

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 27/148 (2006.01)

H04B 1/10 (2006.01)

G01S 5/04 (2006.01)

G01S 11/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03106157.5

[45] 授权公告日 2008 年 9 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100417148C

[22] 申请日 2003.2.19 [21] 申请号 03106157.5

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 19 [33] US [31] 10/079245

[73] 专利权人 伊莱德公司

地址 美国加利福尼亚州

共同专利权人 精工爱普生株式会社

[72] 发明人 P·W·麦克博尼 A·N·沃

[56] 参考文献

US5216696 A 1993.6.1

US4893316 A 1990.1.9

US6111911 A 2000.8.29

CN1011156 A 1987.5.20

US5379224 A 1995.1.3

US5768319 A 1998.6.16

Collins Next Generation Digital GPS Receiver.
FRANK G B. IEEE PLANS 90: POSITION LOCATION AND NAVIGATION SYMPOSIUM RECORD, No. CAT. NO. 90CH2811. 8. 1990

审查员 张亚玲

[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 陈 霁

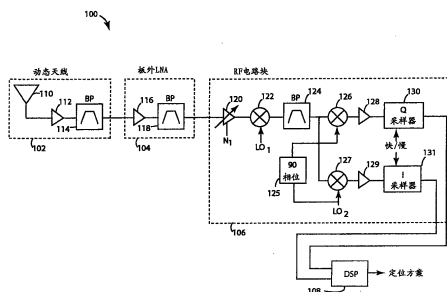
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

高灵敏度接收机及改进接收机灵敏度的方法

[57] 摘要

一个导航接收机由一个在数字信号处理之前的数字采样器组成，数字信号处理可以运行在高速率和低速率下。如果非相干平均选择了高速率来减少噪声，样本会随着时间进行平均而且被转化成低速率。在任何一种情况下，数字信号处理器仅输入低速率样本。



1. 一个用于改进全球定位系统 GPS 导航接收机的灵敏度的方法包括以下步骤:

打开 RF 和 IF 接收机的无线频率 RF 和中频 IF 的带通明显比预期的信号带宽宽;

以第一采样率进行超外差转化后对所述全球定位系统 GPS 导航卫星无线电发射进行采样, 以获得具有两位符号和数量的同相 I 和四相 Q 样本;

对上述采样步骤获得的所述同相 I 和四相 Q 样本进行平均, 以便通过减少所述全球定位系统 GPS 导航卫星无线电发射的不相关噪声的方差, 增加信噪比; 并

以比第一采样率实质上低的第二采样率输出上述平均步骤所获得的样本平均值到数字信号处理器;

其中所述数字信号处理器通过以所述第二采样率获得的样本平均值, 提供全球定位系统 GPS 导航定位方案。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中

所述设置步骤包括调谐轨道全球定位系统 GPS 导航卫星发射的 L 波段微波信号。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中

所述设置步骤包括使用具有至少是所述全球定位系统 GPS 导航卫星无线电发射带宽的二十倍的通带的带通滤波器。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中

所述采样步骤要求第一采样率至少比第二采样率高十倍。

5. 一个导航接收机包括:

一个具有至少是预期信号带宽的二十倍的通带的第一无线频率带宽滤波器, 从而改进对采样的平均;

一个高速采样器, 对经过第一无线频率带宽滤波器的信号和噪声进行高速采样;

一个累加高速采样和提供采样平均值的累加器;

一个用于转化所述采样平均值到低速样本的转化器;

一个在高速采样和低速采样之间进行选择的选择器; 和

一个具有连接到转化器的低速采样输入的数字信号处理器，使得其以和选择器状态无关的恒速输入样本。

6. 根据权利要求 5 所述的接收机，其中

第一无线频率带宽滤波器具有以微波信号的 L1 载波为中心的，大约宽 20MHz 的通带。

7. 根据权利要求 5 所述的接收机，其中

高速采样器以至少是由转化器输出的低速采样器的频率的十倍的频率运行。

8. 根据权利要求 5 所述的接收机，其中

转换器数字地排除了注入接收机的前期的直流偏移，因此进一步改进了接收机的灵敏度。

高灵敏度接收机及改进接收机灵敏度的方法

相关专利申请

本文参考了美国专利申请序列号为 09/678,044, 标题为“卫星导航接收机及方法”的专利申请, 于 2000 年 10 月 11 日提交。

技术领域

本发明涉及卫星导航接收机及系统, 尤其涉及对 GPS 接收机的无线灵敏度的改进, 以助于为室内和其他覆盖场所持续提供定位方案。

背景技术

全球定位系统 (GPS) 接收机一般从三个或更多的地球轨道卫星接收信号, 利用这些信号来决定诸如位置和速度等导航数据。GPS 信号在全球范围内都可以免费获得, 目前经常利用它在一个城市或更大范围内来对汽车进行定位。双频载波 GPS 接收机一般跟踪一对无线载波 (L1 和 L2), 并且和 GPS 卫星一起, 从 P 码对这两个载频的调制产生累积的德耳塔范围度量 (ADR)。接收机同时还跟踪 L1 的 C/A 码来产生码相位度量。载频 L1 分配的频率为 1575.42MHz, 载频 L2 的频率是 1227.78MHz。廉价一些的接收机仅在一个载频上进行调制, 因此没有足够的信息来计算定位出错时出现的本地对流层和电离层的信号传播延迟。在这两种频率上, 无线载波信号沿视线路径来传送。因此建筑物、山脉和地平线能够阻碍接收, 而多径反射会影响良好的接收。

地球轨道 GPS 卫星群中的每个卫星都发射三十二种唯一识别码中的一种, 这些识别码以码分多址 (CDMA) 的方式来安排。该方式允许许多 GPS 卫星在同一个频率上以扩频模式进行发送, 加上或者减去该频率的由于卫星的相对速率引起的多普勒频率漂移。每个 GPS 卫星都会预分配三十二伪随机数 (PRN) 序列码中的一个, 把一个 1023 “电路块” 码和这个预分配码相关联得到信噪混杂结果, 我们可以根据这个给特定的卫星分类。传送这些预分配码时并不一定互相相位一致。因此, 搜寻一个 GPS 卫星最初包括搜寻各种载频, 计算多普勒频率偏移和本地晶振误差。搜寻时还需要用 1023 种不同的码相位和二十种或更多可能的相关码模板来查找一个匹配码。

最大的可能误差来自于启动时典型的本地晶振的随机频率。因此，明显的多普勒频率仅在大搜寻范围内可知。知道准确的多普勒频率也没有多大帮助，因为本地晶振可能大大偏离了原值。

从用户观点来看，以往 GPS 接收机至少有两个操作特性使用户不能完全满意。当建筑物降低本地信号场水平到低于接收机的最大灵敏度时，上述传统的接收机在室内经常退出工作。而且，大多数接收机在冷启动时要花很长的时间来产生一个定位方案。

在室内，信噪比 (SNR) 一般下降的太低以致不能提供一个有用的信号给传统的 GPS 接收机。可获得的信号淹没在噪声之中。总的来说，有两种方法可以用来改进一个接收机的 SNR：相干采样平均和非相干采样平均。在相干方法中，模数样本在平方之前累加，比如，
$$P = \left(\sum I \right)^2 + \left(\sum Q \right)^2$$
，I 和 Q 总计超过十毫秒。在非相干方法中，样本在平方后再累加。

上述平均的目的是减少统计方差。因为 SNR 定义成 $10 \log \frac{A^2}{2\sigma^2}$ ，减少不相关噪声的方差 σ ，就可以改进 SNR 和接收机的灵敏度。在相干平均方法中，改进值是 $10 \log N$ ，其中 N 是累加的毫秒数。在非相干平均方法中，改进值是 $10 \log \sqrt{M}$ ，其中 M 是累加的毫秒数。加起来，现有技术接收机的总改进值是 $10 \log N + 10 \log \sqrt{M}$ 。但是太大的 N 值会增加集成次数和缩短频率反应（时间）。频率反应（时间）越短，接收机查找初始的载波锁定的时间就越长，因为在查询中需要采取更好的步骤。因此在获得接收机灵敏度的同时，需要牺牲适度的“第一次定位时间”的性能。

发明内容

本发明的一个目标是提供一种能以相当低的信号强度电平工作在室内的卫星导航接收机。

本发明的另一个目标是提供一种每次冷启动后能迅速提供定位方案的卫星导航接收机。

本发明进一步的目标是提供一种价格不高的卫星导航系统。

简而言之，本发明的接收机的一个实施例包括一个在数字信号处

理之前的数字采样器，数字信号处理可以运行在高速率和低速率下。如果非相干平均选择了高速率来减少噪声，样本会随着时间进行平均而且被转化成低速率。在任何一种情况下，数字信号处理器仅输入低速率样本。

本发明的一个好处是提供了一种极大地增强导航接收机的灵敏度的系统和方法。

本发明的另一个好处是提供了一种增强灵敏度和“第一次定位时间”，从而足够用于城市峡谷和室内的系统和方法。

按照本发明的一个一个用于改进全球定位系统 GPS 导航接收机的灵敏度的方法包括以下步骤：打开 RF 和 IF 接收机的无线频率 RF 和中频 IF 的带通明显比预期的信号带宽宽；以第一采样率进行超外差转化后对所述全球定位系统 GPS 导航卫星无线电发射进行采样，以获得具有两位符号和数量的同相 I 和四相 Q 样本；对上述采样步骤获得的所述同相 I 和四相 Q 样本进行平均，以便通过减少所述全球定位系统 GPS 导航卫星无线电发射的不相关噪声的方差，增加信噪比；并以比第一采样率实质上低的第二采样率输出上述平均步骤所获得的样本平均值到数字信号处理器；其中所述数字信号处理器通过以所述第二采样率获得的样本平均值，提供全球定位系统 GPS 导航定位方案。

按照本发明的一个导航接收机包括：一个具有至少是预期信号带宽的二十倍的通带的第一无线频率带宽滤波器，从而改进对采样的平均；一个高速采样器，对经过第一无线频率带宽滤波器的信号和噪声进行高速采样；一个累加高速采样和提供采样平均值的累加器；一个用于转化所述采样平均值到低速样本的转化器；一个在高速采样和低速采样之间进行选择的选择器；和一个具有连接到转化器的低速采样输入的数字信号处理器，使得其以和选择器状态无关的恒速输入样本。

看完以下的建议实施例的详细描述（以各种附图来阐明）后，与那些普通的技术相比，毫无疑问，本发明的上述目标和好处是明显的。

附图说明

附图 1 是一个本发明接收机实施例的功能块图；

附图 2 是一个用于附图 1 接收机每个 I 和 Q 通道的采样机的功能块图。

具体实施方式

附图 1 示例了一个接收机 100，本发明的一个实施例。它包括一个动态天线 102，一个外部低噪声放大器（LNA）104，一个无线频率（RF）电路块 106，一个提供定位输出的数字信号处理器（DSP）108。一个典型的接收机 100 工作在 L 波段的微波信号，该信号由轨道全球定位系统 GPS 导航卫星发射。动态天线 102 包括一个宽带天线 110，一个低噪声放大器（LNA）112，和一个第一 RF 带通滤波器 114。外部 LNA104 包括一个放大器 106，其后是一个第二 RF 带宽滤波器 118。RF 电路块 106 包括一个 AGC 控制放大器 120，一个由第一本地晶振（L01）输入的第一混合器 122，和一个用于截止图像的中频（IF）带通滤波器 124。同相（I）和四相（Q）样本通过一个 90°的相位转换器 125 获得，125 提供了一个四相的第二本地晶振（L02）信号给 Q 混合器 126。I 混合器 127 的输入来自同相 L02 信号。

DSP108 最好包括一个有传统采样率的传统 GPS-接收机，比如，“FLS”用于低速率采样。IF 带通滤波器一般集中在 175MHz，第二 IF 混合器 126 和 127 把它转化为基带，比如 132KHz。

在 I、Q 混合器之后的一对放大器 128 和 129 组成了信号级别。在这些放大器之后可能包含一对低通、反伪信号滤波器，就像传统的接收机的设计。如果包含了，这些低通滤波器应该拥有 20MHz 或更高的频率点，但必须低达可以进行图像截止。

Q 采样器 130 和 I 采样器 131 都包括硬限制器和比较器，以把模拟信号转化为两位数字信号。数字位包括符号和数量，为方便，可以用“3”、“1”、“-1”和“-3”度量来标记。130 和 131 这些采样器在内部可以在不止一个速率上进行采样，比如一个高速率用于噪声平衡以及一个标准低速率。但为和 DSP108 兼容，采样器的输出速率固定在一个相对较低的标准速率。

最好的接收机的可能信噪比（SNR）主要由出现于 LNA112 输入处的初始信号电平和噪声电平决定。在一个典型的 GPS 接收机中，L1 载频的粗获取码（C/A）在这点的信号带宽大约为 1MHz，而噪声带宽为 20MHz 或更多。本发明的实施例中，信噪带宽比决定了使用这里所说的方法和电路能对传统的接收机的 SNR 改进多少。

真正的非相干白噪声随时间几乎达到零平衡。如果带通滤波器排

除太多的噪声，过滤的噪声在后面的阶段将不能达到真正的空平衡。由于信号严重淹没在热噪声和其他背景噪声中，平均后剩余的些许小噪声就可以减弱信号能量。

因此使第一和第二 RF 带通滤波器 114 和 118 对 L1 载波的 20MHz 开放以及和使带通滤波器 124 也对第一中频的 20MHz 开放是有好处的。这里采用了比正常速率高的速率采样，但如果噪声相关的话，平均产生的是噪声而非信号的平均值。因此，作为经验规则，噪声的带宽必须是信号的带宽的“P”倍。一个最小的值为 20 的“P”就可以得到很好的实验结果。

附图 2 细绘了附图 1 中 I 和 Q 采样器 130 和 131 的建议实施例。采样器 200 从输入 202 口接收 I 或 Q 模拟信息。两位模数转化器(ADC) 204 提供了一个符号位和数量位。ADC204 内部有三个依赖于输入参考电压的光放大比较器。这种依赖会引起降低信号的直流偏移。根据锁存数据选择器 210 选择的时钟源，两位数据值 206 被高速锁存器 208 锁存。比如，可以选择一个 27.245MHz 的内存时钟 (MCLK)，一个 54.49MHz 的双 MCLK，或者一个外部时钟。加法器 212 用于累积平均用的高速样本，比如，通过加法器扔掉一些不太重要的位输出。2.112MHz 重锁器 214 包括可以从样本平均中加上或减去的数字门限，比如减少或者排除在 ADC204 操作中引起的微小误差的直流延迟。采样型数据选择器 216 可以输出 2.112MHz 重锁器 214 的高速采样平均值，或者输出 2.112MHz 重锁器 218 的低速样本非平均值。这个输出以传统的速率给 DSP 提供了样本，比如 DSP108(附图 1)。自动增益控制 (AGC) 数据选择器 220 允许 AGC 计数器选择两个采样类型。

总而言之，本发明的导航接收机的实施例包括第一无线频率带宽滤波器，它至少有预期信号带宽的 20 倍，因此采样平均值得到了改进。获取经过第一无线频率带宽滤波器的高速率采样信号噪声时，采用了一个高速率采样器。然后有一个累加器用于累加高速率样本和提供样本平均值。最后，有一个转换器用于把样本平均值转化成传统的低速率采样以用于传统的数字处理。

对接收的信号和噪声进行高速率采样，用来排除噪声，比如“FHS”。这些样本然后被转化为低速率的样本以便 DSP 来接收和处理。实际上，我们通过输入已经排除了很多能淹没信号的噪声的样本

来欺骗 DSP。低速率样本设法使样本率和 DSP 要求的一致。既然总的能量消耗和 DSP 的样本率有很大关系，在较低的样本率下运行可以节约能量。

虽然本产品以本实施例的术语来描述，但可以理解，本文档并不是一种限制。毫无疑问，在看了上述文档后，那些精通此技术的人可以看到，各种代替和修改是明显的。相应的，附加的权利说明书覆盖了所有在本发明范围和实质下的替代和修改。

100 →

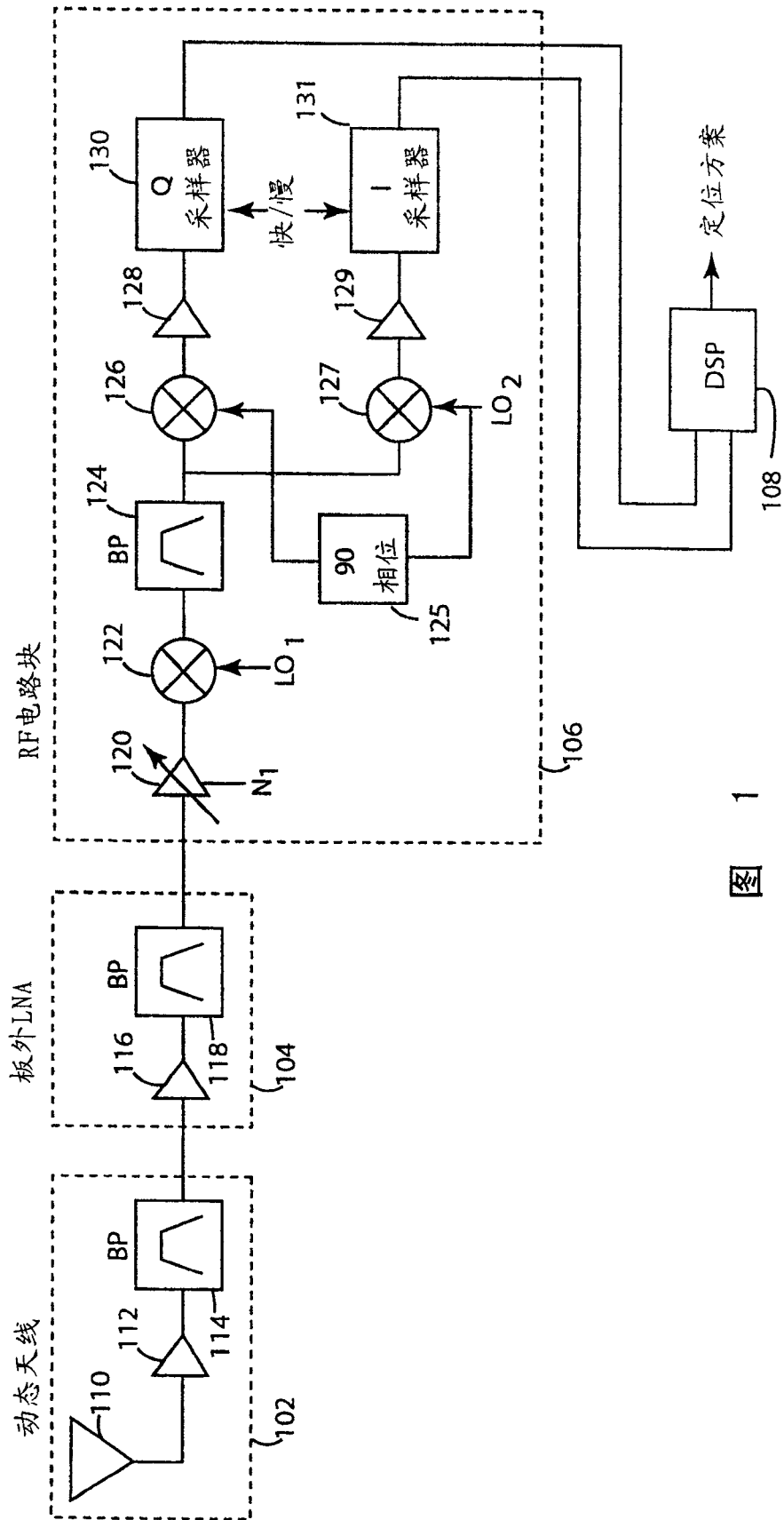


图 1

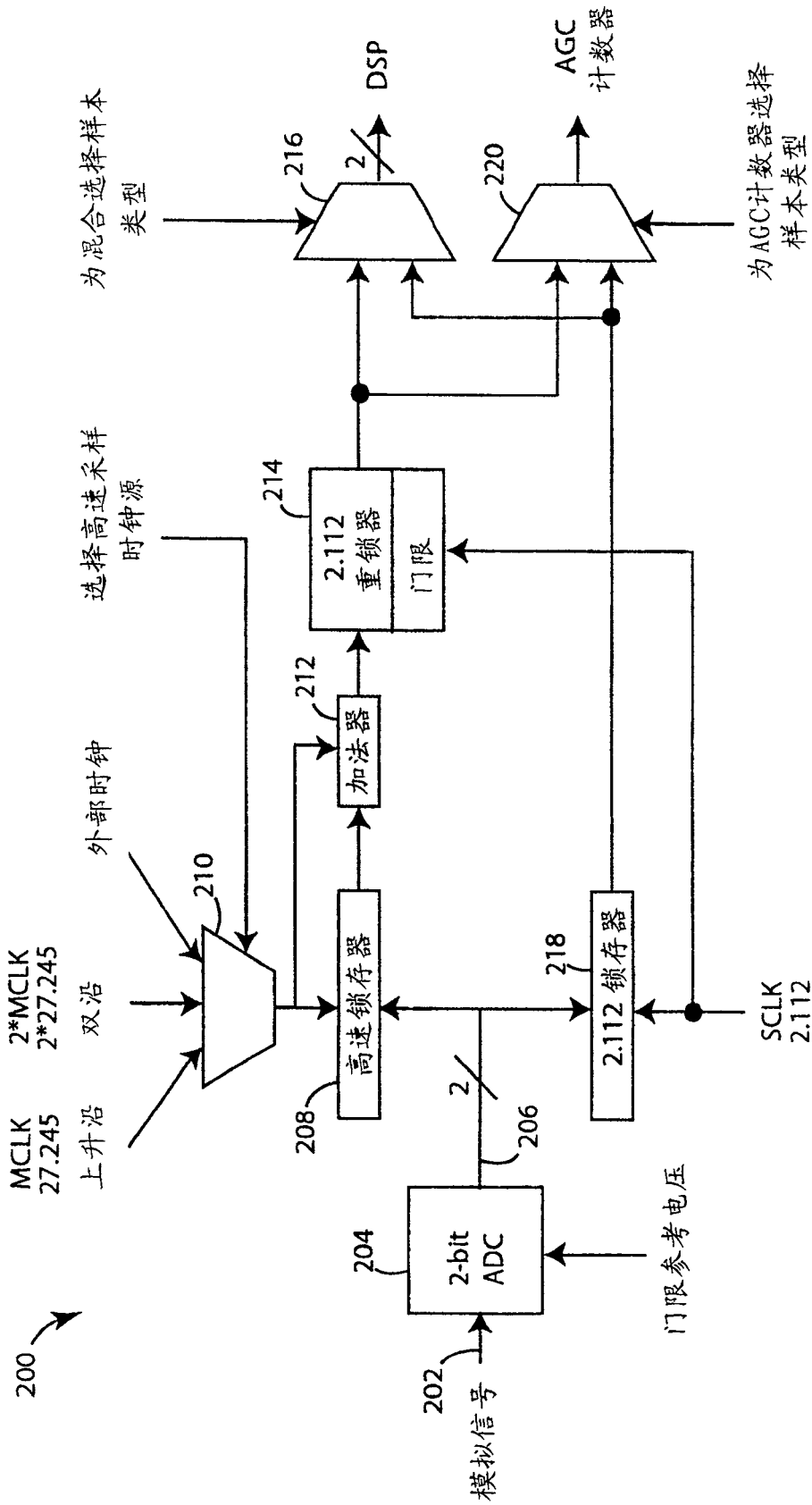


图 2