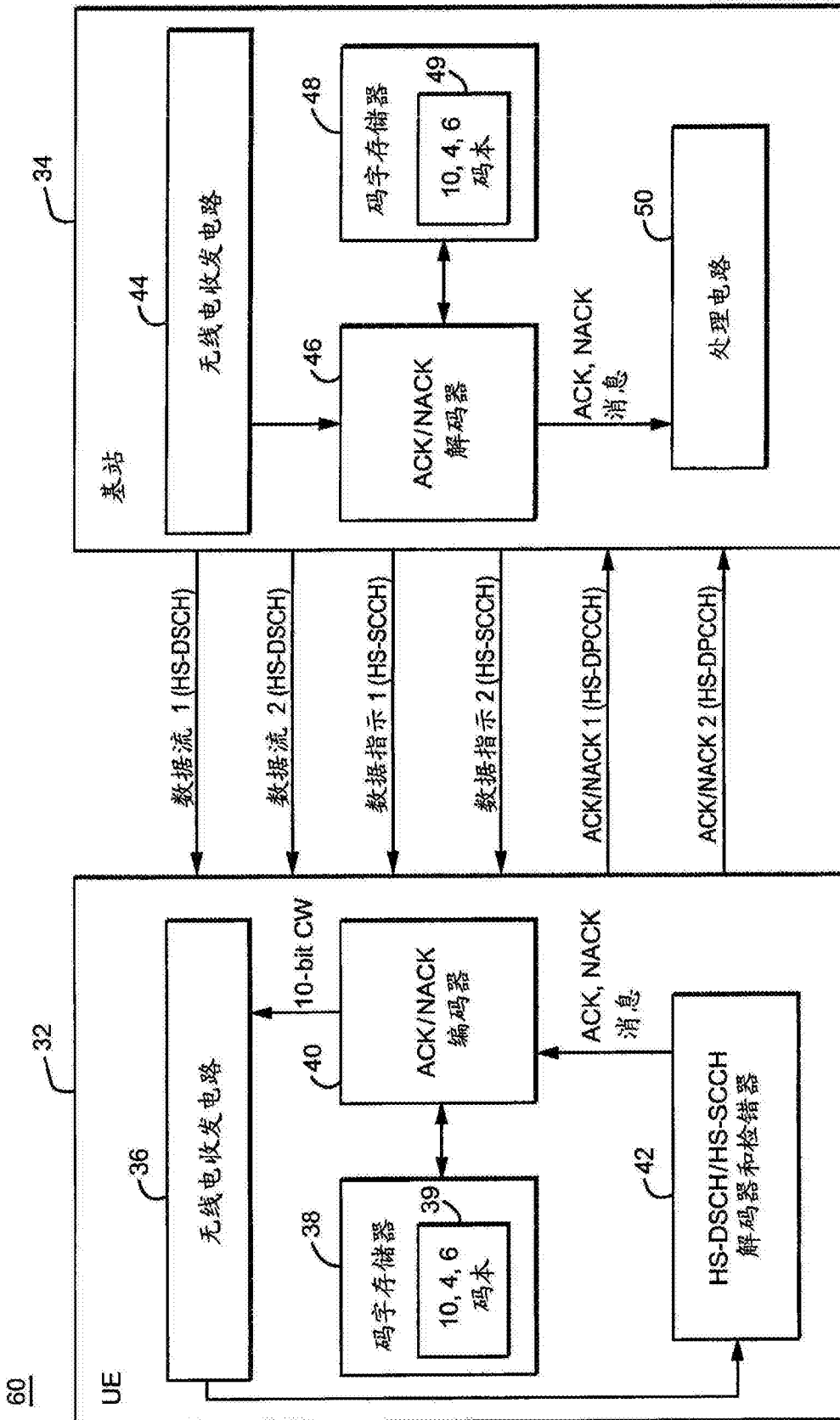


图10





60

图11