

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01124017.2

[45] 授权公告日 2008 年 4 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100382519C

[22] 申请日 2001.8.6 [21] 申请号 01124017.2

[30] 优先权

[32] 2000.8.4 [33] US [31] 09/632,867

[73] 专利权人 因特隆公司

地址 美国佛罗里达州

[72] 发明人 劳伦斯 W·扬, III

布赖恩 E·马克沃尔特

斯坦利 J·科斯托夫, II

詹姆斯·菲利普·佩特拉

威廉 E·厄恩肖

[56] 参考文献

US5623512A 1997.4.22

US5914959A 1999.6.22

US5612975A 1997.3.18

审查员 孙玉芳

[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 方挺 余 滕

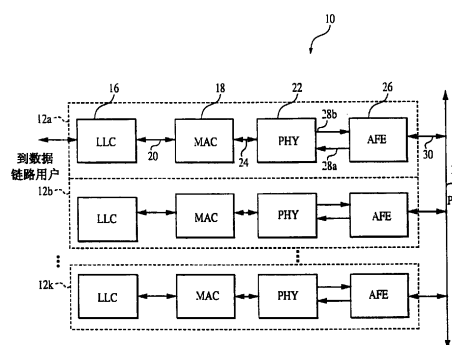
权利要求书 4 页 说明书 70 页 附图 48 页

[54] 发明名称

使多节点网络中唯一连接适配最高数据速率
的方法和协议

[57] 摘要

一种用于优化基于连续载波的发射机/接收机连接以达到最大数据率的速率自适应机制，该优化根据信道对该连接和方向的属性来进行。由信道适配过程根据信道特性 506 产生信道信息，并将其储存在发射机 12a 和接收机 12b 中作为带有相关信道映射索引 142 的发射机 (TX) 信道映射 346 中的信道映射。信道映射 346 带有相关信道映射索引 142 用于查找信道映射。用于调制帧 80 中的有效负荷 82 的信道映射的信道映射索引 142 通过发射 12a 传送到帧 80 中的接收机 12b，以便接收机 12b 能够选择正确的信道映射用于解调。



1. 一种站操作方法，所述站位于网络中，并与共享的信道连接，每个站具有发射机和接收机，该方法包括：

通过在多个发射机中的任一个和多个接收机中的任一个之间的多个不同的连接传输数据；

使用多个载波在发射机和接收机之间传输数据；

根据信道的每个载波对于特定对的发射机和接收机之间的连接的特性，使在特定对的发射机和接收机之间的连接适配以建立该信道每个载波的数据率，其中为用于至少一对的至少一些载波建立的数据率不同于为用于至少另一对的相同的载波建立的数据率。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述适配包括：

通过信道从发射机接收在帧中的信道估计请求；

根据帧确定用于连接的信道的特性，并从确定的信道特性产生信道信息；和

在响应于该发射机的信道估计中返回信道信息，以便发射机可以在向接收机的传输中将该信道信息用于连接。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，包括：

向接收机发送信道估计请求，以获取信道信息，用于改善与接收机后续通信的传送；和

从接收机接收信道估计响应中的信道信息。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述连接是已经存在的连接，并且其中在预定的暂停后重复适配处理。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述适配处理在帧传输恢复过程中发生。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述连接是已经存在的连接，并且其中所述适配处理响应于来自接收机的指示而重复。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其中所述指示由发射机解释为对根据从发射机向接收机传输中由接收机检测到的比特差错数目的变化执行适配处理的建议。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述数据率是最大数据率。

9. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述适配包括：

使接收机根据接收的帧确定用于所述连接的信道的特性，并根据所确定的信道特性生成信道信息；和

将所确定的信道信息提供给另一个站，以由该站在向用于连接的接收机传输时使用。

10. 一种操作网络的方法，包括：

通过在多个发射机中的任一个和多个接收机中的任一个之间的多个不同的连接传输数据；

使用多个载波在发射机和接收机之间传输数据，其中使用载波传输数据的方式对于不同对的发射机和接收机可以不同；

根据信道的特性，使连接于信道的特定对的发射机和接收机之间的载波使用方式适配，其中至少一些对的至少一些载波的使用方式与至少其他一些对的相同的载波的使用方式不同。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述适配包括：

使接收机根据接收的帧确定用于所述连接的信道的特性，并根据所确定的信道特性生成信道信息；和

将所确定的信道信息提供给另一个站，以由该站在选择向用于连接的接收机传输中的载波的使用方式时使用。

12. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中所述适配以载波为基础在载波上执行, 以便用于至少一些载波的适配不同于用于至少另外一些载波的适配。

13. 在站组成的网络中的站操作方法, 包括:

通过在多个发射机中的任一个和多个接收机中的任一个之间的多个不同的连接传输数据;

使用多个载波在发射机和接收机之间传输数据;

为在站中的发射机与另一站中的接收机之间的信道上的连接维护一信道映射, 该信道映射由接收机根据该信道对所述连接的特性提供, 并具有相关的信道映射索引;

使发射机使用该信道映射以编码和调制在帧中的帧数据, 以通过信道向接收机传输, 其中该信道映射为用于至少一对的至少一些载波提供的编码和调制不同于为用于至少另外的一对的相同的载波提供的编码和调制; 和

使发射机向接收机发送在帧中相关的信道映射索引, 以识别由发射机使用的信道映射。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中所述帧包括帧控制字段, 其可由所述网络中几乎所有的站观察到, 并且该帧控制字段包括相关的信道映射索引。

15. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中所述信道映射索引可以与另一接收机使用的相同。

16. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中所述信道是电源线。

17. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中所述使用包括将所述帧调制成 OFDM 码元。

18. 根据权利要求 13 所述的方法，其中所述适配包括：

使接收机根据接收的帧确定用于所述连接的信道的特性，并根据所确定的信道特性生成信道信息；和

将所确定的信道信息提供给另一个站，以由该站在选择向用于连接的接收机传输中的载波的使用方式时使用。

使多节点网络中唯一连接适配 最高数据速率的方法和协议

技术领域

本发明涉及 CSMA 网络中的媒体接入控制（MAC）协议。

背景技术

在以前的传输系统中，可以将有效传输信道带宽划分为许多离散载波。例如，多载波数据传输系统包括正交频分复用（OFDM）数据传输系统，在正交频分复用（OFDM）数据传输系统中，各载波互相重叠并正交，诸如利用 OFDM 和采用离散多频音调制的数字用户线（DSL）系统、基于 IEEE 802.11a 标准的无线系统。在诸如这些载波系统的多载波系统中进行数据传输包括许多有效载波频率。

在多节点、多载波系统中，例如，在执行 IEEE 802.11a 标准的各系统中，可以使各节点到节点的连接适应特定数据速率；然而，各单独载波的所有数据速率相同。通过发送节点利用帧信头，可以提供用于对帧主体进行调制并由接收节点施加到帧主体以进行解调的信道适配信息或信道信息，通常，以最低数据速率发送帧信头。尽管对于少量的信道信息，这种传输信道信息的机制足够，但是对于具有更复杂信道信息要求的系统，它的效率就变得低下。

在诸如 DSL 的点到点、多载波系统中，根据信道特性，可以将载波配置为不同的位速率。在诸如 DSL 的点到点应用中，因为各 DSL 收发信机仅与一个其他 DSL 收发信机通信，无需通过传输提供信道信息。

发明内容

根据本发明的一个方面，提供一种站操作方法，所述站位于网络中，并与共享的信道连接，每个站具有发射机和接收机，该方法包括：通过在多个发射机中的任一个和多个接收机中的任一个之间的多个不同的连接传输数据；使用多个载波在发射机和接收机之间传输数据；根据信道的每个载波对于特定对的发射机和接收机之间的连接的特性，使在特定对的发射机和接收机之间的连接适配以建立该信道每个载波的数据率，其中为用于至少一对的至少一些载波建立的数据率不同于为用于至少另一对的相同的载波建立的数据率。

本发明实施例可以包括一个或多个如下特征。适应过程可以包括：以帧的形式通过信道从发射机接收信道估计请求的过程，根据此帧对连接确定信道特性的过程，以及根据确定的信道特性产生信道信息，并以信道估计响应的形式将信道信息返回发射机的过程，这样对于此连接在传输到接收机的过程中，发射机就可以使用此信道信息。

适配过程可以包括：将信道估计请求送到接收机以获得信道信息从而改善传送与接收机的后续通信的过程，以及以信道估计响应的形式由接收机接收信道信息的过程。

在帧传送恢复期间，可以进行适配过程。如果该连接为现有连接，则在超过预定时间之后，或者换一种方法，根据接收机的指示，重复适配过程。发射机可以将此指示解释为对由于在接收机检测到的、从发射机传送到接收机的过程中产生的误码数发生变化而执行适配过程的建议。

数据率可以是最高数据率。

适配包括使接收机根据接收的帧确定用于所述连接的信道的特性，并根据所确定的信道特性生成信道信息；和将所确定的信道信息提供给另一个站，以由该站在向用于连接的接收机传输时使用。

根据本发明的另一个方面，提供一种操作网络的方法，包括：通过多个发射机中的任一个和多个接收机中的任一个之间的多个不同的连接传输数据；使用多个载波在发射机和接收机之间传输数据，其中使用载波传输数据的方式对于不同对的发射机和接收机可以不同；根据信道的特性，使连接于信道的特定对的发射机和接收机之间的载波使用方式适配，其中至少一些对的至少一些载波的使用方式与至少其他一些对的相同的载波的使用方式不同。

适配包括使接收机根据接收的帧确定用于所述连接的信道的特性，并根据所确定的信道特性生成信道信息；和将所确定的信道信息提供给另一个站，以由该站在选择向用于连接的接收机传输中的载波的使用方式时使用。

适配以载波为基础在载波上执行，以便用于至少一些载波的适配不同于用于至少另外一些载波的适配。

根据本发明的再一个方面，提供一种在站组成的网络中的站操作方法，包括：通过多个发射机中的任一个和多个接收机中的任一个之间的多个不同的连接传输数据；使用多个载波在发射机和接收机之间传输数据；为在站中的发射机与另一站中的接收机之间的信道上的连接维护一信道映射，该信道映射由接收机根据该信道对所述连接的特性提供，并具有相关的信道映射索引；使发射机使用该信道映射以编码和调制在帧中的帧数据，以通过信道向接收机传输，其中该信道映射为用于至少一对的至少一些载波提供的编码和调制不同于为用于至少另外一对的相同的载波提供的编码和调制；和使发射机向接收机发送在帧中相关的信道映射索引，以识别由发射机使用的信道映射。

根据本发明的实施例可以包括一个或多个如下特征。帧可以包括

帧控制字段，帧控制字段大致可以被站的网络内的所有站所观察，并且帧控制字段可以包括相关信道映射索引。

信道映射索引可以与另一个接收机使用的信道映射索引相同。

信道可以是电源线。

利用信道映射对通过信道传输的帧进行调制的过程可包括将帧调制为 OFDM 码元。

适配包括使接收机根据接收的帧确定用于所述连接的信道的特性，并根据所确定的信道特性生成信道信息；和将所确定的信道信息提供给另一个站，以由该站在选择向用于连接的接收机传输中的载波的使用方式时使用。

以下是属于本发明的优势。尽管以低数据速率并以保证该数据能被所有站侦听到的形式传送帧控制数据，但是通过利用信道适配可以对各发射机/接收机对进行最佳帧有效负载传输。根据该连接和方向的信道分配，信道适配使得各发射机/接收机连接对最高数据率的逐载波最优化。将信道适配过程产生的信道信息存储到发射机和接收机作为与接收机指定的信道映射索引有关的信道映射。发射机将用于对帧有效负载进行编码和调制的信道映射的信道映射索引以帧的帧控制数据传送到接收机，这样接收机就可以检索正确的信道映射以进行解调。尽管接收机使用特定信道映射索引不能多于一次（即信道映射索引对该接收机必须是唯一的），但是多个接收机可以使用相同的信道映射索引。

根据以下的详细说明和权利要求，本发明的其他特征和优势将变得更加明显。

附图说明

图 1 示出与传输信道相连的网路站网络的方框图，网络中的各站包括媒体接入控制（MAC）单元和物理层（PHY）设备；

图 2 示出 PHY 设备（如图 1 所示）的详细方框图；

图 3 示出 OFDM 帧格式的示意图，它包括开始分隔符、随后的有效负载以及结束分隔符；

图 4 示出响应帧分隔符格式的示意图；

图 5A 示出开始分隔符（如图 3 所示）中的帧控制字段格式的示意图；

图 5B 示出结束分隔符（如图 3 所示）中的帧控制字段格式的示意图；

图 6 示出响应分隔符（如图 4 所示）中的帧控制字段格式的示意图；

图 7 示出图 3 所示的帧有效负载内的段控制字段格式的示意图；

图 8 示出图 3 所示的帧有效负载内的帧主体格式的示意图；

图 9 示出图 8 所示的帧主体内的“MAC 管理信息”字段格式的示意图；

图 10 示出图 9 所示的“MAC 管理信息”字段内的 MCTRL 字段格式的示意图；

图 11 示出图 9 所示的“MAC 管理信息”字段内的 MEHDR 字段格式的示意图；

图 12A 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标识为“信道估计”请求类型的“MAC 管理信息”字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 12B 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标识为信道估计响应类型的“MAC 管理信息”字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 13A 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标识为连接信息请求类型的“MAC 管理信息”字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 13B 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标识为连接信息响应类型的“MAC 管理信息”字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 14 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标识为设置本机参数类型的“MAC 管理信息”字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 15 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标识为更换网桥地址类型的“MAC 管理信息”字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 16 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标记为设置网络加密密钥类型的“MAC 管理信息”字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 17 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标记为利用响应的多点传播（MWR）类型的“MAC 管理信息”字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 18 示出其中 MEHDR 字段将数据项类型标记为“并置”类型的 MAC 管理信息字段内的 MMENTRY 数据项字段格式的示意图；

图 19A 和图 19B 示出采用优先权的争用方式访问（图 19A）和采用优先权的无争用方式访问（图 19B）的数据帧传输过程的示意图；

图 19C 和图 19D 示出采用优先权的争用方式访问（图 19C）和采用优先权的无争用方式访问（图 19D）的响应帧传输过程的示意图；

图 20 示出根据待发送帧的到达时间发送优先权与争用分辨时隙信令的示意图；

图 21 示出 MAC 单元（如图 1 所示）的方框图，MAC 单元包括具有发送（TX）处理器和接收（RX）处理器的状态机；

图 22 示出图 21 所示的 TX 处理器的方框图；

图 23 示出图 22 所示的 TX 处理器所完成的帧发送过程的流程图；

图 24 示出图 23 所示的帧发送过程完成的响应分解过程的流程图；

图 25 示出图 23 所示的帧发送过程完成的访问争用过程的流程图

图；

图 26 示出图 21 所示的 RX 处理器的方框图；

图 27 示出图 26 所示的 RX 处理器完成的帧接收过程的流程图；

图 28 分别示出说明图 23 和图 27 所示的帧发送过程和帧接收过程各方面的状态图；

图 29 图解说明被划分为分别由唯一加密密钥定义的各逻辑网络的网络；

图 30 示出添加新站作为逻辑网络的一个成员（并使用例如图 29 所示的逻辑网络之一）的过程的流程图；

图 31 更详细地示出（图 29 所示的一个逻辑网络的）逻辑网络成员站的示意图，各成员站保持该逻辑网的网络密钥与选择对。

图 32 示出包括两个通过网桥连接到不可靠站子网的可靠站子网的扩展网络的方框图，不可靠子网内的各站和网桥可以支持网桥代理机制；

图 33 示出在为了使当不可靠子网的站接入这些站时它们所连接到的可靠子网内分别作为站网桥代理的各网桥，而配置的图 32 所示的扩展网络的方框图；

图 34 示出网桥代理发送过程的流程图；

图 35 示出网桥代理发送过程的多点传播处理部分的流程图；

图 36 示出网桥代理接收过程的流程图；

图 37 示出其中一个站作为主控站而其它站作为附属站从而支持无争用间隔过程的站网络；

图 38 示出无争用间隔过程期间的时分图；

图 39A 示出设置连接 MAC 管理数据项的格式；

图 39B 示出使用连接 MAC 管理数据项的格式；

图 40 示出具有响应的转发帧的转发帧结构的示意图；

图 41 示出没有响应的转发帧的转发帧结构的示意图；

图 42 示出用于包括不使用结束分隔符的帧的帧转发过程的另一种开始分隔符帧控制字段格式的示意图；

图 43 示出对仅在帧转发帧之后使用图 42 所示的用于带响应的转

发帧的开始分隔符帧控制字段的转发帧结构的示意图；

图 44 示出对利用响应和第一帧之后发生的 NACK 或 FAIL 转发的帧使用图 42 所示的开始分隔符帧控制字段的转发帧结构的示意图；

图 45 示出对未利用响应转发的帧使用图 42 所示的开始分隔符帧控制字段的转发帧结构的示意图；

图 46 示出具有在帧转发方法中用于规定第二帧长度的帧长度字段的另一个结束分隔符帧控制字段格式的示意图。

具体实施方式

参考图 1，如图所示，网络 10 包括与传输媒体或信道 14，例如电源线（PL）相连的网络站 12a、12b、...12k。在至少两个网络站 12 之间通过传输媒体 14 进行通信期间，例如，第一网络站 12a 作为发送网络站（发射机），至少一个第二网络站（例如 12b）作为接收网络站（接收机）。各网络站 12 分别包括逻辑链路控制（LLC）单元 16，用于连接到数据链路用户（例如诸如计算机主机的终端设备）、电缆调制解调器或其它设备（未示出）。网络站 12 进一步包括：媒体接入控制（MAC）单元 18，通过数据接口 20 与 LLC 单元 16 相连；物理层（PHY）单元 22，通过 MAC 到 PHY I/O 总线 24 与 MAC 单元 18 相连；以及模拟前端（AFE）单元 26。AFE 单元 26 通过分开的 AFE 输入线 28a 和输出线 28b 连接到 PHY 单元 22，并通过 AFE 到 PL 接口 30 连接到传输媒体 14。各站 12 即硬件、软件以及固件的组合，其它站可以将它看作网络上的单个可寻址功能单元。

通常，LLC 单元、MAC 单元以及 PHY 单元符合开放系统互联（OSI）模型。更具体地说，LLC 单元和 MAC 单元符合与 OSI 模型的数据链路层一致，PHY 层单元与 OSI 模型的物理层一致。MAC 单元 18 进行数据封装/数据去封装，并对发送（TX）功能和接收（RX）功能进行媒体接入管理。MAC 单元 18 优选采用防冲突媒体接入控制方法，如 IEEE 802.11 标准所述的防冲突载波侦听多址访问（CSMA/CA），但是也可以使用其它防冲突的适当 MAC 协议或 MAC

协议。例如，可以采用时分复用（TDMA）方法。MAC 单元 18 还对自动请求重发（ARQ）协议提供支持。PHY 单元 22 进行发送编码和接收解码，连同其它功能一道，以下将对它们作更详细说明。AFE 单元 26 可以连接到传输媒体 14。可以以任何方式实现 AFE 单元 26，因此在此不再进一步对它进行说明。

在站之间交换的通信单元为帧或分组形式。在此使用的术语“帧”和“分组”均指 PHY 层协议数据单元（PDU）。帧可以包括与分隔符结合的数据（即有效负载）或分隔符本身，以下将对此进行说明。分隔符是信头与帧控制信息的组合。从 MAC 单元 18 接收数据和帧控制信息，而由 PHY 单元 22 对它们各不相同地进行处理，以下将参考图 2 进行说明。以下将参考图 3 至图 6 进一步详细说明帧结构和分隔符结构。

参考图 2，PHY 单元 22 对单个站实现 TX 功能和 RX 功能。为了支持 TX 功能，PHY 单元 22 包括：扰码器 32、数据 FEC 编码器 34（用于对从 MAC 单元 18 接收的数据进行编码）、调制器 36、帧控制 FEC 编码器 38（用于编码帧控制信息）、同步信号发生器 40（用于定义报头信号以进行自动增益控制和同步）以及 IFFT 单元 42。为了方便起见，省去传统的后 IFFT 设备。后 IFFT 设备可以包括，例如具有进行升余弦开窗口的循环前置块和峰值限制器以及输出缓冲。此外还包括 TX 配置单元 52。为了支持 RX 功能，PHY 单元 22 包括自动增益控制（AGC）单元 54、FFT 单元 58、信道估计单元 60、同步单元 62、帧控制 FEC 解码器 64、解调器 66、数据 FEC 解码器 68、解扰码器 70 以及 RX 配置单元 72。包括在 PHY 单元 22 内并被发送功能和接收功能共享的是 MAC 接口 74、PHY 控制器 76 以及信道映射存储器 78。信道映射存储器 78 包括 TX 信道映射存储器 78a 和 RX 信道映射存储器 78b。

在数据发送过程中，PHY 到 MAC 接口（MAC 接口）74 通过 PHY

到 MAC 总线 24 接收数据和控制信息。MAC 接口将数据送到扰码器 32, 这样就可以保证出现在数据 FEC 编码器 34 输入端的数据的码型大致随机。数据 FEC 编码器 34 以前向纠错码的形式对扰码数据模式进行编码, 之后交织编码的数据。对于此用途可以使用任何前向纠错码, 例如: RS 码, 或 RS 码和卷积码。调制器 36 从帧控制 FEC 编码器 38 读取 FEC 编码数据和 FEC 编码控制信息, 并利用传统 OFDM 调制技术以 OFDM 码元形式将编码数据和控制信息调制到载波。这些调制技术可以相同也可以不同。调制方式或类型可以是具有 $1/2$ 编码速率的二进制相移键控 (“ $1/2$ BPSK”)、具有 $1/2$ 编码速率的四相相移键控 (“ $1/2$ QPSK”)、具有 $3/4$ 编码速率的 QPSK (“ $3/4$ QPSK”) 等等。IFFT 单元 42 从调制器 36、帧控制 FEC 编码器 38 以及同步信号发生器 40 接收输入, 并将处理数据送到后 IFFT 功能单元(未示出), IFFT 功能单元对帧的内容进一步进行处理, 然后将它发送到 AFE 单元 26 (如图 1 所示)。

TX 配置单元 52 从 PHY 到 MAC I/F 74 接收控制信息。此控制信息包括关于 MAC 接口 74 发送数据所通过的信道的信息。TX 配置单元 52 利用此信息从 TX 信道映射存储器 78a 选择正确信道(或声频)映射。选择的信道映射对所有载波(或换句话说, 对各载波)和用于传输数据的载波组规定传输方式和调制类型(包括有关编码速率), 从而规定与数据传输有关的 OFDM 码元块的大小(固定的和可变的)。OFDM 码元块包括多个码元并与帧或部分帧对应。TX 配置单元 52 根据信道映射数据产生 TX 配置信息。TX 配置信息包括载波组或各载波的传输方式、调制类型(包括有关 FEC 编码速率)、码元数和各码元的位数。TX 配置单元 52 将 TX 配置信息送到 PHY 控制器 76, PHY 单元 76 利用此信息控制 FEC 编码器 34 的配置过程。除配置控制信号之外, 控制器 76 还将其它传统控制信号送到数据 FEC 编码器 34 以及扰码器 32、调制器 36、帧控制 FEC 编码器 38、同步信号发生器 40 以及 IFFT 单元 42。

帧控制 FEC 编码器 38 通过 PHY 到 MAC 接口单元 74 从 MAC 接收将包括在分隔符内的帧控制信息，如分隔符类型（例如：开始分隔符（帧开始或“SOF”）、结束分隔符（帧结束或“EOF”）以及适于类型的其它信息）。例如，如果分隔符为开始分隔符，则提供用于传送传输方式和其它信息的信道映射索引，以及帧内的 OFDM 码元数（待发送的）供接收站 12b 使用。

在数据接收过程中，PHY 单元 22 通过 AGC 单元 54 从 AFE 单元 26 接收发送网络节点 12a 通过信道发送到接收网络节点 12b 的 OFDM 帧。FFT 单元 58 对 AGC 单元 54 的输出进行处理。将 FFT 单元 58 的输出送到信道估计单元 60、同步单元 62、帧控制 FEC 解码器 64 以及解调器 66。更具体地说，将被处理的接收数据的相位和振幅送到信道估计单元 60，信道估计单元 60 产生新信道映射，可以通过信道将新信道映射发送到发送网络节点 12a。然后，在相同传输方向（即当站 12a 将分组信息发送到站 12b 时，站 12b 接收站 12a 发送的分组信息）之后互相通信的两个站使用信道映射。RX 配置单元 72 从帧控制 FEC 解码器 64 接收信道映射索引和 OFDM 码元数，从 RX 信道映射 78b 对帧控制 FEC 解码器 64 提供的信道映射索引规定的信道映射进行检索，并将 RX 配置信息（根据信道映射参数获得的）送到控制器 76。RX 配置信息用于配置数据 FEC 解码器 68，并且 RX 配置分组包括块大小以及对帧进行解码所需的其它信息。同步单元 62 将帧开始信号送到控制器 76。根据这些输入，控制器 76 将配置信号和控制信号送到数据 FEC 解码器和解调器 66。例如，控制器 76 将与接收数据有关的调制类型传送到解调器 66。

解调器 66 对从 FFT 单元 58 接收的处理数据内的 OFDM 码元进行解调，并将各码元的各载波内的数据的相角转换为公制数值，数据 FEC 解码器利用此公制数值进行解码。数据 FEC 解码器 68 对从数据 FEC 解码器 34（发送节点的）传输到数据 FEC 解码器 68 的过程中产生的误码进行纠错，并将解码数据转发到解扰码器 70，解扰码器 70

完成与扰码器 32 所完成的操作相反的操作。然后，将解扰码器 70 的输出送到 MAC 接口单元 74 以传送到 MAC 单元 18。

帧控制 FEC 解码器 64 从 FFT 58 接收编码帧控制信息，并从控制器 76 接收控制信号。帧控制 FEC 解码器 64 利用这些输入对帧分隔符内的帧控制信息进行解码和解调。一旦完成了解码和解调，将帧控制信息传送到 MAC 接口单元 74 以传送到 MAC 单元 18。MAC 单元 18 根据此信息确定分隔符是否表示帧开始。如果表示帧开始，则 RX 配置单元从 MAC 单元 18 接收帧控制信息（信道映射索引和长度）以指出需要进一步进行解码，RX 配置单元利用此帧控制信息指示控制器对接收机单元进行配置以进一步进行解码。

为了简明扼要地说明问题，在此省略说明 PHY 单元的发射机/接收机功能单元的大量其它细节（因为它们为本技术领域内的技术人员所熟知而且与本发明无关）。

参考图 3，图 3 示出待由发送网络站 12a 通过传输媒体 14 发送的数据传输帧 80 的格式。数据传输帧 80 包括有效负载 82、有效负载携带从 MAC 单元 18 接收的数据。此数据包括头部 84、主体 86 以及帧校验序列（FCS）88。根据 Lawrence W. Yonge III 等人提交的标题为“Forward Error Correction With Channel Estimation”的第 09/455,186 号美国共同未决专利申请、Lawrence W. Yonge III 等人提交的标题为“Enhanced Channel Estimation”的第 09/455,110 号美国未决专利申请以及 Lawrence W. Yonge III 等人提交的标题为“Robust Transmission Mode”的第 09/377,131 号美国未决专利申请公开的技术，图 2 所示的功能单元优先发送并接收有效负载 82，这里一并引用这些专利申请供参考，但是也可以使用其它技术。上述第 09/377,131 号美国未决专利申请（“Robust Transmission Mode”）描述了一种标准方式和一种降低数据速率的鲁棒方式（以下简称为“ROBO 方式”），ROBO 方式提供扩大分集（时间和频率）和数据冗余以提高网络站在不利条件下

运行的能力。

继续参考图 3，帧 80 进一步包括一个或两个通常多被称为分隔符信息的分隔符 90。分隔符信息 90 包括位于有效负载 82 之前的分隔符，即开始（或 SOF）分隔符 92。除了开始分隔符 92 之外，分隔符信息 90 优选包括紧跟有效负载 82 的分隔符，即结束（EOF）分隔符 94。开始分隔符 92 包括第一报头 96 和第一帧控制字段 98。结束分隔符 94 包括第二报头 100 以及第二帧控制字段 102。报头 96、100 均为用于进行或实现自动增益控制、时间同步和频率同步以及物理载波侦听的多码元字段。报头 96、100 可以具有相同长度也可以具有不同长度。EFG 104 将结束分隔符 94 和有效负载 82 分离。可以选择帧 80 内的 EFG 104 的内容。

继续参考图 3，头部 84 包括段控制字段 106、目的地址（DA）108 以及源地址（SA）110。SA 字段和 DA 字段（分别为 6 字节）均与 IEEE 标准 802.3 描述的响应字段相同。各地址分别为 IEEE 48 位 MAC 地址格式。

主体 86 包括帧主体 112 和填充字段 114。字段 108、110 以及 112 共同代表部分或整个 MAC 业务数据单元（MSDU）116。MSDU 指对 MAC 层分配任务以与 MAC 层提供的 MAC 管理信息一起由更高的 OSI 层（MAC 层对这些 OSI 层提供服务）传输的信息。需要对帧的最后段进行填充以保证该段填成完整的 OFDM 块。因此，填充字段 114 在段的末端在段数据位与 FCS 88 之间设置 0。FCS 88 为根据以段控制字段 106 的第一位开始到填充字段 114 的最后一位的所有字段的内容计算的 16 位 CRC。另一方面，填充字段 114 可以位于 FCS 88 之后，在这种情况下，在 FCS 的计算过程中，不使用填充字段 114。

有效负载 82 具有最大时间长度（用于等待时间研究）和由长度和信道状况确定的变量字节容量。因此，有效负载 82 有容量包含整

个 MSDU 或仅包含部分 MSDU。“长”帧包括分隔符 92、94 以及有效负载 82。以明码通信报文的形式（即未加密形式）发送头部 84 和 FCS 88，但是作为一种选择，可以对部分主体 86 进行加密。将有效负载字段送到 PHY 单元 22，最高有效字节第一、最高有效位（MSB）第一（第 7 位为字节的 MSB）。具有开始分隔符、有效负载以及结束分隔符的长帧用于以单点传播或多点传播的方式传输 MSDU 信息。

尽管图 3 示出封装数据传输帧的帧有效负载的分隔符，但是例如当用作对 MAC ARQ 方法的响应时，可以单独产生分隔符。参考图 4，响应分隔符 120 包括第三报头 122 和第三帧控制字段 124。仅包括分隔符即根据数据传输帧单独发送的分隔符的帧被接收站用于对数据传输帧进行响应，对数据传输帧的响应在此被称为“短”帧。

其它典型分隔符可以与用于访问信道的其它类型的“短”帧有关，例如，“请求发送”（RTS）帧可以用于减少高业务量期间产生碰撞引起的开销并因此提高网络效率。分隔符的类型可以包括诸如 TDMA（通常用于进行等时通信）的其它媒体接入机制请求的管理信息的类型，因此不需要是争用型的。例如，TDMA 网络传输过程可以包括信标型分隔符（信标分隔符）以保持网络同步，并控制何时在各节点发送帧和接收帧。

帧控制 FEC 编码器 38 与调制器 36 一起根据从 MAC 单元 18 接收的控制信息产生第一帧控制字段 98、第二帧控制字段 102 以及第三帧控制字段 124。通常，帧控制字段 98、102 和 124 包括网络内所有站用于进行信道访问使用的信息，并且，帧控制字段 98 包括目的端为了使接收机进行解调使用的信息。由于要求所有站都能侦听到帧控制字段 98、102 和 124，所以要求帧控制字段 98、102 和 124 具有鲁棒形式的物理层编码和调制形式。根据 Lawrence W. Yonge III 提交的标题为“Frame Control Encoder/Decoder for Robust OFDM Frame Transmissions”的第 09/574,959 号美国未决专利申请说明的技术，优

选利用时域和频域交织增强的块码和冗余度来避免它们产生传输差错，在此一并引用此专利申请所公开的内容供参考，但是也可以使用其它技术。

通常，MAC 单元 18 支持标准 MAC 功能，例如成帧。它还保证通过许多不同机制的服务质量。对于对要求比最佳发送过程更好的数据类型的延迟进行控制的多级优先权方案，优选 CSMA/CA 协议。支持 4 个基于争用的访问优先级。希望争用的各传输仅需要与其它同等优先权的传输进行争用。尽管只说明了 4 个优先级，可以对优先级方案进行扩展以包括其它优先级。此外，MAC 单元 18 提供可以使站保持的无争用访问，或对将所有权交给较高优先权的媒体接入提供直接控制。进行分段用于对信道对较高优先权通信无效的时间进行限制，因此限制了较高优先权通信的延迟。

此外，MAC 单元 18 使站能进行帧转发，这样希望通过网络与另一个站进行通信的站可以直接进行通信（通过另一个中间站）并将网络 10 与其它网络桥接在一起。

MAC 单元 18 进一步提供可靠帧传送。它支持速率适配的 PHY 特性和各发射机/接收机之间的信道估计控制以建立 PHY 调制参数，针对各方向上的信道情况优化 PHY 调制参数。此外，使用 ARQ 保证对单点传输进行传送。要求接收机对收到的特定帧类型进行确认，并且 ARQ 使用不同的确认类型。根据接收帧的状态，确认可以是肯定和否定。利用有效 PHY 帧校验序列正确寻址的帧可以使接收机根据始发者发送肯定确认（或“ACK”）。发送站试图通过重发已知已经失败或推断已经失败的帧进行差错校正。由于出现碰撞或不良信道状况，或者接收机缺少足够资源出现失败。如果收到“NACK”（在不良信道状况情况下）或“FAIL”（在资源不足情况下）响应，则认为传输已经失败。如果未收到希望收到的响应，则推断传输由于某些其它原因已经失败。

除了单点传播 ARQ 之外，还使用“部分 ARQ”来提高在 MAC 层的多点传播传输和广播传输的可靠性。“部分 ARQ”可以使发射机知道至少有一个站收到了帧。

如下所述，通过进行加密处理，MAC 单元 18 还对共享媒体提供保密功能。

下面，将参考图 5 至图 18 来说明支持这些特征和其它特征的帧结构。

图 5A 和图 5B 分别示出帧控制字段 98 和帧控制字段 102 的位字段定义。参考图 5A，帧控制字段 98 包括“争用控制”(CC)字段 130、“分隔符类型”(DT) 132、“变体”字段(VF) 134 以及“帧控制校验序列”(FCCS)字段 136。所有站均可以观察到“争用控制”指示位 130，“争用控制”指示位 130 指出下一个争用周期(或“窗口”)对于除较高优先权的未决帧之外的所有帧是基于争用的还是无争用的。如果 $CC=1$ ，即表示无争用访问，则仅当未决帧的优先权高于设置 CC 位内的帧的优先权时进行争用。如果 $CC=0$ ，即表示基于争用的访问，则在下一个争用窗口内允许争用。“分隔符类型”字段 132 对分隔符以及其相对于与其有关的帧的位置进行识别。对于开始分隔符，分隔符类型可以具有一个或两个值，值“000”被解释为不希望响应的帧开始(SOF)，值“001”被翻译为具有希望的响应的 SOF。对于这两种开始分隔符类型的分隔符，“变量字段”134 包括接收站内的 PHY 设备 22 用于对接收的帧有效负载进行解码使用的 8 位帧长度(FL) 140 和 5 位“信道映射索引”(CMI) 142。帧控制校验序列(FCCS)字段 136 包括 8 位循环冗余校验(CRC)。根据以 CC 位开始而以 VF 位结束的序列来计算 FCCS。

参考图 5B，帧控制字段 102 包括相同的通用字段格式，即它包

括字段 130、132、134 和 136。DT 字段可以为两个值中的一个值，值“010”表示不希望响应的帧结束（EOF），值“011”表示具有希望响应的 EOF。对于这两个结束分隔符类型，“变量字段”134 包括 2 位信道访问优先权（CAP）144、1 位具有希望响应的响应（RWRE）字段 145 以及 10 位保留字段（RSVD）146。CAP 字段 144 指出与当前段、网络内的所有站确定是否可以中断多个段传输过程或短脉冲串（通常由 CC 位设置）所使用的信息有关的优先权级，RWRE 字段 145 用于指出后续的两个响应。发射机将保留字段 146 设置为 0，因此被接收机忽略。

继续参考图 5A，显然可以将开始分隔符的帧控制字段 98 定义为各不相同（例如：不同的字段长度、不同的附加字段或不同的省略字段）。例如，如果不使用结束分隔符，则最好是使用有效位以包括开始分隔符 92 的帧控制字段 98 内的附加信息，例如 CAP 字段 144（示于图 5B 内的帧控制字段 102）。

参考图 6，响应分隔符 120（图 4 所示的）的帧控制字段 124 包括与帧控制字段 98、102 相同的通用字段格式。然而，对于对应于响应的 DT 值（参考如下表 1），定义 VF 字段 134 包括从产生响应的帧的结束分隔符内的变量字段复制的信道访问优先权（CAP）144、1 位 ACK 字段 145 以及 10 位响应帧字段（RFF）146。当 ACK=0b01（ACK）时，将 RFF 146 定义为接收帧校验序列（RFCS）148。RFCS 148 包括与以发送响应的帧的方式接收的 16 位 CRC（FCS 字段）中的 10 个最低有效位对应的部分。发送请求响应的帧的发送站将 RFCS 与 FCS 内的相应的发送 CRC 位进行比较以确定响应的有效性。如果发送站检测一致，则接受响应。如果 RFCS 与 FCS 的相关部分不一致，则忽略响应并象没有收到响应那样进行处理。可以代替使用由该帧获得的对该帧类似唯一或可能唯一的其它信息。如果 ACK=0b0，则响应不是 ACK，并将 RFF 146 定义为 1 位 FTYPE 字段 149 和保留（RSVD）字段 150。FTYPE 字段 149 规定响应的类型（如果不是 ACK）。FTYPE

字段内的值 0b0 表示 NACK。如果 FTYPE=0b1，则响应类型是 FAIL。
响应分隔符的 DT 字段值列于下表 1。

DT 值	解释
100	具有肯定确认(ACK)的帧响应表示帧被无 FCS 差错或 FEC 差错地被接收；具有否定确认 (NACK) 的帧响应表示帧通过了地址滤波器但是含有一个或多个无法校正的 FEC 错误，或接收的 FCS 与计算(希望的)的 FCS 不一致(ACK=0b0, FTYPE=0b0)；具有失败确认 (FAIL) 的帧响应表示帧被接收 (存在差错或不存在差错) 但是接收资源不能有效地对它进行处理 (ACK=0b0, FTYPE=0b1)。
101	具有 ACK/NACK/FAIL (同上) 的帧响应之后跟随另一个响应 (“具有希望响应的响应” (RWR))。
110	对发送保留的，对接收删除的。
111	对发送保留的，对接收删除的。

表 1

参考图 5A、图 5B 以及图 6，显然变量字段 134 的内容依赖于分隔符类型 132。在图 5A、图 5B 以及图 6 所示的典型帧控制字段内，CC 字段 130 的长度为 1 位，并且 CC 字段 130 与第 24 位对应。DT 字段 132 的长度为 3 位，DT 字段 132 与第 23 位至第 21 位对应。VF 字段 134 为 13 位字段并与第 20 位至第 8 位对应。FCCS 字段 136 为 8 位长字段并与第 7 位至第 0 位的最低有效位 (LSB) 对应。

参考图 7，段控制字段 106 (如图 3 所示) 为 40 位字段，它包括接收 MSDU 段并对分段 MSDU 进行重装配所需的字段。段控制字段 106 包括如下子字段：“帧协议版本” (FPV) 160、“帧转发” (FW) 字段 161、“连接号” (CN) 162、“多点传播标志” (MCF) 164、“信道访问优先权” (CAP) 166、“信道估计” (CE) 字段 167、“段长度” (SL) 168、“末段标志” (LSF) 170、“段计数” (SC) 172 以及“段数” (SN) 174。FPV 字段 160 为 3 位长字段，用于表示使用的协议版本。例如，对于特定的协议版本，发射机将该字段设置为

全 0，如果此字段（解码后）不等于 0，则接收机将此帧删除。进行设置时，FW 字段 161 用于表示待转发的帧。CN 字段 162 规定对两个站之间的连接分配的连接号。MCF 164 表示帧包括多点传播有效负载，而与 DA 字段 108 的解释无关（因此在为了进行接收确定帧的有效性过程中，接收机在其它地方检查实际 DA，如下所述）。此标志允许 MAC 执行部分 ARQ 方案，后面将进行更详细的说明。CAP 字段 166 为 2 位字段，它表示结束分隔符 102 的“变量”字段 134 内的同名字段并对分隔符 124 进行响应（分别示于图 5B 和图 6）。在段控制字段 106 内重复此信息，这样接收机就可以抽取此信息以产生响应，而无需接收结束分隔符 94。CE 字段 167 为标志，接收机使用它向发射机指出所推荐的发射机/接收机连接的新信道估计循环（如下所述）。SL 字段 168 包括帧主体 112 内的字节数（并因此排除了 PAD 114）。

“末段”标志 170 为 1 位标志，如果当前段为最后（或为仅有的）MSDU 段时对该标志进行设置。段计数字段 172 存储发送段的递增序列计数并用于对 MSDU 进行分段和重装配。SN 字段 174 保持与 MSDU 有关（如果 MSDU 被分段，则为与其各段有关的）的 10 位序列号并对待发送的各新 MSDU 递增。它还用于进行重装配并可以防止与其有关的帧被不止一次传送到 LLC。

参考图 8，帧主体字段 112 可以包括如下子字段：加密控制 180、MAC 管理信息 182、类型 184、帧数据 186、PAD 188 以及总校验值（ICV）190。当对帧进行分段时，就是将帧主体字段 112 划分为各种段。除了对帧主体进行分段之外，在各帧主体字段 112 内产生加密控制子字段 180 和 ICV 190。帧主体字段 112 的其它子字段不能出现在各帧中。

“加密控制”字段 180 包括“加密密钥选择”（EKS）子字段 192 和预置向量子字段 194。1—8 位字节 EKS 字段 192 选择缺省加密/解密密钥（EKS=0x00）或 255 个网络密钥之一。8—8 位字节 IV 字段 194 与选择的密钥一起用于对帧数据进行加密/解密。待加密或解密的

数据以之后为 IV 字段 194 的第一字节开始，然后以 ICV 190（并包括其）结束。将 IV 字段 194 设置为全 0 会导致发射机绕过加密并导致接收机绕过解密（即发送过程/接收过程是明码通信报文）。

类型 184 和帧数据 186 出现在携带 MSDU 的所有帧中。根据 SC 字段 106 的段长度 168 确定的要求填充量（即添加到帧主体 112 的位数）与实现过程有关。在所述的实施例，因为加密过程对可划分为 64 位的块内的数据进行处理，填充字段 188 将 0 填充到帧主体 112 以使帧中的位数形成完整的多个 64 位数。ICV 190 为 32 位循环冗余校验，它是通过以后跟 IV 的第一字节开始而以 PAD 字段 188 结束的字节计算的（如果存在 PAD 字段 188）。用于计算 ICV 190 的多项式是 IEEE 标准 802.11 中采用的 32 位 CRC-CCITT 多项式；然而，也可以使用其它 CRC，例如基于其它多项式的 CRC。在另一种实现方式中，加密信息可以不包括 ICV 190。

如果已经错误地对帧进行解密，则接收机使用 ICV 字段 190 进行帧过滤（即防止解密的帧被传送到 LLC）。例如，如果 EKS 不是唯一的而事实上被两个或更多个网络密钥共享，则可利用错误的网络密钥对帧进行解密。如果不同的逻辑网络对不同网络密钥选择相同的 EKS，则会产生此公用密钥的选择问题。

帧主体 112 可以含有 MAC 管理信息 182。如果此字段出现在帧主体 112 内，以下说明其格式和内容。

参考图 9，MAC 管理信息 182 包括如下子字段：“类型” 200、“MAC 控制”（MCTRL）202 以及 N 个项字段 204，各项字段 204 包括：“MAC 项头部”（MEHDR）206、“MAC 项长度”（MELEN）208 以及“MAC 管理项信息”（MMENTRY）210。类型 200 规定帧包括“MAC 管理信息”并且之后为“MAC 管理信息”字段。MELEN 208 规定在当前项字段 204 的有关 MMENTRY 210 内含有多少个字节并作

为指向下一个项字段 204 的指针。

参考图 10, MCTRL 字段 202 包括两个子字段: 1 位“保留”字段 212 和另一个 7 位字段, 即“项数”(NE)字段 214, “项数”字段 214 表示 MAC 管理信息之后的 MAC 项数(NE) 204。

参考图 11, MEHDR 字段 206 包括两个子字段: “MAC 项版本”(MEV) 216 和“MAC 项类型”(MTYPE) 218。MEV 216 是 3 位字段, 用于表示使用的解释协议版本。发射机将 MEV 设置为全 0。如果接收机确定 $MEV \neq 0b000$, 则接收机删除整个层管理 MAC 帧。5 位的“MAC 项类型”218 定义 MAC 项命令或之后的请求。表 2 示出各种“MAC 项类型”值以及解释。

表 2

MTYPE 值	MTYPE 值的解释	本地使用(主 机到 MAC)	未决前的帧/为了 远程使用发送	为了远程 使用发送
0 0000	请求进行信道估计		X	X
0 0001	信道估计响应		X	X
0 0010	设置本地参数	X		
0 0011	替换网桥地址		X	X
0 0100	设置网络加密密钥	X	X	X
0 0101	具有响应的多点传播		X	X
0 0110	设置连接	X		
0 0111	使用连接	X		
0 1000	请求参数和统计量	X	X	X
0 1001	参数和统计量响应	X	X	X
0 1010	请求连接信息		X	X
0 1011	连接信息响应		X	X
0 1100	虚帧		X	X
0 1101	并置			X

-1 1111	对发送保留 MTYPE，对接收删除整个层管理帧			
---------	----------------------------	--	--	--

表 2 还在第 3 列至第 5 列指出，如果站 MAC 从更高层接收项供该 MAC 本地使用（第 3 列），则该项对于通过媒体传输（第 4 列）的数据帧事先未决（即 MSDU 或 MSDU 段）或通过媒体发送项而没有数据帧（第 5 列）。

参考图 12A，规定“请求信道估计”的（在 MEHDR 206 字段内的）MTYPE 218 之后的 MMENTRY 字段 210 为“请求信道估计 MAC 管理项”210A。“请求信道估计项”210A 包括“信道估计版本”220 和保留字段 222。如果 CEV 220 不等于 0，则忽略此项。

参考图 12B，请求信道估计 MAC 管理项 210A（如图 12A 所示）使接收站将信道估计响应恢复为“响应信道估计 MAC 管理项”210B 的形式。此字段为 MMENTRY 字段，它之后为规定信道估计响应的 MTYPE 218。信道估计响应项 210B 为接收机接收信道估计请求之后发送的可变长度 MAC 数据项。如下所述，此序列是“MAC 信道估计控制功能”的一部分。

继续参考图 12B，“信道估计响应项”210B 的子字段包括：“信道估计响应版本”（CERV）224、“保留”（RSVD）226 和 228、“接收信道映射索引”（RXCFI）230（待由 CFI 142 内的请求者插入）、“有效音标志”（VT）232、“FEC 速率”（RATE）234、“网桥代理”（BP）236、“调制方法”（MOD）238、另一个保留字段 240、“桥接目的地址号”（NBDAS）242 以及包括桥接目的地址 1 至 n（BDAn）246 的“桥接目的地址”244。RXCFI 字段 230 包括与恢复信道估计响应的站的源地址有关的值。当发送到响应方时，接收此响应的站将此值插入“帧开始分隔符”98 的开始的 CFI 字段 142 内。

“有效音标志” 232 指出特定音是有效 ($VT[x]=0b1$) 还是无效 ($VT[x]=0b0$)。RATE 字段位 234 指出卷积编码速率是 1/2 ($RATE=0b0$) 还是 3/4 ($RATE=0b1$)。“网桥代理位 236” 指出信道映射被一个或多个目的地址代理。NBDAS 242 指出代理目的地址数, 并且各 BDA1...n 246 含有不同的目的地址。MOD 字段 238 规定四种不同调制类型中的一种类型: MOD 值“00”表示 ROBO 方式, MOD 值“01”表示 DBPSK 调制, MOD 值“10”表示 DQPSK 调制以及 MOD 值“11”为保留值 (如果用于发送, 则在接收时将它忽略)。

在网络 10 内, 任何两个站 12 之间的信道或连接对有效音 (载波) 和各种调制类型的可接受性可以是唯一的。因此, MAC 单元 18 提供信道估计控制功能以发现信道属性。信道估计功能形成并保持点到点发射机—接收机连接以实现最高数据传输速率。以 ROBO 方式实现多点传输, ROBO 方式与发射机与接收机之间的信道特性无关。还以 ROBO 方式实现到不存在有效信道映射的特定目的地址的单点传输。

如果该连接是新连接 (发射机还未与接收机进行通信, 或换句话说, 对于 DA 不存在有效信道映射), 则在将该帧以 ROBO 方式发送到接收机之前, 发射机包括具有帧内 MSDU 的“信道估计请求 MAC 项” 210A (如图 12A 所示)。收到“信道估计请求 MAC 项” 210A 后, 接收机对 (40 个码元的) 第一接收块的或段的多个块、甚或整个帧的特性进行分析以确定最佳音组以及连接的最佳调制类型。优选根据上述第 09/455,110 号美国未决专利申请说明的信道估计过程, 由接收站的 PHY 设备 22 (如图 2 所示) 内的 CE 单元 60 完成此分析过程。接收站将从信道估计响应 MAC 项 210B (如图 12B 所示) 内的信道估计获得的信道映射返回。

如果对于该方向不存在信道映射, 则也以 ROBO 方式发送“信道估计响应 MAC 项” 210B。收到此响应后, 当信道 (信道映射索引 142 对应的信道) 有效时, 发射机利用响应中规定的信道映射—有效音标

志 232、FEC 速率 234 和调制 238 以及有关信道映射索引（在分隔符 98 内的 CMI 142 内提供，如图 5A 所示），用于将响应进一步发送到 DA。

如果连接不是新连接（即执行先前的信道估计循环），则信道映射就失效了，例如在一些估计时间过去之后，或换句话说，不再表示最佳数据速率（由接收机确定的）。估计时间过去之后，通过此连接的任何后续发送均会导致产生新信道估计循环，因此保证此连接保持在最佳状态。如果接收机（通过分别检测差错数的增加量或差错数的减少量）确定信道状况已经改善或恶化，则接收机可以建议发射机产生新信道估计。通过对发送到发射机的帧内的段控制 106（如图 7 所示）内的 CE 标志 167 进行设置，接收机作出此建议。接收到具有设置的 CE 标志 167 的帧会使发射机启动利用以 ROBO 方式发送的帧进行信道估计。另一方面，接收机可以利用 MAC 管理项执行此建议。如果在重发期间要求发射机分接到 ROBO 方式，则作为帧发送期间恢复过程的一部分也进行信道估计，如下所述。

参考图 13A、13B，规定连接信息请求类型和连接信息响应类型的 MTYPE 218 之后的 MMENTRY 字段 210 分别是“连接信息请求” 210C（如图 13A 所示）和“连接信息响应” 210D（如图 13B 所示）。参考图 13A，“连接信息请求”字段 210C 包括目的地址（DA）字段 247。DA 字段 247 规定的 DA 是请求站请求连接信息的站的地址。参考图 13B，“连接信息响应”字段 210D 包括 DA 字段 248，DA 字段 248 包括“连接信息请求” 210C 内的同名字段规定的 DA 的拷贝。“连接信息响应”字段 210D 进一步包括“字节”字段 249，它根据响应方的 TX 信道映射对 DA 规定 40 个码元块内的字节数（换句话说，即最大长度帧内的字节数）。连接信息请求和连接信息响应用于进行帧转发，正如以下参考图 40 至图 46 所说明的那样。

参考图 14，“设置本地参数”字段 210E 为 17 字节的数据项，

它设置本地站 MAC 地址 250 (MA[47-0]为 IEEE 48 位 MAC 地址格式) 和音屏蔽 252, 音屏蔽 252 指出网络可以使用的音。不对未使用的音施加任何信号。音屏蔽 252 包括 84 位可用音标志以指出特定音可用 (TM[x]=0b1) 还是不可用 (TM[x]=0b0)。TM[0]表示最低频率的音。

参考图 15, 规定替换网桥地址项类型的 MTYPE 218 之后的 MMENTRY 字段 210 位替换网桥地址项字段 210F。该项字段包括识别在另一个媒体上可以通过网桥访问的站的原始目的地址 (ODA) 260 的 6 字节。项字段 210D 进一步包括识别在另一个媒体上可以通过网桥访问的站的原始源地址 (OSA) 262 的 6 字节。接收此项的站利用这些字段重构原始以太网帧。以下将参考图 32 至图 37 进一步详细说明桥接代理机制。

参考图 16, 规定“设置网络加密密钥”的 MTYPE 218 之后的 MMENTRY 字段 210 为“设置网络加密密钥项”210G。项 210G 包括“加密密钥选择”(EKS) 266 和“网络加密密钥”(NEK) 268。以下将参考图 29 至 31 对这些字段施加的 MAC 保密机制进行说明。

参考图 17, 规定“具有响应的多点传播”的 MTYPE 218 之后的 MMENTRY 字段 210 为“具有响应的多点传播项”210H 并用于支持多点传输的部分 ARQ。“具有响应的多点传播项”210H 包括多点传播目的地址 272 (或换句话说, 至少包括一个表示多点传播目的地址组的多点传播目的地址) 和表示项内的多点传播目的地址数的多点传播目的地址 (MDA) 计数字段 274。使用此项时, 帧信头 84 (如图 3 所示) 内的 DA 108 为多点传播目的地址 272 的代理, 并且如果分隔符类型是响应请求类型的, 则产生响应, 如下所述 (参考图 5A 和图 5B)。

参考图 18, 规定并置类型的 MTYPE 218 之后的 MMENTRY 字

段 210 为并置项 210I。此项提供了一种机制，即利用此机制，主机可以将许多较小帧并置以发送到具有相同 CAP 的特定目的地。这样会提高网络的吞吐量，因为较小帧不能有效产生与各帧有关的固定额外开销（例如：SOF 分隔符、EOF 分隔符、响应、以及之后说明的不同帧间间隔）。并置 MMENTRY 数据字段 210I 包括下列字段：NF 字段 276，用于指出并置到一起的帧数；以及对于出现在项内的各帧的，“消除长度”（RL）字段 277、“有效负载（帧）长度”字段（FRAMELEN）278 以及“有效负载”字段 279。如果设置（RL=0b1），则 RL 字段向接收机指出应消除帧的 FRAMELEN 字段 278 以抽取原始帧。所包括的 RL 字段用于防止在帧内的原始类型字段实际规定帧长度时复制帧长度字段。如果 RL=0b0，则 FRAMELEN 字段 278 为帧的原始类型字段并且是部分原始帧。当此项包括在 MAC 层管理信息 182 内时，则此项为最后一个项。它的出现可以防止使用有效负载字段 184 和 186。对于这种类型的项，将 MELEN 设置为向接收机指出未规定此总长度并且指出接收机必须在出现 FRAMELEN 的地方进行检查以抽取原始帧的某个值，例如：1。

尽管未示出，但是表示规定“请求参数和统计量”以及“响应参数和统计量”（参考上述表 2）的 MTYPE 值的项用于收集诊断时使用的站专用参数和网络性能统计量。

还可以定义并采用其它 MAC 管理项类型。

参考表 2，对应于“设置连接和使用连接”以及“虚帧”的 MTYPE 值的项用于支持 CSMA 网络内的 QoS 的无争用间隔过程。虚帧项向接收机指出含有此项的帧的帧有效负载将被删除。以下将参考图 39A、图 39B、图 37 和图 38 分别说明，设置连接项和使用连接项的格式以及使用这些项的无争用访问机制的运行过程。

在诸如被 MAC 单元 18 采用的分布媒体接入方案中，发送站 12a

通过载波侦听机制侦听发送媒体 14 以确定其它站是否在发送。载波侦听是分布访问过程的基本部分。PHY 通过检测报头并跟踪通过分组主体的 OFDM 码元提供物理载波侦听。除了 PHY 对 MAC 提供的物理载波侦听信令之外，MAC 还对更高的计时精度采用虚拟载波侦听（VCS）机制。VCS 机制使用计时器（用于保持 VCS 超时值）和标志以根据帧控制字段内出现的信息跟踪希望的信道占用时长。因此，如果物理载波侦听或虚拟载波侦听这样指出则认为此媒体忙。当站进行发送时也认为此媒体忙。

参考图 19A 至图 19D，示出忙状况之后共享采用优先权分解和争用技术的媒体。争用间隙帧间隔（CIFS）280 定义在最后一个没有希望响应的校正接收帧的发送过程结束时与用于对新发送过程分解优先权的优先权分解周期（PRP）284 的开始时之间的帧间间隔。参考图 19A，最后帧发送过程是以数据帧发送 80 的形式进行的。“优先权分解周期”284 包括第一优先权分解时隙 P_0 286 和第二优先权分解时隙 P_1 288。存在 4 级信道访问优先权（CAP）：CA3=0b11 表示最高优先权，CA0=0b00 表示最低优先权。下表 3 示出 CAP 与优先权分解时隙 286 和 288 的映射关系。

表 3

信道访问优先权	P_0 状态	P_1 状态
CA3	1	1
CA2	1	0
CA1	0	1
CA0	0	0

IEEE 802.1 标准的当前版本说明在桥接网络环境下使用用户优先权和访问优先权。用户优先权是应用程序用户请求与其通信量有关的优先权。访问优先权为 MAC 提供的不同通信量分级数。802.1D 的分条目 7.7.3 提供用户优先权与通信量分级的映射关系。在此说明的 5

个不同的通信量分级，即与 4 个信道访问优先权（CA0 至 CA3）对应的通信量分级以及无争用访问与通信量分级 0 至 4 一一对应。继续参考图 19A，根据争用分解时隙 $C_0, \dots, C_N$ 说明的要求在随机补偿间隔 292 之后在争用窗口 290 期间在特定优先权进行争用就是以如下方式在优先权分解周期 284 内发信号。请求对信道进行访问的站确定紧接在 PRP 284 之前接收的分隔符（在此例中，为图 5B 所示的 EOF 分隔符 94）是否包括在其帧控制字段的一组争用控制位 130 内并且是否在 CAP 字段 144 内规定优先权高于或等于否则将在 PRP 284 内由站指出的优先权。如果如此，则站制止指出要求在当前 PRP 内争用。相反，无论哪个首先发生时，站更新 VCS 的值并等待扩展帧间间隔（EIFS）时长或直到它检测到下一个发送结束。

图 19B 示出紧跟在 PRP 284 之后的典型无争用帧发送 294。在此例中，通过利用分隔符 92 内的一组争用控制位发送数据帧发送 80 并在先前争用窗口 290 期间赢得争用的站建立无争用状态。

另外，继续参考图 19A，在 PRP 284 期间，站发送其优先权信号。在 P_0 286 期间，如果优先权在时隙 0 内要求二进制 1（即 CA3 或 CA2），则站认定优先权分解码元。另一方面（如果是较低优先权），站检测优先权分解码元是否由另一个站发送的。在 P_1 288 期间，如果站在最后时隙内发信号，并且站的优先权要求该站在此时隙内发信号，则这样做。如果在 P_0 时隙 286 内而不是在 P_1 时隙 288 内发信号的站检测到（在 P_1 时隙 288 期间）另一个站正在此时隙发信号，则服从更高优先权站并制止在争用窗口 290 期间进行发送。站还对 VCS 设置适当值（根据以下说明的原则）。如果站在 P_0 时隙 286 内不发信号并检测到其它站发信号，则制止在 P_1 288 期间进行发送或制止在争用窗口 290 内进行发送。再一次，对 VCS 设置适当值。因此，如果站在站未认定信号的时隙 286、288 中之一内检测到“优先权分解符”，则在时隙 286、288 中剩余的一个时隙中或在争用窗口 290 内这制止进行发送。在这种情况下，如果其未决发送为较低优先权，则各站确定存在未决发送

的最高优先权并服从。如果发信号的优先权已经完成并且较高优先权未预先腾空站，则根据补偿过程在争用窗口 290 内争用访问，如下所述。

参考图 19C，如果最后数据传输 80 要求并后跟响应 124，则站等待响应帧间间隔（RIFS）298，响应帧间间隔（RIFS）298 为数据帧传输 80 结束时与相关响应 124 开始时之间的时间。CIFS 280 在响应 124 之后。许多协议对响应指定最短帧间间隔，这样交换过程中的站就保持信道所有权。MAC 使用帧信头内的信息通知站是否要求响应。如果不要响应，则 CIFS 有效。

图 19D 示出响应之后出现的典型无争用传输过程。在此例中，发送具有一组争用控制位的最后数据传输 80（这样会导致利用一组争用控制位返回响应 124）并在先前的“争用窗口”290 期间赢得争用的站建立无争用状态。

通过累加 PRP、CIFS 以及 RIFS 计算上述扩展帧间间隔（EIFS）从而使帧时间最长（即在码元内允许的最大帧长度和分隔符乘以码元时间）并使响应时间最长（码元内的响应时间乘以码元时间）。当无争用访问不能被中断时，站使用 EIFS（如下所述）。并且当站不知道媒体状态的全部情况时，也使用 EIFS。当站仅侦听到两个其它站之间交换的帧的一侧时、当站最初连接到网络上时、或当接收的帧中的差错使得它们不能明确地被解码时，也出现这种情况。EIFS 比其它帧间间隔长得多，这样在发生任何情况时均可以防止正在进行的帧传输或段短脉冲串碰撞。如果媒体对于最小 EIFS 空闲的，则无需信道访问争用并可以立即发送帧。

继续参考图 19A 和 19C，站产生随机补偿时间 292 以产生附加延迟，除非补偿已经生效并且不需要新随机值。将补偿时间定义为：

$$\text{BackoffTime} = \text{Random()} * \text{SlotTime} \quad (1)$$

其中 Random()为根据间隔[0, 争用窗口]的均匀分布伪随机整数, 争用窗口 (CW) 值从最小值 7 变到最大值 63, SlotTime 被定义为预定时隙。输入补偿过程的站设置上述 BackoffTime。

MAC 单元 18 保持许多计时器、计数器、控制标志以及其它控制信息以控制信道访问。对于物理载波侦听和虚拟载波侦听确定将空闲的各 SlotTime 逐 1 递减的 Backoff 计数器或计数(BC)保持 BackoffTime 值。当 BC 递减到 0 时进行发送。VCS 值被 VCS 计时器保持, 并被“虚拟载波侦听指针标志” (VPF) 翻译。每当接收或发送有效帧控制信息时均更新 VCS 计时器值, 即使是没有未决帧。除非情况要求 VCS 被设置为 EIFS, 否则每当收到有效帧控制信息时, 将 VPF 设置为 1。如果将 VCS 设置为 EIFS, 则将 VPF 设置为 0。如果将 VPF 设置为 1, 则 VCS 值指向下一个争用。如果将 VPF 设置为 0, 则 VCS 值指向网络空闲时间。以下将参考表 4 更全面说明 VCS 和 VPF 的设置过程。

所有站还保持“发送计数器”(TC)、“延迟计数器”(DC)、“补偿过程计数器”(BPC)、“NACK 响应”(NACKcount)计数器以及“无响应”计数器(NRC)。最初, 将它们全部设置为 0。每次发送帧时, TC 递增。每次调用补偿过程时, BPC 递增。当要求响应时而每次又未收到响应时, NRC 递增。MAC 单元还保持帧计时器 (“FrmTimer”), 用最大帧寿命值设置帧计时器。除非正在发送(包括响应间隔), 否则当 FrmTimer 计满后(到达 0), 待发送(或重新发送)的分组下线(dropped)。

CW 取初始值 7 并在每次未成功传输时或当 DC 为 0 时, 取二进制指数序列中的下一个值。成功传输之后并当传输被中断(由于 TC 到达最大允许阈值或帧超过 FrmTimer 的最长寿命)时, 对 CW 和 BPC 进行复位。在要求 ACK 时收到 ACK 的任何传输之后, 或对非确认业

务完成传输之后，将 TC 复位为 0。将 CW 的截断二进制指数序列定义为 $2^n - 1$ ，其中 n 在 3 到 6 之间。根据 BPC 的值并根据如下原则设置 CW 和 DC：对于初始传输（BPC=0），设置 CW=7，DC=0；对于第一次重新传输（BPC=1），设置 CW=15，DC=1；对于第二次重新传输（BPC=2），设置 CW=31，DC=3；以及对于第三次重新传输或后续的重新传输（BPC>2），设置 CW=63，DC=15。

除了 VPF 之外，MAC 单元 18 还存储并保持与帧控制字段 98、102 和 124 内的同名字段内的 CC 位对应的争用控制标志。根据每次接收的分隔符内的帧控制信息，设置或清除 CC 标志，并当 VCS 值到达 0 并且 VPF 为 0 时也清除 CC 标志。数值 0 表示正常状态。除非更高优先权帧未决，否则数值 1 表示无争用（即无争用访问）。

参考图 20，帧或分组的到达时间确定了站参与 PRP 以及争用窗口信令的程度。如果在传输另一个分组期间或连续的 CIFS 时间间隔（指定为第一分组到达时间 300）中出现分组到达时间（即，分组在物理层 PHY 被列队传输的点，因此视为“未决”），则打算发送信息的站根据上述信道访问步骤加入 PRP 时隙 286，288 以及“争用窗口”290。如果在 P_0 286 期间由 MAC 将帧排队传输（指定为第二分组到达时间 302），而只要在上述优先权分辨标准下此帧的优先权还未被抢占，站可以参与 P_1 时隙 288。如果站能够根据优先权分辨结果争用，此帧可以遵循补偿过程。如果在 P_1 288 或争用窗口 290 期间将帧排队传输（指定为第三分组到达时间 304），站不能参与 PRP，但是只要待发送帧的优先权在上述优先权分辨规则下不被抢占，在争用窗口 290 期间将遵循补偿过程。

发送了一个请求响应的帧之后，发射机在确定帧传输失败之前等待一段响应时间间隔。如果在响应间隔末尾还未开始帧接收，发射机调用其补偿过程。如果帧接收已开始，则站等待帧结束以确定帧传输是否完成。接收有效的 ACK 被用于确认帧传输完成，并且开始下一

段或报告传输完成。有效的 NACK 接收使发射机为帧转发调用其补偿过程，并且将 BPC 重置为零。如果发射机接收有效 FAIL，则发射机在重置 BPC 并且调用补偿过程之前的预定时隙内进行延迟。接收任何其它有效或无效帧被视为无效传输。站在接收端调用补偿过程，并且对所接收的帧进行处理。

发送站不断转发直至帧交互成功或达到适宜的 TC 极限，或超过了发送寿命（FrmTimer）。站为每个发送的帧保存发送计数。其 TC 随着帧的每次传输而递增。当成功发送此帧时，或由于转发限制或超过了发送寿命而删除此帧时，发送计数被重置为零。

如上指出的，所有站均保留 VCS 计时器以提高信道访问的可靠性。根据帧分隔符的帧控制字段中所包含的信息，设定 VSC 计时器。各站使用此信息计算媒体的预期的忙状态，并且在 VCS 计时器中存储此信息。利用从每个正确接收的帧控制字段得到的信息更新 VCS 计时器。接收站遵循表 4 中的规则，它是根据所接收的特定分隔符类型定义的，此处帧长度由码元个数衡量。

表 4

所接收帧控制分隔符类型	新 VCS 计时器数值	新 VPF 数值
无预期响应的帧启动	帧长度×码元时间+EFG+分隔符时间+CIFS	1
有预期响应的帧启动	帧长度×码元时间+EFG+分隔符时间+RIFS+分隔符时间+CIFS	1
无预期响应的帧结束	CIFS	1
有预期响应的帧结束	RIFS+分隔符时间+CIFS	1
任何类型的帧响应	CIFS	1
优先权分辨符大于排列传输的帧	EIFS	0

为不良 CRC 帧保留的帧 类型	EIFS	0
具有不良 CRC 的帧控制	EIFS	0
帧长度开始字段, 保留值	EIFS	0

当站决定其不能争用通路时，VCS 计时器也在 PRP 的末端更新。

如上所述，MAC 单元 18 支持分段/重装配。将主机的 MSDU 划分为较小的 MAC 帧的过程被称为分段。其逆过程被称为重装配。分段处理在强对比度信道上增加了帧传送的机会，并且为较高优先级的站提供更好的等待时间特性。可以对所有寻址传送（单点传播、多点传播、广播）形式进行分段。

根据 MSDU 的大小以及链路持续过程中的数据速率，将到达媒体接入控制（MAC）单元 18 的 MSDU 置于一个或更多的段中。尽量将单个 MSDU 的所有段，以单个连续的媒体接入控制（MAC）帧脉冲进行发送。各段的确认和重发是独立的。

当 MSDU 被分割为若干段时，各段以单脉冲形式进行发送，如果可能，同时还顾及等待时间响应以及抖动性能，以将对接收机资源的要求减至最小并且使网络吞吐量增至最大。正如上述参照图 5B 所述的那样，通过使用争用控制以及在帧控制中的信道访问优先权字段，取得分段脉冲。一个段脉冲可以由具有更高传输优先权的站预占。

当发送一个段脉冲时，站以常规方式，即以上述方法，争用媒体。一旦此站控制了媒体，它将争用控制位设置为 0b1，将 MSDU（此段所属的）的优先权插入“帧控制”的“信道访问优先权”字段，并且以脉冲串发送各段，而无需与同级或较低传输优先权的站进一步争用媒体。此站服从具有更高优先级的传输，此优先级在每一段传输后的优先权分辨阶段中被指明。在 MSDU 的末段中，此站在发送此段之前

将帧控制中的争用控制位清除为 0b0，以允许 PRP 中所有站的正常争用遵循传输的结果。

如果站接收到某个比正在占用媒体的段脉冲串具有更高优先级的帧传输请求，则它在紧随当前段传输之后的脉冲重复周期（PRP）中争用媒体。如果此段脉冲串被较高优先权的待定帧预占，正在使用此段脉冲的站将争用媒体，以便再占用此段脉冲。当站重新占有媒体控制时，它再次占用此段脉冲。

因此，段脉冲串在已知优先级上提供媒体的单站控制。通过假设最高优先级（CA3），某个站可以阻止任何其它站在此段脉冲串期间访问此媒体，并且此段脉冲串可以不间断地继续进行。由于 CA3 优先级上的脉冲串阻挡了较高优先级业务（即，无争用业务）并因此影响了 QoS，因此需要对使用 CA3 优先级进行限制。例如，可以将 CA3 优先级仅仅限制于无争用传输。另一方面，可以将段脉冲限制于优先级 CA0 到 CA2，以及 CA3（仅仅对于无争用业务）。

与优先级相同，等待时间在有关 QoS 的帧投送性能中起关键作用。而且，不良的等待时间特性可能对特定优先级上的帧投送性能具有负面影响。一种限制此负面影响的方法是，以某种方式限制等待时间。在已说明的实施例，限制帧长度以保证任何传输所占用媒体的时间不长于预定时限，例如 2 ms。优选地，为了实现最高优先级上的最佳性能，将最高优先级业务从帧长度限制中排除或服从某种更宽松的限制。另一方面，为了方便实施，所有优先级应该服从帧长度极限限制。另一种限制等待时间并因此改善投送性能的方法是，在某些情况下对段脉冲串进行限制（例如，在上述方法中，段脉冲串可以被某个更高优先级的业务所中断）。

参照图 21，将媒体接入控制（MAC）单元 18 的功用性描述为一个 MAC 状态机 310，它包括一个 TX 处理器 311 以及 RX 处理器 312，

耦合到若干服务访问点；包括，在 MAC-LLC 接口端上的一个 MAC 数据服务访问点(MD-SAP)313 以及一个 MAC 管理服务访问点(MM-SAP) 314，在 MAC-PHY 接口端上的一个 PHY 数据服务访问点(PD-SAP) 316 以及一个 PHY 管理服务访问点(PM-SAP) 318。MAC 状态机 310 通过 MAC 数据服务访问点(MD-SAP) 313 向逻辑链路控制(LLC)子层提供服务。LLC 子层通过 MAC 管理服务访问点(MM-SAP) 314 对状态机 310 进行管理。MAC 状态机 310 通过 PHY 数据服务访问点(PD-SAP)316 使用 PHY 层服务，并且通过 PHY 管理 SAP(PM-SAP) 318 管理 PHY。

“MAC 数据服务”提供从一个 MD-SAP 313 向一个或更多的此种 MAC 数据服务访问点传送 MSDU，允许为发送的每个 MSDU 进行加密、优先级、重试策略以及直接确认服务选择，以及为接收的每个 MSDU 进行优先级和加密服务指示。MAC 数据服务包括下列原语：MD_DATA.Req; MD_DATA.Conf; 以及 MD_DATA.Ind 320。MD_DATA.Req 原语请求从局域 LLC 子层向单个对等 LLC 子层实体，或多个对等 LLC 子层实体（在组群地址的情况下）传送 MSDU。此原语构成如下：帧长度；MAC 子层目的地址；发送站的 MAC 子层源地址；待发送帧所需的优先级（数值 0 到 3 或“无争用”）；帧寿命（帧被删除前的时间量值）；重试控制，以指示必要时待用的所需再传输策略；密钥选择，由 0 到 255 的整数值表示网络密钥，用于在传输前对帧加密；加密能够允许加密或禁止加密；请求应答，指示此帧的应答是目标所要求的；类型，表示上层协议类型；以及数据，或更具体地，将被传送到具有特定目标地址的对等 MAC 子层实体的上层数据。MD_DATA.Conf 原语确认接收到 MAC 的 MD_DATA.Req，并且以表示此次传输成功或失败的状态指明要求传输的结果。MD_DATA.Ind 原语指示了从单个对等 LLC 子层实体向此 LLC 子层实体传送 MSDU。它包括帧长度、DA、发送此帧的站的 SA、接收此帧的优先级，表示用于此帧加密密钥的密钥选择；加密使能；类型（还是上层协议）以及在源地址从对等 MAC 子层实体传输的数据。

物理层 (PHY) 通过一组数据服务原语 324 以及管理服务原语 326 对 MAC 提供服务。PD_DATA. Req 原语请求物理层 (PHY) 开始将信息传输至媒体。作为响应, 物理层 (PHY) 发送启动分隔符, MAC 协议数据单元 (MPDU) 以及结束分隔符。此请求包括 TX 信道映射索引值, 它与 25 位 SOF 分隔符、有效负载以及 25 位 EOF 分隔符一起, 用于配置物理层 (PHY) 发送单元。PD_DATA. Conf 原语确认由 PD_DATA. Req 原语请求的传输。它将传输状态表示为成功或失败。PD_DATA. Ind 原语向 MAC 指示发送信息已由物理层 (PHY) 接收。它包括信道特征、信道访问优先级、段长度、MPDU 以及“FEC 错误标记”。信道特征包括用于信道估算的信息列表。信道访问优先级是结束分隔符中所接收信息的优先权值。MPDU 是由对等 MAC 实体发送的信息。“FEC 错误标记”是一个指示值, 它表示 FEC 确定在所接收的信息中存在不可更改的错误。PD_Data. Rsp 原语使得 PHY 发送请求应答分隔符, 并且在应答分隔符中指定所携带的信息。它指定状态 (即, 待发送的请求应答类型, 例如, ACK, NACK, 或 FAIL), 争用控制值以及信道访问优先级。PD_RX_FR_CRTL. Ind 原语向在启动和结束分隔符中收到的 MAC 信息实体发送指示。MAC 实体使用 PD_RX_FR_CRTL. Rsp 原语, 以便向 PHY 发送控制信息。它包括接收状态, 显示 PHY 应该对分隔符进行扫描, 或 PHY 应该处于主动接收态。PD_RX_FR_CRTL. Rsp 原语进一步指定相应于 PHY 预期接收码元数的帧长度, 以及列为接收信号音的 RX 信道映射。MAC 实体使用 PD_PRS_Listen. Req 原语, 以请求 PHY 在 PRP 时隙中收话, 并且 PHY 使用 PD_PRS. Ind 原语, 向 MAC 实体指示已接收优先权分辨符。MAC 实体使用 PD_PRS.Req 以请求 PHY 发送优先权分辨符。“PHY 管理服务”原语 326 包括如下组成: PM_SET_TONE_MASK. Req, 它请求 PHY 设置不用于传输或接收的音屏蔽, 并且 PM_SET_TONE_MASK. Conf 指示此请求操作是成功或是失败。

参照图 22, 示出了 MAC 发送 (TX) 处理程序 311 的结构表示

法。发送处理程序 311 包括四个过程：发送 MAC 帧处理过程 330，加密过程 332，分段过程 334 以及 PHY 帧发送过程 336。TX 处理程序 311 存储下列参数：站（或设备）地址 338；音屏蔽 340；重试控制 342，网络密钥 344 以及 TX 信道映射 346。

TX MAC 帧处理过程 330 处理数据请求，并且管理设定/收到请求（如前说明的）。它接收以下输入：来自 MD_SAP 313 的 MD_Data. Req 数据原语；来自加密密钥 344 的网络密钥；来自信号音掩蔽 340 的音屏蔽；来自设备地址单元 338 的站地址；TX 信道映射有效性以及 TX 帧状态；以及来自 MM_SAP 314 的设定/收到请求管理原语。响应于这些输入，它提供以下：MD_Data. Conf 数据原语；重试控制；网络密钥以及密钥选择；音屏蔽；新站地址；PM_SET_TONE_MASK. Req 管理原语；DA 的 TX 信道映射索引；以及基于 MD_Data. Req 的 TX 明码通信报文帧（TCF）。无论过程 330 是否在 TCF 中插入 MAC 管理信息字段，子字段依赖于输入管理原语的内容，尤其是 MM_SET_RMT_PAPAMS. Req 以及其它输入。

“加密过程” 332 接收 TX 明码通信报文（TCF）以及所选的网络密钥作为输入。“加密过程 332”决定是否选择加密，并且如果选择加密，获得随机 8 字节 IV 值，附加完整校验值，并且加密 TEF、所选的网络密钥以及 IV 以构成 TX 加密帧（TEF）。“加密过程 332”向分段过程 334 提供 TEF。

“分段过程” 334 根据最大帧长度进行分段。“分段过程” 334 根据最大段（或帧）尺寸，通过分区帧主体而对 MSDU 进行分段直至末段；然而，可以适当调整分区，使其也能满足其它性能参数。例如，可以要求第一段具有最小长度，以缩短隐藏节点收听响应传输之前的时间量。一旦试图传输某一段，则直至此段被成功传送到目的地或要求调制变化为止，此段的内容和长度将不改变。

“PHY 帧发送过程” 336 使用上述利用优先权的信道争用来启动传输或传输尝试。在图 23 至 25 中示出了“PHY 帧发送过程” 336。

参考图 23, “PHY 帧发射过程” 336 以要通过传输介质发送的帧的到达为开始(步骤 400)。发射机将控制初始化, 以维护定时信息和优先级(步骤 402)。定时信息包括由补偿过程计数(Backoff Procedure Count: BPC)、发射计数器(TC)、NACK 计数器(NACKcount)和无响应计数器(No Response counter: NRC)维护的计数, 每一个都被设为零值。定时信息还包括与发射寿命值相应的定时器, FrmTimer。除非寿命值被 LLC 单元向下传送到 MAC 单元, 否则 FrmTimer 被设为最大值(MaxLife)作为默认值。优先权被设为分配给帧的信道访问优先权的值。发射机通过确定 VCS 的值和 CS 的值是否等于零来检测媒体是否忙(步骤 403)。如果这些值非零, 即媒体忙, 则发射机等待直到检测到这两个值都为零为止, 并同时根据通过该媒体接收的有效分隔符来更新 VCS、VPF 和 CC 的值(步骤 404)。然后其确定 VPF 是否等于 1(步骤 405)。如果 VPF 等于零, 则发送帧段并且 TC 增量(步骤 406)。如果在步骤 403 确定媒体空闲, 则发射机确定在载波检测时隙(Carrier Sense Slot: CSS)过程中、即在 EIFS 过程中是否发生到达(步骤 407)。如果在 CSS 过程中发生到达, 或在步骤 405 中 VPF=1, 则发射机确定是否在 CSS 中检测到信号(步骤 408)。如果在 CSS 过程中发生到达(步骤 407)但在该时间段(在步骤 408)未检测到信号, 或在“优先权分辨时隙”间隔中的时隙之一期间发生到达(步骤 409), 则发射机确定是否先前的传输指示无争用接入, 即包括一设置的 CC 位(步骤 410)。如果指示无争用接入, 则发射机通过比较其优先级(等待传输的帧优先级)与在 EOF 和/或响应中指示的优先级来确定是否可以中断, 还是在上一传输是要发送帧的前一段的情况下继续(步骤 412)。如果发射不能中断或继续(作为例如在段字符组期间已经进行中的传输流的一部分, 或无争用期间在站之间交换帧的部分), 其设置 VCS 值为 EIFS, 将 VPF 设为零(步骤 414)。如果在步骤 412 确定发射机可以中断或继续, 或在

步骤 410 确定未指示无争用接入，则发射机发送其优先权的信令，并侦听也在等待信道接入的其它站的优先级（步骤 416）。

如果发射机没有检测到更高的优先级（步骤 418），则继续争用以接入信道（步骤 419）。如果争用成功，则该过程发射分段并使 TC 增量（步骤 406）。如果争用不成功（即另外的站当前正在发射），则确定是否当前发射的帧控制字段有效（步骤 421）。如果帧控制字段有效，则发射机将 VPF 设置为 1 并根据该帧控制信息更新 VCS（步骤 422），并返回至步骤 404 以等待空闲信道。如果帧控制字段无效（可能是由于同步错误或信号较弱），则发射机返回步骤 414（设置 VCS 等于 EIFS 和 VPF=0）。

返回步骤 409，如果帧在 PRS 间隔后到达，但被确定为在争用窗口期间到达（步骤 423），则发射确定是否先前的帧传输是无争用的（步骤 424）。如果未指示无争用接入，则发射机进入步骤 418（以确定是否检测到更高的优先级）。如果指示了无争用接入，则发射机在步骤 414 更新 VCS 和 VPF，并返回至步骤 404 以等待下一空闲信道。如果确定发射机可以在步骤 426 中断，则发射机进入步骤 418。如果在步骤 423 确定帧是在争用窗口后到达，则发射机在步骤 406 发射帧段并将 TC 加 1。

在步骤 406 发射帧段之后，发射机确定是否希望有响应或确认（步骤 428）。如果希望确认并且收到了确认（步骤 430），或是不希望确认，则发射机确定是否发射任何附加的段作为数据传输流或字符组（步骤 432）。如果是，则发射机将 BPC、TC、NACKcount 和 NRC 复位为零（步骤 433）。然后发射机通过判断 FrmTimer 是否为零或 TC 是否超过发射限制来确定是否帧应当被抛弃（dropped）（步骤 436）。如果任一条件为真，则发射机报告帧该帧已被丢弃（步骤 438），并结束该过程（步骤 440）。如果帧未被丢弃而是被重发射，则发射机返回步骤 403。如果在步骤 432 没有更多的帧要发送，则发射机报告

传输成功（步骤 442），并在步骤 440 结束该过程。如果希望确认而在步骤 430 未收到确认，则该过程还决定（resolve）响应（步骤 444），并进入步骤 436 进行帧丢弃的判断。

返回图 24，决定响应的过程 444 开始于判断是否已经收到 NACK（步骤 446）。如果收到了 NACK，则 NACKcount 增加而将 BPC 设为零（步骤 448）。过程 444 确定 NACKcount 是否大于 NACKcount 的阈值（在该例子中，阈值为 4）（步骤 450）。如果 NACKcount 被确定为大于阈值 4，则该过程将 NACKcount 设置为零，并使用鲁棒（ROBO）传输模式（步骤 452），并进行到步骤 436（图 23）。如果 NACKcount 不大于阈值，则该过程直接进入步骤 436。如果希望得到响应并且收到了 FAIL 响应，（步骤 454），则该过程等待预定的时间段，在所示的例子中，为 20 毫秒（步骤 456），并更新关于所有有效帧控制信息的 VCS、VPF 和 CC（步骤 458），将 NACKcount 和 BPC 设置为零（步骤 460）并返回步骤 436。如果希望得到响应而未接收到响应（即没有在步骤 454 收到 FAIL），则该过程确定是否收到其它帧控制信息（步骤 462），如果是，则将 VCS 设置为 EIFS，将 VPF 设置为零（步骤 464）。否则，该过程将 NRC 递增（步骤 466），并确定 NRC 是否大于 NRC 阈值（步骤 467）。如果确定 NRC 是大于 NRC 阈值，则该过程使用 ROBO 模式（步骤 468）并再次返回步骤 436。如果在步骤 467 确定 NRC 不大于 NRC 阈值，则过程返回到步骤 436 而不调整至调制模式。

参考图 25，信道接入争用过程 419 从确定 BPC、DC 或 BC 是否为零开始（步骤 470）。如果是，则该过程确定是否要发射的分段是先前传输的继续（步骤 471）。如果不是，该过程执行下面的操作：建立“争用窗口”CW 和“延期计数”DC 作为 BPC 的函数，即 $CW=f_1(BPC)$ ，其中对应于 $BPC=0, 1, 2, >2$ ，分别有 $f_1(BPC)=7, 15, 31, 63$ ；将 BPC 增量；并设置 $BC=Rnd(CW)$ ，其中 $Rnd(CW)$ 是来自间隔 $(0, CW)$ 的均匀分布的随机整数（步骤 472）。如果是一个连

续（在步骤 471），则过程设置 $CW=7$ ， $DC=0$ ， $BPC=0$ 和 $BC=0$ 。如果 BPC 、 DC 或 BC 在步骤 470 不为零，该过程将 DC 递减（步骤 474）并将 BC 递减（步骤 476）。在步骤 472、473 或 476 之后，过程 419 确定是否 BC 为零（步骤 478）。如果 BC 为零，则过程进行至步骤 406，启动分组传输并将 TC 递减（图 23）。如果 BC 不等于零，则过程等待一个 CRS 时隙（步骤 480），并确定 CS 是否等于零（步骤 482）。如果 CS 为零（即未检测到载波），则过程返回到步骤 476（将 BC 减数）。如果 CS 在步骤 482 不等于零，则过程 419 确定是否当前传输中的同步信号有效（步骤 484）。如果该信号无效，则过程 419 返回步骤 480 以等待另一个 CRS 时隙的持续时间。如果同步信号有效，则过程 419 进入到步骤 412（图 23）以确定当前传输的分隔符帧控制字段的有效性，从而不允许有更多的争用。

参考图 26，其示出了 MAC 接收（RX）处理程序 312 的结构表示。RX 处理程序 312 包括四个函数：一“PHY 帧接收”过程 490，一“重装配程序” 494，一解密过程 496 和一接收 MAC 帧处理过程 498。RX 处理程序 312 储存下面的参数：站地址 338，音屏蔽 340，加密密钥 344，信道特征 506，RX 信道映射 512 和 TX 信道映射 346。

PHY 帧接收过程 490 接收 RX（可选地）加密的段（RES）。即，其分析任何到来的分段的帧控制字段，并接收任何到来的分段的主题。其储存信道特征并使 RES 能够为重装配过程 494 所用。

参考 27，帧接收过程 490 如下。过程 490 从搜索同步信号并监测 VCS（步骤 522）开始（步骤 520）。过程 490 确定是否 VCS 等于 0 和 VPF 等于 1（步骤 524）。如果 VCS 等于 0 和 VPF 等于 1，过程检测 CIFS 中的载波（步骤 526），并确定是否检测到载波（步骤 528）。如果未检测到载波（在步骤 528），则过程等待 CIFS 的结束（步骤 530）并在 PRS 中侦听，注意任何在那个间隔中听到的优先级（步骤 532）。然后将 VCS 设置为等于 EIFS 和 VPF 等于零（步骤 534）并返回步骤

522。如果在步骤 528 检测到载波，则过程直接进行到步骤 534。

如果 VCS 不等于 0 并且 VPF 不等于 1（在步骤 524），则过程确定是否未检测到同步信号，过程返回到步骤 522。如果该过程确定检测到同步信号（在步骤 536），则过程接收并分析在到来的分段的分隔符中的帧控制字段（步骤 538）。该过程确定是否帧控制是有效的（根据 FCCS 字段）（步骤 540）。如果帧控制是无效的，则过程进行到步骤 534。如果帧控制有效，则过程确定帧控制是否指示帧的开始（步骤 542）。如果不是帧的开始，则过程更新 VCS 和 VPF，并且注意由帧控制指示的优先级（步骤 544）并返回步骤 522。如果帧控制指示为帧的开始，即帧控制是在开始分隔符中（并且由此包括一对 RX 信道映射的索引、一长度、是否希望被响应和争用控制标志），过程接收分段的主体和结束分隔符（如果帧中包含结束分隔符的话）。过程确定是否 DA 为有效（步骤 548）。如果 DA 为有效，则过程确定是否 RX 缓冲器可用（步骤 550）。如果缓冲器空间可用，则过程通过检查 FEC 错误标志并确定是否所计算的 CRC 是否等于 FCS（步骤 552），来确定是否分段接收有错误，并且，如果有效并且请求响应，则过程准备 ACK 响应并将其传输（用 PD_DATA.Rsp 以及状态=ACK），并储存 RES 和信道特征（步骤 554）。过程确定是否要接收附加的帧作为分段帧的一部分（步骤 556）。如果不再接收分段，该过程指示帧接收成功（向图 26 所示的其它 RX 过程 494、496 和 498）（步骤 558），并在步骤 560 中等待值 VCS 等于 0 之后进行到步骤 526 检测 CIFS 中的载波。

仍然参考图 27，并参考步骤 552，如果分段为无效，并且希望响应，则过程准备和发送 NACK 响应（即 PD_Data.Rsp 以及状态=NACK）（步骤 562）。该过程放弃帧（步骤 564）并返回至步骤 560。如果在步骤 550，缓冲器空间不可用，并且希望得到响应，则过程准备一 FAIL 响应并将其传输（PD_DATA.Rsp 以及状态=FAIL）（步骤 566），并在步骤 564 返回到放弃帧的步骤。如果在步骤 548，DA 无

效，则过程确定是否分段是多点传播寻址（步骤 568）。如果分段是多点传播寻址，则过程确定是否缓冲器空间可用（步骤 570）。如果缓冲器空间可用，则过程确定是否分段有效（步骤 572）。如果分段有效，则过程进行到步骤 556 以检查另外到来的段。如果在步骤 568 将分段确定为单点传送寻址，或过程确定该分段是多点传播但在步骤 570 确定没有足够的缓冲器空间可用，则过程进入步骤 564（放弃该帧）。

再参考图 26，“重装配”过程 494 将由 PHY 帧接收过程 490 接收的分段累积，直到装配成整个帧为止。每个分段包含“段控制字段”106（见图 7），其提供分段长度（SL）168、分段计数（SC）172 和最后段的标志 170。SL 168 规定了分段中的 MSDU 字节的数目，因为分段被填补以匹配码元块的长度，并被用于在接收机确定和提取 MSDU 字节。SC 172 包含从对应于第一分段的零开始顺序增加的整数。对于最后段或唯一一段将最后段的标志设置为 0b1。“重装配”过程 494 使用在每个分段中的这个信息和其它信息来装配 MSDU。接收机通过将分段按分段计数的顺序组合，直到接收到将最后段的标志设置为 1 的分段为止，来重新装配 MSDU。所有的分段在被解密之前重新装配，以提取 MSDU。

过程 494 从接收 RES 开始，并确定是否 SC 等于零。如果 SC=0 并且设置了最后分段的标志，则 RES 是 MSDU 中唯一的分段，并且过程向解密过程 496 提供 RES 作为接收的加密帧（REF）。如果 SC 不等于零，则过程使用分段控制信息以按顺序累积所有的分段，直到其看到最后段的标志设置为止，并从累积的分段重新组装 MSDU（或 REF）。然后将 REF 传送给解密过程 496。

“解密过程”496 从 REF 产生明码。“解密过程”496 从“重装配”程序 494 接收加密的重新装配的帧，并检索由加密控制字段 112（见图 8）的 EKS 字段 192 中的 EKS 识别的 NEK。如果 REF 中的 IV

为零, 则 REF 被确定为未解密的 (实际上是被接收的明码帧或 RCF) 并将 RCF 传递给 RX MAC 帧处理过程 498。如果 IV 不为零, 则过程 496 用 DES 算法与 IV 和 NEK 对帧解密。过程 496 确定是否在 REF 中有任何错误, 并执行该项任务而不管 REF 实际是否加密。如果解密过程对 REF 没有检测到错误 (即 REF 中的 ICV 等于由解密过程计算的值), 则过程 496 重新定义该 REF 作为 RCF, 并提供 RCF 给 RX MAX 帧处理过程 498。

RX MAX 帧处理过程 498 分析和处理明码帧主体。其从第一发生类型字段中规定的类型值确定帧主体的类型。如果帧不包括 MAC 管理信息字段 182, 则该类型是在类型字段 184 中规定的, 类型字段 184 指示后跟的帧数据是帧数据字段 186 (图 8) 中的 MSDU 数据, 并且类型字段 184 和帧数据 186 与 DA 字段 108 和 SA 字段 110 (图 3) 一起被提供给 LLC 层以进行进一步处理。否则, 参考图 9, 在 MAC 管理信息字段 182 的类型字段 200 中规定该类型。如果在 MCTRL 字段 206 中指示的项数目大于零, 则过程 498 根据其各自的项类型 (如在 MEHDR 字段 206 中 MTYPE 字段 218 中所示), 处理 MAC 管理信息字段 182 中的各个项 204。例如, 如果 MTYPE 字段 218 识别该项为具有响应项 210H 的多点传播 (图 17), 则过程确定站地址 338 是否与由项 210H 规定的任何多点传播目的地地址 272 匹配。参考图 12B, 如果该项是“信道估计响应” 210B, 则过程 498 将 RXCMI 230 与作为 DA 的 SA (在帧信头中规定), 并将来自该项的信道映射信息 (由 RXCMI 230 作为索引) 储存在 TX 信道映射 346 (图 26) 中, 以用于向帧发送的传输。如果该项是“请求信道估计项” 210A (图 12A), 则过程使“信道估计响应”被准备好 (通过“信道估计”过程, 如前所述) 并发回帧的发送器。参考图 16, 如果过程 498 确定项类型是“设置网络加密密钥”项 210G (图 16), 则过程 498 将 EKS 266 与 NEK 268 相关地储存在加密密钥存储器 344 中, 以用于对被分配密钥的逻辑网络的帧数据进行加密/解密。这样, RX 处理程序的过程 498 采取任何适合于该数据项 204 的类型的操作。

在发射/接收过程的另外说明中，图 28 是描述作为单个发射/接收状态机 575 的 MAC 状态机 310 的发射和接收过程的状态图（分别是过程 336 和 490）。参考图 28，状态机 575 开始于空闲状态，搜索同步信号（状态“A”）。如果检测到同步信号，则该机器转变到接收帧控制信息（状态“B”）。如果收到的帧控制表示一 SOF，则该机器接收跟在 SOF 后面的段主体和 EOF（状态“C”）。如果收到有效的 DA 并且希望得到响应，则该机器发送一响应（状态“D”）。在发射响应的事件中（在状态“D”期间），或如果在状态“B”接收的帧控制是一个响应或不希望响应的 EOF，或在状态“C”不希望得到响应，则该机器转变到检测 CSS 中的载波的状态（状态“E”）。如果没有检测到载波，则该机器进入检测 PRS 信令的状态（状态“F”）。一旦检测到 PRS 时隙的结束，则机器设置 VCS=EIFS 和 VPF=0，并转变到在争用窗口中搜索同步的状态（状态“G”）。如果 VCS 超时和 VPF=0，则机器返回状态“A”。如果在状态“A”和状态“G”过程中帧是未决的（并且补偿计数器在状态“G”中具有零值），则机器发射未决的分段（状态“H”）。如果在状态“G”检测到同步，则机器再次接收帧控制信息（状态“B”）。如果当在接收帧控制状态“B”时，机器确定帧控制无效，则机器设置 VCS=EIFS 和 VPF=0，并进行到等待状态（对于 VCS=0）和搜索同步（状态“I”）。如果当在接收帧控制状态“B”时，机器确定收到 EOF 并且希望得到响应，或在状态“C”确定 DA 无效并且希望得到响应，则机器更新 VCS 并设置 VPF=1 和进入状态“I”。如果在状态“I”检测到同步，则机器接收帧控制信息（状态“B”）。如果在状态“I”过程中 VCS 在 VPF 为 0 时超时，则机器返回空闲状态（状态“A”）。否则，如果 VCS=0 和 VPF=1，则机器进入状态“E”。如果在状态“E”检测到载波，则机器设置 VCS=EIFS 和 VPF=0，并转变到状态“I”。迅速返回状态“H”，如果发射分段而没有希望响应，则机器进入状态“E”。如果在状态 H 发射分段而希望响应，则机器更新 VCS 并设置 VPF=1，然后进入状态“I”。

如上所述, 通过使用“MAC 管理信息”字段 182 (图 9), 并结合其它帧字段, 可以获得多个 MAC 功能。这些特征包括(但不限于): 基于加密的逻辑网络, 用于多点传播和广播发送的部分 ARQ; 桥接(用网桥代理); 以及诸如令牌传递和轮询之类的媒体接入控制技术。参考图 1, 网络 10 中的站 12 可以为了私密性而逻辑地分割。例如, 参考图 29, 能够通过共享的传输介质 14 与位于第二地点的站 12c 和站 12d 通信的位于第一地点的站 12a 和站 12b 被逻辑上分为逻辑网络, 即站 12a 和站 12b 属于第一网络 580, 而站 12c 和站 12d 属于第二逻辑网络 582。这种将实际网络中的站逻辑分割为逻辑网络的逻辑分割发生在 MAC 单元 18, 并允许实际网络上的站组就象对每个组有唯一的、分割的网络那样操作。私密性是由 56 比特数据加密标准 (DES) 加密和认证密钥管理提供的。

所有在给定网络中的站共享一个网络密钥作为公共密钥。该网络密钥是分配给逻辑网络的密钥。除了网络密钥外, 每个站具有唯一的默认密钥, 典型地是由制造商预编程的。站的用户从口令产生默认密钥(也由制造商提供)。默认密钥用于在站与作为逻辑网络成员的一个或其它站之间的安全通信, 以便站安全地接收对于那些逻辑网络的网络密钥。从口令产生密钥的一种示范性机制是 PBKDF1 功能, 如在 PKCS#5 v2.0 标准、“基于口令的加密标准”中所描述的, 其使用 MD4 作为基础散列算法。这样, 每个站通过使用其口令获取默认密钥而第一次进入一个逻辑网。

参考图 30 和 31, 向逻辑网络如第一逻辑网络 580 中加入一个新站如站点 12e 的过程如下。已经成为该逻辑网络成员的一个站、或称“主”站(例如图 29 中的站 12b)接收新站的默认密钥(步骤 590)。典型地, 新站的默认密钥是人工输入主控站中的。主控站建立包括“设置网络加密密钥 MAC 管理”项(图 16 中的项 210G)的帧(步骤 592), 该项为逻辑网络标识一 56 比特“DES 网络加密密钥”或 NEK(在 NEK

字段 268) 以及相关的 8 比特“加密密钥选择”(在 EKS 字段 266 中)。主控站用接收的默认密钥将帧加密(步骤 594), 并将加密的帧发送至新的站, 以由新的站用默认密钥解密(步骤 596), 并从解密帧中恢复网络密钥和相关的选择。

主控站可使用先前说明的信道估计功能和信道估计 MAC 管理项(图 12A 和 12B)来使网络加密密钥更安全地传递给新站。主控站可以向新站发送信道估计请求, 使新站执行信道估计处理并返回具有从信道估计过程得到的新的信道映射的信道估计响应。在收到该响应后, 主控站使用在响应中规定的信息映射来向新站发送加密的帧(包含 NEK)。

参考图 31, 在逻辑网络 580 中的站, 即站 12a、12b 和 12e 在各自的加密密钥存储器 344 中储存各自唯一的默认密钥 600a、600b 和 600e(将仅用于重建密钥(re-key)操作), 以及等同的网络加密密钥(NEK) 602 和要用于所有其它在逻辑网络 580 内业务的相关的“加密密钥选择”(EKS) 604。

“加密密钥选择” 604 被设置在“网络加密密钥” 602 可适用的逻辑网络成员(如图中箭头 1、2 和 3 所示)的所有传输中帧的 EKS 字段 192 内, 并且“网络加密密钥” 602 用于对那些成员的所有帧加密/解密。

这样, 通过加密提供逻辑联网以保证私密性。每个逻辑网络具有其自己默认的和网络的密钥, 提供一个逻辑网络与另一个的信息的分隔。因为该机理使用在每个站中包括的加密能力, 每个站具有加入到任何数量的逻辑网络中的能力, 其仅受每个逻辑网络默认值和网络密钥所需存储器的限制, 以及每个逻辑网络的成员站组的成员映射的限制。例如, 站 12a 也可以是第二逻辑网络 582 的成员站, 或站 12d 可以是第三逻辑网络(未示出)和第二逻辑网络 582 的成员站。结果,

站实际上可以储存多于一个的“加密密钥选择”和“网络加密密钥”对，即用于其所属的每个逻辑网络的“加密密钥选择”和“网络加密密钥”对。

部分 ARQ 机制允许多点传播组中的一个成员确认传输（指向多点传播组）作为其它组的代理。部分 ARQ 不保证向多点传播组的传送，但确实提供了对由至少一个多点传播组成员接收消息的指示。MAC 层确认紧接在它们所响应的帧之后而不放弃对新传输的信道的响应。

返回更新的信道映射（在信道估计过程的信道估计响应中）的一个站被选择作为多点传播的代理。该选择可以是随机的，但优选是基于信道映射信息（包含在响应的信道映射内），以使发射站识别在多点传播中最弱的路径。通过识别最不可能接收传输的站，并选择该站作为代理，使部分 ARQ 机制更为可靠。在一个示范性选择机制中，代理可以通过确定哪个应答站的信道映射支持最低数据率（表示最差情况的信道特性）来选择。这种选择可以以各种方式进行，例如通过比较实际数据率来确定最低数据率，或是通过确定哪个信道映射表明在块中最少数目的字节（也是最低数据率的表征）来确定最低数据率。

发射机通过将 DA 字段设置为所选择的代理站的地址来准备多点传播帧。其在参照图 17 所述的“带响应的多点传播 MAC 管理项”210H 中储存代表想要接收多点传播帧的多点传播地址组的多点传播地址，或是在多点传播地址组中的个别地址，并设置 SC 106 中的 MCF 164（图 7）。发射机还在帧开始和结束分隔符中用指示请求一响应的值来设置 DT 字段。

由 DA 字段规定的代理站无论何时接收到带有要求响应的 DT 的帧时，都提供一代表多点传播组的合适的响应类型。如上所述，响应的发射在 RIFS 期间之后开始，而不管媒体是处于忙状态。

尽管在上面将部分 ARQ 机制描述为使用一想要接收多点传播帧的站作为所选择的代理，但这并非是限制。代理可以是任何与相同媒体连接的作为多点传播帧的想要接收者的装置，例如任何与媒体连接的站或网桥。

如前所述，MAC 协议支持由子网（如电源线网络 10，见图 1）在其需要与通过网桥接上的站通信时使用的桥接机制。桥接机制允许每个桥与子网连接以用作通过网桥接入的目的地址的代理。

参考图 32，网络 620 包括第一和第二子网 622、624，它们是基于可靠的媒体（具有极低的误码率的媒体）并因此而称为“可靠”的子网，以及一第三子网 626，它是基于有噪声的媒体（具有较高的误码率），从而被称为“不可靠”的子网。可靠媒体的例子包括常规的以太网和光缆技术。有噪声媒体的例子包括电源线和无线媒体，如 RF。网络 620 还包括用于连接子网 622、624 和 626 的网桥 628 (B1) 和 630 (B2)。第一可靠子网 622 包括站 632a (R1) 和 632b (R2)，它们与第一可靠媒体 634 连接。第二可靠子网 624 包括站 636a (R3) 和 636b (R4)，它们与第二可靠媒体 638 连接。第二可靠媒体 638 可以与第一可靠媒体 634 为相同类型也可以为不同类型。不可靠的子网 626 包括站 640a (U1) 和 640b (U2)，它们与有噪声的和不可靠的媒体如电源线 642 连接。网桥 628 (B1) 与第一可靠媒体 634 (在端口 A) 和不可靠媒体 642 (在端口 B) 连接。网桥 630 (B2) 与不可靠媒体 642 (在端口 A) 和第二可靠媒体 638 (在端口 B) 连接。网桥 628、630 各自支持网桥的功能性，包括（但不限于）分别图示为学习网桥过程 644 和 646 的学习网桥单元。每个站和网桥包括至少一个 MAC 装置。站 632a、632b、网桥 628 和站 636a、636b 以及网桥 630 分别包括合适类型的常规 MAC 装置，MAC 装置 648a、648b、648c、650a、650b、650c，用于支持它们所连接的可靠的媒体。为了支持在不可靠媒体上的操作，具体地说，即知道源 (source-aware) 的桥接代理功能（下面将说明），网桥 628、630 和站 640a、640b 分别包括知道源的 MAC

装置 652a、652b、652c、652d。需要知道源的 MAC 装置 652、即那些加入到知道源的桥接中的装置知道通过一个网桥（在这种情况下，是网桥 628 或 630 之一）到达一个特定的目的地址。

每个这种知道源的 MAC 具有允许网桥（或作为网桥的装置）用作目的地代理的能力。通过作为目的地址的代理，网桥接受向该目的地地址传送分组的责任，并直接作为个别的地址加入 ARQ 方案（scheme）中（在需要时）。

通过对所有站在得到信道映射时所需要的相同信道估计过程，使站 U1、U2（以及网桥 B1 和 B2）知道需要使用网桥代理。如果从网桥 628、630 之一接收的“信道估计响应 MAC 管理”项 210B（图 12B）具有“网桥代理”位 236 的组，则接收装置知道该网桥可工作并在向另一子网上的一个或多个地址发送。接收装置将该网桥的源地址（由 SA 字段识别）与 CMI（和 VT、RATE 和 MOD 字段一起）关联，就要对网络上的任何其它站一样。接收机还将相同的信息与“信道估计响应 MAC 管理”项 210B 的每个“桥接目的地址”（BDA）246 关联。BP 标志 236 指示 BDA 246 是通过网桥的源地址接入的。以此方式，每个站能够以第一列表的形式构造一第一数据结构，在此称为 BPDAlist，该第一数据结构将每个网桥的 SA 映射至一个或多个 BDA。每网桥构造和维护一第二数据结构或列表，这是其自己的各个被提供代理服务的 DA 的列表（“我是代理”列表或 IAPlist）。

通过网桥代理向 BPDAlist 中的 DA 进行的后续传输一旦建立，即通过发送具有“替代网桥地址”型的“MAC 管理信息”字段项的帧来完成的。一个寻址到为其激活了网桥代理的“目标地址”的 MSDU 被与“帧信头目的地址”108（图 3）组一起发送到网桥的地址。“替代网桥地址 MAC 管理信息项”包括初始目的地地址（ODA）和初始源地址（OSA），从而允许网桥为该传输重建初始的 MSDU。

在构建状态中的网络 620 示于图 33，作为被构建的网络 620'。在构建状态中，学习网桥过程 644、646 为所有的站分别维护逐端口学习的地址列表 660、662。这样，B1 维护站/端口列表 660，以便包括用于端口 A 的站 R1 和 R2、用于端口 B 的站 U1、U2、R3 和 R4。网桥 B2 维护站/端口列表 662 以包括用于端口 A 的站 U1、U2、R1 和 R2、用于端口 B 的站 R3 和 R4。网桥源通知 MAC 652a 和 652b 分别维护 IAPlist 664a 和 664b，其包括由那些网桥为其提供代理服务的地址。IAPlist 664a 包括 R1 和 R2 的地址，IAPlist 664 b 包括 R3 和 R4 的地址。通过 LLC（在本地管理项中）将 IAPlist 地址传送至知道源 MAC，或是被学习（通过学习网桥过程，其向知道源 MAC 提供地址，或当 MAC 从 LLC 接收一个具有不属于它的 SA 的帧时）。知道源 MAC 功能 IAP（SA）将这些地址加到 IAPlist 列表中。

另外，站 640a 和 640b 各自在相应的“网桥代理 DA”列表 666 中（BPDAlist）维护学习的或接收的 BPDA 信息。因为两个网桥与子网 626 连接，这些网桥（网桥 628 和 630）中的每一个还必须为通过其它网桥到达的目的地址维护网桥代理列表。结果，网桥 628 和 630 分别维护 BPDAlist 668a 和 668b。它们通过信道接收在 MAC 管理项即来自网桥的信道估计响应 MAC 管理项、或是来自主机的信道估计响应 MAC 管理项（本地 MAC 管理项）中的该列表。该列表可以是地址对的列表，地址对包括目的地址（DA）和与该 DA 相关的网桥代理 DA（BPDA），或另选地可以是与每个 BPDA 相关的 DA 的列表。当从 SA 与 OSA 不匹配的特定 SA 接收到桥接的帧时，可以学习 BPDAlist。它们由 RecordBPDA(OSA, SA)函数储存，该函数在 BPDAlist 中分别储存 OSA、SA 地址对作为 DA 和 BPDA。本地 MAC 管理获得/设置原语（primitives）在储存和为站提供 BPDAlist 时被用于支持 LLC（以及更高层）。

参考图 34，其显示了在知道源的桥接网络（网络 620）700 中用于自己构成一装置（如 U1、U2、B1 或 B2）的知道源的 MAC TX 过

程。过程 700 从通过装置中的知道源 MAC652 接收来自 LLC 的帧开始（步骤 702）。该帧可能是要用于发送到目的地址装置或作为 MAC 本身的管理帧。过程确定是否由帧识别的 SA 与 MAC 自己的 SA（MyAddr）匹配（步骤 704）。如果有一个 SA 匹配，则过程确定由该帧识别的 DA 是否与 MAC 自己的 DA（MyAddr）匹配（步骤 706）。如果也有一个 SA 匹配，则该帧被传送到 MAC 本身并且不将被在媒体上传输。该过程确定是否 MAC 管理项在该帧中存在（步骤 708）。如果该帧包括含有要用于本地应用的信息的 MAC 管理项，则过程调用 RecordIAP，以在项目中存在一 IAP 列表时储存这种 IAP 列表（步骤 708）。如果帧不包括 MAC 管理项（在步骤 708 确定），则该过程放弃该帧（步骤 712）并返回至空闲状态（步骤 714）。

如果在步骤 706 确定，在帧中的 DA 与 MAC 本地地址不一致（就象通常在要发射的帧中的情况那样），则过程确定是否 DA 已知要被桥接（步骤 716），即，与来自先前的 RecordBPDA 函数（如上面所讨论并将结合附图 36 更详细地说明的）的站的 BPDA 列表中的网桥（通过其来进行接入）相关。如果 DA 已知要被桥接，则该过程通过用帧 DA 字段中相关网桥的 DA 替代该帧的 DA 来执行 SubstituteBPDA 函数（步骤 718），并将帧的 ODA 和 OSA 字段中的初始 DA 和 SA 分别放在“替代网桥地址 MAC 管理项” 210F 中（见图 15）。该过程将该帧引至到准备用于传输帧的过程（步骤 720）。

如果在步骤 716 中 DA 不知要被桥接，并且实际上在步骤 722 不知要被桥接，则该过程将该帧引导到传输准备（步骤 720），而不进行桥接地址处理。如果 DA 不知道（在步骤 722），则通过将 DA 设置到广播地址来执行 SubstituteBPDA 函数（步骤 724），并且过程进行到步骤 720。

参考步骤 704，如果帧的 SA 不等于站的地址（MyAddr），则执行过程的该装置被桥接并且处理如下所述继续。该过程确定是否 DA

已知要被桥接（根据先前的 RecordBPDA 函数、信道映射响应或本发管理“集合”原语）（步骤 726）。如果 DA 已知要被桥接，则该过程执行 SubstituteBPDA 函数，执行 IAP（SA）函数（如前面所述），在步骤 720 准备用于传输帧的过程之前用 MyAddr 代替 SA（步骤 728）。否则，如果 DA 不知要被桥接（即对 DA 或其它指示不存在信道映射）（步骤 730），则过程执行 SubstituteBPDA 函数而不改变 DA，执行 IAP（SA）函数，并在步骤 720 准备用于传输的帧之前，用 MyAddr 代替 SA（步骤 732）。

如果 DA 不知道（在步骤 730 确定），则在步骤 720 准备用于传输的帧之前，通过将 DA 设置到广播地址、并执行 IAP（SA）函数，以及用 MyAddr 代替 SA（步骤 734），来执行 SubstituteBPDA 函数。

参考图 35，显示了传输帧准备过程 720。优选地，该过程在图 34 的自动构建知道源的桥接之后执行。通过以这种方式命令该过程，维持了通过使用部分 ARQ 来改进的广播和多点传播分组的可靠性。首先，过程 720 确定是否 DA 是多点地址（步骤 740），如果不是，则过程确定是否对该 DA 存在信道映射（步骤 742）。如果对该 DA 存在信道映射图，则该过程指示根据信道接入过程将该帧加密和发送。（步骤 744）。如果过程在步骤 742 确定对该 DA 的信道映射不存在，则该过程在步骤 744 之前加密和传输之前使“信道估计请求 MAC 管理项”加到帧中（步骤 746）。如果在步骤 740 确定 DA 为多点传播，则过程确定是否有有效的信道映射存在（步骤 748）。如果不存在有效的信道映射，则部分 ARQ 过程不能被执行，并且该帧在步骤 744 被简单地加密和发送。如果在步骤 748 确定存在有效的信道映射，则部分 ARQ 过程通过 SubstituteMWR 函数执行。SubstituteMWR 函数将 DA 复制到“具有响应的多点传播管理项”，用有效信道映射存在的 DA 代替该 DA，并设置“多点传播标志”（步骤 750）。

参考图 36，其显示了用于接收时自构建、知道源的知道源 MAC RX

过程(即作为由 MAC 单元从媒体接收的帧)760。按从上述参考图 34-35 的传输处理的逆序来进行处理。即,部分 ARQ 处理后面跟着网桥代理数据处理。过程 760 从媒体 762 接收一帧。过程确定是否“多点传播标志”被设置为 1 或是 DA 为多点传播地址,即地址 MSB=1(步骤 764)。如果过程确定既没有设置 MCF、DA 也不是多点传播,则过程确定 DA 是否等于 MyAddr(步骤 766)。如果在步骤 766 确定 DA 不等于 MyAddr,则放弃该帧(步骤 768)并且过程返回到空闲状态(步骤 770)。否则,也就是说,如果设置了 MCF、或 DA 是多点传播、或 DA 等于 MyAddr,则该过程使该帧重装配(如果合适)并解密以提取可能存在的“MAC 管理项”(步骤 772)。如果在该帧中存在“信道估计请求 MAC 管理项”,则过程 760 通过准备包括从网桥的 IAP 列表(如果存在这种列表的话)取出的 BPDA 列表的“信道估计响应”来处理该请求(步骤 774)。该过程确定是否在该帧中存在“MWR 管理项”(步骤 776)。如果是,则用包含在项中的 DA 代替该 DA,并去掉信头(步骤 778)。如果不存在 MWR 项,则过程确定是否在该帧中存在“替代网桥地址”项(步骤 780)。如果过程确定在该帧中存在 RBA 项,则执行 RecordBPDA(OSA,SA)函数以将此地址对加到站的 BPDAlist 中(如果 OSA 和 SA 是不同的),并且从 ODA 和 OSA 恢复 DA 和 SA(步骤 782)。一旦该过程从帧中去掉任何管理项并将该帧传送到 LLC 以向主机传送(步骤 784),则返回到空闲状态(步骤 770)。

如图 32 所示,网桥 B1 和 B2 包括与知道源 MAC 在连接至不可靠网络的端口上连接的学习网桥过程。该学习网桥过程是“IAP 知道”的,并因此能够将传送地址的列表传送至不可靠 MAC 的 IAP 函数中以储存在 IAPlist 中。

尽管网桥 B1、B2 使用具有知道 IAP 的学习网桥功能,也可以想得到其它实施例。例如,可以用标准的、可购买到的网桥芯片(其典型地具有用于各端口的内置的以太网 MAC 648)、以及与至少一个端

口连接的外部的知道源 MAC 532 来实现网桥 B1、B2，从而从学习网桥过程中隐藏在该至少一个的端口上对知道源的桥接的使用。在这种实施中，尽管该网桥不是知道 IAP 的，并且因此未配备成将 IAP 列表信息传送至知道源的 MAC，该知道源的 MAC 支持其它可用于产生和维护 IAPlist 的机制，例如 MAC 管理项或其它知道源 MAC 学习机制，如前所述。

再次参考图 32-33，尽管装置 628 和 630 被图示为独立的网桥，它们也可以实现为站（具有主机或与主机连接）。如果实现为站，则网桥装置 628 将被看作是子网 622 和 626 上的站。类似地，如果网桥装置 630 将被实施为站，则其将被考虑为在子网 624 和 626 上的站。与桥接机制相关的控制结构和操作将被修改为合适的。例如，站/端口列表 660 将被扩展成包括用于端口 B 的装置 630（B2），并且站/端口列表 662 将类似地调整为包括用于端口 A 的装置 628（B1）。

如前所述，使用无争用接入机制使单个站控制对媒体的接入。另外，无争用接入机制允许站作为网络控制器。参考图 37，其示出了能够支持定期无连接间隔（会话）以保证高质量业务以及面向争用的接入的多点网络 700。网络 700 包括指定为主控站 702 的站和与共享物理媒体 706 连接的站 704a、704b（分别显示为第一和第二附属站）。典型地，主控站 702 的选择是由网络管理器（未示出）构成，或是专用的装置或产品。站 702、704a 和 704b 分别包括主机 708a、708b 和 708c，MAC 层 710a、710b 和 710c，以及 PHY 层 712a、712b 和 712c。每个主机 708 与 MAC 层 710 连接，MAC 层 710 还与 PHY 层 712 连接。优选地，MAC 层 710 以相同的方式操作并包括 MAC 单元 18 的功能（图 1）。类似地，PHY 层 712 优选包括至少 PHY 单元 22 的功能（仍参见图 1），并且媒体 706 是电源线。但是，可以使用其它的媒体类型。主机 708 是要用于代表操作上上述 MAC 子层 710 的至少一个或多个网络软件部件。

在主控站 702 和任何一个或多个要参加无争用间隔会话的附属站 704a 和 704b 之间的连接，是通过在主控站和附属主机之间（即主机 708a 和 708b 之间以及 708a 和 708c 之间，如果两个附属站都要作为会话的成员的话）在无争用会话之前用正常的基于争用的接入进行“连接控制”信息的交换来建立和维护的。各站用相同的机制加入到会话中和从会话中除去，即使用“连接控制”消息 714，它们在用于这些目的的会话过程中在无争用间隔之外传送。主机 708 通过发送“设置连接和使用连接”消息 716 向该站 MAC 710 发送连接（一旦建立或在后续修改时）的详细内容。

涉及主控站/附属站通信的“连接控制”消息 14 包括下面的原语：
MASTER_SLAVE_CONNECTION.Request(Req)/Confirm(Conf);
SLAVE_MASTER_CONNECTION.Req/Conf;
MASTER_SLAVE_RECONFIGURE.Req/Conf; 和
SLAVE_MASTER_RECONFIGURE.Req/Conf。每个这些原语包括下面的参数：周期(Period)；帧长度(Frame Length)；最小帧时间(Minimum Frame Time)；最大帧时间(Maximum Frame Time)；开始时间 (Start Time)；连接持续时间(Connection Duration)；连接号 (Connection Number)；以及最后的无争用帧 (Last Contention-Free Frame CFF)。

“周期”定义了一个争用间隔的开始到下一个无争用间隔的开始之间的时间。“帧长度”定义了（以字节数）在每个间隔中要发送的平均帧长度。“最小帧时间”和“最大帧时间”分别定义了帧（加上相关的响应）的最小和最大持续时间（加上相关的响应）。“开始时间”规定了加入（或开始）无争用间隔的近似第一时间。“连接持续时间”规定了连接的持续时间（以秒为单位）。0 值指示连接取消，而最大值 (MaxValue) 指示在取消之前连接是好的)。“连接号”是分配给特定的站-站（即主控站到附属站）连接的连接号。“最后的无争用帧”表示附属站（接收该参数）要在下次无争用间隔中发送最后帧并应当将该帧中的 CC 字段设置为零（从而向所有在网络中的站发信号命令特定的无争用间隔结束）。主控站控制“连接控制消息”参数的设置，

从而附属站使得一个请求（.req 消息）发送所请求的值给主控站。如果由主控站返回的值可接受，则来自附属站的确认响应简单地确认这些值。

在主控站和附属站之间的示范性的连接控制消息交换如下。一启动电话呼叫的手机站（附属站）将一则消息发送至基站（主控站）请求呼叫建立（连接请求）。主控站用指示定时和其它用于建立和维持该连接所要求的信息来响应。

除了所讨论的连接控制消息参数之外，任何关于新连接的信道映射的请求或响应都在开始第一个无争用间隔（其中要加入连接）之前用基于争用的接入来传送。所有与连接的维持或改变有关的其它消息也在无争用间隔之外交换。

仍然参考图 37，主控站 700 可以将主控站控制传送给另一个站（“新”主控站），例如已经作为附属站（如站 704 之一）的站，或还没有作为附属站（未示出）的站。应当理解网络 700 可以分割为多个逻辑网络，每个逻辑网络具有指定的主控站，例如在一个逻辑网络中将主控站 700 指定为第一主控站（并作为主控站），而在另一个逻辑网络中将主控站 704b 指定为第二主控站，并用于从主控站 700 到其它（新）主控站 704b 传送的主控站/会话控制。为此目的，连接控制消息 714 还包括用于将主控站和会话控制信息从主控站传送至新主控站的消息。这些消息的形式是：

MASTER_MASTER_CONTROL_TRANSFER.Request 和

MASTER_MASTER_CONTROL_TRANSFER.Confirm 消息，用于转发下列参数：周期(Period)；帧长度(Frame Length)；最小帧时间(Minimum Frame Time)；最大帧时间(Maximum Frame Time)；开始时间 (Start Time)；会话持续时间(Session Duration)；连接号(Connection Number)；以及请求的间隔长度（Requested Interval Length）。“周期”定义了从一个无争用间隔的开始到下一个无争用间隔的开始之间的时

间。“会话持续时间”以秒为单位定义了会话的长度（进行会话控制的主控站）。“请求的间隔长度”规定了所请求的无争用间隔的总长度（以毫秒为单位）。“连接号”是分配给主控站到新主控站连接的唯一号码。逻辑网络的各个指定的主控站 702、704b 就能够在它们之间将控制向后和向前传送，以在逻辑网络的会话之间实现平滑的转变。

参考图 38，其显示了无争用间隔 722 的示例的无争用会话 720。无争用间隔 722 在固定时间间隔 724（在“连接控制消息 714”中规定为“周期”）上定期地发生。优选地，无争用间隔限制为整个“周期”或循环的一部分，如 50%，以便其它站有机会在正常的面向争用的间隔 725（在图中用阴影显示，因为间隔 725 不是会话 720 的一部分）期间争用该媒体。会话间隔 726 是会话 720 的持续时间。它可以是固定的持续时间（如图所示）或持续到会话所需要的时间长度。典型地，会话是由主控站在其知道需要会话时（例如当收到第一连接请求时）建立的。其它连接可以加到已建立的会话中，或者参加会话的连接可以从该会话中去掉（在诸如终止那些连接的情况下）。在图 38 所示的例子中，假定主控站在大约相同的时间知道了从两个附属站 704a 和 704b 发来的请求，并且因此会话 720 在建立那些连接时建立。

仍然参考图 38，每个无争用间隔 722 被分为帧时隙 722，并且每个帧时隙 727 要么分配给下行业务流（从主控站），即时隙 727a 和 727b，要么分配给上行业务流（从附属站），即 727c 和 727d。在所示的结构中，主控站将其自己的一个帧在下行业务时隙中发送（例如在时隙 727a 中发送帧，后面紧随分配给参加无争用时隙 722 的附属站的上行业务时隙（仍使用所说明的例子，是由附属站 1 使用的时隙 727c））。为了对每个成员附属站 1 和 2 启动无争用接入，无争用间隔开始于主控站将帧排队以立即发出，和向附属站 704a 发送第一下行帧 727a，其具有 CAP=3 和 CC=1。一旦下行帧 727a 已经被附属站 704a 接收，并且附属站 704a 确定下行业务的传输已经完成，则附属

站 704a 发送一上行帧 727c (已经由附属站的主机排队)。附属站 704a 确定当最后 (或唯一的) 分段被接收到并符合某种条件时, 即具有与主控站匹配的 SA、CAP=3、CC=1 和与所分配的连接号匹配的 CN 时, 应当发送一排队的帧。

仍然参考图 38, 主控站在从附属站 1 接收所希望的帧后, 或在没有收到帧达到预定的时间段后 (即由于信道状况较差而使下行和上行帧都失败), 继续发送另外的无争用帧 (如果在会话中有其它的附属站加入)。在所示的例子中, 主控站在第二下行业务时隙 727b 中发送下行业务, 从而使附属站 704b 在第四时隙或第二上行业务时隙 727d 发送上行的业务 (当设置在下行帧中的 SA、CAP、CC 和 CN 字段这样指示时)。因此, 以此方式, 主控站的下行业务能够实现轮询 (polling) 机制。

无争用间隔 722 通过设置最后帧中的 CC=0 来结束。站已经从在设置和维护连接的过程中 (在主机之间) 交换的“连接控制”信息中的“最后 CFF”字段知道特定的帧是最后的。

这样, 从图 38 可以看出, 无争用间隔会话 726 可以由 CSMA 网络 (如图 1 中所示的网络 10) 采用, 以在面向争用的间隔 725 过程中实现的分布式媒体接入控制 (如 CSMA) 和对于不同水平的 QoS 的无争用间隔 722 的集中的媒体接入控制 (如 TDMA) 之间交替。

每个站的 MAC 层被设置为在合适的时间通过由主机交换的“连接控制”消息 714 和向 MAC 层提供的“设置连接 MAC 管理”消息 716 (图 37) 来发送帧。“设置和使用连接”消息 716 被送往 MAC 管理信息项的 MAC。参考图 39A 和图 39B, 分别图示了一“设置连接”MAC 管理数据项 740 和“使用连接”MAC 管理数据项 742。参考图 39A, “设置连接”MAC 管理数据项 740 包括用于识别分配给特定连接的连接号的“连接号”字段 744, 和用于指示一站是作为用于由“连

接号”字段 744 所识别的连接的主控站还是附属站的“主控站”字段 746。如果设置，则“主控站”字段 746 指示该站作为主控站。项目 740 还包括 SA 字段 748 和“SA 帧大小”字段 750。SA 字段 748 提供为所识别的连接排队的将传输帧（由“SA 帧大小”字段 750 规定的长度）的站的地址。当排队的帧是在给定的无争用间隔中发送的第一帧时，“SA 帧大小”字段 750 被设置为零，而 SA 字段 748 可以被忽略。如果“主控站”字段 746 被设置，并且所排队的帧不是要在给定的无争用间隔中发送的第一帧，则主控站使用由“SA 帧大小”字段 750（结合用于识别的 SA 的信道映射）给定的长度来设置“发射计时器”，用于测量在前一发射结束和所排队帧的传输开始之间的时间间隔。当“发射计时器”时间到，一旦媒体空闲就发射排队的帧。“发射计时器”的值用于在上行帧失败时（例如冲突或未发射）使无争用间隔继续。优选地，“发射计时器值”近似等于所希望上行帧的持续时间，以便对后面在无争用间隔中的业务不会引入另外的抖动，并且能够从来自具有平均帧长度知识的附属站的最新信道映射中估计出来。应当说明 EIFS 必须被定义为比在上行帧丢失时可能发生的最长的间隙长，以便这些潜在的间隙不会使其它站中断无争用间隔，特别是当站用 CAP=3 和 CC=1 来侦听业务时。可能希望使用两个不同的 EIFS 值，当检测到用 CAP=3 和 CC=1 定义的分隔符时，对于基于竞争的业务优化较长的 EIFS（如前面定义的），否则优化较短的 EIFS。

再参考图 39A，项目 740 还包括“TX 帧大小”字段 752，一“最小帧时间”754 和“最大帧时间”756。“TX 帧大小”字段 752 规定了平均的期望帧大小（以字节为单位）并用于根据需要建立合适长度的虚帧。一般情况下，虚帧用于将要发送的实际的帧在该帧没有及时到达 MAC（要么由于帧到达的延迟，要么作为使传输时间在即时的帧到达之前发生传输的网络抖动的结果）时将其替换。虚帧与正常发射的帧长度几乎相同，并且包括一为虚帧的指示（例如在 MAC 管理项中）。“最小帧时间”754 规定了帧的最小持续时间（以及任何相关的响应，如果希望的话）。如果根据当前信道映射的帧的大小不满

足该最小要求，则用合适数量的比特来填充该帧以满足该最小值。“最大帧时间” 756 规定了帧的最大持续时间。当基于当前信道映射的帧的大小使帧超过该最大要求时，该帧在传输之前被截短（或发送一个适合长度的虚帧），并向主机指示失败。最小/最大帧时间的目的是控制抖动。信道映射可以用这些定时要求和平均帧大小来计算和优化。

在“设置连接” MAC 管理数据项 740 中还包括有一“控制”字段 758 和“帧寿命”（FrameLife）字段 760。“控制”字段 758 向站指示对于由连接号识别的连接，将“主控站控制”传送到另一站（如果该站是主控站）或从另一站（如果该站是附属站）传出。“FrameLife”字段 760 规定了帧定时器的值（FrmTimer，前面已说明）。当该计时器时间到时，排队等待发射的帧被放弃。

参考图 39B，“使用连接”项 742 包括“连接号”字段，其规定了与用于同一连接的“设置连接”项中同名字段相同的连接号。由主机通过用该连接在媒体上将其与任何要发射的数据帧一起传送。当为传输准备数据帧时，连接号被置于“分段控制”字段 106 的“连接号”字段 162 中（图 7）。

尽管在图 38 中未示出，主控站可以使用面向争用的间隔（例如无争用间隔 722）来在无争用间隔 722 中背靠背地（back-to-back）发送多帧。为了对下行业务使用上行业务时隙（为了实现背靠背下行业务传输），主控站将下行帧中“分段控制”字段 106（示于图 7）中的“连接号”字段 162 设置为除分配给主控站和附属站之间从主控站到附属站的连接（正常情况下在后面的时隙中将转变）以外的一些连接号。换言之，主控站使用 CN 字段 162 控制下行业务是否用作轮询一个附属站（从而触发下一时隙中的上行帧）。另外，主控站可以发送一虚帧给附属站以在需要时只启动单程、上行业务。主控站可以用相同的机制，即设置 SA 为主控站的 SA，CAP=1 和 CC=1 并设置 CN 为合适的连接号，从而在无争用间隔下行时隙中控制将主控站控制传

递给另外的站（当两个站同意在开始该无争用间隔之间在“连接控制”消息的交换中转发控制时，如先前所述）。主控站控制要被传递到的站在正确地收到该帧（其中 SA 与主控站的 SA 一致，CAP=1 和 CC=1 并且 CN 与分配的连接号匹配）时接受作为主控站的角色。控制传递也可在无争用间隔之间动态地发生。

如果站有不同的网络加密密钥，在主机之间建立和控制传递通信伴随有对于建立和控制消息（帧）为无效的加密。在这些帧中由于加密无效而没有包括其它的信息。

尽管将“连接控制”消息描述为包括“开始时间”，应当理解“开始时间”作为“连接控制”消息的参数可以去掉。开始时间可以根据这样的假定来隐含，即主控站和附属站开始于就在同意连接参数之后（通过用于连接建立的“连接控制”消息的交换）第一个无争用间隔，而使用“发射计时器”和 FrmTimer 将允许两个站在随后变得完全同步。

尽管在无争用间隔（CC=0）之间交换了“连接控制”消息，理想的是发送最高优先权的消息（CAP=3），以便它们与其它站的数据业务不会竞争。

帧转发（或中继）可以增加噪声（无线或有线）网络整个网络的覆盖率、可靠性和吞吐量。这样，MAC 单元 18（图 1）的 MAC 协议支持用于通过中间站传送帧的有效机制。帧转发涉及三个站 12。在示例性帧传送动作的上下文中，站中的第一个（例如 12a）是信源站“A”，站中的第二个（例如 12k）是目的站“B”，而一个选择的第三站（例如站 12b）是中间（或转发）站“I”。在一个帧转发情况下，站 A 和站 B 由于信道条件（即高度衰减和/或噪声水平）而不能彼此通信，但站 A 可以与站 I 通信，而站 I 可以与站 B 通信。在另一种选择中，在速率自适应帧转发情况下，站 A 与站 B 仅在较低的数据率下通信（例

如使用 ROBO 模式），而通过中间站与 B 通信会显著增加吞吐量。

在与站 B 通信之前，站 A 学习如何与站 B 进行最佳的通信。该任务通过一学习过程完成，其中站 A 向网络中的每个站发送一帧，该帧包括“连接信息请求 MAC”管理项 210C（见图 13A）。该请求从每个站 12 要求关于该站与站 B 通信的能力。该请求可以以单点传送帧传输的方式发送到每个已知站，或用广播帧传输发送到可以收听站 A 的所有站。每个知道其能够与 B 通信的站通过返回一包括“连接信息响应 MAC”管理项 210D 的帧（见图 13B）作出响应。在项目 210D 中的“字节”字段 249 包括对站 B 的每 40 码元块的字节数（根据所储存的或最近请求和返回的到站 B 的信道映射）。（另外，响应方的站能够向站 B 返回最大长度帧的容量（以字节为单位）。）这样，“字节”字段 249 指示响应方站到站 B 之间连接的数据率。该响应可包括关于连接的其它重要的信息（例如连接质量或可靠性的衡量、和/或如果包括在“连接信息请求”中的帧也包括在“信道估计请求”项 210A 中（图 12A）时，对于站 A 的更新的 TX 信道映射）。在收到响应后，提供满足连接质量或可靠性要求（根据站 A 到响应方站和响应方站到站 B 的组合）的最高容量或吞吐量的响应方站被选择为中间站 I。

因为这些信道信息请求和响应不包含敏感的信息（即不能由其它站偷听的信息），所以它们可以以明码形式发送以避免交换网络加密密钥的需要（如果还不能得到密钥时）或减少处理时间。优选地，无论何时站 B 向站 I 发送新的信道映射来改变“字节”的值（即每 40 个码元块的字节），站 A 都接收 I 到 B 连接的信道信息的更新。站 A 可以管理这种更新的接收，或可选地，站 I 可以被给予用新的“连接信息响应”更新站 A 的责任。站 I 如果根据帧转发业务的观察知道这是从站 A 到站 B 的转发业务，就能够处理这种任务。

参考图 40，在两个帧 800 之后，站 A 根据用于要求响应的帧转发的转发帧结构，通过站 I 用确认业务向站 B 传送帧。转发帧结构 800

包括第一帧 802、第一响应 (RESPONSE1) 804、第二帧 806、第二响应 (RESPONSE2) 810。每个第一帧 802 和第二帧 806 包括 SOF 分隔符, 分别是第一 SOF 分隔符 (SOF1) 812 和第二 SOF 分隔符 (SOF2) 814。帧 802 和 806 还分别包括帧有效负载 (F1, F2) 816、818。帧 802 和 806 还分别包括 EOF 分隔符, 分别是第一 EOF 分隔符 (EOF1) 820 和第二 EOF 分隔符 (EOF2) 822。应当理解 SOF 分隔符、EOF 分隔符、有效负载和响应具有与对于 SOF 分隔符 92 (图 3 和 5A)、EOF 分隔符 94 (图 3 和 5B)、和响应 120 (图 4 和图 6) 的定义相同的结构。

对于第一帧 802, 站 A 根据基于到站 I 的信道映射的最大帧容量中较小的一个、以及在站 I 的响应中所指示的字节容量, 来选择最大分段的大小, 以保证帧与对帧中继的两个帧 (帧 802 和 806) 的单个分段适合。在帧信头/主体 816 中, SA 被设置为站 A 的地址, DA 被设置为站 B 的地址, 在“分段控制”字段 106 中的 FW 161 被设置为 0b10 或 0b11 (指示中间站地址字段 IA 823 的存在, 从而该帧被发送到中间站, 并且 FW 的 LSB 在 FW 的 MSB 为 1 时指示 CC 的希望/初始值), 并且地址字段 IA 823 设置为站 I 的地址。SOF1 分隔符 812 和 EOF1 分隔符 820 中的 DT 被设为指示所希望的响应, 而 CC 被设置为指示无争用状态。EOF1 分隔符 820 中的 CAP 的值被设置为分配给帧的信道访问优先权 (或优先权 “P”)。EOF1 分隔符 820 中的 RWRE 字段 145 被设置为 0。当站 I 收到帧 802 时, 其检测设置为 0b10 或 0b11 的 FW 字段 (指示站 I 应当检查 IA 而不是 DA 作为目的地址) 并将 IA 与其自己的地址匹配。如果 SOF1 指示希望收到响应 (如在本例中那样), 则如果返回一 ACK, 站 I 用包括在 EOF1 的 CC 和 CAP 的值返回响应 804。如果站 I 返回 NACK 或 FAIL, 则其使用包含在“分段控制”中的 CC 和 CAP 的值指示失败的转发尝试。如果要返回 ACK, 则站 I 设置 FW 为 0b01 (指示地址字段 IA 的存在以及帧正在被发送至最终站), 重新计算 FCS 的值, 指出如果在 SOF2 814 和 EOF2 822 中希望响应, 并设置 EOF2 822 中的 RWRE 位 145 以指示 (为了其它

站的 VCS 的利益) 希望得到双重响应。SOF2 814 和 EOF2 822 中的 CC 字段被设置为在 FW(CC=FW 的 LSB)中接收的 CC 值,而不是在 EOF1 820 中收到的值。EOF2 822 中 CAP 字段 144 被设置为在“分段控制”字段 106 中收到的值。SOF2 814 中的 CMI 字段 142 和 FL 字段 140 根据 DA(站 B)的 TX 信道映射来设置,并且用 CMI 字段 142 中指示的 TX 信道映射发射该帧。

站 B 从站 I 接收第二帧 806, 并从 FW(FW=0b01)的值识别帧 806 已经被转发。因为 SOF2 814 指示希望得到响应, 站 B 返回一个响应 808, 指示希望跟着另一个响应(RWR 型, DT=101)。响应 808 包括在 SOF2 814 接收的 CC 的值和 CAP 144 的值, 以及根据在帧 806 中接收的 FCS 的 RFCS 148。站 I 处理响应 808 并产生第三响应 810 给站 A。响应 810 是同一类型的(ACK, NACK 或 FAIL, 但 DT=0b100 而不是 0b101), 并使用在来自站 A 的帧中接收的 CC、CAP 和 FCS (如果响应是 ACK) 的值。

在每个传输中的帧有效负荷是等同的, 除了在“分段控制”中的 FW 字段和 FCS 之外。这使 MAC 为准备用于再发送的帧所要求的处理最小化。

参考图 40 以及图 41 和 43-45, 后跟“SOF1”、“SOF2”、“EOF1”、“EOF2”、“F1”或“F2”的符号“=”被用作“被赋予所接收的值”的简略标记。其它尚未提到的简略标记和缩写包括: “LEN”表示长度, “P”表示与帧相关的初始/将成为的信道接入优先权, “C”表示与帧相关的初始/将成为的 CC 值。这样, 例如“FL=Len F1”表示字段 FL 等于帧 F1 的长度, 而“CAP=EOF1”表示 CAP 被赋予在 EOF1 中收到的值。

参考图 41, 显示了不带有希望响应 824 的帧转发的帧转发结构(即广播)。在该序列中, 在帧 802 和 806 中的 SOF 分隔符和 EOF

分隔符字段被设置以指示不要得到响应。即，SOF1 812 和 SOF2 814 中的 DT 字段被设置为 000 的值，而 EOF1 820 和 EOF2 822 中的 DT 字段被设置为 010 的值。所有其它字段的设置与它们在对图 40 所示的帧转发结构中的帧 802 和 806 的情况一样。

在业务量大、优先权较高的时间段可能会发生频繁的中断。为了防止其它业务在帧转发期间被中断，站 A 可指示在帧 802 的 EOF1 820 中 CAP=3，然后在其响应即响应 804 中使用该 CAP 值。站 A 对媒体的争用是基于第一帧 802 实际的 CAP 和 CC 值（包括在 PRP 284 和决定中发信令以中断其它传输）。站 I 根据 CAP=3 和 CC=1 来争用（其始终能赢，因为在第一帧中指示的是无争用）。因为初始值被在两个帧的“分段控制”中发送，来自站 I 的帧的实际 CAP 被储存在 EOF2 和后面的响应中。当使用该技术时，即，如果该帧具有小于 3 的 CAP 或 CC=0，则始发站选择最大分段尺寸（以字节为单位），以保证在转发传输中所有帧的总时间少于用于控制较高优先权业务的延迟的最大允许帧长度（以时间为单位）。这可以从包含在 TX 信道映射（站 A 到 I）中的信息和从站 I 接收的“连接信息响应”来确定。

可以设想到帧转发机制的其它实施例。例如，参考图 42-45，通过消除每个 EOF 分隔符 820、822 并修改每个 SOF 分隔符 812、814 来转发在 EOF 分隔符中已存在的信息，可以实现降低了额外开销的帧转发结构。参考图 42，可以通过将各 FL 和 FCCS 字段（字段 140 和 136）分别缩短 2 位来使得可用 4 位，并使用那些可以使用的 4 位来加上 SOF CAP 字段 830（2 位）、1 位 EOFP 字段 832（当设置时，用于指示在帧中 EOF 的存在）和 1 位 SOF RWRE（带有希望得到响应的响应）字段 834（当设置时，其指示后面将跟着两个响应），来修改 SOF 分隔符帧控制字段 98（图 98）。

在该减少额外开销的机制中，参考图 43，其显示了仅在最后帧 836 之后具有响应的帧转发的帧结构。站 A 发送一个帧，其中 SOF 分隔

符批示希望有一个响应，并且具有如下的设置：CAP=3，CC=1，EOFP=0，RWRE=1 并且 DT 用于希望的响应。该设置指示将发送第一帧 802 并接着发送第二帧 806 而不是对第一帧 802 的响应（否则将返回一 ACK），在第一帧之后没有 PRP 发生，并且希望两个响应（RWR 响应 808 和 810）在第二帧 806 的末尾。在第一帧 802 中的“分段控制”106 中的 FW 根据第一帧 802 的 CC 值被设置为 0b01 或 0b11。没有站能够中断第二帧 806 的传输，因为 CAP=3 和 CC=1 并且没有 PRP 存在。如果站 I 正确地接收到第一帧 802 而反之将发送 ACK 时，站 I 设置 SOF2 分隔符 814 以指示不希望得到响应并且 RWRE=1（从而该两个响应的转发将跟在第二帧后面）。第二帧 806 也使用在第一帧 802 的“分段控制”字段 106 中接收的 CAP 和 CC 值，并设置 EOFP=0 和 FW=b01。站 I 重新计算 FCS 并设置 SOF2 以指示在发射第二帧 806 之前不希望得到响应。站 A 检测站 I 发送的第二帧 806 的 SOF2 分隔符 814，并推断出一个 ACK。站 B 返回两个 RWR 响应的第一个，即响应 808，CC 设置为在 SOF2 分隔符 814 中接收的值，而 CAP 和 RFCS 设置为在第二帧 806 中接收的值。站 I 返回两个 RWR 响应的第二个，即最终的响应 810，其中 CAP、CC 和 RFCS 值与在第一帧 802 中接收的值相同。为了控制延迟，包括响应 808、810 在内的整个传输时间限制为最大允许帧长度（以时间为单位）。注意在帧之间没有 PRP，因为希望一个响应并且第二帧取代了该响应的位置。

参考图 44，其显示了仅在最后帧之后转发响应、而在第一帧 838 之后具有 NACK 或 FAIL 的的帧转发结构。第一帧 802 的发射与参考图 43 说明的上述方式相同；但是，在该例子中，第一帧的帧转发失败。这样，响应 804 在第一帧之后立即被发送，以指示帧转发失败的情况。在响应 804 中，ACK 字段被设置为 0，以指示除了 ACK 之外的响应被返回，而 FTYPE 的值正确地反映了其它响应的类型（NACK 或 FAIL）。

仍使用减少额外开销的帧格式并参考图 45，其显示了不带响应

840 的帧转发的帧转发结构。在该结构中，第一帧 802 是不希望得到响应的帧，并且通过设置希望得到响应的 SOF1 分隔符 812 (DT=001) 和 RWRE=0 来转发。站 I 将第二帧 806 发射以取代对第一帧 802 的所希望响应，否则将发射 ACK。在第二帧 806 中，SOF2 分隔符 814 指示不希望得到响应并且 RWRE=0。结果，在第二帧 806 发射后没有响应，并且 RRP (未示出) 紧接其后。尽管未示出，应当理解，如果第一帧失败的话，象具有 NACK 或 FAIL 设置的响应 804 (如图 43 所示) 这样的响应将在第一帧后面返回 (取代第二帧 806)。

在另一个可选实施例中，其中使用了 EOF 分隔符，参考图 46，通过缩短 RSVD 字段 146 以容纳新长度的字段(FLEN)842 来修改 EOF 分隔符 102。FLEN 字段 842 指示第二帧 806 的计划长度，以帮助改进隐藏的站 (节点) 特性。站 A 将根据从站 I 收到的连接信息而具有对 FLEN 的合理估计。这样，简要地看一下图 40 和图 46，EOF1 分隔符可以被格式化以包括 FLEN 字段 832，而 FLEN 字段 832 则将按照第二帧 806 的长度值来设置 (或使用图 40 所示的简略标记，FLEN=Len F2)。

当站 A 在第一帧 802 和/或第二帧 806 之后没有接收 (或推断出) ACK 的情况下，由站 A 执行通常的补偿过程。当在第一帧之后收到 NACK、FAIL 或没有收到响应时，先完成特定接入的尝试。

中间站资源 (即一个接收缓冲器) 必须可由站使用以接收可能是要发给它的帧。在中间站作为中继的情况下，不需要额外的接收缓冲器，因为接收缓冲器在任何其它业务到达该站之前被立即清空 (帧重发送) 并变得可用 (因为媒体在帧往来于中间站期间将是忙的)。如果要被中继的帧不能立即重发射，其将被丢弃。如果转发帧被更高的优先权所中断、或如果帧太长而由于帧长度与当前信道的缘故不能适合于单个分段，则该帧不能被立即发射 (并因此而被丢弃)。在后一种情况下，该站向始发站返回一 FAIL。如果有多于一个的原因而要

返回 FAIL，则在 FAIL 中保留的位可用于 REASON 字段以返回一个失败原因码（即指示帧太长而不能转发）。

应当理解尽管已经结合本发明详细的说明对其作了描述，前述的描述是说明性的，而非对权利要求的范围所定义的本发明范围的限制，其它的实施例也是在所附权利要求的范围内的。

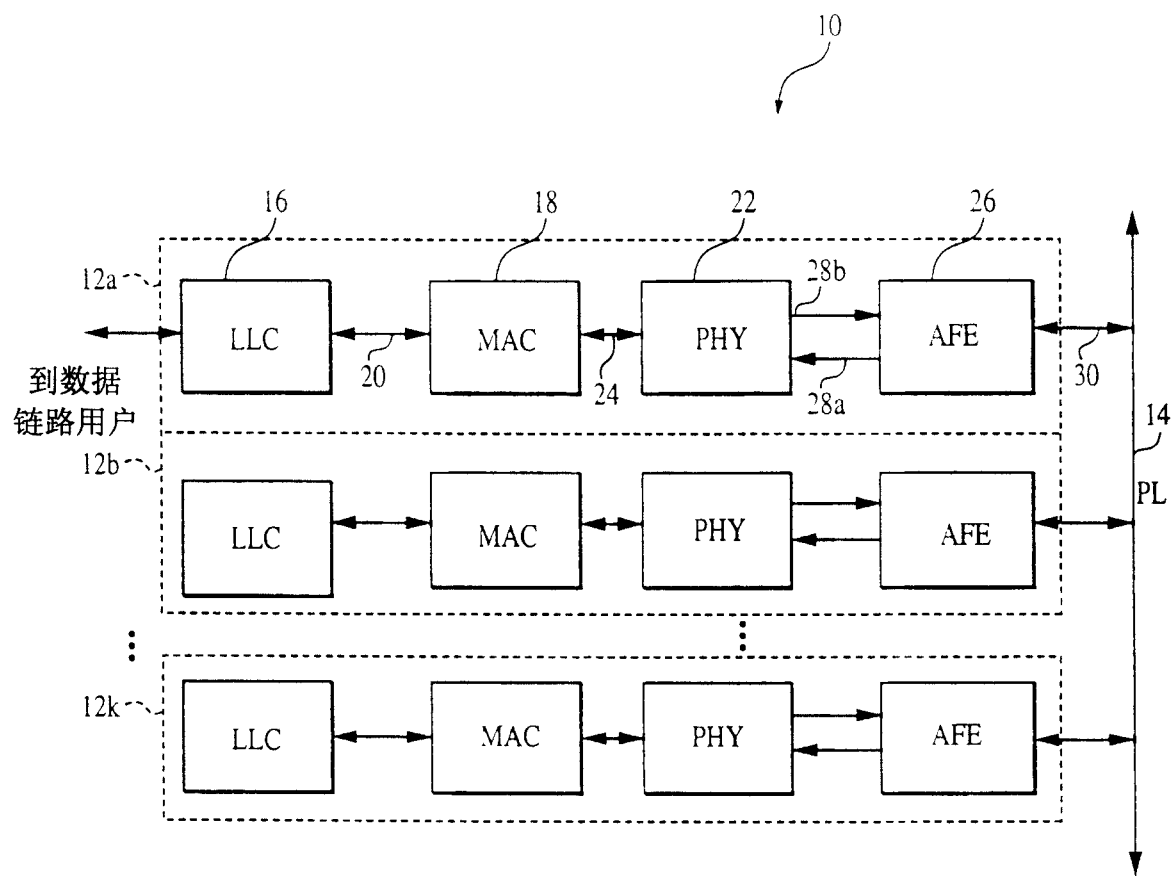
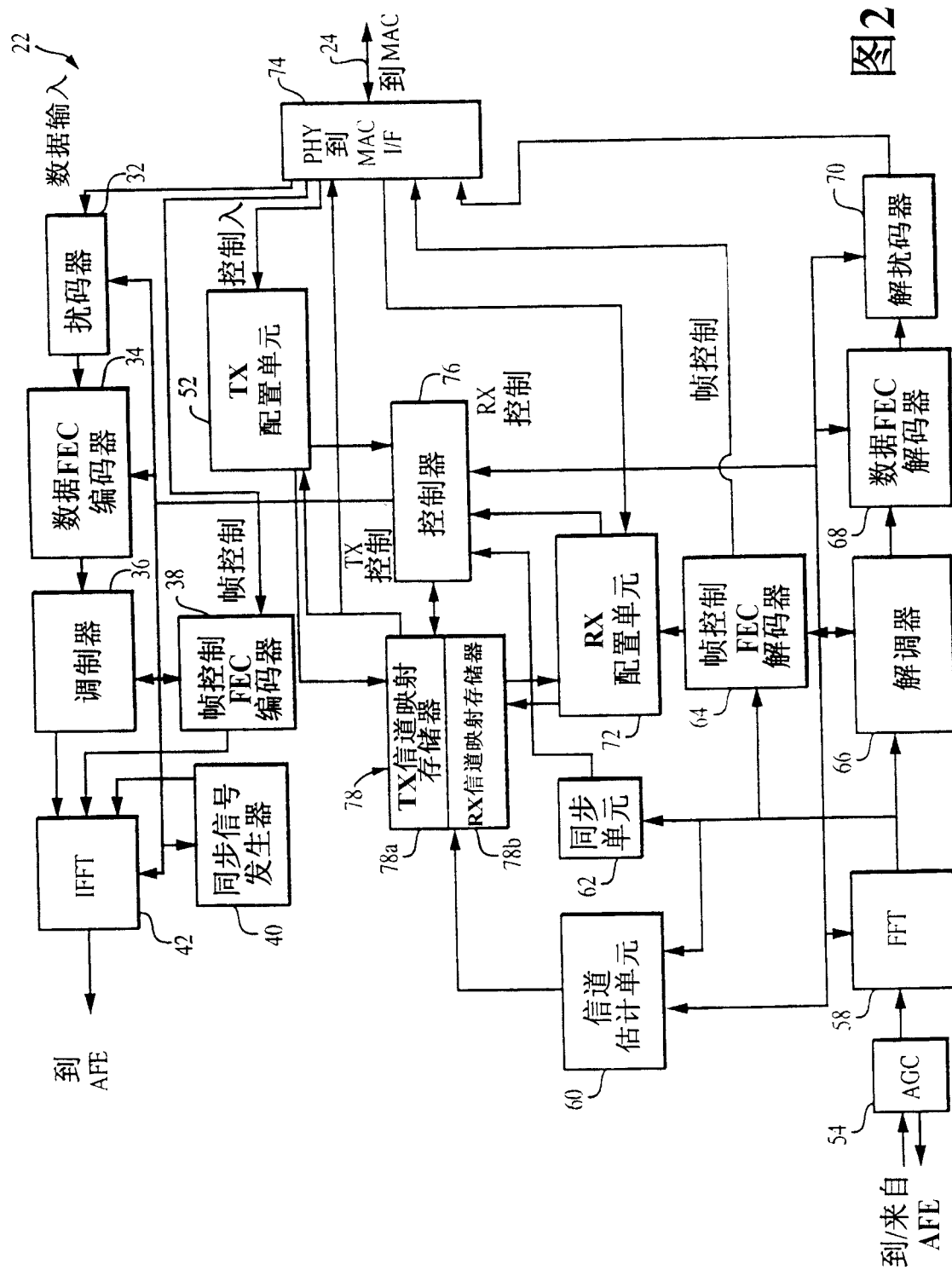


图1



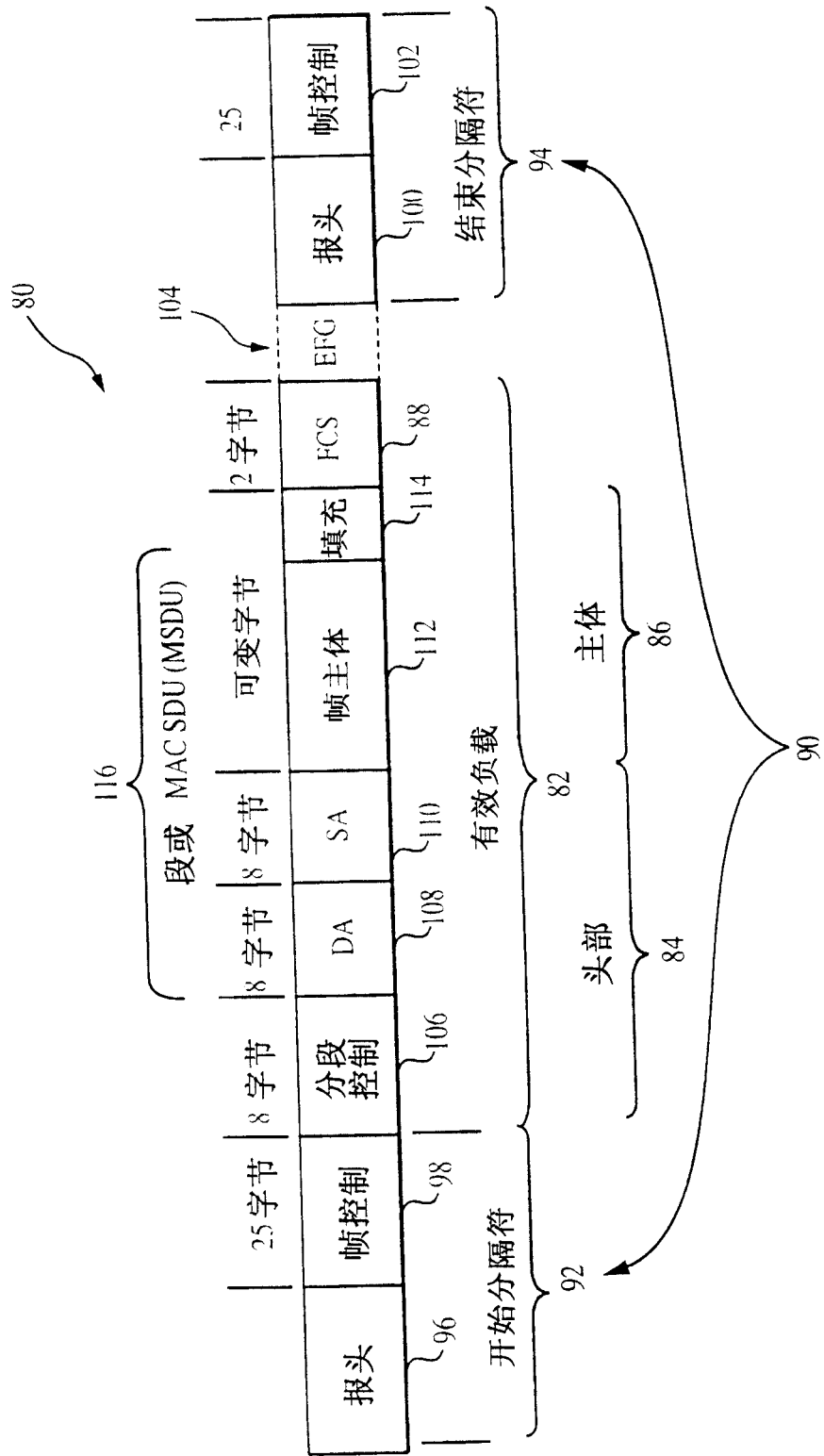


图3

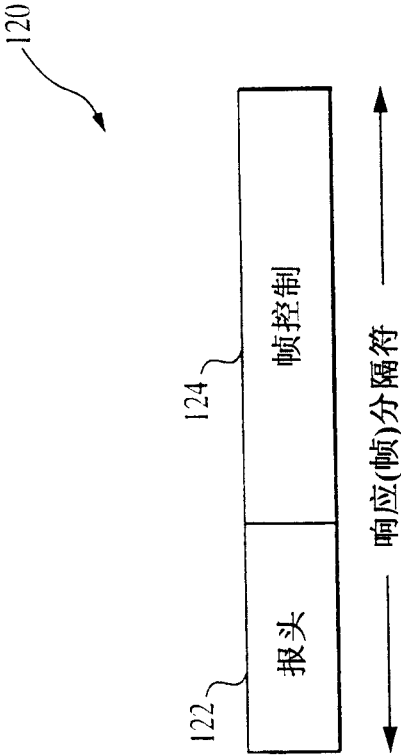


图4

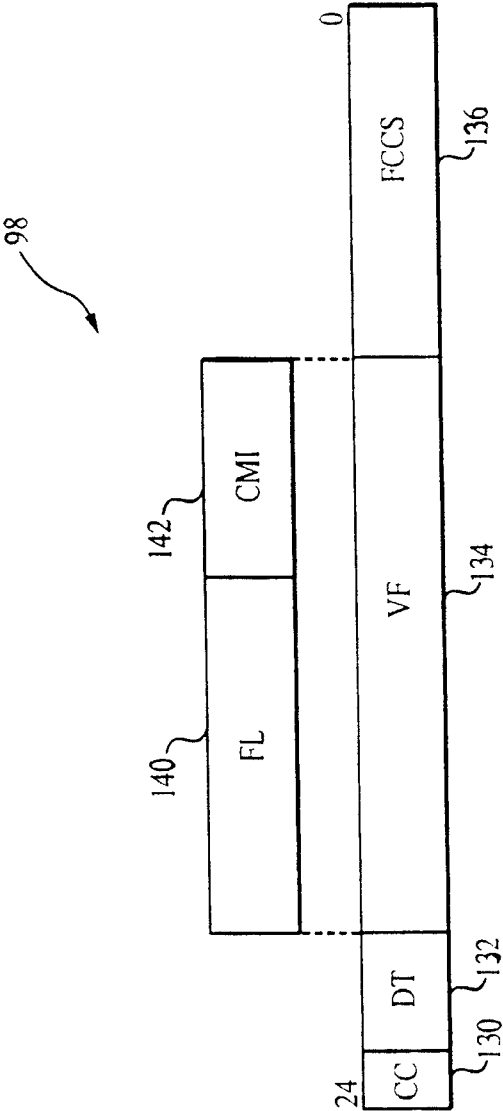


图5A

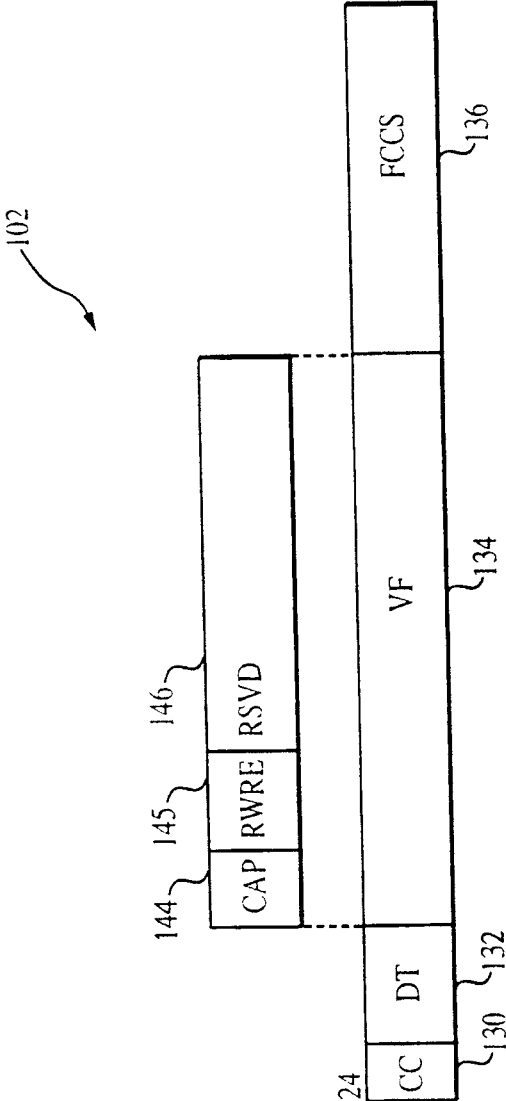


图5B

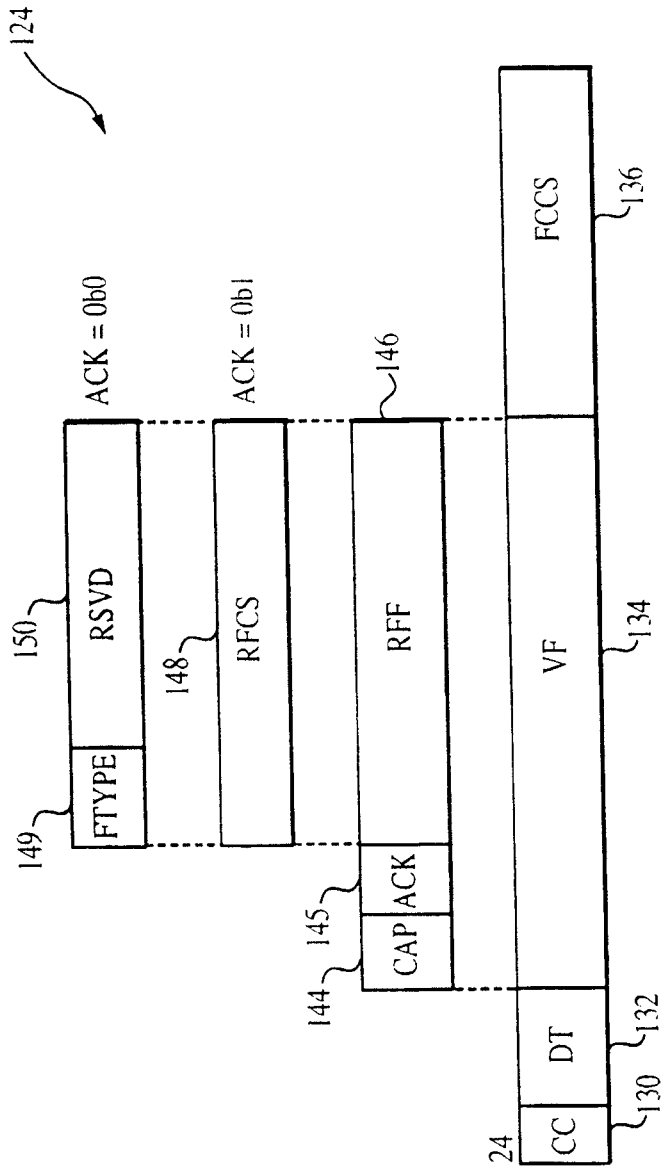


图6

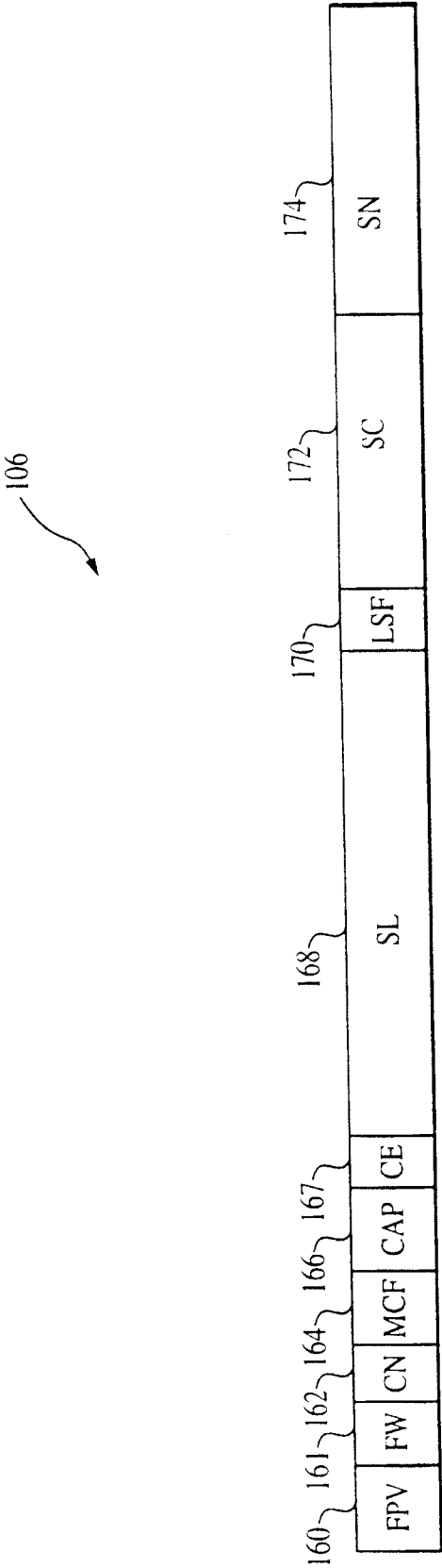


图7

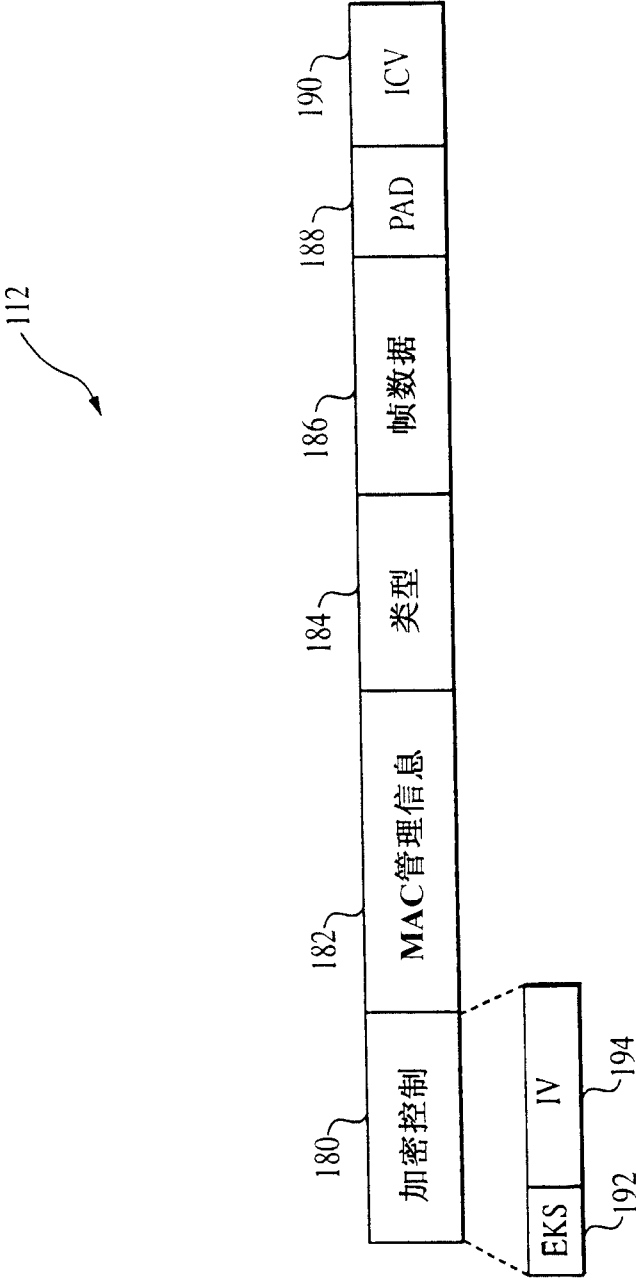


图8

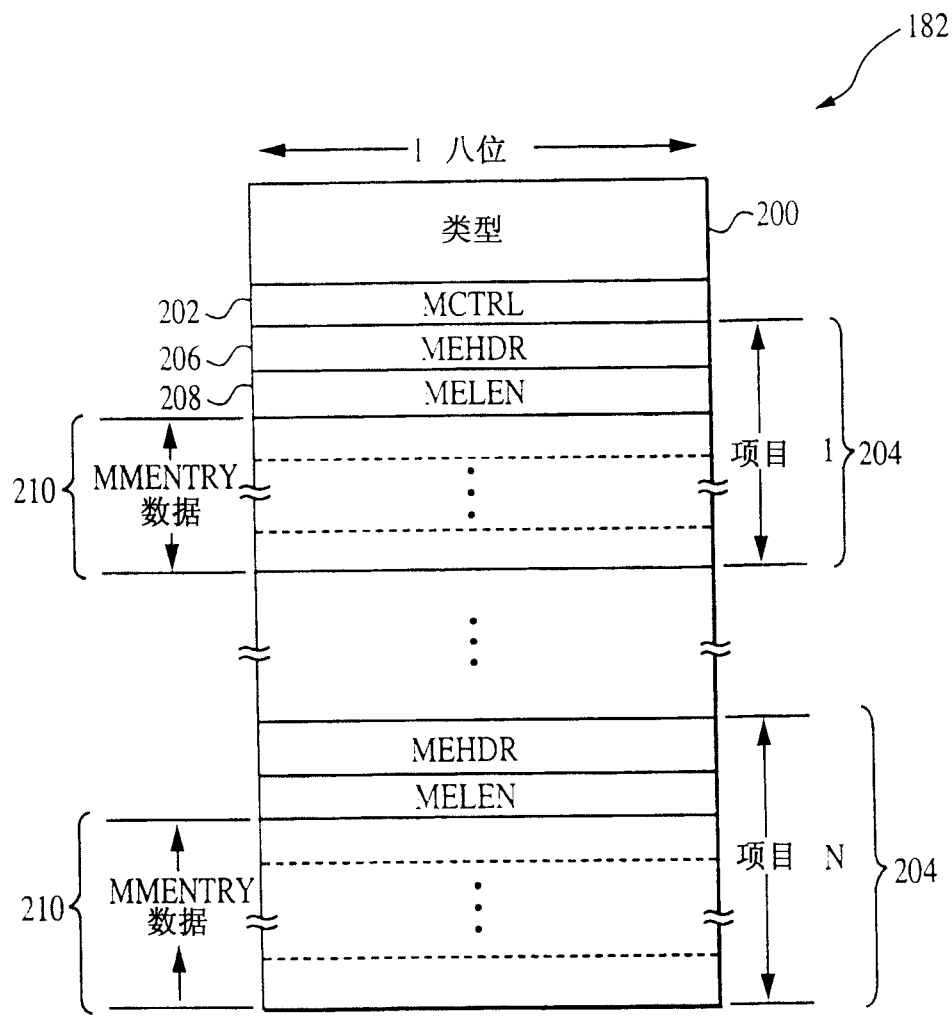


图9

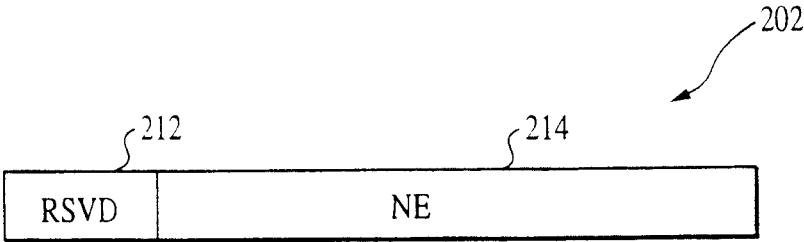


图10

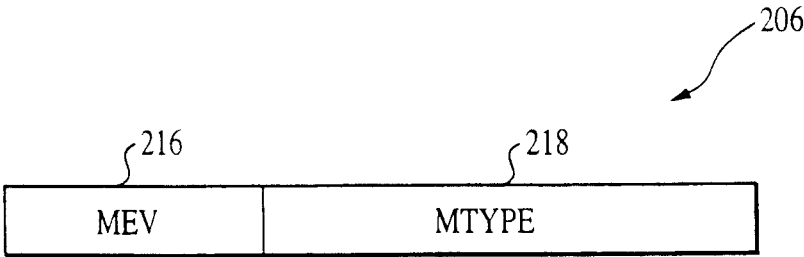


图11

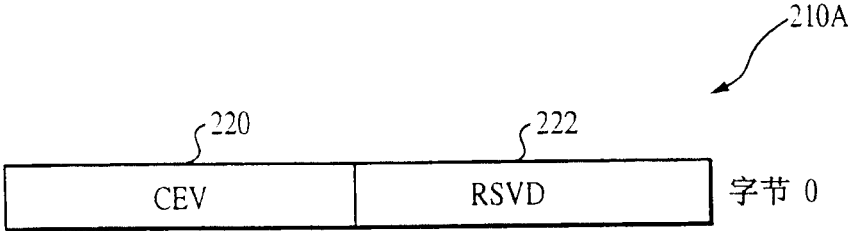


图12A

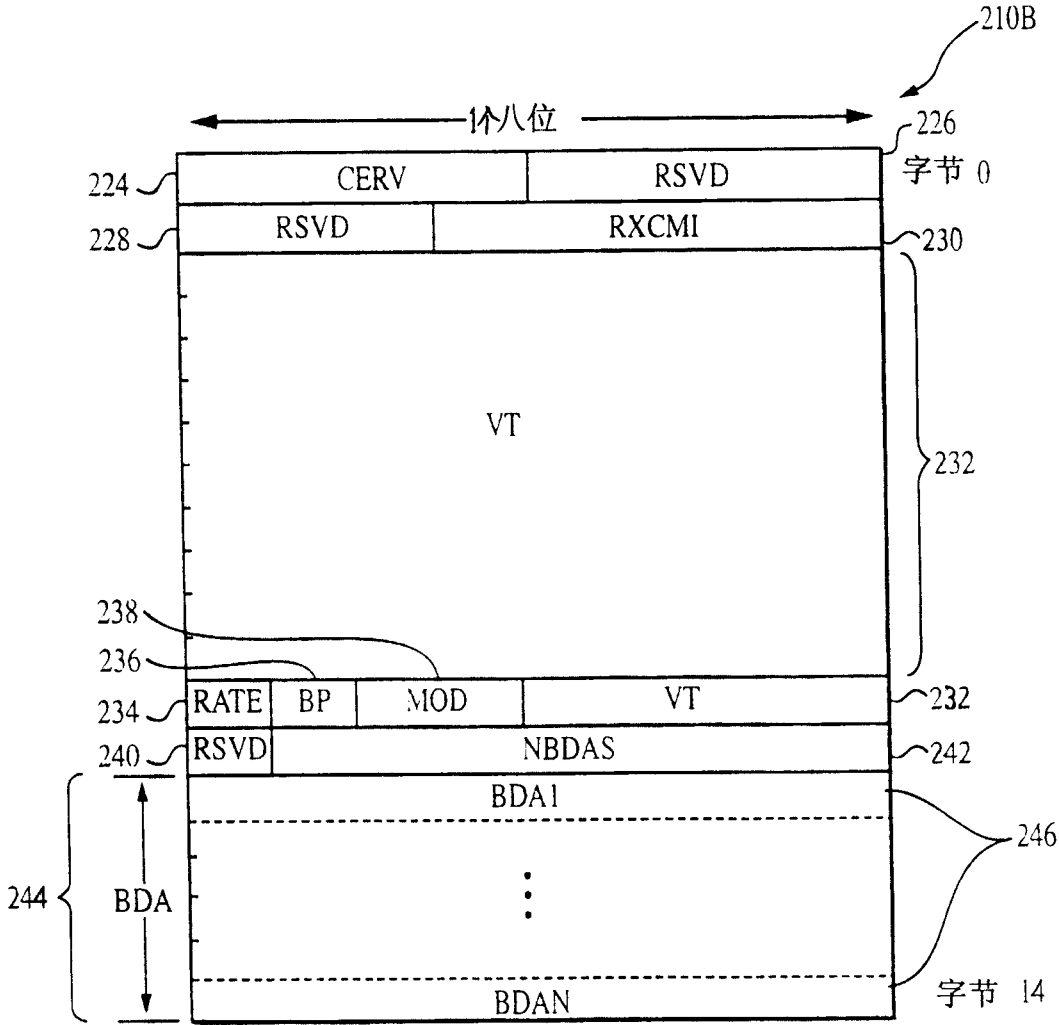


图12B

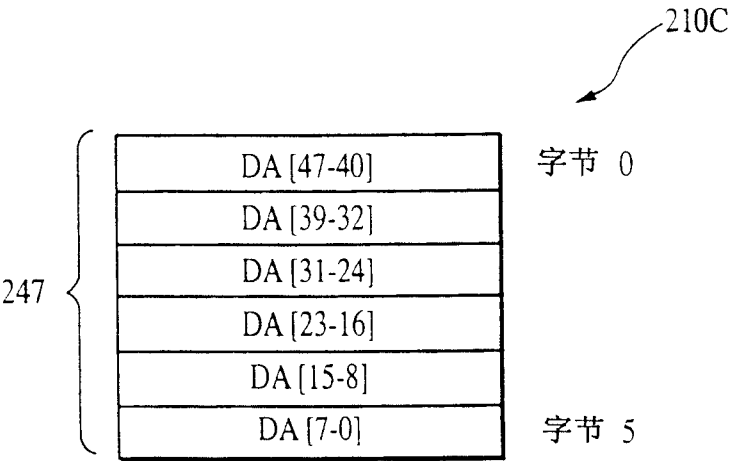


图13A

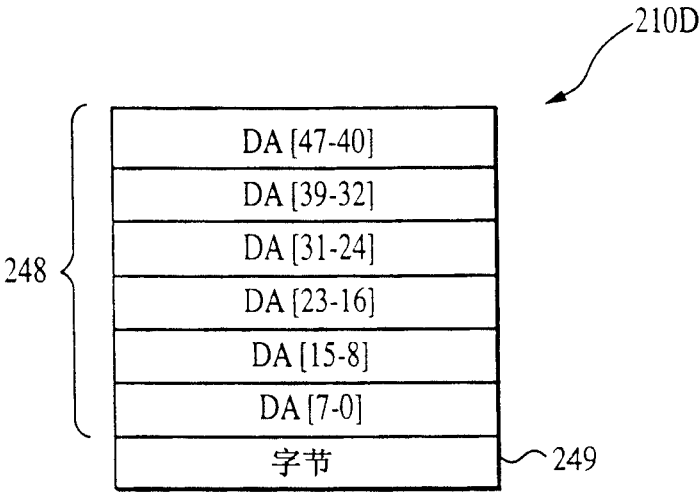


图13B

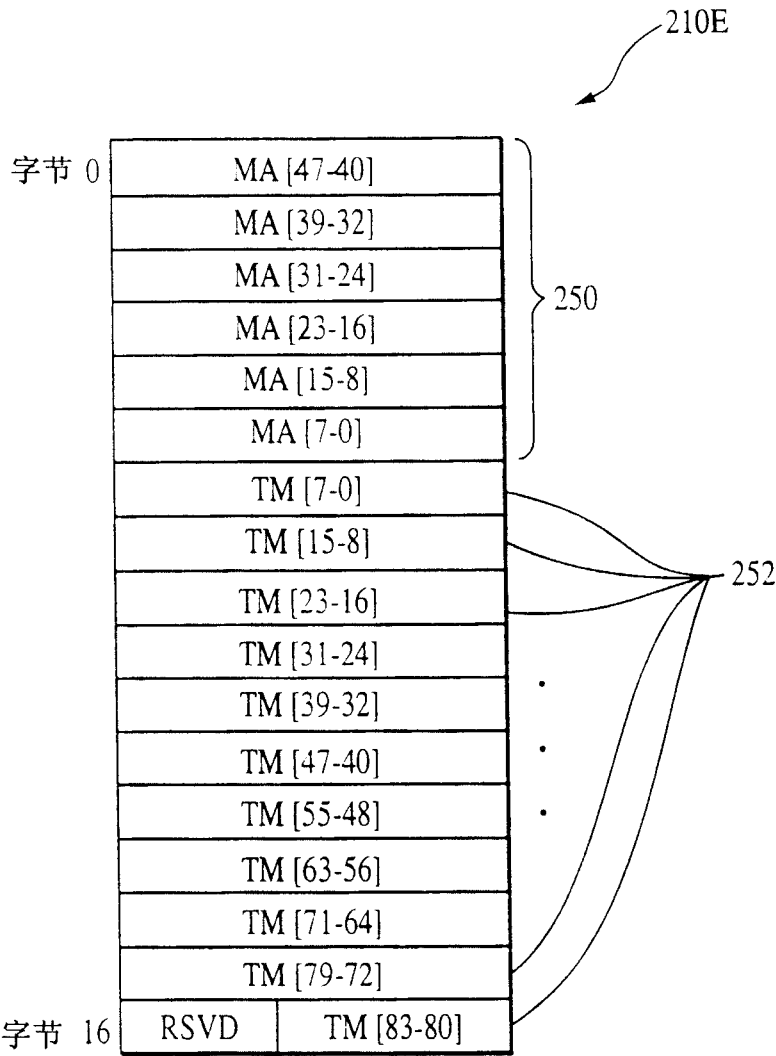


图14

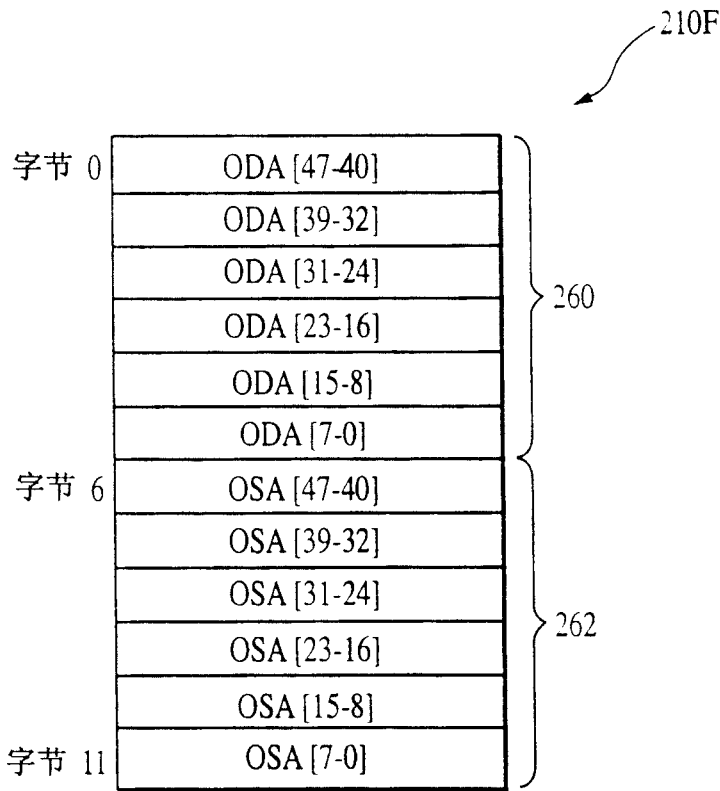


图15

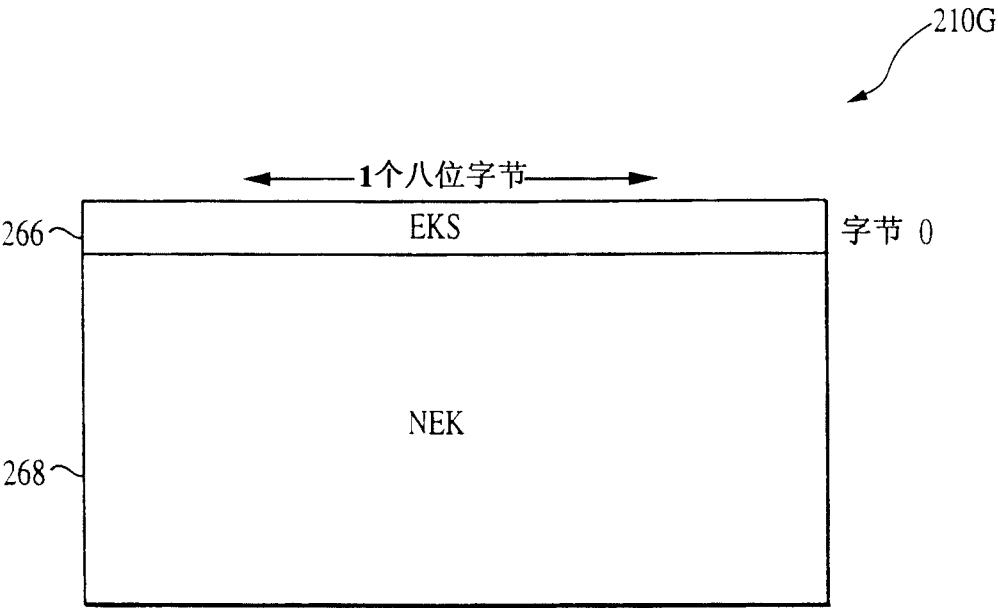


图16

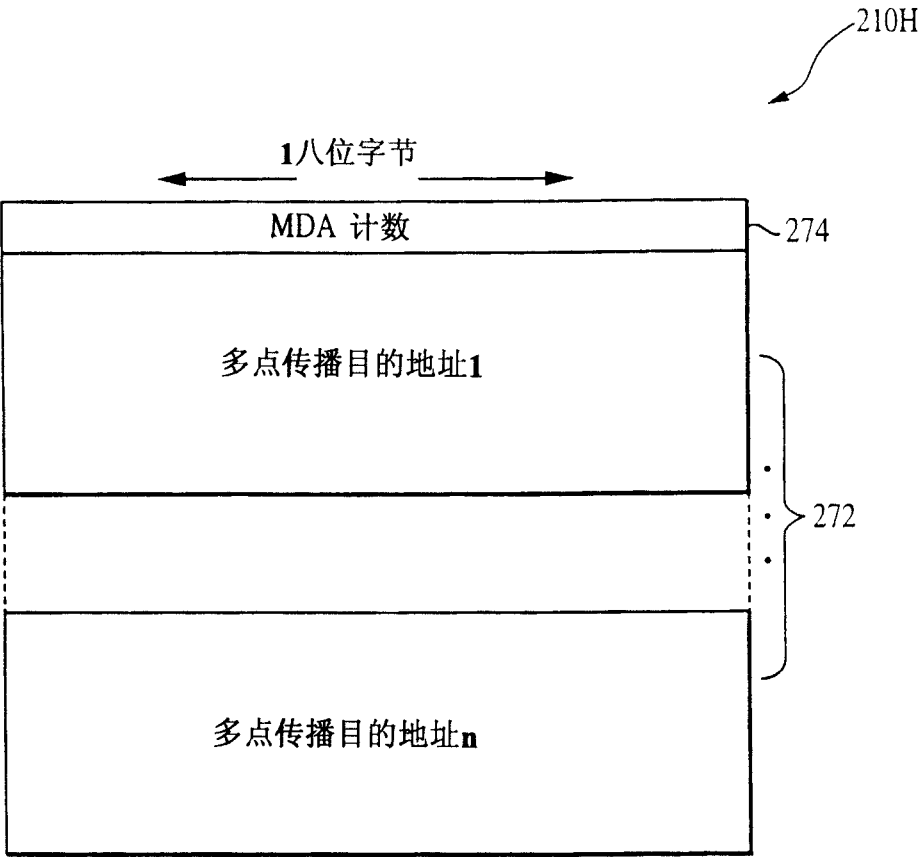


图17

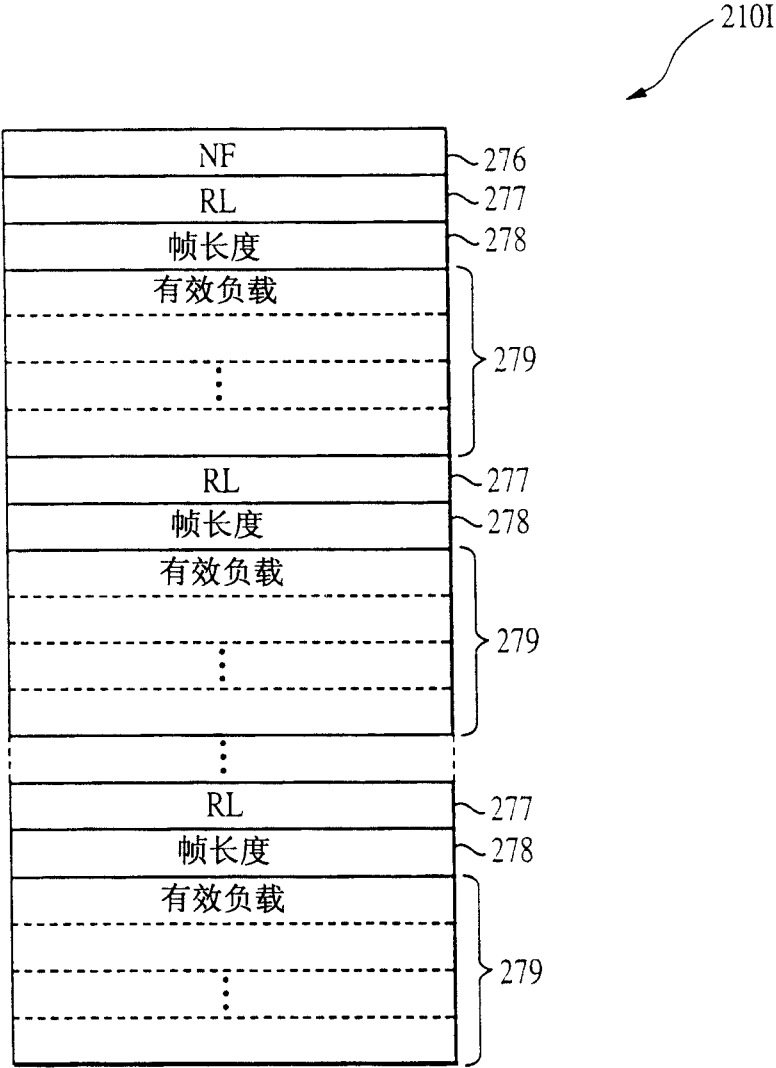


图18

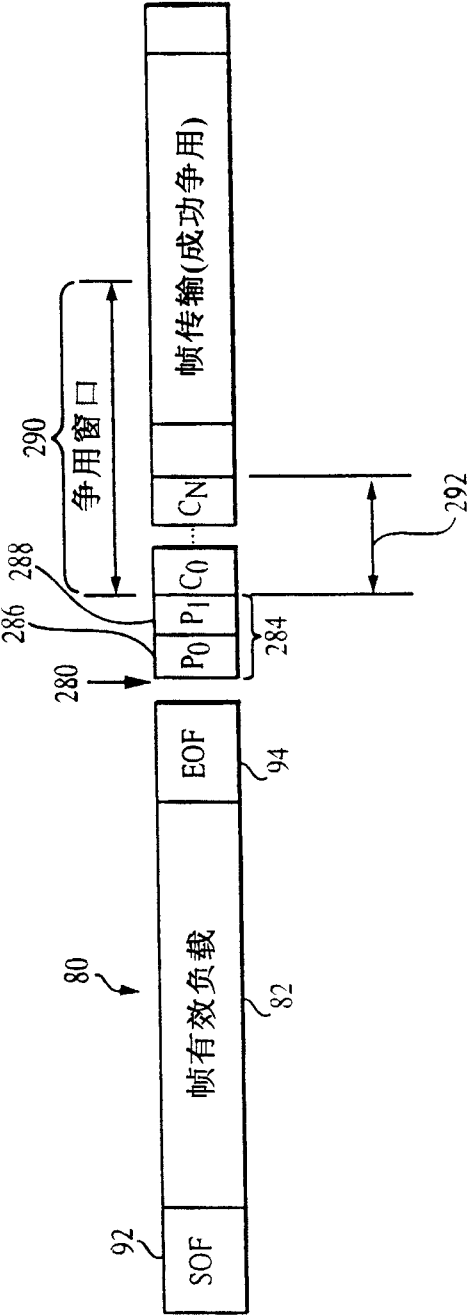


图19A

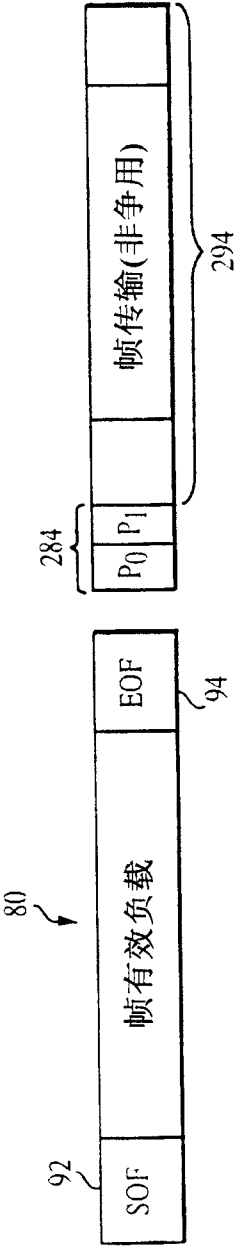


图19B

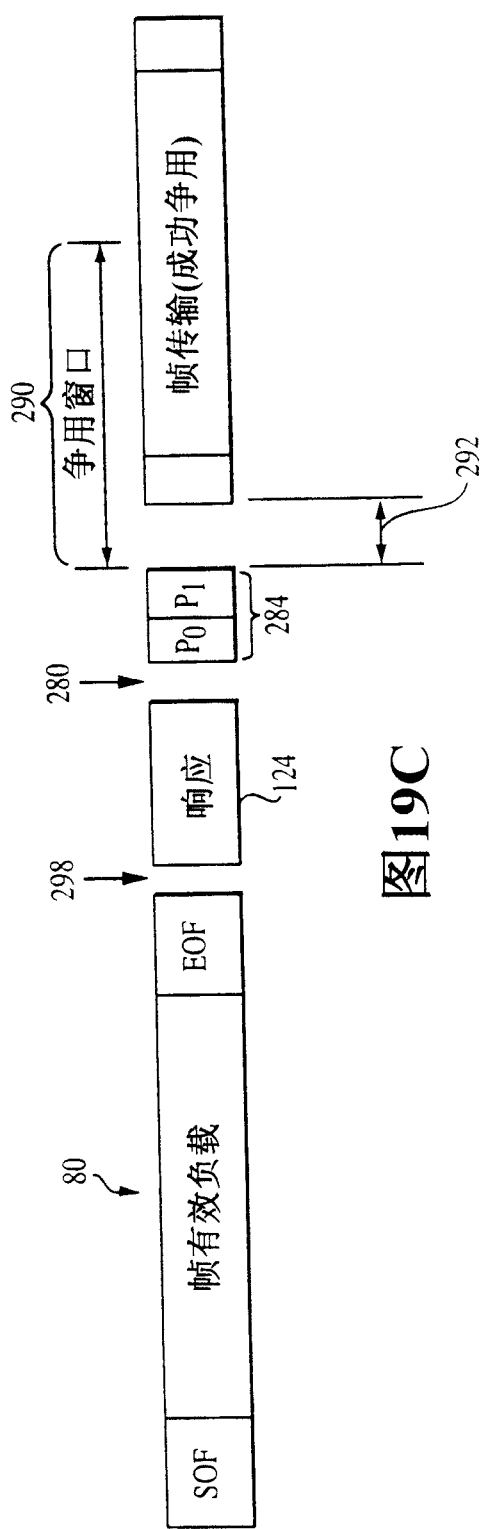


图19C

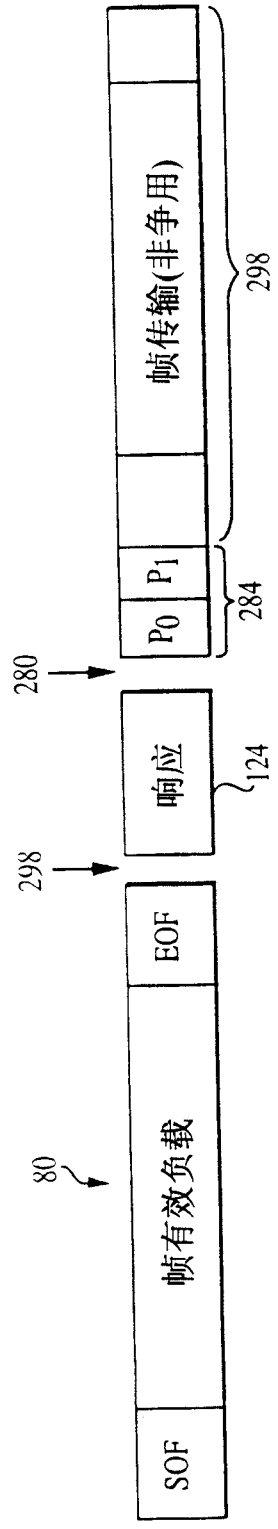


图19D

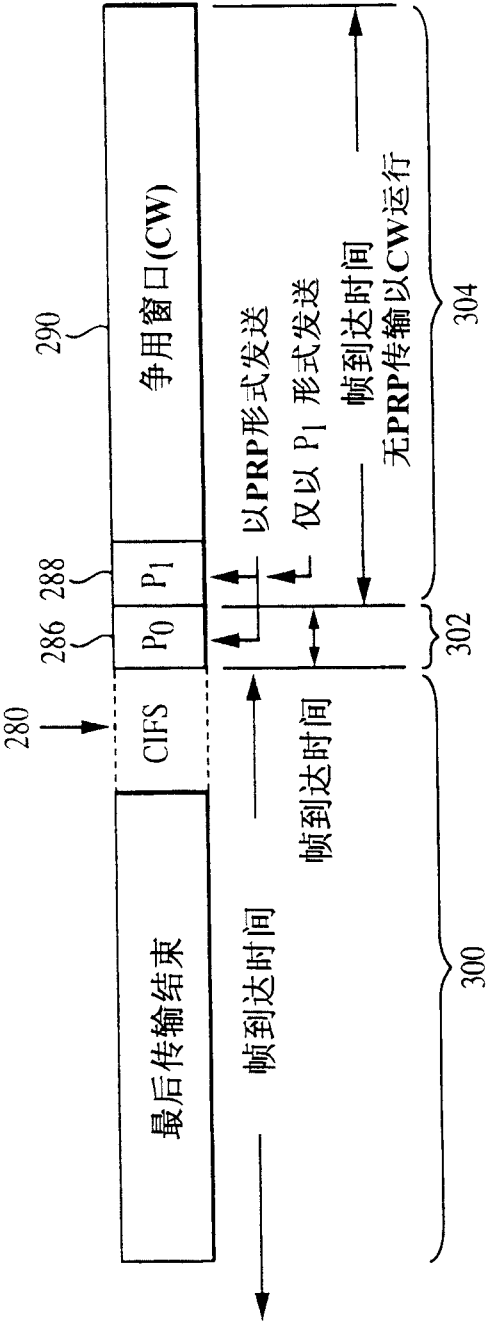


图20

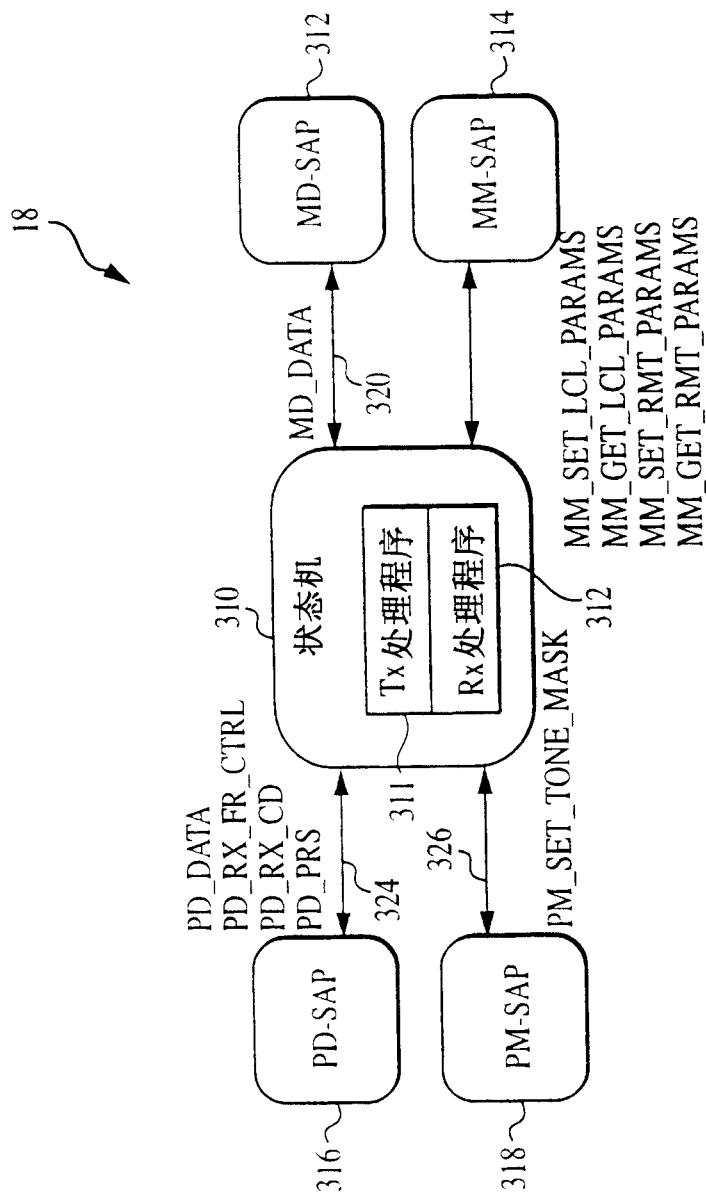
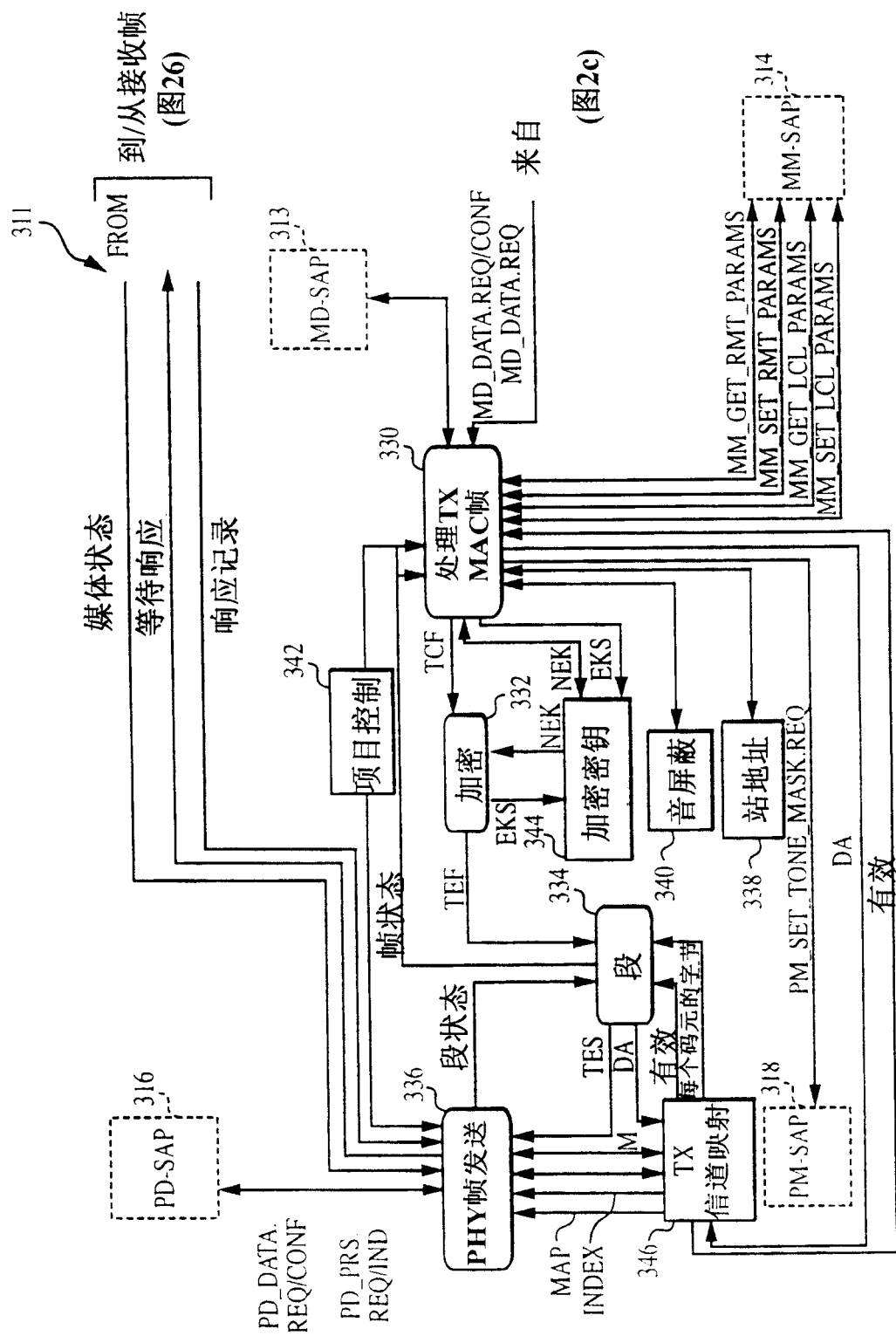
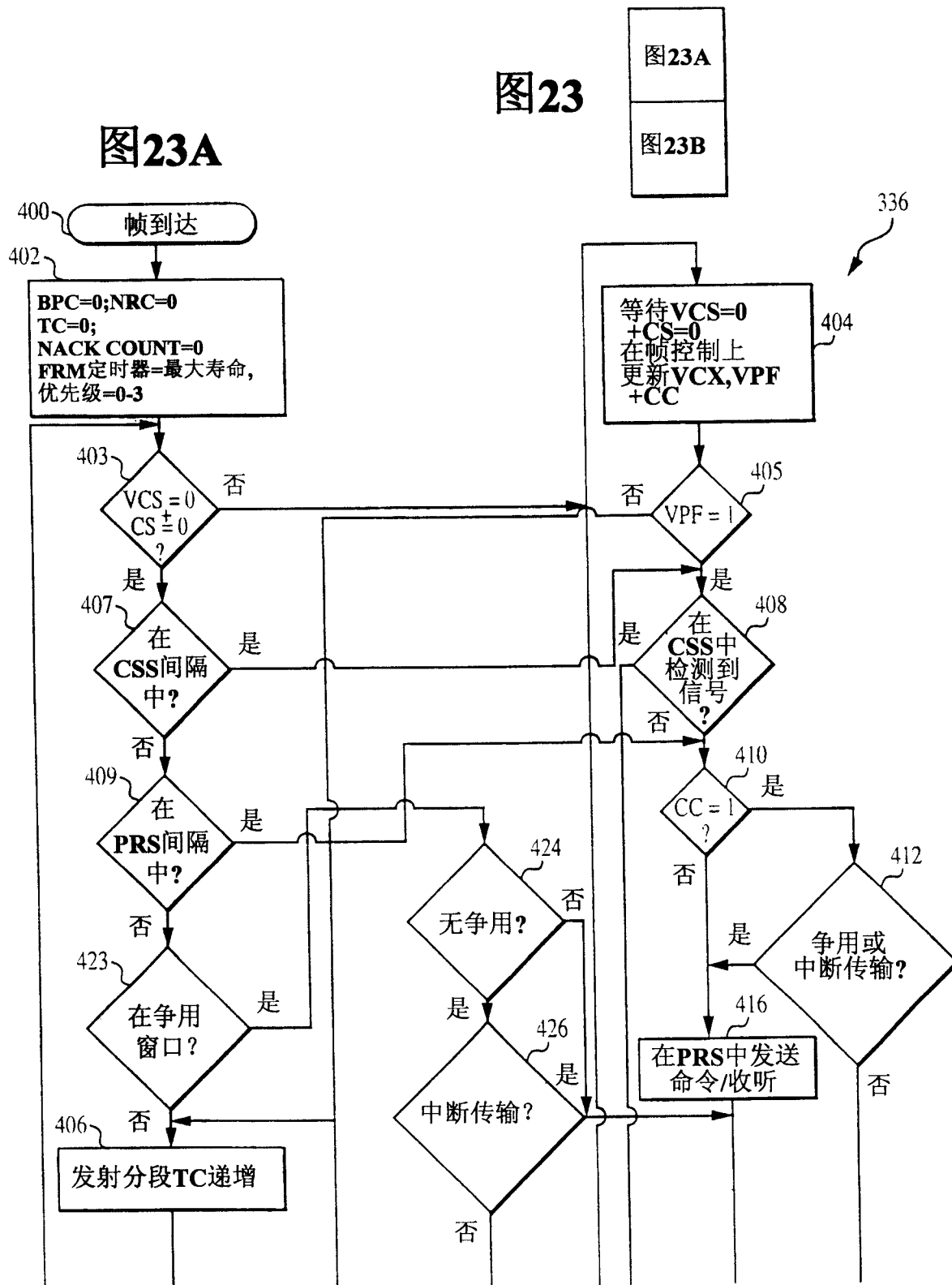


图21



22

图23



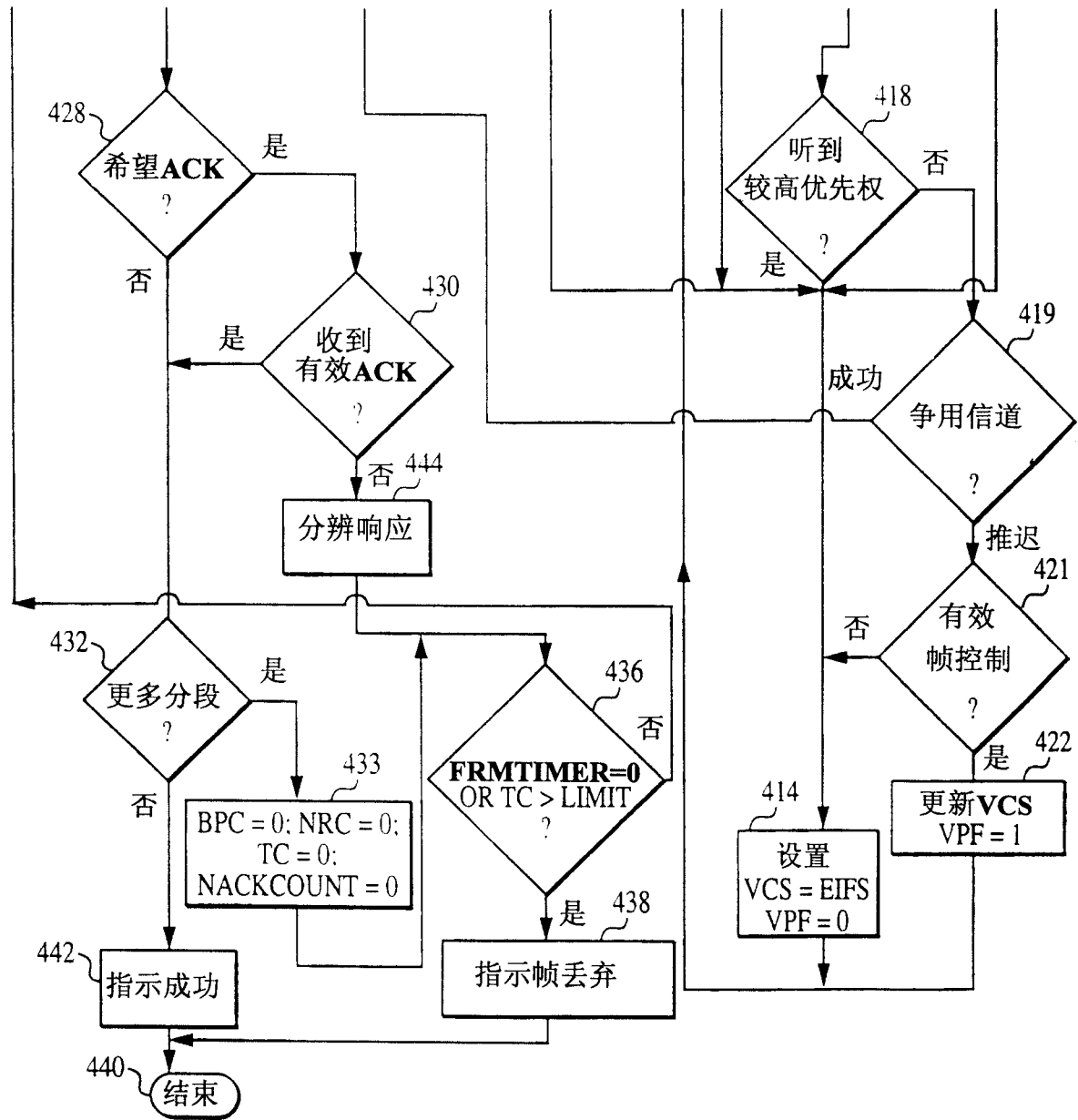


图23B

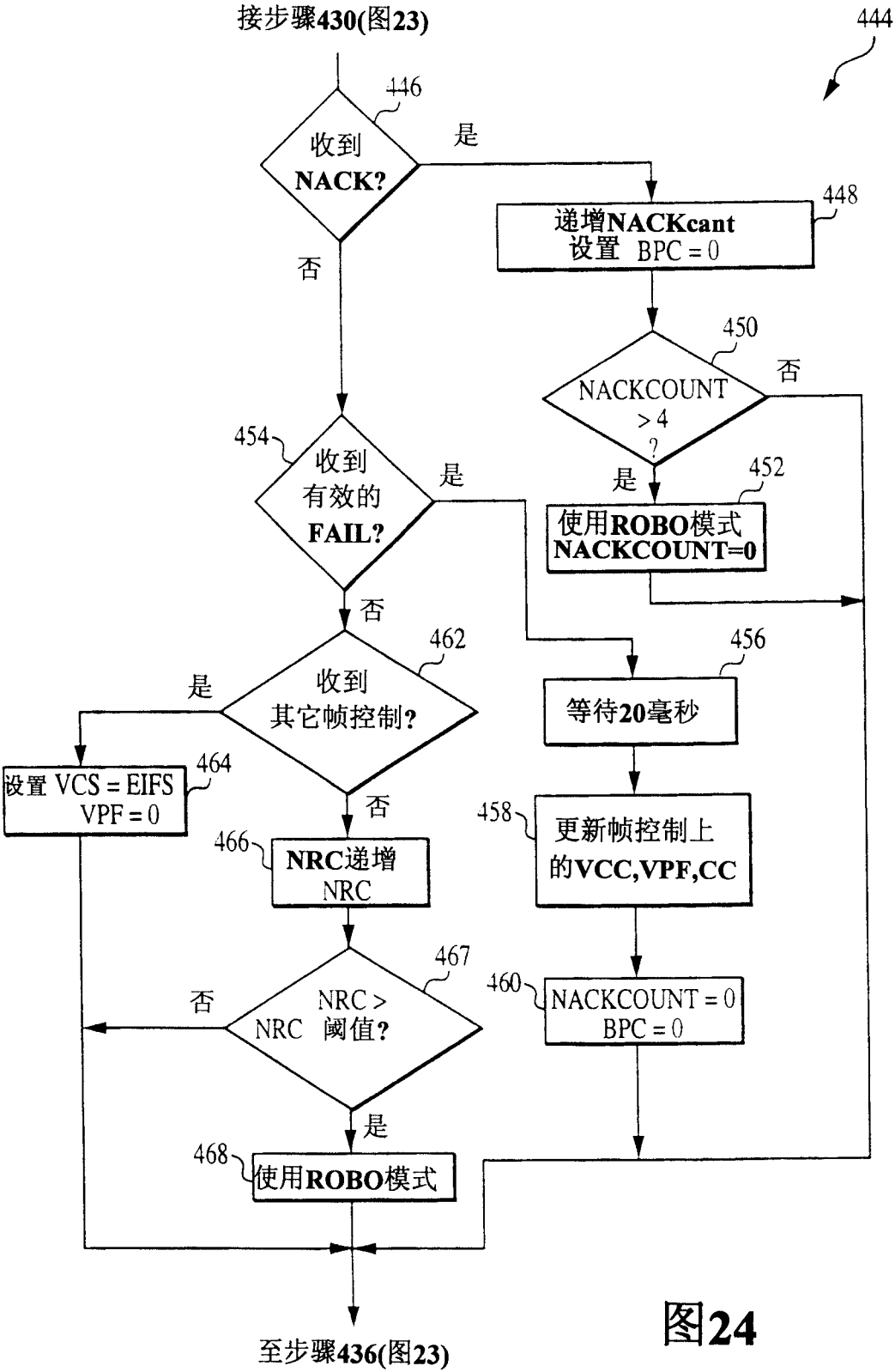


图24

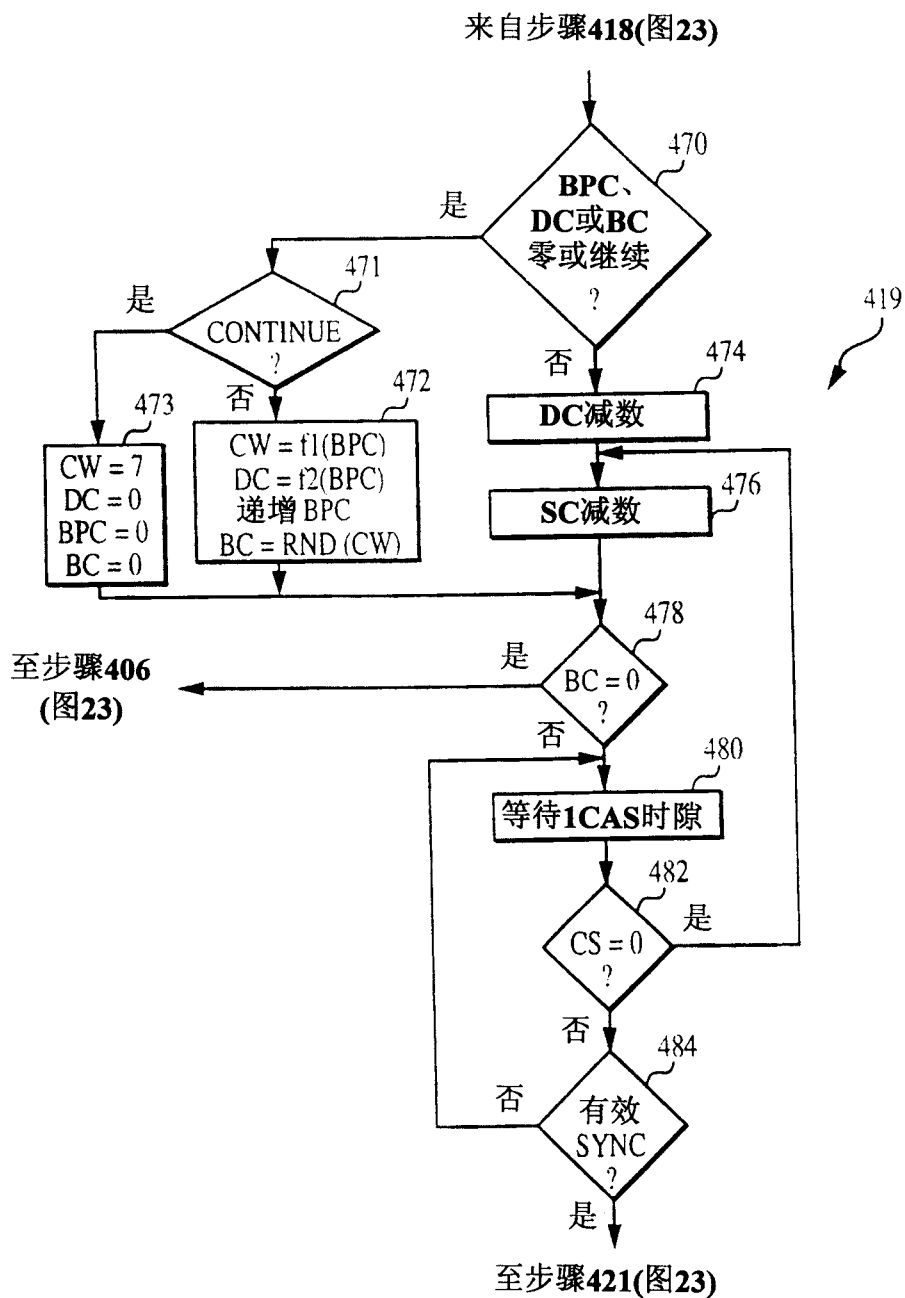
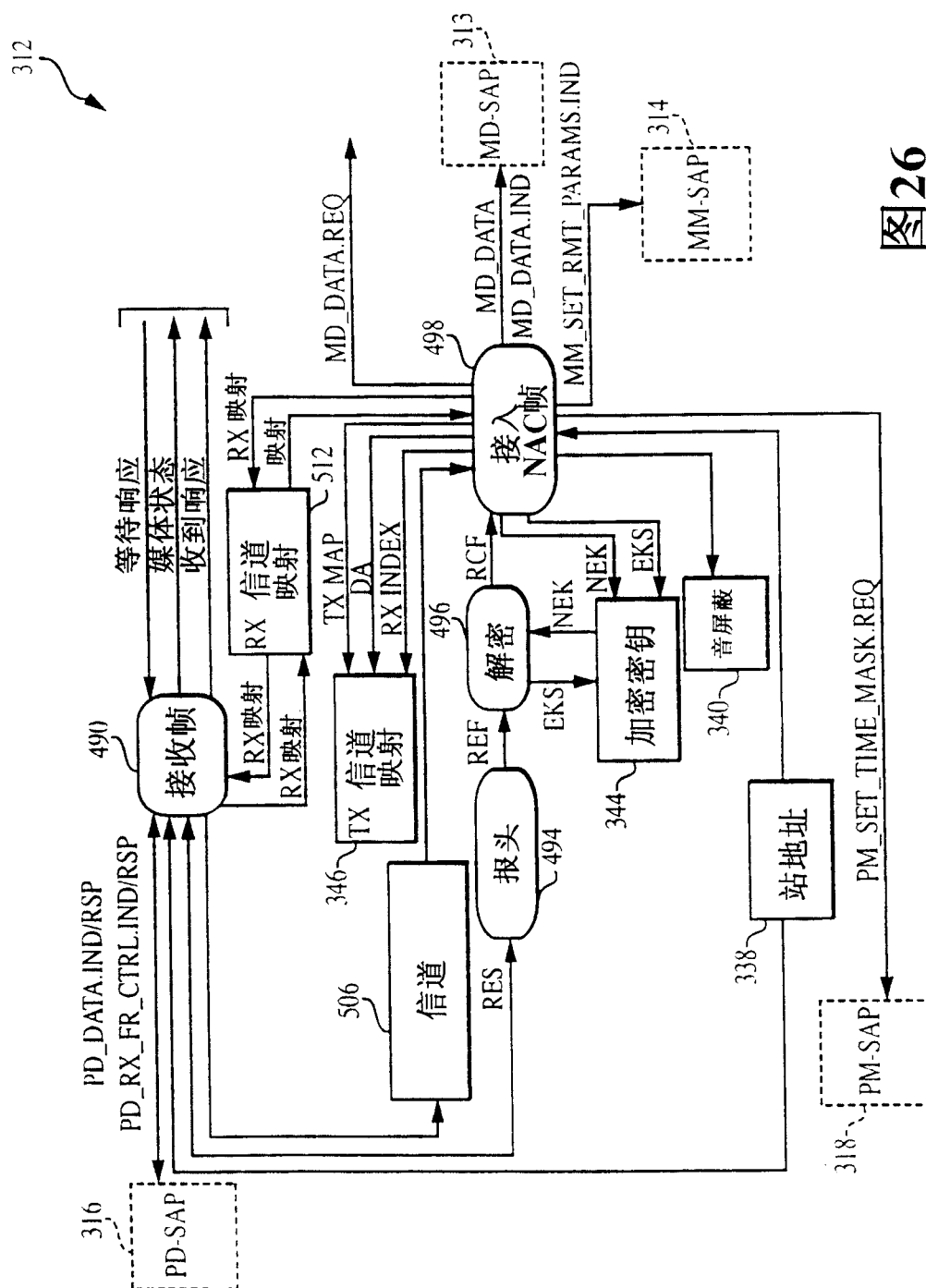
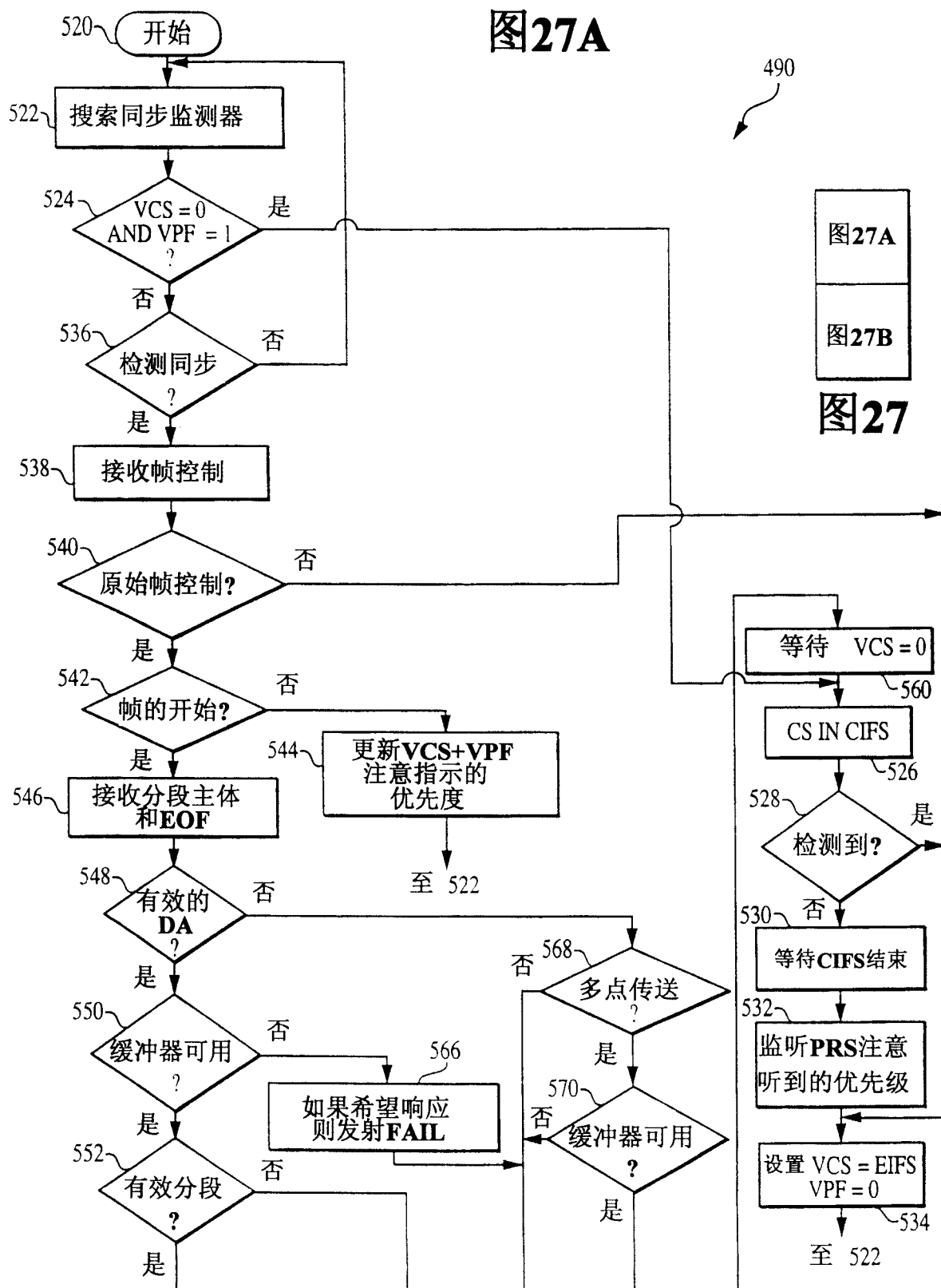


图25



26



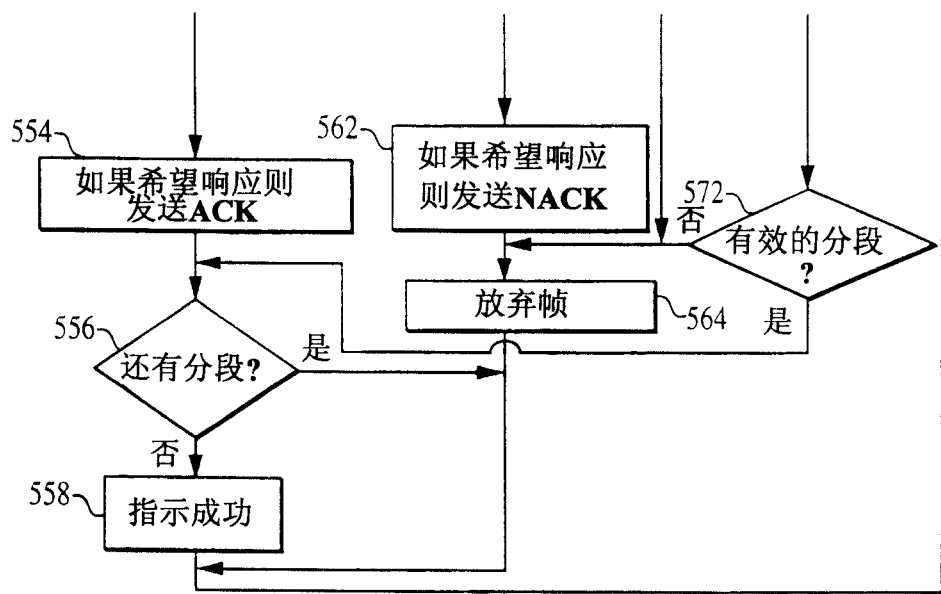
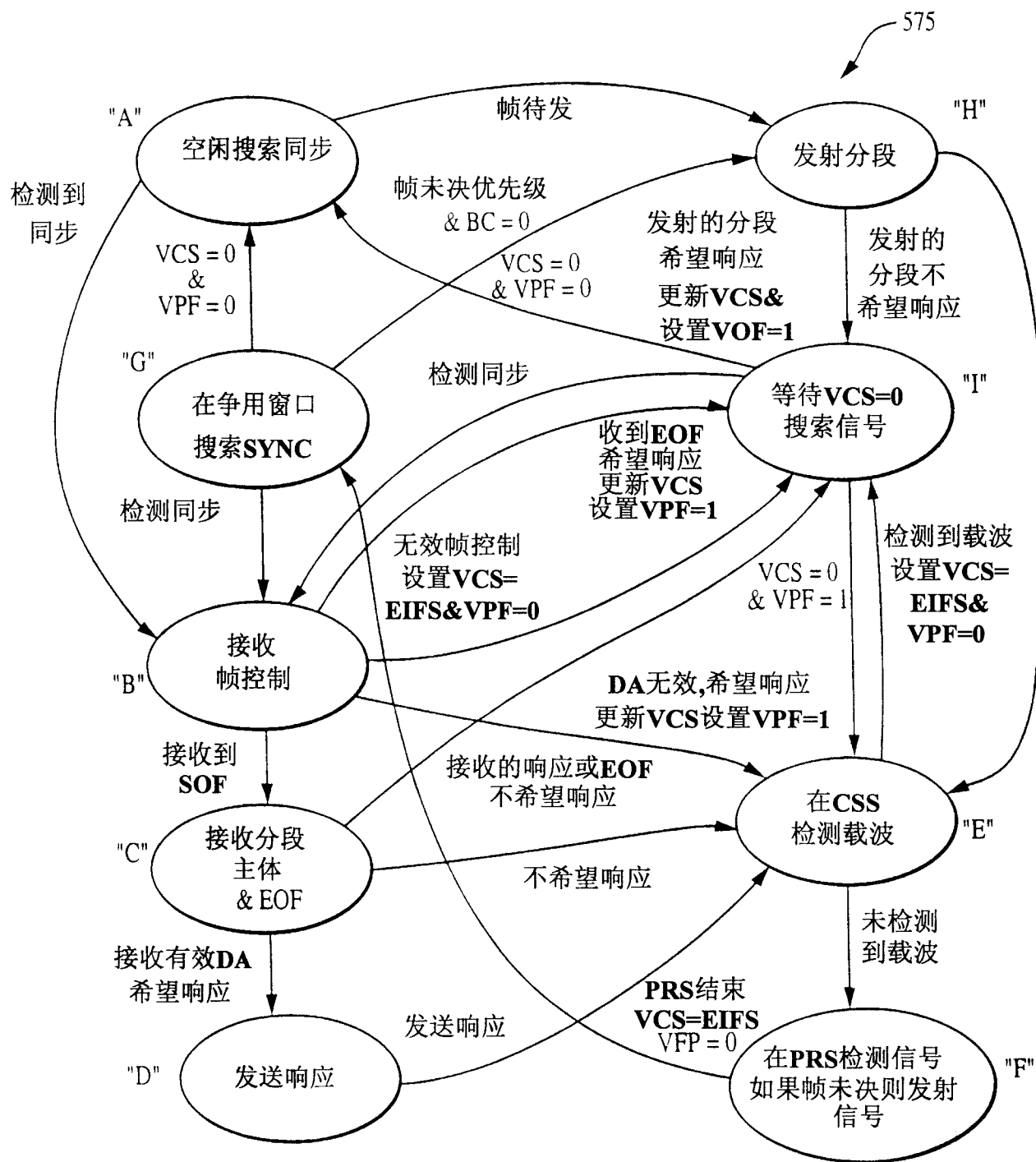


图27B



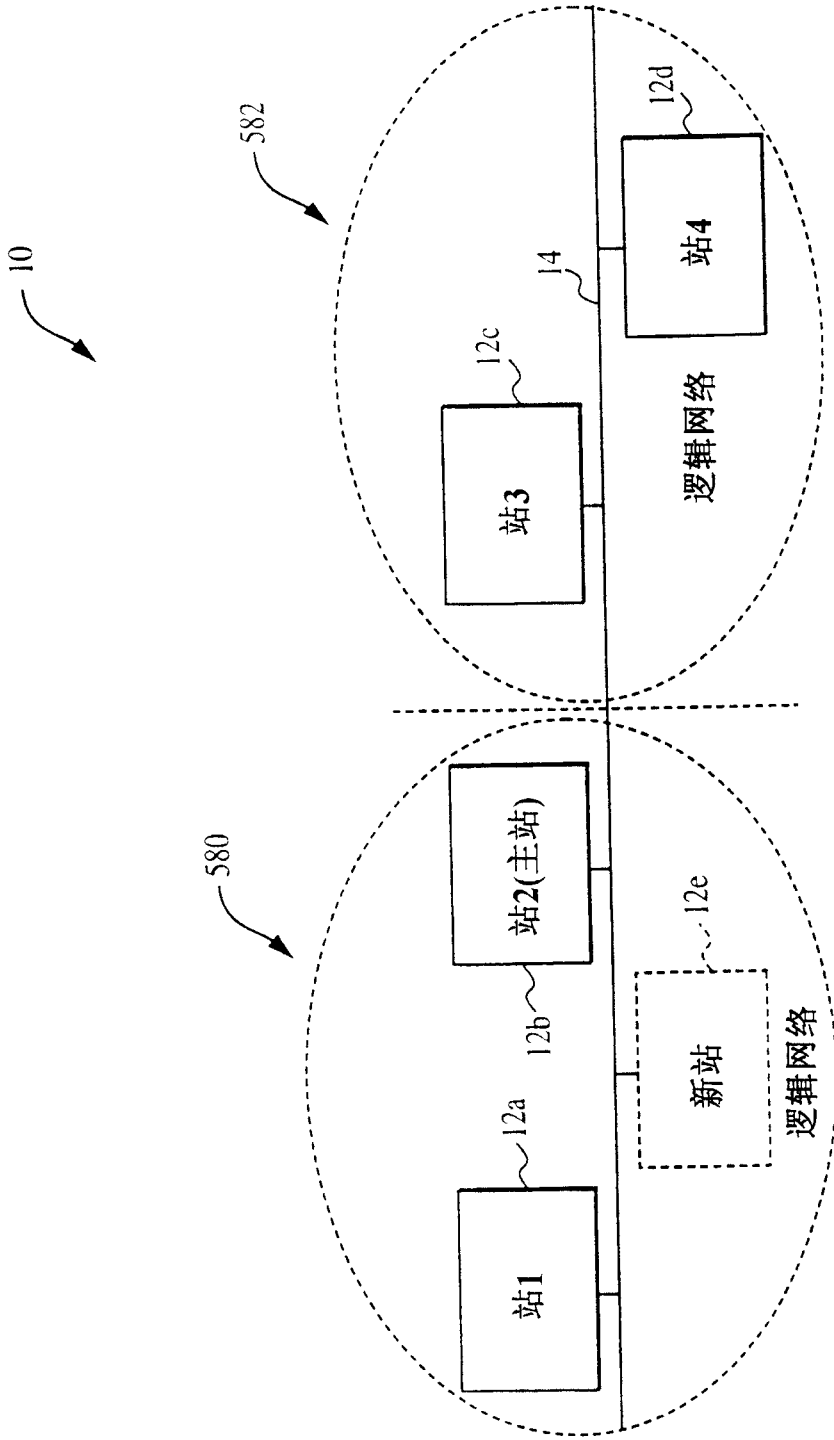


图29

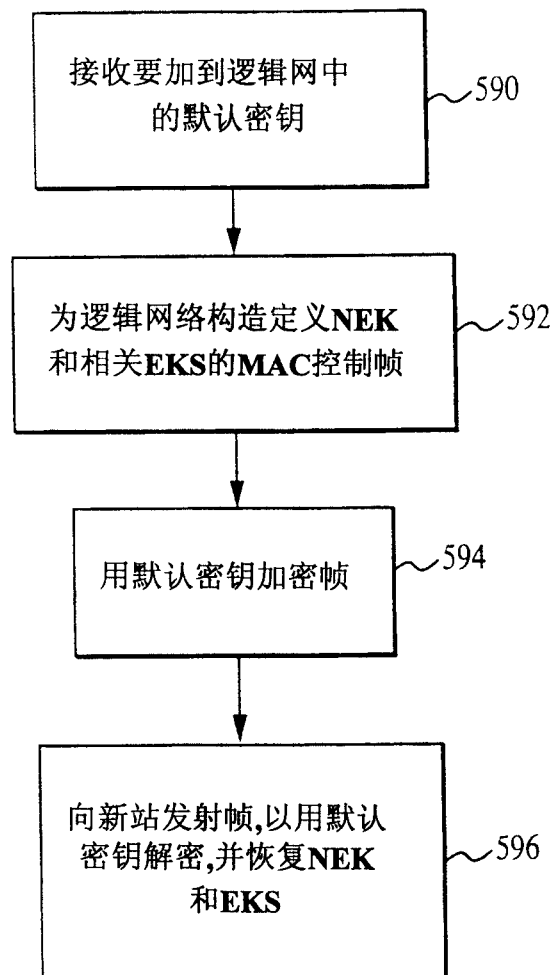


图30

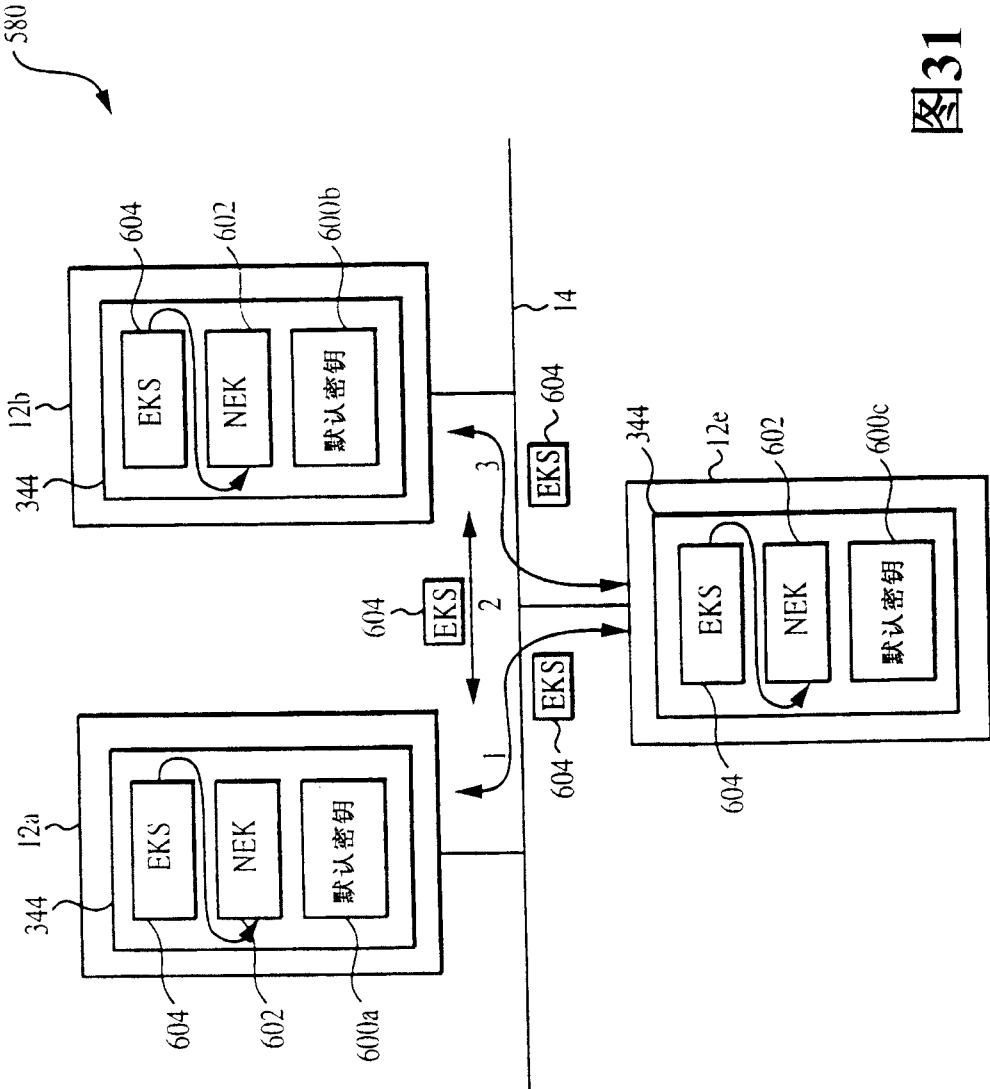


图31

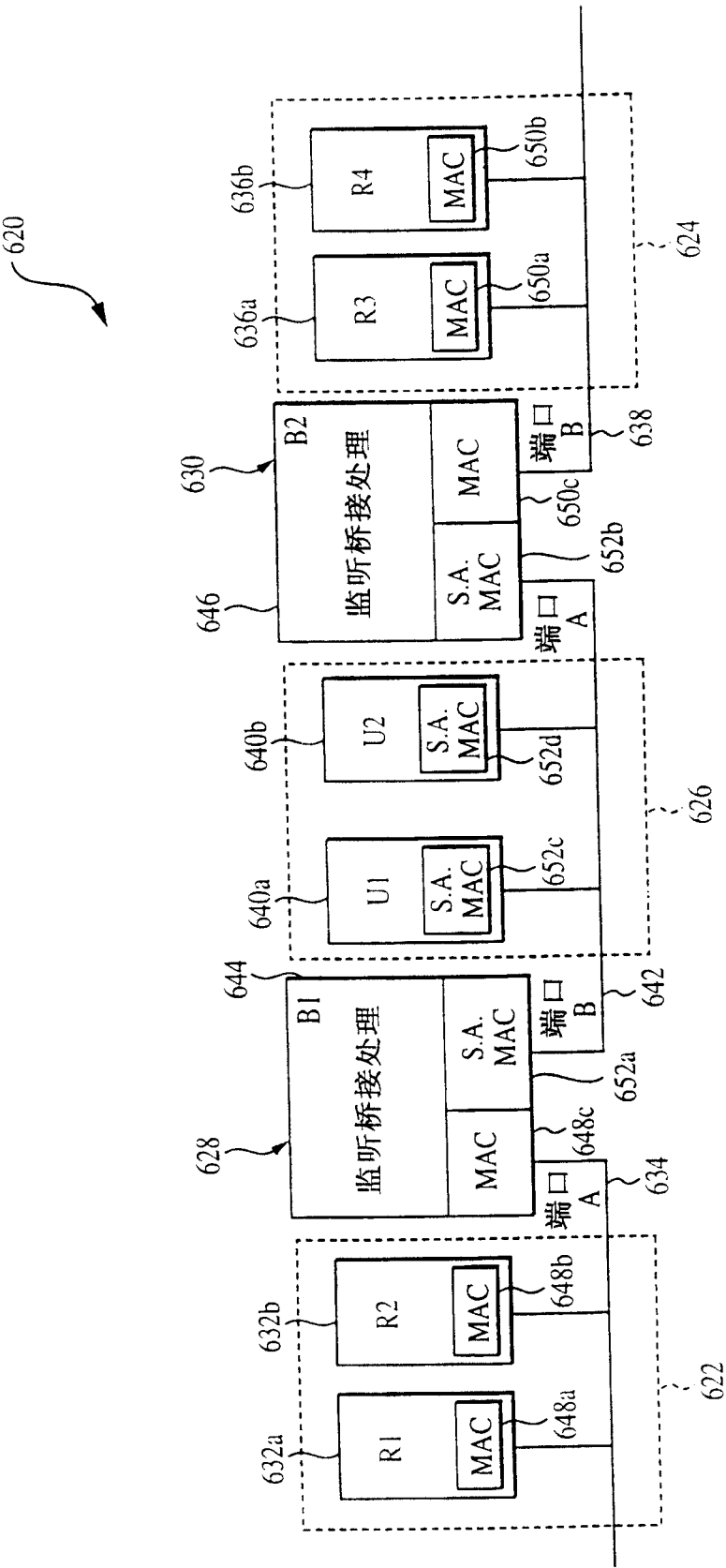
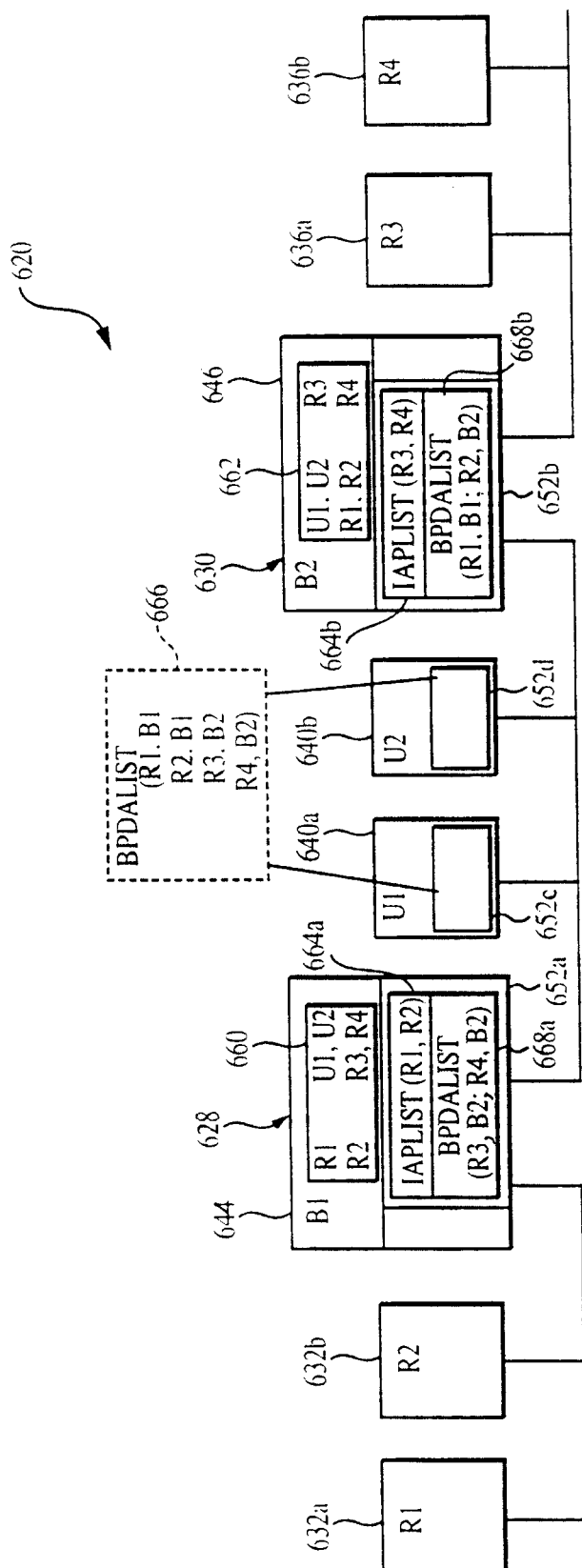


图32



33

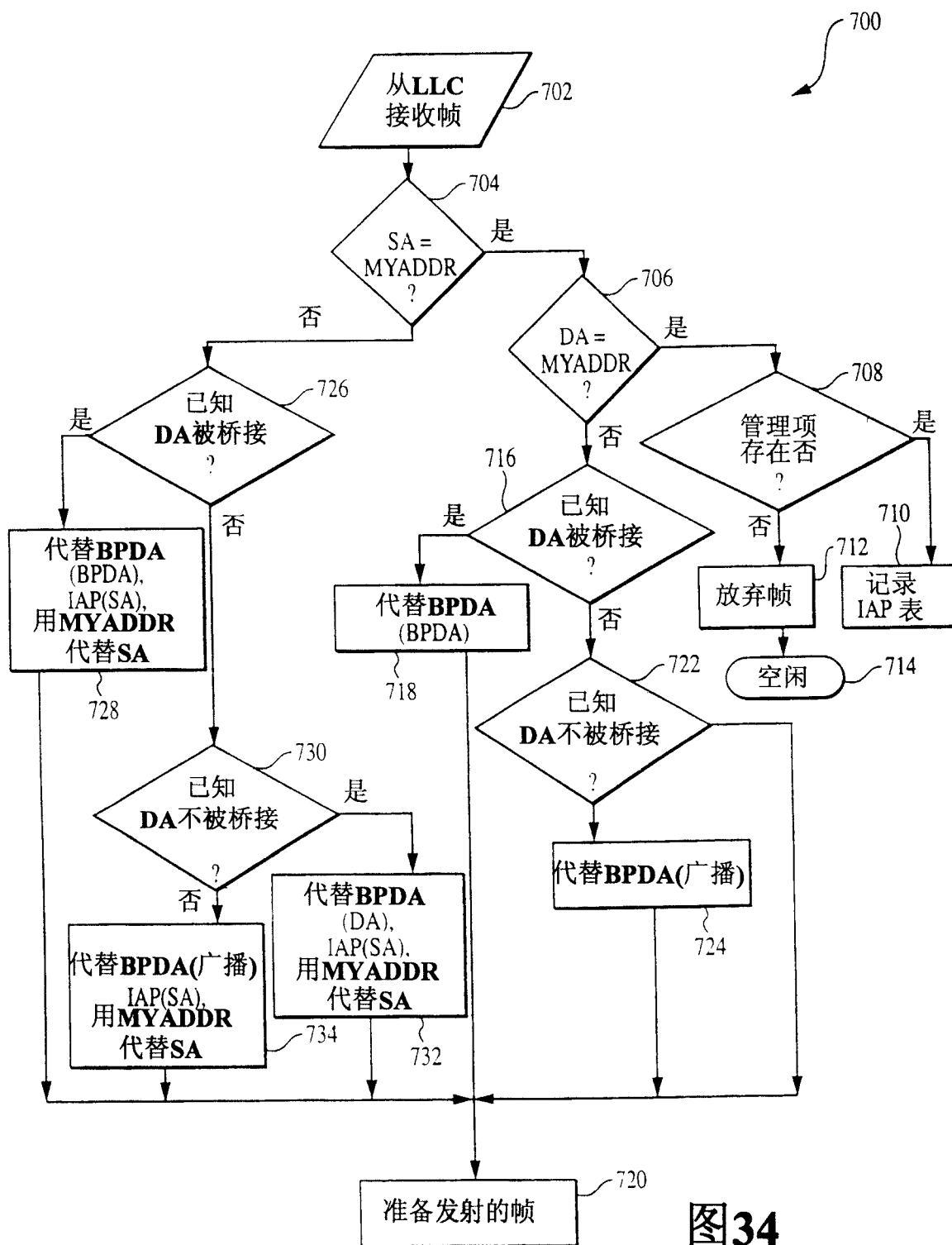


图34

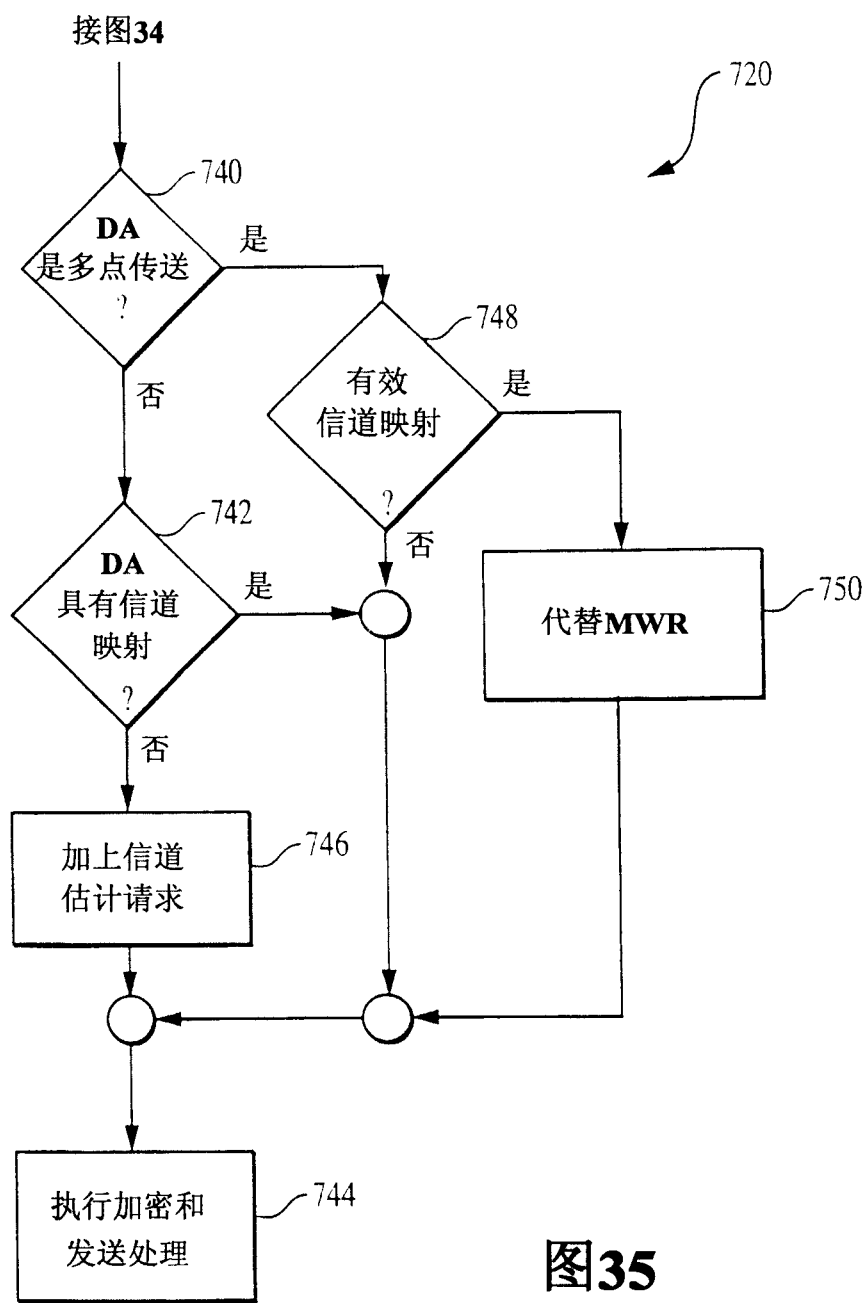


图35

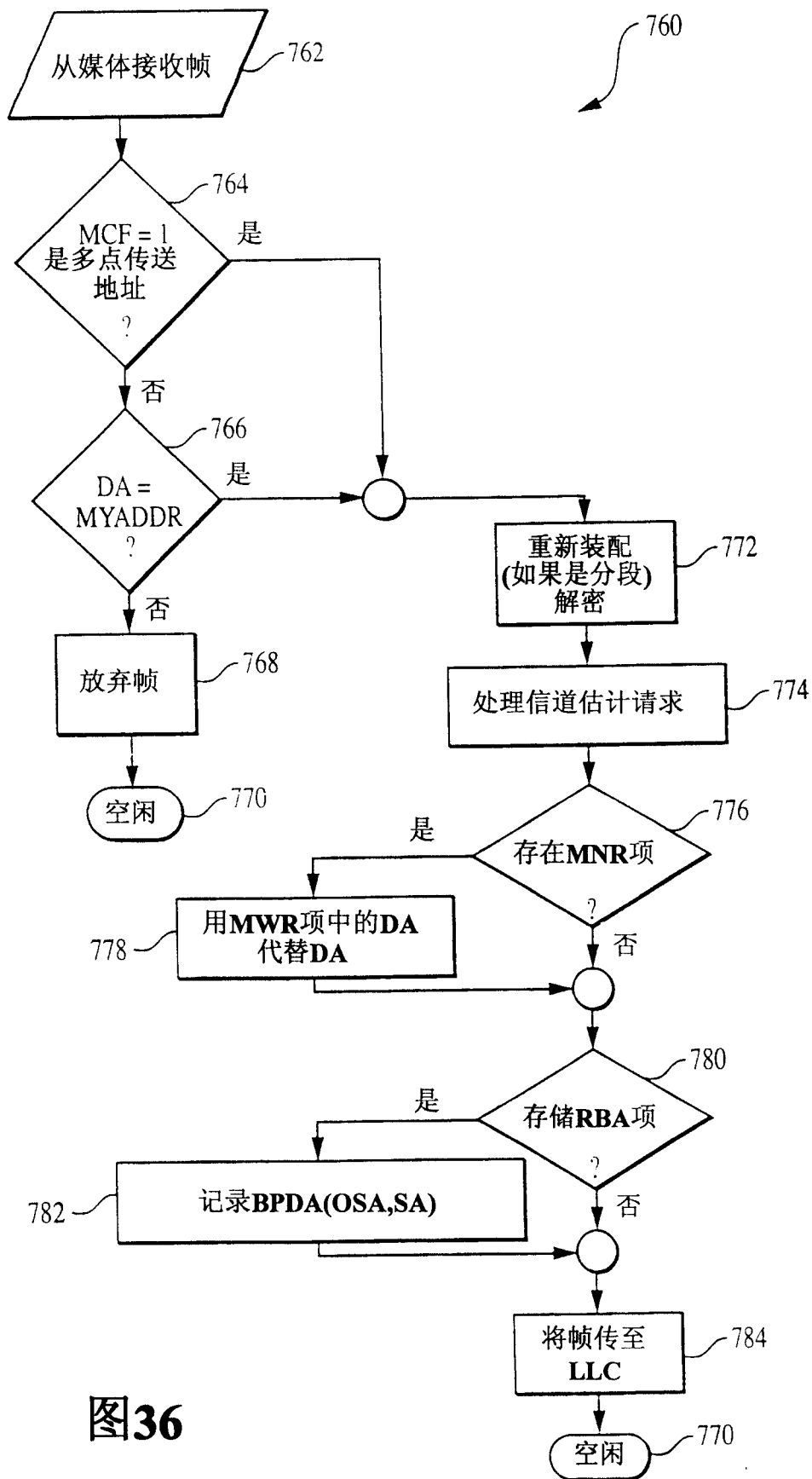


图36

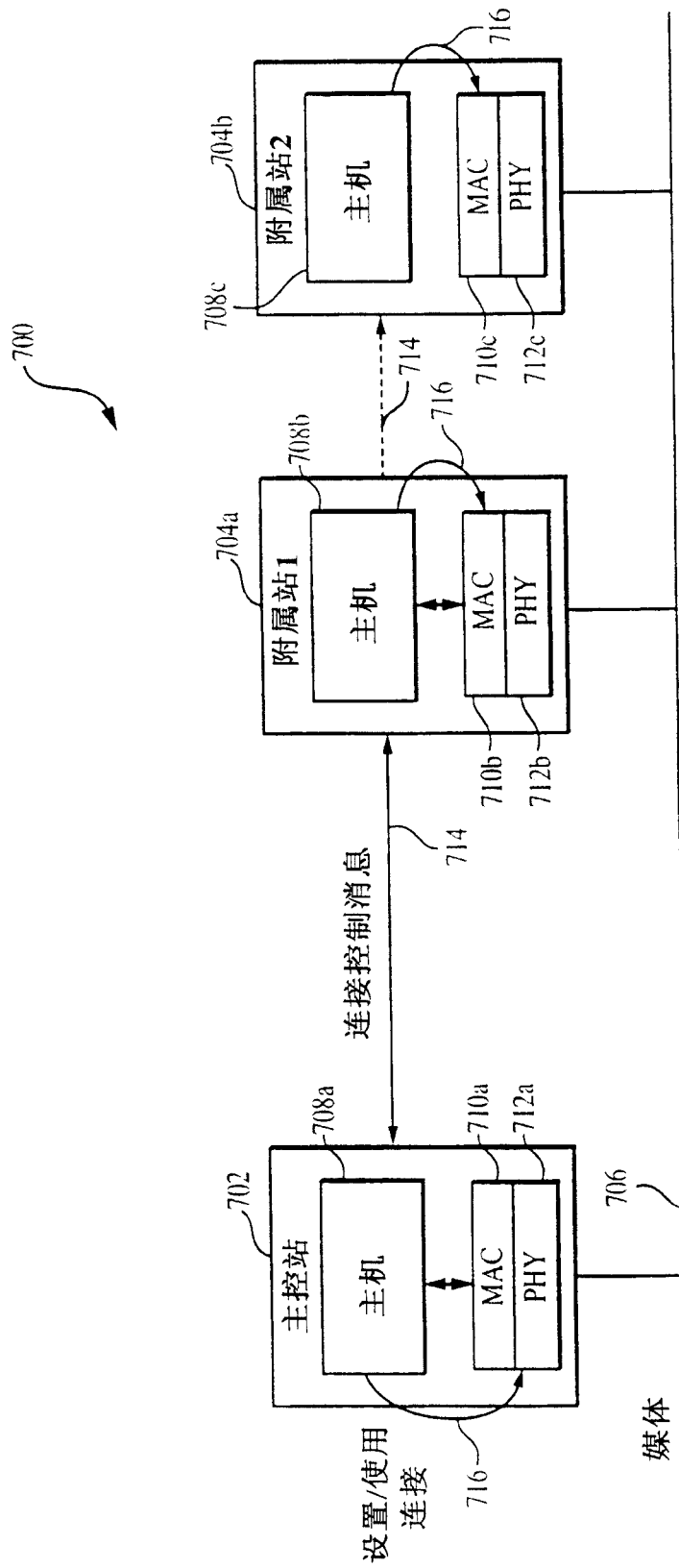


图 37

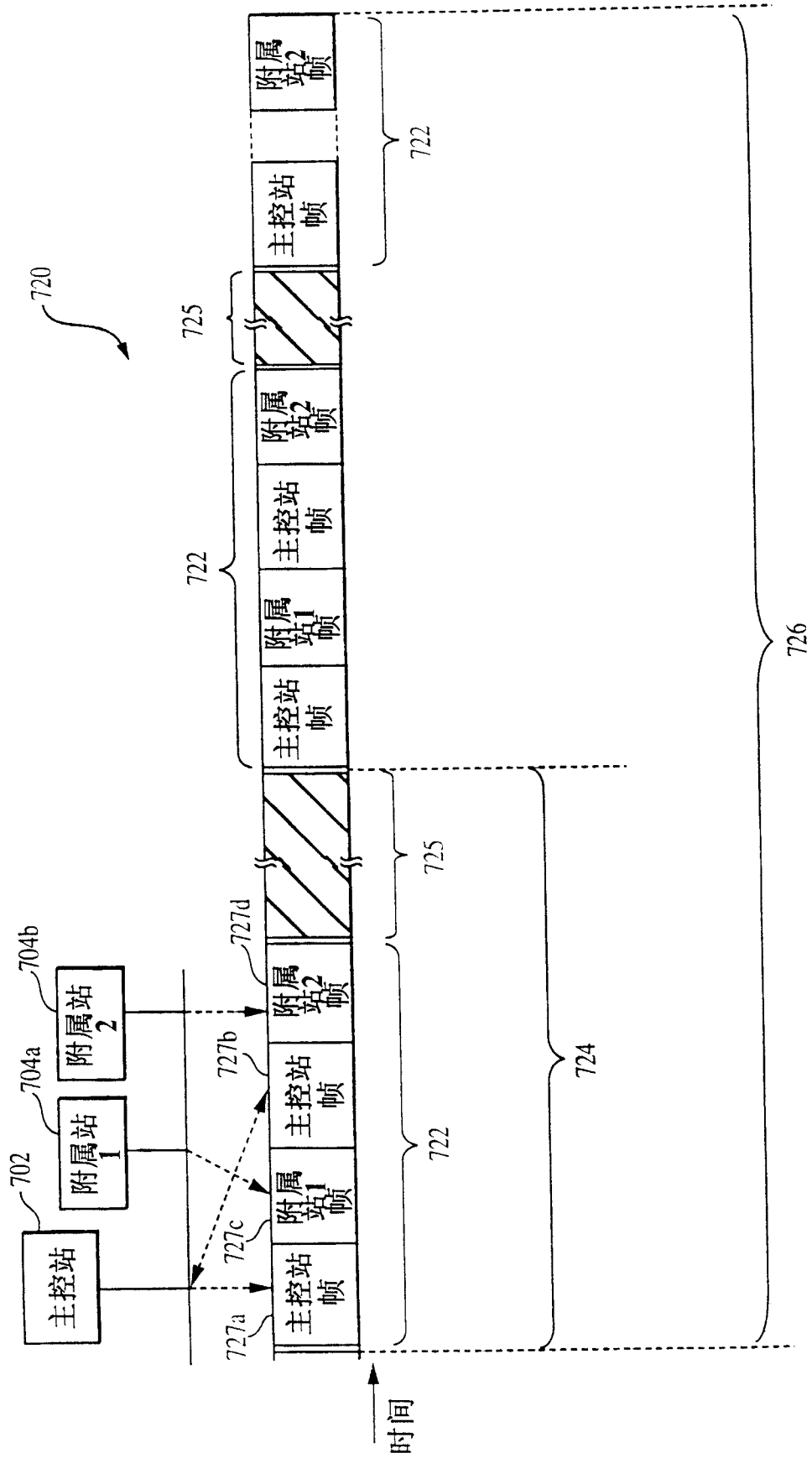


图38

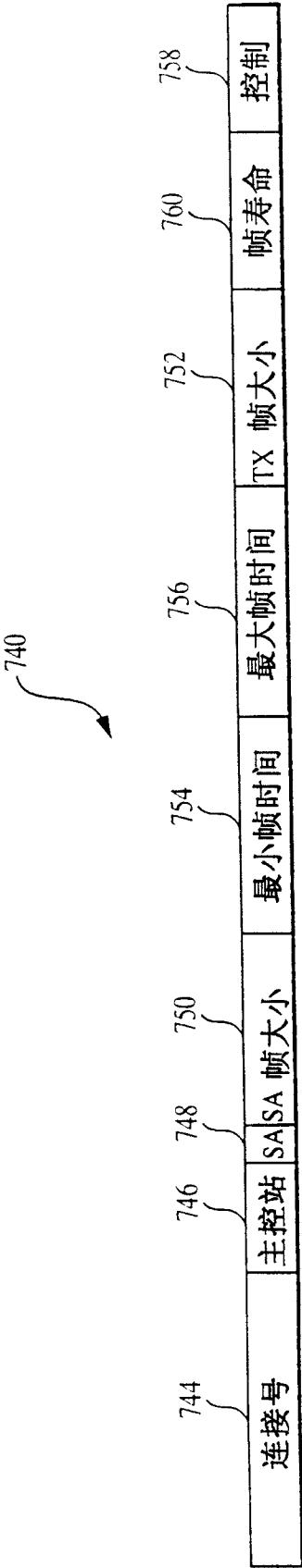


图39A

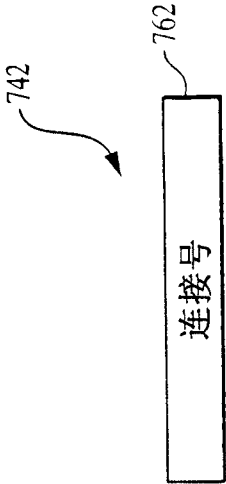


图39B

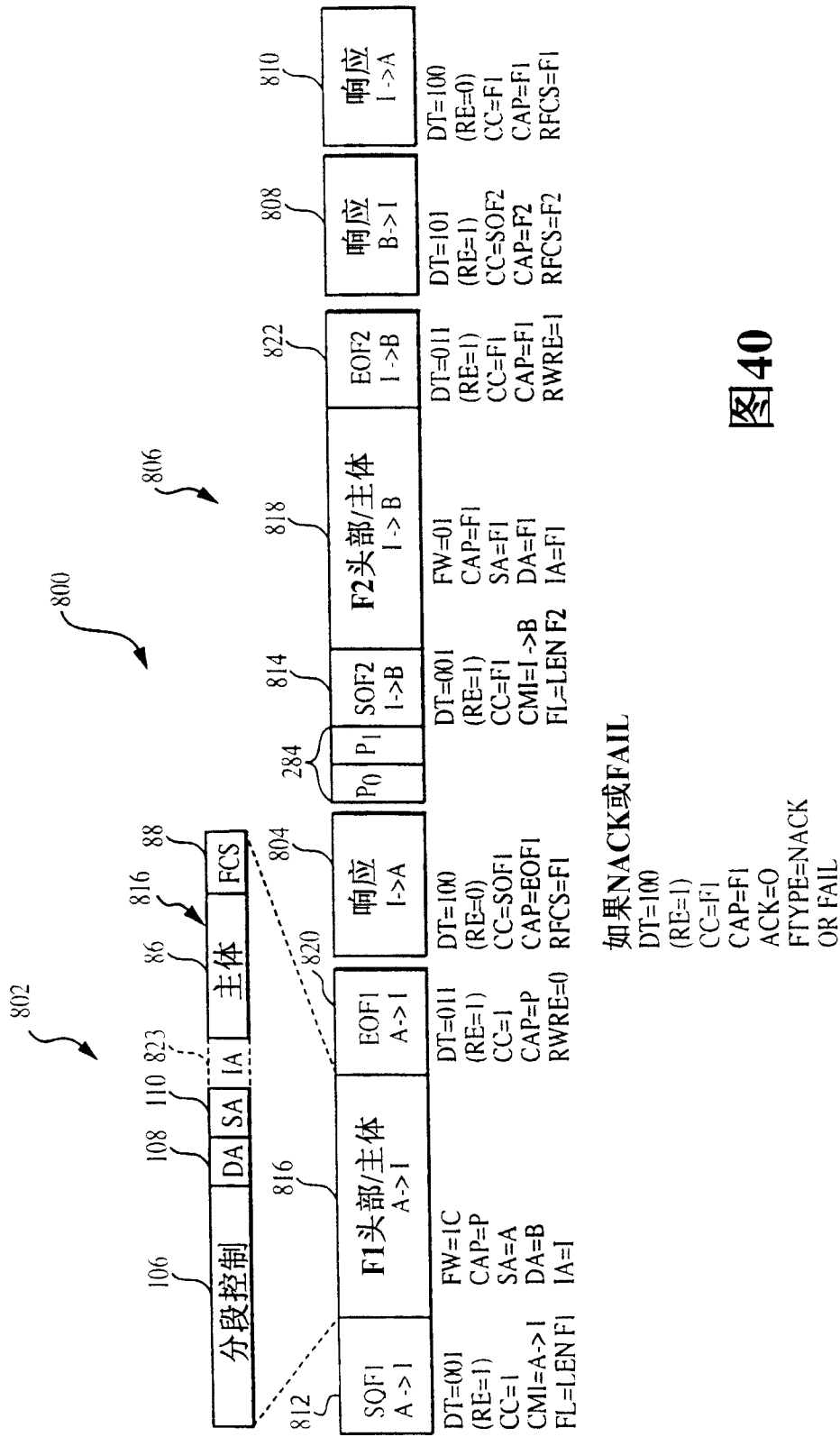


图 40

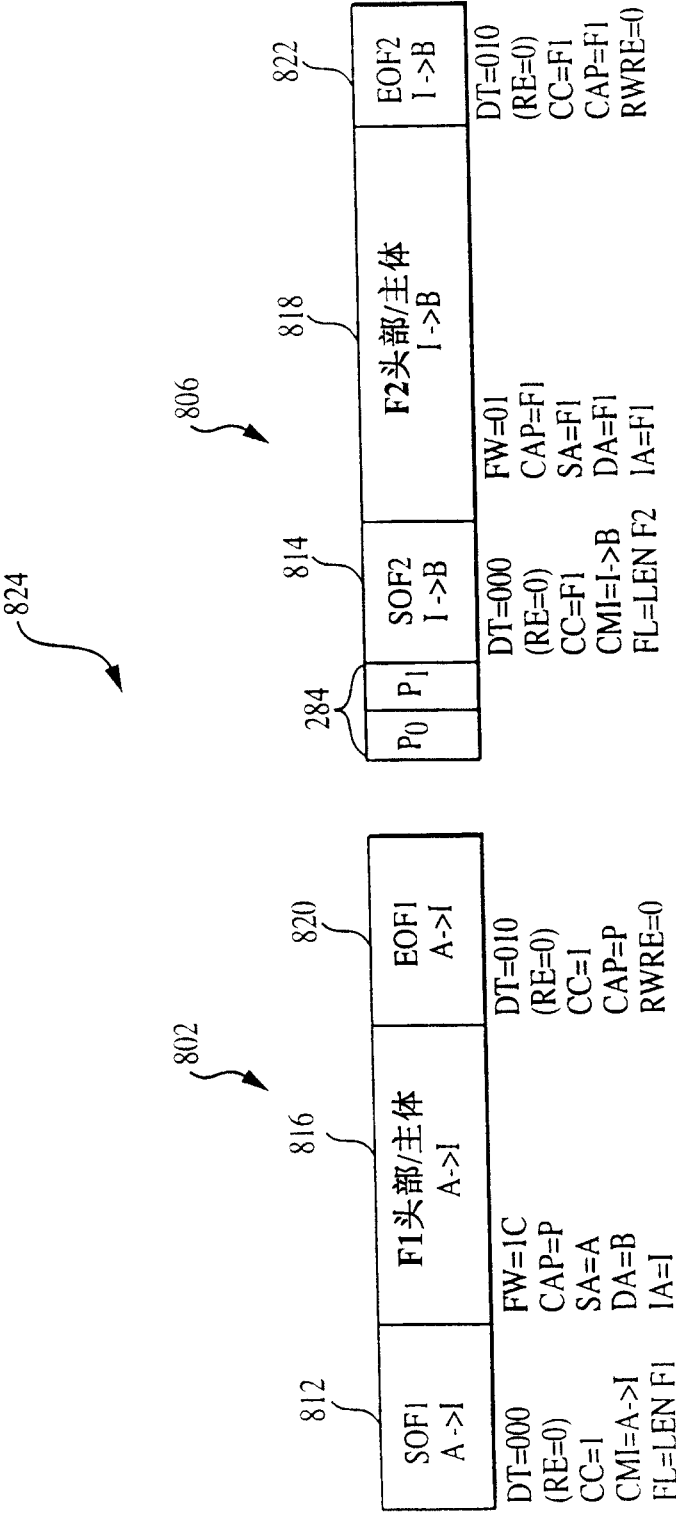
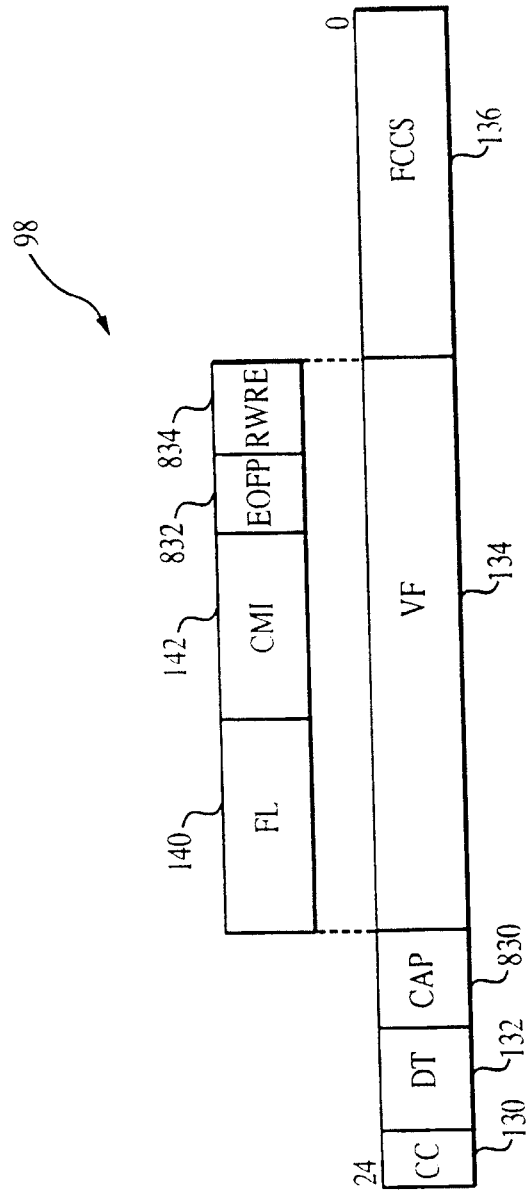


图41

42
四

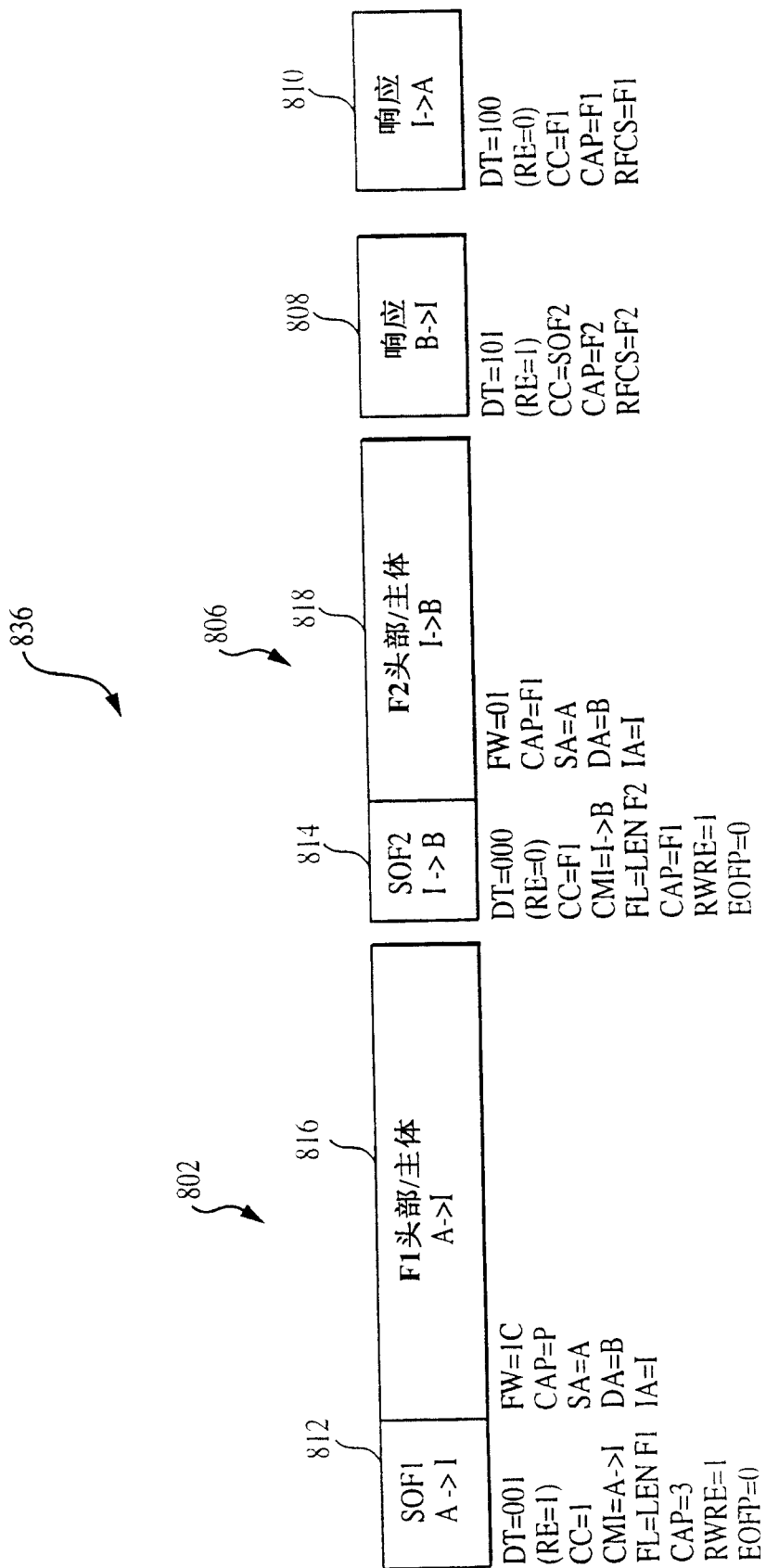
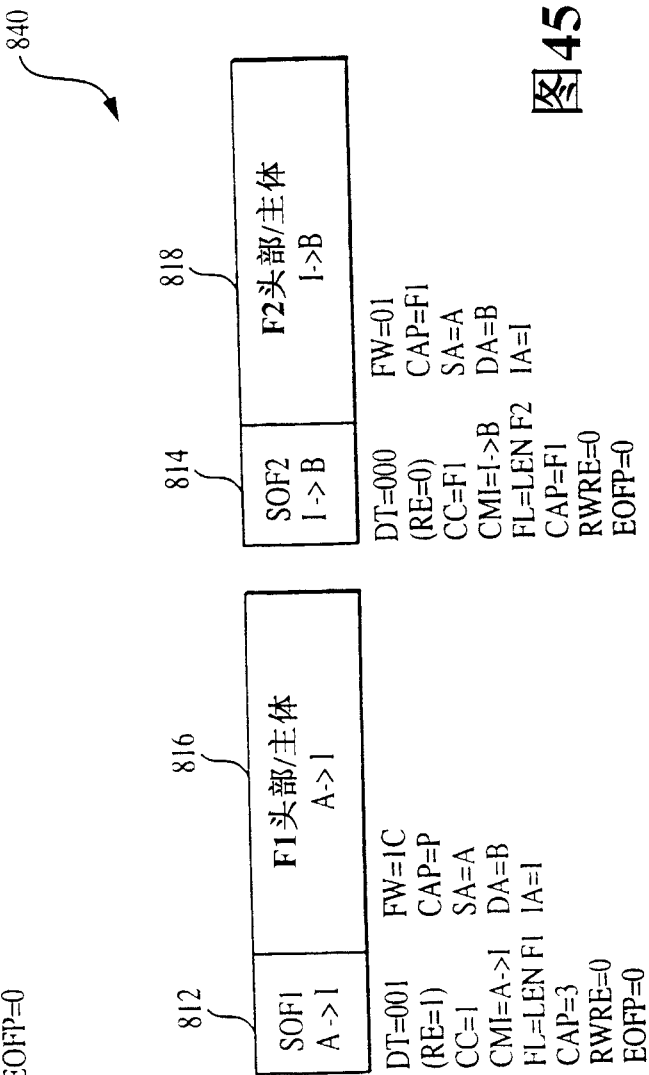
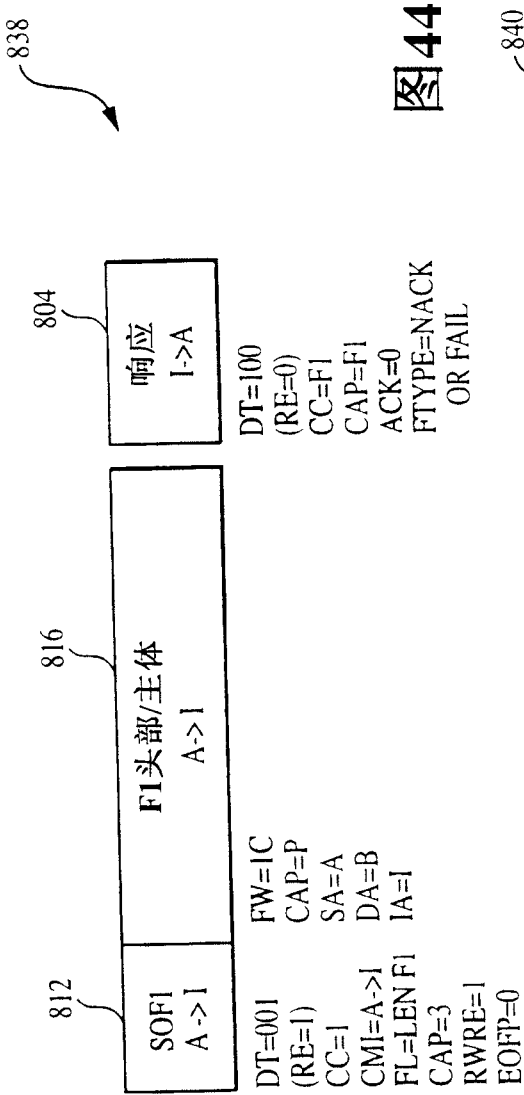


图43



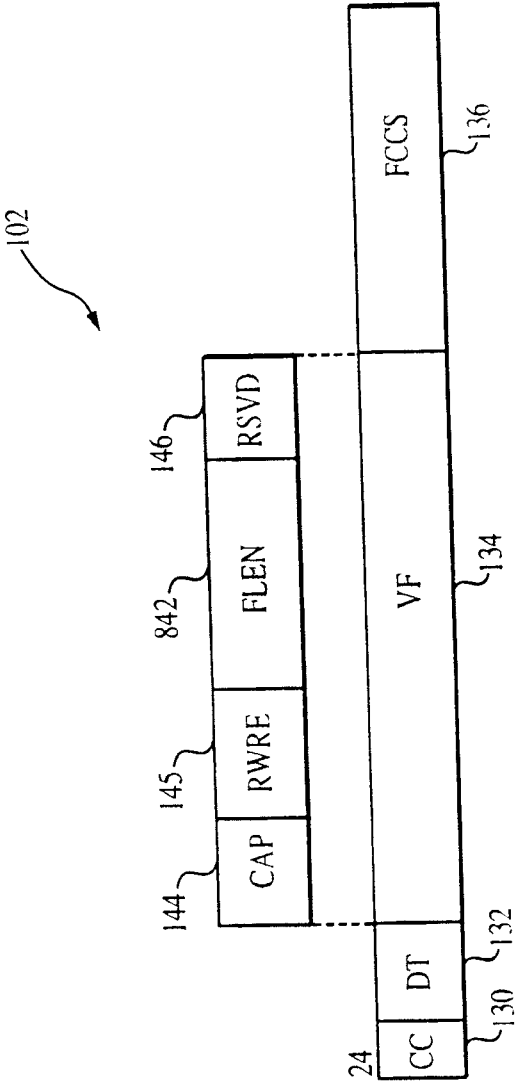


图46