

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04L 27/36

H04B 1/707 H03F 1/32



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00815749.9

[43] 公开日 2003 年 1 月 8 日

[11] 公开号 CN 1390414A

[22] 申请日 2000.9.14 [21] 申请号 00815749.9

[30] 优先权

[32] 1999.9.17 [33] US [31] 09/397,429

[86] 国际申请 PCT/US00/25472 2000.9.14

[87] 国际公布 WO01/20866 英 2001.3.22

[85] 进入国家阶段日期 2002.5.16

[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 P·J·布莱克

M·A·霍沃德

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

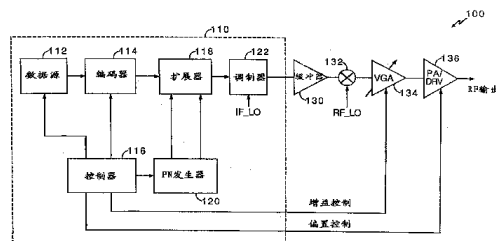
代理人 钱慰民

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 8 页

[54] 发明名称 用于旋转调制信号相位的方法和装置

[57] 摘要

一种调节调制信号相位旋转的技术,以补偿与发射信号通路关联的电路单元引入的相位旋转。电路单元可以直接位于发射信号通路中,或与之工作耦合。然后,确定对应于接收到控制信号所定义工作状态的相位旋转量,将调制信号的相位旋转与所确定的相位旋转相关的量。通过在沿发射信号通路的各种位置,旋转数据、或用于将数据扩频的 PN 序列、或用于调制数据的载波信号可以执行相位旋转补偿。



1. 一种提供来自发射信号通路的调制信号的相位旋转的方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

接收至少一个控制信号，提供每个控制信号以调节与发射信号通路关联的一个或多个电路单元的特定特征；

确定对应于工作状态的相位旋转量，所述工作状态由接收到的至少一个控制信号定义；和

将调制信号的相位旋转与所确定相位旋转量有关的量。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，其中通过复数乘法执行所述旋转步骤。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，数字化地执行旋转步骤。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在特别指定的时刻执行旋转步骤，使得当调节至少一个电路单元时，减小调制信号的相位不连续性。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

接收至少一个数据流和一对 PN 序列；和

用接收到的一对 PN 序列扩展接收到的至少一个数据流，

其中通过旋转 PN 序列的相位，以旋转调制信号的相位。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，PN 序列包括 IS-95-A 标准定义的短 PN I 和 PN Q 序列。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，用查找表执行确定步骤。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，查找表是可编程的。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，以离散增量的方式旋转调制信号的相位。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，以 $\pi/2$ 为增量旋转调制信号的相位。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，确定的相位旋转量具有 K 位分辨率，其中 K 大于 1。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，确定的相位旋转量具有 2 位分辨率。

13. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，提供至少一个控制信号中

的一个，以调节发射信号通路中可变增益单元的增益。

14. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，提供至少一个控制信号中的一个，以调节发射信号通路中工作电路单元的偏置电流。

15. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，至少一个控制信号中的一个调节直接位于发射信号通路中的电路单元。

16. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，至少一个控制信号中的一个调节工作上耦合到发射信号通路的电路单元。

17. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，调制信号是 CDMA 信号。

18. 一种提供 CDMA 发射机输出信号的相位旋转的方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

接收至少一个数据流和一对 PN 序列；

用接收到的一对 PN 序列扩展接收到的至少一个数据流，以产生扩展数据；

调制扩展数据，以产生调制信号；

用至少一个电路单元调节该调制信号，以产生输出信号；

接收至少一个控制信号，每个控制信号被构造成调节至少一个电路单元中一个或多个的特定特征；

确定对应于工作状态的相位旋转，该工作状态由接收到的至少一个控制信号定义；和

将一对 PN 序列的相位旋转与所确定相位旋转量相关的量，以提供输出信号的相位旋转量。

19. 一种调节发射信号通路的调制信号相位的方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

接收至少一个控制信号，提供每个控制信号以调节与发射信号通路关联的一个或多个电路单元的特定特征；

确定对应于工作状态的相位调节值，该工作状态由接收到的至少一个控制信号定义；和

将调制信号的相位调节与所确定相位调节值相关的量。

20. 一种发射机，其特征在于，它包括：

信号处理器，被构造成接收至少一个数据流并将它与至少一个载波信号相乘以产生调制信号；

耦合到信号处理器的至少一个电路单元，被构造成接收并调节调制信号，

以产生输出信号，其中将至少一个控制信号提供给至少一个电路单元，每个控制信号被构造成调节至少一个电路单元中一个或多个电路单元的特定特征；和

耦合到信号处理器的控制器，该控制器被构造成接收至少一个控制信号，并确定对应于工作状态的相位旋转量，该工作状态由接收到的至少一个控制信号定义，其中将输出信号的相位旋转与所确定相位旋转量相关的量。

21. 如权利要求 20 所述的发射机，其特征在于，信号处理器包括：

扩展器，被构造成接收至少一个数据流，并用一对 PN 序列将至少一个数据流扩频，以产生扩展数据，以及

其中通过旋转 PN 序列的相位，以旋转调制信号的相位。

22. 如权利要求 20 所述的发射机，其特征在于，信号处理器包括：

调制器，被构造成接收至少一个数据流，并用同相载波信号和正交载波信号调制该数据流，以产生调制信号，以及

其中通过旋转同相和正交载波信号的相位，以旋转调制信号的相位。

23. 如权利要求 20 所述的发射机，其特征在于，控制器包括：

查找表，被构造成接收至少一个控制信号，并提供对应于工作状态的相位旋转量，该工作状态由接收到的至少一个控制信号定义。

24. 如权利要求 20 所述的发射机，其特征在于，以离散增量的方式执行相位旋转。

25. 如权利要求 20 所述的发射机，其特征在于，至少一个电路单元包括可变增益单元，其增益由至少一个控制信号中的一个确定。

26. 如权利要求 20 所述的发射机，其特征在于，至少一个电路单元包括有源电路单元，其偏置电流由至少一个控制信号中的一个确定。

用于旋转调制信号相位的方法和装置

发明背景

I. 技术领域

本发明涉及数据发射。尤其，本发明涉及旋转调制信号相位的方法和装置。

II. 背景技术

在多个通信系统中，在发射到接收装置之前，处理、调制并调节数据。数据处理可以包括压缩编码、检错/纠错编码、转换以提供正交信道、扩频以分散数据等等。然后，用一个或多个载波信号调制处理过的数据，以产生更适于发射的调制信号。可以使用各种调制方案，如正交移相键控(QPSK)、偏移 QPSK、正交调幅(QAM)、调频(FM)、调幅(AM)等等。通常在发射之前还要进一步调节调制信号(如缓冲、放大、滤波等等)。

发射信号通路中的多个电路单元执行信号处理，这些单元中的一些可能将失真引入信号。例如，电路单元(如放大器、混频器)的非线性可能产生互调失真。此外，电路单元可能将相位旋转引入调制信号。通常，通过适当的电路单元设计，将这些失真保持在可接受的等级。

为了改进性能并增强系统容量，发射信号通路可以包括电路单元，根据发射装置的工作条件，这些电路单元可以被选择性地控制。例如，发射信号通路可以包括一个或多个增益可调的可变增益单元，以提供可变输出发射功率电平。发射信号通路还可以包括偏置电流可调的有源电路单元，以减小提供所需(例如线性、带宽)性能时的功率消耗。

当调节发射信号通路中的可变电路单元时，调制信号的特征可以变化。尤其，当调节电路单元时，调制信号的相位可以旋转。当以逐步方式调节电路单元时，调制信号可以包括相位不连续性，这可能引起性能的降级。在接收机处可以跟踪这种相位转变。然而，这制约了相位估计的带宽。为了以较低的信噪比(SNR)工作，期望使用窄带估计器(也就是具有较长的时间常数)，而具有较差的跟踪性能。

因此，迫切需要一种技术，它能够旋转调制信号的相位，以补偿与发射信号通路关联的电路单元的调节所引起的相位旋转。

发明内容

本发明提供了调节调制信号相位旋转的技术，以补偿与发射信号通路关联的电路单元所引入的相位旋转。通过在大致同一时间，将调制信号的相位向相反方向旋转与电路单元所引入的大致相同的量，可以减小调制信号的相位失真。可以在沿发射信号通路的各种位置执行相位旋转补偿。在一些实施例中，通过旋转数据、用于将数据扩频的 PN 序列、或用于调制数据的载波信号，数字化地执行相位旋转。相位旋转补偿可应用于多种调制技术，包括 CDMA、TDMA、FDMA 等等，并且还可应用于多种调制格式，包括 QPSK、OQPSK、PSK、QAM 等等。

本发明的一个实施例提供了从发射信号通路提供调制信号相位旋转的方法。根据该方法，接收至少一个控制信号，提供每个控制信号以调节与发射信号通路关联的一个或多个电路单元(如 VGA、PA)的特定特征(如增益、偏置电流)。电路单元可以直接位于发射信号通路中，或与它工作耦合。然后，确定对应于接收到至少一个控制信号所定义工作状态的相位旋转，将调制信号的相位旋转所确定的相位旋转量，或接近于该数量。

相位旋转可以用复数乘法器实现，也可以数字化地执行。相位旋转还可以在指定的时间执行，使得在调节电路单元时减小调制信号的相位失真。相位旋转的大小可以具有任何分辨率或精度，并可以存储在查找表中。

对于一些 CDMA 系统，通过旋转用于将数据扩频的 PN 序列的相位，旋转调制信号的相位。对于这些系统，接收至少一个数据流和一对 PN 序列。然后，用 PN 序列将接收到的数据流扩频。PN 序列可以包括 IS-95-A 标准定义的短 PN I 和 PN Q 序列。

本发明的另一实施例提供了从 CDMA 发射机提供输出信号相位旋转的方法。根据该方法，接收至少一个数据流和一对 PN 序列。然后，用 PN 序列将接收到的数据流扩频，以产生扩展数据。调制扩展数据，以产生调制信号，然后，至少用一个电路单元调节调制信号，以产生输出信号。接收至少一个控制信号，每个控制信号都用于调节一个或多个电路单元的特定特征(如增益、偏置电流)。确定对应于接收到控制信号所定义工作状态的相位旋转，然后将调制信号的相位旋转所确定的相位旋转量，或接近于该数量，以提供输出信号的相位旋转。

本发明的另一实施例提供了一种发射机，它包括耦合到控制器和至少一个电路单元的信号处理器。信号处理器接收至少一个数据流并与至少一个载波信号相

乘，以产生调制信号。电路单元接收并调节调制信号，以产生输出信号。将至少一个控制信号提供给电路单元，每个控制信号用于调节一个或多个电路单元的特定特征。控制器接收控制信号，并确定对应于接收到控制信号所定义工作状态的相位旋转。将输出信号的相位旋转所确定的相位旋转量，或接近于该数量。

信号处理器可以包括扩展器，它接收数据流和一对 PN 序列，并用 PN 序列扩频数据流，以产生扩展数据。或者，信号处理器可以包括调制器，它接收数据流并用同相载波信号和正交载波信号调制数据流，以产生调制信号。通过旋转 PN 序列的相位、数据流的相位或载波信号的相位，以旋转调制信号的相位。控制器还可以包括查找表，它接收控制信号，并提供对应于接收到控制信号所定义工作状态的相位旋转值。

可以将本发明延伸到提供调制信号的相位调节，以补偿与发射信号通路关联的电路单元所引入的相移。

附图概述

从以下的详细描述中，通过结合附图，本发明的特征、本质和优点将更加明显，附图中类似的标号在全文中作相应的指示，其中：

图 1 显示了包含本发明相位旋转机构的发射机特殊实施例的框图；

图 2 显示了扩展器特殊实施例的框图；

图 3 显示了调制器的特殊实施例的框图；

图 4 显示了 PN 发生器的特殊实施例的框图；

图 5 显示了一对正交 PN 序列的相位旋转的坐标图；

图 6 和 7 显示了相位旋转电路两个特殊实施例的框图；

图 8A 和 8B 显示了相位旋转两种实现的框图。

特殊实施例的详细描述

图 1 显示了发射机 100 的特殊实施例的框图，该发射机包括本发明的相位旋转机构。在发射机单元 110 中，将来自数据源 112 的数据分段成数据帧，并提供给编码器 114。控制器 116 可以指导来自数据源 112 的数据的分段和传送，还可以向编码器 114 提供附加数据和消息。编码器 114 根据特定编码格式将接收到的数据和消息编码，并将编码数据提供给扩展器 118。扩展器 118 还从 PN 发生器 120 接收一对伪随机噪声 (PN) 序列，并用 PN 序列将编码数据

和消息扩频，以产生扩展数据。将扩展数据提供给调制器(MOD)122，调制器根据特定的调制格式(如 QPSK)用中频载波信号(IF_LO)调制数据，以产生调制信号。扩展器 118 和调制器是信号处理器的一部分，信号处理器接收数据、PN 序列和 IF 载波信号(IF_LO)，并产生 IF 调制信号。以下将详细描述一部分电路单元。

将 IF 调制信号提供给缓冲器 130，缓冲器缓冲信号，并将缓冲信号提供给混合器 132。混合器 132 还接收另一载频载波信号(如正弦信号)(RF_LO)，并用 RF_LO 将缓冲信号上变频，以产生 RF 信号。混合器 132 可以用复数乘法器实现。将 RF 信号提供给可变增益放大器(VGA)134，增益放大器将信号放大来自控制器 116 的增益控制信号所确定的增益。将放大的 RF 信号提供给功率放大器/驱动器(PA/DRV)136，功率放大器/驱动器(PA/DRV)136 提供所需的信号驱动。为了保存功率，来自控制器 116 的偏置扩展信号可以调节 PA/DRV 136 的偏置电流。

通常用外部滤波器将来自 PA/DRV 136 的调制信号滤波，以去除镜像和干扰信号。然后，使滤波信号通过隔离器和双工器，并通过天线发射到接收装置。图 1 中没有显示这些单元。

发射机 100 可被设计成执行各种码分多址(CDMA)标准。例如，发射机 100 可以被设计成遵循：(1)“双模宽带扩频蜂窝系统的 TIA/EIA/IS-95-A 移动站-基站兼容性标准”，(2)题为“双模扩频蜂窝和 PCS 移动站中推荐的最小性能标准”的 TIA/EIA/IS-98-A、-B 和-C，(3)“cdma2000 ITU-R RTT 候选提议”，和(4)“ETSI UMTS 陆地无线电接入(UTRA)ITU-R RTT 候选提议”，这些标准在这里分别被称为 IS-95-A 标准，IS-98 标准、IS-2000 标准或提议、和 WCDMA 标准或提议。这些标准通过引用结合于此。

发射机 100 还可以被设计成实现各种 CDMA 结构，如题为“SPEAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS”的美国专利号 4,901,307，题为“SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM”的美国专利号 5,103,459，和 1997 年 11 月 3 日提交的题为“METHOD AND APPARATUS FOR HIGH RATE PACKET DATA TRANSMISSION”的美国专利申请序号 08/963,386 中所述的。这些专利和专利申请都转让给了本发明的受让人，并通过引用结合于此。本领域熟练的技术人员可以理解本发明适用于以上指出的 CDMA 标准和结构以及其它待批

的将来的 CDMA 标准和结构。

图 1 所示的发射机的实施例可以进行各种改变。例如，与图 1 中所示的相比，数字信号处理可以包括附加、更少或不同的步骤。例如，如本领域所熟知的，信号处理可以包括码元重复、码元穿插、交织等等。此外，在发射信号通路中可以通过更少或更多的滤波器、缓冲器、混合器和放大器级。还可以以不同的结构配置这些单元。在特殊实施例中，发射机单元 110 在一个集成电路中实现，其余的电路单元在另一集成电路中实现，尽管还可以使用不同数目的集成电路和/或分离单元。

如图 1 所示，调节与发射信号通路关联的一些电路单元的一些特征有时是有利的，或者是需要的。例如，可以提供一个或多个可变增益单元(如 VGA 134)，以允许调节输出发射功率电平。增益调节可以是必须的，例如，为了保持接收装置中特定的性能等级(如特定的误码率)，并减小对系统中其它单元的干扰。此外，发射信号通路中的一些电路单元(如 PA/DRV 136)可以具有可调的偏置电流，以保存功率并延长工作寿命。题为“AMPLIFIER WITH ADJUSTABLE BIAS CURRENT”的美国专利申请序号 09/034,979 中描述了具有可调偏置电流的放大器的实例，该申请转让给了本发明的受让人，并通过引用结合于此。当以高输出发射功率电平发射时，通常使用高偏置电流，在其它时候使用低偏置电流以保存功率。

对电路单元的调节影响期望的电路特征(如增益、偏置电流)，但是也影响被处理信号的其它特征。例如，调节 VGA 134 的增益将如期望地那样影响信号电平，但是也影响调制信号的相位，这可能是不期望的，或不能接受的。类似地，对 PA/DRV 136 的偏置电流的调节将如期望地那样影响电路的容量，但是通常也影响调制信号的相位。调制信号的相位随用于调节发射信号通路的关联电路单元的控制信号而变化或旋转。

根据本发明，旋转调制信号的相位，以补偿对电路单元的调节而引起的相位旋转。例如，如果当可变增益单元从一个增益设置调节到另一增益设置时引入了特定的相位旋转，那么大约在调节电路的时刻，将调制信号的相位向相反方向旋转大致相同的量。用这种方式，能减小调制信号中的相位不连续性，这能够提供接收装置处改进的解调性能和较佳的信号跟踪。

在沿发射信号通路的任何点上都能执行相位旋转补偿。在特殊实施例中，为了实现方便数字化地执行相位旋转，以提供恒定的性能。为了清楚起见，

以下对于特殊的发射机设计描述本发明相位旋转的特殊实施。

图 2 显示了扩展器 118 的特殊实施例的框图。扩展器 118 是复数乘法器，它接收“复数”数据输入(表示为 $I_{DATA} + jQ_{DATA}$)和“复数”PN 序列(表示为 $PN_I + jPN_Q$)，将复数数据输入与复数 PN 序列相乘，并提供“复数”数据输出(表示为 $I_{OUT} + jQ_{OUT}$)。在实际实施中， I_{DATA} 和 Q_{DATA} 只是两个输入数据流， PN_I 和 PN_Q 只是两个 PN 序列。 PN_I 和 PN_Q 序列是两个 PN 代码产生的扩频信号，如实现的特定 CDMA 标准或系统所定义的。通过与 PN_I 和 PN_Q 相乘，将 I_{DATA} 和 Q_{DATA} 扩频，所得的积交叉相加，以产生 I_{OUT} 和 Q_{OUT} 扩展数据输出。

如图 2 所示，扩展器 118 接收 I_{DATA} 和 Q_{DATA} 以及 PN_I 和 PN_Q 序列。将 I_{DATA} 提供给乘法器 210a 和 210c，将 Q_{DATA} 提供给乘法器 210b 和 210d。类似地，将 PN_I 序列提供给乘法器 210a 和 210d，将 PN_Q 序列提供给乘法器 210b 和 210c。每个乘法器 210 将接收到的输入数据与接收到的 PN 序列相乘或扩频，以产生各个输出扩展数据。将乘法器 210a 和 210b 的输出提供给求和器 212a，它从乘法器 210a 的输出中减去乘法器 210b 的输出，以产生 I_{OUT} 扩展数据。类似地，将乘法器 210c 和 210d 的输出提供给求和器 212b，它将这两个输出组合，以产生 Q_{OUT} 扩展数据。扩展器 118 执行的函数和扩展数据输出可以表示为：

$$(I_{OUT} + jQ_{OUT}) = (I_{DATA} + jQ_{DATA}) \cdot (PN_I + jPN_Q) \quad (1)$$

$$I_{OUT} = (I_{DATA} \cdot PN_I) - (Q_{DATA} \cdot PN_Q) \quad (2)$$

$$Q_{OUT} = (I_{DATA} \cdot PN_Q) - (Q_{DATA} \cdot PN_I) \quad (3)$$

扩展器 118 通过复数乘法运算用 PN_I 和 PN_Q 序列有效地调制 I_{DATA} 和 Q_{DATA} 数据流。

图 3 显示了调制器 122 特殊实施例的框图。将扩展数据 I_{OUT} 和 Q_{OUT} 分别提供给将数据滤波的滤波器 314a 和 314b。滤波器 314 还可以通过用本领域熟知的方式执行填零和低通滤波，对接收数据进行附加抽样。将被滤波器 314a 和 314b 处理过的数据分别提供给数模转换器(DAC) 316a 和 316b，它们将数据转换成 I 和 Q 模拟信号。将模拟信号提供给低通滤波器 318a 和 318b，它们以 DAC 316 转换速率的倍数(例 1X, 2X, 3X, ...)抑制图像。滤波器 314 或 318 还可以用本领域熟知的方式执行 $\sin x/x$ 纠正。将 I 和 Q 滤波信号分别提供给乘法器 320a 和 320b，乘法器还分别接收 IF_LO 产生的同相(I_LO)和正交(Q_LO)载波信号。每个乘法器 320 将数据与各个载波信号相乘，以产生调制分量。将 I 和 Q 调制分量提供给求和器 322，求和器 322 将这些分量组合，以产生 IF

调制信号。乘法器 320 与求和器 322 用同相和正交载波信号执行 I 和 Q 信号的正交调制。

在一些发射机设计中，数字化地执行正交调制。在这些发射机中，用同相和正交载波信号分别数字化地调制分别来自滤波器 314a 和 314b 的 I 和 Q 数据。然后，组合数字化的 I 和 Q 调制分量，并提供给产生 IF 调制信号的 DAC。

图 4 显示了 PN 发生器 120 的特殊实施例的框图，PN 发生器 120 被设计成产生 PN_I 和 PN_Q 序列。在特殊实施例中，用长 PN 码和短 PN 码扩展将被发射的数据。长 PN 码对数据扰码，使得接收装置(如基站)能识别特定的发射装置(如特定的移动站)。短 PN 码将数据在整个可用的系统带宽上扩频。如图 4 所示，长码发生器 432 基于长 PN 码产生长 PN 序列，并将它提供给乘法器 436a 和 436b。短码发生器 434 根据一对短 PN 码产生一对短 PN 序列，也将它们提供给乘法器 436a 和 436b。长和短 PN 码可以是 CDMA 标准所定义的 (IS-95-A 标准)。

每个乘法器 436 将接收到的长和短 PN 序列相乘，以产生各个输出 PN 序列。将来自乘法器 436a 和 436b 的 IPN 和 QPN 序列分别提供给相位旋转电路 438，相位旋转电路如控制信号 CTRL 所指导地将序列相位旋转。相位旋转 PN_I 和 PN_Q 序列可用于扩展数据。定时/控制电路 430 将定时信号提供给 PN 发生器 432 和 434，使得在特定的时刻启动 PN 序列。

回到图 2 和 3，先用 PN_I 和 PN_Q 将 I_{DATA} 和 Q_{DATA} 扩频，然后用 I_{LO} 和 Q_{LO} 调制 I_{DATA} 和 Q_{DATA} 。可以在这些级的任何一个或两个处执行本发明的相位旋转。如下所述通过旋转 PN 序列的相位或数据的相位，可以执行扩展级(也就是，通过乘法器 210)处的相位旋转。通过旋转 I_{LO} 和 Q_{LO} 载波信号的相位，可以执行调制级处的相位旋转。

图 5 显示了正交 PN 序列的相位旋转。IPN 和 QPN 序列(也就是相位旋转电路 438 的输入)分别显示为水平和垂直轴上的相量。PN_I 和 PN_Q 序列(也就是相位旋转电路 438 的输出)显示为虚线相量。输出 PN 序列(如 PN_Q)和输入 PN 序列(如 QPN)的相差是 θ_{ROT} 的相位旋转。PN_I 和 PN_Q 序列的计算如下：

$$PN_I = [IPN \cdot \cos(\theta_{ROT}) - QPN \cdot \sin(\theta_{ROT})] \quad (4)$$

$$PN_Q = [IPN \cdot \sin(\theta_{ROT}) + QPN \cdot \cos(\theta_{ROT})] \quad (5)$$

现在对于图 1 所示的发射机 100 描述本发明的特殊实施，其中提供两个控制信号 CTRL[1:0]。一个控制信号(如 CTRL1)调节 VGA 134 的增益，另一个

控制信号(如 CTRL0)调节 PA/DRV 136 的偏置电流。CTRL[1:0]的每组特殊控制值定义发射机的特定工作状态。例如, CTRL[1:0]=00 的控制值可以定义低增益、低偏置电流的工作状态,控制值 01 可以定义低增益、高偏置电流的工作状态,控制值 10 可以定义高增益、低偏置电流的工作状态,控制值 11 可以定义高增益、高偏置电流的工作状态。每个工作状态可以与调制信号的特定相位旋转关联。将一个工作状态指定为相位旋转为 0 的基线状态。相对于基线状态,其它工作状态与特定的相位旋转关联。例如, CTRL[1:0]=00、01、10 和 11 的工作状态可以分别与 0、 $\pi/2$, π 和 $3\pi/2$ 的相位旋转关联。

当将发射机调节或设置为新的工作状态时,确定与新工作状态关联的相位旋转量。然后,将 PN 序列的相位旋转所确定的相位旋转量,以补偿电路单元以新工作状态工作所引起的相位旋转量。大致在调节电路单元的同时旋转 PN 序列。通过在大致同一时间将 PN 序列的相位向相反方向旋转大致相同的量,可以减小调制信号中的相位不连续性。

控制信号 CTRL[1:0]所指示的每个工作状态与四个可能的相位旋转值中的一个关联。在一个简单的实施中,提供四个相位旋转值 0、 $\pi/2$ 、 π 和 $3\pi/2$,并用信号 PHASE[1:0]表示。在该实施中,相位旋转 PN_I 和 PN_Q 序列可以从输入 IPN 和 QPN 序列中产生,如表 1 所示。

表 1

| PHASE[1:0] | 相位旋转 | PN_I | PNQ |
|------------|----------|------|------|
| 0 0 | 0 | IPN | QPN |
| 0 1 | $\pi/2$ | -QPN | IPN |
| 1 0 | π | -IPN | -QPN |
| 1 1 | $3\pi/2$ | QPN | -IPN |

当选择了控制信号 CTRL[1:0]所指示的新的工作状态时,确定与新工作状态关联的相位旋转。用查找表(LUT)、组合逻辑或其它实施可以实现工作状态与相位旋转值的映射。然后,按需要将 PN_I 和 PN_Q 序列调节信号 PHASE[1:0]指定的量,以提供期望的相位旋转。

图 6 显示了相位旋转电路 438a 的特殊实施例的框图,该电路实现表 1 所示的相位旋转。在该实施例中,每个工作状态与一个或四个可能的相位旋转值关联。控制信号[1:0]指示特定工作状态,信号 PHASE[1:0]指示特定的相位

旋转值。将控制信号 CTRL[1:0]提供给用时钟信号 CLK 计时的寄存器 642。将寄存器 642 的寄存值提供给查找表 644，查找表提供与特定工作状态关联的相位旋转值，该工作状态由接收到的控制信号 CTRL[1:0]定义。信号 PHASE[1:0]提供相位旋转值。

如表 1 所示，PN_I 和 PN_Q 序列分别等于相位旋转为零时的 IPN 和 QPN 序列。对于 $\pi/2$ 和 $3\pi/2$ 的相位旋转，交换 IPN 和 QPN 序列。对于 π 和 $3\pi/2$ 的相位旋转 IPN 序列取反，对于 $\pi/2$ 和 π 的相位旋转 QPN 序列取反。异或 (XOR) 门 646 和乘法器 (MUX) 648 可用于实现这些关系。

如图 6 所示，将信号 PHASE1 提供给 XOR 门 646a 的一个输入，将 IPN 序列提供给 XOR 门 646a 的第二输入。当相位旋转为 π 或 $3\pi/2$ 时，XOR 门 646a 将 IPN 序列取反。将 XOR 门 646a 的输出提供给 MUX 648a 的“0”输入和 MUX 648b 的“1”输入。

将信号 PHASE[1:0]提供给 XOR 门 646b 的输入。当相位旋转为 $\pi/2$ 或 π 时，XOR 门 646b 产生将 QPN 序列取反的逻辑高电位。将 XOR 门 646b 的输出提供给 XOR 门 646c 的一个输入，将 QPN 序列提供给 XOR 门 646c 的第二输入。当相位旋转为 $\pi/2$ 或 π 时，XOR 门 646c 将 QPN 序列取反。将 XOR 门 646c 的输出提供给 MUX 648a 的“1”输入和 MUX 648b 的“0”输入。将信号 PHASE0 提供给 MUX 648a 和 648b 的选择输入 (S)，用于当相位旋转为 $\pi/2$ 或 $3\pi/2$ 时交换 PN 序列。

寄存器还接收使寄存器在指定时刻更新的启动信号 EN。启动信号 EN 可用于使 PN 序列的相位旋转对准与发射信号通路关联的电路单元的调节。用这种方式，当调制信号的相位由于电路单元的调节而旋转时，在调制信号上执行相应的相位旋转补偿，以大致抵消电路单元引起的相位旋转。复位信号 RESET 可用于使寄存器复位，并且当设置软件复位位或激活硬件复位线时能被赋值 (例如为逻辑高电位)。

在图 6 所示的简单实施例中，提供两个控制信号 CTRL[1:0]，每个控制信号控制一个电路单元，并且为“0”或“1”值。一般，发射信号通路可以包括任何数目的可调电路单元。此外，每个电路单元可被调节成任何数目状态中的一个。例如，期望以四位的分辨率调节 VGA 的增益，并且以八位的分辨率调节电路单元的偏置电流。电路单元的每个特定设置对应于发射信号通路的一个特定工作状态。虽然每个工作状态可以与调制信号的特定相位旋转关联，但是期望只提供可能工作状态一个子集的相位旋转补偿。对于以上实例，

虽然可以以八位的分辨率调节电路单元的偏置电流，但是期望提供对电路单元控制信号三个最高位定义的八个工作状态的相位旋转补偿。

通常，每个控制信号可用于调节一个或多个电路单元的特定特征。例如，期望使用一个公共的控制信号调节发射信号通路中两个 VGA 的增益。为了简化，相位旋转补偿所需的用于 M 个或多个电路单元的 M 个控制信号可以串接成 N 位，其中 $M \leq N$ 。

图 7 显示了相位旋转电路 438b 的特殊实施例的框图，该电路可用于产生任何数目的相位旋转值。将控制信号 CTRL[N-1:0] 的 N 位提供给由时钟信号 CLK 计时的寄存器 642。将寄存值提供给查找表 744，查找表提供与接收到控制信号所定义的工作状态关联的相位旋转值。

在一个实施例中，查找表 744 中存储了 L 个相位旋转值。接收到控制信号 CTRL[N-1:0] 所定义的每个工作状态与 L 个相位旋转值中的一个关联。在一个实施例中，存储在查找表 744 中的每个相位旋转值具有 P 位分辨率，并指示 0 到 2π 之间的特定相位旋转。

LUT 744 将对应于接收到控制信号所定义工作状态的相位旋转值 θ_F 提供给复数乘法器 746，该复数乘法器还接收 IPN 和 QPN 序列。乘法器 746 根据等式 (4) 和 (5) 将接收到的 PN 序列与接收到相位旋转值 θ_F 的适当 sin 和 cos 值相乘，以产生相位旋转 PN 序列。用相位旋转值 θ_F 代替等式 (4) 和 (5) 中的相位旋转值 θ_{ROT} 。乘法器 746 提供来自输入 IPN 和 QPN 序列的具有 0 到 2π 之间相位旋转的输出 PN_I 和 PN_Q 序列。

可用逻辑电路、查找表或其它电路实现复数乘法器 746。复数乘法器 746 也可用与查找表 744 集成。每个 IPN 和 QPN 序列通常具有一位分辨率。乘法器 746 的每个输出 PN 序列可具有 K 位分辨率。具有 $2K \cdot 2^{P+2}$ 位的查找表可用于实现复数乘法器 746。由于输出 PN 序列实质上是正弦曲线，所以可以简化查找表，只存储一个象限的正弦值，其它三个象限可以从所存储的一个象限中得出。

图 7 还显示了对准提供给电路单元的控制信号的机构，使得当调节电路单元时减小调制信号中的相位失真。将控制信号 CTRL[N-1:0] 提供给延迟单元 748，延迟单元将每个控制信号延长适当的量。参考图 1，PA/DRV 136 的偏置控制信号可以略延迟于 VGA 134 的增益控制信号，以补偿 VGA 134 的延迟。将延迟单元 748 的延迟控制信号提供给电路单元。

如上所述，可以在发射信号通路中的各种位置执行相位旋转。例如，可以对复数数据（也就是 I_{DATA} 和 Q_{DATA} ）、复数 PN 序列（也就是 IPN 和 QPN）或载波信号（也就是 I_{LO} 和 Q_{LO} ）执行相位旋转。这些各种形式的相位旋转可以表示如下：

$$\begin{aligned}
 s(t) &= \text{Re}\{m(t) \cdot p(t) \cdot e^{j\omega_c t} e^{j\theta_{\text{ROT}}}\} \\
 &= \text{Re}\{m(t) \cdot [p(t) \cdot e^{j\theta_{\text{ROT}}}] \cdot e^{j\omega_c t}\} \\
 &= \text{Re}\{m(t) \cdot e^{j\theta_{\text{ROT}}} \cdot p(t) \cdot e^{j\omega_c t}\} \\
 &= \text{Re}\{m(t) \cdot p(t) \cdot e^{j(\omega_c t + \theta_{\text{ROT}})}\}
 \end{aligned} \tag{6}$$

其中 $s(t)$ 是输出调制信号， $m(t)$ 是数据序列， $p(t)$ 是 PN 序列， $e^{j\omega_c t}$ 是载波信号。

图 8A 和 8B 显示了本发明相位旋转两种实施的框图。图 8A 显示了扩展数据的相位旋转，图 8B 显示了 PN 扩展序列的相位旋转。

在图 8A 中，扩展器 810 接收复数数据 (I_{DATA} 和 Q_{DATA})，并用复数 PN 序列 (IPN 和 QPN) 扩展复数数据，并将扩展数据提供给相位旋转器 812。相位旋转器 812 还接收表示期望相位旋转 (θ_{ROT}) 的信号，并将扩展数据旋转 θ_{ROT} 的相位量。如上所述，可以数字化地或在调制级中执行相位旋转。

在图 8B 中，相位旋转电路 820 接收复数 PN 序列 (IPN 和 QPN)，并将复数 PN 序列旋转 θ_{ROT} 的相位量，并将旋转的 PN 序列 (PN_I 和 PN_Q) 提供给扩展器 822。扩展器 822 还接收复数数据 (I_{DATA} 和 Q_{DATA})，并用复数 PN 序列 (PN_I 和 PN_Q) 扩展复数数据，以产生扩展数据。对于某些特殊的实施（例如相位旋转以 90° 为单位增加），该实施的计算效率将更高，因为 PN 序列通常具有一位分辨率，并且如上所述用简单电路可以方便地实现相位旋转。

可以通过各种方式确定调节电路单元而引起的调制信号的相位旋转量。例如，通过电路模拟、发射机的实验测量或其它手段可以确定相位旋转。对于每个电路结构（也就是控制信号 CTRL[N-1:0] 定义的每个特定的工作状态），确定调制信号的相位。选择基线工作状态，将与剩余每个工作状态关联的相位值和基线状态相位值比较，以获得该工作状态的相位旋转值。因此每个工作状态映射到特定的相位旋转值，或与之相关。

在一个实施例中，查找表存储各种工作状态的相位旋转。当初始化发射机或接收到复位信号时，可以导入查找表。或者，每当控制信号改变状态时系统总线可以提供相位旋转值（也就是，来自其它集成电路）。

在以上描述中，通过旋转 PN 序列的相位提供相位旋转补偿。通过旋转数据，如图 2 中的 I_{DATA} 和 Q_{DATA} 也可以提供相位旋转。在一些发射机设计中，该数据可以包括多于 PN 序列的分辨率位，在这种情况下旋转 PN 序列只需要较少的电路。

还可以在沿发射信号通路的其它点上执行相位旋转补偿。例如，也可以通过旋转用于调制数据的载波信号执行相位旋转。回到图 3，包括乘法器 320a 和 320b 的调制器用同相 (I_{LO}) 和正交 (Q_{LO}) 载波信号分别调制经滤波的 I 和 Q 数据。为了在调制级中旋转相位，可以旋转同相和正交载波信号的相位，以提供调制信号所需的相位旋转。

在本发明的一些实施例中，为了便于实施数字化地执行相位旋转，并提供一致的性能。数字化实施允许以离散步骤实现相位旋转，尽管各步骤的大小根据信号 PHASE 的分辨率变化。还可以使用模拟信号执行相位旋转（例如在调制级处）。模拟实施允许以更连续的方式执行相位旋转补偿。

可以用各种方式实现图 1 所示的单元。可以用带有专用电路的硬件、处理器（也就是控制器 116）上运行的软件或两者的组合实现数字化处理单元（如编码器 114 和扩展器 118）。可以用微计算机、微处理器、处理器、信号处理器、专用集成电路 (ASIC) 或被设计成执行上述功能的其它电子单元实现控制器 116。使用随机存取存储器 (RAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、只读存储器 (ROM)、可编程只读存储器 (PROM)、电子可编程只读存储器 (EPROM)、快闪存储器、其它存储装置或以上任何装置的组合可以实现查找表。

如图 1 所示，控制信号 CTRL[1:0] 调节直接发射通路中电路单元的特征。本发明还可用于补偿不在直接发射通路中的其它电路单元引起的相位旋转。例如，压控振荡器 (VCO) 及其关联的缓冲器具有其偏置电流，调节该偏置电流以减小功率损耗。调节这些电路单元的偏置电流可以引起 VCO 所产生信号相位的变化，该变化可以引起调制信号的相位旋转。因此，当调节 VCO 和/或缓冲器时，可以旋转调制信号的相位以补偿调制信号中由这些电路单元所引起的相位旋转。

这里描述的本发明可应用于多种通信系统，如 CDMA 通信系统。本发明适用于现有的各种 CDMA 系统和不断考虑的新系统。上述美国专利申请序号 08/963,386 中描述了一特殊的 CDMA 系统。该系统包括在基站和移动站处发射单元中的扩展器。扩展器以类似于上述的方式用一对 PN 序列将接收到的数据

扩频。上述美国专利号 4,901,307 和美国专利号 5,103,459 中描述了另一 CDMA 系统。

本发明尤其适用于 CDMA 系统的移动站，它需要在较大的范围(例如 85dB)上调节其输出发射功率。移动站包括包括多个带有可变增益的电路单元和多个具有可调偏置电流的电路单元，以减小功率损耗并延长单元的工作寿命。

本发明还可应用于使用其它调制技术的其它通信系统，例如时分复用(TDMA)、频分复用(FDMA)，调频(FM)和如幅度压扩单边带(ACSSB)的调幅(AM)方案。本发明还可应用于其它发射系统，如广播电视、寻呼等等。

本发明可以延伸到提供调制信号的相位调节，由于与发射信号通路关联的电路单元引入了相移。当调节电路单元时，可以移动调制信号的相位，以补偿电路单元引入的相移，以减小调制信号的相位失真。

提供上述较佳实施例说明，使本领域任何技术人员能制作或使用本发明。这些技术人员不难明白上述实施例的各种更改，并且可将这里规定的一般原理用于其他实施例而无需施展发明本领。因此，本发明不是要受这里所示实施例的限制，但要符合这里揭示各原理和新颖特性一致的最大范围。

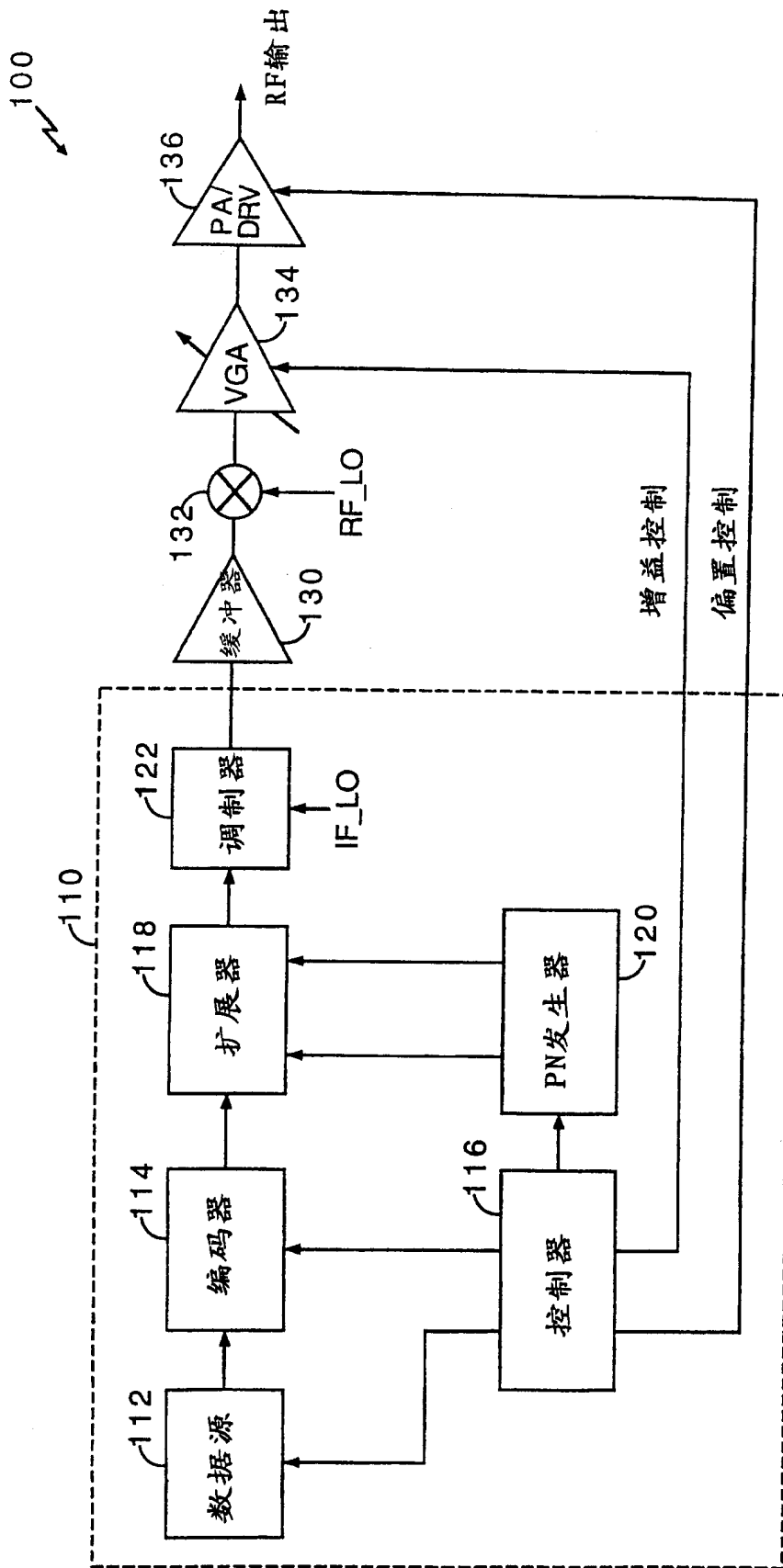


图 1

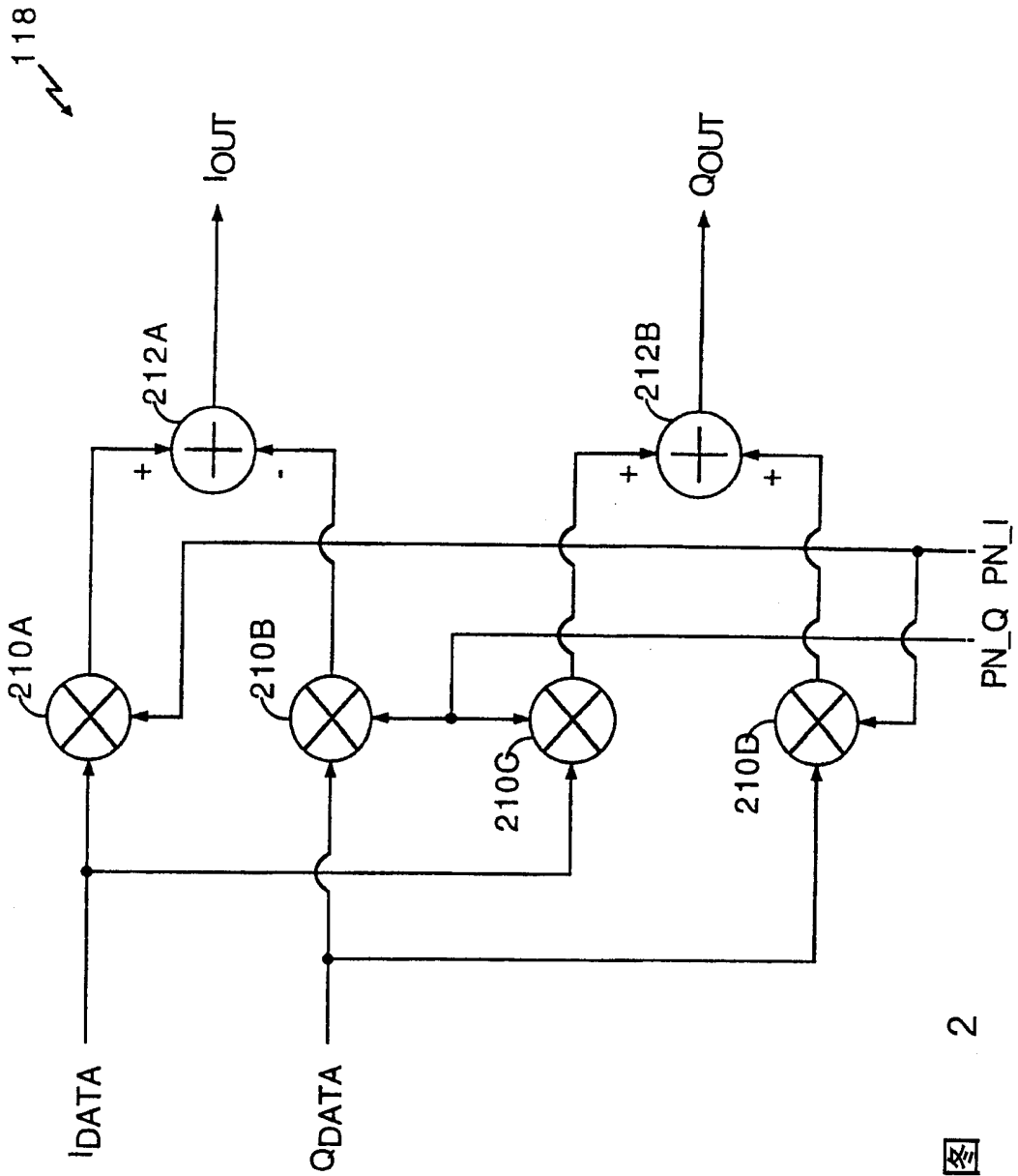


图 2

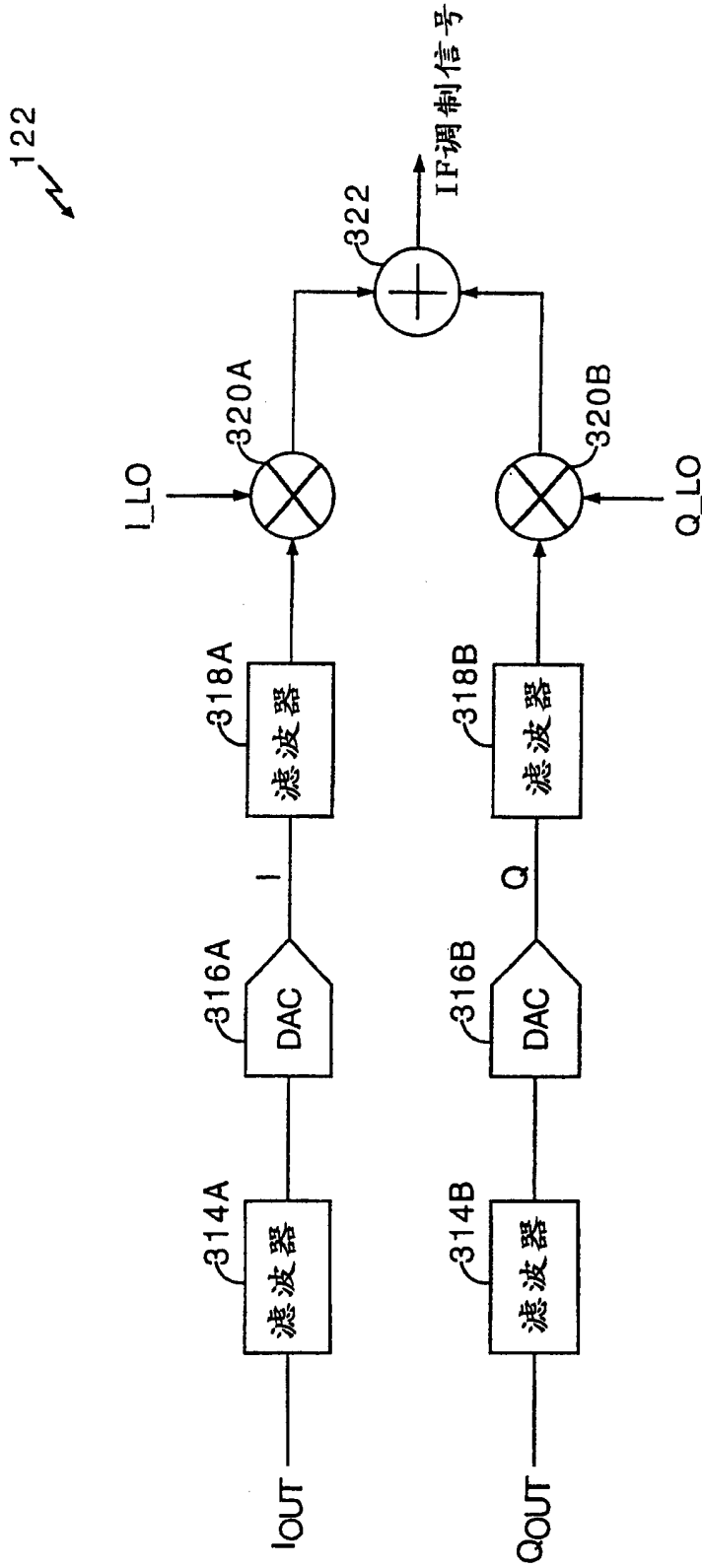


图 3

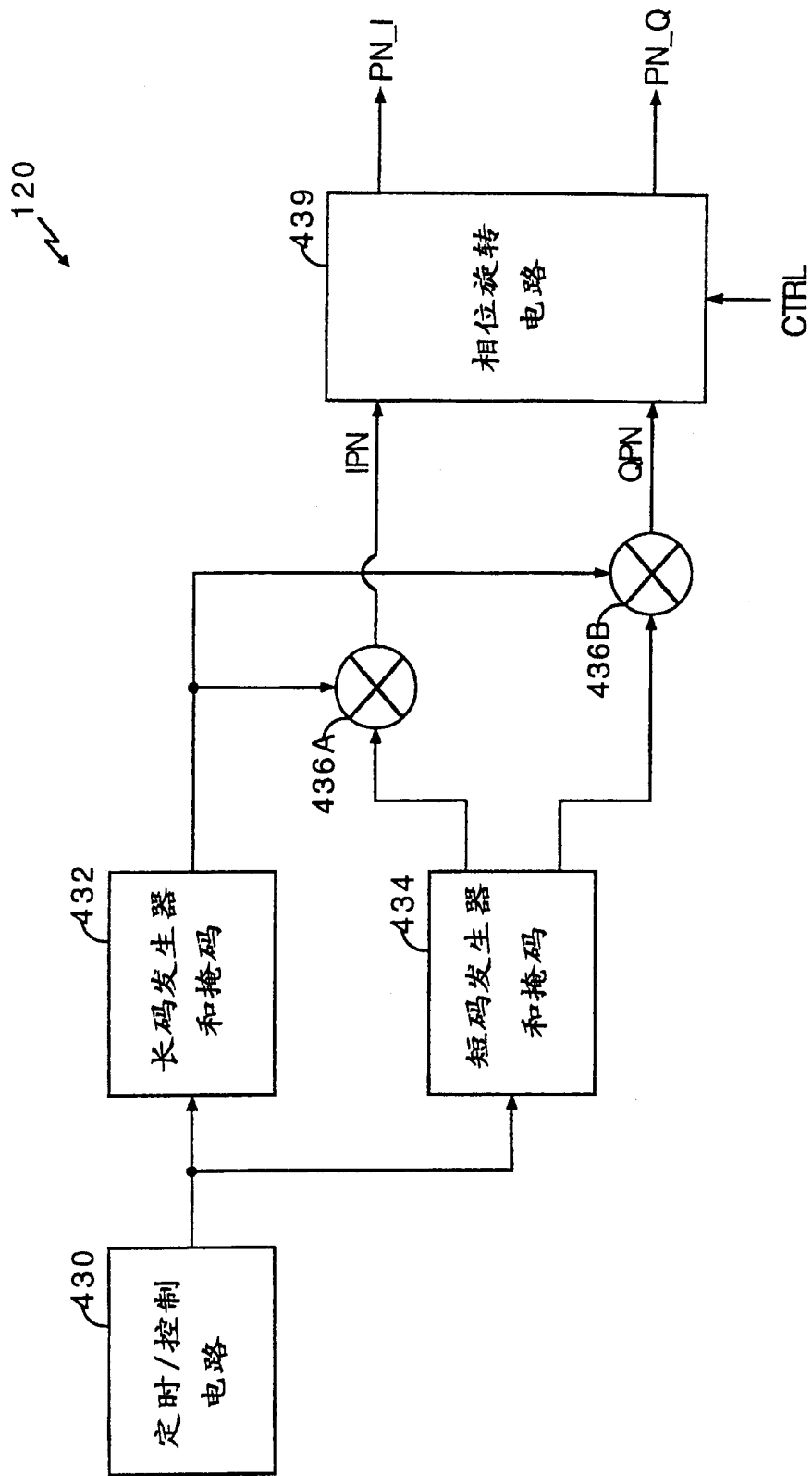


图 4

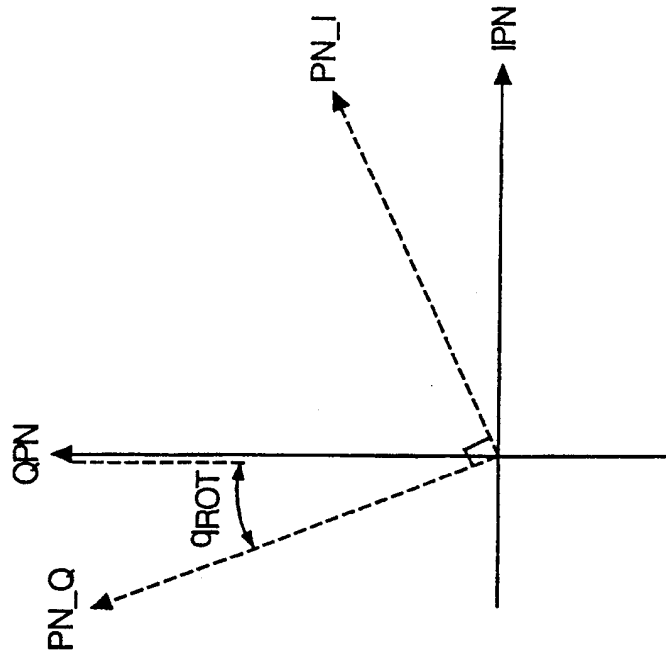


图 5

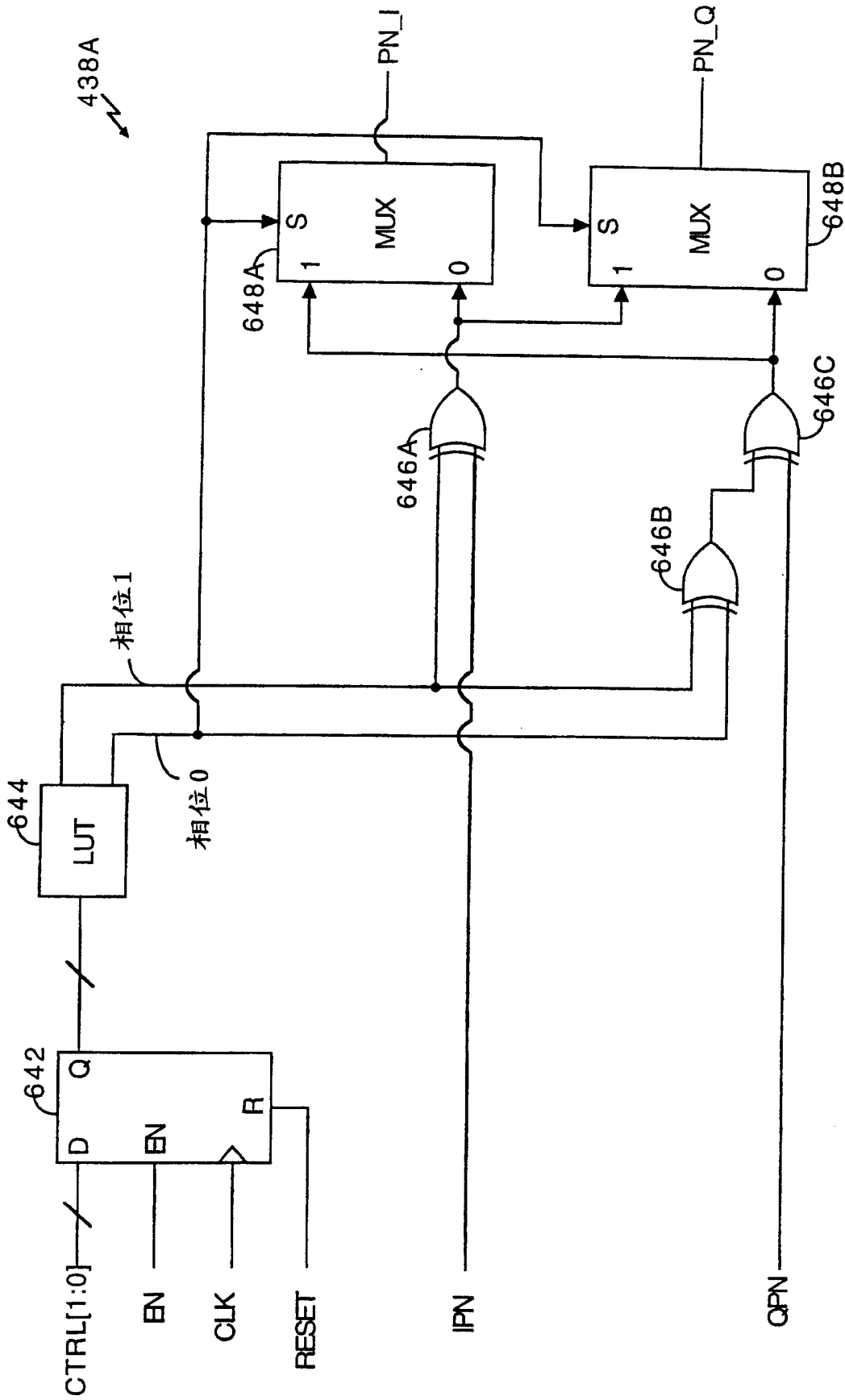


图 6

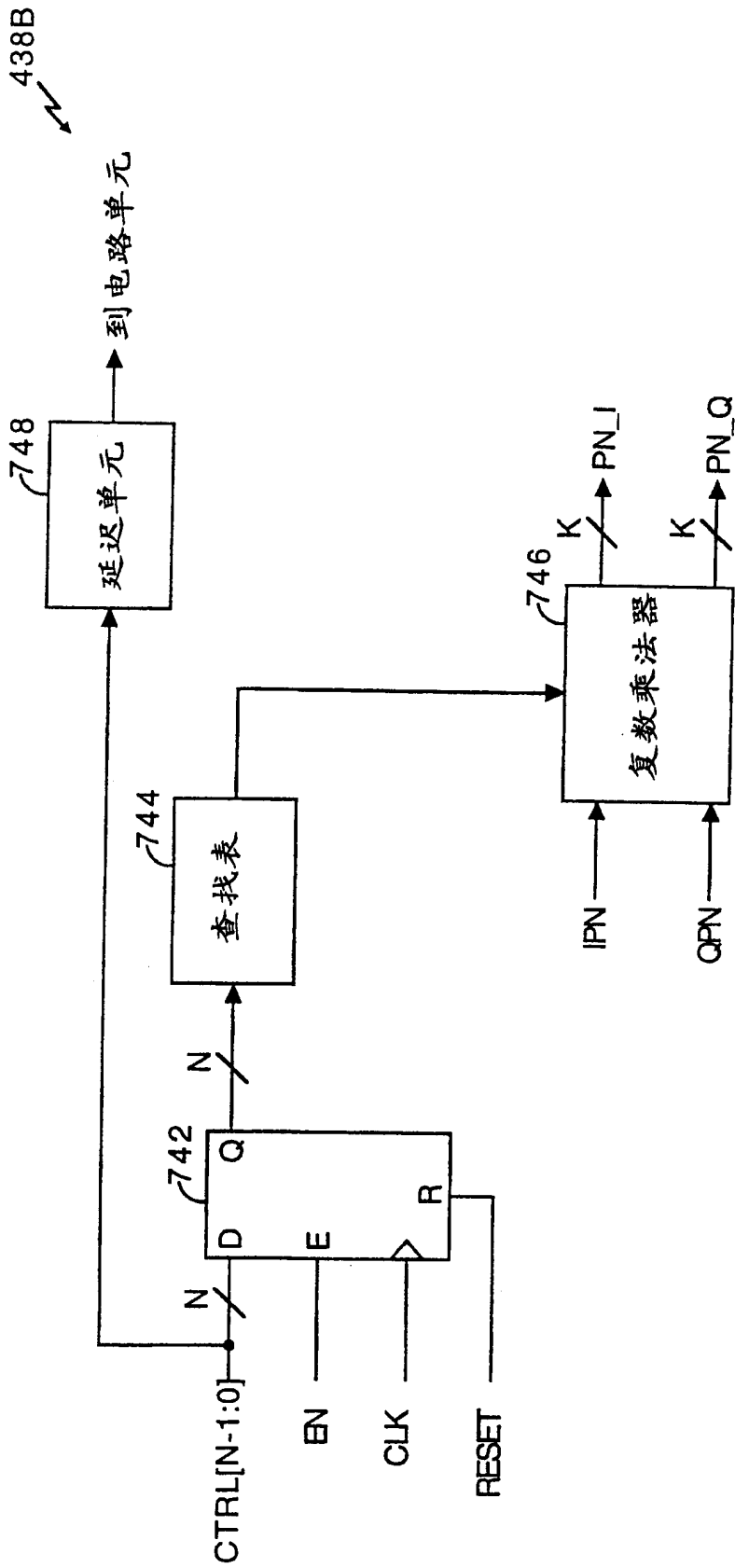


图 7

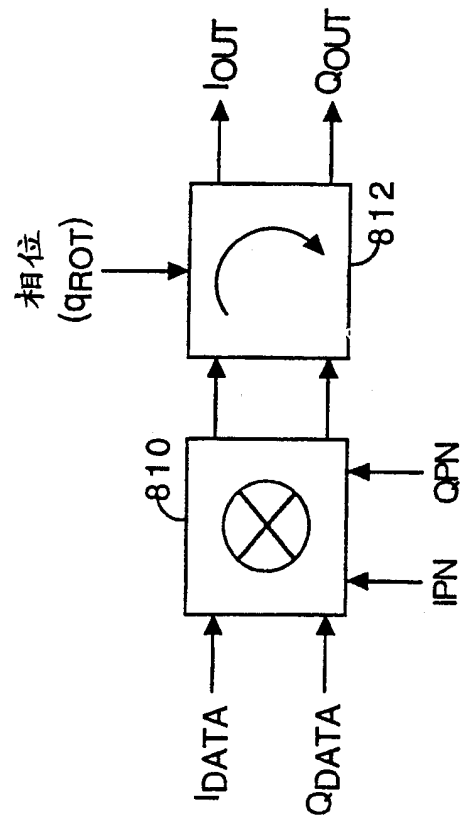


图 8A

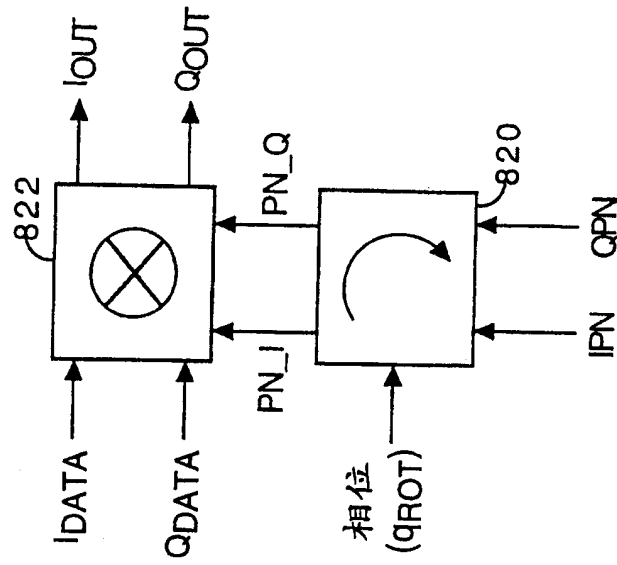


图 8B