

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04B 7/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00134959.7

[45] 授权公告日 2007 年 2 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1302628C

[22] 申请日 2000.12.13 [21] 申请号 00134959.7

[30] 优先权

[32] 1999.12.13 [33] US [31] 09/460023

[73] 专利权人 安德鲁公司

地址 美国伊利诺伊州

[72] 发明人 B·W·洛文古德 W·P·奎珀

J·W·金兹

[56] 参考文献

CN1150872A 1997.5.28

US5200955 1993.4.6

审查员 刘剑波

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 王忠忠

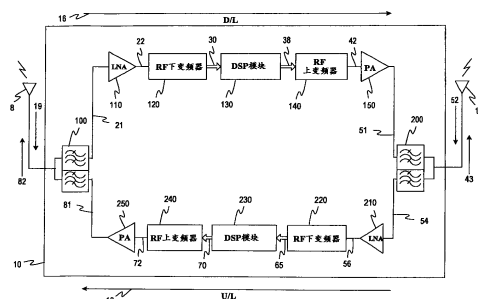
权利要求书 5 页 说明书 15 页 附图 9 页

[54] 发明名称

数字转发器

[57] 摘要

使用数字转发器来接收和重新发射射频 RF 信号的方法。该方法包括把第一 RF 信号下变频到中频 IF 信号,把 IF 信号变换成数字信号,用数字信号处理器处理该数字信号,通过使用数字信号处理器把该数字信号放大成放大的信号,以及把该放大的信号变换成模拟信号。该方法还包括把模拟信号上变频成适合于天线发射的第二 RF 信号。



1.一种转发射频 RF 信号的方法, 包括:

在下行链路通路上把第一 RF 信号下变频到中频 IF 信号;

把 IF 信号变换成数字信号;

用数字信号处理器处理该数字信号;

把该数字信号放大成放大的信号;

把该放大的信号变换成模拟信号;

把该模拟信号上变频成适合于天线发射的第二 RF 信号并且将该第二 RF 信号转发到一个广播天线; 以及

在一个操作独立于该下行链路通路的上行链路通路上, 将一个第三 RF 信号下变频到一个中频 IF 信号;

将从该第三 RF 信号下变频的 IF 信号变换成相应的数字信号;

用数字信号处理器处理该相应的数字信号;

把该相应的数字信号放大成放大的信号;

把该放大的信号变换成模拟信号; 以及

把该模拟信号上变频成适合于天线发射的第四 RF 信号并且将该第四 RF 信号转发到一个链路天线,

在上行链路和下行链路通路的至少一个通路中产生该通路中的数字信号的同相形式和该通路中的数字信号的正交形式, 以及将该数字信号的同相和正交形式下变频到一个下变频的信号而不需变化那个通路中的调制格式。

2.权利要求 1 的方法, 其特征在于, 其中处理包括滤波和分样该数字信号。

3.权利要求 2 的方法, 其特征在于, 其中数字信号被分样的速率是可编程的。

4.权利要求 1 的方法, 其特征在于, 还包括把数字信号的同相和正交形式下变频成其中心为 0Hz 的下变频的信号。

5.权利要求 4 的方法, 其特征在于, 其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的处理包括把数字信号的同相和正交形式复用成一个复用的信号。

6.权利要求 4 的方法, 其特征在于, 其中处理包括把数字信号的同相和正交形式多路分离成分开的信号。

7.权利要求6的方法,其特征在于,其中分开的信号被内插和被滤波。

8.权利要求7的方法,其特征在于,其中分开的信号被内插的速率是可编程的。

9.权利要求4的方法,其特征在于,还包括把数字信号的同相和正交形式变换成具有同相和正交形式的上变频的信号。

10.权利要求9的方法,其特征在于,还包括相加上变频的信号的同相和正交形式。

11.权利要求9的方法,其特征在于,其中上变频的信号的同相和正交形式的频率和相位是可编程的。

12.权利要求4的方法,其特征在于,其中数字信号的同相和正交形式的频率和相位是可编程的。

13.权利要求1的方法,其特征在于,其中数字转发器的覆盖区域是通过对上行链路和下行链路通路的至少一个中的放大进行编程来控制的。

14.权利要求1的方法,其特征在于,还包括处理相应于转发器的一个信道的数字信号的一部分。

15.权利要求14的方法,其特征在于,还包括分别地处理该数字信号的四个信道中每个信道上的信号。

16.权利要求15的方法,其特征在于,还包括相加四个信道上的经处理的信号和应用可编程的比例因子。

17.权利要求4的方法,其特征在于,其中数字信号处理器被编程来配置从以下的组中选择的参量,所述组包括:增益,数字信号的同相和正交形式的频率和相位,分样速率,数字信号的放大,内插速率,和数字比例因子。

18.用于发射和接收射频 RF 信号的数字转发器,该数字转发器包括:

一个下行链路通路包含:

下变频器,用于把第一 RF 信号下变频到中频 IF 信号;

模拟-数字变换器,用于把 IF 信号变换成数字信号;

数字信号处理器,用于处理数字信号和把数字信号放大成放大的信号;

数字-模拟变换器, 用于把放大的信号变换成模拟信号; 以及
上变频器, 用于把模拟信号上变频成适合于天线发射的第二 RF 信号; 以及

一个上行链路通路包含:

用于将第三 RF 信号下变频成一 IF 信号的第二下变频器、用于将该 IF 信号变换成一数字信号的第二模拟-数字变换器、用于处理该数字信号的第二数字信号处理器、用于将经处理的信号变换成模拟信号的第二数字-模拟变换器、以及用于把该模拟信号变换成第四 RF 信号的第二上变频器;

该下行链路通路被配置成耦合到一个广播天线, 而该上行链路通路被配置成耦合到一个链路天线, 每个通路相互独立地操作,

在上行链路和下行链路通路的至少一个中, 一个数控振荡器, 它产生同相本地振荡器信号和正交本地振荡器信号, 以及一对数字混频器, 它们产生该数字信号的一个下变频的同相形式和该数字信号的一个下变频的正交形式;

该上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器处理该信号而不需变化那个通路中的调制格式。

19. 权利要求 18 的数字转发器, 其特征在于, 其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器是可编程的, 这样便使得数字信号的放大可被调节来控制数字转发器的覆盖区域。

20. 权利要求 18 的数字转发器, 其特征在于, 其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器滤波和分样该数字信号。

21. 权利要求 20 的数字转发器, 其特征在于, 其中数字信号处理器是可编程的, 这样便使得数字信号被分样的速率可被调节。

22. 权利要求 18 的数字转发器, 其特征在于, 其中数字混频器把数字信号的同相和正交形式下变频成其中心为 0Hz 的下变频的信号。

23. 权利要求 18 的数字转发器, 其特征在于, 其中数字信号处理器把数字信号的同相和正交形式复用成一个复用的信号。

24. 权利要求 18 的数字转发器, 其特征在于, 其中数字信号处理器把数字信号的同相和正交形式多路分离成分别具有同相和正交形式的分开的信号。

25. 权利要求 24 的数字转发器, 其特征在于, 其中数字信号处理器

包括第二对数字混频器，用于把分开的信号的同相和正交形式上变频成具有同相和正交形式的上变频的信号。

26.权利要求 25 的数字转发器，其特征在于，其中数字信号处理器包括数字加法器，用于相加上变频的信号的同相和正交形式。

27.权利要求 18 的数字转发器，其特征在于，其中数控振荡器控制数字信号的同相和正交形式的频率和相位。

28.权利要求 18 的数字转发器，其特征在于，其中数字信号处理器是可编程的，这样便使得数字信号的同相和正交形式的频率和相位可被调节。

29.权利要求 18 的数字转发器，其特征在于，其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器内插和滤波该数字信号。

30.权利要求 29 的数字转发器，其特征在于，其中数字信号处理器是可编程的，这样便使得分开的信号被内插的速率可被调节。

31.权利要求 18 的数字转发器，其特征在于，还包括用户接口，用于与在上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器交互作用。

32.权利要求 18 的数字转发器，其特征在于，其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器处理相应于转发器的一个信道的数字信号的一部分。

33.权利要求 32 的数字转发器，其特征在于，其中该上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器处理对应于该转发器的四个信道的该数字信号的一部分。

34.权利要求 33 的数字转发器，其特征在于，其中四个信道上的信号被数字信号处理器分别地处理。

35.权利要求 34 的数字转发器，其特征在于，还包括多信道数字加法器，用于相加四个信道上经处理的信号和应用可编程的比例因子。

36.权利要求 18 的数字转发器，其特征在于，其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的模拟-数字变换器以预定的速率被采样。

37.权利要求 18 的数字转发器，其特征在于，其中数字信号处理器每个都包括一对数字混频器，它们产生各个数字信号的同相形式和各个数字信号的正交形式，该数字混频器把数字信号的同相和正交形式下变频成其中心为 0Hz 的下变频的信号。

38.权利要求 37 的数字转发器,其特征在于,其中数字信号处理器是可编程的,这样便使得数字信号的同相和正交形式的频率和相位可被调节。

39.权利要求 18 的数字转发器,其特征在于,其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的 IF 信号是在 10MHz 和 30MHz 之间。

40.权利要求 18 的数字转发器,其特征在于,其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器的增益是在 0dB 和 28dB 之间。

41.权利要求 18 的数字转发器,其特征在于,其中在上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器被编程来配置从以下的组中选择的参量,所述组包括:增益,数字信号的同相和正交形式的频率和相位,分样速率,数字信号的放大,内插速率,和数字比例因子。

42.权利要求 41 的数字转发器,其特征在于,还包括用户接口,用于编程数字信号处理器。

43.权利要求 18 的数字转发器,其中该下行链路通路包括:

该数字信号处理器包括该对用于产生数字信号的同相形式和数字信号的正交形式的数字混频器,该数字混频器把该数字信号的同相和正交形式下变频成其中心为 0Hz 的下变频信号,该数字信号处理器滤波和分样该数字信号,将该数字信号的同相和正交形式复用成一个复用的信号,将该复用信号的同相和正交形式解复用成分开的信号,内插和滤波该分开的信号,该数字信号处理器还包括第二对数字混频器和数字加法器,该数字混频器将该分开的信号上变频成每个都具有同相和正交形式的上变频的信号,该数字加法器使该上变频信号的同相和正交形式相加以产生一个输出信号。

44.权利要求 43 的数字转发器,其特征在于,其中该第二数字信号处理器包括第二对数字混频器,它们产生第二数字信号的同相形式和该第二数字信号的正交形式,该第二对数字混频器将该第二数字信号的同相和正交形式下变频成其中心为 0Hz 的第二下变频的信号。

45.权利要求 44 的数字转发器,其特征在于,其中该第二数字信号处理器是可编程的,这样便使得该第二数字信号的同相和正交形式的频率和相位可被调节。

数字转发器

技术领域

本发明总的涉及转发器。更具体地，本发明涉及具有数字信号处理器的数字转发器，它可以用软件配置来接收和重新发射射频信号。

背景技术

转发器系统典型地被使用于这样的情况下，即：其中要被覆盖的区域和/或容量需求证明带有管理的频道分配的全部基站系统安装是不适当的。这样，常常使用安装在塔上的转发器系统来扩展基站的范围和填充基站覆盖区域中的空白点。空白点是指被阻挡而无法接收射频（RF）信号的区域。空白点包括山、树、建筑物等。

典型的转发器系统包括三个基本部分：指向/瞄准基站天线的链路天线；转发器电子电路；以及指向感兴趣区域的广播天线。通常，链路天线具有非常窄的波束宽度的高方向性（高增益），因为它只需要“看到”基站天线。广播天线具有较宽的波束宽度，该宽度由想要被覆盖的区域确定。转发器电子电路可以包含各种双工器、滤波器、分路器和 RF 放大器等。典型的转发器系统包括从基站（BS）天线到接收设备的前向通路和从接收设备到 BS 天线的反向通路。

天线系统依据的两个主要性能因素是增益和输出功率。输出功率主要由链路和广播天线增益的总和与放大器的最大（线性）输出功率来确定。系统增益由无源天线增益的总和加上放大器的增益来确定。这是由广播与链路天线之间的隔离（或互耦）来限制的。隔离依赖于天线类型，前后（F/B）比和波束宽度。

转发器系统被使用于各种应用中，例如，TV 和无线电发射、蜂窝/PCS 通信、以及寻呼机业务。现有的转发器使用模拟技术和典型地只提供用于前向通路的一个信道和用于反向通路的一个信道。为了得到很大的相邻的信道抑制，RF 信号必须被变换成确定的中频（IF）。这样，在传统转发器中的每个信道需要专用的下变频器、专用的 IF 滤波器、专用的上变频器、和专用的合成器。传统的模拟转发器使用具有 12.5kHz 和 200kHz 的分辨率的本地振荡器（LO）。这设定了整个转发器的信道分辨率。模拟转发器的 IF 和带宽根据转发器被设计用于的调

制格式而被确定。另外，模拟转发器由于 IF 声表面波 (SAW) 滤波器或晶体滤波器的逐个器件的变化而受到群时延与通带变化的影响。小的阻抗失配会造成通带响应上很大起伏。在模拟转发器中，SAW 滤波器的形状因子在 15dB 和 40dB 点之间可能有 200kHz 到 400kHz 的频率差值。模拟转发器的通带响应由 IF SAW 滤波器或晶体滤波器确定。

发明内容

所以，需要一种转发器，它能够：发射和接收多个信道，对于每条通路它只使用单个 RF 下变频器/RF 上变频器对，有更大的本地振荡器分辨率，处理多种调制格式而不改变转发器硬件，不管阻抗失配如何都有基本上相同的滤波器性能，由于滤波器在 15dB 和 40dB 点之间具有小于 1kHz 频率差值的形状因子而允许把更多的信道一起放置得更靠近，匹配于由通信网使用的调制格式，以及自动检测调制格式和根据所检测的调制格式改变滤波器带宽。本发明着重解决这些需要中的一个或多个。

一种数字转发器被用于发射和接收射频 (RF) 信号。该数字转发器包括用于把第一 RF 信号下变频到中频 (IF) 信号的下变频器，用于把 IF 信号变换成数字信号的模拟-数字变换器，用于滤波和放大该数字信号的数字信号处理器，用于把该数字信号变换成模拟信号的数字-模拟变换器。数字转发器还包括上变频器，用于把模拟信号上变频成适合于天线发射的第二 RF 信号。

按照本发明的第一方面，提供了一种转发射频 RF 信号的方法，包括：在下行链路通路上把第一 RF 信号下变频到中频 IF 信号；把 IF 信号变换成数字信号；用数字信号处理器处理该数字信号；把该数字信号放大成放大的信号；把该放大的信号变换成模拟信号；把该模拟信号上变频成适合于天线发射的第二 RF 信号并且将该第二 RF 信号转发到一个广播天线；以及在一个操作独立于该下行链路通路的上行链路通路上，将一个第三 RF 信号下变频到一个中频 (IF) 信号；将那个 IF 信号变换成相应的数字信号；用数字信号处理器处理该相应的数字信号；把该相应的数字信号放大成放大的信号；把该放大的信号变换成模拟信号；以及把该模拟信号上变频成适合于天线发射的第四 RF 信号并且将该第四 RF 信号转发到一个链路天线，在上行链路和下行链路通路的至少一个中产生该数字信号的同相形式和该数字信号的正交形式，以及将该数字信号的同相和正交形式下变频到一个下变频的信号

而不需显著变化那个通路中的调制方案。

按照本发明的第二方面，提供了用于发射和接收射频（RF）信号的数字转发器，该数字转发器包括：一个下行链路通路包含：下变频器，用于把第一 RF 信号下变频到中频（IF）信号；模拟-数字变换器，用于把 IF 信号变换成数字信号；数字信号处理器，用于处理数字信号和把数字信号放大成放大的信号；数字-模拟变换器，用于把放大的信号变换成模拟信号；以及上变频器，用于把模拟信号上变频成适合于天线发射的第二 RF 信号；以及一个上行链路通路包含：用于下变频第三 RF 信号的第二下变频器、第二模拟-数字变换器、第二数字信号处理器、第二数字-模拟变换器、以及用于把模拟信号变换成第四 RF 信号的第二上变频器；该下行链路通路被配置成耦合到一个广播天线，而该上行链路通路被配置成耦合到一个链路天线，每个通路相互独立地操作，在上行链路和下行链路通路的至少一个中，一数控振荡器，它产生同相本地振荡器信号和正交本地振荡器信号，以及一对数字混合器，它们产生该数字信号一个下变频的同相形式和该数字信号的一个下变频的正交形式；该上行链路和下行链路通路的至少一个中的数字信号处理器处理该信号而不需显著变化那个通路中的调制方案。

附图说明

当参考附图阅读以下的详细说明时将明白本发明的其它目的和优点，其中：

图 1 是按照本发明的一个实施例的、用于发送数据的天线系统；

图 2 是天线系统中使用的数字转发器的示意图；

图 3 是数字转发器的数字信号处理器模块的示意图；

图 4a 和 4b 是数字转发器的上变频器模块的示意图；

图 5a 和 5b 是数字转发器的下变频器模块的示意图；以及

图 6a 和 6b 是显示按照本发明的一个实施例的、转发器是如何用软件配置的流程图。

具体实施方式

虽然本发明容易有各种修改和替换的形式，通过附图中的例子给出了具体的实施例以及这里将进行详细描述。然而，应当看到，本发明并不想限于所揭示的特定的形式。而是本发明将覆盖属于由所附权利要求规定的本发明的精神和范围内的所有的修改例、等同例、和替换例。

参照图 1, 图上显示用于在基站天线 6 与接收设备 14 之间发送和接收数据的天线系统 5。天线系统 5 包括数字转发器 10, 它被连接在链路天线 8 与广播天线 12 之间。数字转发器 10 扩展了起源的基站天线 6 的覆盖区域和/或填充了起源的基站天线 6 的覆盖区域中的空白点。

数字转发器 10 发射 RF 信号到接收设备 14 和从接收设备 14 接收 RF 信号, 如图 2 所示。接收设备 14 可包括寻呼机、TV 或无线电接收机、蜂窝或 PCS 电话等。转发器 10 运行在发射模式和接收模式。例如, 在一个实施例中, 链路天线 8 用来接收来自基站 (BS) 天线 6 或来自另一个转发器 10 的进入的 RF 信号。显示的转发器 10 通常工作在要被接收的一个或多个进入的 RF 信号的频段。广播天线 12 被使用来在广播/转发模式中发射 (和接收) 一个或多个信号到接收设备 14, 或发射一个或多个信号到使用多个转发器 10 广播或散布 RF 信号的系统中的另一个转发器 10。

这样, 转发器 10 在全双工模式 (即, 同时在两个方向上运行) 使用两个不同的频率运行, 每个方向一个频率。如图 2 所示, 数字转发器 10 包括前向通路 16 (下行链路通路) 和反向通路 18 (上行链路通路)。因此, 转发器 10 提供与一个或多个接收设备 14 的双向通信。前向通路 16 把 RF 信号从 BS 天线 6 传送到接收设备 14, 而反向通路 18 把 RF 信号从接收设备 14 传送到 BS 天线 6。双工器 100 被连接在前向通路 16 的输入端与反向通路 18 的输出端之间。同样地, 第二双工器 200 被连接在前向通路 16 的输出端与反向通路 18 的输入端之间。双工器 100、200 被使用来分开每条通路 16、18 的功率和阻止来自前向通路 16 的噪声回绕到反向通路 18, 以及反之亦然。RF 信号 19 在链路天线 8 处被接收, 以及被通过双工器 100 和前向通路 16 来进行传送。第二双工器 200 然后把滤波的信号 43 传送到广播天线 12, 后者发射处理的信号。在反方向时, 广播天线 12 接收 RF 信号 52, 它被通过双工器 200 和反向通路 18 馈送。第一双工器 100 然后把滤波的信号 82 传送到链路天线 8, 后者发射处理的信号。

数字转发器 10 是多信道转发器, 它可以同时处理在每条通路 16, 18 上的多个信道。所以, RF 信号 (诸如 RF 信号 19、52) 每个都包含一个或多个处于不同的频率 (信道) 的信号。

双工器 100 起到带通滤波器的作用，它适用于接收进入的 RF 信号 19 和只允许在第一特定的频带内的滤波信号 21 通过。在一个实施例中，第一特定频带是在约 1850MHz 与 1865MHz；1870MHz 与 1885MHz；和/或 1890MHz 与 1905MHz 之间。双工器 100 也允许用一个端口作为进入的下行链路信号和输出的上行链路信号的公共连接。双工器 100 和 200 确定哪些运行频带将被转发器 10 接收。例如，在一个实施例中，PCS 1900MHz 转发器将运行在三个频带之一：子频带 A、子频带 B 或子频带 C。这些频带的运行频率如下：

频带	上行链路输入频率	下行链路输出频率
A	从 1850 到 1865MHz	从 1930 到 1945MHz
B	从 1870 到 1885MHz	从 1950 到 1965MHz
C	从 1890 到 1905MHz	从 1970 到 1985MHz

双工器 100 用来把低功率下行链路输入信号 19 与高功率上行链路输出信号 82 分开。例如，输出的上行链路信号（滤波的信号 82）的功率电平典型地是几瓦，而进入的下行链路信号（RF 信号 19）的功率电平典型地是在微瓦到毫瓦量级。双工器 100 隔离下行链路通路和高功率上行链路通路。在一个实施例中，前向通路 16 也包括低噪声放大器 110，用于放大滤波的信号 21 和产生放大的信号 22。低噪声放大器 110 是宽带 RF 器件，其输入必须与高功率上行链路信号隔离。双工器 100 隔离低噪声放大器 110 与那些高功率上行链路信号，因为后者可以阻止转发器 10 的正常运行。

低噪声放大器 110 设定下行链路方向的转发器噪声系数。噪声系数与噪声因子有关，后者是转发器 10 的输入端处的信号噪声比 (S/N) 除以转发器 10 的输出端处的 S/N。噪声系数 = $10 \times \text{Log}_{10}(\text{噪声因子})$ 。

第一 RF 下变频器 120 被包括在内，用于下变频放大的信号 22。如图 4a 所示，RF 下变频器 120 接收放大的信号 22。放大的信号 22 与本地振荡器 (LO) 信号 34 被混频器 24 组合，以便产生中频 (IF) 信号 30。在一个实施例中，IF 是在约 10MHz 到 30MHz 之间，这取决于应用。这样，当 LO 信号 34 是 1860MHz 和放大的信号 22 是 1850MHz 时，IF 信号就是 10MHz。IF 信号 30 被放大器 33 放大和被带通滤波器 35 滤波。带通滤波器 35 大大地减小放大的信号 22 和 LO 信号 34 的复合分量或镜频。IF 信号 30 每个都包含处于不同频率 (信

道)的一个或多个信号。所有的下行链路信道都要通过第一 RF 下变频器 120。

在一个实施例中,在转发器 10 中使用的放大器(诸如放大器 33)包括相对较低的功率的、线性集成电路芯片元件,诸如单片微波集成电路(MMIC)芯片。这些芯片可包括由砷化镓(GaAs)异质结晶体管制造工艺制成的芯片。然而,硅处理芯片或 CMOS 处理芯片也可被利用。

下面是 MMIC 功率放大器芯片的一些例子:

1. RF Micro Devices 公司(7625 Thorndike Road, Greensboro, NC 27409,或 7341-D W. Friendly Ave., Greensboro, NC 27410)的 RF Microdevices PCS 线性功率放大器 RF 2125P, RF 2125, RF 2126, 或 RF 2146;

2. Pacific Monolithics 公司(1308 Moffett Park Drive, Sunnyvale, CA)的 Pacific Monolithics PM 2112 单电源 RF IC 功率放大器;

3. 西门子 AG(1301 Avenue of the Americas,纽约, NY)的西门子 CGY191、CGY180 或 CGY181、GaAs MMIC 双模式功率放大器;

4. Stanford Microdevices(522 Almanor Avenue, Sunnyvale, CA)的 Stanford Microdevices SMM-208、SMM-210 或 SXT-124;

5. 摩托罗拉公司(505 Barton Springs Road, Austin, TX)的摩托罗拉 MRFIC1817 或 MRFIC1818;

6. 惠普公司(933 East Campbell Road, Richardson, TX)的惠普 HPMX-3003;

7. Anadigics(35 Technology Drive, Warren, NJ 07059)的 Anadigics AWT1922;

8. SEI 公司.P0501913H,1,Taya-cho,Sakae-ku,Yokohama,日本;以及

9. Celeritek(3236 Scott Blvd., Santa Clara, CA 95054)的 Celeritek CFK2062-P3、CCS1930 或 CFK2162-P3.

回到图 2,前向通路 16 还包括第一多信道数字信号处理器(DSP)模块 130,它包括模拟-数字变换器 420,用于把进入的宽带 IF 信号 30 变换成数字信号 32,如图 3 所示。在一个实施例中,DSP 模块是四信道 DSP;然而,每个都能够处理一个或多个信道的一个或多个

DSP 可被交替地使用。数字信号 32 包含一个或多个信道。数字信号 32 的第一信道然后被第一数字下变频器 500 进行数字处理。同样地, 数字信号 32 的其它信道被各自的数字下变频器 560、570 和 580 进行数字处理。第一信道被数字下变频为基带中心频率约为 0Hz, 以及被加到一系列可软件配置的低通滤波器和增益级, 如下面相对于图 3 详细描述。处理的信道然后被数字上变频回到原先的 IF 频率。在说明的实施例中, 来自四个信道的四个处理的信号然后被数字地相加在一起, 以形成一个数字信号 36 (具有一个或多个信息信道, 每个信道具有不同的频率)。数字信号 36 然后被加到数字-模拟变换器 700。DSP 模块 130 输出第二 IF 信号 38。

回到图 2, RF 上变频器 140 被包括在内, 用于上变频第二 IF 信号 38。上变频器 140 把第二 IF 信号 38 变换成第二 RF 信号 42, 如图 5a 所示。第二 IF 信号 38 被带通滤波器 44 滤波和被放大器 46 放大。放大的信号与本地振荡器 (LO) 信号 50 被混频器 48 组合, 以便产生第二 RF 信号 42。滤波器 44 大大地减小 IF 信号 38 和 LO 信号 50 的复合分量或镜频。IF 信号 38 每个都包含处于不同频率 (信道) 的一个或多个信号。在一个实施例中, IF 是在约 10MHz 到 30MHz 之间, 这取决于应用。这样, 当 LO 信号 50 是 1860MHz 和 IF 信号是 10MHz 时, 第二 RF 信号 42 就是 1850MHz。所有的上行链路信道都要通过上变频器 140。

回到图 2, 功率放大器 150 被包括在内, 用于将第二 RF 信号 42 放大成为具有想要的输出电平的放大信号 51。功率放大器 150 的线性度决定转发器 10 的动态范围的上限。功率放大器 150 的输出通过第二双工器 200 而与反向通路 18 隔离, 该双工器被连接在前向通路 16 的输出端与反向通路 18 的输入端之间。双工器 200 起到带通滤波器的作用, 它适用于只允许在第一特定的频带内的外出的滤波信号 43 通过。再次地, 在一个实施例中, 第一特定频带是在约 1850MHz 与 1865MHz; 1870MHz 与 1885MHz; 和/或 1890MHz 与 1905MHz 之间。滤波的信号 43 被发送到广播天线 12 和被发送到接收设备 14。

双工器 200 也起到带通滤波器的作用, 它适用于只允许在第二特定的频带内的进入的滤波信号 54 通过。在一个实施例中, 第二特定频带是在约 1930MHz 与 1945MHz; 1950MHz 与 1965MHz; 和/或

1970MHz 与 1985MHz 之间。这样，双工器 200 允许用一个端口作为外出的下行链路信号 43 和进入的上行链路信号 52 的公共连接。双工器 100 和 200 确定哪些运行频带将被转发器 10 接受。正如先前的例子那样，PCS 1900MHz 转发器将运行在三个频带之一：子频带 A，子频带 B 或子频带 C。每个频带的运行频率如下：

频带	下行链路输入频率	上行链路输出频率
A	从 1930 到 1945MHz	从 1850 到 1865MHz
B	从 1950 到 1965MHz	从 1870 到 1885MHz
C	从 1970 到 1985MHz	从 1890 到 1905MHz

双工器 200 用来把低功率上行链路输入信号与高功率下行链路输出信号分开。例如，外出的下行链路信号（滤波的信号 43）的功率电平典型地是几瓦，而进入的上行链路信号（RF 信号 52）的功率电平典型地是在微瓦到毫瓦量级。双工器 200 隔离上行链路通路和高功率下行链路通路。在一个实施例中，反向通路 18 也包括低噪声放大器 210，用于放大滤波的信号 54 和产生放大的信号 56。低噪声放大器 210 设定上行链路通路 18 中转发器的噪声系数。低噪声放大器 210 是宽带 RF 器件，其输入必须与高功率下行链路信号隔离，后者可以阻止转发器 10 的正常运行。双工器 200 隔离低噪声放大器 210 与那些高功率下行链路信号。

第二 RF 下变频器 220 被包括在内，用于下变频放大的信号 56。如图 4b 所示，RF 下变频器 220 接收放大的信号 56。放大的信号 56 与本地振荡器（LO）信号 64 被混频器 58 组合，以便产生中频（IF）信号 65。在一个实施例中，IF 是在约 10MHz 到 30MHz 之间，这取决于应用。这样，当 LO 信号 64 是 1940MHz 和放大的信号 56 是 1930MHz 时，IF 信号就是 10MHz。IF 信号 65 被放大器 62 放大和被带通滤波器 63 滤波。带通滤波器 63 大大地减小了放大的信号 56 和 LO 信号 64 的复合分量或镜频。所有的上行链路信道都要通过第二 RF 下变频器 220。

回到图 2，反向通路 18 还包括第二多信道 DSP 模块 230，它以与 DSP 模块 130 相同的方式运行。来自第二 RF 下变频器 220 的进入的宽带 IF 信号 65 被模拟-数字变换器 420 采样，和被分成数字信号 32，如图 3 所示。在一个实施例中，DSP 模块是四信道 DSP；然而，每个

都能够处理一个或多个信道的一个或多个 DSP 可被交替地使用。数字信号 32 的第一信道然后被第一数字下变频器 500 进行数字处理。同样地, 数字信号 32 的其它信道被各自的数字下变频器 560、570 和 580 进行数字处理。第一信道被数字下变频为基带中心频率约为 0Hz, 以及被加到一系列可软件配置的低通滤波器和增益级, 如下面相对于图 3 详细描述。处理的信道然后被数字上变频回到原先的 IF 频率。来自每个信道的多个处理的信号然后被数字地相加在一起, 以形成一个数字信号 36 (具有一个或多个信息信道, 每个信道具有不同的频率)。数字信号 36 然后被加到数字-模拟变换器 700。DSP 模块 230 输出第四 IF 信号 70, 如图 2 所示。

第二 RF 上变频器 240 被包括在内, 用于上变频第四 IF 信号 70。上变频器 240 把第四 IF 信号 70 变换成第四 RF 信号 72, 如图 5b 所示。第四 IF 信号 70 被带通滤波器 74 滤波和被放大器 76 放大。放大的信号与本地振荡器 (LO) 信号 80 被混频器 78 组合, 以便产生第四 RF 信号 72。在一个实施例中, IF 是在约 10MHz 到 30MHz 之间, 这取决于应用。这样, 当 LO 信号 80 是 1940MHz 和 IF 信号是 10MHz 时, 第四 RF 信号 72 是 1930MHz。带通滤波器 74 大大地减小了放大的信号 70 和 LO 信号 80 的复合分量或镜频。转发器的所有上行链路信道都要通过上变频器 240。

第二功率放大器 250 被包括在内, 用于将第四 RF 信号 72 放大成具有想要的输出电平的放大的信号 81。功率放大器 250 的线性度决定转发器 10 的动态范围的上限。功率放大器 250 的输出通过第一双工器 100 而与前向通路 16 隔离, 该双工器被连接在反向通路 18 的输出端与前向通路 16 的输入端之间。双工器 100 起到带通滤波器的作用, 适用于接收放大的信号 81 和只允许在第二特定的频带内的外出的滤波信号 82 通过。再次地, 在一个实施例中, 第二特定频带是在约 1930MHz 与 1945MHz; 1950MHz 与 1965MHz; 和/或 1970MHz 与 1985MHz 之间。滤波的信号 82 被发送到链路天线 8 和被发送到 BS 天线 6。

参见图 2 和 3, 合成器/时钟 300 被包括在内, 用于产生 LO 信号 34、50、64、和 80, 以便用于 RF 下变频器 120、220 和 RF 上变频器 140、240。在一个实施例中, RF 下变频器 120 和 RF 上变频器 140

使用同一个 LO 频率；这样，LO 信号 34、50 必须是互相充分隔离的，以阻止在 RF 下变频器 120 和 RF 上变频器 140 之间的串扰。在一个实施例中，第二 RF 下变频器 220 和第二 RF 上变频器 240 也使用同一个 LO 频率；这样，LO 信号 64、80 必须是互相充分隔离的，以阻止在第二 RF 下变频器 220 和第二 RF 上变频器 240 之间的串扰。所以，合成器/时钟 300 提供互相充分隔离的 LO 信号，以阻止在前向与反向通路 16、18 之间的串扰。合成器/时钟 300 也产生采样时钟 f_{clk} ，用于模拟-数字变换器 420、DSP 模块 130、230 和数字-模拟变换器 700。

用户接口 310 被提供来用于与 DSP 模块 130、230 接口。用户接口 310 允许 DSP 模块 130、230 被编程来调节和配置某些参量，如下面结合图 3 描述的。电源 320 把原来的交流（AC）电源转换成直流（DC）电源。

回到图 3，图上显示 DSP 模块 130 的详细的示意图。因为 DSP 模块 230 是以与 DSP 模块 130 相同的方式运行的，所以只显示和详细描述 DSP 模块 130。在一个实施例中，DSP 模块 130 是四信道 DSP，它能够同时处理四个信道，然而，每个都能够处理一个或多个信道的一个或多个 DSP 可以被交替地使用。可调节的衰减器 400 被提供来适应各种 IF 信号电平。阻抗变换器 410 把衰减器 400 的低输出阻抗变换成适用于模拟-数字变换器 420 的输入端的高输出阻抗。例如，如果输入 IF 信号 30 对于模拟-数字变换器 420 太大，则反馈信号 84 使得衰减增加，由此减小在阻抗变换器 410 的输入端处出现的信号电平。模拟-数字变换器 420 把进入的宽带 IF 信号 30 变换成数字信号 32，它以 f_{clk} 确定的速率被采样。在一个实施例中， f_{clk} 的近似值是 60MHz，这取决于应用。

提供了数字下变频器 500。因为每个信道以相同的方式运行，所以只详细描述和显示数字下变频器 500。数字下变频器 500 包括数控振荡器（NCO）510。NCO 510 的频率确定处理数字信号 32 的哪个信道，即，它确定数字下变频器 500 要调谐到的中心频率。NCO 510 可被调谐到（通过用户接口 310）具有小于例如 1Hz 间隔的离散频率。在一个实施例中，NCO 510 的可使用的频率范围是 0Hz 到大约 $0.4 \times f_{\text{clk}}$ 。NCO 510 产生处于相同输出频率的两个 LO 信号，一个同相

形式 86 和一个正交形式 88, 后者相对于同相形式 86 移相 90 度 (以产生 1/4 周期延时)。LO 信号的输出频率和相位是通过用户接口 310 可编程的。

一对数字混频器 520 把数字信号 32 的特定信道的频率下变频为由 NCO 510 确定的频率。当来自 NCO 510 的频率等于特定信道的频率时, 混频器的输出是以 0Hz 为中心。一个混频器使用来自 NCO 510 的 LO 信号的同相形式 86。这个混频器把特定的信道变换成以 0Hz 为中心的、同相的下变频的数字信号 90。混频器中的第二个使用来自 NCO 510 的 LO 信号的正交形式 88。这个混频器把特定的信道变换成以 0Hz 为中心的、正交的下变频的数字信号 91。这时, 由每个混频器产生的样本速率等于原先的采样速率 f_{clk} 。

数字分样器 530 包括数字低通滤波器。数字分样器 530 丢弃不需要的下变频数字信号 90、91 的样本。这是可能的, 因为感兴趣的信号以 0Hz 为中心以及占用窄的带宽。分样速率是丢弃的样本数目的度量。当分样速率增加时, 未丢弃的样本的带宽降低。分样速率是通过用户接口 310 可编程的。数字低通滤波器是带有可编程系数的有限冲激响应 (FIR) 型滤波器, 该系数规定了滤波器的形状。滤波器系数也是通过用户接口 310 可编程的。

数字下变频器 500 还包括一个二信道数字放大器 540。数字放大器 540 的一个信道放大同相的下变频的数字信号 90, 以及第二信道放大正交的下变频的数字信号 91。数字放大器 540 的两个信道被设置成有相同的增益。在一个实施例中, 数字放大器 540 具有 0 到 28dB 的增益范围, 步进量大约为 0.1dB。增益量是通过用户接口 310 可编程的。这样, 用户可以通过调节数字放大器 540 的增益而控制转发器 10 的覆盖区域。

数字复用器 550 被包括在内, 用于把来自数字放大器 540 的同相的下变频的数字信号 90 和正交的下变频的数字信号 91 变换成一个具有交织的同相和正交样本的复用信号 92。

DSP 模块 130 的数字下变频器 560、570 和 580 以与上述的数字下变频器 500 相同的方式运行。

也提供了数字上变频器 600。因为每个信道以相同的方式运行, 所以只详细描述和显示数字上变频器 600。数字上变频器 600 包括数

字多路分离器 610, 它把来自数字下变频器 500 的复用信号 92 变换成分开的同相和正交信号 93、94。

数字内插器 620 包括数字低通滤波器。数字低通滤波器是带有可编程系数的有限冲激响应 (FIR) 型滤波器。这些系数规定了滤波器的形状。滤波器系数也是通过用户接口 310 可编程的。数字内插器 620 产生所需要的数据样本, 以便将采样速率增加到原先的频率 f_{clk} 。内插速率是对产生多少样本的度量。通常, 内插速率等于数字分样器 530 所使用的分样速率。内插速率也是通过用户接口 310 可编程的。

数字上变频器 600 还包括数控振荡器 (NCO) 630。NCO 630 的频率确定上变频器要调谐到的频率。这个 NCO 可被调谐到具有小于 1Hz 间隔的离散的频率。在一个实施例中, NCO 630 的可使用的频率范围是 0Hz 到大约 $0.4 \times f_{\text{clk}}$ 。NCO 630 (像 NCO 510 那样) 产生处于相同输出频率的两个 LO 信号, 一个同相形式 95 和一个正交形式 96, 后者相对于同相形式 95 移相 90 度 (以产生 1/4 周期延时)。LO 信号的输出频率和相位是通过用户接口 310 可编程的。

一对数字混频器 640 把中心为 0Hz 的分开的信号 93、94 的频率上变频为被编程到 NCO 630 中的频率。一个混频器使用来自 NCO 630 的 LO 信号的同相形式 95。这个混频器把分开的信号 93 变换成其中心为 IF 的、同相的上变频的数字信号 97。混频器中的第二个使用来自 NCO 630 的 LO 信号的正交形式 96。这个混频器把分开的信号 94 变换成其中心为 IF 的、正交的上变频的数字信号 98。这时, 由每个混频器产生的样本速率再次等于原先的采样速率 f_{clk} 。

数字加法器 650 被包括在内, 用于代数地相加同相的、上变频的数字信号 97 和正交的、上变频的数字信号 98, 以产生第一输出信号 99a。数字上变频器 600 的信道 660、670 和 680 以与上述的数字上变频器信道相同的方式运行。在一个实施例中, 信道 660、670 和 680 分别产生输出信号 99b、99c、和 99d。

多信道数字加法器 690 被包括在内。数字加法器 690 代数地相加数字输出信号 (例如, 99a-99d) 以及将可编程的比例因子 (从 0 到 1) 应用到输出信号 99a-99d 的总和上。比例因子防止总计的信道溢出。例如, 在其中有四个信道和每个信道处理 16 比特字的情况下, 四个 16 比特字的总和会大于 16 比特。所以, 总和被按比例缩放, 以避免

溢出情形。数字比例因子是通过用户接口 310 可编程的。

数字-模拟变换器 700 把输出信号（例如 99a-99d）的总和变换成差分模拟信号 37。差分信号是其幅度等于在两个端口处的电压之间差值的信号。平衡到非平衡信号变换器 710 被提供来把差分模拟信号 37 变换成单个低阻抗模拟输出信号（图 2 的第二 IF 信号 38）。这个单个输出信号使用地（0 伏）作为它的基准。

微处理器 800 控制数字下变频器 500 和数字上变频器 600。微处理器 800 为多信道 DSP 模块 130 提供编程数据，和报告模块 130 的状态。微处理器 800 与用户接口 310 交互作用，以允许用户编程和配置 DSP 模块 130 来设置，例如数字信号处理器的增益、第一数字信号的同相和正交形式的频率和相位、第一数字信号被分样的速率、数字信号的放大以便控制数字转发器的覆盖区域，分开的信号被内插的速率，以及数字比例因子，

参照图 6a 和 6b，图上显示了描绘多信道 DSP 模块 130 如何被编程的流程图。微处理器 800 在方块 900 开始执行程序。微处理器 800 然后监视用户接口 310，以确定用户是否想要新的信道建立（方块 902）。如果表示否的话，则微处理器 800 回到方块 900。否则，如果表示是的话，微处理器 800 确定用户请求的新的信道是否被安装在 DSP 模块上，即信道是否可提供（方块 904）。DSP 模块例如可以具有 1 和 16 之间的可提供的信道。如果新的信道是不可提供的，则微处理器 800 在方块 906 报告分配错误，以及程序结束（方块 908）。否则，如果请求的信道是已安装的以及可提供的，则微处理器 800 确定进入的频率是否是有效的频率，即频率是否可提供（方块 910）。例如，有效的中心频率可以是 5kHz 的倍数。所以，如果 27kHz 的频率被选择，则这个频率是不可提供的。如果频率是不可提供的，则微处理器 800 在方块 912 报告频率错误，以及程序结束（方块 908）。否则，微处理器 800 在方块 914 确定相应于新的信道的调制格式是否可提供。如果调制格式是不可提供的，则微处理器 800 在方块 916 报告格式错误，以及程序结束（方块 908）。否则，微处理器 800 通过使用来自 NCO 查找表的数据（方块 922）来编程数字下变频器 NCO 510（方块 918）和数字上变频器 NCO 630（方块 920）。

然后，微处理器 800 通过使用来自分样器/内插器查找表的数据

(方块 928) 来编程数字下变频器分样器 530 (方块 924) 和数字上变频器内插器 620 (方块 926)。微处理器 800 接着通过使用来自 FIR 滤波器查找表的数据(方块 934)来编程数字下变频器 FIR 滤波器 530 (方块 930) 和数字上变频器 FIR 滤波器 620 (方块 932)。微处理器 800 然后通过使用来自增益/比例查找表的数据(方块 940)来编程数字下变频器放大器 540 (方块 936) 和数字上变频器比例因子 690 (方块 938)。微处理器 800 开始刷新寄存器(方块 942)以及程序结束(方块 944)。在用户编程 DSP 模块的时间段内, 没有数据被写入到数据寄存器中。一旦图 6a 和 6b 的编程的例行程序被完成后, 寄存器被刷新, 以便清除被包含在其中的任何老的数据。然后, 转发器开始使用新编程的参量运行, 以及只有新的数据被处理, 老的数据已从数据“流水线”上被刷新。

应当看到, BS 天线 6 可以用一个或多个转发器系统代替, 每个转发器系统包括链路天线 8、数字转发器 10 和广播天线 12。这样, 转发器系统可以被串形链接在一起, 以扩展起源的基站天线的范围。

以上描述的数字转发器 10 可以独立于被处理的频段来运行。也就是, 转发器 10 可以被使用于任何频段, 包括但不限于以下频段:

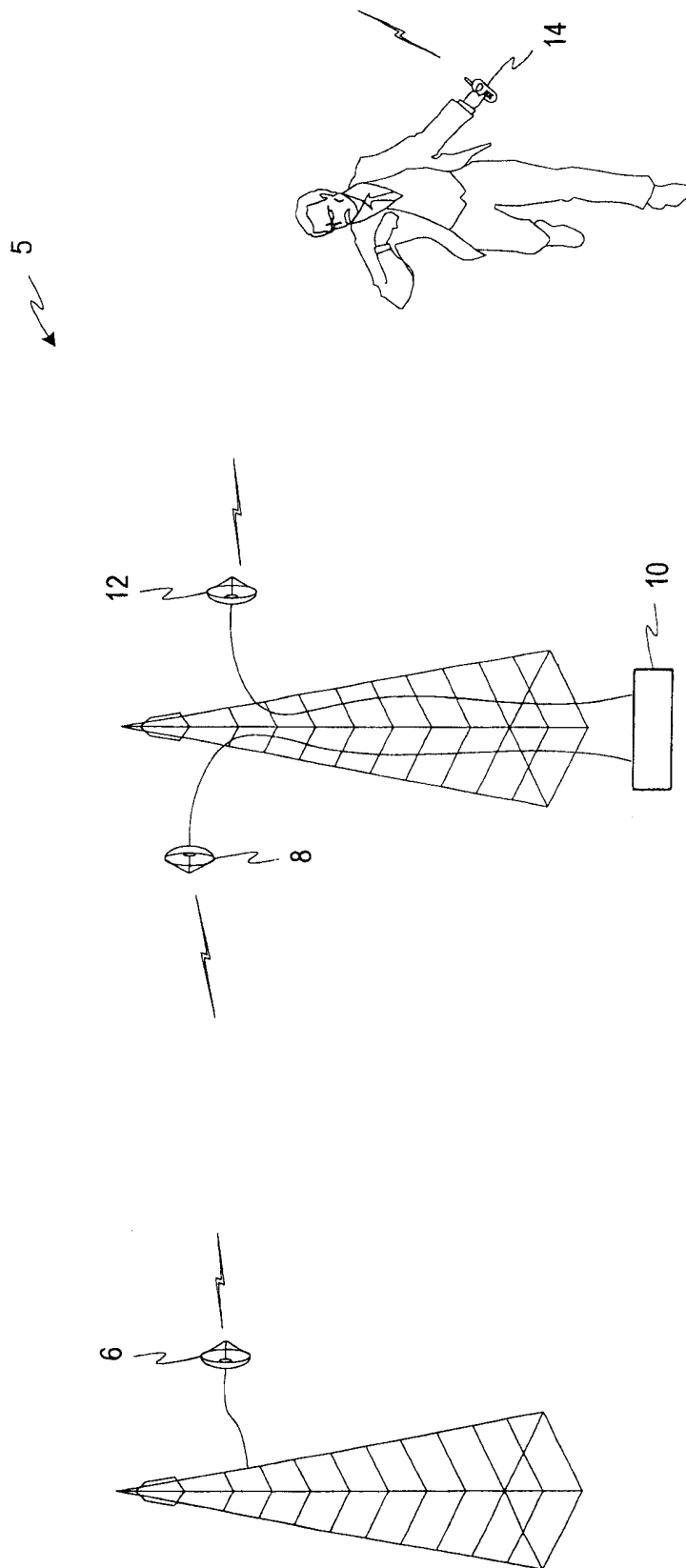
- (a) 蜂窝 (800MHz 频段)
- (b) PCS(1800 和 1900MHz 频段)-(个人通信业务)
- (c) GSM(900 和 1800MHz 频段)-(全球移动通信系统)
- (d) MMDS(2500MHz 频段)-(多信道多点传播业务)
- (e) LMDS(26GHz 频段)-(本地多点传播业务)
- (f) 蓝牙(Bluetooth)应用(2400MHz 频段)-(蓝牙是爱立信公司提出的无线协议标准的名字)
- (g) 室内无线 LAN(2400MHz 频段)-(局域网)
- (h) 处于 1900MHz(美国)和 1800-2200MHz(欧洲)的 3G(第三代 PCS 系统)

所以, 本发明提供数字转发器 10, 它包括一对数字信号处理器, 每条通路一个, 它们是可软件配置的, 这样, 用户能编程和配置某些参量。这些参量包括, 例如: 数字信号处理器的增益, 第一数字信号的同相和正交形式的频率和相位, 第一数字信号被分样的速率, 数字信号的放大以便控制数字转发器的覆盖区域, 分开的信号被内插的速

率，以及数字比例因子，

而且，数字转发器 10 能够通过对于每条通路只使用单个 RF 下变频器/RF 上变频器对来发送和接收多个信道。数字转发器 10 提供更大的信道分辨率，它允许更多的信道被一起放置得更靠近。这是通过使用具有在 15dB 与 40dB 点之间的、小于 1kHz 频率差值的精确的数字滤波器完成的。数字转发器 10 可以处理多种调制格式而不用改变转发器硬件，作为替代，数字信号处理器是可编程的，这样就使得改变调制格式是很快速和容易的。事实上，数字转发器 10 可编程来匹配由多个通信网使用的调制格式。数字转发器 10 甚至可以自动检测由特定的网络使用的调制格式，以及根据所检测的调制格式来改变滤波器的带宽。而且，数字转发器 10 提供基本上相同的滤波器性能，而不管阻抗失配如何。

虽然显示和描述了本发明的具体的实施例和应用，但应当看到，本发明并不限于这里所揭示的精确的结构和组合，以及可以从以上的说明作出各种修改、改变和变化，而不背离所附权利要求中规定的本发明的精神和范围。



一 日

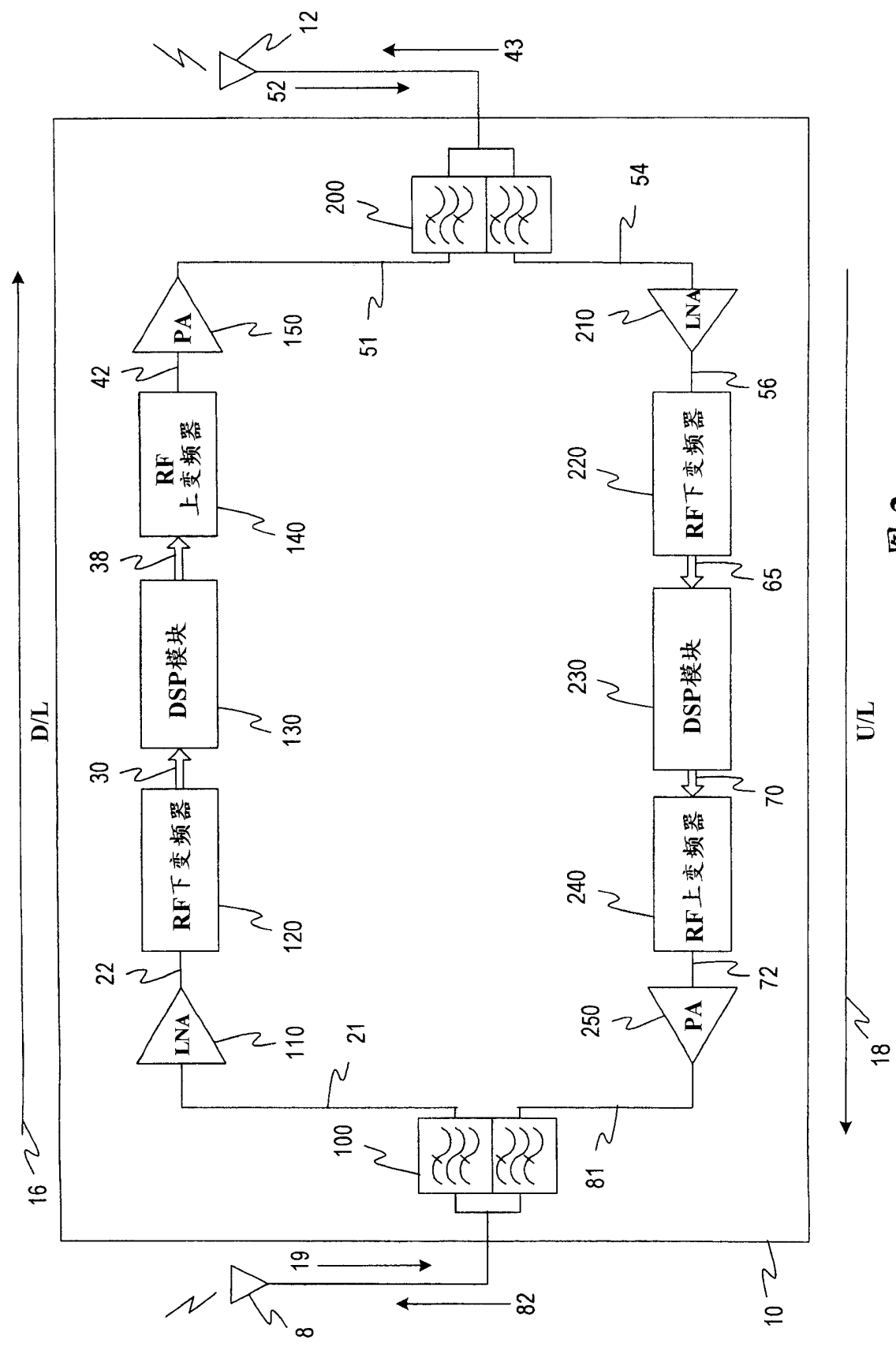
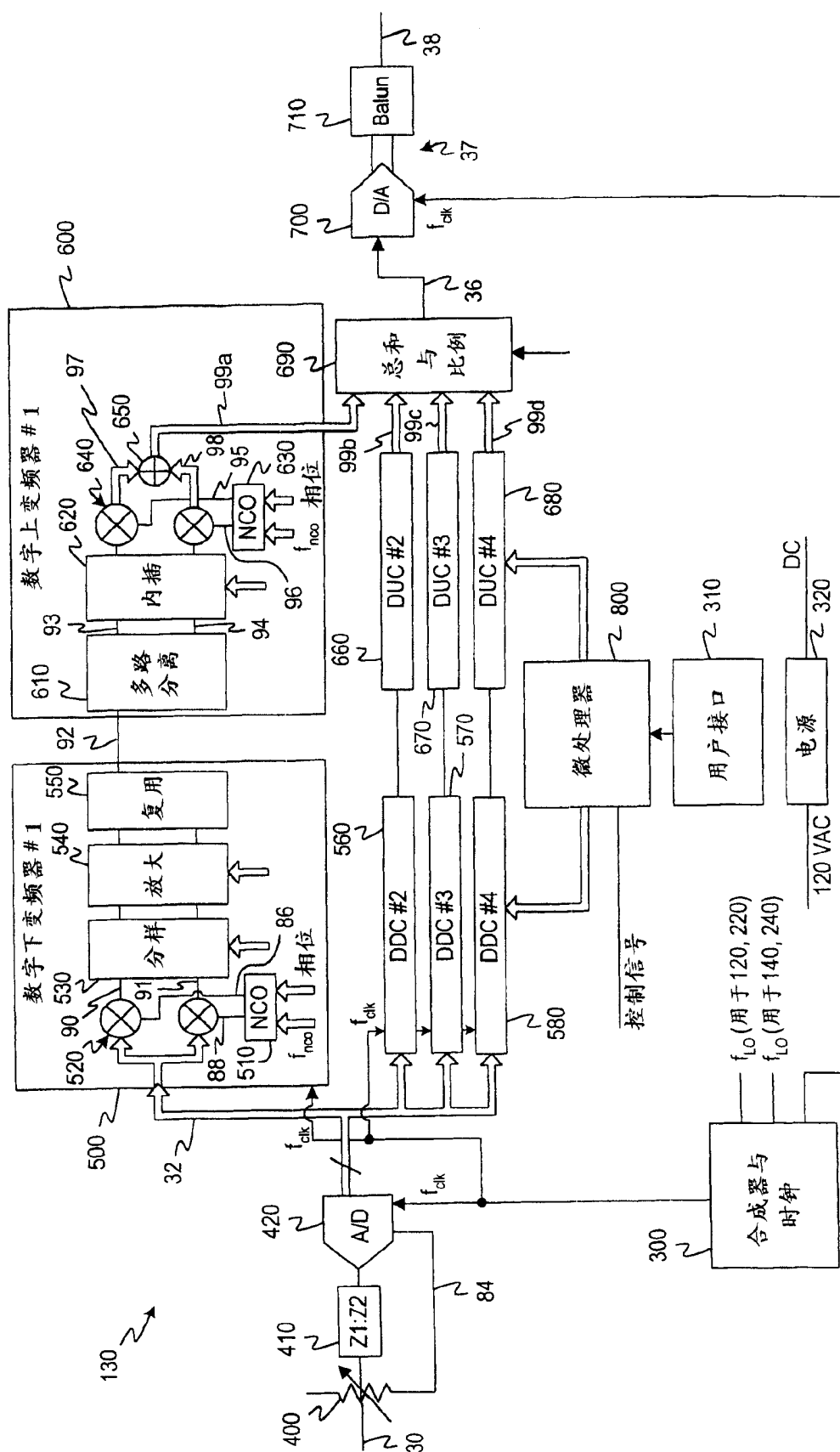


图 2



三

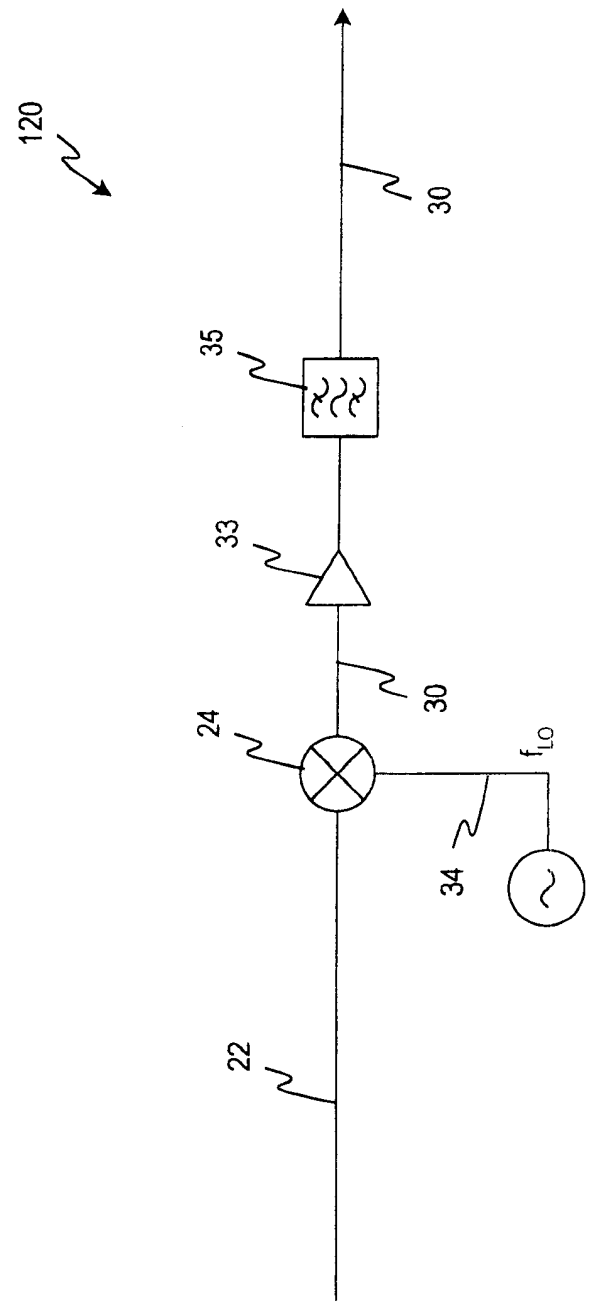


图 4a

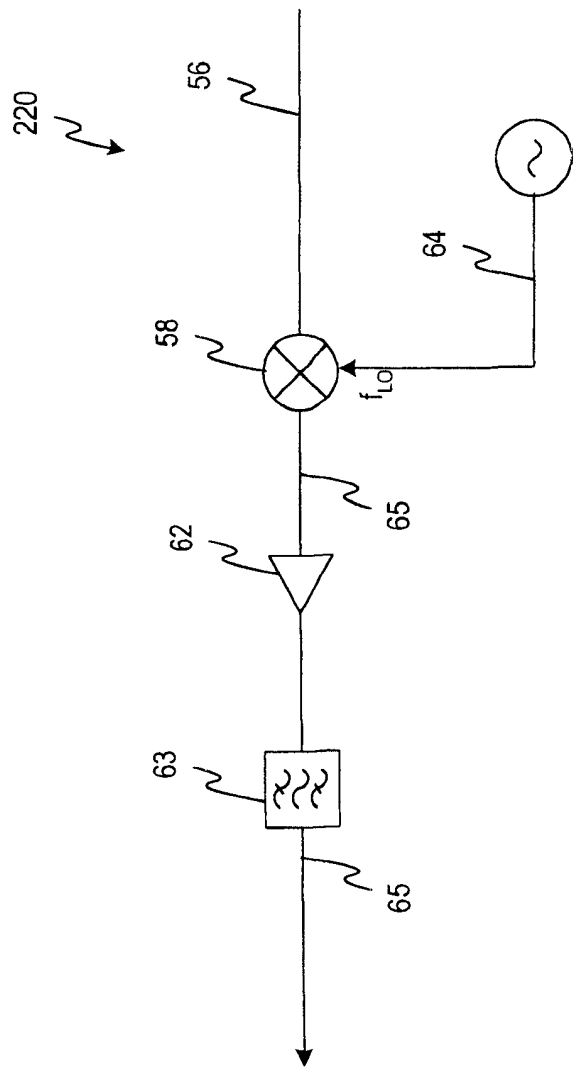


图 4b

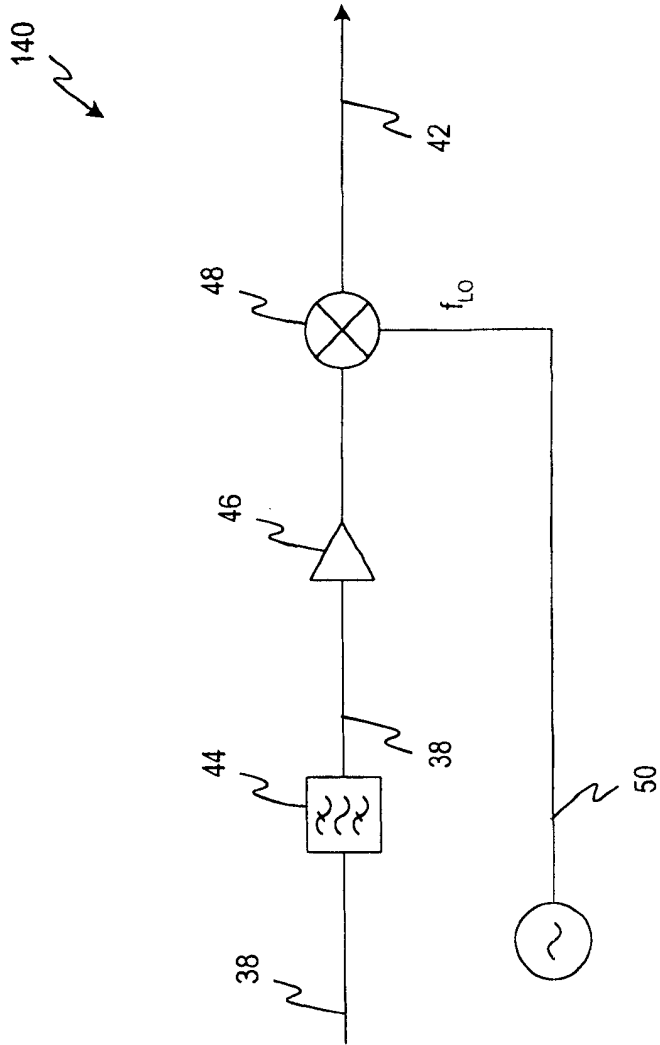


图 5a

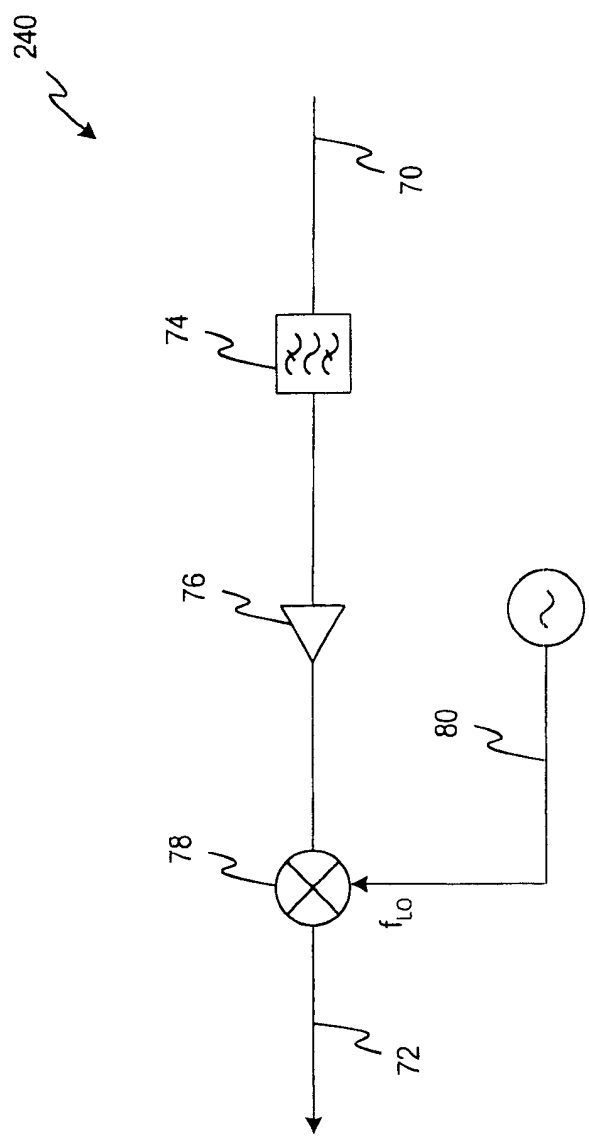


图 5b

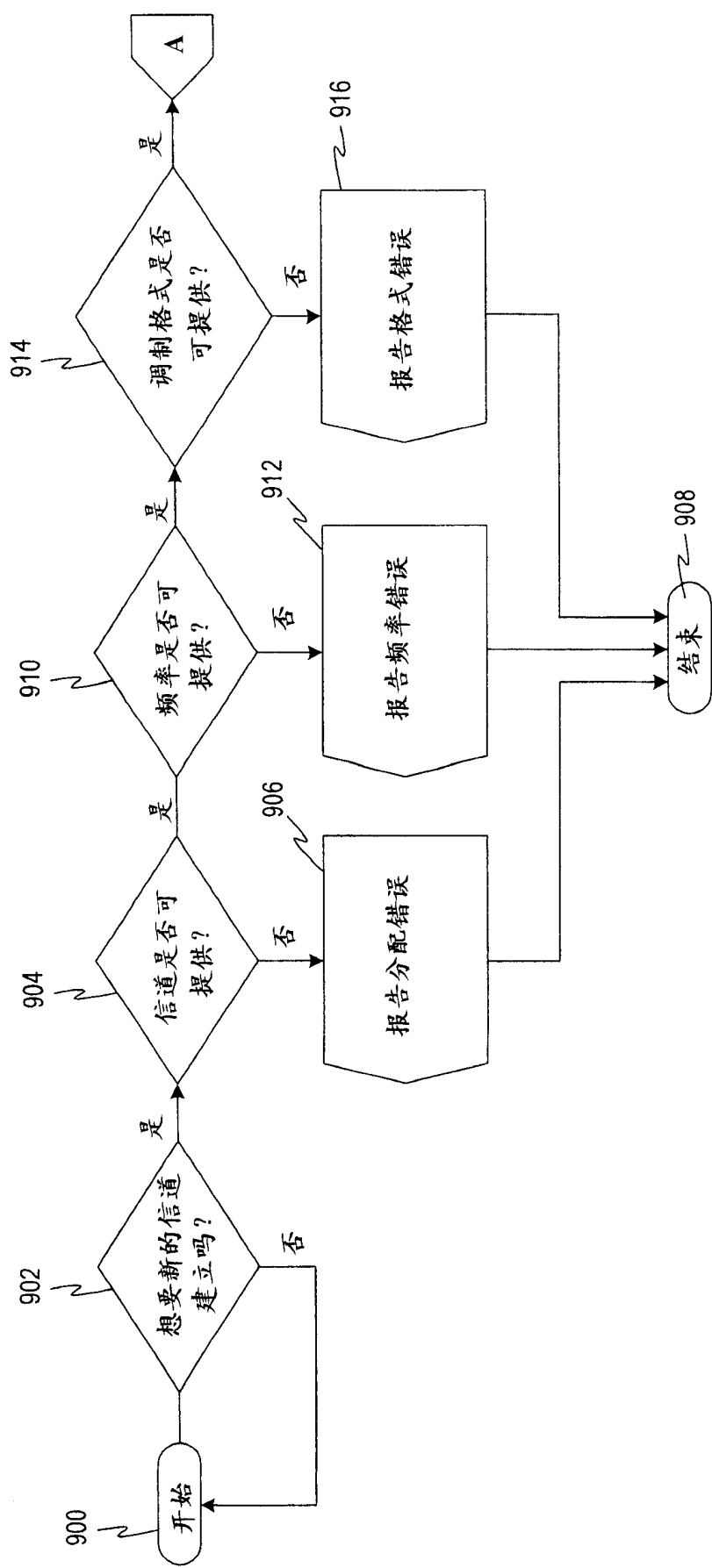


图 6a

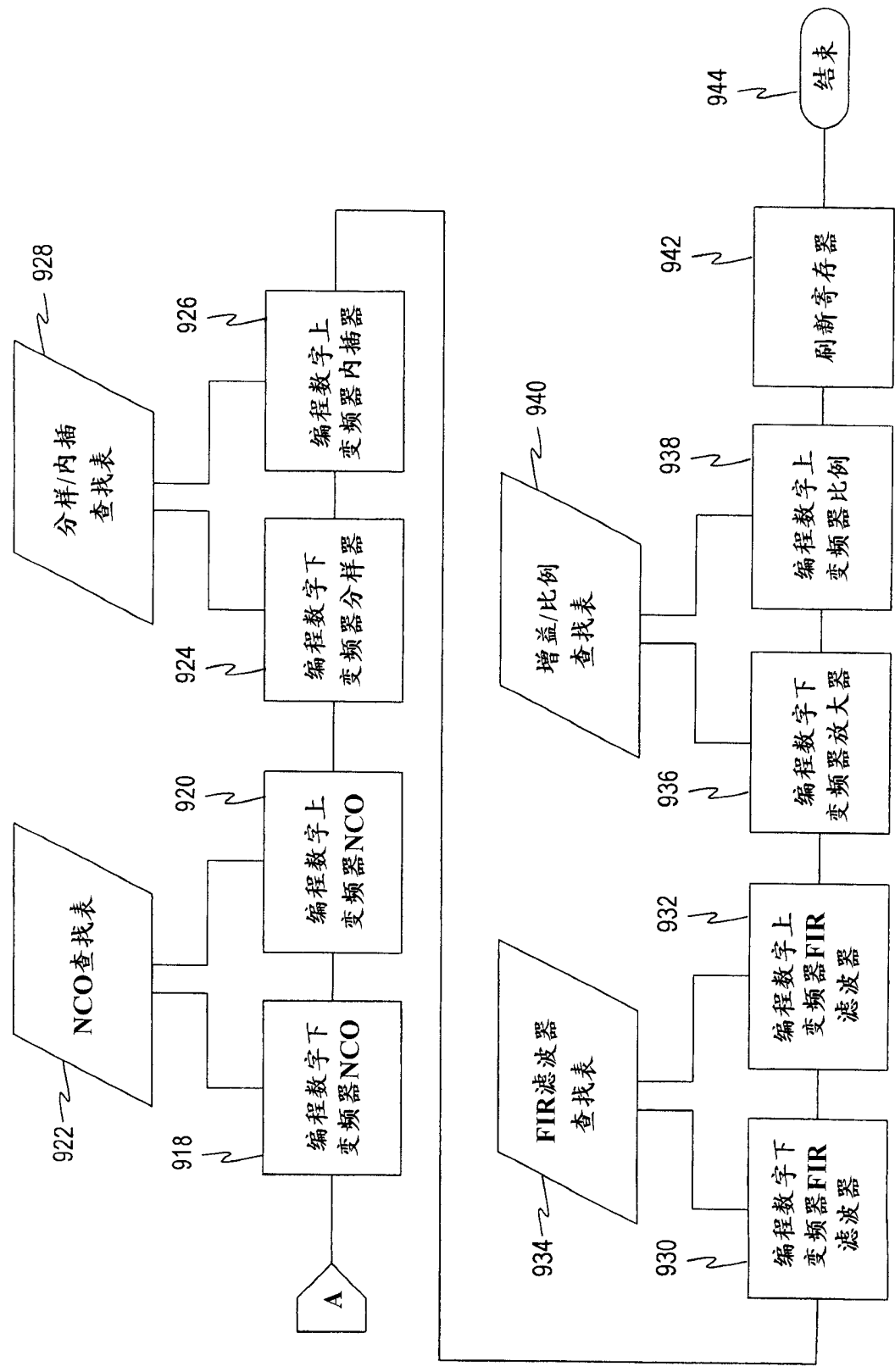


图 6b