

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680040319.0

[43] 公开日 2008年10月29日

[11] 公开号 CN 101297500A

[22] 申请日 2006.10.20

[21] 申请号 200680040319.0

[30] 优先权

[32] 2005.10.28 [33] EP [31] 05110153.3

[32] 2006.2.6 [33] EP [31] 06101349.6

[86] 国际申请 PCT/IB2006/053876 2006.10.20

[87] 国际公布 WO2007/049208 英 2007.5.3

[85] 进入国家阶段日期 2008.4.28

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 K·罗伯茨

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 李亚非 谭祐祥

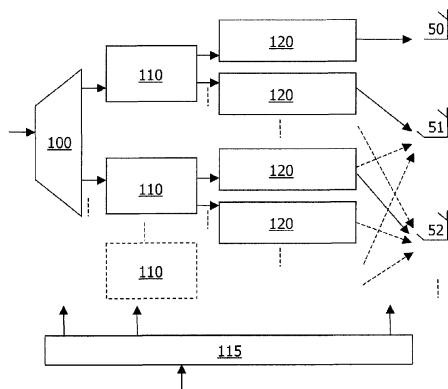
权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 8 页

[54] 发明名称

利用可变分集增益的多天线发射

[57] 摘要

MIMO 发射机具有调制器(40, 41, 42, 120, 122)、被安排为将信息分为一个或多个多路分解流以便通过不同信道发射的多路分解器 100, 和分集分束器(110)用于导出相同信息的一个或多个子流。诸如加扰器(150, 155)的去相关器(120)在调制之前或之后对子流去相关。该装置可被配置为在使用中改变多路分解和分集分束的比率。这样在来自分集和空间多路复用的增益之间进行平衡, 不需要对发射和接收处理进行大的改变。



1、一种利用多个空间无线信道发射信息的发射机，具有多路分解器（100），所述多路分解器被安排为导出两个或更多承载该信息不同部分的多路分解流，以及被安排为从该信息或者从一个或更多个多路分解流来导出复制子流用于通过该信道进行发射的分集分束器（110），多路分解器（100）和分集分束器（110）中的至少一个是可变的，使得该信息的多路分解和分集分束的比率能够在使用中变化。

2、根据权利要求1的发射机，具有去相关器（120），所述去相关器被安排为，为了通过不同信道发射，在调制之前或之后对复制子流去相关。

3、根据权利要求2的发射机，该去相关器（120）具有如下各项中的任何一个或更多：被安排为有区别地加扰复制子流的加扰器（150，155）、被安排为有区别地交织复制子流的交织器（35，36，37）和被安排为有区别地编码复制子流的编码器（20，21，22）。

4、根据权利要求3的发射机，具有用于编码复制子流的编码器（20，21，22），该去相关器（120）具有交织器（35，36，37），被安排为有区别地交织复制子流，以便提供去相关，该交织差别不依赖于编码差别。

5、根据权利要求3的发射机，该去相关器（120）具有加扰器（150，155），被安排为有区别地加扰复制子流，该加扰器（150，155）被安排为在下述内容的任意一个或更多个上操作：在编码器（20，21，22）之前未编码的比特、由编码器（20，21，22）输出的编码比特和由调制器（40，41，42）输出的符号。

6、根据权利要求1的发射机，分集分束器（110）和去相关器（120）被安排为导出从多路分解器（100）输出的一个或更多个多路分解流的不相关子流。

7、根据权利要求1的发射机，分集分束器（110）和多路分解器（100）中一个或更多的变化响应于指示一个或更多信道条件的反馈。

8、根据权利要求1的发射机，具有基带处理器（310），该多路分解器（100）和分集分束器（110）是基带处理器（310）的一部分。

9、一种用于接收信号的接收机，该信号具有多个多路分解流和复制子流，多路分解流与子流的比率可在使用中变化，该接收机具有组

合器(55, 170), 所述组合器被安排为根据可变比率再次组合接收信号中的多路分解流。

10、根据权利要求9的接收机, 具有再相关装置(160, 162), 用于在去相关子流被再次组合之前对该去相关子流再次相关。

11、根据权利要求10的接收机, 该再相关装置具有如下各项中的任意一个或更多: 解扰器(160, 162)、解交织器(35, 36, 37)和解码器(45, 46, 47)。

12、一种利用多个空间无线信道, 通过无线通信链路发射信息的方法, 该方法具有如下步骤: 生成承载信息不同部分的多路分解流, 将该信息或一个或更多个多路分解流分束以生成两个或更多复制子流, 改变该信息的多路分解与分集分束的比率, 并发射该复制子流和多路分解流。

13、一种利用多个空间无线信道, 通过无线通信链路接收信息的方法, 该方法具有如下步骤: 在接收机处通过多个无线信道接收信号, 该信号具有多路分解流和复制子流, 根据可变比率对接收信号中的多路分解流再次多路复用和再次组合复制子流。

14、一种在根据权利要求1所述的发射机中使用的机器可读介质上的程序, 该程序被安排为执行如下步骤: 生成承载信息不同部分的多路分解流, 将该信息或一个或更多多路分解流分束以生成一个或更多复制子流, 以及改变多路分解与分集分束的比率。

15、一种用于权利要求1所述发射机的基带处理器, 具有被安排为导出承载信息不同部分的两个或更多个多路分解流的多路分解器(100), 被安排为从该信息或从一个或更多个多路分解流导出复制子流的分集分束器(110), 和被安排为在使用中改变该信息的多路分解和分集分束比率的控制器(115)。

16、一种利用多个空间无线信道发射信息的发射机, 具有被安排为导出承载该信息不同部分的两个或更多个多路分解流的多路分解器(100), 被安排为从该信息或从一个或更多个子流导出复制子流用于通过信道进行发射的分集分束器(110), 被安排为去相关复制子流的去相关器, 和用于编码该复制子流的编码器, 该去相关器具有被安排为有区别地交织复制子流以便提供去相关的交织器(35, 36, 37), 该交织差别不依赖于编码差别。

17、根据权利要求16的发射机，该多路分解器和分集分束器是可变的，使得该信息的多路分解与分集分束的比率可以在使用中改变。

18、一种利用多个空间无线信道发射信息的发射机，包括被安排为从该信息导出复制子流的分集分束器(111)，被安排为去相关复制子流的去相关装置(120)，和对去相关的复制子流进行调制以便通过各个天线发射的调制装置(120, 122)。

19、根据权利要求18的发射机，其中，该调制装置(120, 122)适用于交织每个复制子流中的信息，并且该去相关装置(120)被安排为通过安排复制子流被有区别地交织而提供去相关。

20、根据权利要求19的发射机，其中，该调制装置(120, 122)适用于编码该复制子流，并且其中该交织差别不依赖于编码差别。

21、一种用于接收信号的接收机，该信号具有多个在发射前已经被去相关的复制子流，该接收机包括用于对去相关子流再次相关的再相关装置(160, 162)，和被安排为对再次相关的子流再次组合的组合物(55, 170)。

## 利用可变分集增益的多天线发射

### 技术领域

本发明涉及发射机、接收机、基带处理器、发射方法、接收方法和用于执行该方法部分的程序。

### 背景技术

众所周知，为了同时发射多个不同信息流，或者为了冗余地同时发射同一信息的多个副本，提供利用发射机与接收机之间传输介质中多个空间信道的多天线无线通信系统。在第一种情况下容量增大，而在第二种情况下质量或鲁棒性可得到提高。这种多天线无线通信系统被称作 MIMO（多输入多输出）系统，在两端都有多个天线。在接收机处只有单个天线的情况下，它们被称作 MISO（多输入单输出）。多个数据流可被称作 MIMO 信道或空间信道，以便与频率或编码信道相区分。因此在不同信息在不同空间信道上被发送的情况下，这被称作空间多路复用，而在发送相同信息的情况下，这被称作空间分集或发射分集。

被发射的数据流可能经历不同的信道条件（例如不同的衰落和多径效应），并且因而具有不同的信噪比（SNR）。由于信道条件通常随时间变化，由每个信道支持的数据率也会随时间变化。如果每个 MIMO 信道的特征（例如对于数据流的 SNR）在发射机处已知，则发射机将能够利用闭环控制，自适应地为每个数据流确定特定的数据率和编码调制方案，以达到给定的包错误率。然而，对于某些 MIMO 系统，该信息不能在发射机得到，因此这些系统是开环系统。

每个天线速率控制（PARC: Per-antenna Rate Control）是多路径、多天线的 MIMO 技术，其已经在众所周知的第三代合作伙伴计划（3GPP）中被提出。在 3GPP 中，PARC 被应用到码分多址（CDMA）系统中，但该方法还可适用于没有扩展或采用其它发射技术的系统中，包括正交频分复用（OFDM）。图 1 和 2 分别示出了发射机和接收机，它们示出了 PARC 方案如何运作。

如图 1 所述，将要被发射的比特流由多路分解器 10 分束为多个流，每个流承载不同的信息，每个流具有（潜在不同的）所应用的调制和

编码以及交织。每个流都具有前向误差校正 20、21、22，交织和编码 30、31、32 和调制 40、41、42。这些流然后通过分离的天线 50、51、52 而被发射。

在接收机处（参见图 2），通常使用的天线数量等于或大于发射天线的数量。在每个接收天线 11、12、13 处的信号是从每个发射天线 50、51、52 发射的信号组合。为了估计每个发射流的符号，接收机能够应用的算法诸如项目 15 所示的最小均方误差（MMSE）估计，或者 MMSE 加上串行干扰消除（SIC: Successive Interference Cancellation）。接收机还可以将信道质量的测量，例如对每个发射流的信干噪比（SNIR）测量反馈给发射机。发射机可以使用该信息来决定为每个流调整适当的调制和编码。按照 MMSE，接收机处理来自每个天线的流，进行发射机中的处理的逆处理，因此解调 25、26、27 后进行去交织 35、36、37，然后是 viterbi 型解码 45、46、47 和流 55 的再次多路复用（合并）。

PARC 能够利用相同的时间和频率资源但不同的“空间”资源（即多个发射天线），实现空间多路复用增益，即多个数据流的同时发射。这些同时发射可以发向单个接收单元，也可以发向不同接收单元。在后一种情况下，其被称作空分多址（SDMA）。PARC 可被认为是空间多路复用技术的原始 BLAST 家族的精炼，所述空间多路复用技术包括空间多路复用子流的速率适配。

空间多路复用方案旨在最大化数据吞吐量，并实现尽可能地接近无线信道的可用容量。

可替换策略是空间分集，也被叫作发射分集，正如上面所提到的。尽管来自空间多路复用和发射分集的增益在满秩信道中最大，但是这种分集增益对个别奇异值大小的敏感度比空间多路复用增益低，并且可以在更宽范围的实际信道情形下实现。“满秩”被定义如下。对于单个载波，或者 OFDM 或其它多载波系统中的单个子载波，平衰落信道可被表示为  $MR \times MT$  矩阵，将  $MR$  个接收天线处的信号与来自  $MT$  个发射天线的符号关联起来。信道矩阵的非零奇异值给出了能够用于空间多路复用的空间子信道数目和质量的量度。非零奇异值的最大数目是  $\min(MR, MT)$ ，在这种情况下，该信道是“满秩”的。

简而言之，空间分集包括通过多个天线发射相同的数据流和/或通

过多个接收天线接收该数据流。这就为接收机提供了想要的数据流的多个副本，每个副本通常经历不同的信道条件。为了提供所发射数据流的最佳估计，接收机能够以最优的方式组合不同的子流。

通常，为了产生用于每个发射天线的流，分集方案利用数据流的空时编码。有一点矛盾的是，空时编码的目标是实现用于改善通信性能的全分集，加上用于低复杂度解码的正交性，同时保持尽可能高的信息速率。

当前提出的 MIMO 系统通常提供空间多路复用或空间分集，并且因此只在特定的情形子集，即在可能经历的无线信道全部集合的特定子集中最优。当前为了同时实现两种增益而作出的提议建议如下：

- 提供预先确定程度的分集和空间多路复用的空时码 [参见 Texas Instruments, “Double-STTD scheme for HSDPA systems with four transmit antennas: Link level simulation results”, TSG-R WG1 document, TSGR 1#20(01)0458, 21<sup>st</sup>-24<sup>th</sup> May, 2001, Busan, Korea], 以及

- 在发射机和接收机中都有效实现分集和空间多路复用方案，并根据某些准则在它们之间切换的“切换”方案 [参见 IST-2003-507581 WINNER, “Assessment of Advanced Beamforming and MIMO Technologies”, D2.7, Feb. 2005]。

根据 US 专利申请 2003/0013468 获知的另一种系统示出了使用扰码来降低同一数据流时间延迟版本之间的自相关。该加扰对于从特定发射机发送的每个流都将是相同的。

## 发明内容

本发明的目标是提供改善的设备或方法。

根据本发明的第一方面，提供了利用多个无线信道来发射信息的发射机，其具有多路分解器，所述多路分解器被安排为导出两个或更多承载该信息不同部分的多路分解流 (demux stream)，以及被安排为从该信息或者从一个或更多个多路分解流中导出复制子流用于通过信道进行发射的分集分束器，多路分解器和分集分束器中的至少其中之一是可变的，使得多路分解和分集分束的比率能够在使用中变化。

这就使得发射能够通过灵活调节来自分集和多路分解的增益之间

的平衡，更好地与变化的条件相匹配，而不必对发射和接收过程作出大的改变。

某些实施例的附加特征是去相关器，其被安排为，为了通过不同信道发射，在调制之前或之后对相同信息的复制子流去相关。为了使分集能够被添加到已知方案中，使得几乎不进行改变就实现空间多路复用，这是特别有用的。

另一个这种附加特征是去相关器具有如下各项中的任意一个或更多：被安排为有区别地对子流加扰的加扰器、被安排为有区别地交织子流的交织器和被安排为有区别地编码子流的编码器。

某些实施例的附加特征是用于编码复制子流的编码器，去相关器使交织器被安排为有区别地交织复制子流，以便提供去相关，该交织差别不依赖于编码差别。

其它附加特征包括去相关器具有加扰器，被安排为有区别地对不同子流加扰，该加扰器被安排为在下述内容的任意一个或更多个上操作：在编码器之前未编码的比特、由编码器输出的编码比特和由调制器输出的符号。

分集分束器和去相关器能够被安排为，在多路分解之后导出一个或更多个多路分解流的不相关子流。一个或更多个分集分束器和多路分解器的变型可以是响应于指示一个或更多信道条件的反馈。多路分解器和分集分束器可以是基带处理器的一部分。

本发明的另一方面提供用于接收信号的接收机，该信号具有多个多路分解流和复制子流，多路分解流与子流的比率在使用中变化，该接收机具有组合器，所述组合器被安排为根据可变比率重新组合复制子流，并被安排为对接收信号中的多路分解流再次多路复用。

对于该方面的附加特征可以包括该接收机具有再相关装置，用于在去相关子流被再次组合之前对其再次相关。该再相关装置可以具有如下内容的任意一种或更多：对应于发射机处加扰器的解扰器、对应于发射机处交织器的解交织器，和对应于发射机处编码器的解码器。

其它方面提供了利用多个空间无线信道，通过无线通信链路来发射信息的相应方法，该方法具有如下步骤：生成承载该信息不同部分的多路分解流，将该信息或一个或更多个多路分解流分束以生成两个或更多复制子流，改变该信息的多路分解与分集分束的比率，并发射



复制子流和多路分解流。

另一方面提供了利用多个空间无线信道，通过无线通信链路来接收信息的相应方法，该方法具有如下步骤：在接收机处通过多个无线信道接收信号，该信号具有多路分解流和复制子流，对接收信号中的多路分解流再次多路复用，并根据可变比率对复制子流再次组合。

机器可读介质上的相应程序被安排为执行如下方法：生成承载该信息不同部分的多路分解流，将该信息或一个或更多多路分解流分束以生成一个或更多承载相同信息的复制子流，以及改变多路分解与分集分束的比率。

用于发射机的基带处理器具有被安排为导出承载要被发射的信息不同部分的多路分解流的多路分解器，被安排为从该信息或从一个或更多多路分解流中导出复制子流的分集分束器，和被安排为改变该信息的多路分解和分集分束比率的控制装置。

另一方面提供了利用多个空间无线信道来发射信息的发射机，具有被安排为导出承载该信息不同部分的两个或更多多路分解流的多路分解器，被安排为从该信息或从一个或更多个子流导出复制子流用于通过信道进行发射的分集分束器，被安排为去相关复制子流的去相关器，和用于编码该复制子流的编码器，该去相关器具有被安排为有区别地交织复制子流以便提供去相关的交织器，该交织差别不依赖于编码差别。

另一方面提供了利用多个空间无线信道来发射信息的发射机，包括被安排为从该信息中导出复制子流的分集分束器，被安排为去相关复制子流的去相关装置，和对去相关的复制子流进行调制以便通过各个天线发射的调制装置。

另一方面提供了用于接收信号的接收机，该信号具有多个在发射之前已经被去相关的复制子流，该接收机包括用于对去相关的子流再次相关的再相关装置和被安排为将再次相关的子流再次组合的组合器。

下面将会描述附加特征和优点。

任何附加特征都可以被结合在一起或者与本发明的其它方面相结合，这对本领域技术人员来说是明显的。其它优点对本领域技术人员来说也是明显的，尤其是相对于发明人所不知道的其它现有技术。

## 附图说明

现在将仅借助例子，参照附图对本发明的实施例进行描述，其中：图 1 和 2 分别示出了根据已知的 PARC 型配置的发射机和接收机示意图，

图 3 到 7 示出了根据本发明实施例的发射机示意图，

图 8 示出了根据实施例的接收机示意图，

图 9 和 10 示出了根据实施例，在编码和交织之后进行加扰的发射机和接收机，

图 11 示出了根据实施例，具有联合解码的接收机，

图 12 和 13 示出了根据实施例，在调制之后进行加扰的发射机和接收机，

图 14 示出了根据实施例，通过对每个流进行不同的交织和调制来去相关的发射机，

图 15 示出了根据实施例，利用串行级联编码进行不同交织和加扰的发射机，

图 16 示出了根据实施例，具有用于实现可变分集增益的数字基带处理器和软件以及 RF 电路的发射机，和

图 17 到 19 示出了具有两个天线的发射机示意图。

## 详细说明

某些实施例提供了 MIMO 空间多路复用无线方案，其中不同数据同时并以相同的频率被从多个天线的每一个发射，并适用于使得还是相同的数据能够被从多于一个的天线发射，在接收设备处，适用于使得通过不同天线而被接收的相同数据能够被以分集的形式组合，从而产生输出数据流。发射之前，应用诸如加扰之类的去相关，以确保从不同天线发射的相同数据具有不相关的比特值；这就使得 MIMO 接收机处理对于空间多路复用能够基本上相同地进行操作，然后应用解扰来恢复数据。通过去相关，意味着从不同天线同时发射的相同数据的比特值大多数都对于不同天线而不同。

为了发射相同数据而使用的发射容量部分可以在某些实施例中适用性调整，由此在当发射不同数据时的增加容量和当发射相同数据时

的更鲁棒发射之间提供灵活的平衡。因此空间多路复用和分集的好处可以以更加灵活的方式组合。这种 MIMO 系统能够提供空间分集和空间多路复用增益，并且针对当前信道条件适当地在这些方案之间适应性调整。它们能够在被设计为提供空间多路复用增益的无线通信方案中实现空间分集。在某些实施例中，这是通过产生数据流的去相关子流来实现的。

由于子流信号非相关的事实，通常可在接收机处采用的某些算法，诸如 MMSE，能够利用去相关步骤来分离和估计每个子流的发射符号，因此去相关步骤很重要。从每个天线直接发射相同的数据流以试图实现分集将会产生高相关度的流。

该实施例基于这样的认识，即尽管空间多路复用能够提供吞吐量增益，这些增益并不能在无线信道的所有条件下实现。最大的空间多路复用增益可以在“满秩”信道中得到，通常特征在于该信号在发射机和接收机处的宽的角度扩展，和/或发射机天线元和接收机天线元较宽的分隔。这可被描述为具有低的发射相关和低的接收相关。

在很多所关心的实际情形中，信道少于满秩，且可由空间多路复用实现的吞吐量增益与单个天线 (SISO) 解决方案相比可能较小。这可能伴随着例如位于高处的发射机，到达接收机的良好的视线，和附近少有反射或散射对象而发生。这就导致在发射机处的高的发射相关和窄的角度扩展。

并且，即使是在信道满秩时，可得到的空间多路复用增益高度依赖于该信道个别的奇异值，最大空间多路复用增益只有在具有小奇异值扩展的信道中可以得到。总而言之，空间多路复用可能经常不是利用多个发射天线的最佳选择方案。

该实施例还基于认识到试图将多路复用和分集组合起来的其它方式的某些缺点。提供一定程度的分集和空间多路复用的空时码 [参见 Texas Instruments, “Double-STTD scheme for HSDPA systems with four transmit antennas: Link level simulation results”, TSG-R WG1 document, TSGR1#20(01)0458, 21<sup>st</sup>-24<sup>th</sup> May, 2001, Busan, Korea] 的缺点是，分集和空间多路复用增益之间的划分通常被码定义所固定，并且要改变这种平衡需要改变该代码，因此要改变发射机编码和接收机解码算法。有效地在发射机和接收机中都实现分集和空间多路复用

方案两者，并根据某些准则在这些方案之间切换的“切换”方案[参见 IST-2003-507581 WINNER, “Assessment of Advanced Beamforming and MIMO Technologies”, D2.7, Feb.2005]的缺点是，其需要两组基带发射机和接收机处理在该通信链路的每一端实现。

图 3 示出了根据一个实施例的发射机。可变多路分解器 100 能够将数据流划分为多个部分，这里称作多路分解流，其数目根据条件可控。这可以在由任何类型的普通处理器执行的软件中实现，或者也可以在硬件中实现，诸如在 ASIC 或 FPGA 或对本领域技术人员来说很明显的类似技术中实现的数字逻辑电路。至少某些多路分解流被馈送到可变分束器 110，所述分束器生成这里被称作子流的多路分解流的副本。该分束器在副本数目可被改变的意义上来说是可变的。被馈送到下一级的子流或多路分解流的数目通常将会对应于正在使用的天线数目，该数目可选地可根据条件变化。通过改变多路分解流的数目和所生子流的数目，空间多路复用增益与空间分集增益的比值可以根据条件而动态变化。这可以包括没有分束全部是多路分解，以及没有多路分解全部是分束。

然后，每个子流和未被分束的任何多路分解流被馈送到去相关和调制部分 120。这通常也在软件中实现。该部分可以以很多方式实现，并且下面将会解释一些例子。很明显，多路分解器和去相关和调制部分能够具有遵循已知实际的可适应性调整的速率，使得例如含噪信道比含噪较少的信道馈送较少的数据。这可以通过信道状态信息的反馈来控制。去相关对于使得能够实现分集增益来说是有用的。调制能够实现通过无线路径的发射。该链中还可以存在其它处理部分，诸如编码等等，这取决于应用。

这些部分的输出被馈送到天线 50、51、52。如虚线示意性所示，如果分束与多路分解之比改变，则这些输出可被切换到不同的天线。下面将结合图 4、5 和 6 来描述大量配置。该配置由多路分解和分束比控制器 115 控制，通常在软件中实现，其可使用各种参数来决定最优的比率。这些可以包括从接收机反馈的信道状态、由从接收机到达的信号例如通过利用时分双工 (TDD) 系统中的互易性(reciprocity)而计算的信道状态、导频信道的信道状态、很多信道的整体误差率、天线相关图、来自邻近信道的信息，或者其它外部信息，诸如天线取向、

期望的数据率和期望的质量。事实上，有助于确定分集增益优选还是空间多路复用增益优选的任何东西。在某些实施例中，可变分集增益可以与关于可配置波束形成的已建立实际相结合。

图 4、5 和 6 示出了适合使用 4 个天线的配置，每个图示出了不同的多路分解对分束比。图 4 中，第一多路分解流被分束为三个子流。第二多路分解流未被分束。在这三个子流中，在该流被天线 50 发射之前，第一个由调制器 122 调制，而诸如编码的任何其它处理根据需要执行。由于去相关是相对的操作，因此在这种情况下没有去相关，从而第二和第三子流相对于第一子流而被去相关。

图 5 中，系统被配置为像前面那样具有两个多路分解流，并且在这种情况下，两个多路分解流都被分束为两个子流，以便导出用于四个天线的四个流。这样使多路分解的数量和分束的数量变得平坦。图 6 中，有更多的多路分解，有三个多路分解流，且只有一个被分束为两个子流。第二子流相对于第一个被去相关。其它配置可以包括改变图 5 或 6，以改变哪个天线被馈送分束的子流以及哪个被馈送未分束的多路分解流。其它配置可以包括没有多路分解、全部分束，或者没有分束、全部多路分解。随着天线数目的增多，可能的配置数目也将增多。随着配置被改变，接收机在多数情况下将会需要被改变，从而相应的再多路复用器能够被配置为合并是多路分解流的流，或者组合是副本的子流。

图 7 和 8 示出了发射机和相应接收机的例子。在该例子中，加扰被用作产生同样数据流多个非相关子流的相对简单的方法。普通的比特加扰技术是用发射机和接收机均已知的伪随机比特流来 XOR（异或）要被加扰的比特流。已知的符号加扰技术是将复基带符号与复伪随机符号流相乘。加扰技术在通信领域中是众所周知的，例如用于区分 UMTS（通用移动通信系统）中不同小区的基站发射，并用于打破发射比特流中 1 或 0 的长游程，以便避免接收机的 DC 漂移。将加扰技术应用来实现去相关，从而将空间多路复用系统变换为分集方案被相信是新颖的。

如图 7 所示，可以是多路分解流的数据流被分束为子流。第一流没有被加扰，但是其被馈送通过前向错误校正（FEC）级 20、交织器 30 和调制级 40，其也包括编码和映射。FEC 和编码和交织不需要在每

个子流中是相同的，但是可被适应性改变，以便与每个信道的信道特征更好地匹配。第二子流被馈送通过第一加扰器 150，然后通过 FEC 和任何其它的编码 21、交织 31 和调制 41 的级。第三子流被馈送通过第二加扰器 155，然后通过 FEC 22、交织 32 和调制 42 的级。每个子流然后由它们各自的天线 50、51、52 发射。

发射机采用例如通过来自接收端或来自信道互易性测量的反馈获得的信道质量信息。信道质量信息可以是例如对于 PARC 方法中每个发射信道或天线的信干噪比 (SINR)，或者 PSRC (每个流速率控制) 类型或者其它波束形成或预编码方法的奇异值或特征值或向量。编码可以被适应性调整，使得当“好的”信道质量信息已经被接收时，使用例如 16-QAM 或 64-QAM 的较高阶调制方法，而当“坏的”信道质量反馈被接收时，使用例如 BPSK 或 QPSK 的较低阶调制方法。

多路分解器 100 对来自数据源的数据流进行多路分解。控制软件决定要将该数据流分为几部分。分配给每个部分的比特数可以基于信道条件而作适应性调整。

子流经历编码和交织，以便被映射到符号。在某些实施例中，编码可以包括扩频码，其按照已经建立的技术在时域中操作，并能有助于消除后解码干扰或者实现码分多址 (CDMA)。如果使用扩频码，则可以例如使用诸如正交可变扩频因子 (OVSF) 码之类的码来扩展数据块。

作为例子，如果输入到多路分解器 199 的数据流包括 600 比特，则多路分解器 100 将会例如将输入数据流分段为每个 300 比特的两个数据块，然后由 FEC 级 20、21、22，交织器 30、31、32 和调制 (映射) 级 40、41、42 进行处理。更详细地说，300 比特中的每一个基于用于该特定流的编码方案而被编码，例如对第一个块可以使用比率为 1/2 的 Turbo 码，对剩余部分使用比率为 1/3 的 Turbo 码。因此，在这个例子中，第一个 300 比特将会被编码为 600 比特 (即比率为 1/2 的 Turbo 码)，而接下来的 300 比特将会被编码为 900 比特 (即比率为 1/3 的 Turbo 码)。这两个被编码的数据块然后通过交织器 30、31、32 进行映射。如果 16 正交幅度调制 (16-QAM) 被用于第一个块，而正交相移键控 (QPSK) 被用于接下来的块，由于 16-QAM 将 4 比特映射为 1 个符号，则前 600 个被编码的比特将会被映射为 150 个符号。由于 QPSK 将

2 比特映射为 1 个符号, 则接下来的 900 比特的块将被映射为 450 个符号。

图 8 示出了发射机仅仅采用分集分束而没有多路分解情况下的相应接收机。每个接收天线 11、12、13 处的信号都是从每个发射天线 50、51、52 发射而来的信号组合。为了估计每个发射流的符号, 接收机可以应用诸如项目 15 所示的最小均方误差 (MMSE) 估计, 或者 MMSE 加上串行干扰消除 (SIC) 等算法。接收机按照 MMSE 处理来自每个天线的流, 进行发射机中处理的逆处理。MMSE 估计器的输出被解调、解交织和解码, 如果发射机中使用了扩频则还包括解扩。重构的分集子流然后利用例如最大比或等增益组合而被组合起来, 并且重构的多路分解流被再次多路复用, 即混合。因此在图 8 中, 解调部分 25、26、27 其后跟随着解交织部分 35、36、37, 然后是 Viterbi 型解码部分 45、46、47, 紧接着是用部分 160 和 162 对第二和第三子流解扰, 和由组合器 55 再次组合这些流。在发射机附加地将多路分解用于多路分解流的情况下, 接收机中的组合器 55 被安排为应用对恢复的多路分解流再次多路复用的进一步步骤。在发射机能够改变多路分解和复制子流比率的情况下, 组合器被安排为根据该比率来相应调整, 以适用于组合复制子流和再次多路复用多路分解流。组合器可以从发射机接收控制信号, 来指示哪些流是复制子流, 以及哪些流是多路分解子流。

图 7 和 8 的示例性实施例是修改的 PARC 型配置, 需要修改来实现用分集而不是空间多路复用。可以看出, 所引入的较小附加处理是:

- 发射机: 对将要通过用于分集目的的多个天线发射的子流进行加扰

- 接收机: 对子流进行解扰和组合

注意到, 通过改变数据流的路由, 可以灵活提供空间多路复用和分集增益的不同平衡。例如, 对具有四个发射天线的系统来说, 两个不同的数据流可以被空间多路复用, 为了实现分集, 这两个流每一个都从两个天线发射。可替换地, 一个数据流可以通过用于分集的三个天线发射, 而第二个数据流通过第四个天线而被空间多路复用。更进一步地, 三个数据流可以被空间多路复用, 它们中的一个通过两个天线被发射用于分集目的。因此, 该方案能够通过通过对发射和接收处理作微小改变来提供空间多路复用与分集增益之间灵活的平衡。

关于多少数据流要空间多路复用，以及将分集应用到那些流的决定根据被返回到发射机的信道知识来作出。该信息可以通过反馈或直接估计，例如通过采用信道互易性在时分双工（TDD）系统中获得。提出的方案可以附加地与天线选择技术相结合；更多细节参见 Ericsson, “Selective Per Antenna Rate Control (S-PARC),” 3GPP TSG RAN WG1, R1-04-0307, 或者与 D-BLAST 中的天线旋转选择相结合 [参见例如 G. J. Foschini, “Layered Space-Time Architecture for Wireless Communication in a Fading Environment when using Multi-Element Antennas” Bell Labs Tech. J., pp. 41-59, Autumn 1996]。

尽管给出的描述已经按照 PARC，其中单个多路分解流或分集子流被路由到单个天线，可以将相同原理应用到其它空间多路复用方案，包括在发射机处拥有更多信道知识的那些，和/或应用波束形成或预编码映射，其利用潜在不同的加权将多路分解流或分集子流路由到多于一个的天线，并由此提供方向性。并且，解码与纯空间多路复用的解码相同，因此只需要一个接收机算法在提供空间多路复用和空间分集两者的系统中实现。

图 9 到 15 示出了用于产生数据流的去相关子流，并在 PARC 类方案中对这些去相关信号进行空间多路复用的可替换实施例。用于实现去相关的三种方法被描述：

- 1) 不同地加扰每个子流
- 2) 每个子流中的不同交织模式
- 3) 应用到每个子流的不同码多项式

图 7 到 13 与类型 1) 相关，示出了在不同级的加扰。如上所述，加扰是引入去相关的简单方式。然而，加扰可被应用在发射/接收链中的三个点上：

- A) 编码之前的比特加扰
- B) 编码之后的比特加扰
- C) 符号加扰

一种普通的比特加扰技术是将要被加扰的比特流与在发射机和接收机处已知的伪随机比特流进行 XOR。已知的符号加扰技术是用复基带符号乘以复伪随机符号流，类似于被应用于区分来自 UMTS 中不同小区基站发射的加扰。可替换的比特和符号加扰方法也可以等同地适用于



这种应用。下面说明了加扰的三个可替换位置并详细阐述了它们的相对优点/缺点。

A) 如图 7 和 8 所示并在前面描述的在编码之前进行的比特加扰包括, 在 FEC 之前将每个子流中的不同加扰应用到相同数据。在接收机处, 对于在编码之前进行比特加扰的情况, 对于奇数个子流的解扰解扰子流的简单但低性能组合方法是多数计数。为了提高性能, 组合应当考虑到每个子流的信道质量信息和/或用于解扰数据比特的软信息。

类型 A) 的优点是仅通过对原始 PARC 结构的简单修改, 分集增益可以代替或者除了空间多路复用而被实现。类型 A) 对于分集情况的缺点是, 通过联合解码, 可以实现更好的性能, 其需要可替换的 B 或 C 来布置加扰和解扰功能。

B) 比特加扰可以在编码和交织之后执行, 如图 9 (发射机) 和 10 (接收机) 所示。相应的附图标记已经在图 7 和 8 中使用。类型 B) 的优点是, 由于分束为多个子流能够在编码之后发生, 利用每个子流的相同编码, 发射机复杂度可得到降低。类似地, 接收机可以通过在解扰之后组合和采用仅仅单个解交织器和 Viterbi 解码器而得到简化。类似地, 如果相同的交织器模式被应用到每个子流, 则在每个发射机和接收机中只需要单个交织器。

通过采用联合解码, 可以实现改善的性能, 实现较高的编码增益。由于对每个子流相同的编码, 格子表示法也是相同的。因此, 可采用 Viterbi 算法来计算所有子流的分支度量的累积和。这种联合解码不会增加复杂度, 但是其与为每个子流使用分离的解码器和在组合之后使用单个解码器两者相比实现了更高的编码增益。图 11 示出了具有联合解码器 170 的这种接收机。这样还执行组合器的功能, 并因此在发射机已经发送多路分解流的情况下还执行再次多路复用。组合复制子流和再次多路复用多路分解流的顺序应当对应于发射机中的顺序, 如果发射机中的顺序颠倒, 则该顺序可被颠倒。

通过使用软输入解码, 例如最大后验概率 (MAP) 或对数 MAP (Log-MAP) 算法, 可以获得更好的性能, 所述算法需要来自解调的软输出, 例如对数似然率 (LLR)。

C) 符号加扰可以在将编码比特调制为符号之后执行。图 12 示出了用于这种符号加扰的发射机, 图 13 示出了用于这种符号加扰的相应

接收机。类似于用于在编码之后进行比特加扰的结构修改结构还可以被应用到符号加扰情况。另外，通过软输入和/或子流的联合解码实现较好的性能。在这种情况下，加扰是在发射机中的调制部分 41 和 42 之后。在接收机中，解扰部分 160 和 162 在解调之前。

图 14 示出了在每一个子流中具有不同交织模式的例子。这是与图 7 到 16 中所示的全部采用加扰来实现去相关的实施例进行对比。当然，也可以除了不同的交织器模式以外还应用加扰以帮助确保去相关。由于加扰和解扰操作的简单，因此这样做的复杂度代价很小。然而，如果加扰被省略，则对每个子流采用不同的交织模式是重要的。通过对每个子流采用不同的交织模式，可以保持采用上面详述的软输入和联合解码改进。为不同的复制子流提供不同的编码可以与不同比特率和不同交织模式相关联。尽管如此，由不同交织进行的去相关可以在不使该差别取决于编码中的改变的情况下而被实现。这样能够提供比其它方式更简单的实现去相关的方式。这些优点能够是有用的，不管多路分解和分束的比率是否可变。

实现分集的第三种方式是为每个子流采用不同的编码多项式，以确保去相关的发射符号流。另外，这还可以与加扰联合使用。然而该方法具有如下缺点：

- 1) 每个期望的速率需要几个可替换多项式
- 2) 子流的联合解码不可能，其降低了潜在性能

这两个因素使得不同编码器的使用对于实现去相关来说，相对于上面所述的其它实施例成为具有较低吸引力的选项。

根据前面的描述，一种值得注意的实施例采用了在每一个子流中的不同交织模式和不同加扰序列的组合。该加扰可以是：

- 1) 编码之后的比特加扰，或者
- 2) 符号加扰

这些方法允许性能增强解码改进可以被选择采用。另一个有趣的实施例是在给定方案之前进行附加编码和交织级，其方式类似于串行级联 Turbo 码。这就允许采用更高性能的迭代（“Turbo”）解码。

图 15 示出了利用串行级联编码的不同交织和加扰。在分束之前，数据流或多路分解流被馈送到 FEC 级 200、交织器 190 和另一 FEC 级 180。分束之后，子流被馈送到交织器 30、31、32，加扰器 150、155

和调制级 40、41、42。

图 16 示出了用于基站 300 的发射机实施例，所述基站 300 具有馈送用于发射的数据到数字基带处理器 310 的网络接口 305。它具有执行多路分解、分束、去相关、调制和在上述其它附图中阐述的其它功能的软件或固件。调制功能的输出通常是数字复基带符号，其是每个信道到数模转换器 (DAC) 320 对 I 和 Q 分量的输出。模拟输出被用于驱动 RF 电路 330，诸如 RF VCO、RF 放大器和增益控制器，和耦合到天线的匹配电路。所有这些都使用传统技术，在这里不需要更详细描述。由于可以为上行链路和下行链路使用类似的技术，因此相应发射机可被定位在移动手机中。

图 17 示出了采用两个天线的实施例。该实施例具有可变多路分解器 100，其具有用于数据流的输入、耦合到分束器 111 的第一输出和耦合到调制器 122 输入的第二输出，其本身具有耦合到选择器开关 130 第一输入的输入。分束器 111 具有耦合到另一调制器 122 输入的第一输出，其本身具有耦合到第一天线 50 的输出，和耦合到去相关和调制部分 120 输入的第二输出，其本身具有耦合到选择器开关 130 第二输入的输入。选择器开关 130 的输出被耦合到第二天线 51。在多路分解和分束比率控制器 (图 17 中未示出) 的控制下，如果其输入到其输出，选择器开关 130 耦合任意一个。由去相关和调制部分 120 实施的去相关可以以各种方式的任意一种实现，这里描述了其中的例子。调制器 122 和去相关和调制部分 120 可以包括编码，还可以包括交织。

图 17 中所示的实施例具有在多路分解和分束比率控制器控制下的两种可以选择的操作模式。在第一种模式下，可变多路分解器 100 被安排为将输入数据分为两个在其各自输出上传递的多路分解流。在可变多路分解器 100 第二输出上传递的多路分解流通过各自的调制器 122 和选择器开关 130 而被路由到第二天线 51。在第一种模式下，分束器 111 不需要生成通过可变多路分解器 100 传递给它的多路分解流的副本，而是通过相应的调制器 122 将该多路分解流传递给第一天线 50。如果分束器 111 不生成多路分解流的副本，则该副本不被路由到该天线；例如其路径可能会被选择器开关 130 所阻塞。

在第二种模式下，可变多路分解器 100 不将输入数据流分为两个多路分解流，而是将整个数据流传递到分束器 111。分束器 111 生成数

据流的副本，即子流，且一个子流通过相应的调制器 122 而被路由到第一天线 50，另一个子流通过去相关和调制部分 120 和选择器开关 130 而被路由到第二天线 51。选择器开关 130 通常可以在软件中实现，但是也可使用相同功能的任何等效实施方式。

操作中，多路分解和分集分束的比率通过在第一和第二模式之间动态切换来改变。以这种方式可以实现空间多路复用增益（第一种模式下）和分集增益（第二种模式下）的可变比率。

图 18 示出了采用两个天线的另一实施例，所述两个天线能够传递与图 17 中实施例发射的信号相同的发射信号。相同附图标记已经被用于图 17 的相应模块。由于多路分解器 101 只需在一种方式下操作，因此其不需要是可变的，但是为了使功率消耗最小化，如果其能够在多路分解和分束比率控制器（未示出）的控制下被动态启动或禁止，则是有益的。三个双向开关 135、136 和 137 被包括。在第一种模式下，所有双向开关 135、136、137 被设置在所示位置上，使得天线 50、51 发射由分束器 111 输出的子流。在第二种模式下，所有双向开关 135、136、137 被设置在相对的位置上，使得天线 50、51 发射由多路分解器 101 传递的多路分解流。对于图 17 的实施例，多路分解和分集分束的比率通过多路分解和分束比率控制器的控制下，在第一和第二模式之间动态切换而被改变。

可替换地，图 17 中的选择器开关 130 和图 18 中的双向开关 135、136、137，可以用位于可替换位置上，特别是在去相关和调制部分 120 中或者在调制器 122 中的适当开关代替，这取决于这些模块的具体功能。

图 19 中示出了使用两个天线的另一配置。输入数据流的两个复制副本由分束器 111 生成。其中一个副本通过调制器 122 而被路由到第一天线 50，而其它副本通过去相关和调制部分 120 而被路由到第二天线 51。由去相关和调制部分 120 所实施的去相关可以以各种方式的任意一种实现，这里描述其例子。去相关的使用使得能够得到通过将子流接收为空间多路复用的子流而实现空间多路复用的好处，并且同时，由于该子流包含复制数据，因此能够得到通过在再次相关之后在接收机处组合子流而实现分集的好处。通过采用更多子流，每个天线一个子流，图 19 的发射机可以被推广为任意数目的天线，并为将要被去相

关的全部子流提供。

在图 17 到 19 所示的配置中，单个分集子流或多路分解流被路由到单个天线。可替换地，如果在发射机处可得到更多的信道知识，和/或发射机采用波束形成或预编码子流到天线的映射，则子流或多路分解流将会利用潜在不同的加权而被路由到多于一个的天线，由此提供方向性。

如上所述，由图 19 的发射机所发射的信号或者统一版本，具有多个在发射之前已经被去相关的复制子流。用于接收这种信号的接收机包括用于将耦合到组合器的去相关子流再次相关的再相关装置，所述组合器被安排为再次组合再次相关的子流。这里对再相关装置和组合器进行描述。

本发明的实施例是在针对 2.5G 和 3G 标准的蜂窝无线电手机中的发射机情景下进行想到的。其可以潜在地应用到使用 MIMO 技术的任何发射机中。这种无线通信系统可以包括利用频分多址 (FDMA)、时分多址 (TDMA) 和各种扩频技术，诸如码分多址 (CDMA) 信号调制的系统。GSM 系统使用 TDMA 和 FDMA 调制技术的组合。体现无线技术的无线通信装置可以包括蜂窝无线电话、结合在便携式计算机中的 PCMCIA 卡、配备有无线通信能力的个人数字助理 (PDA) 等等。

总而言之，这些实施例可以提供对现有空间多路复用方案的低复杂度修改，允许他们利用分集增益来代替空间多路复用或除了空间多路复用还利用分集增益。并且，该方法能够灵活调整两种增益之间的平衡，同时保持发射和接收处理基本上不发生改变。特别地，更复杂的处理部分，诸如编码/解码无需被改变，因此可以避免接收机中在例如多个空时编码器/解码器之间实现和切换的昂贵成本和处理开销。

本发明的实施例可被应用到使用 MIMO 技术的无线系统，包括但不限于当前和未来的蜂窝系统发展，诸如 UMTS 和诸如 IEEE 802.11 的无线 LAN。

它适用于具有多个发射天线的系统，通常这意味着 MIMO (即也有多个接收天线)，但是如果 MISO 系统通过例如应用 US2003/0013468 中的方法来提供用于接收多个流的装置的话，则还可以应用到 MISO。

尽管所述例子示出分束器在多路分解器之后，但是原理上讲这个顺序可以颠倒。在这种情况下，接收机应被重新安排为对应，从而接

收机中的再次多路复用和再次组合也将会被颠倒。本发明实施例可以利用传统的通用数字计算机或根据本说明书教导而编程的微处理器来方便地实现，这对计算机领域技术人员来说是明显的。适当的软件编码可以由熟练的程序员基于本公开的教导而容易地准备好，这对软件领域的技术人员来说是明显的。

实施例还可通过专用集成电路的准备或通过将常规组件电路互联为适当网络来实现，这对本领域技术人员来说是很明显的。

实施例还可通过存储介质上的计算机程序产品来实现，其包括可用于编程计算机来执行本发明过程的指令。存储介质可以包括但不限于任何类型的盘，包括软盘、光盘、CD-ROM和磁光盘、ROM、RAM、EPROM、EEPROM、磁或光卡，或者任意类型的适用于存储电子指令的介质。

前面的实施例和优点只是示例性的，不应被解释为限制本发明。本发明的教导容易被应用到其它类型的设备。本发明的描述是为了进行解释，而不是限制权利要求的范围。很多替换、修改和变型对本领域技术人员来说很明显是在权利要求的范围内。

在本说明书和权利要求中，元素前面的词语“一个”或“一”不排除存在多个这种元素。并且，词语“包括”不排除存在与所列元素不同的其它元素。

权利要求中将附图标记放在括号之内的意图是为了帮助理解，而不是为了限制。

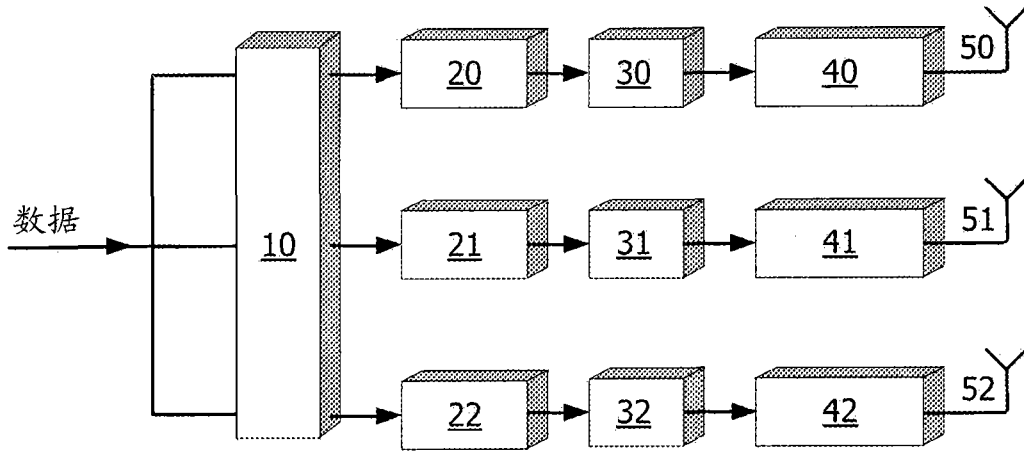


图 1

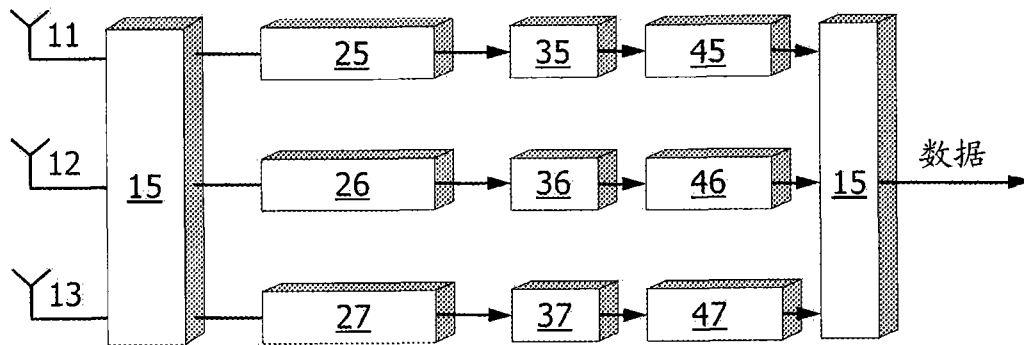


图 2

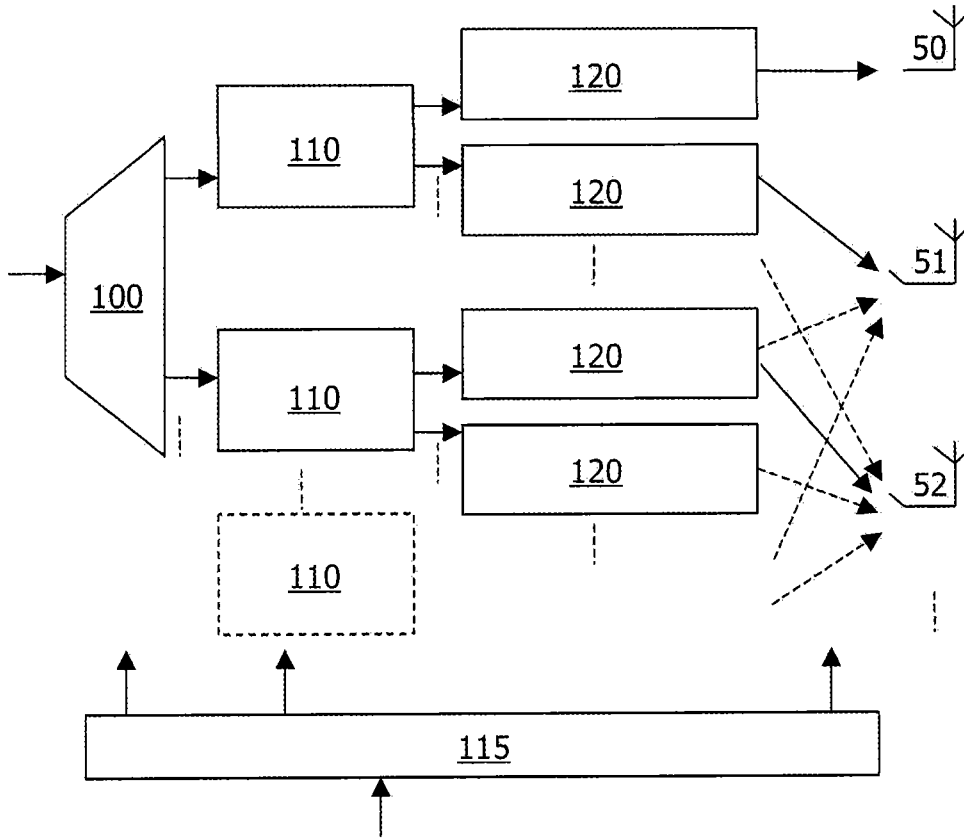


图 3

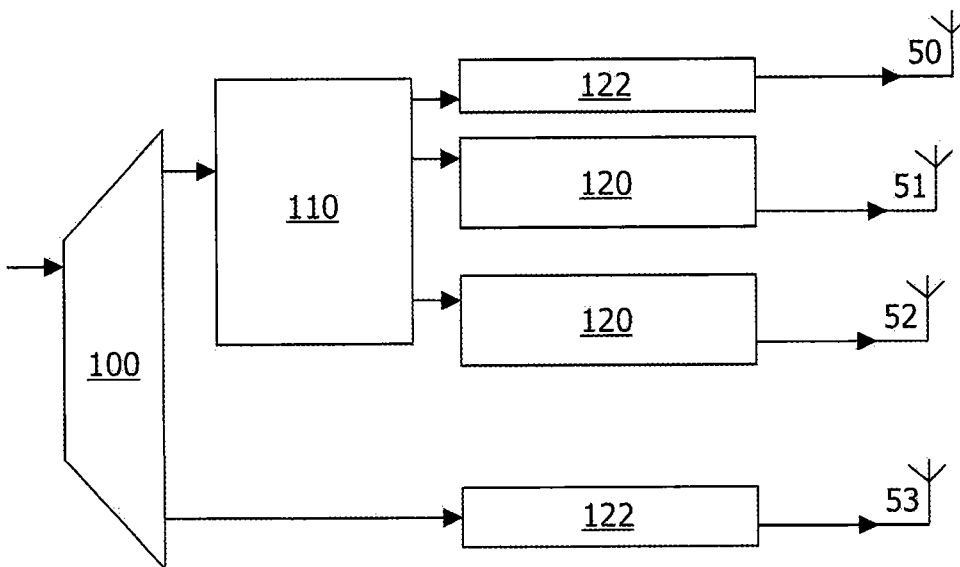


图 4



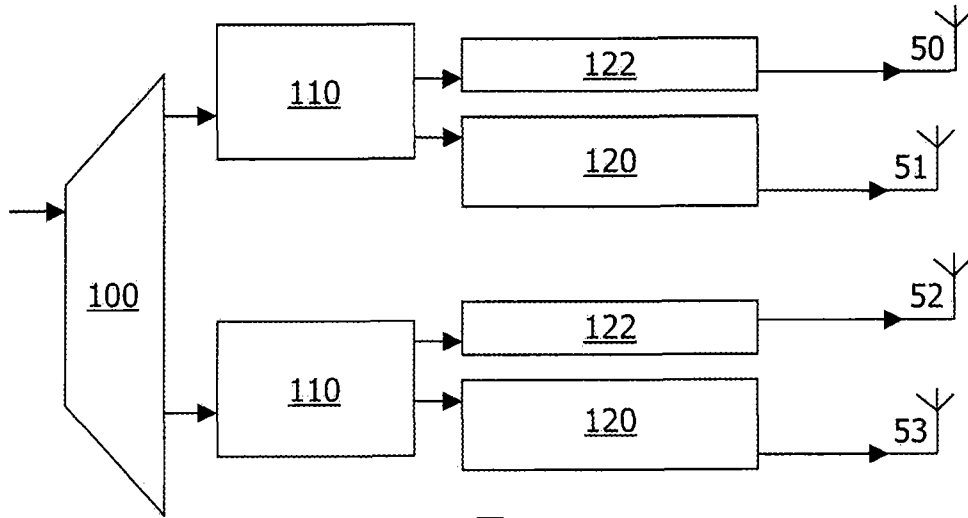


图 5

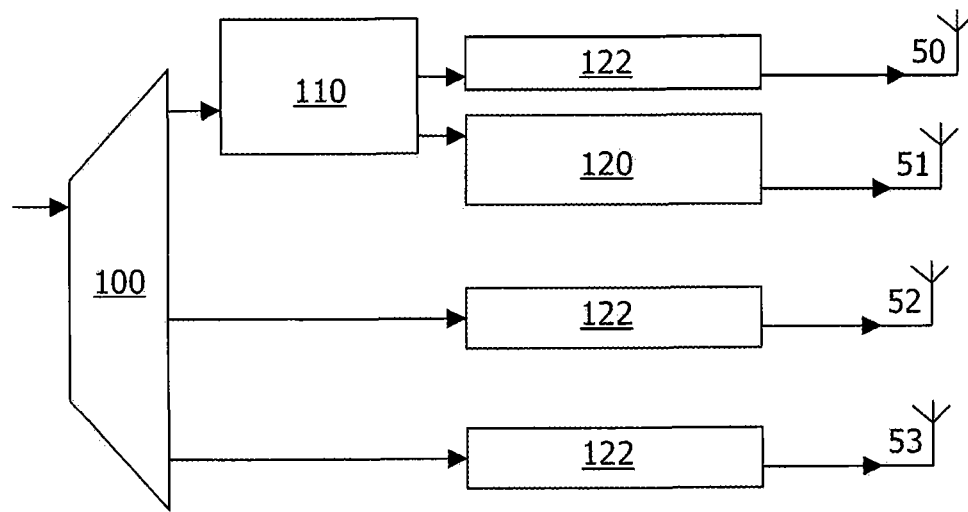


图 6

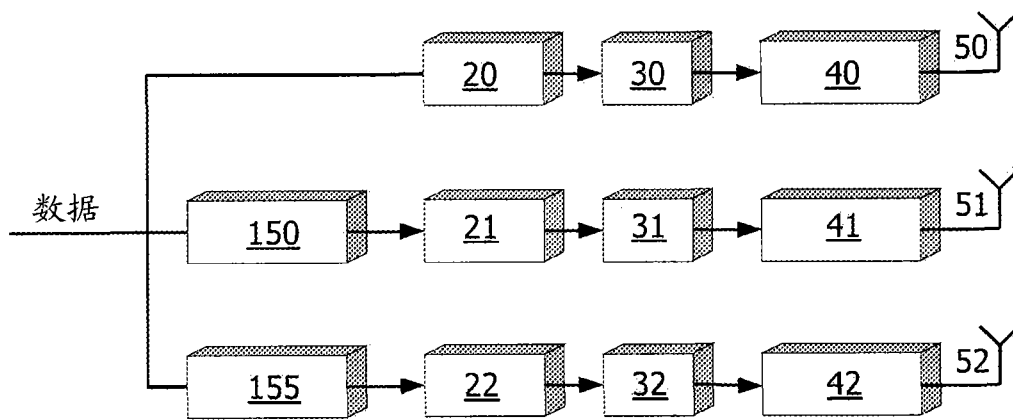


图 7

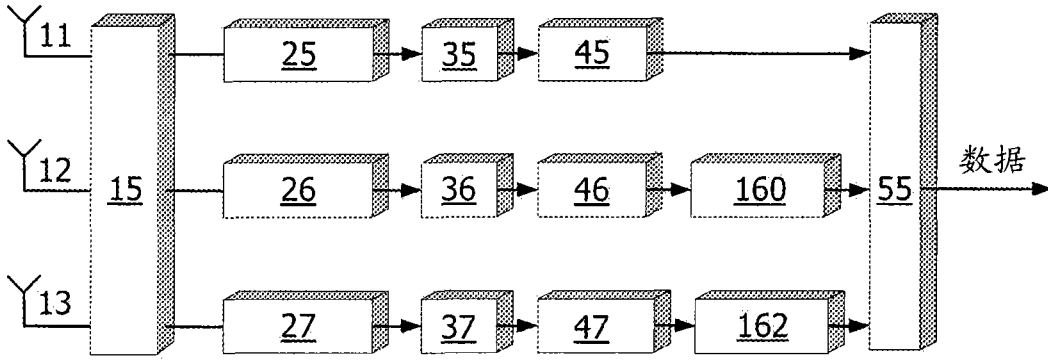


图 8

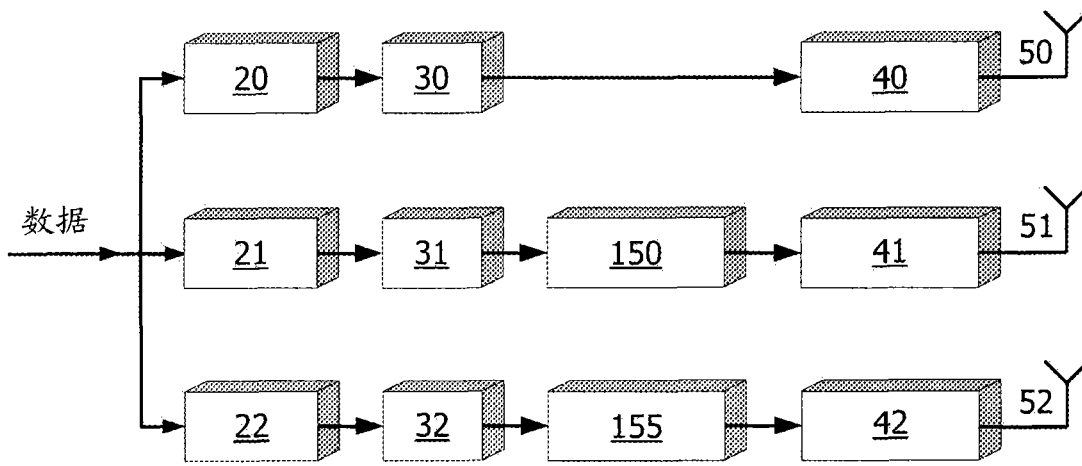


图 9

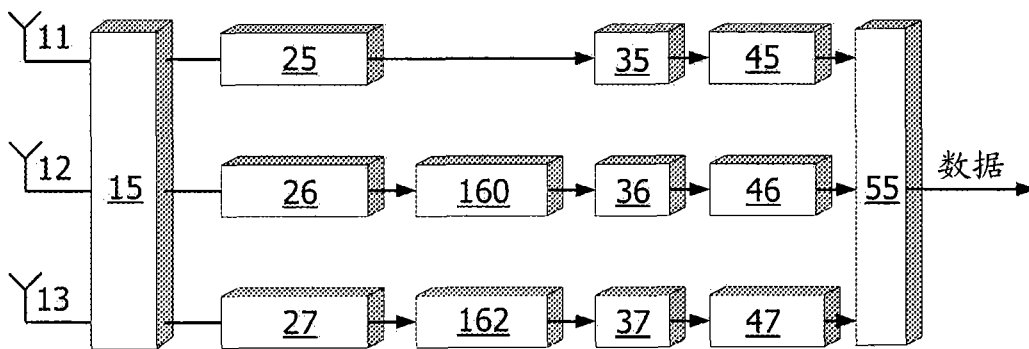


图 10

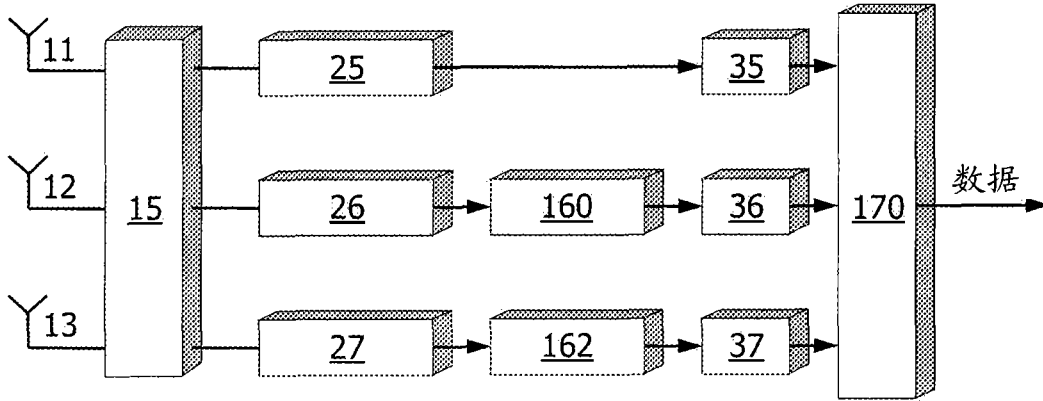


图 11

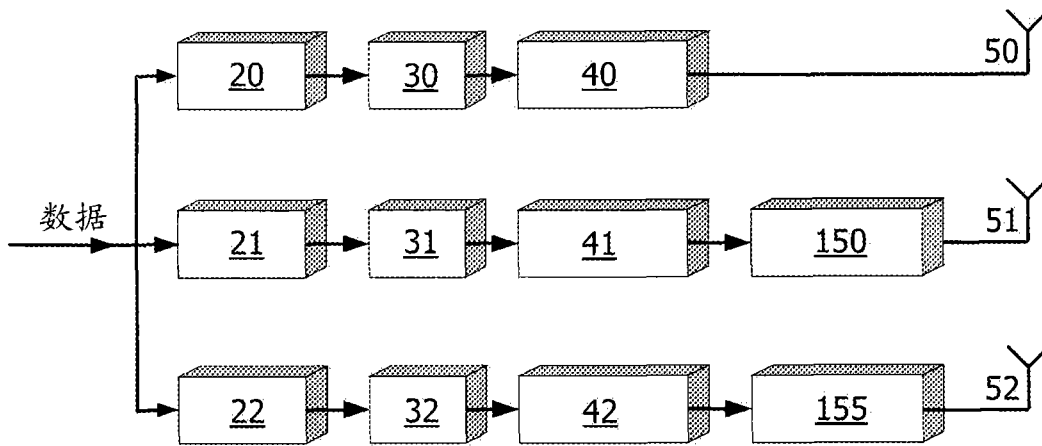


图 12

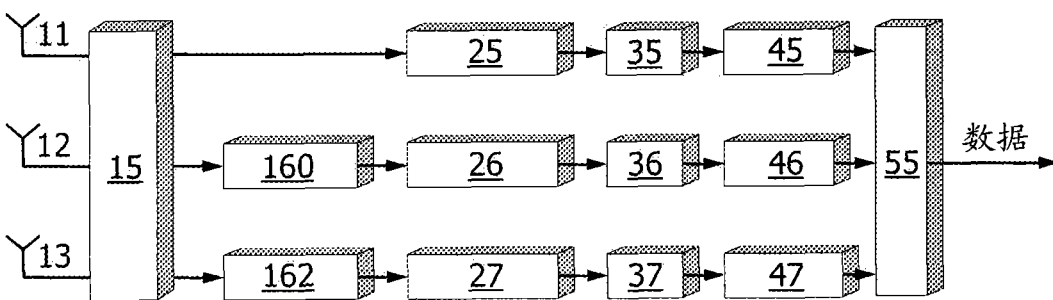


图 13

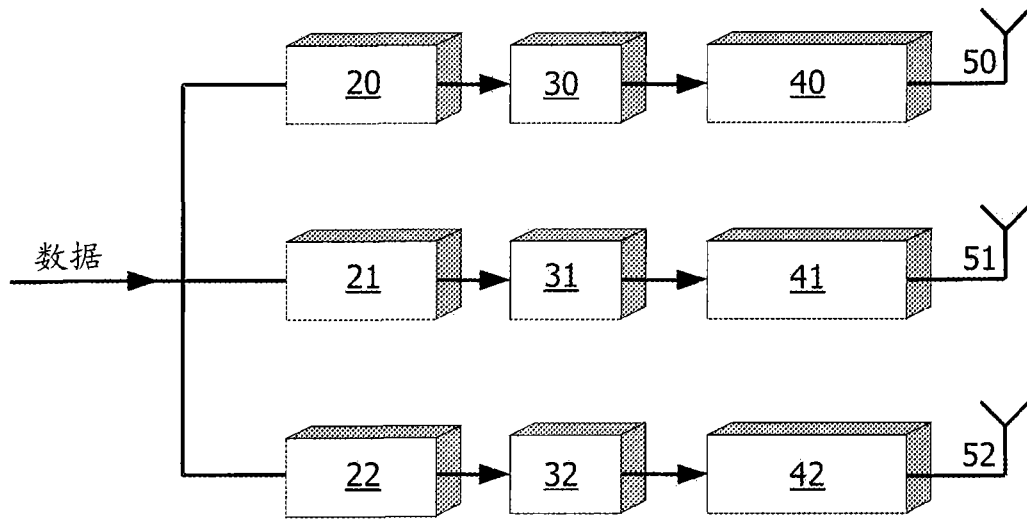


图 14

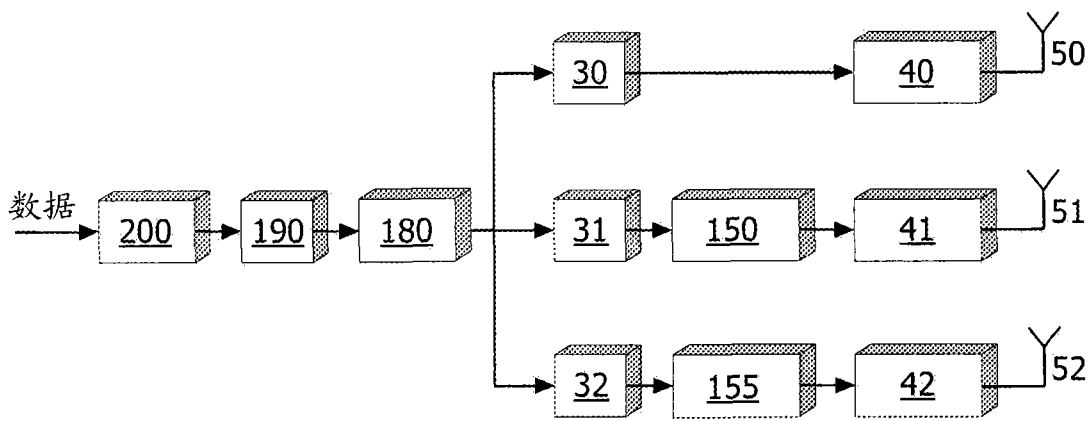


图 15

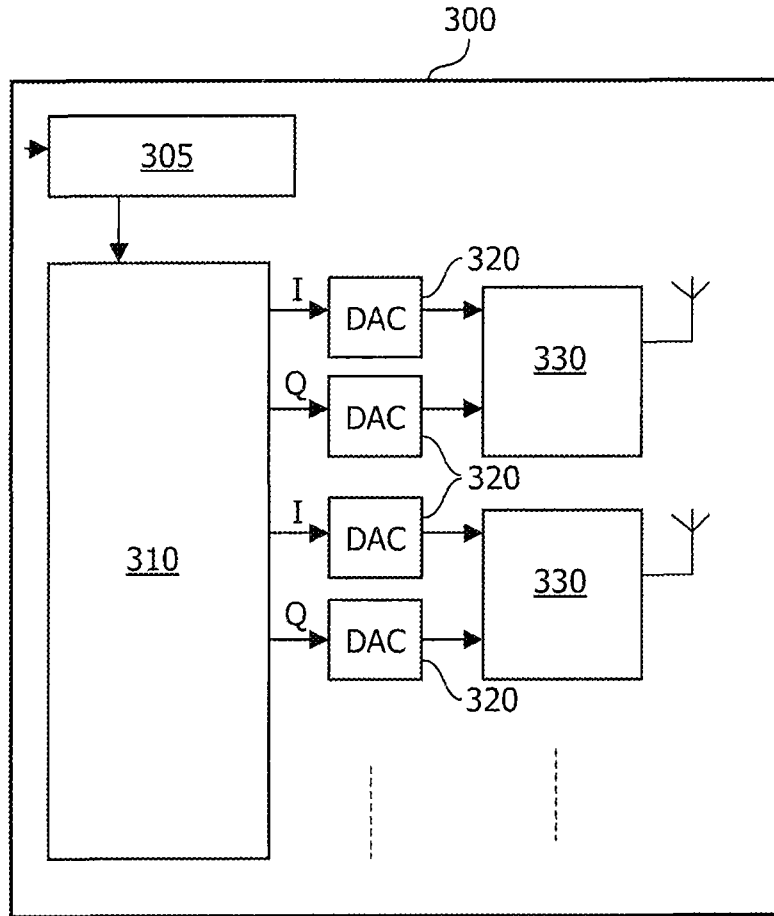


图 16

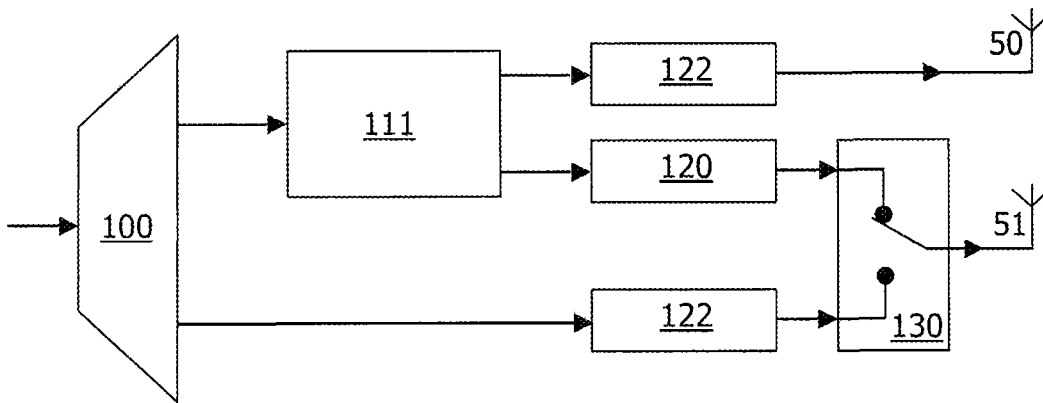


图 17

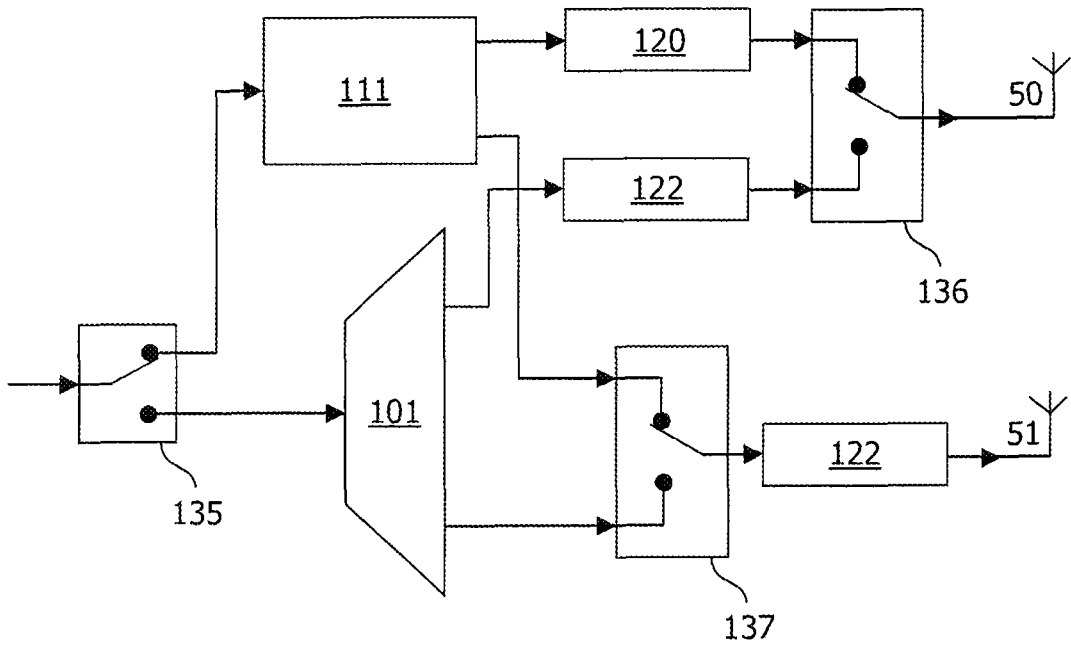


图 18

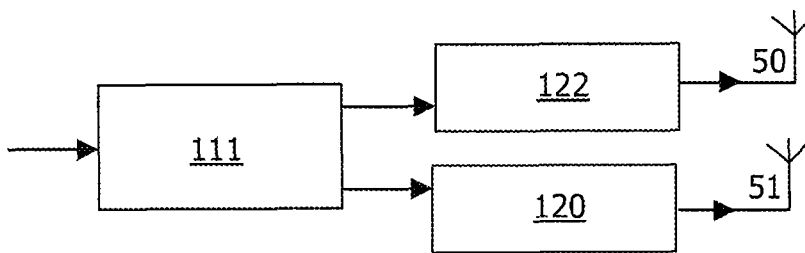


图 19