(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101366252 B
(45)授权公告日 2012.11.14

(21)申请号 200680002790.0

(22)申请日 2006.01.20

(30)优先权数据
60/645,847 2005.01.20 US

(85)PCT申请进入国家阶段日
2007.07.20

(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2006/001898 2006.01.20

(87)PCT申请的公布数据
WO2006/078818 EN 2006.07.27

(73)专利权人 马维尔国际贸易有限公司
地址 巴巴多斯圣迈克尔

(72)发明人 约翰·张 赵立新
史蒂夫·学丰·江

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司 11258
代理人 王怡

(51)Int.Cl.
H04L 27/14(2006.01)
H04L 7/00(2006.01)
H04L 25/00(2006.01)
H03H 7/30(2006.01)

(56)对比文件
US 2004264601 A1,2004.12.30,
US 6104237 A,2000.08.15,
CN 1466345 A,2004.01.07,

审查员 刘昊

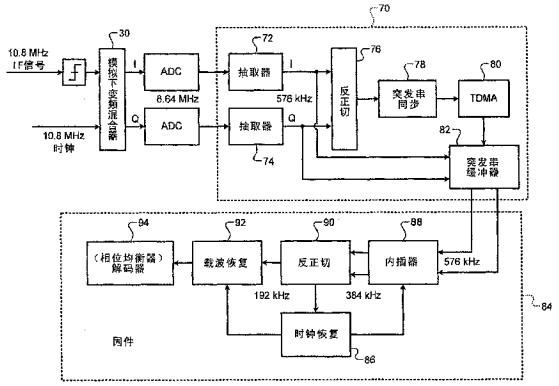
权利要求书 3 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54)发明名称

基于限幅器的模拟解调器

(57)摘要

一种基于限幅器的模拟解调器，包括接收基带信号的功率放大器和工作在基带频率处的本地时钟。第一乘法器接收来自功率放大器的输出和本地时钟以提供同相信号。正交相移器接收本地时钟，并且第二乘法器接收来自功率放大器的输出和来自相移器的输出以提供正交信号。模拟滤波器接收同相和正交信号并且被连接到模拟滤波器的模数转换器提供数字化的同相信号和正交信号。然后，相位检测器接收数字化的同相信号和正交信号。



CN 101366252 B

1. 一种基于限幅器的模拟解调器，包括：

功率放大器 (32)，其接收基带信号；

本地时钟，其工作在基带频率处；

第一乘法器 (34)，其接收来自所述功率放大器的输出和所述本地时钟，以提供同相信号；

正交相移器 (36)，其接收所述本地时钟；

第二乘法器 (38)，其接收来自所述功率放大器的输出和来自所述正交相移器的输出，以提供正交信号；

第一模拟滤波器 (40)，其接收同相信号；

第二模拟滤波器 (42)，其接收正交信号；

第一模数转换器 (44)，其被连接到所述第一模拟滤波器并且提供数字化的同相信号；

第二模数转换器 (46)，其被连接到所述第二模拟滤波器并且提供数字化的正交信号；以及

相位检测器 (48)，其检测数字化的同相信号和正交信号的相位，其中所述相位检测器包括：

抽取滤波器 (52)，其接收所述数字化的同相信号和正交信号并以三倍的符号速率提供输入数据；

载波恢复模块 (54)，其接收所述输入数据，检测突发串并估计接收到的信号和被发送信号之间的载波频率偏移；

旋转器 (56)，其响应于所述载波频率偏移的角度来旋转所述输入数据；以及

均衡器 (62)，其接收来自所述旋转器的数据以进行相干解调。

2. 一种基于限幅器的模拟解调器，包括：

功率放大器 (32)，其接收基带信号；

本地时钟，其工作在基带频率处；

第一乘法器 (34)，其接收来自所述功率放大器的输出和所述本地时钟，以提供同相信号；

正交相移器 (36)，其接收所述本地时钟；

第二乘法器 (38)，其接收来自所述功率放大器的输出和来自所述正交相移器的输出，以提供正交信号；

第一模拟滤波器 (40)，其接收同相信号；

第二模拟滤波器 (42)，其接收正交信号；

第一模数转换器 (44)，其被连接到所述第一模拟滤波器并且提供数字化的同相信号；

第二模数转换器 (46)，其被连接到所述第二模拟滤波器并且提供数字化的正交信号；以及

相位检测器，其接收数字化的同相信号和正交信号并且包括：

硬件加速器 (70)，其接收所述数字化的同相信号和正交信号并且包括：

用于将所述数字化的同相信号和正交信号滤波并抽取到三倍符号速率的装置 (72，74)；

突发串同步装置 (78) 和 TDMA 装置 (80)，其接收所述经滤波并抽取后的信号，以产生时

隙定时信号；

存储寄存器 (82)，其响应于所述时隙定时信号；

DSP 处理器 (84)，其接收来自所述存储寄存器的信号并且包括：

时钟恢复装置 (86)，用于估计定时偏移；

内插装置 (88)，用于基于所述定时偏移执行定时调节和三倍速率到两倍速率的转换；

反正切装置 (90)，用于将所述数字化的同相和正交信号转换为相位信号；

载波恢复装置 (92)，用于执行对所述相位信号的载波偏移调节；以及

解码器装置 (94)，用于执行对所述相位信号的最终解码。

3. 一种基于限幅器的模拟解调器，包括：

功率放大器 (32)，其接收基带信号；

本地时钟，其工作在基带频率处；

第一乘法器 (34)，其接收来自所述功率放大器的输出和所述本地时钟，以提供同相信号；

正交相移器 (36)，其接收所述本地时钟；

第二乘法器 (38)，其接收来自所述功率放大器的输出和来自所述正交相移器的输出，以提供正交信号；

第一模拟滤波器 (40)，其接收同相信号；

第二模拟滤波器 (42)，其接收正交信号；

第一模数转换器 (44)，其被连接到所述第一模拟滤波器并且提供数字化的同相信号；

第二模数转换器 (46)，其被连接到所述第二模拟滤波器并且提供数字化的正交信号；以及

相位检测器，其检测数字化的同相信号和正交信号的相位，并且其中所述相位检测器包括：

硬件加速器 (70)，其接收所述数字化的同相信号和正交信号并且包括：

抽取模块 (72,74)，用于将所述数字化的同相信号和正交信号抽取到三倍符号速率；

突发串同步模块 (78) 和时分复用 TDMA 装置 (80)，其接收抽取后的信号，以产生时隙定时信号；以及

存储寄存器 (82)，其响应于所述时隙定时信号；以及

DSP 处理器 (84)，其接收来自所述存储寄存器的信号并且包括：

时钟恢复模块 (86)，用于估计定时偏移；

内插模块 (88)，用于基于所述定时偏移执行定时调节和三倍速率到两倍速率的转换；

反正切模块 (90)，用于将来自所述内插模块的所述数字化的同相和正交信号转换为相位信号；

载波恢复模块 (92)，用于执行对所述相位信号的载波偏移调节；以及

解码器模块 (94)，用于执行对经调节的相位信号的最终解码。

4. 一种相位检测器，包括：

硬件加速器 (70)，其接收数字化的同相信号和正交信号并且包括：

抽取模块 (72,74)，用于将所述数字化的同相信号和正交信号抽取到三倍符号速率；

突发串同步装置 (78) 和时分复用 TDMA 装置 (80)，其接收抽取后的信号，以产生时隙定

时信号；以及

存储寄存器 (82)，其响应于所述时隙定时信号；以及

DSP 处理器 (84)，其接收来自所述存储寄存器的信号并且包括：

时钟恢复模块 (86)，用于估计定时偏移；

内插模块 (88)，用于基于所述定时偏移执行定时调节和三倍速率到两倍速率的转换；

反正切模块 (90)，用于将来自所述内插模块的所述数字化的同相和正交信号转换为相位信号；

载波恢复模块 (92)，用于执行对所述相位信号的载波偏移调节；以及

解码器模块 (94)，用于执行对经调节的相位信号的最终解码。

基于限幅器的模拟解调器

[0001] 对相关申请的参考

[0002] 本申请要求 2005 年 1 月 20 日提交的与本申请具有相同名称的美国临时申请 No. 60/645,847 的优先权。

技术领域

[0003] 本发明总地涉及解调传输信号的领域，并且更具体而言涉及在模数转换之前采用对信号的模拟相位检测的解调器。

背景技术

[0004] 诸如个人手持电话系统 (PHS) 之类的传统通信系统被配置为简单且低成本。基于在设计这些系统时的技术限制采用差分解调来进行基带解调，因此其不具有抗一般由于多径衰落而引入的符号间干扰的能力。

[0005] 因此，希望提供能够兼容或改进这些传统系统的新的基带设计。还希望采用先进的 DSP 算法并引入自适应均衡来实现相干解调。

发明内容

[0006] 构成本发明的基于限幅器的模拟解调器包括接收基带信号的功率放大器和工作在基带频率处的本地时钟。接收来自功率放大器的输出和本地时钟以提供同相信号的第一乘法器。正交相移器接收本地时钟并且第二乘法器接收来自功率放大器的输出和来自相移器的输出以提供正交信号。第一模拟滤波器接收该同相信号，并且第二模拟滤波器接收该正交信号。被连接到第一模拟滤波器的第一模数转换器提供数字化的同相信号，并且被连接到第二模拟滤波器的第二模数转换器提供数字化的正交信号。然后，相位检测器接收数字化的同相信号和正交信号。

附图说明

[0007] 结合附图参考下面的详细描述，将更好地理解本发明的这些和其它特征和优点，在附图中：

[0008] 图 1 是现有技术的基于限幅器的 PHS 解调体系结构的元件的框图；

[0009] 图 2 是本发明的元件的框图；

[0010] 图 3 示出了利用具有自适应均衡的相干解调的接收机的一个实施例，在所述自适应均衡中利用了本发明的相位检测器；以及

[0011] 图 4 示出了利用具有差分解码的相干解调的接收机的一个实施例，在所述差分解码中利用了本发明的相位检测器。

具体实施方式

[0012] 本发明被限定用于结合 PHS 通信系统和标准来使用的示例性实施例。2006 年

1 月 18 日提交的题目为“Storage Efficient Sliding Window Sum”的美国专利申请 No.11/306986 与本发明具有共同的受让人，并且该申请的公开内容通过引用结合于此，就像全部在这里给出的一样。图 1 中示出了通常所使用的基于限幅器的 PHS 解调体系结构。接收到以进行解调的 10.8MHz 的 IF 信号在模拟低通滤波器 (LPF)14 中进行滤波之前先经过功率放大器 10 并通过异或 12 与 9.6MHz 的时钟进行混合。然后，滤波后的信号在模数转换器 (ADC)16 中被转换到数字域。本地 1.2MHz 的振荡器与同相 (I) 信号混合 18，并且在 90° 相移 20 之后与正交 (Q) 信号混合 22。分别产生 I 和 Q 信号的移动平均值 24 和 26，并且利用 I 和 Q 的反正切 28 计算相位角度。在数字域进行对相对于本地载波的相位差的移动平均，例如以 100 倍的符号速率。由于数字采样的影响，使得相位检测器和理想相位检测器的输出之间总是存在差异。

[0013] 图 2 示出了根据本发明的模拟下变频混合器 30。在功率放大器 32 中接收到 10.8MHz 的 IF 信号。该信号在乘法器 34 中与同样工作在 10.8MHz 的同相本地时钟进行混合，并且在乘法器 38 中相移 90° 36。然后，分别利用模拟 LPF 40 和 42 对这两个信号进行滤波。这两个信号随后经 ADC 44 和 46 转换以提供数字域的 I 和 Q。对 I 和 Q 进行操作的反正切函数 48 提供用于符号解码的相位差。

[0014] 图 3 中示出了在接收机系统中实现的本发明的下变频混合器。来自下变频混合器 30 中的 ADC 44 和 46 的转换后的数字信号被传送到硬件加速器 50 并且进而被滤波并抽取 52 到 3x 符号速率，例如 576kHz。这个信号首先经过载波恢复模块 54，再经过旋转器模块 56，然后到达存储寄存器 58，对于这里所公开的实施例，存储寄存器 58 是双寄存器或 A/B 寄存器。载波恢复模块的功能是检测突发串并估计接收到的信号和被发送信号之间的载波频率偏移。这允许后面的旋转模块 56 补偿载波偏移。然后，这个经旋转的信号被传送到具有均衡器 62 的 DSP 60。自适应判决引导的均衡器被应用，其中训练序列是突发串中的独特字 (UW)。因此，需要 UW 的精确位置。这个信息经由相关模块 64 来获取。输入数据与 UW 相关，因此在检测到相关结果的峰值以后，突发数据中的 UW 位置可以被确定。这个过程（其通常被称为传统的相干检测）被用在本发明中，即使基带调制为 DQPSK 也是如此。理论上，这种相干检测可以得到比差分检测好 3dB 的性能。

[0015] 图 3 中所示的实施例还被配置为选择检测模式。放大器中所接收到的信号幅度的饱和将会破坏信号的相位信息，这个相位信息对于 PI/4DQPSK 解调非常关键。因此为了允许差分检测，多路复用器 66 被插入信号路径中以接收放大器 32 的输出或者直接接收输入信号。多路复用器信号的选择由饱和 / 不饱和信号 68 来控制。饱和与不饱和等价于不均衡模式与均衡模式。不均衡模式提供基本的差分检测。可替换地，可以利用上述的均衡技术来检测 PI/4 DQPSK 信号。根据所需要的系统设置，由寄存器的值来设置饱和 / 不饱和信号。

[0016] 图 4 中示出了在替代接收机系统中实现的本发明的下变频混合器。来自下变频混合器中的 ADC 44 和 46 的转换后的数字信号被传送给硬件加速器 70，并且进而被滤波并抽取 72、74 到 3x 符号速率，例如 576kHz，然后通过反正切函数 76 对其进行操作。这个信号首先经过突发串同步模块 78，然后经过 TDMA 模块 80 以产生时隙定时信号来控制存储寄存器 82，对于这里所公开的实施例，该存储寄存器 82 是双寄存器或 A/B 寄存器（突发串缓冲器）。然后，经 TDMA 时隙同步的信号经突发串缓冲器 82 被传送给 DSP 处理器 84。用固件实

现的时钟恢复模块 86 将估计定时偏移并将参数传送给用固件实现的内插 (interpolator) 模块 88 以进行定时调节和三倍速率到两倍速率的转换。转换后的信号将被传送到反正切模块 90 以将同相和正交信号转换为相位信号。转换后的相位信号将被传送给载波恢复模块 92 和解码器模块 94 以进行载波偏移调节和最终的解码。

[0017] 现在已经根据专利法的要求详细描述了本发明，本领域技术人员将意识到对这里所公开的特定实施例的修改和替换。这样的修改都在如所附权利要求中所限定的本发明的范围和意图以内。

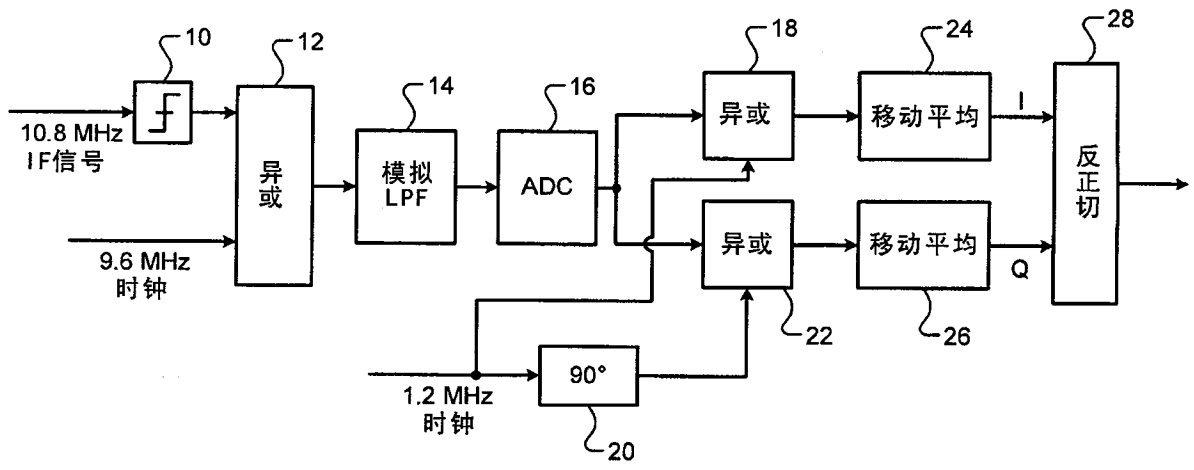

10
12
14
16
18
24
28
10.8 MHz
IF信号
9.6 MHz
时钟
异或
模拟
LPF
ADC
异或
移动平均
I
反正切
异或
移动平均
Q
22
26
1.2 MHz
时钟
90°
20

图 1 现有技术

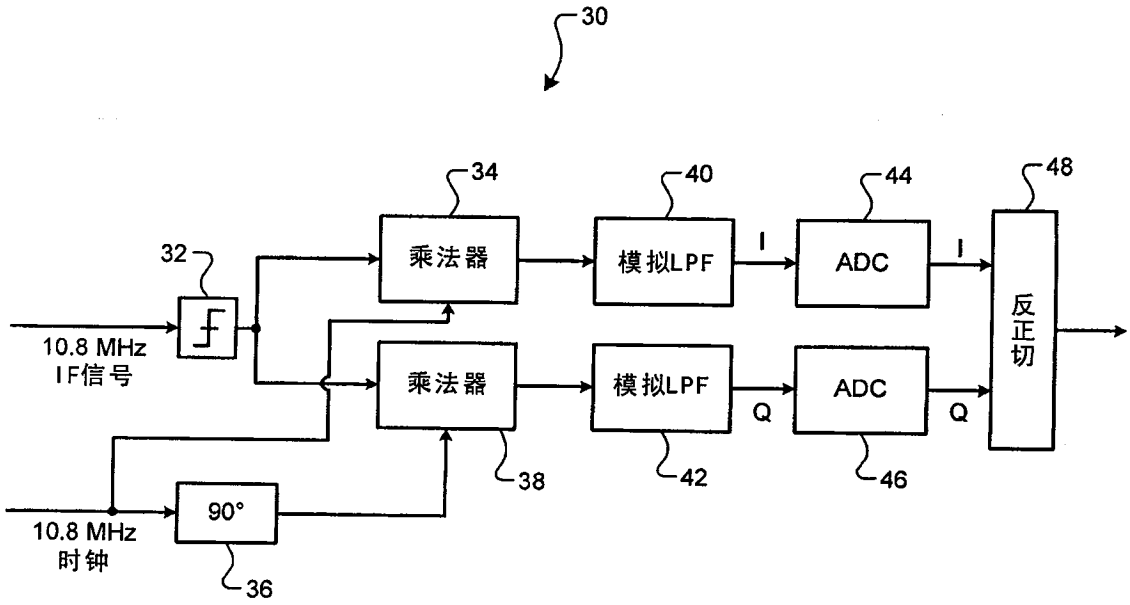

30
34
40
44
48
32
乘法器
模拟LPF
I
ADC
I
反正切
10.8 MHz
IF信号
乘法器
模拟LPF
Q
ADC
Q
38
42
46
10.8 MHz
时钟
90°
36

图 2

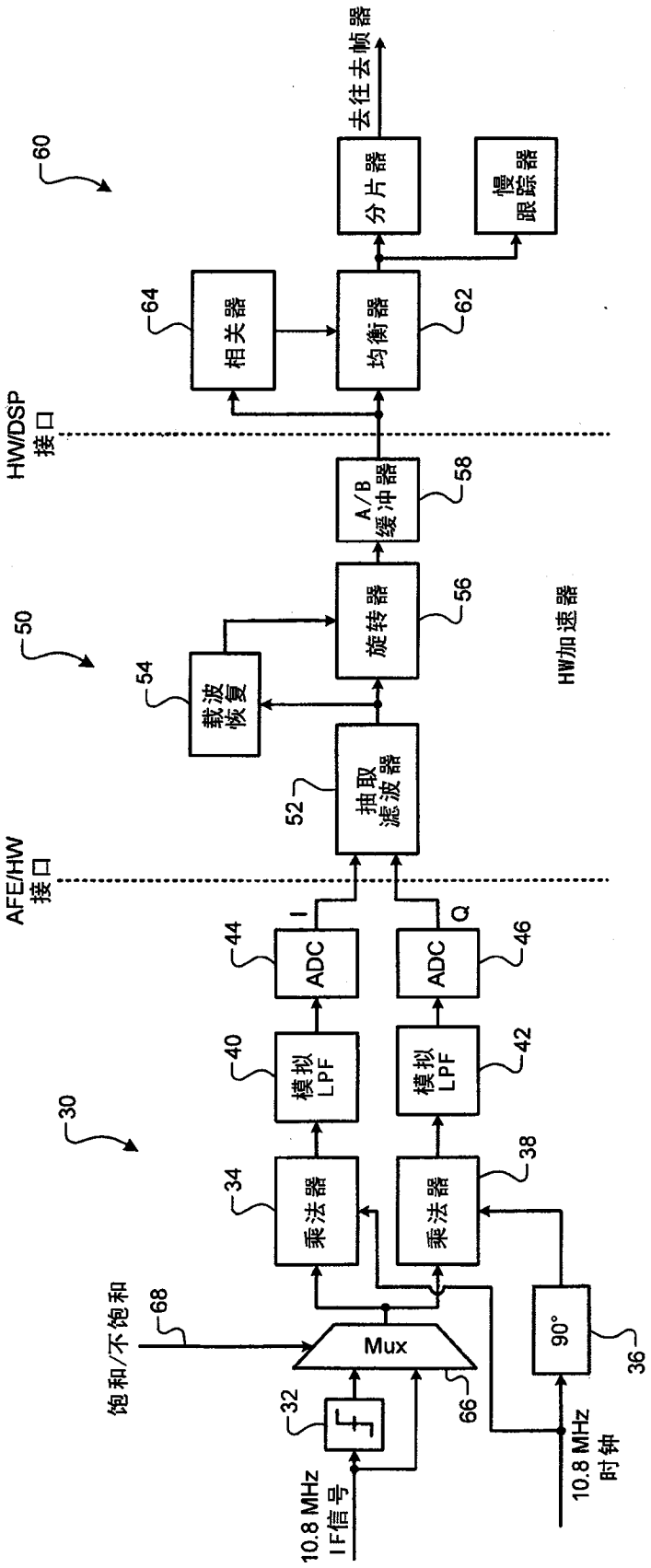

去往去帧器
60
分片器
慢跟踪器
64
相关器
均衡器
62
HW/DSP
接口
A/B
缓冲器
58
50
旋转器
56
HW加速器
54
载波
恢复
抽取
滤波器
52
AFE/HW
接口
I
Q
44
ADC
ADC
46
40
模拟
LPF
模拟
LPF
42
30
34
乘法器
乘法器
38
饱和/不饱和
68
Mux
90°
36
32
66
10.8 MHz
IF信号
10.8 MHz
时钟

图 3

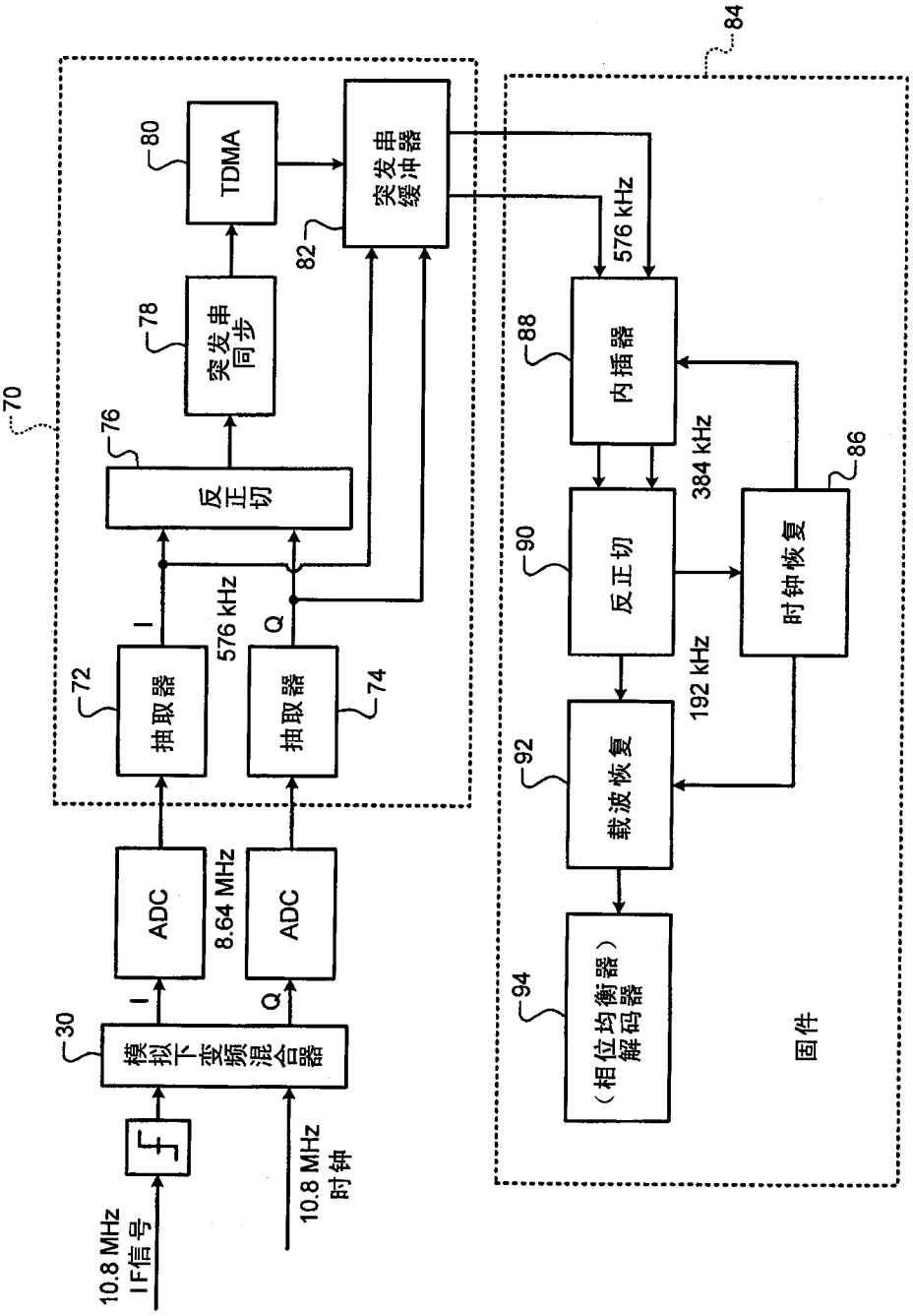

84
70
80
TDMA
突发串缓冲器
82
576 kHz
78
突发串同步
88
内插器
76
反正切
384 kHz
86
I
576 kHz
Q
90
反正切
时钟恢复
72
抽取器
74
抽取器
192 kHz
92
载波恢复
ADC
8.64 MHz
ADC
I
Q
30
模拟下变频混合器
94
（相位均衡器）解码器
固件
10.8 MHz IF信号
10.8 MHz 时钟

图 4