[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04B 1/707 (2006.01)
H04L 27/02 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03813146.3

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 100426690C

[22] 申请日 2003.6.5 [21] 申请号 03813146.3

[30] 优先权

[32] 2002. 6. 7 [33] US [31] 60/387,207

[86] 国际申请 PCT/US2003/017851 2003.6.5

[87] 国际公布 WO2003/105390 英 2003.12.18

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.7

[73] 专利权人 美商内数位科技公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 提摩太·A·艾克斯内斯

利昂德·卡萨凯费许

[56] 参考文献

EP1190522A1 2002.3.27

US20010024475A1 2001.9.27

US5999578A 1999.12.4

CN1261996A 2000.8.2

审查员 丁 灵

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 陈 亮

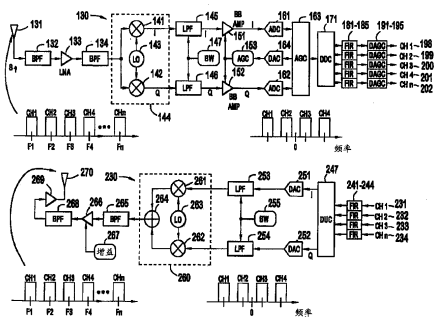
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

多载波直接转换接收器和多载波直接转换发射器

[57] 摘要

一种无线电通信装置，例如一接收器、发射器或收发器，其提供一射频信号与数个可分辨信道间的正交信号的直接转换。 该装置利用一直接转换发射器/接收器及基频带信号处理在一无线通信系统内提供多重 RF 载波的区块处理。



1. 一种多载波直接转换接收器，其用来接收并处理一多载波射频信号，包括：

一天线，其用来接收该多载波射频信号；

一射频放大器，其在该天线与一调制器解调器之间提供一接口，该射频放大器设置以放大该已接收的多载波射频信号；

该调制器解调器耦接于该射频放大器且设置以将该多载波射频信号转换成同相和正交基频带信号；

第一与第二基频带区段，每一区段包括一低通滤波器和放大器，该第一区段设置以处理该同相基频带信号，以及该第二区段设置以处理该正交基频带信号；

第一与第二模拟数字转换器，该第一转换器设置以将该同相基频带信号转换成一数字同相信号，以及该第二转换器设置以将该正交基频带信号转换成一数字正交信号；及

一直接转换电路，连接于所述模拟数字转换器，用来将所述数字同相和正交信号转换成数个信道信号。

2. 如权利要求1所述的接收器，其更包括数个有限脉冲响应滤波器，设置该数个有限脉冲响应滤波器的每一个以对该数个信道信号之一进行滤波。

3. 如权利要求1所述的接收器，其中每一低通滤波器的频带宽是可调整的。

4. 如权利要求3所述的接收器，其更包括一频带宽控制电路用来控制所述低通滤波器的频带宽。

5. 一种多载波直接转换发射器，其用来处理并发射数个信道信号，该发射器包括：

一数字增频转换器，设置以接收该数个信道信号且输出对应于该数个信道信号的一数字同相信号以及对应于该数个信道信号的一数字正交信号；

第一与第二数字模拟转换器，该第一转换器设置以在一基频带频率上将该数字同相信号转换为一模拟同相信号，以及该第二转换器设置以在一基频带频率上将该数字正交信号转换为一模拟正交信号；

一调制器，设置以调制该模拟基频带的同相和正交信号，进而提供一组合射频信号；及

一发射装置，设置以发射该射频信号。

6. 如权利要求5所述的发射器，其更包括一射频放大器，以用来在发射该射频信号之前放大该射频信号。

7. 如权利要求5或6所述的发射器，其更包括第一与第二低通滤波器，该第一低通滤波器耦接于该第一数字模拟转换器且设置以对该模拟同相信号滤波，以及该第二低通滤波器耦接于该第二数字模拟转换器且设置以对该模拟正交信号滤波。

8. 如权利要求7所述的发射器，其更包含一频带宽控制电路用以控制所述低通滤波器的频带宽的方式控制该发射器的频率响应。

9. 如权利要求 8 所述的发射器，其更包括数个有限脉冲响应滤波器，每一有限脉冲响应滤波器设置以接收该数个信道信号其中之一，且用来对该数字增频转换器提供相应的信道信号的一经滤波的输出。

多载波直接转换接收器和多载波直接转换发射器

技术领域

本发明大体上关于通信系统。更明确地说，本发明关于利用多路空中接口和直接转换/调制进行多载波处理的通信系统。

背景技术

一数字通信系统通常利用一连续频率载波藉助于一改变其振幅、频率或相位的调制技术传送信息。经调制后的信号通过一通信媒体传送。该通信媒体可为导向的或无定向的，包括铜、光纤或空气且一般称之为物理通信信道（physical communication channel）。

欲传送的信息是以一位串流的形式输入然后映射至一定义出调制架构的预先决定的符号星座（constellation）分布。将每一位映射成符号的作业即称为调制。

一习知技艺的基站通常必须运用多载波收敛连续频谱。可用于此等基站中的习知技艺超外差接收器 11 的一框图绘于图 1。一运算器通常被分配到二个（2）或更多信道 Ch1-Ch4（载波），且想要将它们用在每一小区内（频率再利用=1）。若因某些限制条件导致一频率再利用是数较低而使其成为不可行，运算器具有有限个信道，且会以连续的频谱段加以分隔使得每一小区内使用数个相邻信道。在此情况中，接收器 11 必须同时处理所有信道（载波）。如此降低硬件成本、体型大小、及功率消耗。

就昔日而言，基站接收器的高要求条件仅可通过一超外差式架构满足。直接转换式架构有源自于将 RF 信号直接降频转换成基频带的许多本质性问题。此等问题包含在基频带信号产生 DC 偏移的自混频现象；将强力干扰信号转换成基频带的偶次失真；所有半导体装置所固有与频率（f）成反比且会遮盖基频带信号的的 1/f 噪声；以及干扰到其它使用者的 LO 信号乱真发

射现象。直接转换接收器亦使模拟基频带处理组件的当前技术所及能力负担过重，因为增益控制和滤波全部必须在基频带完成。这需要拥有高动态范围和一广大带宽的昂贵放大器。

习知的多载波无线电机是以一超外差无线电架构为基础，此架构运用一中间频率（以下简称 IF）和直接数字取样以使多载波来回于基频带地区块转换，如图 1 就接收器所示。由于 IF 通常定在 50 MHz 以上，直接数字取样需要昂贵的高速或次取样数据转换器，例如能够进行大于 100 MHz 的取样率且要求非常低的时钟颤动的模拟数字转换器（以下简称 ADC）和数字转模拟转换器（以下简称 DACs）。

直接数字取样的另一缺点为 IF 表面声波（以下简称 SAW）滤波器必须剔除相邻信道内的干扰。无线电系统所支持的最大载波数量决定了 SAW 滤波器的频带宽。要支持不同数量的载波必须有额外的 SAW 滤波器。另一种选择，得使用一个 IF 滤波器涵盖整个目标频带，但在 ADC 内必须有额外的动态范围方能对付额外的干扰。

可从已接收信号的动态范围了解此问题。当上行链信道全部都在同一个基站的控制之下，会以相似的功率级接收到射频（以下简称 RF）载波，且在 ADC 内需要较小的动态范围。然而，如果 IF 滤波器频带宽涵盖整个频带，隶属于其它基站的上行链信道会出现在对该 ADC 的输入。这些信道可能处于一非常高的电平，因而该 ADC 内必须有更大动态范围。

回头参照图 1，接收器 11 是用于数字多载波无线通信，例如一码分多址（CDMA）通信。当天线 15 接收到一信号，此信号通过一第一带通滤波器 16 和一线性放大器 17。一第二带通滤波器 18 从放大器 17 收到信号且将此信号提供给一混频器 19。一本地振荡器 20 连接于混频器 19 且混频器 19 将该信号从 RF 转化成 IF 然后经过一带通滤波器 21 滤波。

带通滤波器 21 是连接于一 ADC 22，该 ADC 将其数字化输出提供给一数字降频转换器 23。利用一复合数值控制振荡器 24 控制数字降频转换器 23 将处于 IF 的每一信道转化成基频带。数字降频转换器 23 对一组有限脉冲响应（以下简称 FIR）滤波器 25 提供正交基频带信号，所述 FIR 滤波器进行脉冲整形和干扰剔除。FIR 滤波器 25 的输出提供给相应的数字自动增益控

制电路（DAGCs）35，所述电路以四个（4）相应信道45提供输出。将来自于每一信道的数字数据发送给一数字处理器（图中未示）进行后续处理，例如数据解调制和译码。虽然图中以四个（4）信道做为一实例，熟习此技艺者会理解到可有任意数量的信道。

一相似程序用在发送侧，如图2所示，该图为使用四个（4）输入信道Ch1-Ch-4 65的习知技艺发射器51的框图。四个（4）输入信道65对相应功率控制电路75提供信号，所述电路对相应FIR滤波器85提供其输出。FIR滤波器85通常适用来进行脉冲整形。FIR滤波器85的输出则以正交相差提供给一数字增频转换器95，后者连接于一复合数值控制振荡器96。数字增频转换器95的输出提供给一数字转模拟转换（DAC）电路97，后者将其模拟输出提供给一第一带通滤波器98，后者对一IF混频器99提供信号。IF混频器99从一振荡器100接收其本地振荡器信号且将一输出提供给一第二带通滤波器102。该带通滤波器的输出在一放大器103放大、在一输出带通滤波器104滤波且经由天线105发射。

在这些构造（图1和2）当中，通过RF组件进行着各样转换。这些RF组件的制造成本相当高。因此，最好提出一种就实务上可行尽量避免多重RF转换的电路。此外，期望接收器和发射器有一种直接转换式设计。

习知直接转换接收器的主要问题为在接收器输出端产生的DC偏移。DC偏移的主要来源是本地振荡器自混频以及混频器的二级互调制（IP2）。DC偏移可能相当地大，导致ADC内达到饱和以及接收器内的其它性能问题。

直接转换问题的解决方案已为人知晓多时，但在近年来的科技发展使得整合式解决方案可以制作在单块型RF集成电路（RFICs）上以前这些方案都是不实用或成本高昂的。这些问题的解决方案包含消除偶次失真的平衡（差动）结构，呈现低1/f噪声和优异线性的SiGe半导体科技，以及消除自混频和LO乱真发射现象的谐波混频。朝向宽频带无线科技的进展亦已降低1/f噪声对直接转换接收器的整体噪声底限的贡献。此外，当今市面上已有满足模拟基频带处理要求的高速率、高线性的放大器。

然而，直接转换接收器仍有着在接收器输出端产生DC偏移的主要问题。DC偏移的主要来源是LO自混频以及混频器的二级互调制。DC偏移可能相

当地大而造成 ADC 饱和以及接收器内的其它性能问题。因此，虽然当今相对于习知技艺已有所进步，这些习知技术仍远落后于理想性能。

发明内容

本发明为一种无线电通信装置，例如一接收器、发射器或收发器，其包含一直接转换多载波处理器。多载波处理器频率利用一正交调制器(发射器)或解调器（接收器）在 RF 信道与一基频带之间来回转化。由于模拟信号被转化成近似于 DC，可经由一频带宽控制单元将传统可调整滤波器程序化为支持不同数量的信道（载波）以及信道频带宽。

附图说明

图 1 为一具备直接数字取样多载波接收器的习知技艺超外差无线电机的框图。

图 2 为一具备直接数字发射器的习知技艺超外差无线电机的框图。

图 3 为一依据本发明制得的直接转换多载波接收器的框图。

图 4 为一依据本发明制得的直接转换多载波发射器的框图。

具体实施方式

以下参照图式说明本发明，图中以相同数字标示相同组件。

本发明能够利用一直接转换发射器/接收器和基频带信号处理在一无线通信系统内促成多重 RF 载波的区块处理。此一多载波无线电机通过在单一无线电机内同时处理多重载波而非在个别无线电机内处理每一载波的方式降低成本。

图 3 为一依据本发明建构的通信接收器的范例实施例的框图。接收器 130 接收数个通信信号 $Ch_1,Ch_2,...Ch_n$，每一信号分别就一载波频率 $F_1,F_2,...F_n$ 发送。以下将所述信号统称为多载波信号 S1。

接收器 130 有一天线 131、一第一带通滤波器 132、一射频放大器 133 和一第二带通滤波器 134。其亦包含连接于一本地振荡器 143 的第一和第二混频器 141,142，第一和第二低通滤波器（以下简称 LPFs）145,146，一频带

宽控制电路 147 以及第一和第二基频带放大器 151,152。第一和第二混频器 141,142 与本地振荡器 143 耦接构成一解调器 144。

一第一自动增益控制（以下简称 AGC）电路 153 连接于基频带放大器 151,152，且基频带放大器 151,152 的输出是提供给 ADC 电路 161,162。ADC 电路 161,162 的数字化输出是提供给一第二 AGC 电路 163。第二 AGC 电路 163 对一 DAC 电路 164 提供一 AGC 输出，而该 DAC 电路对第一 AGC 电路 153 提供一输入，从而控制基频带放大器 151,152 的增益。

第二 AGC 电路 163 的输出是提供给一数字降频转换器 171，后者对数个 FIR 滤波器 181-185 然后对数个 DAGC 电路 191-195 提供独立输出以对数个信道 Ch_1-Ch_n 198-202 提供输出。数字转模拟 AGC 循环 163,164,153 的使用减小输出的动态范围且因此减小数字 AGC 电路 191-194 下游的必要动态范围。

天线 131 捕捉到多载波信号 S1 且将信号 S1 输入给带通滤波器 132，后者提供频带滤波作用剔除频带外的干扰。将滤波后的信号提供给低噪声放大器（以下简称 LNA）133，该放大器设定接收器 130 的噪声底限。LNA 133 的输出经带通滤波器（以下简称 BPF）134 滤波以滤除因 LNA 133 造成的任何互调制失真。

LNA 133 的输出发送给调制器解调器 144，后者是由混频器 141 和 143 以及稳定的本地振荡器（以下简称 LO）143 组成。LO 143 有两个输出，其中一个相对于载波是同相的（I）而另一个是正交的（Q）。LO 143 的频率为输入信道 Ch_1-Ch_n 的中心频率（F_1 - F_n）/2；其中 F_1 是是第一信道 Ch_1 的载波频率且 F_n 是第 n 个信道 Ch_n 的载波频率。调制器解调器 144 将目标信号从 RF 转化至基频带，以 DC 为中心将信号环绕对正。

该 I 信号和 Q 信号是发送给 LPF 145 和 146，所述 LPF 提供干扰剔除作用以使下游基频带处理组件 151-194 的动态范围减至最小。由于模拟信号经转化成近似于 DC，可经由一频带宽控制器 147 将传统可调整滤波器 145 和 146 程序化为支持不同数量的信道以及信道频带宽。

ADC 161,162 是一对传统的低成本 ADC，其使来自于解调器 144 的 I/Q 信号数字化。个别信道 Ch_1-Ch_n 经 DDC 171 降频转换成基频带。

通过FIR滤波器181-185对每一信道Ch_1-Ch_n进行信道滤波和脉冲整形。

AGC程序是以两个步骤进行。第一步是在第一和第二AGC电路153,163内进行调整基频带放大器151,152的增益以使信号维持在ADC 161,162的动态范围内。AGC程序的第二步为是在DAGC块191-195内以数字方式进行且是用来将I/Q信号的位宽度减小至每一信道198-202所要求的最小值。

如图3所示，接收器130当作一多载波直接转换接收器运作。含有多重RF信道的频率块藉以直接降频转换成基频带的一频率块。

图4为一依据本发明建构的直接转换通信发射器230的范例实施例的框图。个别信道（Ch_1-Ch_n）231-234首先传送通过FIR滤波器241-244且经由一数字增频转换器（以下简称DUC） 247以数字方式增频转换。如此提供一数字基频带信号，此信号是用来驱动一对低成本的DAC 251,252。DUC 247通过将中心频率从零平移+/-半个频带宽的方式将一输入信号转换成I/Q信号分量。

DUC 247的输出包括二个数字输出，此二信号以正交相差相隔。所述I/Q信号为DAC 251和252的输入，所述DAC将数字信号转换成模拟信号。DAC 251,252的模拟输出是提供给LPF 253,254，其频带宽是由频带宽控制电路255控制。LPF 253,254过滤所述模拟信号且将各自的滤波后输出提供给一调制器260，该调制器包括二个混频器261,262、LO 263及加法器264。混频器261,262受LO 263控制且对加法器264提供混合输出。调制器260对带通滤波器265（随后对一第一RF放大器266）提供一输出。RF放大器266受增益控制电路267控制且对带通滤波器268和RF功率放大器269（其将信号放大以经由天线270发射）提供一输出。

如图3和4清楚所示，依据本发明的直接转换多载波处理器通过免除IF段的方式避免了超外差无线电机的缺点。这降低无线电机的成本且容许数据转换器以在基频带以一较低时钟速率运作，这更进一步降低成本。基频带的可调整频带宽滤波器是可轻易实现的，容许弹性地支持欲在无线电机内处理的可变载波间距和载波数量。这也会降低ADC内要求的动态范围，因为只有目标载波出现在ADC，这再次降低成本。

本发明可应用于无线通信系统，包含无线区域循环、无线LAN应用，

以及蜂巢式系统例如WCDMA(UTRATDD和UTRAFDD二者)、TDSCDMA、CDMA2000、3xRT、及OFDMA系统。

虽然已就较佳实施例说明本发明，熟习此技艺者会理解到在所附权利要求范围强调的本发明范围内有其它变异型。

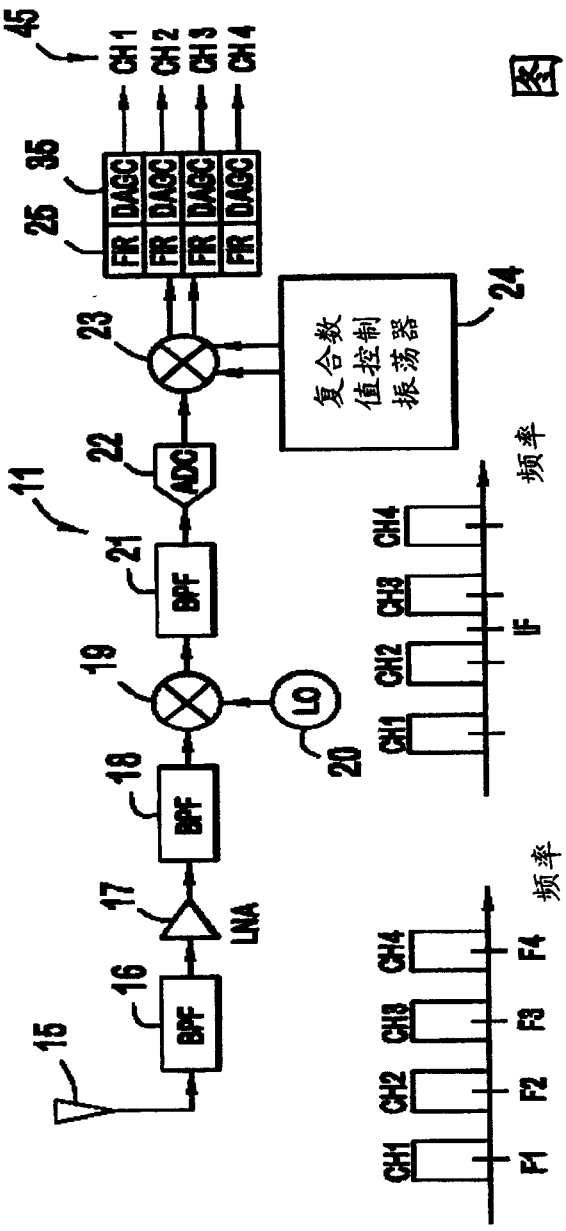


图 1
(先前技术)

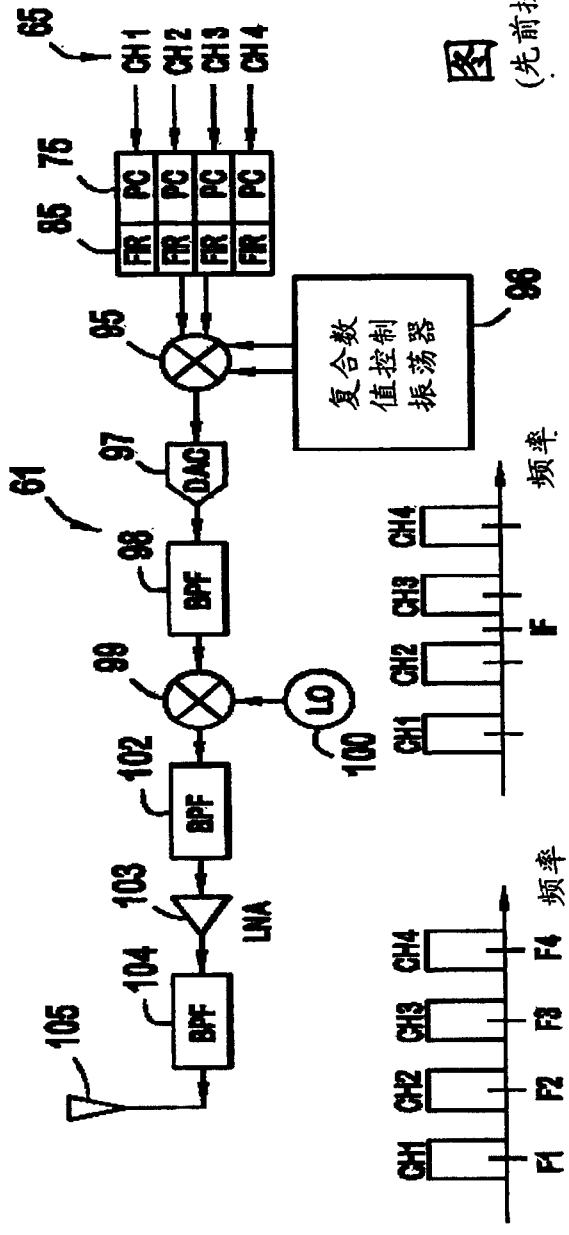


图 2
(先前技术)

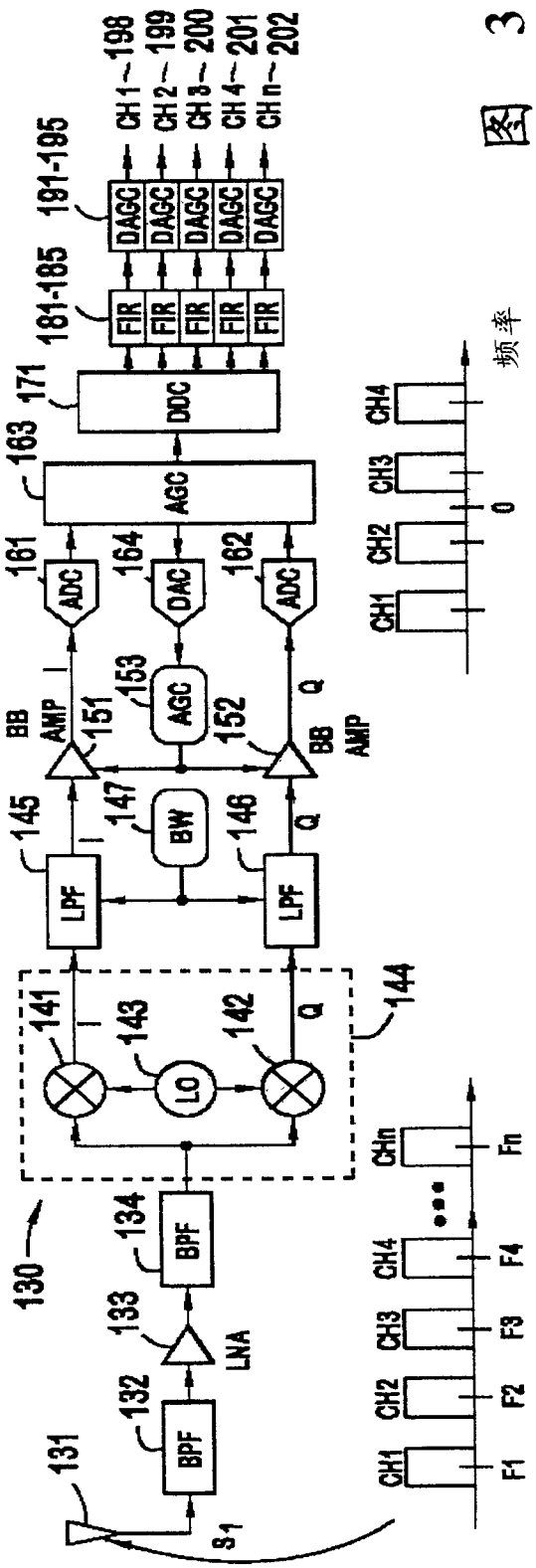

131
132
BPF
133
LNA
134
BPF
130
141
143
LO
142
144
145
147
BW
146
LPF
LPF
151
153
AGC
152
BB AMP
BB AMP
161
164
162
ADC
DAC
ADC
163
AGC
171
DDC
181-185
FIR FIR FIR FIR FIR
191-195
DAGC DAGC DAGC DAGC DAGC
CH 1 198
CH 2 199
CH 3 200
CH 4 201
CH n 202
S-1
CH1 CH2 CH3 CH4
0
频率
CH1 F1
CH2 F2
CH3 F3
CH4 F4
CHn Fn

图 3

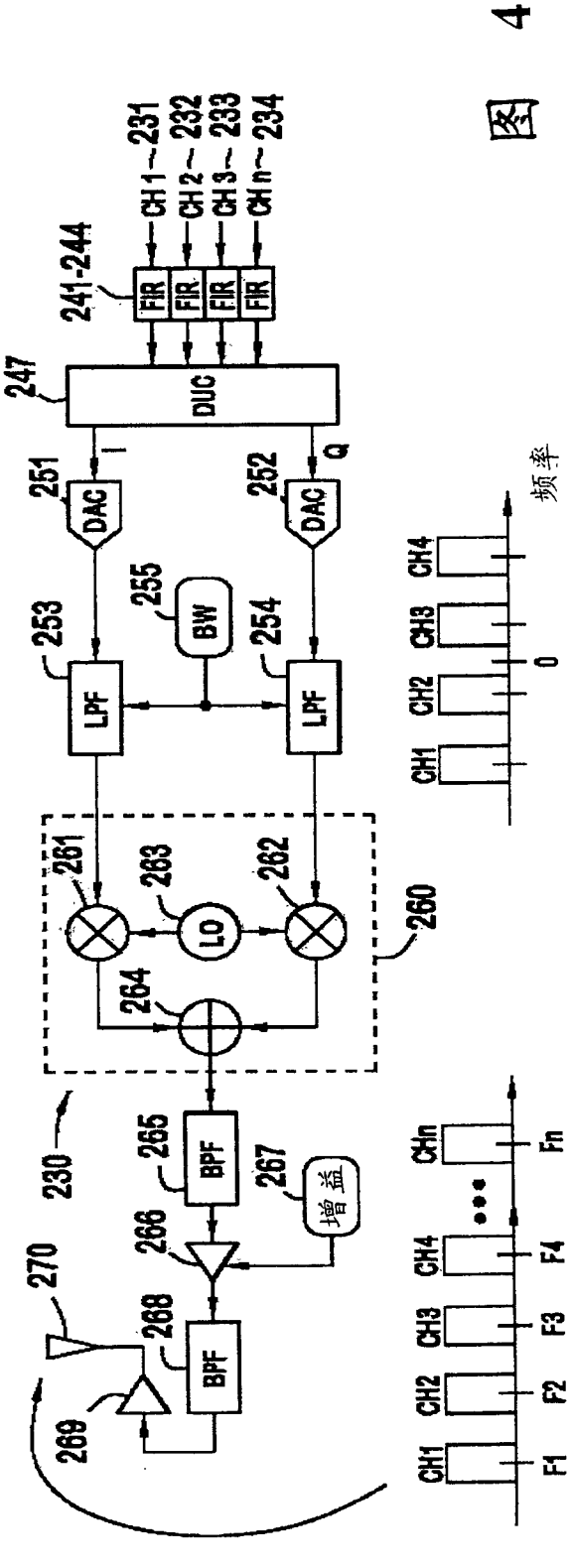

269
270
268
BPF
266
265
BPF
267
增益
230
260
261
263
LO
262
264
253
255
BW
254
LPF
LPF
251
252
DAC
DAC
247
DUC
241-244
FIR FIR FIR FIR
CH 1 231
CH 2 232
CH 3 233
CH n 234
CH1 CH2 CH3 CH4
0
频率
CH1 F1
CH2 F2
CH3 F3
CH4 F4
CHn Fn

图 4