

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

G01N 29/00 (2006.01)

G12B 5/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610100119.1

[43] 公开日 2007年1月10日

[11] 公开号 CN 1891161A

[22] 申请日 2006.6.27

[21] 申请号 200610100119.1

[30] 优先权

[32] 2005.6.28 [33] US [31] 11/170006

[71] 申请人 美国西门子医疗解决公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 C·西莫普洛斯 B·拉马穆尔蒂

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨凯 魏军

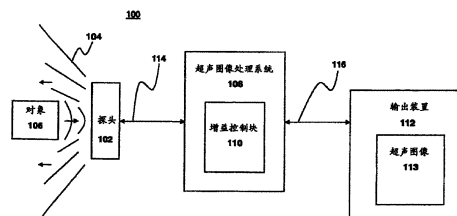
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

## [54] 发明名称

具有运动自适应增益的超声成像系统

## [57] 摘要

公开了调节超声系统 100 的增益的装置和方法。更具体地说,公开了用于接收对象 106 的运动变化速率的指示符 102 并且至少部分地根据运动变化的速率调节增益的主题,其中至少部分地与对象 106 的运动变化速率对应地调节增益。



1. 一种系统 100, 它包括:

探头 102;

耦合到所述探头的超声图像处理系统 108, 所述超声图像处理系统能够接收对象 106 的运动变化速率的指示符 104 并至少部分地根据所述运动变化速率调节增益, 其中至少部分地与所述对象 106 的所述运动变化速率对应地调节所述增益; 以及

输出装置 112, 它耦合到所述超声图像处理系统 108。

2. 如权利要求 1 的系统 100, 其中所述探头 102 包括换能器。

3. 如权利要求 1 的系统 100, 其中所述探头包括配置成主动扫描所述对象 106 的探头。

4. 如权利要求 1 的系统 100, 其中所述超声图像处理系统 108 包括能够接收模拟信号并把所述模拟信号转换成数字信号的超声图像处理系统。

5. 如权利要求 1 的系统 100, 其中所述超声图像处理系统 108 包括增益控制块 110。

6. 如权利要求 5 的系统 100, 其中所述增益控制块 110 包括一个或多个处理器 202。

7. 如权利要求 5 的系统 100, 其中所述增益控制块 110 包括一个或多个滤波器 204。

8. 如权利要求 7 的系统 100, 其中所述一个或多个滤波器 204 包括一个或多个无限冲激响应 (IIR) 滤波器。

9. 如权利要求 1 的系统 100, 其中所述超声图像处理系统 108 包括能够接收图像帧、处理所述图像帧以便至少部分地根据所述图像帧确定是否接收到所述对象运动变化速率的指示符以及把所述已调整的增益应用于显示在所述输出装置上的图像的超声图像处理系统。

## 具有运动自适应增益的超声成像系统

### 技术领域

本公开的主题涉及超声成像系统。

### 背景技术

“成像”指获取一个或一个以上的感兴趣目标的视觉特征的过程。”超声成像”指包括声信号(例如由一个或多个感兴趣目标反射回来的或透过一个或多个感兴趣目标的声信号)的处理的成像过程。使用超声成像技术的医学专业人员通常将图像用于诊断目的。

在一般的超声成像系统中，超声图像通过以下步骤形成：使声信号以超声波形的形式透过组织；以及处理来自感兴趣目标的声信号的反射和/或透射。用于接收声信号的装置可以包括换能器。换能器通常接收声信号并将声信号转换成用于处理的电信号。至少部分地根据例如离开感兴趣目标的传播距离和/或穿过各种组织的深度，声信号可以变化相当大。

### 发明内容

公开一种系统，它包括：探头；耦合到探头的超声图像处理系统，所述超声图像处理系统能够接收对象的运动变化速率的指示符并至少部分地根据所述运动变化速率调节增益，其中至少部分地与所述对象的运动变化速率对应地调节增益；以及耦合到超声图像处理系统的输出装置。

在一个实施例中，所述探头包括换能器。

在另一个实施例中，所述探头包括配置成主动扫描所述对象的探头。

在另一个实施例中，所述超声图像处理系统包括能够接收模拟信号并把模拟信号转换成数字信号的超声图像处理系统。

在另一个实施例中，所述超声图像处理系统包括增益控制块。

在另一个实施例中，所述增益控制块包括一个或多个处理器。

在另一个实施例中，所述增益控制块包括一个或多个滤波器。

在另一个实施例中，所述一个或多个滤波器包括一个或多个无限冲激响应(IIR)滤波器。

在另一个实施例中，所述超声图像处理系统包括能够接收图像帧、处理所述图像帧以便至少部分地根据所述图像帧确定是否接收到所述对象运动变化速率的指示符以及把所述已调整的增益应用于显示在所述输出装置上的图像的超声图像处理系统。

### 附图说明

下面以附图中的各个图作为实例而不是作为限制来图解说说明各个实施例，附图中，相同的标号表示相同的元件，附图中：

图1是诊断超声成像系统的一个实施例的示意图；

图2更详细地说明图1的实施例；

图3是处理实施例的流程图；

图4说明调节增益的处理的另一个实施例的流程图；

图5A至5C是说明至少部分地根据运动的变化速率调节增益的至少一个非限制性实例的图形表示，其中，对于一个实施例，至少部分地与目标运动的变化速率对应地调节增益；以及

图6是普通硬件系统的实施例的示意图。

### 具体实施方式

在以下的说明中，将说明几个实施例。为了说明起见，我们将给出特定的编号、材料和/或配置，以便提供对实施例的全面理解。但是，对于本专业的技术人员来说，显然实施例可以在没有多个特定的细节，或用其它方法、材料、部件等情况下实现。在另一些例子中，众所周知的结构、材料和/或操作都没有给出，或者没有详细说明，以避免对实施例的混淆。因此，在一些例子中，我们忽略和/或简化了一些特征，以便不会混淆说明的实施例。而且应该

明白，图中示出的实施例是说明性的表示，因而不需要按比例画出。

本说明书引用的“一个实施例”意指结合本实施例描述具体特征、结构、材料和/或特性被包括在至少一个实施例中。这样，在本说明书不同地方出现的术语“在一个实施例中”不必都涉及同一个实施例。而且具体的特征、结构、材料或特性可以以任何合适的方式组合在一个或多个实施例中。

在超声系统中，通用成像方式的一些例子可以包括灰度、多普勒和/或静脉的/动脉的方式。通常，灰度方式使用脉冲声信号，多普勒方式使用频移原理，而静脉/动脉方式使用灰度方式和多普勒两种方式。

至少部分地根据特定的情况，感兴趣的目标的运动可能不一定是稳定的或有节奏的，而代之以可能是至少部分地不规则地改变位置(例如，胎儿地蠕动)，这种情况可能影响图像质量。此外，在将另一个感兴趣的目標成像时，技术人员可以把换能器移动到新位置，这样也可能对图像质量产生影响。就是说，声信号不规则的或突然的变化可能很难改善和/或使图像质量最佳。因此，声信号的变化，例如运动可能对获得的图像产生影响。

现在返回附图，图 1 是诊断超声成像系统的实施例的示意图。超声成像系统 100 可以包括各种部件，例如能够发射和接收超声图像信号 104 的探头 102。在所述实施例中，探头 102 可以朝向诊断对象 106。此外，探头 102 可以耦合到超声图像处理系统 108。在所述实施例中，具体地说，超声图像处理系统 108 还包括增益控制块 110。然后，超声图像处理系统 108 可以耦合到可以在其中显示超声图像 113 的输出装置 112。

在图 1 中，为了说明实施例，对象 106 可以包括位于各组织层后面的并且容易发生不规则运动的对象，例如(但不限于)胎儿。探头 102 可以包括任何能够把各种可测量信号的信息转变为其它形式信号的探头，例如单一的换能器元件或分散在形成相控阵列的表面

区域范围内的许多换能器元件，所述各换能器元件能够独立地发射超声图像信号的一部分和接收所述接收的超声图像信号的一部分。在图 1 所说明的实施例中，探头 102 可以配置成通过把超声图像信号 104 发射给对象 106 来实现对对象 106 的“有源扫描”。这样，在特定的实施例中，探头 102 可以接收对象 106 的能量（例如，反射的超声成像信号 104）。因此，探头 102 可以包括压电材料，使它更容易产生和接收超声图像信号 104。但是这些仅仅是探头的一些例子，要求保护的主体不局限于这些方面的范围内。

继续参见图 1，输出装置 112 可以包括任何类型的输出装置，例如（但不限于）用于显示超声图像的显示装置、发射声音的音频装置等。此外，输出装置 112 可以包括任何类型的装置，包括接收和存储数据的装置。如将更详细说明的，输出装置 112 可以把能反映出对象 106 的特征的超声图像 113 提供给观察者（未示出）。

图 2 更详细地说明图 1 的实施例。简要地参见图 2，增益控制块 110 可以包括用于调节增益以便至少部分地根据对象 106 的运动变化速率来影响超声图像 113 的质量的各种部件。如图 2 中说明的，增益控制块 110 可以包括一些部件，例如（但不限于）处理器 202 和滤波器 204。此外，在一个特定的实施例中，增益可以自动调节。就是说，触发事件（例如运动的相当大的变化）可以使处理器相应地调节增益。

再次参见图 1，示出的探头 102 通过联接器 114 耦合到超声图像处理系统 108。此外，示出的输出装置 112 通过联接器 116 耦合到超声图像处理系统 108。但是联接器 114 和 116 可以包括任何类型的联接器，例如（但不限于）电缆、总线、无线联接器等。

在所述上下文中，增益指信号强度的相对增加，不管其来源如何，例如（但不限于）传输功率、放大倍数、电压、电流等的增加。而且增益可以用各种方式表示，例如（但不限于）十进制（dB）。为了说明主题，增益可以称为对上述信号中的一部分或全部的调节，以

便方便于超声图像的产生。但是超声成像系统 108 的增益可以指: (a) 局部增益, 它可以对预定区域的超声图像产生影响, (b) 非局部增益, 它可能对整个超声图像产生影响, 和/或 (c) (a) 和 (b) 的任意组合。

如前面指出的, 探头 102 能够发射和接收超声图像信号 104。因此, 在图 2 中超声图像处理系统 108 可以包括与探头 102 电气连接的发射/接收(TX/RX)开关部件 206。在 TX 一边, 超声图像处理系统 108 可以包括与 TX 放大器 210 电气连接的 TX 波束形成部件 208, 然后 TX 放大器 210 与 TX/RX 开关部件 206 电气连接。在 RX 一边, TX/RX 开关部件 206 可以与 RX 放大器 212 电气连接。RX 放大器 212 可以与模数(A/D)变换器 214 电气连接, 然后模数变换器 214 与 RX 波束形成部件 216 电气连接。如图 2 所示, 在所述特定实施例中, 超声图像处理系统 108 可以包括分别与 TX 和 RX 波束形成部件 208 和 214 电气连接的波束形成控制部件 218。在图 2 说明的实施例中, 包括处理器 202 和滤波器 204 的增益控制块 110 可以与 RX 波束形成部件 216 和超声图像处理系统 108 的各种其它部件电气连接。增益控制块 110 可以作为超声图像处理系统 108 的数字信号处理(DSP)系统的一部分实现。此外, 在一个供选择的实施例中, 可以包括作为处理器 202 的部件的滤波器 204。而且在一个特定的实施例中, 增益控制块 110 可以包括一个或多个滤波器。

在图 2 中, TX/RX 开关部件 206、TX 波束形成装置 208、TX 放大器 210、RX 放大器 212、A/D 变换器 214、RX 波束形成部件 216 和/或波束形成控制部件 218 可以包括现有的、或将来开发的作为超声图像处理系统一部分的任何类型的部件。例如, TX/RX 开关部件 206 可以包括任何类型的开关部件, 以便把 TX/RX 切换到探头 102 和/或从探头 102 切换到 TX/RX。此外, TX/RX 开关部件 206 可以包括多路复用器(MUX)。多路复用器可以用来实现用于多路复用的许多功能, 例如(但不限于)便于对超声图像信号 104 的操纵, 其中所述操纵可以包括例如使用具有定向能量的入射波束和操作波束类似雷达掠过

天空扫描那样往返扫描, 或任何其它功能, 以便同时传输和/或接收信号、把两个或多个信号组合成复合信号(反过来也一样)等。另一个例子可以是, 波束形成部件 208 和 216 可以包括任何类型的波束形成部件, 使波束聚焦, 例如延迟通道, 和/或在模拟和/或数字装置中使用的任何其它部件。TX 和 RX 放大器 208 和 212 可以包括任何类型的放大器, 例如 RX 放大器 212 可以包括时间增益补偿(TGC)放大器, 它可以控制超声图像 113(图 1 所示)的质量。

继续参见图 2, 增益控制块 110 的处理器 202 可以通过探头 102 接收对象 106(图 1 示出了两个)的运动变化速率的指示符。例如, 如果胎儿突然蠕动或者如果探头突然朝新位置移动, 就可以在特定的实施例中应用对象的运动变化速率调节信号的增益。在供选择的实施例中, 也可以应用运动的任何变化来把增益调节信号化, 例如, 如果对象从稳定状态进入运动状态, 或从平稳的运动进入较快或较慢的运动。这样对于所述特定的实施例, 指示符可以包括运动的变化速率。作为对运动变化的响应, 在本特定实施例中, 处理器 202 可以至少部分地根据对象 106 运动变化速率调节提供给输出装置 112(图 1 示出了两个)的超声图像 113 的增益。此外, 在一个特定实施例中, 可以这样调节增益, 以便基本上或至少部分地对应于对象 106 的运动速率。

在一个特定实施例中, 例如, 处理器 202 可以通过改变滤波器 204 的系数来调节增益。在这种场合, 在一个特定实施例中, 可以改变滤波器 204 的系数以便与运动的基本上瞬时的变化相联系地调节增益。例如可以改变滤波器 204 的系数以便与关于以前运动变化的已调整的增益的平均值相对应地调节增益, 例如求以 10 次增益调节的平均值, 虽然要求保护的主题不限于这些方面的范围。

因此, 超声图像处理系统的增益可以至少部分地根据图像的变化量进行调节, 例如其中, 对象的运动的相对较小的变化可以与相对较小的增益调节对应, 而对象的运动的相对较大的变化可以与相

对较大的增益调节对应。此外，在特定实施例中，执行这些增益调节的速率可以基本上或至少部分地与对象运动的变化速率对应，例如，对象运动的变化速率越快，增益调节速率也越快，反之亦然。

滤波器 204 可以包括各种各样的滤波器，例如现有的或将开发的在数字信号处理系统中使用的滤波器。因此，在一个实施例中，滤波器 204 可以是无限冲激响应 (IIR) 滤波器。此外，在一个实施例中，滤波器 204 可以是有限冲激响应 (FIR) 滤波器。但是要求保护的主体没有局限于这些方面的范围内。

图 1 和 2 说明了特定的实施例。但是，对于本专业的技术人员来说很明显，实施例可以在没有多个所述部件、或包括没有专门说明的部件的情况下实施。而且各种部件可能被忽略和/或简化。这样所述部件仅仅是可能包含在超声图像处理系统中的各种部件的实例，要求保护的主体没有局限于这些特定的部件或所述实施例。

图 3 说明调节增益过程的一个实施例的流程图。对于所说明的实施例，图 1 的增益控制块 110 可以包括流程图 300 的事件驱动模型的实现方案。作为例子而不是限制，增益控制块 110 可以设计成在其中可以使用各种各样的事件通知服务的系统环境中实现，虽然增益控制块 110 可以包括任意数目的可编程方法，但是要求保护的主体没有局限于特定的方法。

如图 3 所示，例如方框 302 表示可以接收对象运动变化速率的指示符。如前所述，对象 106 的运动变化速率可以通过探头 102 接收。具体地说，探头 102 可以通过发射和/或接收超声图像信号 104 来检测运动的变化速率。

在方框 304，至少部分地根据接收的运动变化速率来调整增益。在特定实施例中，可以基本上或至少部分地与对象 106 的运动变化速率对应地调节增益。例如，如前所述，可以至少部分地通过由处理器 202 可变地修改滤波器 204 的系数来控制增益的调节。如前所

述，在一个实施例中，对象的运动变化速率愈快，增益的调节速率愈快，和/或反之亦然。虽然要求保护的主体没有局限于这些方面的范围内。

图 4 说明调节增益的过程的另一个实施例的流程图。同样，对于所说明的实施例，图 1 的增益控制块 110 可以包括方框图 400 的事件驱动模型的实现方案。作为例子而不是限制，增益控制块 110 可以设计成在其中可以使用各种事件通知服务的系统环境中实现，虽然增益控制块 110 可以包括任意数目的可编程方法，但是要求保护的主体没有局限于特定的方法。

如图 4 中所示，例如，方框 402 表示增益控制块 110 接收图像帧。例如，所述图像帧可以包括待处理的，用于以图像 113 的形式提供给输出装置 112 的图像帧。在方框 404，例如还可以处理图像帧以便确定是否接收到对象的运动变化速率的指示符。在特定的实施例中，所述处理可以包括分割和分析图像帧，以便检测对象的运动，以及对象的结果图像变化。如果确定接收到对象运动变化速率的指示符，那么，在方框 406 可以确定运动的变化速率。然后在方框 408，如前所述，可以至少部分地根据运动的变化速率来调节增益，其中，例如，至少可以部分地通过由处理器 202 可变地修改滤波器 204 的系数，以便至少部分地与运动的变化速率对应地调节增益。在方框 412，可以把增益的调节应用于图像，例如(但不限于)在输出装置 112 上显示图像 113。

在所述特定实施例中，例如在方框 404，如果没有接收到对象的运动变化速率的指示符(例如分割和分析图像帧没有在对象的图像中检测到移动和/或变化)，那么，增益控制块 110 可以根据现有或将开发的方框 410 中的方法提供增益，因而就是所施加的增益。

图 5A-5C 是说明至少部分地根据运动的变化速率调节增益的至少一个例子(但不是限制)的图形表示，其中，至少部分地与一个实施例的对象运动的变化速率对应地调节增益。为了说明一个例子，

对象可以包括心脏，并且在特定的例子中，图形表示可以包括对整个心动周期的采样，包括 60 幅图像帧。图 5A 是累计的图像帧差的图形表示，图 5B 是用传统方法确定的增益的相应的图形表示，而图 5C 是至少部分地根据运动的变化速率调节增益的相应的图形表示，其中至少部分地与对象的运动变化速率对应地调节增益。

参见图 5B，可以通过已知的或将来知道的方法，例如(但不限于)组织均衡化 (TEQ) 方法以传统的方式确定增益。在一个实施例中，可以过滤增益方法(例如(但不限于)组织均衡化方法)，以便产生图 5C 说明的图形表示。可以按照(但不限于)以下的关系式来计算各图形表示之间的关系。

累计图像帧：

$$C(k) = \sum_i^N |B_i(k) - B_i(1)|$$

其中，求和是在图像帧的所有像素上进行，B 是二进制图像中像素的值 0 或 1，而 k 是图像帧的编号。

通过对每一个像素的增益的平方求和可以给出总增益调节的度量：

$$G(k) = \sum_i^N \frac{g_i^2(k)}{N}$$

在一个特定实施例中，波器平滑增益(即调节增益)使用滤波器(例如(但不限于) IIR 滤波器)，其中极(pole)的位置适应累计差值：

$$S_i(k) = \frac{[g_i(k) + a \cdot S_i(k-1)]}{(1+a)}$$

其中

$$a = \frac{(C_0 - C(k))}{C_0}$$

并且  $C_0$  为常数。

这样，可以由下式定义调节的增益：

$$S(k) = \sum_i^N \frac{S_i^2(k)}{N}$$

再次参见图 5A-5C，图形表示可以与上述方程式有关，并且例如图 5A 表示 C 与帧编号的关系曲线，图 5B 表示 G 与帧编号的关系曲线，而图 5C 表示 S 与帧编号的关系曲线。

图 6 说明通用的硬件系统的一个实施例，虽然要求保护的主题没有限于这些方面的范围。在说明的实施例中，硬件系统 600 包括处理器 202，处理器 202 耦合到高速总线 605，高速总线 605 可以通过总线桥 630 耦合到输入/输出 (I/O) 总线 615。临时存储器 620 可以耦合到高速总线 605。此外，滤波器 204 可以耦合到高速总线 605，或者如前所述，滤波器 204 可以作为指令集的一部分被包括在处理器 202 中。永久存储器 640 可以耦合到 I/O 总线 615。I/O 装置 650 也可以耦合到总线 615。在一个实施例中，I/O 装置 650 可以包括显示装置 112 (图 1 所示)，和/或各种其它 I/O 装置，例如 (但不限于) 键盘、一个或多个外部网络接口等。如前所述，图像数据可以存放在永久存储器 640 中，可以把图像数据输出给显示装置 112 或者将其存储供以后检索。

某些实施例可以包括附加部件，可能不需要上述所有部件，和/或可能组合一个或多个部件。例如，临时存储器 620 可以与处理器 202 一起处于芯片上。或者，可以省去永久存储器 640，和/或临时存储器 620 可以用电可擦可编程只读存储器 (EEPROM) 代替，其中软件程序可以在 EEPROM 中执行。一些实现方案可以应用单总线，所有部件都耦合到单总线上，而其它实现方案可以包括一个或多个附加总线和/或总线桥，各种附加的部件都可以耦合到总线桥上。类似地，可以应用各种供选择的内部网络，例如包括至少部分地基于带有存储器控制器的集线器和/或 I/O 控制器的集线器的高速系统总线的内部网络。附加部件可以包括附加的处理器、CD ROM 驱动器、附加存储器和/或在先有技术中已知的或将开发的其它外围部件。

可以使用许多硬件系统中的一个或多个来实现上述的各种各样的功能和/或操作。在一个实施例中，可以以指令和/或例程的形式

来实现各种功能，这些指令和程序可以由一个或多个硬件系统中的一个或多个执行单元，例如处理器 202 执行。这些机器可执行指令可以利用任何存取媒体存储，例如(但不限于)机器可读存储媒体，包括内部存储器，如存储器 620 和 640(图 6 所示)以及各种外部和/或远程存储器，如硬件驱动器、软磁盘、CD-ROM、磁带、数字视频或通用磁盘(DVD)、激光磁盘、快速存储器、网络服务器等。在一种实现方案中，这些软件例程可以用可编程语言，例如(但不限于)C、C+或 C++可编程语言编写。但是，可以理解，这些程序可以用各种可编程语言实现。

在供选择的实施例中，可以以分立的硬件和/或固件来实现实施例的各种功能和/或操作。例如，可以将一个或多个专用集成电路(ASIC)编程，使其具有一个或多个上述功能。在另一个例子中，可以在附加电路板和/或插入上述系统的电路板上的一个或多个 ASIC 中实现一个或多个功能。在另一个例子中，一个或多个可编程门阵列(PGA)可以用于实现一个或多个功能和/或操作。在还有另一个例子中，硬件和/或软件的组合可以用于实现一个或多个功能和/或操作。

在对当前考虑的主题的实施例进行了说明和/或描述后，本专业的技术人员将明白，在不脱离所述主题的范围情况下，可以对本发明进行各种其它修改和/或用等价物代替。此外，在不脱离所述主题的情况下，所作的许多修改可以使特定的情况适应该主题的技术。因此，我们试图把专利不局限于所述特定实施例，而是涵盖了处于附属的权利要求书范围内的所有实施例。

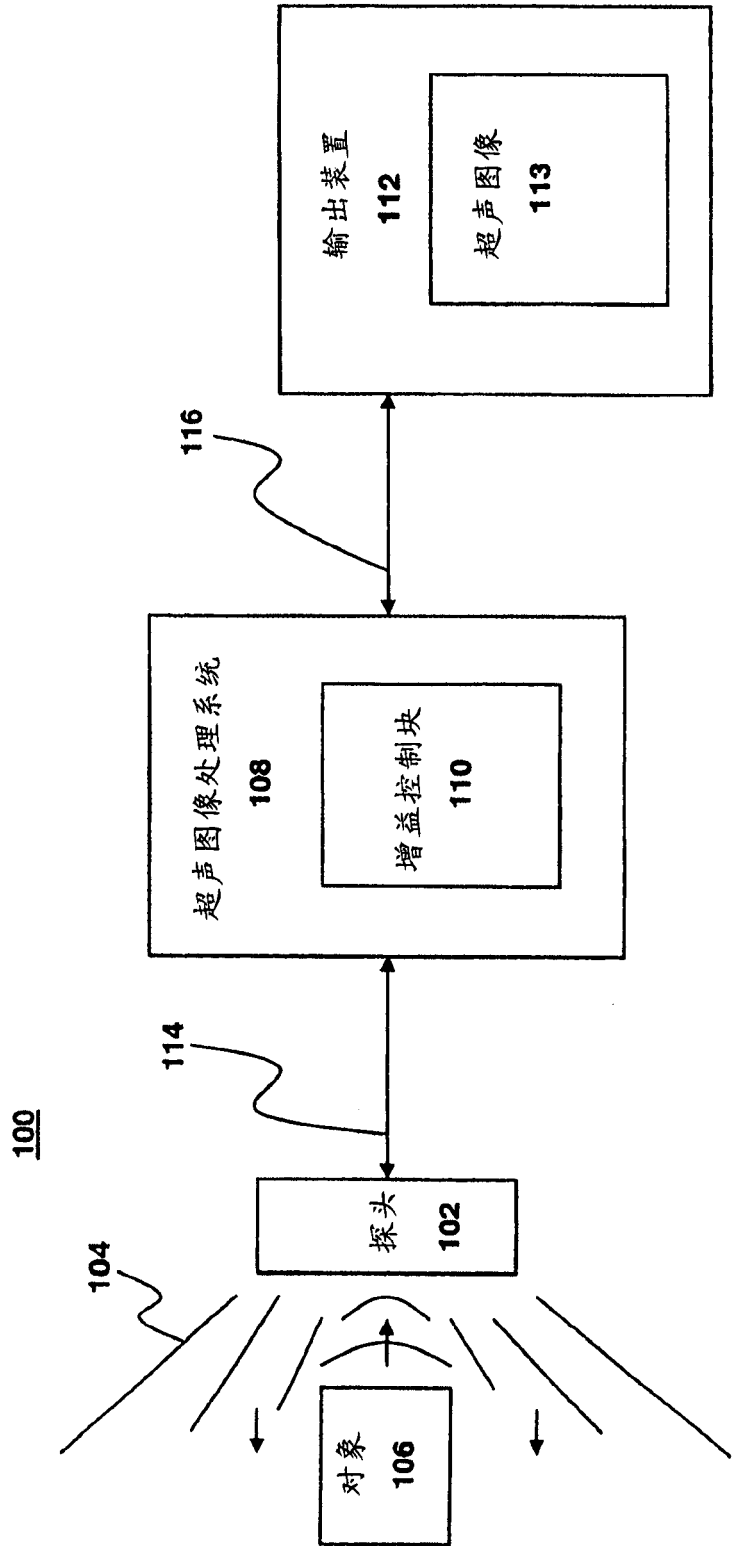


图 1

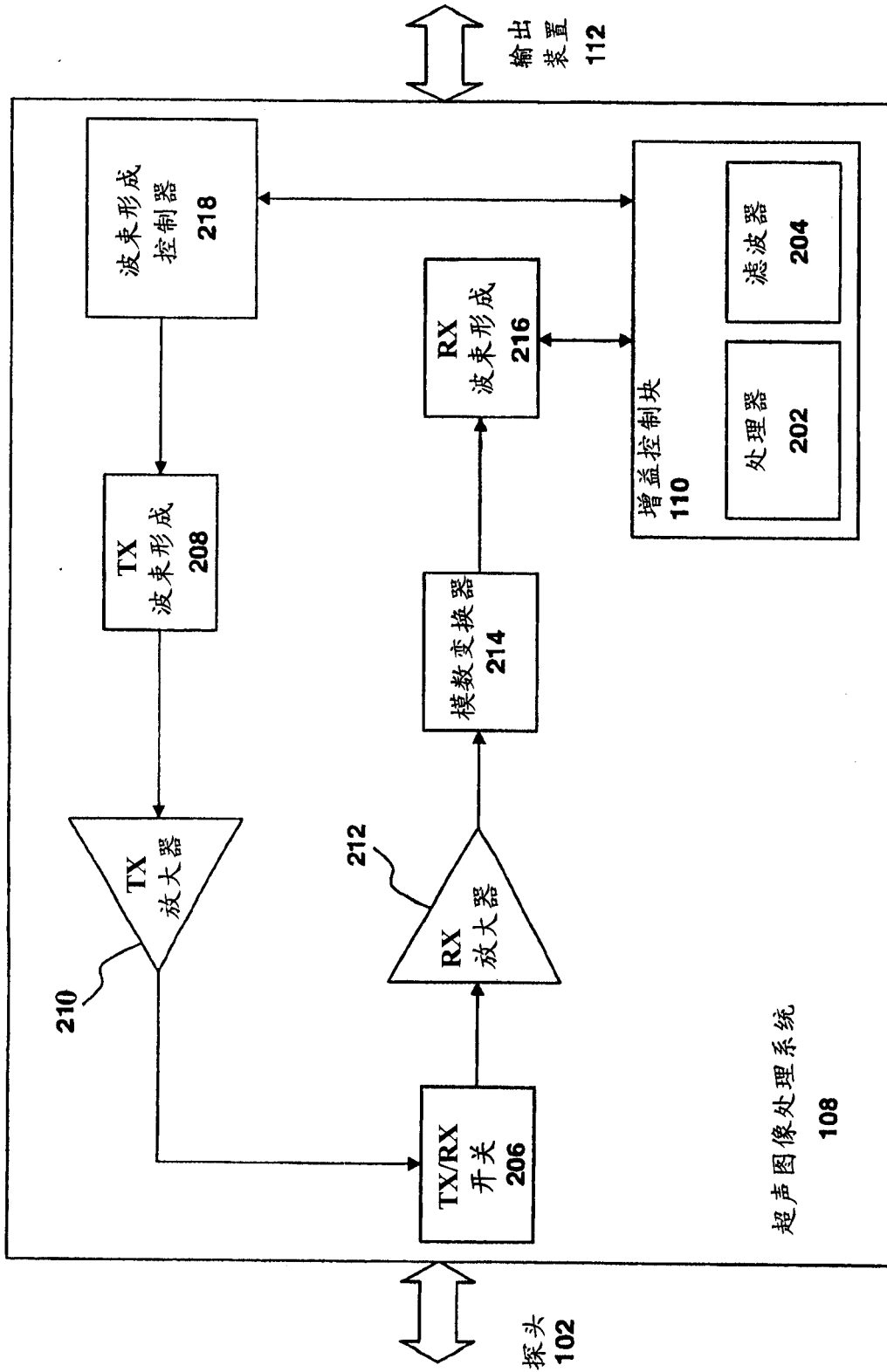


图 2

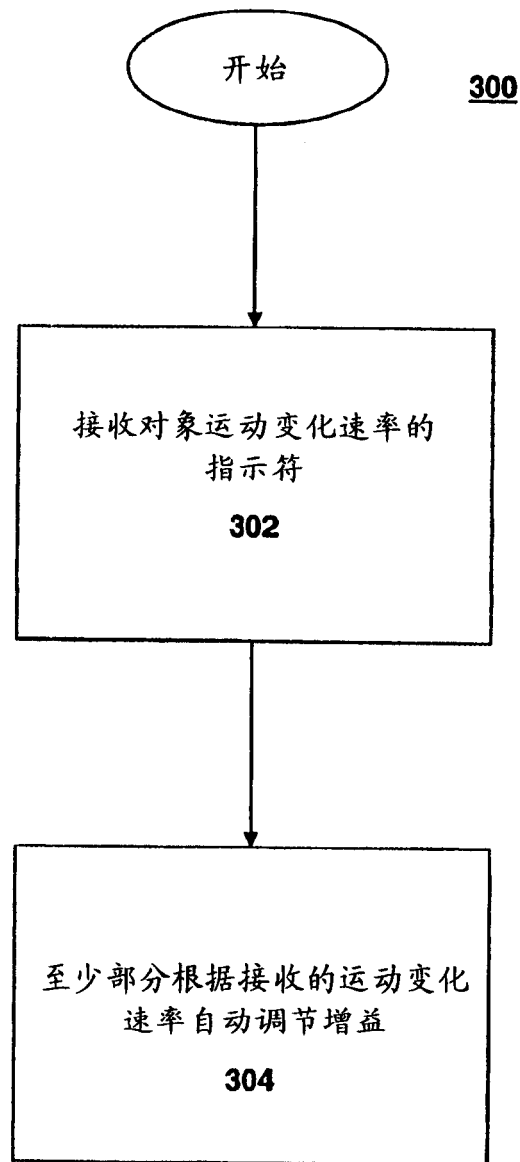


图 3

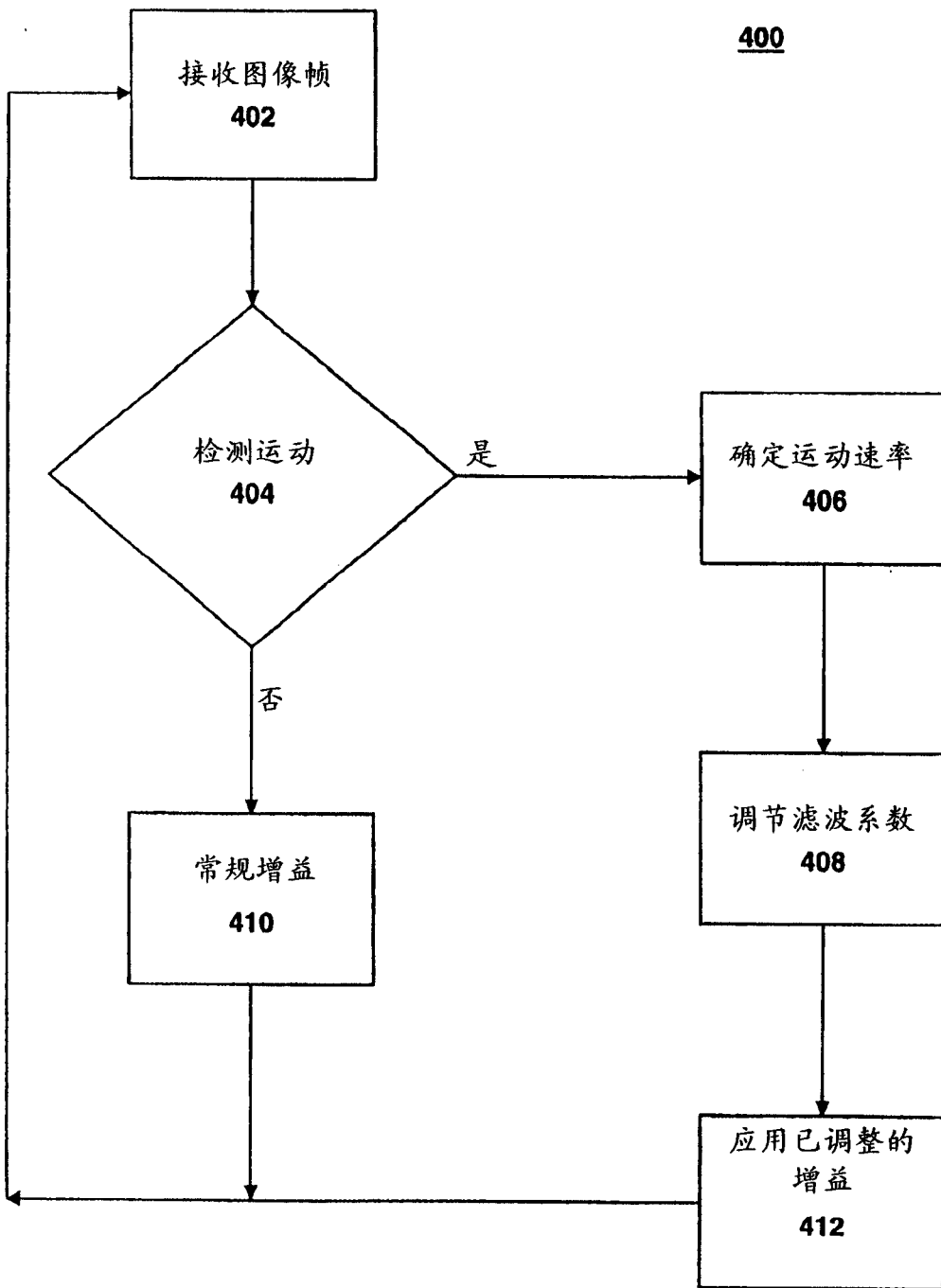
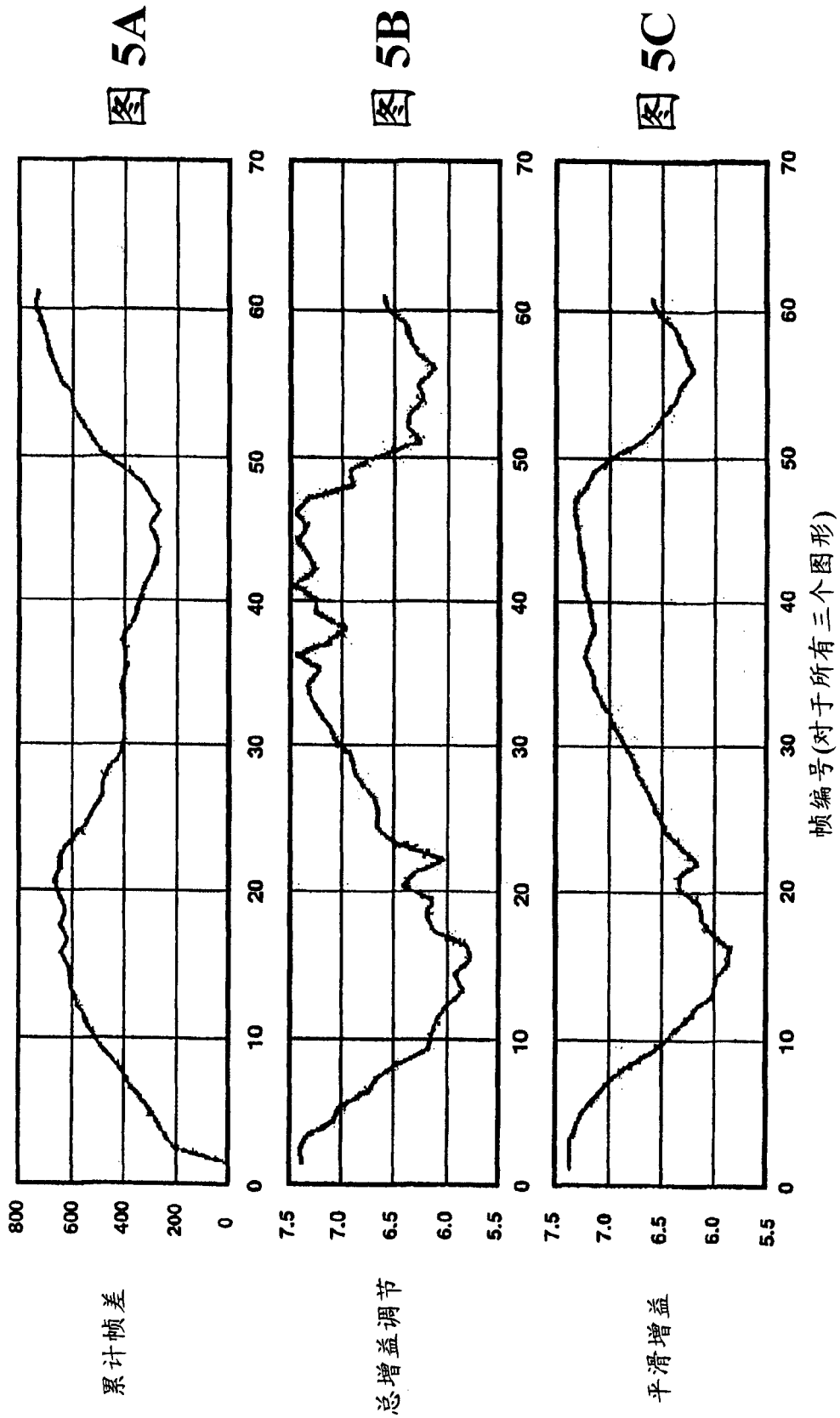


图 4



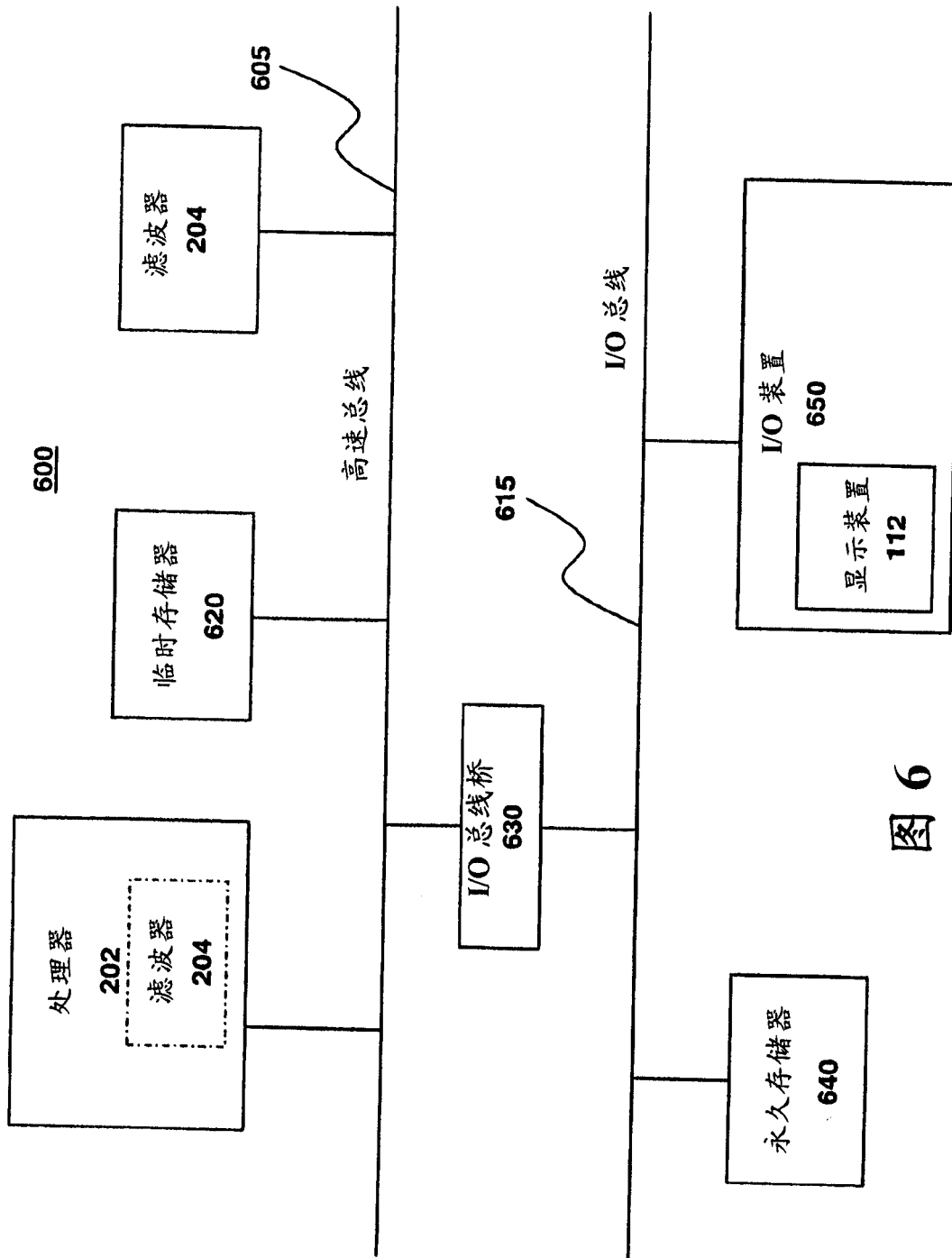


图 6

专利名称(译)	具有运动自适应增益的超声成像系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN1891161A</a>	公开(公告)日	2007-01-10
申请号	CN200610100119.1	申请日	2006-06-27
[标]申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
当前申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
[标]发明人	C西莫普洛斯 B拉马穆尔蒂		
发明人	C·西莫普洛斯 B·拉马穆尔蒂		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/00 G12B5/00		
CPC分类号	G01S7/5205 A61B8/08 A61B8/0866 A61B5/11 G01S7/52033		
代理人(译)	杨凯 魏军		
优先权	11/170006 2005-06-28 US		
其他公开文献	CN1891161B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

公开了调节超声系统100的增益的装置和方法。更具体地说，公开了用于接收对象106的运动变化速率的指示符102并且至少部分地根据运动变化的速率调节增益的主题，其中至少部分地与对象106的运动变化速率对应地调节增益。

