(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108155974 B
(45)授权公告日 2021.02.19

(21)申请号 201810089216.8
(22)申请日 2013.04.30
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108155974 A
(43)申请公布日 2018.06.12
(30)优先权数据
10-2012-0045337 2012.04.30 KR
10-2012-0100528 2012.09.11 KR
10-2013-0045082 2013.04.23 KR
(62)分案原申请数据
201380022904.8 2013.04.30
(73)专利权人 三星电子株式会社
地址 韩国京畿道
(72)发明人 黄盛熙 朴勋模 梁贤九
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 蔡军红
(51)Int.Cl.
H04L 1/00(2006.01)
(56)对比文件
WO 2011108904 A2,2011.09.09
CN 102047620 A,2011.05.04
CN 101536532 A,2009.09.16
CN 101162973 B,2012.01.11
US 2011280261 A1,2011.11.17
审查员 张敏

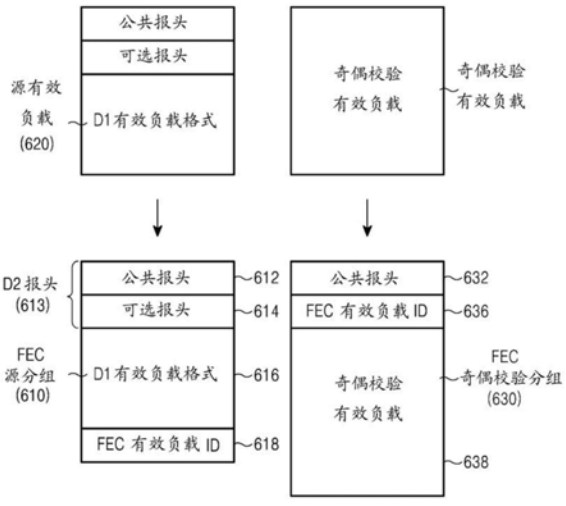
权利要求书1页 说明书13页 附图14页

(54)发明名称

用于在通信系统中接收传输分组的方法和装置

(57)摘要

提供了一种用于在通信系统中发送分组的方法。该方法包括:将数据流划分成预定大小的数据有效负载并且向所述数据有效负载中的每一个添加公共报头来生成源有效负载;将第一前向纠错(FEC)有效负载标识符(ID)添加到所述源有效负载并且对其应用FEC码来生成用于源有效负载的FEC源分组;通过将第二FEC有效负载ID添加到至少一个奇偶校验有效负载并且对其应用FEC码来生成用于所述至少一个奇偶校验有效负载的FEC奇偶校验分组;以及发送所述FEC源分组和所述FEC奇偶校验分组。



CN 108155974 B

1.一种用于在通信系统中接收传输分组的方法,所述方法包括:

接收传输分组;并且

对所述传输分组解码,

其中,所述传输分组包含传输分组报头,

其中,所述传输分组报头包含指示用于传输分组的前向纠错(FEC)方案的类型的FEC类型信息,以及

其中:

在传输分组是未应用FEC编码的分组的情况下,FEC类型信息被设置为第一值,

在传输分组是应用了FEC编码的源分组的情况下,FEC类型信息被设置为第二值,

在传输分组是应用了FEC编码的修正分组的情况下,FEC类型信息被设置为第三值。

2.如权利要求1所述的方法,其中,所述源分组是通过将第一有效负载ID添加到源块而生成的,并且所述修正分组是通过将第二有效负载ID添加到修正块而生成的,所述修正块是通过对所述源块进行编码而生成的。

3.如权利要求2所述的方法,其中,所述传输分组报头还包含被公共应用在源块和修正块中的信息字段。

4.如权利要求2所述的方法,其中,所述第一有效负载ID用于标识由源分组携带的源符号。

5.如权利要求2所述的方法,其中,所述第二有效负载ID用于标识由修正分组携带的修正符号。

6.一种用于在通信系统中接收传输分组的装置,所述装置包括:

控制器,被配置成接收传输分组;和

解码器,被配置成对所述传输分组解码,

其中,所述传输分组报头包含指示用于传输分组的前向纠错(FEC)方案的类型的FEC类型信息,以及

其中:

在传输分组是未应用FEC编码的分组的情况下,FEC类型信息被设置为第一值,

在传输分组是应用了FEC编码的源分组的情况下,FEC类型信息被设置为第二值,

在传输分组是应用了FEC编码的修正分组的情况下,FEC类型信息被设置为第三值。

7.如权利要求6所述的装置,其中,所述源分组是通过将第一有效负载ID添加到源块而生成的,并且所述修正分组是通过将第二有效负载ID添加到修正块而生成的,所述修正块是通过对所述源块进行编码而生成的。

8.如权利要求7所述的装置,其中,所述传输分组报头还包含被公共应用在源块和修正块中的信息字段。

9.如权利要求7所述的装置,其中,所述第一有效负载ID用于标识由源分组携带的源符号。

10.如权利要求7所述的装置,其中,所述第二有效负载ID用于标识由修正分组携带的修正符号。

用于在通信系统中接收传输分组的方法和装置

[0001] 本申请是申请日为2013年04月30日、申请号为201380022904.8、发明名称为“用于在通信系统中发送和接收分组的方法和装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及通信系统。更具体地，本发明涉及用于在通信系统中发送和接收分组的方法和装置。

背景技术

[0003] 由于内容的多样化和大容量内容(诸如高清(HD)内容和超高清(UHD)内容)的增加，通信系统可能遭受日益增加的数据拥塞。因此，由传送器(例如，主机A)传送的内容可能不被正常地递送到接收器(例如，主机B)，并且一些内容可能在其路线上丢失。

[0004] 通常，由于数据是按分组来发送的，所以内容的丢失也是在分组的基础上发生。分组由以下内容组成：一个块，例如，将要被发送的数据的有效负载；地址信息，例如，源地址和目的地址；以及管理信息，例如，报头(header)。因此，如果在网络中发生分组丢失，则接收器可能不知道所丢失的分组中的数据和管理信息，因为它不能接收到丢失的分组，从而导致各种形式的用户不便，诸如音频质量退化、视频的质量退化和图像损坏、字幕遗失、文件丢失等等。

发明内容

[0005] 技术问题

[0006] 为此，应用层-前向纠错(AL-FEC)被用作恢复在网络中发生的数据丢失的一种方式，并且需要一种配置用于AL-FEC的FEC分组以及发送和接收所述FEC分组的方式。

[0007] 将上述信息作为背景信息呈现仅仅是为了帮助对本公开的理解。并没有对上述信息中的任何信息是否可以作为关于本发明的现有技术来应用而做出确定或做出断言。

[0008] 技术方案

[0009] 本发明的各个方面将解决至少以上提及的问题和/或缺点，并且提供至少下述优点。因此，本发明的一个方面将提供用于在支持基于分组的通信方案的通信系统中配置用于应用层-前向纠错(AL-FEC)操作的前向纠错(FEC)分组并且发送和接收FEC分组、以便通过将使用一个或多个纠错码生成的奇偶校验分组与数据分组一起发送来提高网络可靠性的方法和装置。

[0010] 根据本发明的一个方面，提供了用于在通信系统中发送分组的方法。该方法包括：通过将数据流划分成预定大小的数据有效负载并且向数据有效负载中的每一个添加公共报头来生成源有效负载；通过将第一FEC有效负载标识符(ID)添加到源有效负载并且对源有效负载应用FEC码来生成用于源有效负载的FEC源分组；通过将第二FEC有效负载ID添加到至少一个奇偶校验有效负载并且对至少一个奇偶校验有效负载应用FEC码来生成用于至少一个奇偶校验有效负载的FEC奇偶校验分组；以及发送FEC源分组和FEC奇偶校验分组。

[0011] 根据本发明的另一个方面，提供了一种用于在通信系统中发送分组的装置。该装置包括：源有效负载生成器，通过将数据流划分成预定大小的数据有效负载并且向数据有效负载中的每一个添加公共报头来生成源有效负载；控制器，通过将第一FEC有效负载标识符(ID)添加到源有效负载并且对源有效负载应用FEC码来生成FEC源分组；和通过将第二FEC有效负载ID添加到至少一个奇偶校验有效负载并且对至少一个奇偶校验有效负载应用FEC码来生成用于至少一个奇偶校验有效负载的FEC奇偶校验分组；以及发送器，用于发送FEC源分组和FEC奇偶校验分组。

[0012] 根据本发明的又一个方面，提供了一种用于在通信系统中接收分组的方法，该方法包括：确定从传送器接收的分组是前向纠错(FEC)源分组还是FEC奇偶校验分组；以及从FEC源分组获取源有效负载以及从FEC奇偶校验分组获取奇偶校验有效负载，其中，源有效负载可以通过将数据流划分成预定大小的数据有效负载并且向数据有效负载中的每一个添加公共报头来生成，其中，FEC源分组可以通过将第一FEC有效负载标识符(ID)添加到源有效负载并且对源有效负载应用FEC码来生成，其中，FEC奇偶校验分组可以通过将第二FEC有效负载ID添加到奇偶校验有效负载并且对奇偶校验有效负载应用FEC码来生成。

[0013] 根据本发明的再一个方面，提供了一种用于在通信系统中接收分组的装置。该方法包括：控制器，确定从传送器接收的分组是前向纠错(FEC)源分组还是FEC奇偶校验分组，从FEC源分组获取源有效负载，以及从FEC奇偶校验分组获取奇偶校验有效负载，其中，源有效负载可以通过将数据流划分成预定大小的数据有效负载并且向数据有效负载中的每一个添加公共报头来生成，其中，FEC源分组可以通过将第一FEC有效负载标识符(ID)添加到源有效负载并且对源有效负载应用FEC码来生成，其中，FEC奇偶校验分组可以通过将第二FEC有效负载ID添加到奇偶校验有效负载并且对奇偶校验有效负载应用FEC码来生成。

[0014] 从以下结合附图来公开本发明的示范性实施例的详细描述，本发明的其它方面、优点、和显著特征对本领域技术人员而言将变得清楚。

附图说明

[0015] 从以下结合附图的描述，本发明的某些示范性实施例的以上及其它方面、特征和优点将更加清楚，其中：

[0016] 图1a和图1b示出根据本发明的示范性实施例的网络拓扑和数据流；

[0017] 图2示出根据本发明的示范性实施例的运动图片专家组(MPEG)媒体传输(MMT)系统的配置；

[0018] 图3示出根据本发明的示范性实施例的MMT数据包的结构；

[0019] 图4示出根据本发明的示范性实施例的包括在MMT数据包中的配置信息及其子信息的结构；

[0020] 图5示出根据本发明的示范性实施例的前向纠错(FEC)分组格式的结构；

[0021] 图6示出根据本发明的示范性实施例的、其中源有效负载是MMT传输分组的FEC分组格式的结构；

[0022] 图7示出根据本发明的示范性实施例的、其中源有效负载是MMT有效负载格式的FEC分组格式的结构；

[0023] 图8是示出根据本发明的示范性实施例的发送装置的结构的框图；

[0024] 图9是示出根据本发明的示范性实施例的接收装置的结构的框图；

[0025] 图10示出根据本发明的示范性实施例的配置信息块的操作；

[0026] 图11示出根据本发明的另一个示范性实施例的配置信息块的操作；

[0027] 图12示出根据本发明的示范性实施例的当Reed-Solomon(RS)码被使用时在信息块中映射信息符号的过程；

[0028] 图13示出根据本发明的示范性实施例的当低密度奇偶校验(LDPC)码被使用时在信息块中映射信息符号的过程；

[0029] 图14示出根据本发明的示范性实施例的RS帧的结构；

[0030] 图15示出根据本发明的示范性实施例的LDPC帧的结构；

[0031] 图16示出根据本发明的示范性实施例的用于RS奇偶校验符号的奇偶校验块映射；

[0032] 图17示出根据本发明的示范性实施例的用于LDPC奇偶校验符号的奇偶校验块映射；以及

[0033] 图18示出根据本发明的示范性实施例的H矩阵的结构。

[0034] 贯穿附图，相似的参考标号将被理解为指代相似的部分、组件、和结构。

具体实施方式

[0035] 以下参考附图的描述被提供来帮助对如权利要求及其等效物所定义的本发明的示范性实施例的全面理解。它包括各种具体细节以便帮助进行所述理解，但是这些将仅仅被当作示范性的。因此，本领域普通技术人员将认识到，可以对这里描述的实施例进行各种改变和修改而不脱离本发明的范围和精神。此外，为了清楚和简洁，可以省略对熟知功能和结构的描述。

[0036] 下面的描述及权利要求中所使用的术语和词语不限于其字面含义，而仅仅是被发明人用来达到对本发明的清楚一致的理解。因此，本领域技术人员将清楚，下面对本发明示范性实施例的描述仅仅被提供用于例示的目的，而不是用于限制如所附权利要求及其等效物所定义的本发明的目的。

[0037] 将理解，单数形式的“一”和“该”包括复数的指示物，除非上下文清楚地另外指出。因此，例如，对“组件表面”的引用包括对一个或多个这样的表面的引用。

[0038] 首先，将被用于此处的术语将被如下定义：

[0039] -前向纠错(FEC)码：用于纠正错误或者擦除符号的纠错码；

[0040] -FEC帧：通过对将要被保护的数据进行FEC-编码而生成的码字，并且由信息部分和奇偶校验部分或修正部分组成；

[0041] -符号：通过FEC码处理的数据单元；

[0042] -信息符号：作为FEC帧的信息部分的未被保护的数据或者填充符号；

[0043] -码字：通过对信息符号进行FEC-编码而生成的FEC帧；

[0044] -奇偶校验符号：通过对信息符号进行FEC编码而生成的FEC帧的奇偶校验符号；

[0045] -分组：由报头(header)和有效负载组成的传输单元；

[0046] -有效负载：将由传送器发送的并且被放置在分组的内部的一条用户数据；

[0047] -分组报头：用于包括有效负载的分组的报头；

[0048] -源有效负载：由源符号组成的有效负载；

[0049] -信息有效负载:由信息符号组成的有效负载;

[0050] -奇偶校验有效负载:由奇偶校验符号组成的有效负载;

[0051] -源块:一组有效负载,每一个由一个或多个源有效负载组成;

[0052] -信息块:一组有效负载,每一个由一个或多个信息有效负载组成;

[0053] -奇偶校验块:一组有效负载,每一个由一个或多个奇偶校验有效负载组成;

[0054] -FEC块:一组码字,或者一组有效负载,每一个由信息块和奇偶校验块组成;

[0055] -FEC递送块:一组有效负载,每一个由源块和奇偶校验块组成;

[0056] -FEC分组:用于携载FEC块的分组;

[0057] -源分组:用于携载源块的分组;

[0058] -修正分组:用于携载修正块的分组;

[0059] -FEC分组块:用于携载FEC递送块的一组分组;

[0060] -运动图片专家组(MPEG)媒体传输(MPEG)媒体传输(MMT):被建立用来有效地发送MPEG数据的国际标准;

[0061] -源流:源流是通过相同的源流标识符来标识(identify)的源有效负载的序列,以便将一个或多个MMT资产从一个MMT服务器传递到一个或多个MMT客户端;

[0062] -奇偶校验流:奇偶校验流是通过相同的奇偶校验流标识符来标识的奇偶校验有效负载的序列,所述奇偶校验有效负载通过FEC编码而生成以便保护源流;

[0063] -FEC流:FEC流由源流和其相关联的一个或多个奇偶校验流组成;

[0064] -FEC有效负载标识符(ID):标识由FEC源分组携载的信息有效负载或者子有效负载(sub-Payload)或者由FEC奇偶校验分组携载的奇偶校验有效负载的信息;

[0065] -FEC源有效负载ID:用于源分组的FEC有效负载ID;

[0066] -FEC奇偶校验有效负载ID:用于奇偶校验分组的FEC有效负载ID;

[0067] -访问单元(AU):访问单元是能够将定时信息认为是其属性的(attributed)最小的数据实体,对于其定时信息没有被关联的非定时的数据(non-timed data),AU不被定义;

[0068] -媒体片段单元(MFU):是独立于任何特定媒体编解码器的、包含被媒体解码器独立地消费的编码的媒体数据的通用容器(generic container),并且等于或者小于AU并包含可以被递送层使用的信息;

[0069] -MMT处理单元:是独立于任何特定媒体编解码器的、包含一个或多个AU以及与递送和消费有关的额外信息的通用容器,其中,对于非定时的数据,MPU包含没有标识AU边界的数据部分,并且其定义可以完全地和独立地在MMT中被处理的编码的媒体数据单元,并且在这个上下文中,处理指的是封装到MMT数据包中或者进行分组(packetization)以用于递送;

[0070] -MMT资产:是由一个或多个MPU组成的逻辑数据实体,并且是被应用了相同的组合信息(composition information)和传送特性的最大的数据单元,并且MMT资产只包含一个种类的包括被包装的(packaged)或者被复用的数据的数据类型,例如,音频ES的一部分、视频ES的一部分、MPEG-U小部件数据包、MPEG-2TS的一部分、MP4文件的一部分、和MMT数据包的一部分;

[0071] -MMT组合信息(MMT-CI):是关于MMT资产的空间组成和时间组成的描述;

[0072] -MMT的用于传输的媒体特性(MMT-MCT):是关于MMT资产的递送的、所要求的服务

质量(QoS)的描述。MMT-MCT由对于特定递送环境不可知的参数表示；

[0073] -MMT数据包：是逻辑构建的数据收集，其由一个或多个MMT资产、MMT-CI、和MMT-MCT组成，并且也可以具有分配的诸如标识符的描述性信息；

[0074] -MMT有效负载格式(MMT-PF)：是用于将通过MMT协议或者因特网应用层协议(例如，实时协议(RTP))携载的MMT数据包或者MMT信令消息的有效负载的格式；以及

[0075] -MMT传输分组(MMTP)：是用于通过网际协议(IP)网络递送MMT-PF的应用层协议。

[0076] 如这里所使用的术语‘奇偶校验’和‘修正’具有相同的含义，所以它们可以彼此互换。

[0077] 图1a和图1b示出根据本发明的示范性实施例的网络拓扑和数据流。

[0078] 参考图1a，网络拓扑包括作为传送器(sender)操作的主机A 102和作为接收器(receiver)操作的主机B 108。主机A 102经由一个或多个路由器104和106连接至主机B 108。主机A 102和主机B 108经由以太网118和122连接至路由器104和106，而路由器104和106可以经由光纤、卫星通信、或者其它可能的物理网络(诸如以太网120)彼此连接。主机A 102和主机B108之间的数据流是通过链路层116、因特网层(Internet layer)114、传输层112、和应用层110来实现的。

[0079] 参考图1b，应用层110生成将要通过应用层-FEC(AL-FEC)发送的数据130。数据130可以是通过使用实时协议(RTP)协议划分在音频/视频(AV)编解码器中压缩的数据而生成的RTP分组数据，或者可以是根据MMT生成的MMT分组数据。数据130被传输层112转换成其中被插入了例如用户数据报协议(UDP)报头的UDP分组132。因特网层114通过将IP报头附在UDP分组132来生成IP分组134。链路层116通过将帧头(frame header)以及(如果有必要)帧尾(frame footer)附在IP分组134来配置将要被发送的帧136。

[0080] 图2示出根据本发明的示范性实施例的MMT系统的配置。

[0081] 参考图2，MMT系统的配置被示出在左边，而递送功能的详细结构被示出在右边。媒体编码层205压缩音频和/或视频数据，并且将其递送到封装功能层210，封装功能层210也可以被称为E.层210。封装功能层210以类似于文件格式的形式对压缩后的音频/视频数据进行分组或者封装，并且将其递送到递送功能层220，递送功能层220也可以被称为D.层。

[0082] 递送功能层220将封装功能层210的输出格式化成MMT有效负载，向MMT有效负载添加MMT传输分组报头，并且以MMT传输分组的形式将其递送到传输协议层230。可替换地，递送功能层220使用现有的RTP协议，以RTP分组的形式将封装功能层210的输出递送到传输协议层230。此后，传输协议层230将输入的RTP分组转换成UDP分组和传输控制协议(TCP)分组中的任何一个，并将其传递到IP层240。最后，IP层240将传输协议层230的输出转换成IP分组，并且使用IP协议来发送它。

[0083] 根据本示范性实施例的FEC分组可以以MMT有效负载格式、MMT传输分组、和RTP分组中的至少一个的形式存在。也可以被称为C.层200的控制功能层200管理表示会话和递送会话。

[0084] 图3示出根据本发明的示范性实施例的MMT数据包的结构。

[0085] 参考图3，MMT数据包310经由网络的递送功能层330-1和330-2被发送到客户端350或者从客户端350被接收，并且包括MMT资产303-1到303-3、组合信息301、和传输特性305-1和305-2。MMT数据包310可以利用配置信息。配置信息由MMT资产303-1到303-3的列表、组合

信息301、和传输特性305-1和305-2组成。

[0086] 描述信息描述MMT数据包310和MMT资产303-1到303-3。组合信息301帮助MMT资产303-1到303-3的消费。传输特性305-1和305-2提供用于MMT资产303-1到303-3的递送的信息。MMT数据包310分开地描述每个MMT资产的传输特性。传输特性305-1和305-2包括抗误码信息(error resiliency information),和用于可能会或可能不会被丢失的一个MMT资产的简单传输特性信息。传输特性305-1和305-2可以包括服务质量(QoS)信息和每个MMT资产的可允许丢失和可允许延迟信息。

[0087] 图4示出根据本发明的示范性实施例的包括在MMT数据包中的配置信息及其子信息的结构。

[0088] 如图4中所示,配置信息310包括数据包标识信息312、作为数据包的组件的资产列表信息314、组合信息316、传输特性318、以及与内容一起的附加信息,并且提供指示这些组件如何被包括在所述数据包中以及这些组件被包括在所述数据包中的哪里的结构性信息。

[0089] 图5示出根据本发明的示范性实施例的FEC分组格式的结构。

[0090] 作为用于包括公共报头522、可选报头524、和数据528的源有效负载520的FEC分组的FEC源分组510由公共报头512、可选报头514、用于源有效负载520的FEC有效负载ID 516、和数据518组成。FEC源分组510是通过将用于源有效负载520的FEC有效负载ID 516添加到由公共报头512、可选报头514、和数据518组成的源有效负载520而生成的。

[0091] 作为用于奇偶校验有效负载540的FEC分组的FEC奇偶校验分组530由公共报头532、用于奇偶校验有效负载的FEC有效负载ID 536、和奇偶校验有效负载538组成。FEC奇偶校验分组530是通过将公共报头532和用于奇偶校验有效负载的FEC有效负载ID 536添加到通过FEC编码生成的奇偶校验有效负载538而生成的。

[0092] 虽然在图5中假定FEC有效负载ID 516被放置在数据518或者奇偶校验有效负载538前面,但是本发明不限于此,并且FEC有效负载ID 516可以被放置在数据518或者奇偶校验有效负载538后面,或者在任何类似的和/或合适的位置。

[0093] 优选的,公共报头被放置在FEC分组内的相同位置,公共报头可以是公共报头512或者公共报头532,或者是任何其它公共报头,诸如公共报头522。公共报头(其可以是公共报头512、522、或者532)包括使得有可能容易地确定在FEC分组接收器接收的FEC分组是FEC源分组还是FEC奇偶校验分组的类型信息字段。此外,公共报头(其可以是公共报头512、522、或者532)可以包括指示FEC是否被应用的信息字段。在一些情况下,指示FEC是否被应用的信息字段被存储在不同于FEC分组的用于递送控制信息的单独的分组中或者被该单独的分组携载。FEC源分组的数据可以具有若干数据类型,其可以包括,例如,音频数据、视频数据、文件数据、定时的数据、非定时的数据、MPU、MFU等等。所述若干数据类型可以通过公共报头(其可以是公共报头512、522、或者532)的类型文件的值被区分开。特别地,在FEC奇偶校验分组530的情况下,可以通过将公共报头532的类型字段的值设置为指示奇偶校验的信息来将奇偶校验分组与源分组区分开。然而,如果存在多个奇偶校验,则它们被分别地区分(separately distinguished)。例如,在两级编码结构的情况下,Parity1(奇偶校验1)和Parity2(奇偶校验2)被另外地区分。

[0094] 如这里所使用的术语‘公共报头信息’是指在用于数据有效负载的报头信息当中具有被公共地应用在奇偶校验有效负载的信息字段的报头。公共报头信息包括使得有可能

确定所接收的分组是用于数据有效负载的分组还是用于奇偶校验有效负载的分组的信息。此外，指示FEC是否被应用在所接收的FEC分组的信息可以被携载在该FEC分组中，或者通过不同于该FEC分组的、用于控制信息的单独的分组被携载。指示FEC是否被应用的公共报头信息可以在源有效负载被生成时，即在FEC编码之前，在公共报头中指示或者标记FEC的应用，然后进行FEC编码。可替换地，指示FEC是否被应用的公共报头信息可以在源有效负载被生成时在公共报头中指示不应用FEC，然后当通过在FEC编码之后将用于源有效负载的FEC有效负载ID添加到源有效负载而生成用于源有效负载的FEC分组时，指示FEC的应用。在后一种情况下，认识到所接收的用于源有效负载的FEC分组是应用了FEC的分组，接收器可以将指示FEC是否被应用的公共报头信息改变为再次指示不应用FEC，然后生成用于源有效负载的FEC分组，然后对其执行FEC解码。由于公共报头被放置在固定位置，诸如FEC分组的前面或后面，因此接收器可以确定所接收的FEC分组是用于数据有效负载的分组还是用于奇偶校验有效负载的分组。

[0095] 下面示出的表1示出了MMT分组报头中的指示FEC是否被应用、所接收的分组是否是FEC源分组、以及所接收的分组是否是FEC修正分组的FEC类型信息，作为本示范性实施例的公共报头的示例。

[0096] 表1

[0097] 【表1】

[0098]

值	描述
0	没有AL-FEC保护的MMT分组
1	具有AL-FEC保护的MMT分组;FEC源分组
2	用于修正符号的MMT分组;FEC修正分组
3	保留用于将来使用

[0099] 在表1中，FEC类型＝0指示没有被应用FEC的MMT分组。FEC类型＝1指示被应用了FEC的MMT分组。FEC类型＝2指示在FEC编码之后生成的用于奇偶校验有效负载的MMT分组。

[0100] 对于传送器将通过应用FEC来发送的数据，传送器生成其FEC类型被设置为‘1’的MMT分组，即源有效负载，然后生成信息有效负载，然后对其执行FEC编码以生成奇偶校验有效负载。对于通过FEC编码生成的奇偶校验有效负载，通过添加其FEC类型被设置为‘2’的MMT报头、MMT有效负载报头、和用于奇偶校验有效负载的FEC有效负载ID来生成用于奇偶校验有效负载的FEC分组，然后用于奇偶校验有效负载的FEC分组(诸如FEC奇偶校验分组530)与用于源有效负载的FEC分组(诸如FEC源分组510)一起被发送。基于接收到的MMT分组的MMT分组报头中的FEC类型信息，接收器确定FEC是否被应用在所接收的分组以及所接收的分组是FEC源分组还是FEC修正分组，然后对应用了FEC的FEC源分组和FEC修正分组执行FEC解码，从而恢复在分组的传输的期间丢失的分组。

[0101] 替换地，对于传送器期望通过应用FEC来发送的数据，传送器生成其FEC类型被设置为‘0’的MMT分组，然后生成信息有效负载，然后对其执行FEC编码以生成奇偶校验有效负载。当通过在执行FEC编码之后将FEC有效负载ID添加到MMT分组来生成用于源有效负载的FEC源分组时，传送器将MMT分组报头中的FEC类型改变为‘1’。换句话说，在被应用了FEC的MMT分组的情况下，在FEC类型被设置为‘0’之后，MMT分组被输入到FEC模块中，而在FEC编码之后的用于源有效负载的FEC分组的情况下，FEC类型被设置为‘1’。对于通过FEC编码生成

的奇偶校验有效负载，传送器通过将具有FEC类型＝2的MMT报头、MMT有效负载报头、和用于奇偶校验有效负载的FEC有效负载ID添加到所生成的奇偶校验有效负载，来生成用于奇偶校验有效负载的FEC分组，然后将其与用于源有效负载的FEC分组一起发送。基于接收到的MMT分组的MMT分组报头中的FEC类型信息，接收器确定FEC是否被应用在所接收的分组以及所接收的分组是FEC源分组还是FEC修正分组，然后从使用应用了FEC的FEC源分组的具有FEC类型＝1的FEC源分组和具有FEC类型＝1的FEC修正分组中移除FEC有效负载ID，通过将FEC类型改变为FEC类型＝0来将它们转换成用于源有效负载的MMT分组，然后对FEC修正分组的奇偶校验有效负载执行FEC解码，从而恢复在分组的传输的期间丢失的分组。

[0102] FEC源分组510的可选报头514是只应用在源分组的信息，并且包括以下各项中的至少一个：MPU和/或MFU的碎片化状态信息、报头长度信息、和指示与分组的数据有关的资产的身份的信息。虽然在本示范性实施例中这个信息可以是资产ID，但是优选的通过发送被映射到资产ID的压缩的资产ID信息来提高传输效率。在这种情况下，资产ID和被映射到该资产ID的压缩的资产ID信息以带外(out-of-band)方式被发送，诸如经由带外信号。

[0103] 在FEC报头的情况下，用于源分组的FEC有效负载ID和用于奇偶校验分组的FEC有效负载ID可以依据信息块生成方法、FEC控制信息、和与FEC有关的控制信息布置方法而彼此相同或不同。FEC有效负载ID信息包括以下各项中的至少一个：FEC流信息、FEC编码结构信息、源分组计数信息或源分组数目、信息有效负载计数信息、奇偶校验分组计数信息、诸如源/奇偶校验分组序号的分组序号、或者作为指示FEC块中的信息有效负载和奇偶校验有效负载的索引的信息的信息/奇偶校验有效负载ID、以及块边界信息或源块数目。

[0104] 在图2中所示的MMT系统中，当FEC被应用于此时，FEC分组被利用MMT D.2层或诸如RTP的应用协议被输入，作为MMT D.1层的输出。然而，如果FEC没有被应用于此，则FEC分组变成源有效负载并且是MMT D.1层的输出，因为它不要求FEC有效负载ID。虽然图2中未示出，但是本示范性实施例中的FEC分组可以包括FEC有效负载ID，如果FEC被应用于此的话，并且，如果FEC没有被应用于此，则FEC分组是源有效负载本身而没有FEC有效负载ID。

[0105] MMT服务器发送一个或多个MMT资产到MMT客户端。每个资产由一个或多个MPU组成，并且每个MPU在D.1层中被分组化成一个或多个MMT有效负载格式(MMT-PF)。MMT运输分组(MMT-TP)是通过添加D.2报头而生成的，并且被传递到更低的层。在具有多个MMT资产的传输的情况下，通过存储指示每个传输MMT-TP携载哪个资产的数据的信息(例如，用于标识每个资产的Asset_ID)来发送用于每个资产的MMT-TP的D.2报头。由于正被发送的多个MMT资产构成用于各个MMT资产的一个源流，奇偶校验流被生成并且被FEC保护。替换地，当两个或更多资产构成源流时，一个奇偶校验流被生成并且被FEC保护。一些资产可以被FEC保护而其它资产可能不被FEC保护。例如，在两级FEC编码结构或层感知(layer-aware)FEC编码结构中，在一个源流中，两个或更多个奇偶校验流可以被生成并且被保护。

[0106] 当被FEC保护时，在将通过FEC生成的奇偶校验流中的奇偶校验有效负载转换成MMT-TP(如MMT资产)之后，由一个或多个MMT资产组成的一个源流被发送，并且每个D.2报头通过存储例如用于标识奇偶校验有效负载的资产ID的信息而被发送。例如，在两级FEC或层感知(LA)-FEC编码结构中，如果两个或更多个奇偶校验流被生成，可以通过奇偶校验流ID来区分每个奇偶校验流。在这种情况下，与传输FEC流的数目相对应的FEC流ID被定义为FEC带外信号，并且提供了用于与每个FEC流ID相对应的源流和奇偶校验流的映射信息。

[0107] 例如,在视频资产、音频资产、小部件资产、和文件资产被发送的情况下,如果视频资产、音频资产、和小部件资产组成一个源流并且被保护在两级FEC编码结构中,并且如果文件资产组成另一个源流并且被保护在一级FEC编码结构中,则FEC带外信号携载下列信息。

[0108] -视频资产:Asset_ID=1

[0109] -音频资产:Asset ID=2

[0110] -小部件资产:Asset ID=3

[0111] -文件资产:Asset ID=4

[0112] -Number of FEC Flows=2

[0113] ■FEC流ID=1

[0114] FEC编码结构:两级FEC编码结构

[0115] 源流:资产ID 1,2,3

[0116] 奇偶校验Flow1:资产ID 101

[0117] 奇偶校验Flow2:资产ID 102

[0118] ■FEC流ID=2

[0119] FEC编码结构:一级FEC编码结构

[0120] 源流:资产ID ID 4

[0121] 奇偶校验流:资产ID ID 103

[0122] 此外,通过:

[0123] -在携载视频资产的MMT TP报头中设置Asset ID=1,

[0124] -在携载音频资产的MMT TP报头中设置Asset ID=2,

[0125] -在携载小部件资产的MMT TP报头中设置Asset ID=3,

[0126] -在携载奇偶校验Flow1的MMT TP报头中设置Asset ID=101,

[0127] -在携载奇偶校验Flow2的MMT TP报头中设置Asset ID=102,

[0128] -在携载文件资产的MMT TP报头中设置Asset ID=4,以及

[0129] -在携载用于文件资产的奇偶校验流的MMT TP报头中Asset ID=103,

[0130] 接收器可以通过基于FEC带外信号和MMT TP报头中的资产ID信息确定具有值1、2、3、101、和102的资产ID字段构成一个FEC流、并且具有值4和103的资产ID字段构成另一个FEC流,来平稳地执行FEC解码。

[0131] 图6示出根据本发明的示范性实施例的其中源有效负载是MMT传输分组的FEC分组格式的结构。

[0132] 参考图6,源有效负载620的FEC源分组610由D2报头613、D1有效负载格式616、和FEC有效负载ID 618组成,其中D2报头613由公共报头612和可选报头614组成。FEC奇偶校验分组630由公共报头632、FEC有效负载ID 636、和奇偶校验有效负载638组成。在公共报头632中,配置了用于区分资产的ID字段,而在奇偶校验分组的情况下,配置了用于标识奇偶校验流的ID值。公共报头632可以包括全球序列号字段、交付时间戳字段、等等。虽然未示出,但是在图6的情况下,对于FEC奇偶校验分组630,公共报头632后面可以跟随可选报头。换句话说,FEC源分组的D2报头613可以与FEC奇偶校验分组的D2报头(未示出)相同,其包括公共报头632和可选报头。在这方面,因为MMT TP报头执行协议的功能,当网络实体依据网

络的拥塞情形而丢弃(drop)分组时，它可能丢弃FEC奇偶校验分组。因此，FEC奇偶校验分组可能具有与FEC源分组的报头结构相同的报头结构。

[0133] 图7示出根据本发明的示范性实施例的其中源有效负载是MMT有效负载格式的FEC分组格式的结构。

[0134] 源有效负载720的FEC源分组710由MMT TP报头712、D1报头713、D1有效负载718、和FEC有效负载ID 720组成，其中D1报头713由公共报头714和可选报头716组成，而FEC奇偶校验分组730由MMT TP报头732、公共报头736、FEC有效负载ID 738、和奇偶校验有效负载740组成。在这种情况下，准备了MMT TP报头732的资产ID字段。对于用于FEC源分组710的资产ID字段，设置了用于标识每一个资产的ID值。对于用于FEC奇偶校验分组730的资产ID字段，用于识别奇偶校验流的ID值被设置。公共报头714和736存储与图5中的信息相同的信息。

[0135] 图8是示出根据本发明的示范性实施例的发送装置的结构的框图。

[0136] 参考图8，FEC控制信息生成器601确定FEC是否被应用，并且如果FEC被应用，则生成与FEC有关的控制信息。源有效负载生成器603从更高的封装层接收用于MMT资产的传输的数据流，将其划分为预定大小的数据有效负载，并且向其添加公共报头和可选报头，以便生成源有效负载。基于来自FEC控制信息生成器601的FEC控制信息，源有效负载生成器603向信息块生成器605传递源块，该源块由来自具有相同的FEC流的源有效负载序列的、预定数目的源有效负载组成。

[0137] 基于FEC控制信息，信息块生成器605从接收自源有效负载生成器603的源块中生成信息块，并且将该信息块输出到FEC编码器607。基于输入的信息块和FEC控制信息，FEC编码器607生成预定的奇偶校验数据并且将其输入到源有效负载生成器603。基于FEC控制信息，源有效负载生成器603利用输入的奇偶校验数据生成奇偶校验有效负载。

[0138] FEC分组生成器609通过将公共报头和FEC报头添加到奇偶校验有效负载来生成FEC奇偶校验分组，通过将FEC报头添加到所生成的源有效负载来生成FEC源分组，并且将最终的FEC分组输出到发送器611。发送器611将所述FEC分组发送到更低的层。如果FEC没有被应用，则源有效负载生成器603和FEC分组生成器609基于数据流和FEC控制信息生成源有效负载，然后将其作为FEC分组传递到发送器611。在图2中示出的MMT系统的情况下，利用MMT D.2层或如RTP的应用协议来传递FEC分组。

[0139] 虽然附图中未示出，控制器将数据流划分为预定大小的数据有效负载，并且向每一个数据有效负载添加报头以生成源有效负载。控制器添加第一FEC有效负载ID到源有效负载并对其应用FEC编码，以便生成用于源有效负载的FEC源分组。控制器添加第二FEC有效负载ID到至少一个奇偶校验有效负载并且对其应用FEC编码，以便生成用于所述至少一个奇偶校验有效负载的FEC奇偶校验分组。发送器611发送所述FEC源分组和所述FEC奇偶校验分组。

[0140] 图9是示出根据本发明的示范性实施例的接收装置的结构的框图。

[0141] 参考图9，FEC分组接收器701接收分组流，然后基于分组的公共报头确定FEC是否被应用在该分组以及该分组是源分组还是奇偶校验分组，然后如果FEC被应用在该分组则从源分组的FEC报头和奇偶校验分组的FEC报头获取与FEC有关的控制信息，然后将所述与FEC有关的控制信息传递到FEC控制器709。如果存在多个FEC流，则FEC控制器709区分对流而言特定的控制信息，并且针对每个流执行FEC解码。

[0142] 源有效负载重构器703向数据流单元传递所接收的FEC分组当中的、即没有被应用FEC的源有效负载的分组的数据。如果FEC被应用，则源有效负载重构器703区分没有作为在具有相同FEC流的分组中被接收的源有效负载而被接收的源有效负载。如果源有效负载重构器703已经基于FEC控制信息接收了全部的源有效负载，则其输出与所述全部的源有效负载相对应的数据。

[0143] 否则，源有效负载重构器703将所接收的来自FEC奇偶校验分组的奇偶校验有效负载与所接收的源有效负载一起输出到FEC块重构器705。FEC块重构器705通过擦除丢失的有效负载，基于FEC控制信息从所接收的源有效负载和奇偶校验有效负载中重构由信息块和奇偶校验块组成的FEC块，并且将重构的FEC块输出到FEC解码器707。

[0144] 基于从FEC控制器709接收的FEC控制信息，FEC解码器707通过执行FEC解码来恢复丢失的信息有效负载，并且将恢复的信息有效负载输出到FEC块重构器705。如果有必要，则FEC块重构器705基于FEC控制信息使用例如从所接收的源有效负载中重构的信息有效负载，从恢复的信息有效负载中恢复源有效负载，并且将恢复的源有效负载输出到源有效负载重构器703。源有效负载重构器703将恢复的源有效负载和所接收的源有效负载的数据传递到更上层。

[0145] 在图9的示范性实施例中，FEC控制器709在生成与FEC有关的控制信息时区分带内信号和带外信号。FEC控制器709将带内信号作为FEC报头在FEC分组中发送。在图2中示出的MMT系统的情况下，FEC控制器709通过C.层或会话描述协议(SDP)发送带内信号到接收器。

[0146] 控制器确定从传送器接收的分组是否是FEC源分组和FEC奇偶校验分组，并且从FEC源分组中获取源有效负载和从FEC奇偶校验分组中获取奇偶校验有效负载，所述控制器可以是未被显示的任何适当类型的硬件，诸如集成电路(IC)。源有效负载是通过将数据流划分成预定大小的数据有效负载并且向所述数据有效负载中的每一个添加报头而生成的。FEC源分组是通过向源有效负载添加第一FEC有效负载ID并且对其应用FEC码而生成的。FEC奇偶校验分组是通过向奇偶校验有效负载添加第二FEC有效负载ID并且对其应用FEC码而生成的。

[0147] 图10示出根据本发明的示范性实施例的在FEC块生成器中配置信息块的示例。

[0148] 参考图10，当接收到8个源有效负载SPL#_0到SPL#_7(每一个具有可变的分组大小)时，FEC块生成器添加填充数据以便将每个有效负载的大小与具有最大长度(例如，S_max)的有效负载的大小相匹配，然后生成由8个信息有效负载IPL#_0到IPL#_7组成的信息块。虽然在图10的示范性实施例中假定信息有效负载的长度被设置为与源有效负载的最大大小S_max匹配，但是本发明不限于此，并且信息有效负载的长度可以根据系统复杂度和存储器要求而被设置为小于S_max。

[0149] 图11示出根据本发明的另一个示范性实施例的配置信息块的操作。

[0150] 参考图11，当接收到6个源有效负载SPL#_0到SPL#_5(每一个具有可变的分组大小)时，FEC分组生成器将具有不同大小的有效负载按行排列并且按信息有效负载的最大长度(例如，S_max)对它们进行划分，以生成由5个信息有效负载IPL#_0到IPL#_4组成的信息块。最后一个信息有效负载IPL#_4可以包括填充数据。在图11的示范性实施例中，因为源块的边界不与信息有效负载的边界匹配，因此从信息块中提取源有效负载所需的信息，诸如，每个有效负载的长度，应该被包括在信息块中，或者应该以单独的方式被递送到接收器。虽

然在图11的示范性实施例中假定源有效负载的最大长度S_max和信息有效负载的长度被设置为相同，但是信息有效负载的长度可以根据系统复杂度和存储器要求而被设置为小于S_max。

[0151] 参考图8，FEC编码器607使用预定的FEC编码算法从输入的信息块中计算奇偶校验符号，然后生成由奇偶校验符号组成的奇偶校验有效负载，然后以奇偶校验块的形式输出所述奇偶校验有效负载。

[0152] 图12示出根据本发明的示范性实施例的当Reed-Solomon(RS)码被使用时在信息块中映射信息符号的过程。

[0153] 图13示出根据本发明的示范性实施例的当低密度奇偶校验(LDPC)码被使用时在信息块中映射信息符号的过程。

[0154] 参考图12和图13，如果信息块当中的信息位的数目K小于或等于200，则FEC编码器将源块映射到信息块以生成如图12所示的用于RS编码的信息符号，或者FEC编码器可以生成如图13中所示的用于LDPC编码的信息符号。

[0155] 图14示出根据本发明的示范性实施例的RS帧的结构。

[0156] 图15示出根据本发明的示范性实施例的LDPC帧的结构。

[0157] 参考图14和图15，奇偶校验符号是通过如图14和图15中所示对每个信息符号执行RS编码和LDPC编码而生成的。在图15的情况下，虽然没有示出缩短和打孔(puncturing)，但是可以通过使用具有预定长度的LDPC码对各种K个信息位和P个奇偶校验位执行缩短和打孔来生成奇偶校验符号。本领域普通技术人员将清楚，可以执行缩短和打孔中的仅仅一个。

[0158] 图16示出根据本发明示范性实施例的用于RS奇偶校验符号的奇偶校验块映射。

[0159] 图17示出根据本发明示范性实施例的用于LDPC奇偶校验符号的奇偶校验块映射。

[0160] 参考图16和图17，RS奇偶校验块和LDPC奇偶校验块是从所生成的奇偶校验符号中生成的，如图16和图17中所示。接下来，RS和LDPC码规范被示出。有限字段GF(2^8)上的RS(N,K)码的本原多项式被定义为p(x)＝x^8+x^4+x^3+x^2+1。GF(2^8)中的符号被表示为(a^7,a^6,a^5,a^4,a^3,a^2,a,1)，其中a以二进制表示为a＝00000010。

[0161] 每个RS码字rsc是有限字段GF(2^8)上的RS(240,40)，其在被表示为矢量时被表示为rsc＝(e0,e1,...,e199,p200,...,p239)。对于RS(240,40)码，信息是200字节而奇偶校验是40字节。有限字段GF(2)上的LDPC(K+P,K)码具有由K个信息位和P个奇偶校验位组成的准循环(QC)-LDPC结构，其中，K＝L x 400，P＝L x 80，而L＝1,2,4,8或16。具体地，LDPC的奇偶校验部分具有大致为三角矩阵的形状，如图18中所示。

[0162] 图18示出根据本发明的示范性实施例的H矩阵的结构，其中K＝400，并且P＝L x 80(L＝1,2,4,8或16)。

[0163] 参考图18，虽然迄今为止仅仅通过示例的方式考虑了RS码和LDPC码，但是任何其它的码可以被应用，诸如FEC码(诸如Raptor、RaptorQ、XOR码)或者任何其它类似的和/或适当的代码。根据本发明的示范性实施例的FEC分组生成方法将被如下描述。

[0164] 每个分组的公共报头的有效负载类型在该分组的传输期间被设置为对应于有效负载。换句话说，用于源有效负载的分组的有效负载类型指示源有效负载，而用于修正有效负载的分组的有效负载类型指示修正有效负载。用于源分组的序列号被顺序地授予。类似地，用于修正分组的序列号被顺序地授予，但是对于修正分组，起始序列号被设置为在例如

源分组的起始序列号开始，从而FEC块中的修正块的边界可以被确定。换句话说，通过将用于FEC块中的源分组和修正分组的序列号设置为具有相关性，(多个)修正块的边界或修正块的边界可以被确定。FEC块的起始序列号作为FEC块边界信息被存储在每个分组的报头中。当FEC被可选地应用时，FEC标记信息也被保存在报头中。如果FEC块的源分组或修正分组的数目是可变的，则关于分组数目或源分组数目的信息以及关于FEC块的源分组数目或修正分组数目的信息也可以被保存在报头中。

[0165] 根据本发明的示范性实施例，传送器可以通过信号传输(signal)或发送与FEC配置有关的信息或与其它编码配置有关的信息到接收器，来发送被可选地应用了FEC的内容。此外，传送器可以根据网络状况或内容QoS来可选地应用FEC。另外，通过周期地重复地发送包括与FEC配置有关的信息和与其它编码配置有关的信息的FEC控制信息的全部或一些，或者通过按所提议的带内信号传输方法来发送与FEC配置有关的信息的全部或一些，传送器甚至可以在服务已经在进行中的情况下为新的接收器提供与FEC配置有关的信息，从而新的接收器也可以通过执行FEC解码来恢复丢失的数据，使得有可能提供高质量的服务给用户。

[0166] 如果存在多个从应用层输出的数据流，即源流，则优选的是传输系统存储用于区分FEC分组中的多个流的信息，例如，FEC流ID信息，并且甚至还在用于流或奇偶校验流的FEC分组中存储相同的、为了所述流或奇偶校验流的传输期间的对所述流的FEC保护而生成的信息，所述奇偶校验流由奇偶校验有效负载组成，从而允许接收器确定与所述多个流中的每一个有关的奇偶校验有效负载的流。

[0167] 替换地，如果存在多个从应用层输出的数据流，则优选的是传输系统在FEC分组中的每个数据流和每个奇偶校验有效负载流或奇偶校验流的传输期间存储用于区分所述流的信息，例如，源流ID和奇偶校验流ID，然后将为了对每个数据流的FEC保护而生成的映射信息(例如，FEC流ID 1＝源流ID1+奇偶校验流ID 1)作为不同于FEC分组的单独的控制信息发送到奇偶校验流。

[0168] 结果，接收装置可以基于FEC分组中的流标识信息或者不同于FEC分组的单独的控制信息来区分每个数据流，并且可以为了每个数据流的FEC保护而生成的奇偶校验流，从而接收装置可以平稳地执行FEC解码。

[0169] 如从前面的描述中清楚的，根据本发明的示范性实施例，接收装置可以提供高质量的服务给用户，并且可以通过如上所述的示范性实施例的FEC分组配置方法来容易地区分FEC分组。

[0170] 虽然已经参考本发明的某些示范性实施例示出和描述了本发明，但是本领域技术人员将理解，可以在这里进行各种形式和细节上的改变，而不脱离如所附权利要求及其等效物所定义的本发明的精神和范围。

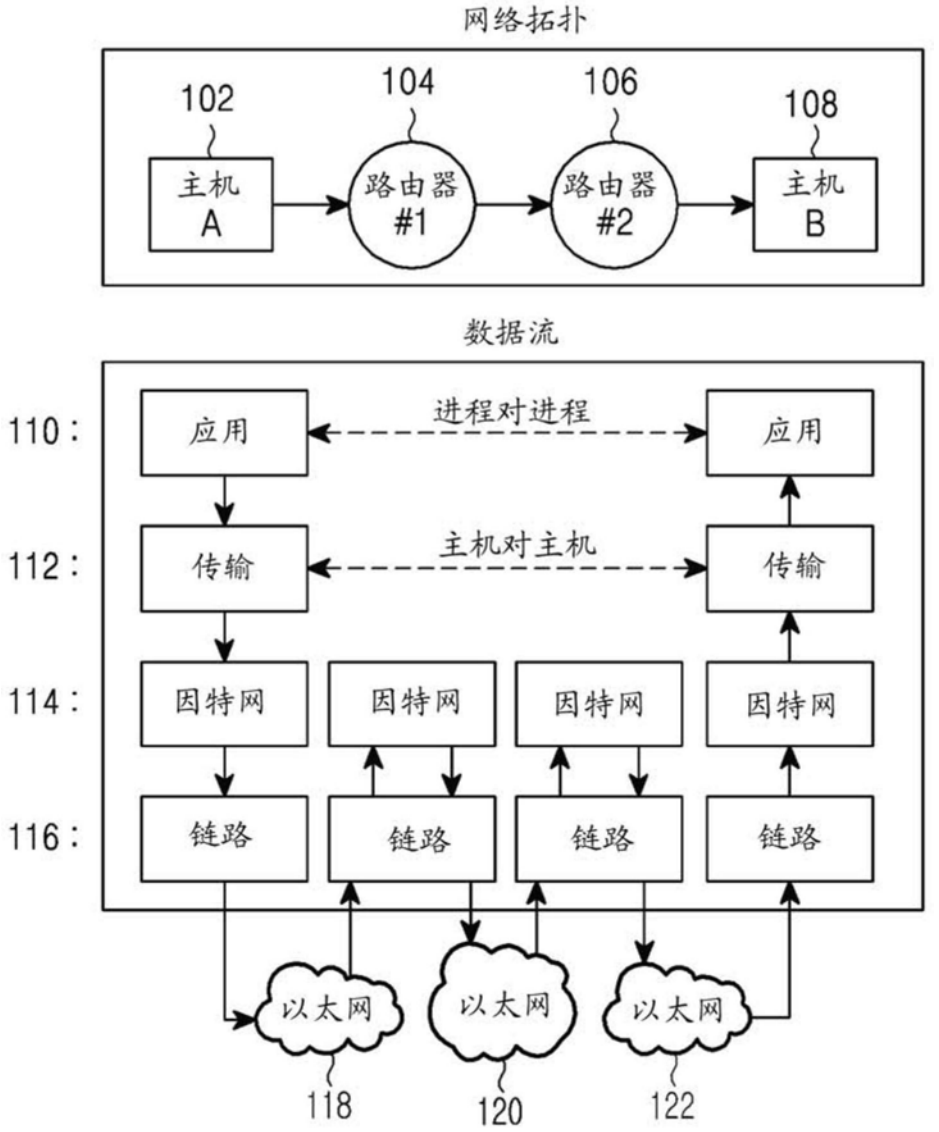

网络拓扑
102
104
106
108
主机 A
路由器 #1
路由器 #2
主机 B
数据流
110:
112:
114:
116:
应用
进程对进程
应用
传输
主机对主机
传输
因特网
因特网
因特网
因特网
链路
链路
链路
链路
以太网
以太网
以太网
118
120
122

图1a

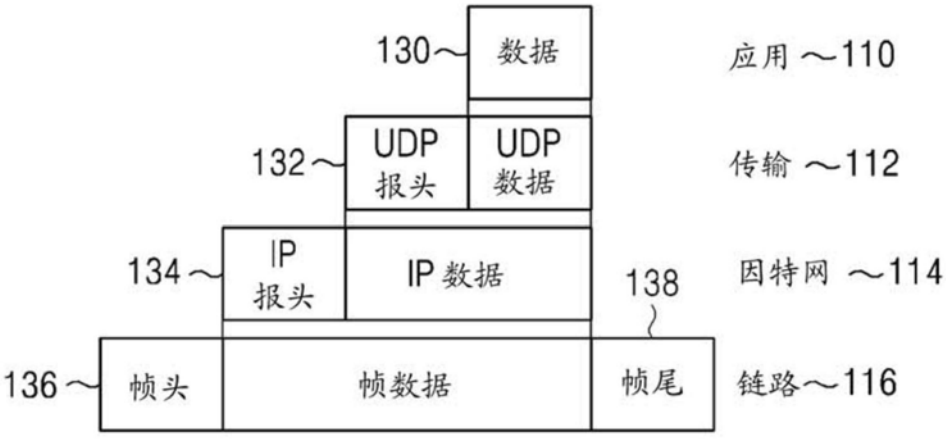

130
数据
应用 ~110
132
UDP 报头
UDP 数据
传输 ~112
134
IP 报头
IP 数据
138
因特网 ~114
136
帧头
帧数据
帧尾
链路~116

图1b

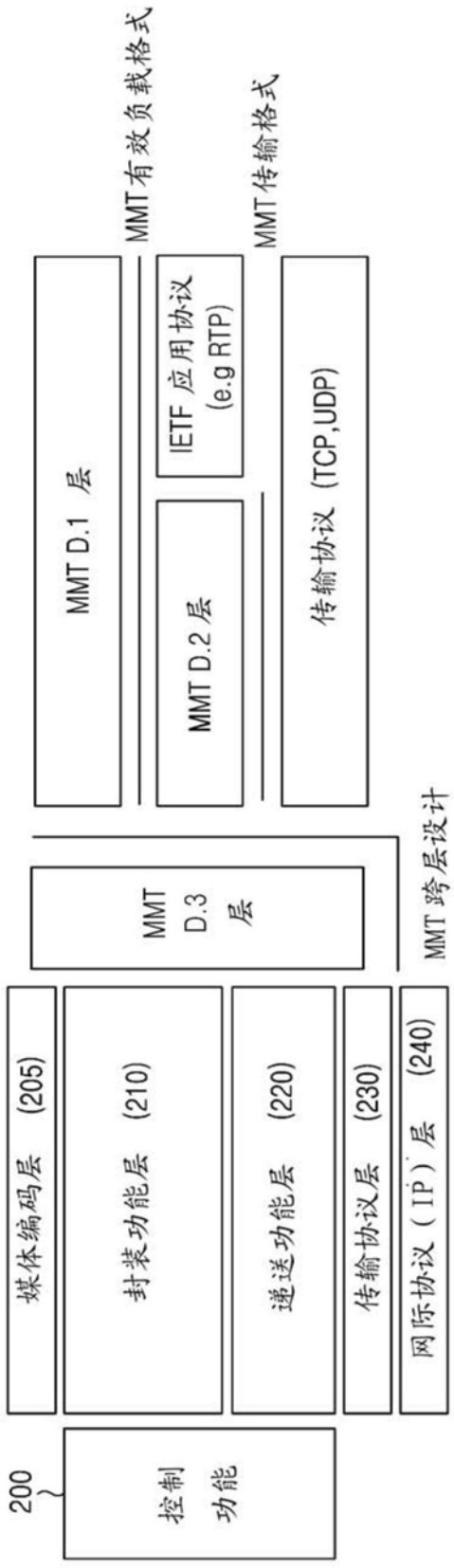

200
控制功能
媒体编码层 (205)
封装功能层 (210)
递送功能层 (220)
传输协议层 (230)
网际协议（IP）层 (240)
MMT D.3 层
MMT D.1 层
MMT D.2 层
IETF 应用协议 (e.g RTP)
传输协议 (TCP,UDP)
MMT有效负载格式
MMT传输格式
MMT 跨层设计

图2

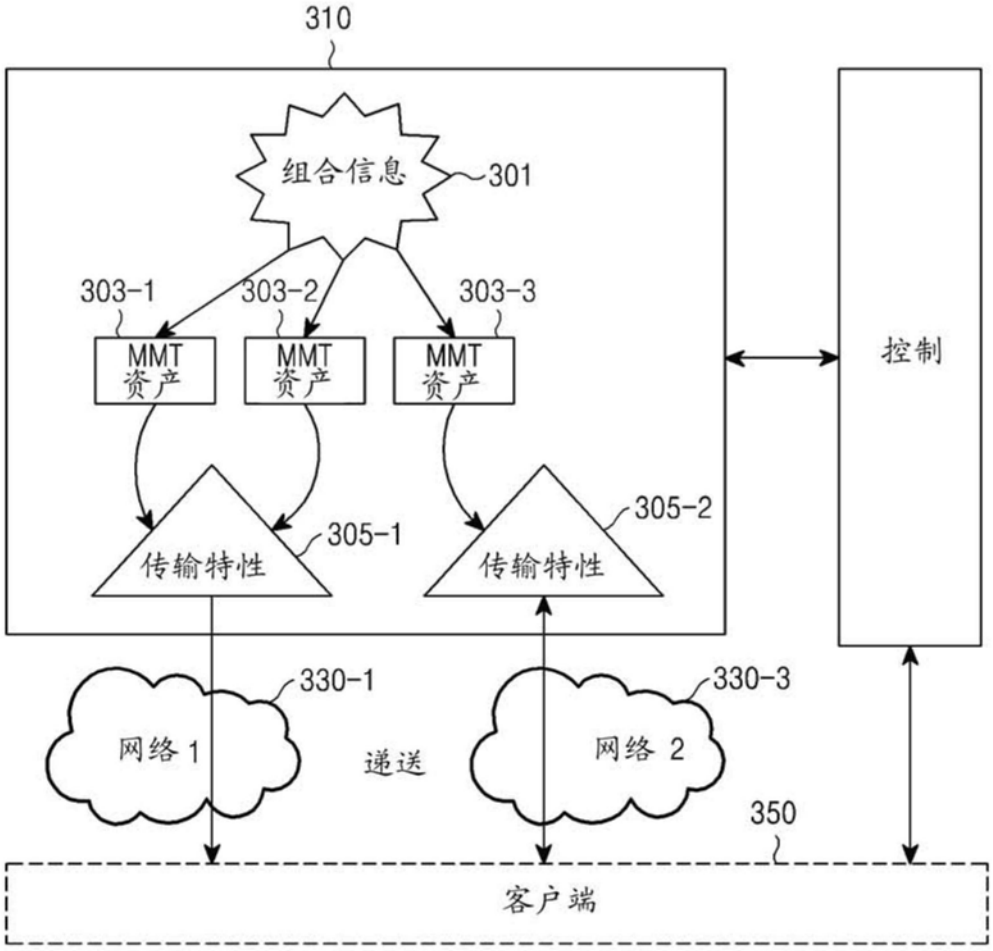

310
组合信息
301
303-1
303-2
303-3
MMT 资产
MMT 资产
MMT 资产
控制
305-1
传输特性
305-2
传输特性
330-1
网络 1
递送
330-3
网络 2
350
客户端

图3

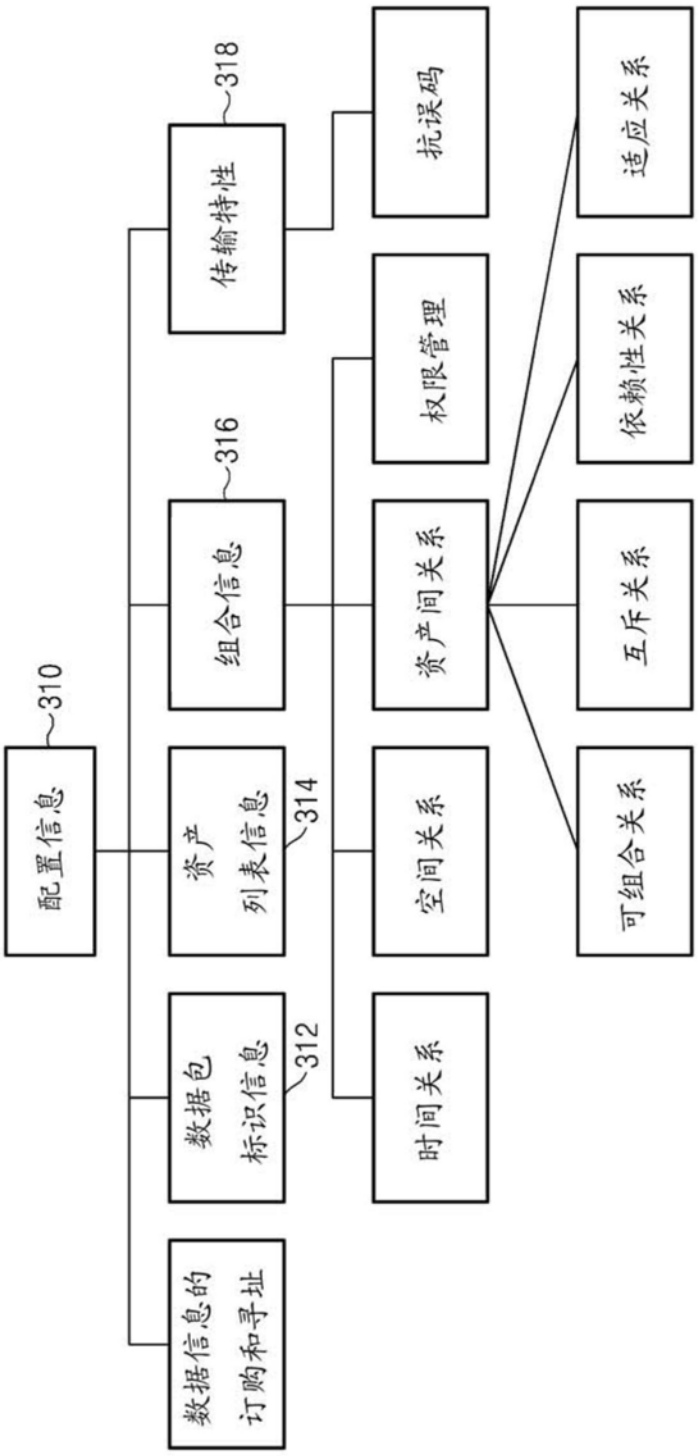

配置信息
310
数据信息的
订购和寻址
数据包
标识信息
312
资产
列表信息
314
组合信息
316
传输特性
318
时间关系
空间关系
资产间关系
权限管理
抗误码
可组合关系
互斥关系
依赖性关系
适应关系

图4

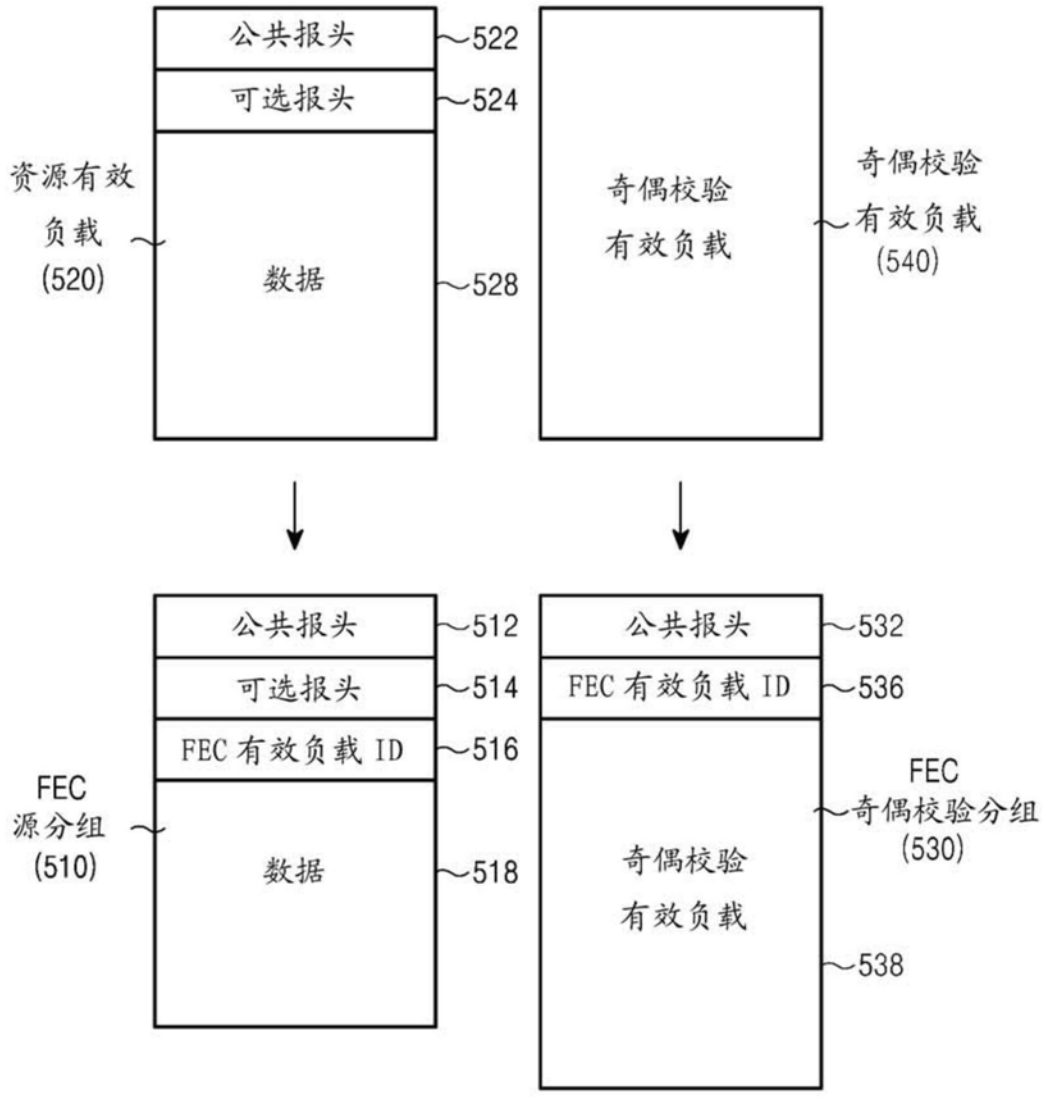

公共报头
522
可选报头
524
资源有效
负载
(520)
数据
528
奇偶校验
有效负载
奇偶校验
有效负载
(540)
公共报头
512
可选报头
514
FEC 有效负载 ID
516
FEC
源分组
(510)
数据
518
公共报头
532
FEC 有效负载 ID
536
FEC
奇偶校验分组
(530)
奇偶校验
有效负载
538

图5

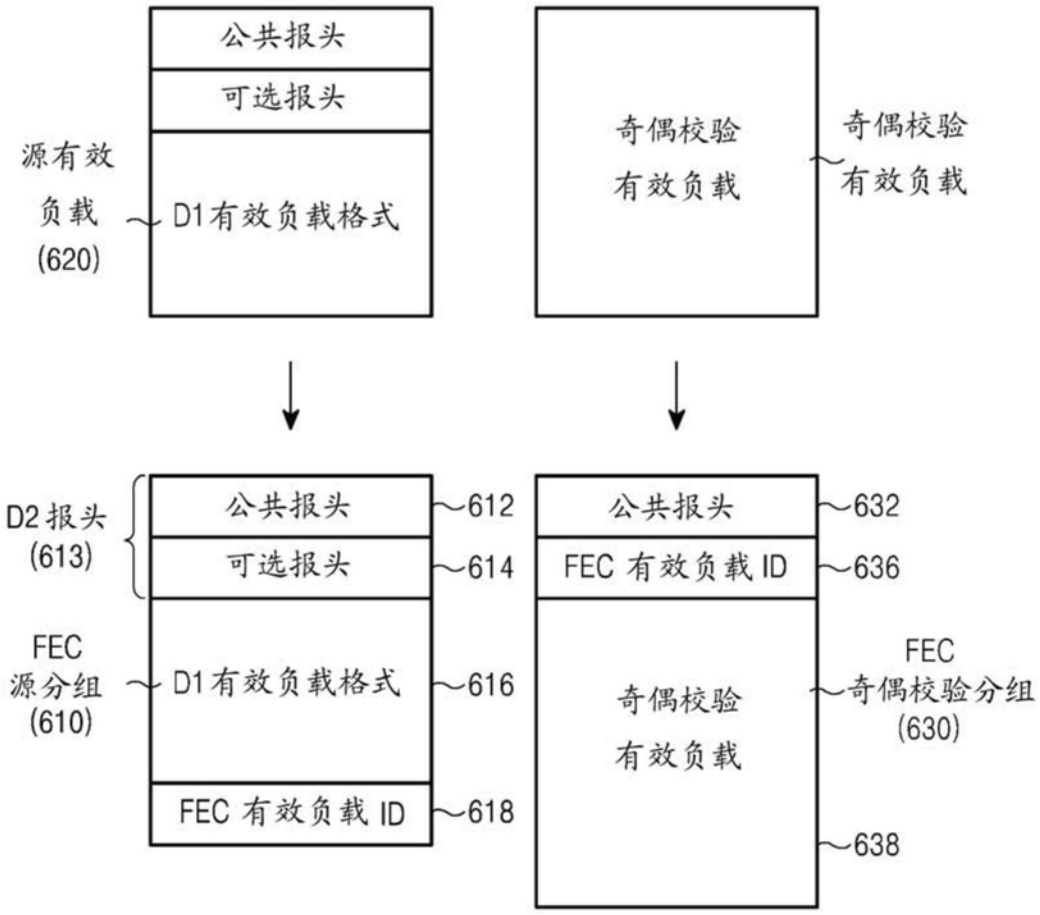

公共报头
可选报头
源有效
负载
(620)
D1有效负载格式
奇偶校验
有效负载
奇偶校验
有效负载
D2报头
(613)
公共报头
612
可选报头
614
FEC
源分组
(610)
D1有效负载格式
616
FEC 有效负载 ID
618
公共报头
632
FEC 有效负载 ID
636
奇偶校验
有效负载
FEC
奇偶校验分组
(630)
638

图6

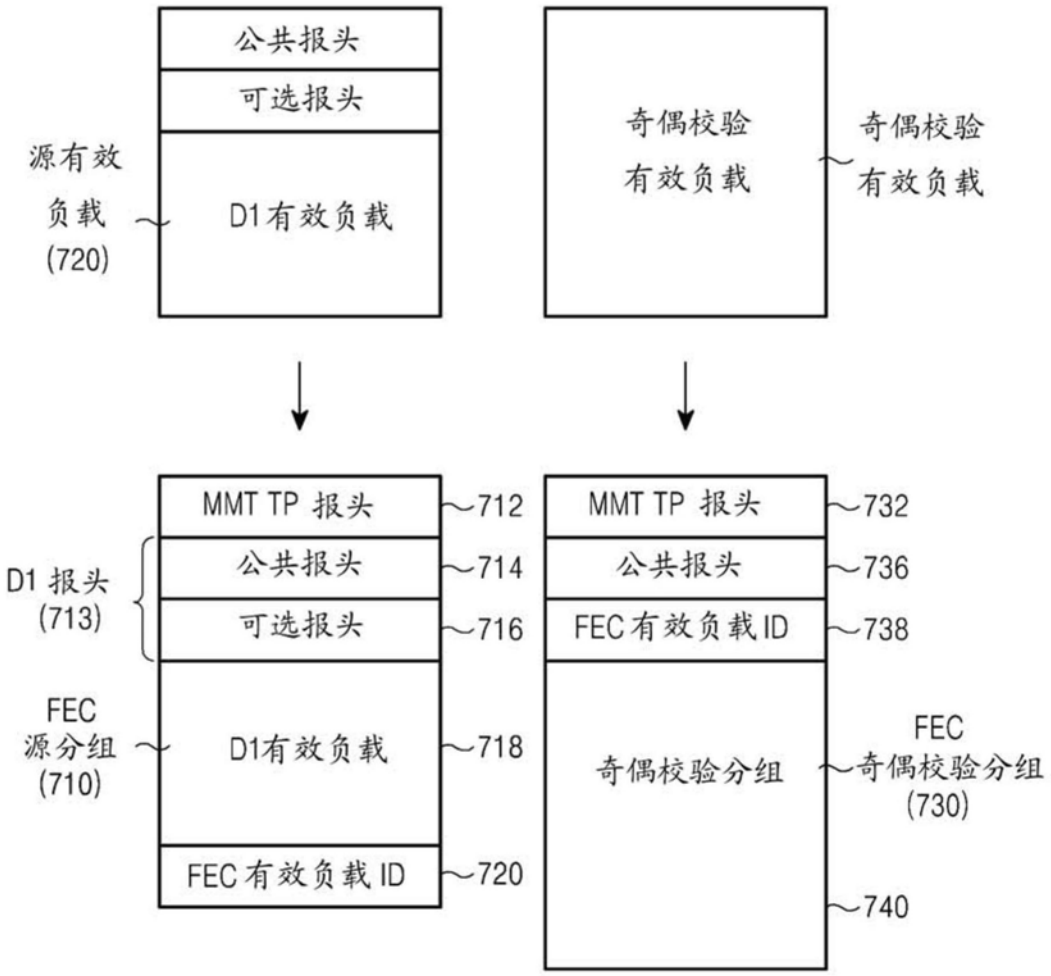

公共报头
可选报头
源有效
负载
(720)
D1有效负载
奇偶校验
有效负载
奇偶校验
有效负载
MMT TP 报头
712
公共报头
714
D1 报头
(713)
可选报头
716
FEC
源分组
(710)
D1有效负载
718
FEC 有效负载 ID
720
MMT TP 报头
732
公共报头
736
FEC 有效负载 ID
738
奇偶校验分组
FEC
奇偶校验分组
(730)
740

图7

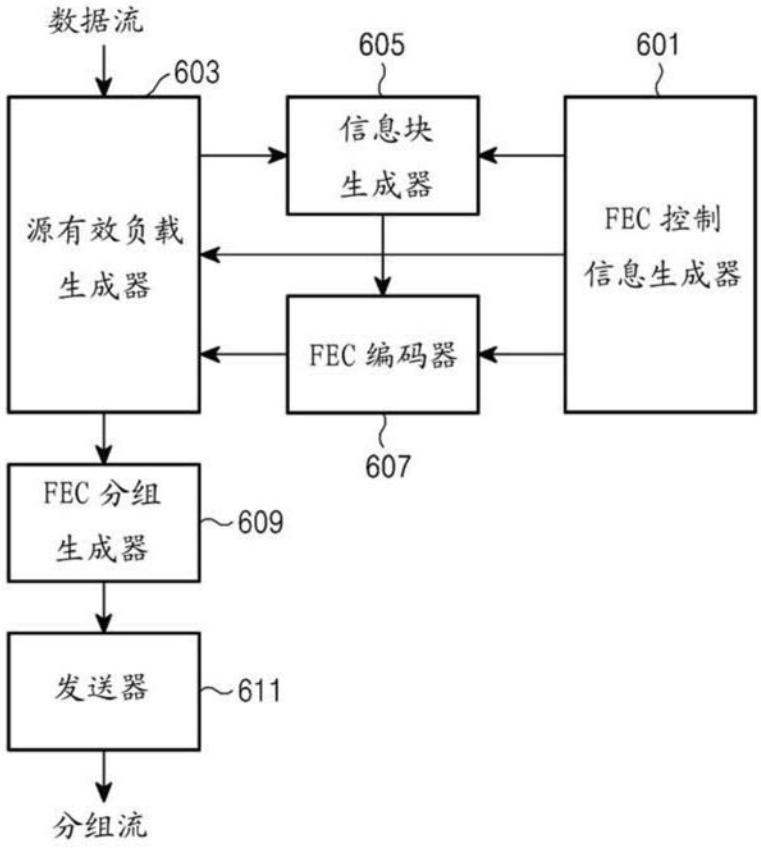

数据流
603
605
601
信息块
生成器
源有效负载
生成器
FEC 控制
信息生成器
FEC 编码器
607
FEC 分组
生成器
609
发送器
611
分组流

图8

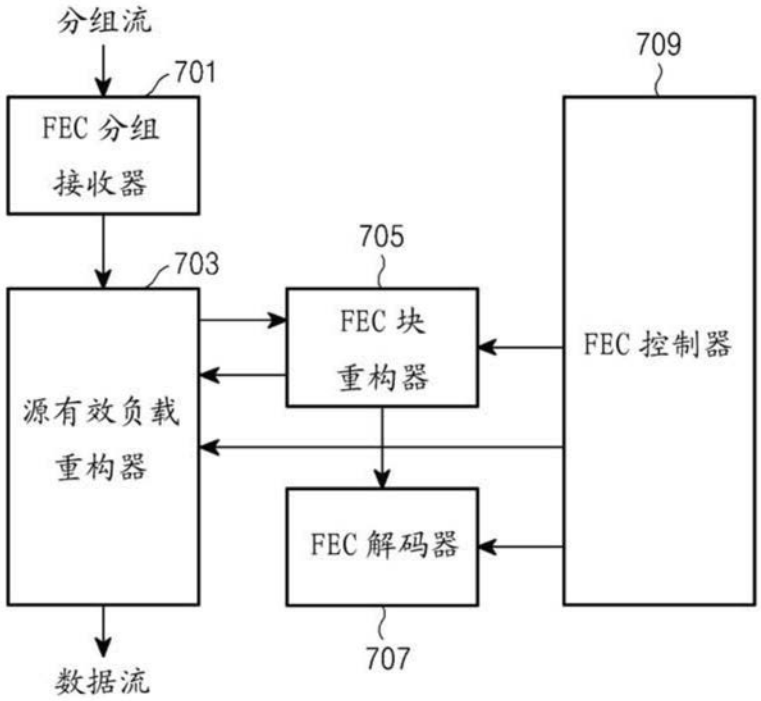

分组流
701
709
FEC 分组
接收器
705
703
FEC 块
重构器
FEC 控制器
源有效负载
重构器
FEC 解码器
707
数据流

图9

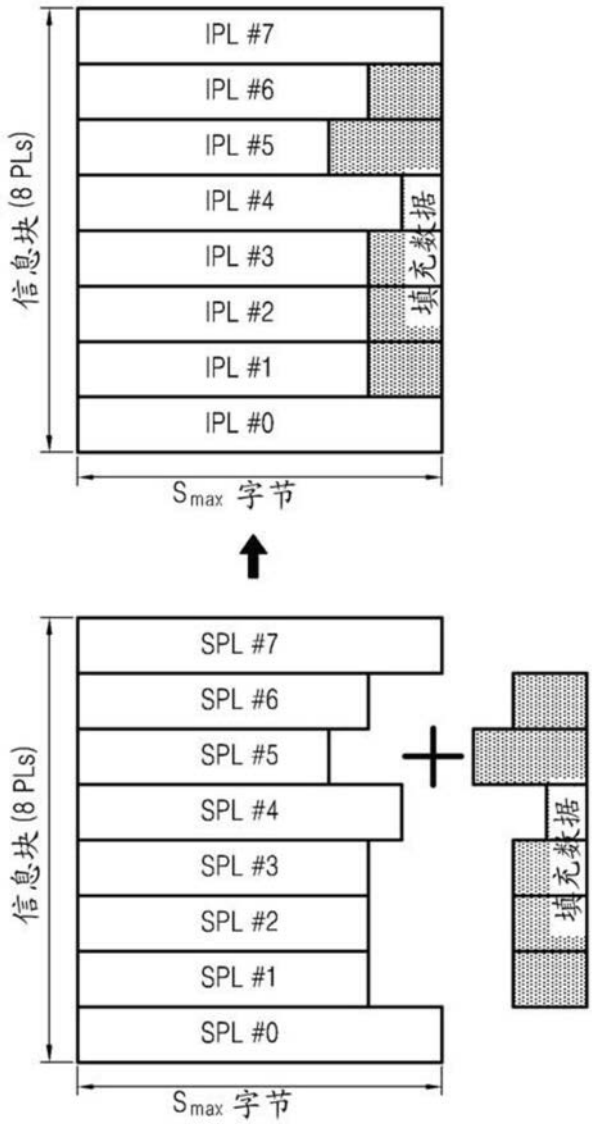

IPL #7
IPL #6
IPL #5
IPL #4
IPL #3
IPL #2
IPL #1
IPL #0
信息块(8 PLs)
填充数据
Smax 字节
SPL #7
SPL #6
SPL #5
SPL #4
SPL #3
SPL #2
SPL #1
SPL #0
信息块(8 PLs)
填充数据
Smax 字节

图10

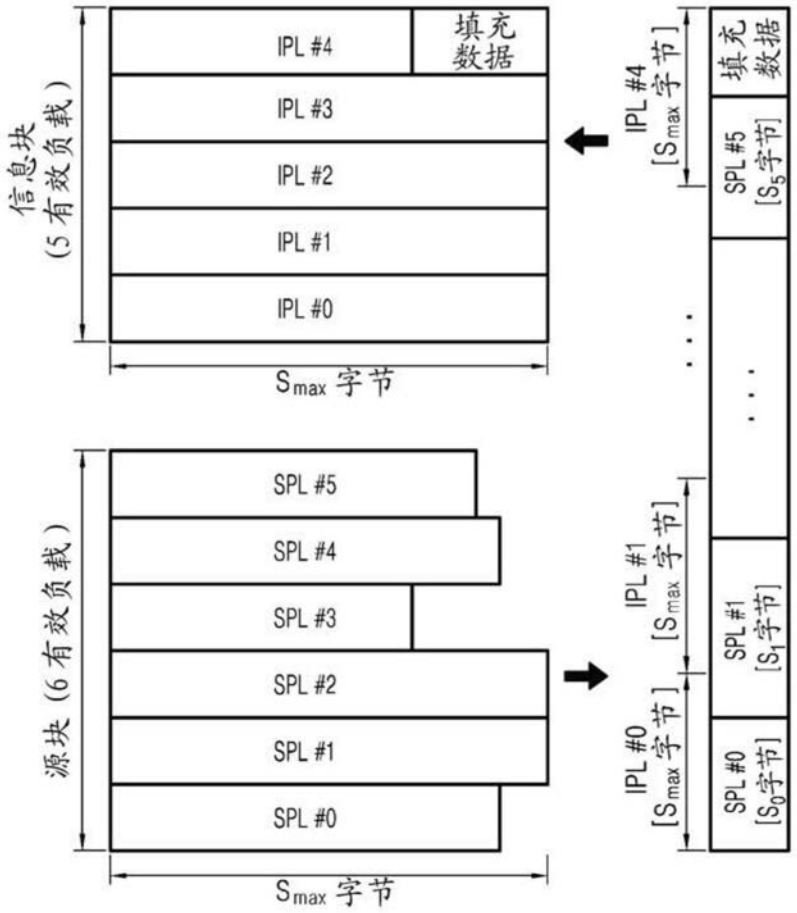

信息块
(5 有效负载)
IPL #4
填充数据
IPL #3
IPL #2
IPL #1
IPL #0
Smax 字节
源块 (6 有效负载)
SPL #5
SPL #4
SPL #3
SPL #2
SPL #1
SPL #0
Smax 字节
IPL #4 [Smax 字节]
IPL #1 [Smax 字节]
IPL #0 [Smax 字节]
填充数据
SPL #5 [S5字节]
SPL #1 [S1字节]
SPL #0 [S0字节]

图11

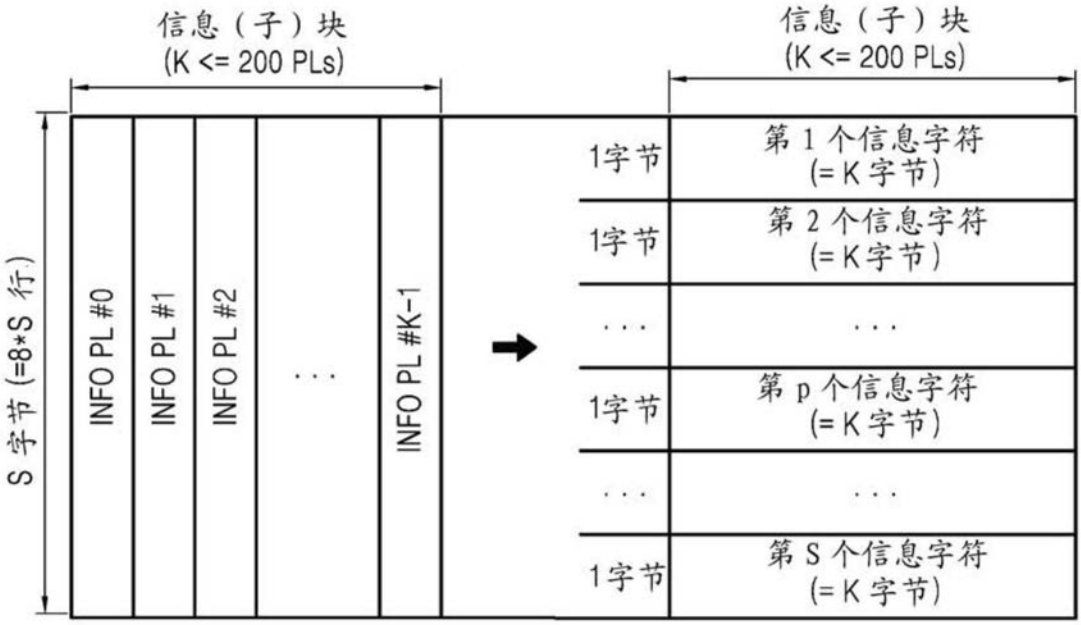

信息（子）块
(K <= 200 PLs)
S 字节 (=8*S 行)
INFO PL #0
INFO PL #1
INFO PL #2
INFO PL #K-1
信息（子）块
(K <= 200 PLs)
1字节
第 1 个信息字符
(=K 字节)
1字节
第 2 个信息字符
(=K 字节)
1字节
第 p 个信息字符
(=K 字节)
1字节
第 S 个信息字符
(=K 字节)

图12

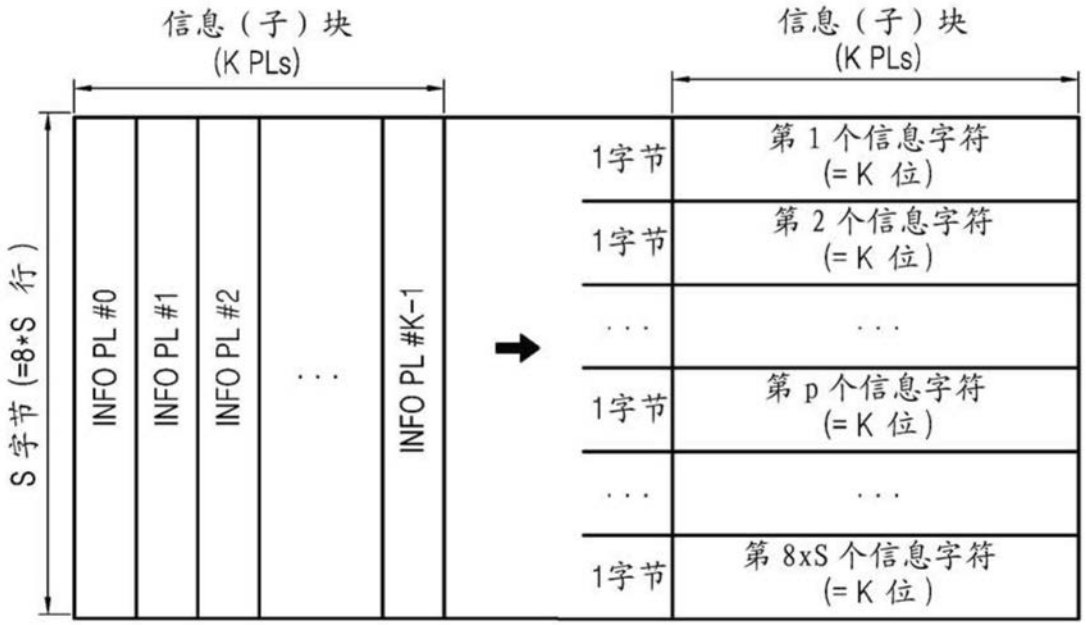

信息（子）块
(K PLs)
信息（子）块
(K PLs)
S 字节 (=8*S 行)
INFO PL #0
INFO PL #1
INFO PL #2
...
INFO PL #K-1
1字节
第 1 个信息字符
(= K 位)
1字节
第 2 个信息字符
(= K 位)
...
...
1字节
第 p 个信息字符
(= K 位)
...
...
1字节
第 8xS 个信息字符
(= K 位)

图13

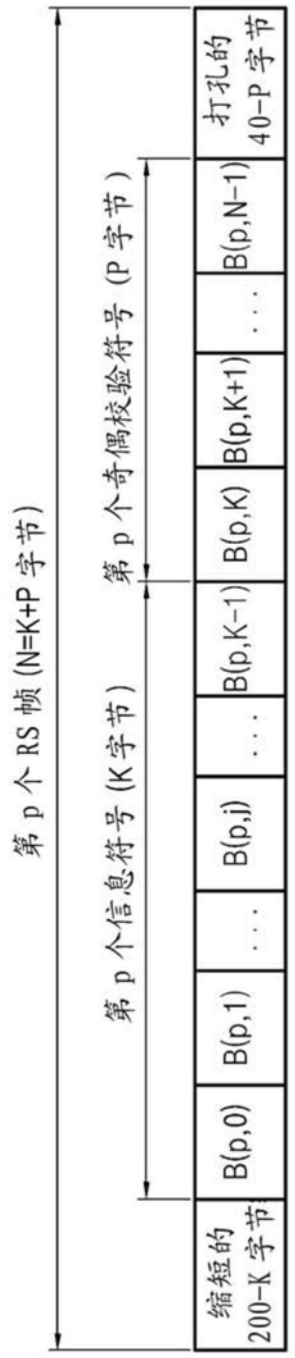

第 p 个 RS 帧 (N=K+P 字节)
第 p 个信息符号 (K 字节)
第 p 个奇偶校验符号 (P 字节)
缩短的 200-K 字节
B(p,0)
B(p,1)
. . .
B(p,j)
. . .
B(p,K-1)
B(p,K)
B(p,K+1)
. . .
B(p,N-1)
打孔的 40-P 字节

图14

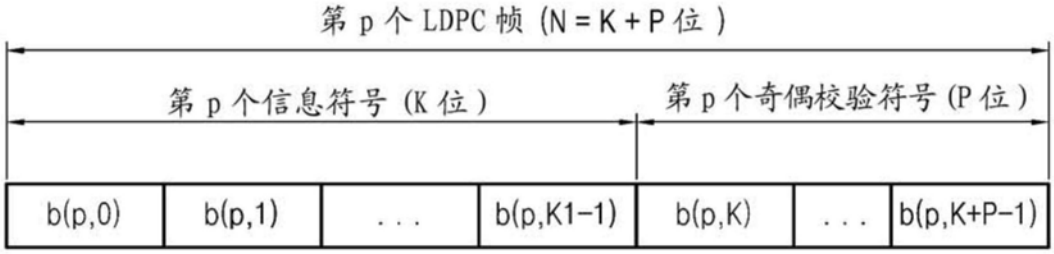

第 p 个 LDPC 帧 (N = K + P 位)
第 p 个信息符号 (K 位)
第 p 个奇偶校验符号 (P 位)
b(p,0)
b(p,1)
. . .
b(p,K1-1)
b(p,K)
. . .
b(p,K+P-1)

图15

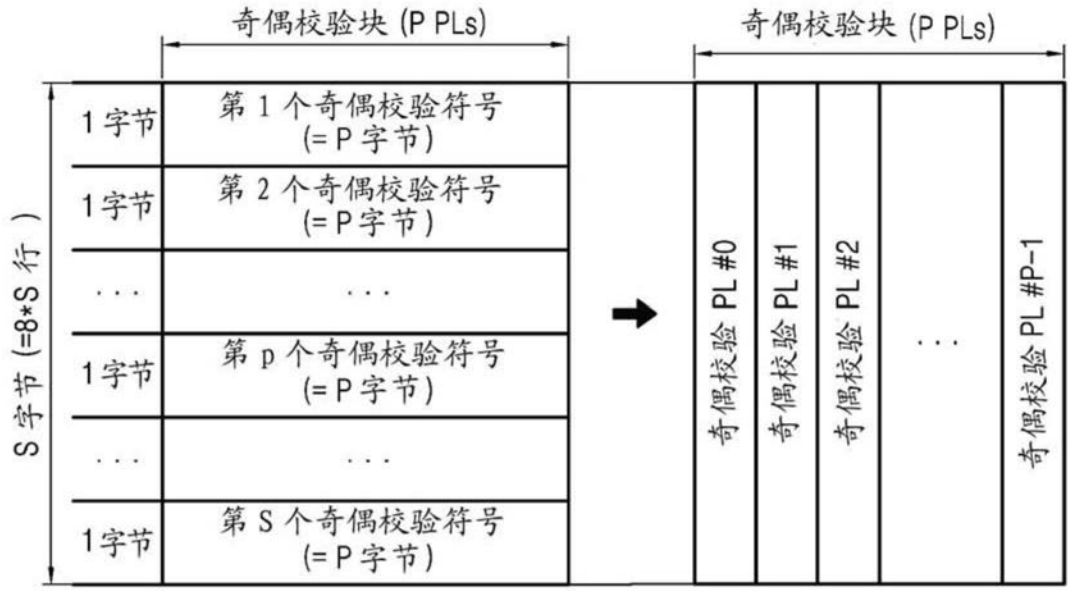

奇偶校验块 (P PLs)
奇偶校验块 (P PLs)
S 字节 (=8*S 行)
1 字节
第 1 个奇偶校验符号 (= P 字节)
1 字节
第 2 个奇偶校验符号 (= P 字节)
. . .
. . .
1 字节
第 p 个奇偶校验符号 (= P 字节)
. . .
. . .
1 字节
第 S 个奇偶校验符号 (= P 字节)
奇偶校验 PL #0
奇偶校验 PL #1
奇偶校验 PL #2
奇偶校验 PL #P-1

图16

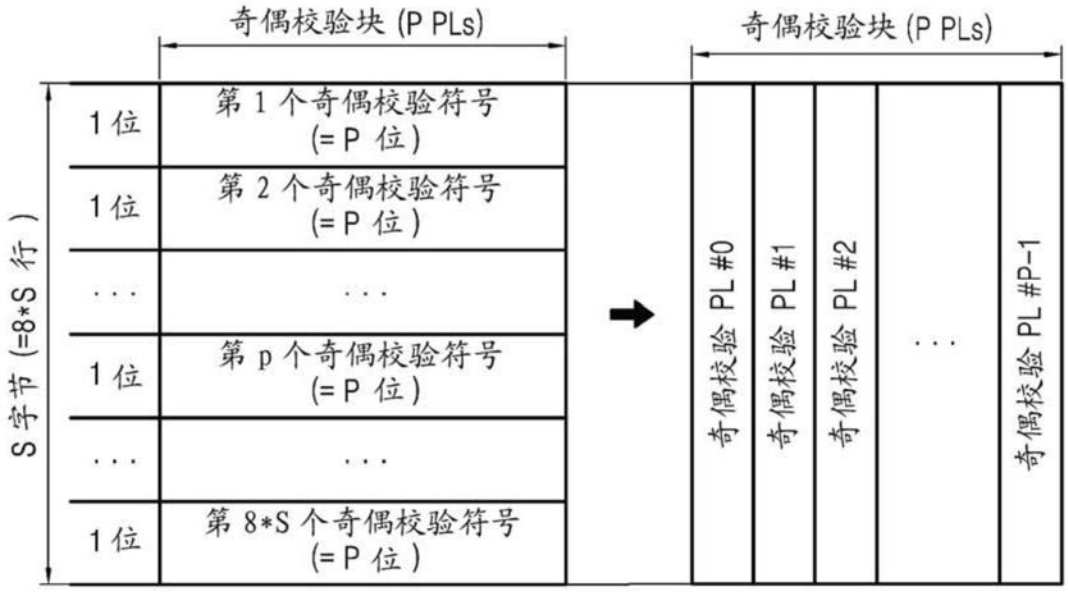


图17

$$H=\begin{bmatrix} H_I & H_P \end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix} & P & I & O & \cdots & O & O \\ & O & I & I & \cdots & O & O \\ & \vdots & O & I & \cdots & O & O \\ H_I & I & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & I & O \\ & O & O & O & \cdots & I & I \\ & P & O & O & \cdots & O & I \end{bmatrix}, \quad P=\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ 1 & 0 & 0 & & 0 \end{bmatrix}_{L\times L}$$

图18