

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00811910.4

[43] 公开日 2002 年 9 月 18 日

[11] 公开号 CN 1370354A

[22] 申请日 2000.6.22 [21] 申请号 00811910.4

[30] 优先权

[32] 1999.6.25 [33] US [31] 09/344,818

[86] 国际申请 PCT/US00/17756 2000.6.22

[87] 国际公布 WO01/01606 英 2001.1.4

[85] 进入国家阶段日期 2002.2.22

[71] 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 L·N·史济夫

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 李家麟

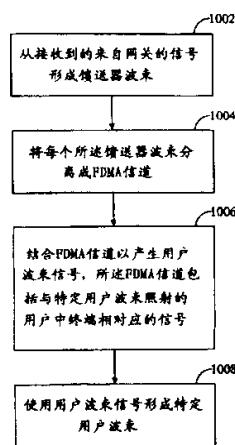
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图页数 13 页

[54] 发明名称 卫星通信系统中的馈送器链路空间多路复用

[57] 摘要

一种对在卫星通信系统(500、700)的馈送器链路上的信号进行空间多路复用的系统和方法。波束形成天线(508、708)从接收到的来自系统网关(120A-D)的信号形成多个馈送器波束(510、710A-D)，每个馈送器波束(510、710A-D)照射网关(120A-D)中的一个，并包括多个频分多址(FDMA)信道。多个去复用器(610、802A-E)把每个馈送器波束(510、710A-D)分离成FDMA信道，而信号组合器(806A-N、814)组合信道中的第一个和第二个，以产生用户波束信号，所述信道包括与特定用户波束(516、716)照射的用户终端(124、126)相对应的信号，波束形成用户链路天线(512、712)使用所述用户波束信号来形成特定用户波束(516、716)。另一方面，用户链路波束形成天线(512、712)从接收到的来自用户终端(124)的信号形成多个用户波束(516、716)，每个包括多个FDMA信道，而多个去复用器

(610、802A-E)把每个用户波束分离成信道。组合器(806A-N、814)组合 FDMA 信道中的第一个和第二个，以产生馈送器波束信号，所述信道包括与特定馈送器波束照射的网关(120A-D)相对应的信号，用户链路波束形成天线(512、712)使用馈送器波束信号来形成特定馈送器波束(516、716)。



# 权 利 要 求 书

1. 一种在包括多个网关、一个卫星以及多个用户终端的卫星通信系统中使用的设备，其特征在于，所述设备包括：

波束形成馈送器链路天线，它从所接收的来自所述网关的信号形成多个馈送器波束，每个所述馈送器波束照射网关之一，并包括多个频分多址（FDMA）信道；

多个去复用器，所述去复用器把每个所述馈送器波束分离成所述 FDMA 信道；

一种用于把第一个所述 FDMA 信道与第二个所述 FDMA 信道组合起来的装置，以产生用户波束信号，所述第一 FDMA 信道和第二 FDMA 信道包括与特定用户波束照射的用户终端相对应的信号；以及

波束形成用户链路天线，它使用所述用户波束信号形成所述特定用户波束。

2. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述用户波束信号包括多个频带，其中，用于组合的所述装置包括：

控制器，它把所述第一 FDMA 信道和第二 FDMA 信道分配给所述特定用户波束以及所述用户波束信号频带中的第一个和第二个；

第一频率转换器，它把所述第一 FDMA 信道从接收所述第一 FDMA 信道时所处的频带转换至第一个用户波束信号频带；

第二频率转换器，它把所述第二 FDMA 信道从接收所述第二 FDMA 信道时所处的频带转换至第二个用户波束信号频带；以及

多路复用器，它对所述经频率转换的第一和第二 FDMA 信道进行多路复用，以产生所述用户波束信号。

3. 如权利要求 2 所述的设备，其特征在于，用于组合的所述装置进一步包括：

交换机，它通过选择路由把所述经频率转换的第一和第二 FDMA 信道传递到所述多路复用器。

4. 一种用在包括多个网关、一个卫星以及多个用户终端的卫星通信系统中的方法，其特征在于，所述方法包括下列步骤：

- (a) 从所接收的来自所述网关的信号形成多个馈送器波束，每个馈送器波束照射网关之一，并包括多个频分多址（FDMA）信道；
- (b) 把每个所述馈送器波束分离成所述 FDMA 信道；
- (c) 把第一个所述 FDMA 信道与第二个所述 FDMA 信道进行组合，以产生用户波束信号，所述第一和第二 FDMA 信道包括与特定用户波束照射的用户终端相对应的信号；以及
- (d) 使用所述用户波束信号形成所述特定用户波束。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述用户波束信号包括多个频带，其中，步骤 (c) 还包括下列步骤：

- (e) 把所述第一和第二 FDMA 信道分配给所述用户波束信号频带中的第一个和第二个；
- (f) 把所述第一 FDMA 信道从接收所述第一 FDMA 信道时所处于的频带转换至所述第一个用户波束信号频带；
- (g) 把所述第二 FDMA 信道从接收所述第二 FDMA 信道时所处于的频带转换至所述第二个用户波束信号频带；以及
- (h) 对所述经频率转换的第一和第二 FDMA 信道进行多路复用，以产生所述用户波束信号。

6. 一种用在包括多个网关、一个卫星以及多个用户终端的卫星通信系统中的设备，其特征在于，所述设备包括：

    用户链路波束形成天线，它从所接收的来自所述用户终端的信号形成多个用户波束，每个所述用户波束包括多个频分多址（FDMA）信道；

    多个去复用器，所述去复用器把每个所述用户波束分离成所述 FDMA 信道；

    用于把第一个所述 FDMA 信道与第二个所述 FDMA 信道进行组合，以产生馈送器波束信号，所述第一和第二 FDMA 信道包括与特定馈送器波束照射的网关相对应的信号；以及

    用户链路波束形成天线，它使用所述馈送器波束信号来形成所述特定馈送器波束。

7. 如权利要求 6 所述的设备，其特征在于，所述馈送器波束信号包括多个频带，其中，用于组合的所述装置包括：

控制器，它把所述第一和第二 FDMA 信道分配给所述特定馈送器波束以及所述第一个和第二个馈送器波束信号频带；

第一频率转换器，它把所述第一 FDMA 信道从接收所述第一 FDMA 信道时所处于的频带转换至所述第一个馈送器波束信号频带；

第二频率转换器，它把所述第二 FDMA 信道从接收所述第二 FDMA 信道时所处于的频带转换至所述第二个馈送器波束信号频带；以及

多路复用器，它对所述经频率转换的第一和第二 FDMA 信道进行多路复用，以产生所述馈送器波束信号。

8. 如权利要求 7 所述的设备，其特征在于，用于组合的所述装置进一步包括：

交换机，它通过选择路由把所述第一 FDMA 信道传递到所述第一频率转换器，以及通过选择路由把所述第二 FDMA 信道传递到所述第二频率转换器。

9. 一种用在包括多个网关、一个卫星以及多个用户终端的卫星通信系统中的方法，其特征在于，所述方法包括下列步骤：

(a) 从所接收的来自用户终端的信号形成多个用户波束，每个用户波束包括多个频分多址 (FDMA) 信道；

(b) 把每个所述用户波束分离成所述 FDMA 信道；

(c) 把第一个所述 FDMA 信道与第二个所述 FDMA 信道组合起来，以产生馈送器波束信号，所述第一和第二 FDMA 信道包括与特定馈送器波束照射的网关相对应的信号；以及

(d) 使用所述馈送器波束信号形成所述特定馈送器波束。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述馈送器波束信号包括多个频带，其中，步骤 (c) 进一步包括下列步骤：

(e) 把所述第一和第二 FDMA 信道分配给第一个和第二个馈送器波束信号频带；

(f) 把所述第一 FDMA 信道从接收所述第一 FDMA 信道时所处于的频带转换至所述第一个馈送器波束信号频带；

(g) 把所述第二 FDMA 信道从接收所述第二 FDMA 信道时所处于的频带转换至所述第二个馈送器波束信号频带；以及

02.02.20

(h) 对所述经频率转换的第一和第二 FDMA 信道进行多路复用，以产生所述馈送器波束信号。

# 说 明 书

## 卫星通信系统中的馈送器链路空间多路复用

### 发明背景

#### I. 发明领域

本发明涉及低地球轨道（LEO）卫星通信系统。本发明尤其涉及在这种系统中使用空间多路复用来增大卫星和地面站之间通信链路的带宽。

#### II. 相关技术

典型的卫星通信系统包括至少一个地面基站（称为“网关”）、至少一个用户终端（例如，移动站或手持便携式电话），以及用于在网关和用户终端之间中继通信信号的至少一个卫星。网关提供从用户终端到另一用户终端或通信系统(如地面电话系统)的链路。

对卫星通信系统的一个限制是所分配的频率带宽。考虑到各种政治上的原因以及技术上的限制，各政府机构和标准协会会在总信号频谱中分配带宽。许可用于低地球轨道卫星通信系统中的一种分配形式是由 ITU（国际电信联合会）准许的，并使用 200 MHz 带宽。如果固定分配限制而且极不可能得到额外的频带，则希望使这个频带分配的容量最大，从而使可以在任何时刻使用给定系统的用户数最多。

传统的卫星在网关和卫星之间的通信链路（称之为“馈送器链路”）上以及卫星和用户终端之间的通信链路（称之为“用户链路”）上使用一个大的波束或波束形成天线。通常，使用单个馈送器链路，以致在卫星的视野中，每个卫星与网关为单路径耦合。在用户链路侧，多条链路把卫星的覆盖区（称之为“脚印”）分割成多个地理区域（称之为“小区”）。用户链路波束之一照射每个小区。每个波束使用分配给用户链路的全部带宽。用户链路带宽和用户链路波束数的乘积给出用户终端通信可用的有效带宽。

当对于这种卫星通信业务的要求增加时，必须增加这种系统的容量。如果

当前用户带宽分配是不灵活的，则增加用户链路的一种方法是简单地增加用户链路波束数。然而，任何用户链路容量的增加必须伴随着卫星和网关之间的通信链路容量的增加。

因此，要求提供一种系统和方法，用于使不能增加带宽的卫星通信系统的容量增加。

### 发明概述

本发明适用于一种通信系统，所述通信系统具有多个网关和通过馈送器链路耦合到网关并通过用户链路耦合到用户终端的一个卫星，其中，卫星在用户链路上提供多个用户波束。

一方面，本发明提供一种设备，所述设备包括波束形成天线，它从所接收的来自网关的信号形成多个馈送器波束，每个馈送器波束照射网关之一，并包括多个频分多址（FDMA）信道；多个去复用器，它把每个馈送器波束分离成 FDMA 信道；一种将第一 FDMA 信道与第二 FDMA 信道组合的装置，第一 FDMA 信道和第二 FDMA 信道包括与由特定用户波束照射的用户终端相对应的信号，以产生用户波束信号；以及波束形成用户链路天线，它使用用户波束信号形成特定用户波束。

用户波束信号包括多个频带，而用于组合的装置包括：控制器，所述控制器把第一 FDMA 信道和第二 FDMA 信道分配给特定用户波束和用户波束信号频带中的第一个和第二个用户波束信号频带；第一频率转换器，它把第一 FDMA 信道从接收第一 FDMA 信道时所处的频带转换至用户波束信号频带中的第一个用户波束信号频带；第二频率转换器，它把第二 FDMA 信道从接收第二 FDMA 信道时所处的频带转换至用户波束信号频带中的第二个用户波束信号频带；多路复用器，它对经频率转换的第一和第二 FDMA 信道进行多路复用，以产生用户波束信号；以及交换机，它选择经频率转换的第一和第二 FDMA 信道通往多路复用器的路由。

另一方面，本发明提供一种设备，所述设备包括：用户链路波束形成天线，它从所接收的来自用户终端的信号形成多个用户波束，每个用户波束包括多

个 FDMA 信道；多个去复用器，它把每个用户波束分离成 FDMA 信道；一种装置，用于将 FDMA 信道中的第一个信道和 FDMA 信道中的第二个信道进行组合，第一和第二 FDMA 信道包括与由特定馈送器波束照射的网关相对应的信号，以产生馈送器波束信号；以及用户链路波束形成天线，它使用馈送器波束信号形成特定馈送器波束。

馈送器波束信号包括多个频带，而用于组合的装置包括：控制器，所述控制器把第一和第二 FDMA 信道分配给特定馈送器波束和分配给馈送器波束信号频带中的第一个和第二个馈送器波束信号频带；第一频率转换器，它把第一 FDMA 信道从接收第一 FDMA 信道时所在的频带转换成馈送器波束信号频带中的第一个馈送器波束信号频带；第二频率转换器，它把第二 FDMA 信道从接收第二 FDMA 信道时所在的频带转换成馈送器波束信号频带中的第二个馈送器波束信号频带；多路复用器，它对经频率转换的第一和第二 FDMA 信道进行多路复用，以产生馈送器波束信号；以及交换机，它选择第一 FDMA 信道通往第一频率转换器的路由，以及第二 FDMA 信道通往第二频率转换器的路由。

本发明的一个优点是它在通信卫星的馈送器链路上提供增加的容量。

### 附图简述

从下面结合附图的详细描述中，读者将对本发明的特点、目的和优点将更为明了，在所有的附图中，相同标记所表示的意义相同，其中：

图 1 示出采用了本发明的典型的无线通信系统；

图 2 示出用于用户终端中的典型收发机；

图 3 示出网关中使用的典型的发送和接收设备；

图 4 提供网关和用户终端之间的通信细节；

图 5 描绘的是传统卫星通信系统中用于馈送器和用户链路的波束方向图；

图 6 是传统卫星的内部发送路径的方框图；

图 7 描绘的是根据较佳实施例的卫星通信系统中用于馈送器和用户链路的波束方向图；

图 8 是根据本发明较佳实施例的通信卫星内部前向发送路径的方框图；

图 9 是根据本发明较佳实施例的通信卫星内部反向发送路径的方框图；以及

图 10、11、12 和 13 是描绘根据本发明较佳实施例的内部发送路径的操作的流程图。

### 较佳实施例的详述

下面详述本发明的较佳实施例。在讨论特定步骤、配置和安排的同时，应该理解，这只是为了描述的目的而进行的。熟悉本技术领域的人员会理解，可以使用其它步骤、配置和安排而不偏离本发明的精神和范围。本发明可以用在多种无线信息和通信系统中，包括（但是不限于）卫星电话系统。较佳应用是在码分多址（CDMA）无线扩频卫星通信系统中用于移动或便携式电话业务。

本发明特别适用于使用低地球轨道卫星的通信系统。然而，熟悉本技术领域的人员会理解，还可以把本发明的原理应用于其它类型的卫星和地面通信系统。

典型的卫星通信系统使用称之为网关的基站，以及一个或多个卫星，以中继在网关和一个或多个用户终端之间的通信信号。网关提供从每个用户终端到其它用户终端或所连接的其它通信系统（如，PSTN（公用电话交换网））的用户的通信链路。用户终端可以是固定的或如移动电话之类移动的，可以位于靠近网关处或位于远离网关处。

某些卫星通信系统使用码分多址（CDMA）扩频信号，如在 1990 年 2 月 13 日授权的，题为“*Spectrum Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite or Terrestrial Repeaters*”的美国专利 4,901,307，以及 1995 年 1 月 4 日申请的，题为“*Method and Apparatus For Using Full Spectrum Transmitted Power In A Spread Spectrum Communication System For Tracking Individual Recipient Phase Time And Energy*”的美国专利申请 08/368,570 中所揭示，二者均已转让给本发明的受让人，并在此引用作为参考。

在典型的扩频通信系统中，在调制到载波信号上作为通信信号发送之前，使用一个或多个预选择的伪噪声（PN）码序列在预定频谱频带上对信息信号进行调制或“扩展”。PN码扩展是一种本技术领域中众所周知的扩频传输方法，它产生用于发送的信号，并且该信号具有的带宽比数据信号的带宽大得多。在基站到用户或网关到用户的通信链路中，使用PN扩展码或二进制序列，以区别不同基站或不同波束上发送的信号以及多径信号。

在典型的CDMA扩频系统中，使用信道化码来鉴别用于小区中的不同用户的信号，或前向链路上的卫星子波束中（即，从基站或网关到用户终端收发机的信号路径）发送的用户信号。每个用户收发机有它自己的正交信道，所述正交信道是通过使用唯一的“信道化”正交码在前向链路上提供的。一般把这些信道上传递的信号称为“话务信号”。提供另外的信道，用于“寻呼”、“同步”以及发送到系统用户的其它信号。通常使用沃尔什函数来实施信道化码。

对于前向链路用户终端通信，诸如在上述专利文件中所揭示的CDMA扩频通信系统设想使用相干调制和解调。在使用这个方法的通信系统中，使用“导频”载波信号，也把它称为“导频信号”，作为前向链路信号的相干相位基准。即，在整个覆盖区中通过网关发送包含没有数据调制的信号作为基准。

用户终端使用导频信号来得到初始系统同步和网关发送的其它信号的时间、频率和相位跟踪。使用从跟踪导频信号载波得到的相位信息作为载波相位基准，用于其它系统信号或话务（数据）信号的相干解调。这种技术允许许多话务信号共享公共导频信号作为相位基准，提供成本较低而更有效的跟踪机构。通常，每个网关对于每个频率发送单个导频信号，从该网关以该频率接收信号的所有用户终端使用和共享所述每个频率。

网关可以使用已知为寻呼信号或信道的一个或多个信号，把信息传递到用户终端。例如，当对某一特定的移动电话进行呼叫时，网关采用寻呼信号来通知该移动电话。使用寻呼信号来表示呼叫的存在、使用哪个话务信道，以及还与用户终端特定消息一起传播系统额外开销信息。通信系统可以有几个

寻呼信号。还可以使用同步信号来传递对促进时间同步有利的系统信息。所有这些信号都起共享资源的作用，与导频信号的方式相似。

通过在反向链路（即，从用户终端到基站或网关收发机的信号路径）上发送接入信号可以使用户终端响应寻呼信号上的消息。当用户终端发出呼叫时，用户终端也使用接入信号。

正如任何通信系统的情况一样，用户终端接收通信信号，并将其下变频到基带频率，用于进一步处理。一旦经过下变频，就对信号进行数字处理，以检测特定导频信号或所接收信号，并且对相关的寻呼信号、同步信号和话务信号进行解调。解调期间，施加 PN 扩展码对信号进行去扩展，并用信道化码与信号相关，以提供数据。

在图 1 中示出采用了本发明的典型无线通信系统。设想这个通信系统使用 CDMA 型通信信号，但是本发明并不要求这样。在图 1 中示出的通信系统 100 的一部分中，示出一个基站 112、两个卫星 116 和 118 以及两个相关联的网关 120A 和 120B，用于与两个远程用户终端 124 和 126 进行有效的通信。通常，基站和卫星/网关是独立通信系统的部件，称之为地面通信系统的和卫星通信系统（尽管这不是必须的）。在这种系统中，基站、网关和卫星的总数与所要求的系统容量和本技术领域中众知的其它因素有关。

用户终端 124 和 126 各具有或包括一个无线通信装置，例如（但是不限于），蜂窝电话、数据收发机或寻呼或定位接收机，按需要可以是手持的或安装在车辆上的。这里，所示出的用户终端是手持电话和诸如汽车电话之类的移动电话。然而，还可以理解，本发明的原理可应用于需要远程无线业务的固定单元，包括“内部”位置以及“开阔空中”位置。

通常，来自卫星 116 和 118 的波束以预定方向图覆盖不同的地理区域。可以引导不同频率的波束（也称之为 CDMA 信道或“子波束”），使之重叠相同的区域。熟悉本技术领域的人员还会容易地理解，根据通信系统设计和所提供的业务的类型以及是否得到空间分集，多个卫星的波束覆盖或业务区，或多个基站的天线方向图可以设计成完全重叠或部分重叠。

人们建议采用各种多卫星通信系统，典型的系统使用数量级为 48 个或更

多的卫星，在低地球轨道（LEO）的 8 个不同的轨道平面中运行，为大量用户终端提供服务。然而，熟悉本技术领域的人员会容易地理解，本发明的原理是如何应用于多种卫星系统和网关配置的，包括其它轨道距离和星座。

图 1 中，示出某些可能的信号路径，用于在用户终端 124 和 126 以及基站 112 之间建立通信，或用网关 120A 和 120B 通过卫星 116 和 118 建立通信。通过线路 130 和 132 示出基站—用户终端之间的通信链路。通过线路 140、142 和 144 示出卫星 116 和 118 和用户终端 124 和 126 之间的卫星—用户终端之间的通信链路。通过线路 146、148、150 和 152 示出网关 120A 和 120B 以及卫星 116 和 118 之间的网关—卫星之间是通信链路。可以使用网关 120A 和 120B 和基站 112 作为单向路或双向通信系统的一部分，或简单地把消息或数据传递给用户终端 124 和 126。

如在图 1 中看到的那样，通信系统 100 一般使用一个或多个系统控制中心和/或交换网 160，也称之为在卫星通信系统中的地面操作和控制中心（GOCC）。系统控制器（GOCC）160 一般包括接口和处理电路以及软件，所述软件用于执行对于网关、卫星与基站的系统范围内的控制，以保持系统范围内的话务控制和信号同步，如用于 PN 或正交码分配和定时。系统控制器 160 还可以控制 PSTN 和网关以及用户终端之间的电话呼叫的一般路由选择。然而，每个网关一般具有直接连接到这种网络的 PSTN 或相似的接口。通信链路 162 一般把系统控制器 160 耦合到各种系统网关和基站，并可以使用已知技术建立（但是不限于），所述已知技术诸如专用电话线路、光纤链路或微波或专用卫星通信链路。

这种命令中心可以包括独立的卫星操作和控制中心（SOCC）164，或与其一起操作，所述卫星操作和控制中心一般包括处理器和软件，用于通过发出命令和信息执行各种卫星指定的控制功能，所述命令和信息是按需要和要求通过网关或 GOCC 传递到各种卫星的。

如在传统蜂窝系统中可发现的那样，在通信系统 100 中也可以使用独立的移动电话交换局（MTSO）或基站控制器（BSC）来影响各种控制和协调功能。这些中心通常按需要把基站连接到 PSTN。

在图 2 中示出在用户终端 106 中使用的典型收发机 200。收发机 200 使用至少一个天线 210，用于接收传递到模拟接收机 214 的通信信号，这些信号在模拟接收机中进行下变频、放大和数字化。可以使用双工器单元 212，以允许相同的天线起发送和接收两种作用。然而，某些系统使用以不同的发送和接收频率操作的独立天线。

把模拟接收机 214 输出的数字通信信号传递到至少一个数字数据接收机 216A 和至少一个搜索接收机 218。如熟悉本技术领域的人员所明了的那样，根据可接受的单元复杂程度，可以使用额外的数字数据接收机 216B—216N 来得到所需要的数字分集电平。

把至少一个用户终端控制处理器 220 耦合到数字数据接收机 216A—216N 和搜索接收机 218。尤其，控制处理器 220 提供基本信号处理、定时、功率和越区切换控制或协调，以及选择信号载波所使用的频率。控制处理器 220 通常执行的其它基本控制功能是选择或操作待用于处理通信信号波形的 PN 码序列或正交函数。控制处理器 220 的信号处理可以包括确定相对信号强度和计算各种有关的信号参数。计算诸如定时和频率之类的信号参数可以包括使用额外的和独立的专用电路，以使测量中的效率或速度提高，或改进控制处理资源的分配。

把数字数据接收机 216A—216N 的输出耦合到用户终端内的数字基带电路 222。用户数字基带电路 222 包括用于往返于用户终端传送信息的处理和显示单元。即，信号或数据存储单元，诸如瞬时或长期数字存储器；输入和输出装置，诸如显示器屏幕、扬声器、键盘终端以及手机；A/D 单元、声码器和其它话音和模拟信号处理单元；等等，所有这些形成使用本技术领域中众知单元的用户终端基带电路。如果使用分集信号处理，则用户数字基带电路 222 可以包括分集组合器和解码器。这些单元中的某一些还在控制处理器 220 的控制下进行操作，或与控制处理器 220 进行通信而操作。

当准备话音或其它数据作为用用户终端始发的输出消息或通信信号时，使用用户数字基带电路 222 来接收、存储、处理，以及另外准备所需要的发送数据。用户数字基带电路 222 把这个数据提供给在控制处理器 220 控制下操

作的发送调制器 226。把发送调制器 226 的输出传递到功率控制器 228，功率控制器 228 把输出功率控制提供给发送功率放大器 230，所述发送功率放大器 230 最终把输出信号从天线 210 发送到网关。

可以使用本技术领域中众知的多种技术把信息或数据发送到网关，所述信息或数据相应于所接收通信信号的一个或多个测量信号参数，或一个或多个共享资源信号。例如，可以传递信息作为独立的信息信号，或附加到用户数字基带电路 222 准备的其它消息上。另一方面，在控制处理器 220 的控制下，可以通过发送调制器 226 或功率控制器 228 插入信息作为预定的控制位。

用信号相关单元配置数字接收机 216A—N 和搜索接收机 218，以对特定信号进行解调和跟踪。使用搜索接收机 218 来搜索导频信号，或其它方向图相当固定的强信号，而使用数字接收机 216A—N 对与所检测导频信号相关联的其它信号进行解调。因此，可以监测这些单元的输出来确定导频信号或其它信号中的能量或它们的频率。这些接收机还使用频率跟踪单元，可以监测这些频率跟踪单元，以把正在解调的信号的当前频率和定时信息提供给控制处理器 220。

图 3 中示出网关 120A 和 120B 中使用的典型的发送和接收设备 300。图 3 中示出的网关 120A、120B 的一部分具有连接到天线 310 的一个或多个模拟接收机 314，用于接收通信信号，然后使用本技术领域中众知的各种方案对通信信号进行下变频、放大和数字化。在某些通信系统中使用多个天线 310。模拟接收机 314 输出的数字信号作为输入提供给至少一个数字接收机模块，所述数字接收机模块一般在 324 处以虚线表示。

每个数字接收机模块 324 相当于用来管理网关 120A、120B 和一个用户终端 124、126 之间的通信的信号处理单元，虽然在本技术领域中众知某些变更。一个模拟接收机 314 可以向许多数字接收机模块 324 提供输入，而在网关 102 中一般使用许多如此的模块，以容纳在任何给定时刻进行处理的所有的卫星波束和可能的分集模式信号。每个数字接收机模块 324 具有一个或多个数字数据接收机 316 和搜索接收机 318。一般，搜索接收机 318 搜索信号的合适分集模式而不是导频信号。当在通信系统中实施时，使用多个数字数据接收机

316A—316N 来接收分集信号。

把数字数据接收机 316 的输出提供给接着的基带处理单元 322，所述基带处理单元 322 包括本技术领域中众知的设备，这里不作进一步的详述。典型的基带设备包括分集组合器和解码器，把多径信号组合成每个用户一个输出。典型的基带设备还包括接口电路，用于提供输出数据，一般提供给数字交换机或网络。诸如声码器、数据调制解调器以及数字数据交换和存储部件之类的多种其它已知单元可以形成基带处理单元 322 的一部分，但是不限于这些部件。这些单元进行操作，控制或引导到一个或多个发送模块 334 的数据信号的传递。

把每个待发送到用户终端的信号耦合到一个或多个合适的发送模块 334。一个典型的网关使用许多如此的发送模块 334，一次把业务提供给许多用户终端 124、126，并且一次对于数个卫星和波束。基站还可以使用许多如此的模块，虽然在现代结构中，基站趋向于把发送和接收功能更紧密地组合在一起。通过本技术领域中众知的因素确定网关 120 使用的许多发送模块 334，这些因素包括系统复杂程度、视野中的卫星数、用户容量、所选择的分集度等等。

每个发送模块 334 包括发送调制器 326，它对用于发送的数据进行扩频调制。发送调制器 326 具有耦合到数字发送功率控制器 328 的一个输出，所述发送功率控制器 328 控制用于输出数字信号的发送功率。为了降低干扰和资源分配的目的，数字发送功率控制器 328 施加最小功率电平，但是当需要补偿发送路径中的衰减和其它路径传递特征时，施加合适的功率电平。在扩展信号中，发送调制器 326 使用至少一个 PN 发生器 332。这个码的产生也可以形成一个或多个控制处理器的功能部分，或在网关 120 中使用的存储单元。

把发送功率控制器 328 的输出传递到加法器 336，在那里把该输出与来自其它发送功率控制电路的输出相加。这些输出是以相同频率并在相同波束中作为发送功率控制器 328 的输出发送到其它用户终端 124、126 的信号。把加法器 336 的输出提供给用于数模转换的模拟发送机 338，转换成合适的 RF 载波频率，进一步放大并输出到用于发送到用户终端 124、126 的一个或多个天线 340。根据系统的复杂程度和配置，天线 310 和 340 可以是相同的天线。

把至少一个网关控制处理器 320 耦合到接收机模块 324、发送模块 334、以及基带电路 322；这些单元在物理上可以是彼此分开的。控制处理器 320 提供命令和控制信号，以实现（但是不限于）诸如信号处理、定时信号产生、功率控制、越区切换控制、分集组合以及系统接口之类的功能。此外，控制处理器 320 分配在用户通信中使用的 PN 扩展码、正交码序列以及发射机和接收机。

控制处理器 320 还控制导频、同步和寻呼信道信号的产生和功率，以及把它们耦合到发送功率控制器 328。导频信道是没有通过数据进行调制的一个简单的信号，并且可以使用重复不改变码型或非变化帧结构类型输入（码型）到发送调制器 326。即，用于形成导频信号的信道的正交函数、沃尔什码一般具有恒定值，诸如全 1 或全 0，或已知重复码型，诸如同置 1 和 0 的结构码型。这有效地导致只发送从 PN 发生器 332 施加的 PN 扩展码。

当可以把控制处理器 320 直接耦合到诸如发送模块 324 或接收模块 334 之类的模块单元时，每个模块一般包括特定模块的处理器，诸如控制该模块的元件的发送处理器 330 或接收处理器 321。因此，在较佳实施例中，把控制处理器 320 耦合到发送处理器 330 和接收处理器 321，如在图 3 中所示。如此，单个控制处理器 320 可以更有效地控制大量模块和资源的操作。发送处理器 330 控制导频信号、同步信号、寻呼信号和话务信道信号的产生和信号功率，并把它们分别耦合到发送功率控制器 328。接收处理器 321 控制搜索、PN 扩展码以及用于解调的定时和监测所接收功率。

图 4 提供通信系统 100 的网关 120 和用户终端 124 之间通信的另外的详述。将网关 120 和卫星 116 之间的通信链路称之为“馈送器链路”，而用户终端 124 和卫星 116 之间的通信链路称之为“用户链路”。通信在前向上行链路 460 上从网关 120 以“前向”方向进行，然后在前向下链路 462 上从卫星 116 下行到用户终端 124。在返回或“反向”方向上，通信在反向上行链路 464 上从用户终端 124 上行到卫星 116，然后在反向下链路 466 上从卫星 116 下行到网关 120。

图 5 描绘在传统卫星通信系统 500 中用于馈送器和用户链路的典型波束方

向图。可能有多种方向图，可以要求对于馈送器和用户链路保持不同的方向图。在 1996 年 9 月 30 日申请的，现在授权的，题为 “*Ambiguity Resolution For Ambiguous Position Solutions Using Satellite Beams*” 的美国专利申请 08/723,723 中给出另外的链路波束方向图的例子，在此引用作为参考。然而，前向和反向通信链路的波束方向图可以是相同的，这不偏离本发明的精神和范围。

如这里所示的那样，卫星 116 包括一个馈送链路天线 508 以及至少一个用户链路天线 512。馈送器链路天线 508 产生单个馈送器链路“小区”或“超波束”510，它与在该小区中的所有网关 120 通信。使用诸如频分或极化多路复用之类的技术，在馈送器链路上发送信息。例如，可以把馈送器链路频带分割成数个独立的频率“信道”。通过极化重复使用可以使信道数目加倍，例如，通过使用右手圆极化和左手圆极化。为了方便起见，这里把这些信道称为“馈送器信道”。在一个示例系统设计中，馈送器链路包括 16 个信道（或波束），每个信道具有 16.5 MHz 的带宽。把这些波束的每一个子分割成 13 个 CDMA 子信道（或子波束），每个子信道具有约 1.22 MHz 的带宽。因此，这种类型的馈送器链路支持 208 个 CDMA 信道或子波束。

在前向和反向两个方向上，通过卫星 116 的用户链路天线 512 把用户链路在空间上分割成多个波束，每个使用用户链路的完整频带。这个空间分割产生一个波束方向图，诸如在图 5 中的波束方向图 514，它包括多个波束 516。在图 5 中所示的典型波束方向图 514 具有 16 个波束。然而，熟悉本技术领域的人员会理解，可以根据各种系统特征和设计按需要使用更多或更少的波束。这些波束在许多方面类似地面蜂窝系统的小区，并可以称之为“小区”。

可以把每个波束占据的频带子分割成频分多址（FDMA）信道，也称之为“子波束”。通过本技术领域中众知的技术，诸如（但是不限于）使用分配时隙或如上所述的正交码，可以把每个子波束分割成多个用户信道。

在这种系统中，每个馈送器信道相应于一个波束，因此相应于在用户链路波束方向图 514 中的小区 516。例如，在给定小区 516 中与特定用户终端 124 交换的通信信号在相应的馈送器信道上与网关 120 进行交换。多个网关还可以共享单个卫星。例如，通过分配每个网关使用的子波束的子集，网关可以

共享一个波束。

图 6 是传统卫星 116 的内部发送路径 600 的方框图。发送路径 600 包括前向发送路径和反向发送路径。为了方便起见，示出的馈送器链路天线 508 为两个天线：前向上行链路天线 508A 和反向下行链路天线 508B。同样，所示的用户链路天线 512 为两个天线：前向下链路天线 512A 和反向上行链路天线 512B。天线 508A 接收包括 16 个馈送器信道的前向上行链路信号。去复用器 610 把信号分离成 16 个发送路径（16 个波束），每个馈送器信道有一条发送路径。

在一个方便的系统中，馈送器链路在 C 频带处，而前向下链路在 S 频带处。转换器 66 把在每个前向发送路径上的信号从 C 频带转换成 S 频带。前向下链路天线 512A 发射 16 个信号作为 16 个分立的波束，以形成波束方向图 514。

天线 512B 接收反向上行链路信号，所述反向上行链路信号包括多个波束，这里是 16 个波束。在传统系统中，反向上行链路在 L—频带。转换器 604 把来自 L—频带的每个波束的信号转换到 C—频带。多路复用器 602 把信号（16 个）组合成一个信号。反向下行链路天线 508B 发射信号，以致照射小区 510。

当这种系统的业务需求增加时，必须增加用户链路的容量。一种实现的方法是把额外的小区 516 增加到波束方向图 514 中。上面给出的示例系统支持总数为 208 个的用户链路信道。增加数量主要受复杂程度和成本的限制。可以期望，而且在经济上是合适的，使用户链路容量增加到多达某个点，超过该点，认为是减弱返回的事件。在上面给出的例子中，认为使波束或小区的数目增加大于 4 的因子，则对于系统操作员和设计者大概是没有吸引力的。在该情况下，系统将支持具有总数为 832 个信道的 64 个用户链路波束。当然，这种用户链路总带宽的增加要求增加相应的馈送器链路的总带宽。然而，熟悉本技术领域的人员会理解，使这一方法不经济或太复杂的那一实际点是随系统设计的不同而不同的。

根据本发明，通过使用空间多路复用技术以及灵活的 FDMA 信道分配，在馈送器链路上提供附加的带宽。图 7 描绘在根据本发明构成和操作的卫星

通信系统 700 中用于馈送器和用户链路的典型波束方向图。

参考图 7，卫星 716 配备有馈送器链路天线 708，它能够形成多个波束，以选择性地照射多个小区，每个小区覆盖一个网关。在相关技术领域中已知这种波束形成天线。把这种馈送器链路波束称为“笔形波束”，因为它们每一个都比传统系统的单个波束要窄，如图 5 中所示。在图 7 中，示出 5 个网关，馈送器链路的不同波束照射每个网关。波束或小区 710A 照射网关 120A，波束 710B 照射网关 120B，波束 710C 照射网关 120C，波束 710D 照射网关 120D，而波束 710E 照射网关 120E。每个波束可以使用馈送器链路的整个带宽。

在该例子中，总共可得到 1040 个信道（5 个笔形波束×每笔形波束 16 个波束×13 个子波束或每波束“信道”）。可以照射的实际网关数是因子（factor）数的函数，所述因子包括控制这种系统的经济性和复杂程度。通常，本发明的系统将具有 3 到 5 个笔形波束，此时，认为使用更多的笔形波束在经济上没有吸引力，或是不必要地复杂。在主要打算应用本发明的系统中，根据系统设计，设想给定卫星一次看到的网关将不多于约 7 个。通常，在卫星波束脚印边缘或干扰带（fringe）上将放置 2 个或更多的网关。设计准则一般要求使用足够的笔形波束来覆盖可看到网关的约 75%—95%，在这种情况下，只有约 3 或 4 个网关。

在一种较佳实施例中，用户链路包括 64 个波束，在波束方向图 714 中产生 64 个小区 716。如所述的那样，前向和反向波束方向图是不同的。每个波束包括 13 个子波束（FDMA 信道），对于每个卫星 116 产生总共 832 个子波束。通过诸如正交沃尔什调制、M 元正交沃尔什调制以及在本技术领域中众知的简单干扰共享之类的技术，可以把每个子波束分割成多个用户信道。一般情况下，用户下行链路将在 S 频带，而用户上行链路在 L 频带，虽然很清楚，在本发明原理的范围内还可以使用其它频段。

馈送器链路包括多个馈送器波束，每个馈送器波束照射一个不同的网关。在示出的例子中，馈送器链路天线 708 产生 5 个馈送器超波束。每个馈送器超波束照射网关 120，如在图 7 中所示。本例子中，每个馈送器超波束占据 C200

MHz 的频谱。通过极化重复使用，使带宽有效地加倍到 400 MHz, 200 MHz 使用左手圆极化（LHCP），而 200 MHz 使用右手圆极化（RHCP）。每个极化包括用于用户话务的 8 个馈送器波束，对于每个馈送器超波束，总共为 16 个馈送器波束。5 个馈送器超波束产生 80 个馈送器波束，每个馈送器波束具有 13 个子波束或信道，总共为 1040 个子波束或信道。在所示例子中，5 个网关支持总共具有 832 个用户链路子波束或信道的 64 个用户小区。

通过在 GOCC（网关操作控制中心）和 SOCC（卫星操作控制中心）中的硬件和指令、命令或软件控制，把馈送器链路信道映射到用户链路信道。即，这些中心按照所要求的或合适的映射可以作出判定，并把命令提供给网关和卫星，以实施所要求的映射安排。然而，按要求，还可以使某些分配新馈送器链路的控制驻留在个别的网关中，以响应话务改变和装载。实质上，最好信道映射一般是动态的，并在给定时刻可以改变，以适应不同的话务负载、方向图或计划。此外，由于馈送器链路信道的数目不一定与用户链路信道的数目相同，在任何一个时刻，可能不使用某些信道。

应该理解，也可能把来自相同或不同网关的多个馈送器链路信道映射到相同的用户链路信道或子波束。即，本发明允许网关在映射过程中共享子波束，以允许在分配波束资源时具有其他的灵活性。

图 8 和 9 是按照本发明较佳实施例构成和操作的通信卫星内部发送路径的方框图。图 10、11、12 和 13 是按照本发明较佳实施例的内部发送路径的操作流程图。

图 8 是前向发送路径 800 的方框图。路径 800 包括馈送器链路天线 708、去复用器 802A—802E、C 频带到 S 频带频率转换器 804、交换机 814、多路复用器 806A—806N、用户链路天线 712 以及控制器 816。通常，以相控阵列型天线实施天线 708 和 712，但是，按需要，也可以使用其它类型的天线或波束形成天线组件。

图 9 是反向发送路径 900 的方框图。路径 900 包括用户链路天线 712、去复用器 906A—906N、交换机 914、L 频带到 C 频带转换器 904、多路复用器 902A—902E、馈送器链路天线 708 以及控制器 916。

尽管在本发明的范围内也可以使用其它实施方式，但在商业上控制器 816 和 916 是用作通用处理器的。在一个实施例中，控制器 816 和 916 用作单个的处理器。

现在参考图 10 和 11 描述前向路径 800 的操作。在示例实施例中，天线 708 照射多达 5 个网关 120，每个网关具有分立的馈送器超波束。天线 708 使用从网关接收的信号来形成馈送器超波束，从而分立的超波束覆盖每个网关，如步骤 1002 所示。根据典型的 ITU 频带分配，每个馈送器超波束是在 C 频带，占据 6484 MHz 和 6675.5 MHz 之间的频带。这个频带包括 16 个频分多路复用波束，这里称之为“馈送器波束”，每个馈送器波束具有 16.5 MHz 的带宽。使用右手圆极化使馈送器波束中的 8 个极化，并使用左手圆极化使馈送器波束中的另外 8 个极化。每个馈送器超波束还包括一个 20 MHz 带宽的命令信道，用于把命令发送到卫星 716，诸如通过 SOCC 164 或 GOCC 160 提供。

把每个馈送器波束的频带分割成一系列频分多址（FDMA）信道，这里是 13 个，每个频分多址信道具有约 1.22 MHz 的带宽。因此，每个馈送器超波束包括 208 个 FDMA 信道。通过选择路由把每个馈送器超波束传递到去复用器 802A—802E 中之一。如在步骤 1004 中所示，每个去复用器 802 使馈送器波束分离成它的 208 个组元 FDMA 信道。

本发明结合 FDMA 信道，所述 FDMA 信道包括对应于由特定用户波束照射的用户终端的信号，如在步骤 1006 中所示，并在下面进行详细描述。本操作产生馈送到用户链路天线 712 的 64 个用户波束信号。如在步骤 1008 中所示，天线 712 使用这 64 个用户波束信号来形成 64 个用户波束 716。

本发明的一个优点是可以把从网关接收的任何 FDMA 信道通过选择路由传递到通过用户链路天线 712 产生的 64 个用户波束中的任何一个。这个选择路由的传递是通过多路复用器 806、和通过诸如 C 频带到 S 频带转换器 804 之类的转换器、以及交换机 814 来实现的。在一种较佳实施例中，控制器 816 根据网关在命令馈送器信道上发送的命令进行操作。

图 11 是详细说明在把从网关接收的 FDMA 信道通过选择路由传递到相应用户波束中时的本发明的操作的流程图。本操作相当于在图 10 中的步骤 1006。

如上参考图 7 中示出的例子所述的那样，脚印 714 包括 64 个用户波束 716。每个用户波束包括 13 个 FDMA 信道，每个 FDMA 信道占据用户波束的 16.5 MHz 带宽中的不同的 1.22 MHz 分段。前向用户链路在 S 频带，占据从 2483.5 MHz 到 2500 MHz 的频率范围。因此，把 FDMA 信道通过选择路由从网关波束传递到用户波束的第一步是把每个 FDMA 信道分配到用户下行链路占据的 S 频带分段中的特定频带。控制器 816 根据从网关接收的命令来进行这个分配，如在步骤 1102 中所示。

根据相关技术领域中众知的技术，在控制器 816 的操纵下，C 频带到 S 频带转换器 804 执行频率转换，如在步骤 1104 中所示的那样。在所示的实施例中，C 频带到 S 频带转换器 804 包括 1040 个独立的频率转换器，每个 FDMA 信道一个。然后把经频率转换的 FDMA 信道馈送到交换机 814。然而，有时，在减少这种转换器总数的某些配置中可能允许这种资源的共享。

如从上面可以看到，当具有 5 个馈送器超波束的卫星照射 5 个网关时，馈送器链路可以支持 1040 个信道。在示例实施例中，有 64 个用户链路波束，支持 832 个用户链路信道。这意味着在本例中，是不采用某些馈送器链路信道来形成用户链路信道的。在使用 4 个馈送器超波束和 4 个用户链路波束的另一个实施例中，馈送器链路信道的数目与用户链路信道的数目相同。在第三个例子中，馈送器链路超波束的数目可能少于用户链路波束的数目。在那种情况下，把所有馈送器链路信道映射到比全部用户链路信道少的用户链路信道上。另一处要注意，一般在通过控制器 816 和 916 的 GOCC 160 和 SOCC 164 的命令和控制下执行信道映射。

在一种较佳实施例中，采用如下方式，在用户链路中将经频率转换的 FDMA 信道组合起来：在多路复用器 MUX 806A 中组合第一 13 个 FDMA 信道以形成第一用户链路波束，在 MUX 806B 中组合第二 13 个 FDMA 信道以形成第二用户链路波束，等等，直到 MUX 806N 组合最终可得到的 13 个 FDMA 信道以形成第 N（一般为第 64）用户链路波束。

如在步骤 1106 中所示，在控制器 816 的控制下，交换机 814 通过选择路由把一组 13 个 FDMA 信道传递给多路复用器 806A—806N 中的每一个。在本

典型实施例中，有 64 个用户波束，因此，有 64 个多路复用器 806。每个多路复用器 806 把接收到的 13 个 FDMA 信道组合成单个信号，这里称之为“用户波束信号”，如在步骤 1108 中所示的那样。如上所述，把 64 个用户波束信号传递到用户链路相控阵列天线 712，以产生用于发送到用户终端的用户波束。

现在参考图 12 和 13 描述反向路径 900 的操作。天线 712 使用从在脚印 714 中的用户终端接收的信号来形成用户波束，从而分立波束覆盖每个小区 716，如在步骤 1202 中所示。在一种较佳实施例中，每个用户波束在 L 频带，占据 1610 MHz 和 1626.5 MHz 之间的频带。

通过选择路由把每个用户波束传递到去复用器 906A—906N 中的一个；在本典型实施例中， $N=64$ 。把每个用户波束的带宽分割成 13 个频分多址（FDMA）信道，每个 FDMA 信道具有约 1.22 MHz 的带宽。每个去复用器 906 使用用户波束分离成它的 13 个组元 FDMA 信道，如在步骤 1204 中所示。

如上所述，本发明的一个优点是可以把在任何用户波束上接收的任何 FDMA 信道通过选择路由传递到任何一个网关，这里是 5 个网关。通过多路复用器 906、以及通过在控制器 916 的控制下工作的 L 频带到 C 频带转换器 904 和交换机 914 实现路由选择。在一种较佳实施例中，控制器 916 根据网关在命令馈送器信道上发送的命令进行操作。

在反向链路操作中，天线 712 接收在 64 个用户链路波束上的信号。去复用器 906 分离来自每个反向用户链路波束的 13 个反向用户链路信道中的每一个。把 832 个反向用户链路信道施加到交换机 914。在控制器 916 的控制下，把反向用户链路信道映射到 1040 个反向馈送器链路信道，并施加到 L 频带到 C 频带转换器 904。然后把经频率转换的馈送器链路信道在相应的 MUX 902 中多路复用成为 5 个反向馈送器链路超波束，所述馈送器链路超波束通过天线 708 发送到网关 710。

因此，本发明结合 FDMA 信道，所述 FDMA 信道包括对应于由特定网关照射的特定馈送器波束的信号，如在步骤 1206 中所示，并在下面进行详细描述。本操作产生馈送到馈送器链路天线 708 的 5 个馈送器链路超波束信号。



如在步骤 1208 中所示，天线 712 使用超波束来形成 5 个馈送器波束。

现在将参考图 13 描述通过选择路由把从用户终端接收的 FDMA 信道传递到相应的网关，图 13 是流程图，详细说明本发明在通过选择路由把从用户终端接收的 FDMA 信道传递到相应的网关中的操作。这个操作相应于在图 12 中的步骤 1206。

如图 7 所示，脚印 714 包括 64 个用户波束 716。每个用户波束包括 13 个 FDMA 信道，这里，每个 FDMA 信道占据用户波束的 16.5 MHz 中约 1.22 MHz 的不同频段。反向馈送器链路在 C 频带，占据从 5158.5 MHz 到 5350 MHz 的频率范围。因此，把 FDMA 信道通过选择路由从用户波束传递到网关波束的第一步是把每个 FDMA 信道分配到馈送器下行链路占据的 C 频带频段中的特定频带。控制器 816 根据从网关接收的命令来进行这个分配，如在步骤 1302 中所示。

在控制器 916 的控制下，交换机 914 通过选择路由把每个 FDMA 信道传递到 L 频带到 C 频带转换器 904，如在步骤 1304 中所示。根据在相关技术领域中众知的技术，在控制器 916 的操纵下，通过 L 频带到 C 频带转换器 904 执行频率转换，如在步骤 1306 中所示。在一种典型实施例中，L 频带到 C 频带转换器 904 包括 1040 个独立的频率转换器，每个 FDMA 信道一个。

把一组 208 个 FDMA 信道馈送给每个多路复用器 902A—902E。每个多路复用器 902 把接收到的 208 个 FDMA 信道组合成单个信号，这里称之为“馈送器波束信号”，如步骤 1308 所示。如上所述，把 5 个馈送器波束信号传递到馈送器链路相控阵列天线 708，以产生用于发送到网关的馈送器超波束。

提供较佳实施例的上述描述，以使熟悉本领域技术的人员可以制造或使用本发明。熟悉本领域技术的人员将不费力地明了这些实施例的各种修改，可以把这里所定义的一般原理应用到其它的实施例而不需要用发明创造。因此，不能把本发明仅限于这里所示出的实施例，而应当从最宽的范围来理解本发明的原理和所揭示的新特征。

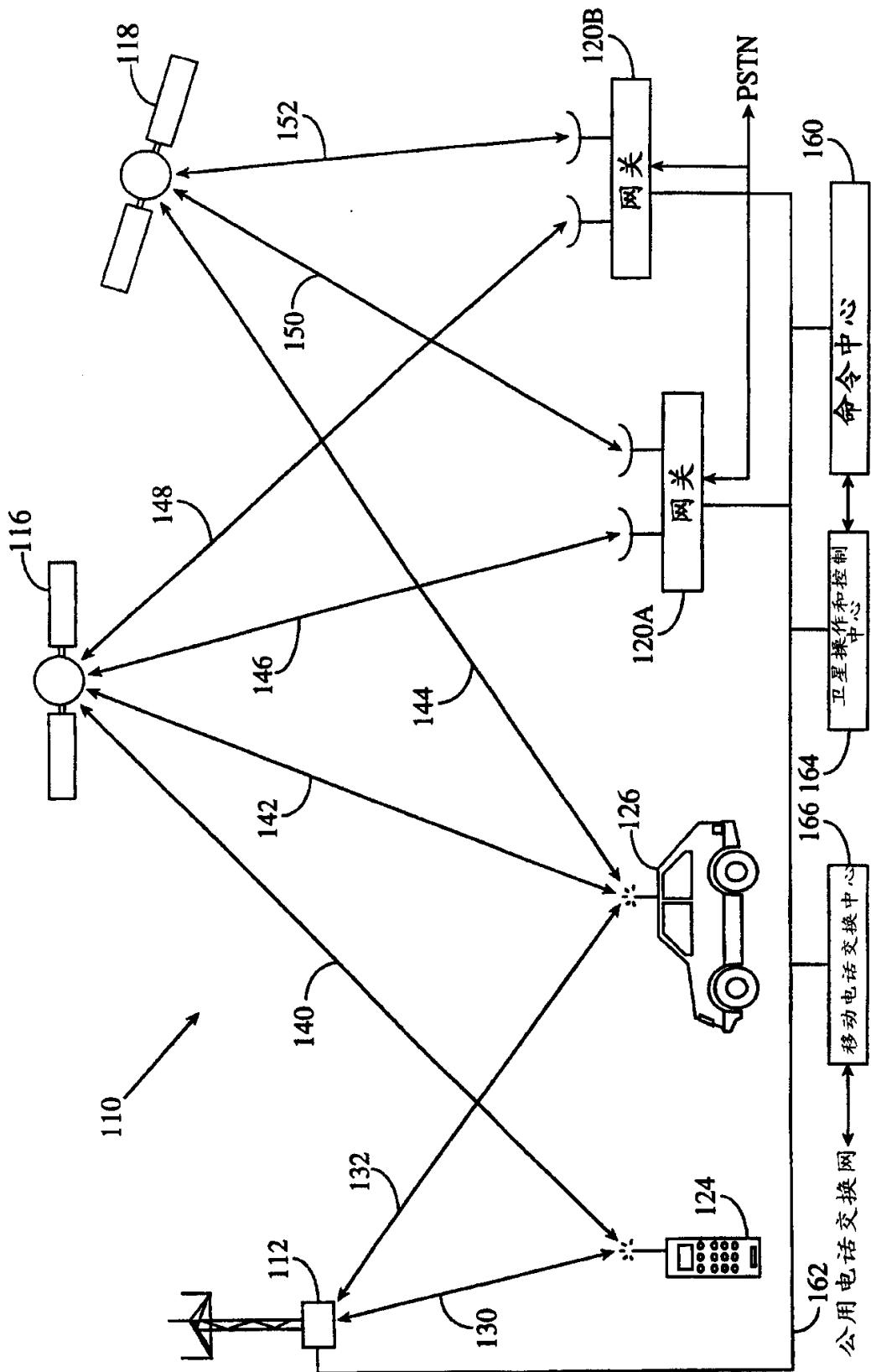


图 1

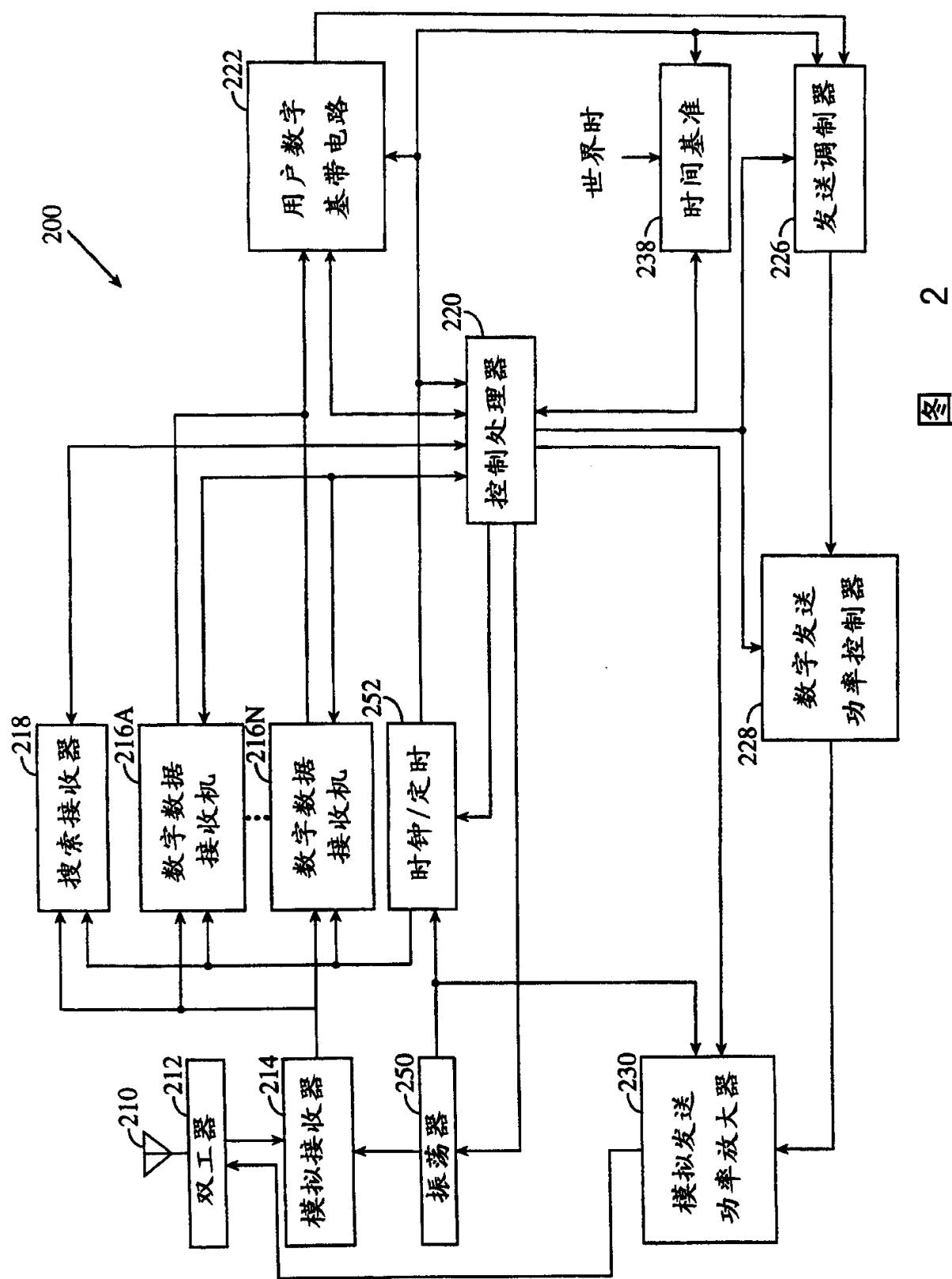
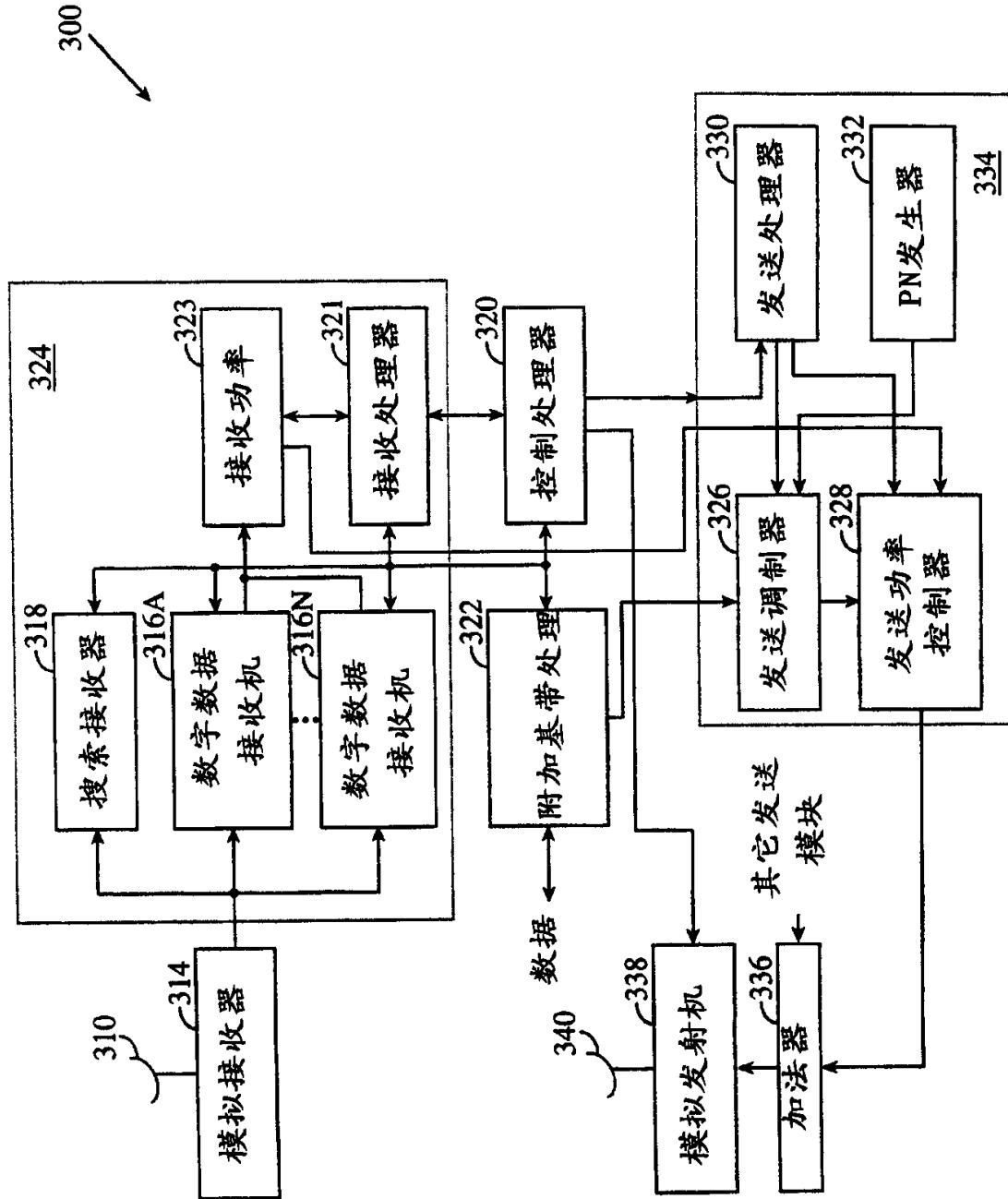


图 3



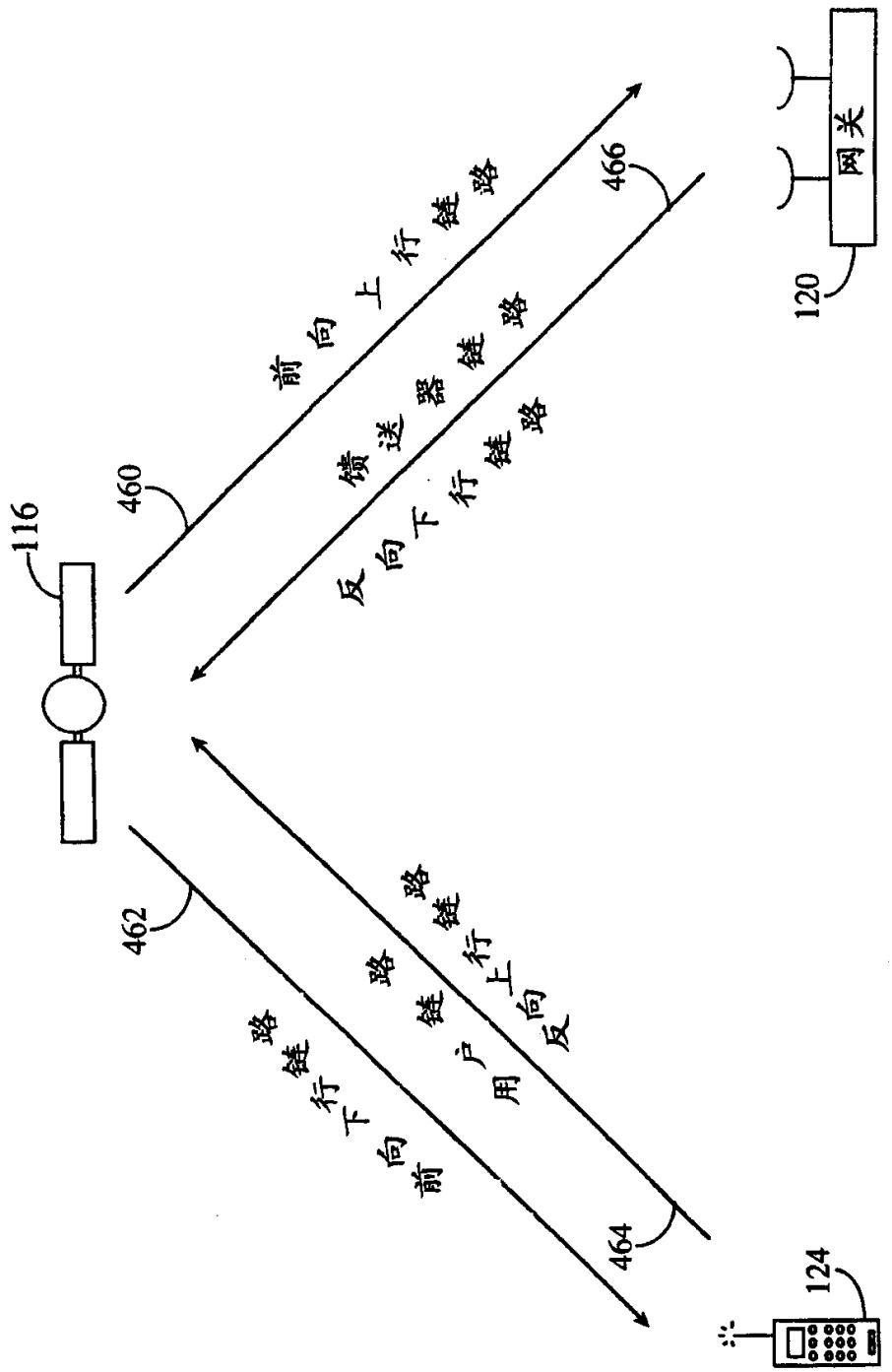
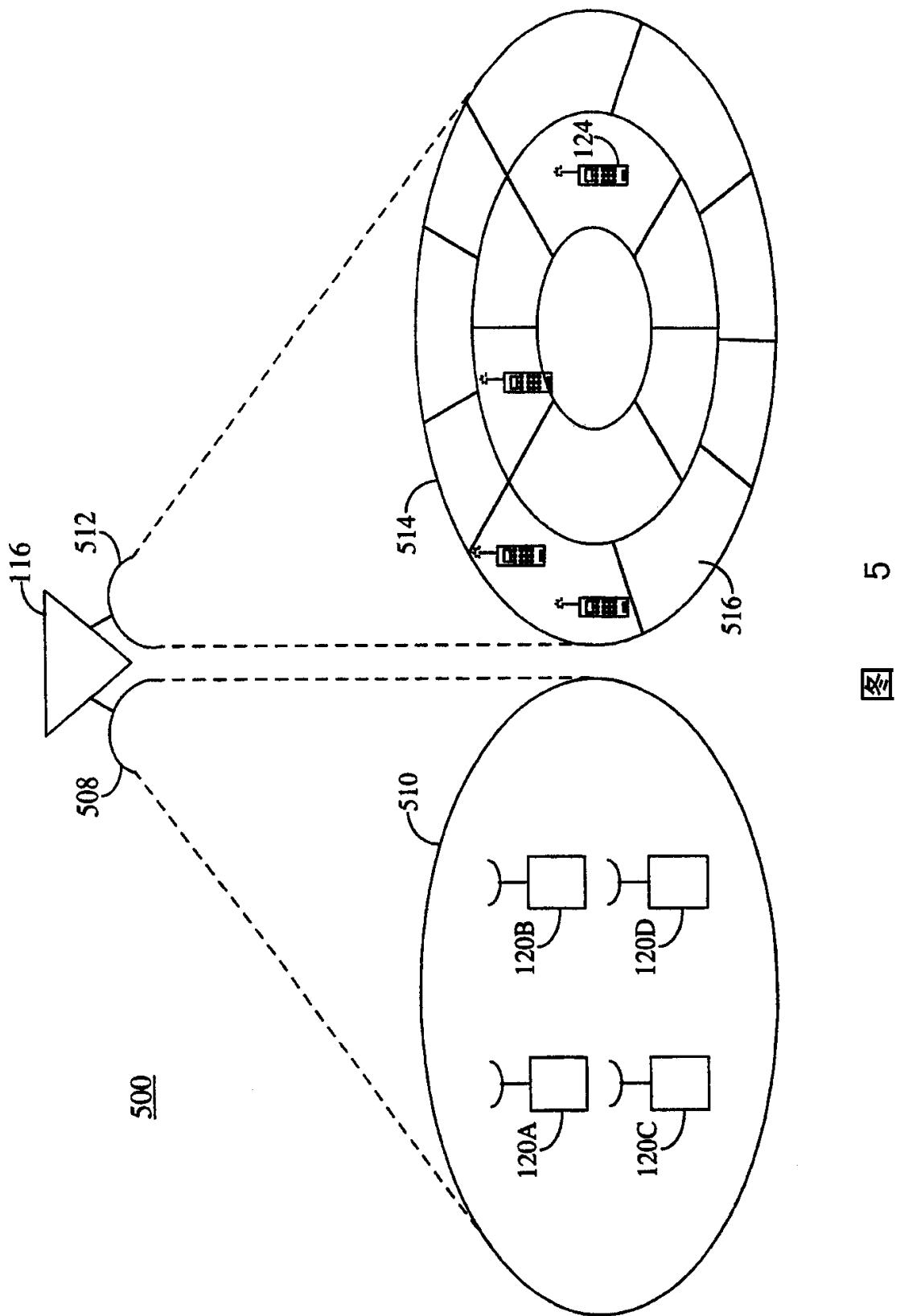


图 4



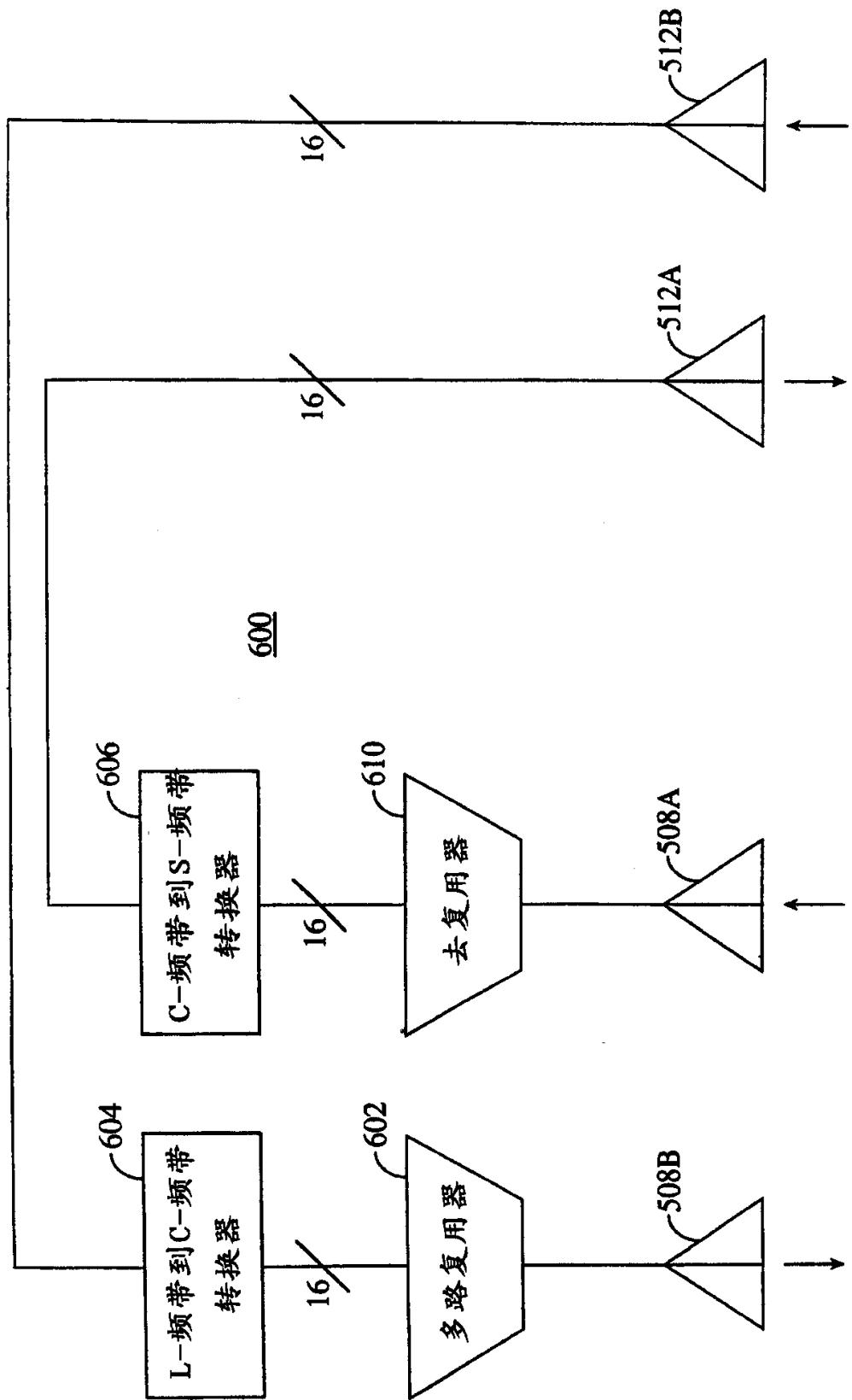
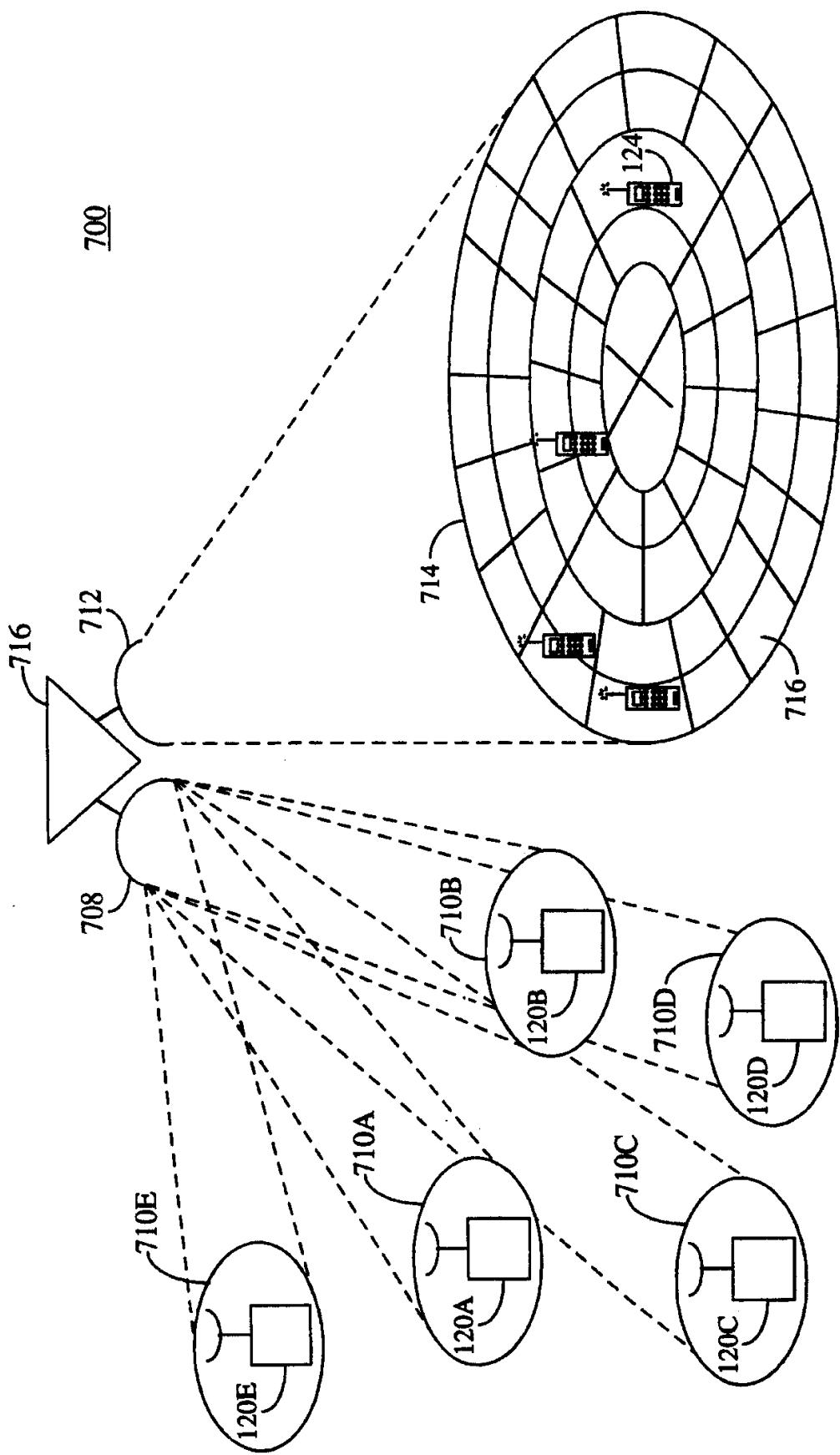
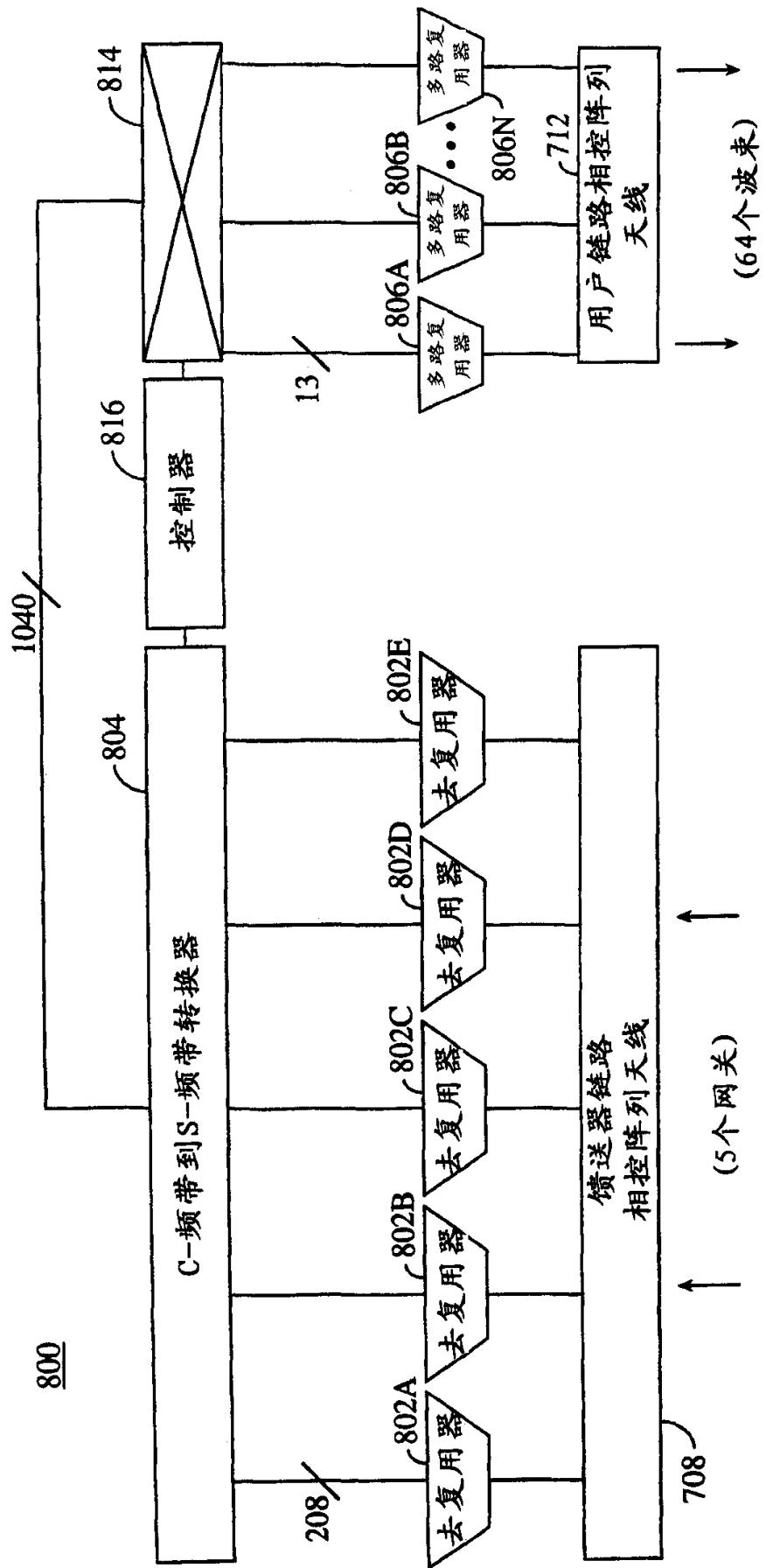


图 7





冬 8

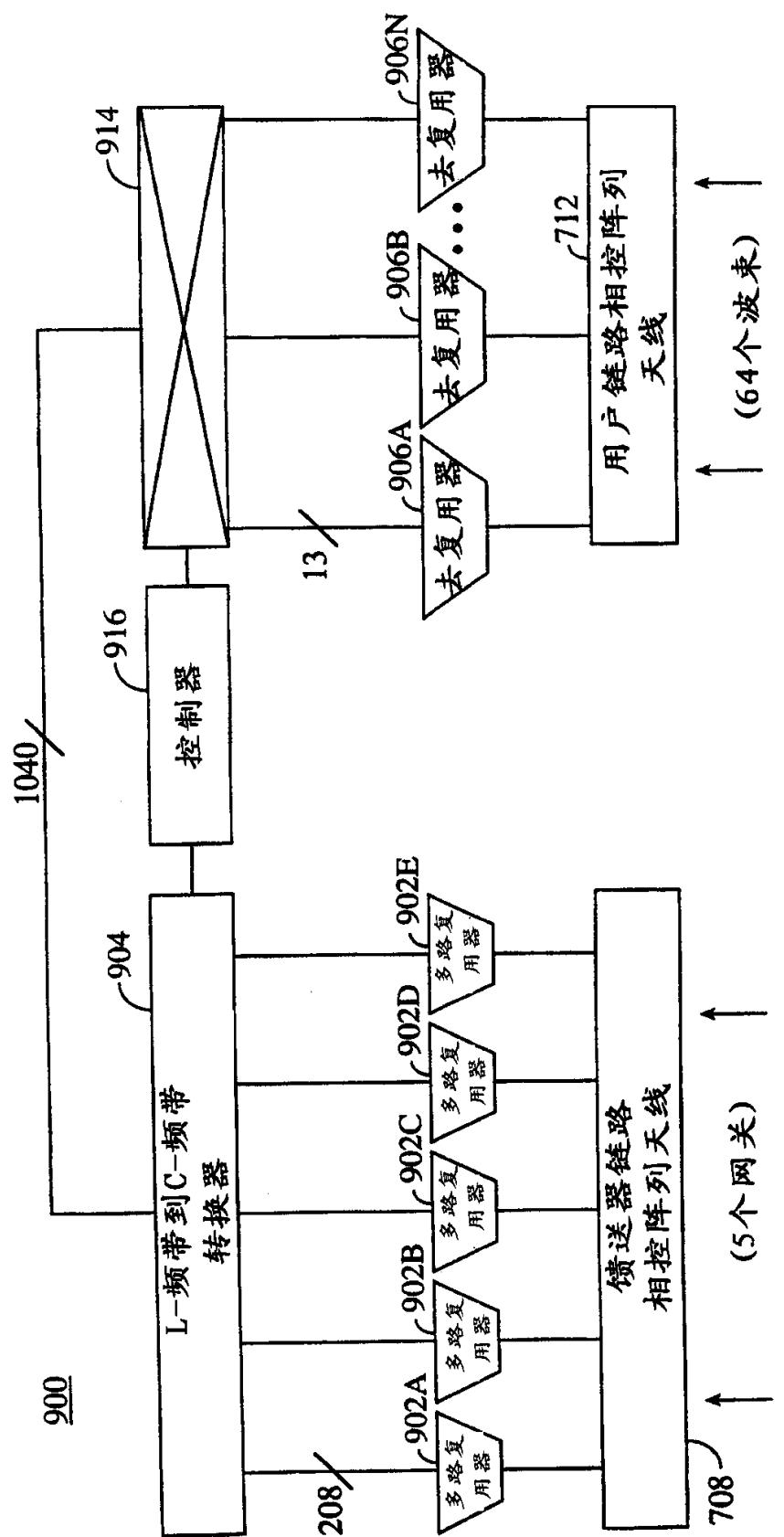


图 9

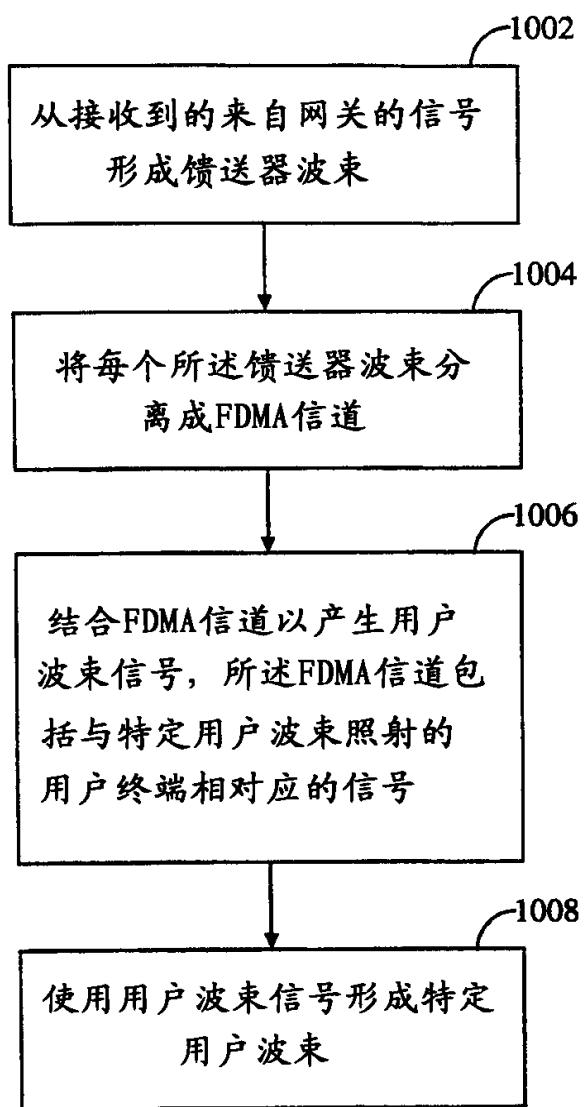


图 10

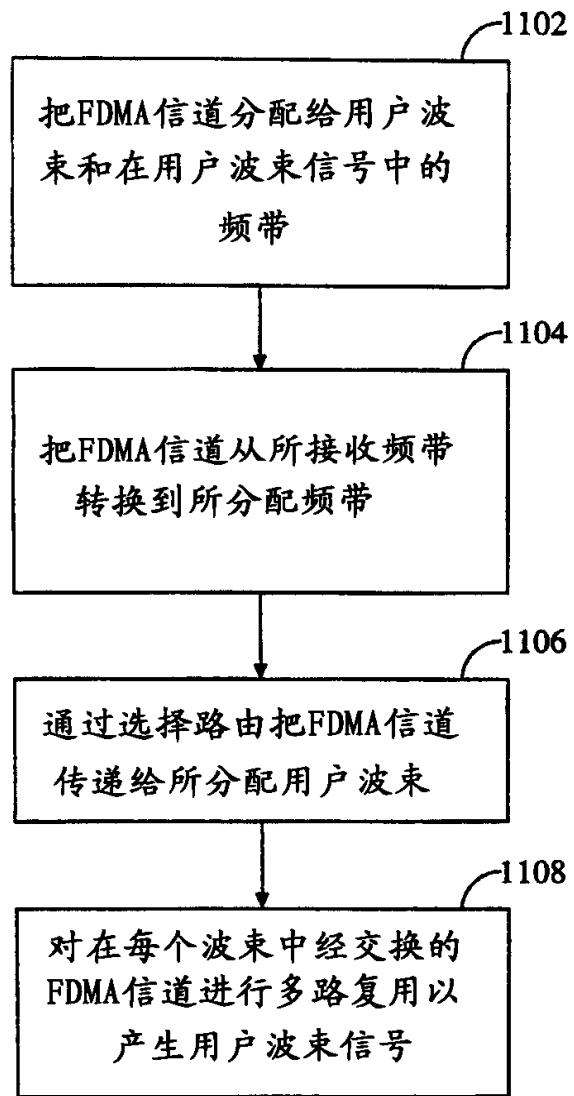


图 11

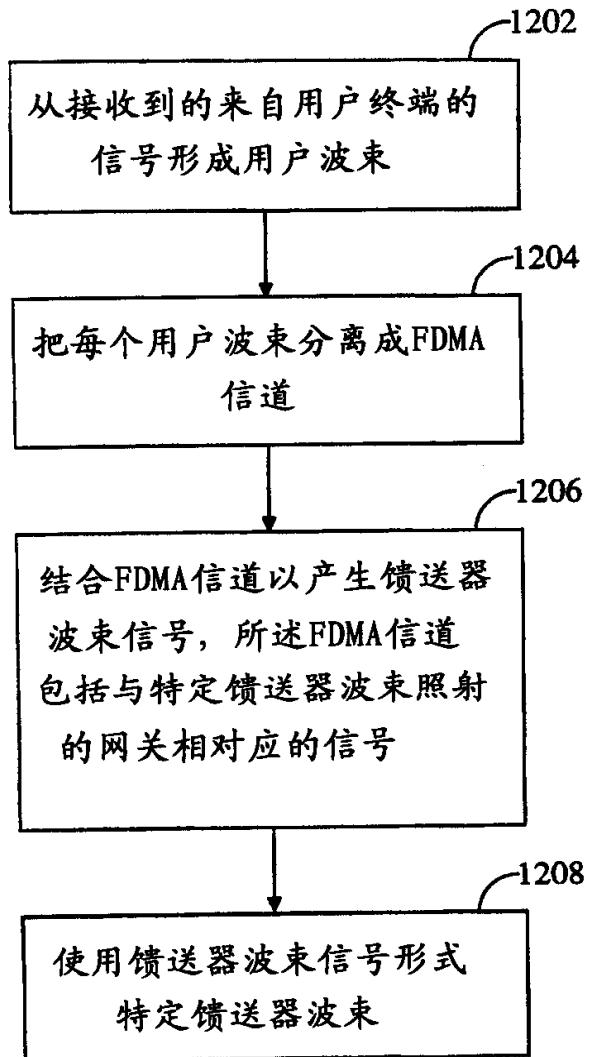


图 12

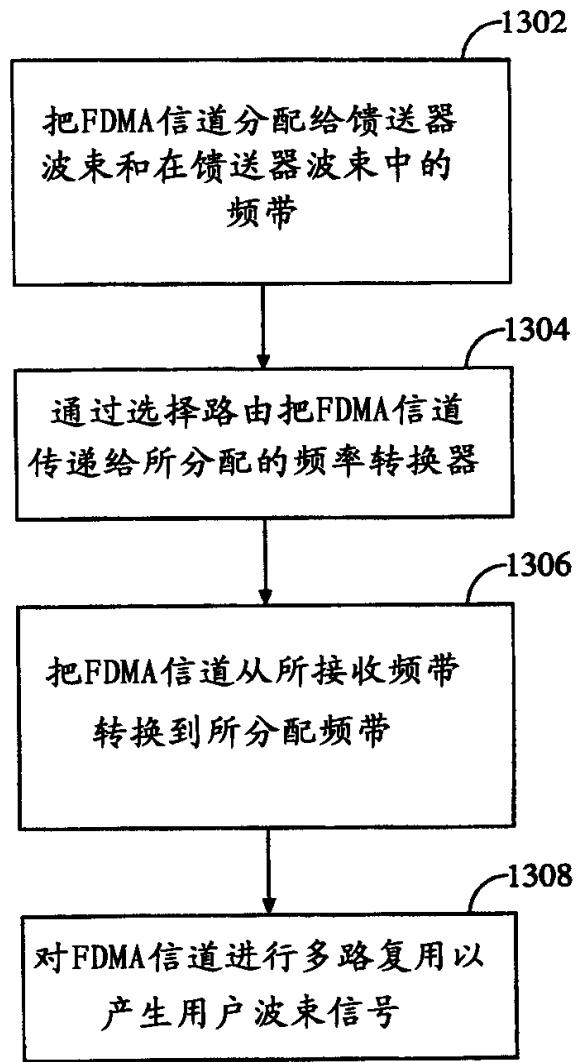


图 13