



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105246412 B

(45)授权公告日 2018.08.10

(21)申请号 201380076932.8

(22)申请日 2013.05.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105246412 A

(43)申请公布日 2016.01.13

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.11.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/001087 2013.05.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/191784 EN 2014.12.04

(73)专利权人 B-K医疗公司

地址 丹麦赫尔雷夫

(72)发明人 H·延森 S·I·尼科洛夫

B·汉森

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 王丽军

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

G01S 15/89(2006.01)

A61B 8/06(2006.01)

A61B 8/14(2006.01)

(56)对比文件

US 2003/0100832 A1,2003.05.29,

WO 01/89387 A1,2001.11.29,

US 4671293 ,1987.06.09,

JP 平3-202052 A,1991.09.03,

CN 102721747 A,2012.10.10,

CN 101720205 A,2010.06.02,

审查员 廖叶子

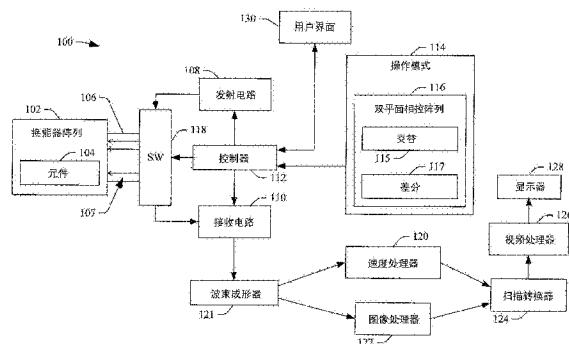
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

用双平面相控阵换能器进行三维(3D)矢量
流成像

(57)摘要

一种超声成像系统(100)包括换能器阵列(102)。该换能器阵列包括第一组换能器元件(206或208,302或304)和第二组换能器元件(208或206,304或302)。第一组换能器元件和第二组换能器元件包括长轴并且于所述长轴相互角度偏置一非零角度。超声成像系统还包括速度处理器(120),该速度处理器处理由第一组换能器元件和第二组换能器元件接收的回波并且基于接收到的回波确定轴向流速分量和两个横向流速分量。



1. 超声成像系统(100), 包括:

换能器阵列(102), 其包括第一组换能器元件(206或208, 302或304) 和第二组换能器元件(208或206, 304或302),

其中, 第一组换能器元件和第二组换能器元件包括长轴并且关于所述长轴相互角度偏置一非零角度;

速度处理器(120), 其处理由第一组换能器元件和第二组换能器元件接收的回波并且基于接收到的回波确定轴向流速分量和两个横向流速分量; 和

产生同时激励第一组换能器元件和第二组换能器元件的第一信号的控制器(112), 其中, 所述第一组换能器元件和第二组换能器元件以相反的极性被激励。

2. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述换能器阵列包括双平面换能器阵列。

3. 根据权利要求2所述的系统, 其中, 所述双平面换能器阵列包括单一换能器, 所述单一换能器具有设置于第一组换能器元件和第二组换能器元件之间的压电材料。

4. 根据权利要求3所述的系统, 其中, 所述第一组换能器元件和第二组换能器元件相对于长轴彼此正交。

5. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述控制器激励第一组换能器元件和第二组换能器元件, 采用相控阵列算法进行操纵或聚焦从所述第一组换能器元件和第二组换能器元件发射的超声波束中的至少一个。

6. 根据权利要求1所述的系统, 还包括:

包括单体通道的连通路程(106), 每个通道与第一组换能器元件或第二组换能器元件之一的一组换能器元件中的不同一个换能器元件电连通。

7. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述换能器阵列包括两个单独的换能器元件。

8. 一种超声成像方法, 包括:

用同一个单一双平面换能器的两个不同换能器阵列发射第一超声波束和第二超声波束, 其中所述第一超声波束和第二超声波束分别从所述单一双平面换能器的相反两侧发射;

同时采用上述两侧来发射第一超声波束和第二超声波束两者;

响应于第一超声波束在第一方向上横过第一平面而接收第一回波;

响应于第二超声波束在第二方向上横过第二平面而接收第二回波, 其中, 所述第一方向和第二方向相对于彼此成一角度; 以及

基于第一回波和第二回波估计三个正交流速分量。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 所述角度近似九十度。

10. 根据权利要求8所述的方法, 还包括:

用不同的极性来激发上述两侧。

11. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 所述相反两侧中的一侧包括多个换能器元件行, 而所述相反两侧中的另一侧包括多个换能器元件列, 并且所述方法还包括:

以相继方式激励每一行或每一列。

12. 根据权利要求11所述的方法, 其中, 所述以相继方式激励每一行或每一列执行下述中的至少一个: 操纵或聚焦相应超声波束。

13. 根据权利要求11所述的方法, 还包括:

用不同的通道访问每一行和每一列。

14. 根据权利要求13所述的方法,还包括:

用不同通道同时访问行和列。

用双平面相控阵换能器进行三维 (3D) 矢量流成像

技术领域

[0001] 下面总体上涉及超声成像,更具体地涉及利用双平面相控阵换能器进行三维 (3D) 矢量流成像,并且以其到超声系统的特殊应用来描述。

背景技术

[0002] 超声成像已经被用来确定与对象或受体的内部特征有关的信息。这包括产生内部结构、比如管状或其它结构的一个或多个图像以及估计在该管状结构的腔内流动的结构的流速,这已经与图像相关地进行了视觉显示。

[0003] 期满的专利US 4,671,293给出了一种包括复合压电材料切片的相控阵列换能器,换能器元件的阵列设置于该材料的每一侧上,彼此正交。到各阵列的电连接被共用和切换,以使一侧上的元件接地而另一侧上的元件被使用,或者反之。用于每一个平面的不包括任何流量信息的图像被产生,临床医生必须观察两个图像并且用脑力构建所扫描的目标的3D全貌。

[0004] 对于流速估计来说,在一个例子中,脉冲回波场在轴向方向上沿着超声波束的轴线振动,只有沿着z轴或深度的轴向速度分量被估计出来;横向速度分量不能估计。通常,横过超声波束的散射体会产生具有与轴向速度成正比的频率分量的信号。允许此估计的基本机构是被发射的脉冲的振动。

[0005] 二维 (2D) 横向振动 (TO) 速度估计方法已经被用于估计轴向分量和横向速度分量之一 (高度或方位)。对于此方法,使用与如上所述相同的基本机构,横向振动被引入超声场,并且此振动产生依附于横向振动的被接收的信号。

[0006] 本基本思想是利用一维 (1D) 换能器阵列制造双振动的脉冲回波场。这可以通过使用如在传统的流速估计过程中使用的相同的发射波束以及预定的变迹曲线来实现。此TO方法在Udesen的“Investigation of Transverse Oscillation Method”,IEEE Trans.Ultrason.,Ferroelec.,Freq.Contr.,vol.53,pp.959-971,2006中描述了。

[0007] 三维 (3D) 横向振动 (TO) 速度估计方法已经被用于估计在所有三个方向上的速度分量,包括轴向分量和横向速度分量之一或两者。此方法在于2011年10月11日提交的、题为“Three Dimensional (3D) Transverse Oscillation Vector Velocity Ultrasound Imaging”的国际 (PCT) 专利申请序列号PCT/IB2011/002383中描述了。

[0008] 对于此方法,使用了换能器元件的矩阵或二维 (2D) 换能器阵列 (例如,32x32, 64x64等)。然而,2D换能器阵列、比如在PCT/IB2011/002383中描述的2D换能器阵列需要用于换能器阵列的单个换能器元件中的每一个换能器元件的通道。因此,32x32换能器阵列具有1024个通道,96x96换能器阵列具有9216个通道等。

发明内容

[0009] 本申请的各方面针对上述内容和其它内容。

[0010] 在一个方面中,超声成像系统包括换能器阵列。换能器阵列包括第一组换能器元

件和第二组换能器元件。第一组换能器元件和第二组换能器元件包括长轴并且于所述长轴相互角度偏置一非零角度。超声成像系统还包括速度处理器,其处理由第一组换能器元件和第二组换能器元件接收的回波并且基于接收到的回波确定轴向流速分量和两个横向流速分量。

[0011] 在另一方面中,一种方法包括响应于第一超声波束在第一方向上横过第一平面而接收第一回波。该方法还包括响应于第二超声波束在第二方向上横过第二平面而接收第二回波。所述第一方向和第二方向相对于彼此成一角度。该方法还包括基于第一回波和第二回波估计三个正交流速分量。

[0012] 在另一方面中,一种用计算机可读指令编码的计算机可读存储介质,其中,在所述计算机可读指令被处理器执行时致使处理器:处理由在相控阵列模式中使用的双平面换能器阵列产生的数据以及基于该数据并且利用3D矢量流成像处理算法来确定3D正交速度分量。

[0013] 本领域内的技术人员在阅读和理解所附的说明之后还会认识本申请的其它方面。

附图说明

[0014] 本申请通过例子进行说明但不限制于附图,图中相同的参考标记表示类似的元件,图中:

[0015] 图1示意性示出了包括双平面换能器阵列和估计3D矢量流速分量的速度处理器的超声成像系统;

[0016] 图2示意性示出了图1的双平面换能器阵列的例子,其中双平面换能器阵列包括能够以相控阵列的方式配置的单一双平面换能器;

[0017] 图3示意性示出了图2的变异的立体图,其中换能器阵列包括用于产生相交波束的两个单独的换能器阵列;

[0018] 图4示意性示出了图3的变异的侧视图,示出了沿着导管长轴以及沿着这两个波束的两个平面的流速分量;

[0019] 图5示意性示出了图2的变异的立体图,示出了沿着这两个平面之一的流速分量;

[0020] 图6示意出根据关于图1和2讨论的例子方法;

[0021] 图7示意出根据关于图3,4和5讨论的例子方法。

具体实施方式

[0022] 下面的总述描述了3D矢量流成像方法,其以相控阵列的方式配置双平面换能器阵列(包括单一换能器或两个单独的换能器)并且利用3D横向振动(TO)速度估计法处理所接收的回波。该双平面阵列可被控制为使这些阵列中的一个处于电接地而另一个进行发射和/或接收,或使这些阵列同时发射和/或接收,但以差分方式电驱动。

[0023] 开始参考图1,示出了示意性的超声成像系统100。

[0024] 超声成像系统100包括具有多个换能器元件104的换能器阵列102。换能器阵列102可以是直线的、弯曲的、和/或以其它方式成形的、完全板装的或稀疏的和/或它们的组合等。换能器阵列102包括单一双平面阵列,其中这些阵列中的每一个可被以相控阵列的方式使用。然而,其它配置,包括单独的换能器阵列,也被设想和讨论。

[0025] 简单地参考图2,示意出了单一双平面阵列换能器102的例子。单一双平面阵列换能器102包括夹在第一电极204₁和第二电极204₂(统称为电极204)之间的换能材料202(例如,压电换能材料等)。第一和第二电极204被附连到材料202的相反的第一和第二主表面205₁和205₂。

[0026] 在图示的实施例,第一电极204₁包括M个换能器元件206₁,206₂,...,206_M(统称为换能器元件206),每一个换能器元件在第一方向上横跨换能材料的表面延伸,并且在第二方向上相对于彼此大致平行地布置,第二方向正交于第一方向。这些换能器元件206可以通过划线、切割等电极204₁的表面而制造。

[0027] 在图示的实施例中,第二电极204₂包括N个换能器元件208₁,208₂,...,208_N(统称为换能器元件208),每一个换能器元件在第一方向上横跨换能材料的表面延伸,并且在第二方向上相对于彼此大致平行地布置,第二方向正交于第一方向。这些换能器元件208可以通过划线、切割等电极204₂的表面而制造。

[0028] 换能器元件206和换能器元件208包括长轴,并且关于所述长轴相互成一角度地在空间上布置。例如,在图示的实施例中,换能器元件206和208近似正交于彼此布置,形成换能器元件的行和列。在另一例子中,换能器元件206和208相互成一个或多个其它角度布置。

[0029] 在图示的例子中,换能器元件206被设想为行或列,换能器元件208被设想为列或行。换能器元件206和208的布置的例子包括但不限于16行乘16列,32行乘32列,64行乘64列,96行乘96列等。其它配置包括其中M≠N的矩形布置。非方形和非矩形布置也可以设想。

[0030] 返回图1,连通路程106包括用于换能器元件206和208的单体列和行中每一者的单独通道107。每个通道允许每行和每列对激励和/或接收进行单独控制。这包括同时或单个操纵、聚焦和变迹换能器元件206和208。

[0031] 这样,对于96行和96列来说,最多192(96+96)个元件可被同时或单独控制。在一个例子中,这种控制可提供与96x96矩阵或2D阵列相当的性能。然而,只使用了192个,而不是96x96矩阵或2D阵列所需的9216个通道。

[0032] 发射电路108产生被传递到换能器元件104的一组脉冲。该组脉冲激励对应一组换能器元件104,致使换能器元件104发射超声信号到检查或扫描视野内。在图示的实施例中,发射电路108可被控制以按照相控阵列方法产生激励换能器元件104的一组脉冲。

[0033] 接收电路110接收响应于所发射的超声信号而产生的回波。一般来说,此回波是被发射的超声信号和扫描视野内的结构(例如,器官细胞、流动的血液细胞等)之间相互作用的结果。在图示的实施例中,接收电路110接收响应于至少通过相控阵列产生的那一组脉冲而产生的回波。

[0034] 控制器112控制发射电路108或接收电路110中的一个或多个。此控制可以基于可用的操作模式114,包括双平面相控阵列116模式,比如交替操作模式115、差分操作模式117和/或其它操作模式。控制器112还控制开关(SW)118,在发射电路108和接收电路110之间切换以进行激励和接收操作。

[0035] 利用交替操作模式115,此控制包括激励其中一个电极204的换能器元件104以及电接地另一个电极204的换能器元件104,然后使激活的那个电极204和接地的电极交换。接地可以通过发射器的有源钳位电路(active clamping)和/或以其它方式实现。

[0036] 利用差分操作模式117,此控制包括同时激励两个电极204的换能器元件104,使换

能器元件104同时用于发射和/或接收。例如,第一电极204₁可被激励,使其一个极性在一个方向上控制操纵、聚焦和变迹,而第二电极204₂可被激励,使其相反极性在另一个方向上控制操纵、聚焦和变迹。

[0037] 在一个例子中,利用差分操作模式117,电极204被激励,使得换能器元件的一半以上同时被激励用于发射和接收。应理解这可允许增加可用信息的量,从而可进一步改进3D矢量流速度的估计。

[0038] 波束成形器121处理接收到的回波并且产生用于确定3D流速分量以及用于产生A-模式、B-模式、和/或其它模式的图像的数据。波束成形器121可以是单一波束成形器(如图所示)或包括多个子波束成形器。可选地,可使用多个单体波束成形器。

[0039] 速度处理器120处理波束成形的数据。此处理包括确定所述3D速度分量中的一个或多个,包括轴向速度分量和横向分量、比如高度(elevation)速度分量和/或方位速度分量。用于使回波波束成形以及用于确定3D流速分量的适当方法在于2011年10月11日提交的、并且题为“Three Dimensional (3D) Transverse Oscillation Vector Velocity Ultrasound Imaging”的国际(PCT)专利申请序列号PCT/IB2011/002383中描述了,本申请被以引用方式并入本文。

[0040] 图像处理器122也处理波束成形的数据。对于B-模式来说,图像处理器122处理数据并且产生沿扫描平面的聚焦扫描线的一系列聚焦的、相干回波采样。图像处理器122还可被配置用于将这些扫描线加工成更小的光斑和/或通过空间复合来改进镜面反射器草图(delineation)和/或执行其它加工处理,比如FIR滤波、IIR滤波等。

[0041] 扫描转换器124扫描转换速度处理器120和图像处理器122的输出并且产生用于显示的数据,例如,通过将这些数据转换到显示器的坐标系统。

[0042] 视频处理器126经由显示监控器128视觉地呈现一个或多个图像和/或流速信息。此呈现可以是在交互式图形用户界面(GUI)中,允许使用者通过鼠标、键盘、触摸屏等选择性地旋转、缩放、和/或操作被显示的数据。

[0043] 用户界面(UI)130提供与系统100交互的界面。此交互可包括使用者交互以选择操作模式等。US 130可包括一个或多个输入装置(例如,按钮、旋钮、滑块、触垫等)和/或一个或多个输出装置(例如,显示屏、灯、扬声器等)。

[0044] 该系统100的一个或多个部件可通过运行在计算机可读存储介质(不包括暂时性介质)、比如物理存储装置上存储的计算机可读指令的处理器(即,微处理器,CPU,和/或类似)实施。附加地或可选地,一部件可经由在暂时性介质上编码的指令实现。

[0045] 在图1和2中,换能器阵列102包括单一双平面相控阵列。图3,4和5示意出其中换能器阵列102包括两个单独的换能器阵列的变异。

[0046] 更具体地,图3示意性示出了图2的变异的立体图,其中换能器阵列包括用于产生两个相交波束的两个单独的换能器阵列。图4示意性示出了图2的变异的侧视图,示出了沿着导管长轴以及沿着这两个波束的两个平面的流速分量。

[0047] 图5示意性示出了图2的变异的立体图,示出了沿着这两个平面之一的流速分量。在图3,4和5中,换能器阵列102包括第一换能器阵列302和第二换能器阵列304。第一和第二换能器阵列302和304并肩布置并且从彼此角度偏置已知的预定角度。

[0048] 第一和第二换能器阵列302和304被示出为与管状结构306相关联。在图示的实施

例中,管状结构306是导管。然而,在另一例子中,管状结构306是另一管状结构。第一扫描平面308对应于第一换能器阵列302,而第二扫描平面310对应于第二换能器阵列304。扫描平面308和310从彼此角度偏置上述已知的预定角度。

[0049] 第一和第二扫描平面308和310在管状结构306的区域400中相交。3D横向流402可通过下述表示: $\vec{V} = \vec{V}_A + \vec{V}_B$, 其中 V_A 404是在第二平面310中的速度而 V_B 406是在第一平面308中的速度。 V_A 404可由 $\vec{V}_A = \vec{V}_{Ax} + \vec{V}_{Ay}$ 确定, 其中 $\vec{V}_{Ax}$ 502和 $\vec{V}_{Ay}$ 504是轴向分量和横向分量, 而 V_B 406可由 $\vec{V}_B = \vec{V}_{Bx} + \vec{V}_{By}$ 确定, 其中 $\vec{V}_{Bx}$ 和 $\vec{V}_{By}$ 是轴向分量和横向分量。

[0050] V_A 404和 V_B 406两者都可利用横向振动方法和/或其它方法确定。这包括在这里讨论的横向振动方法和/或其它横向振动方法。

[0051] 在另一变异中,换能器阵列102包括1.5D阵列,该1.5D阵列换能器被用于获取可用来估计3D矢量流信息的数据。在一个例子中,1.5D阵列换能器包括三行,外面两行被并联地电耦合以获取该数据。利用该方法,在中心处该区域的至少一部分被与当横向振动用于估计2D矢量流时相类似地调节。

[0052] 图6和7示意出示例性方法。

[0053] 图6示出根据图1和2的例子的方法。

[0054] 应理解下面的动作被提供仅用于说明目的而不是限制性的。这样,这些动作中的一个或多个可被省略,一个或多个动作可被添加,一个或多个动作可以不同顺序(包括与另一动作同时)发生等。

[0055] 在602,换能器阵列的换能器元件的各行被相继激励,以发射和操纵和聚焦第一平面中的第一超声波束。

[0056] 在604,对应于第一平面并且响应于该第一超声波束产生的第一回波被接收。

[0057] 在606,换能器阵列的换能器元件的各列被相继激励,以发射和操纵和聚焦在不同的第二平面中的第二超声波束,第二平面相对于第一平面处于预定的角度(例如, $\approx 90^\circ$ 等)。

[0058] 在608,对应于第二平面和响应于该第二超声波束而产生的第二回波被接收。

[0059] 在610,利用3D TO速度估计和/或其它方法、基于该第一和第二回波来确定三个正交流速分量。

[0060] 图7示出根据图1,3,4和5的例子的方法。

[0061] 应理解下面的动作被提供仅用于说明目的而不是限制性的。这样,这些动作中的一个或多个可被省略,一个或多个动作可被添加,一个或多个动作可以不同顺序(包括与另一动作同时)发生等。

[0062] 在702,两个单独的换能器中的第一换能器阵列发射经过假想视野的第一方向上的第一波束。

[0063] 在704,该两个单独的换能器中的第二换能器阵列发射、与第一换能器阵列同时发射,经过假想视野的第二方向上的第二波束,其中第一和第二方向在视野中相交。

[0064] 在706,对应于第一波束的第一回波被接收,对应于第二波束的第二回波被接收。

[0065] 在708,确定第一和第二方向上的第一和第二流速。

[0066] 在710,基于第一和第二流速的轴线确定正交于第一和第二方向并且沿着流动结构的液流的流速。

[0067] 在这里描述的方法可通过一个或多个处理器实施,所述处理器执行被编码或具体化在计算机可读存储介质上的一个或多个计算机可读指令,该计算机可读存储介质致使所述一个或多个处理器执行各种动作和/或其它功能和/或动作。附加地或可选地,所述一个或多个处理器可执行暂时性介质承载的指令。

[0068] 本申请已经关于不同实施例进行了描述。技术人员在阅读了本申请后可能想到多种修改和替代。本发明意于解释为包括所有这些修改和替代,包括认为它们落在附属权利要求及其等效内容的范围内。

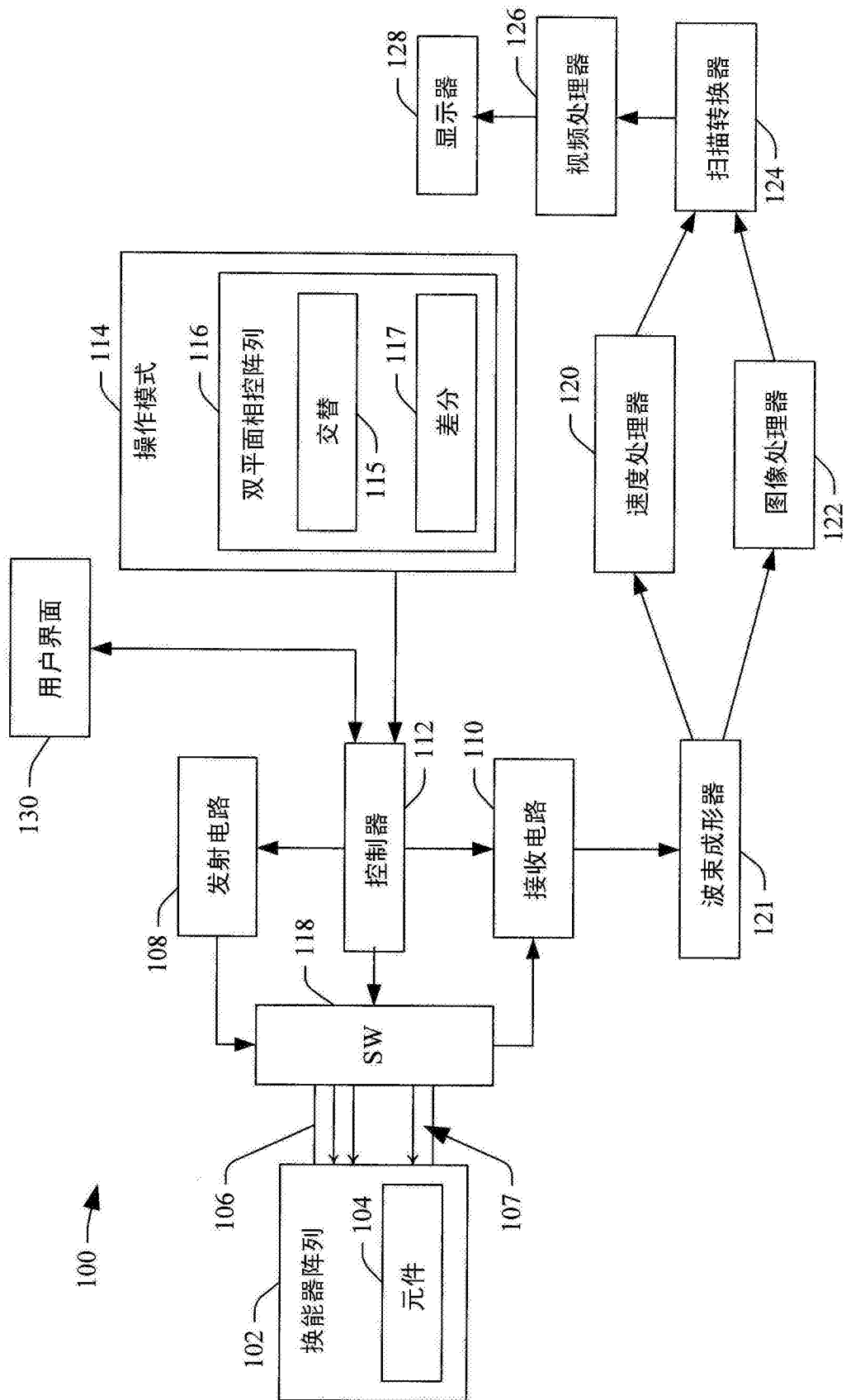


图1

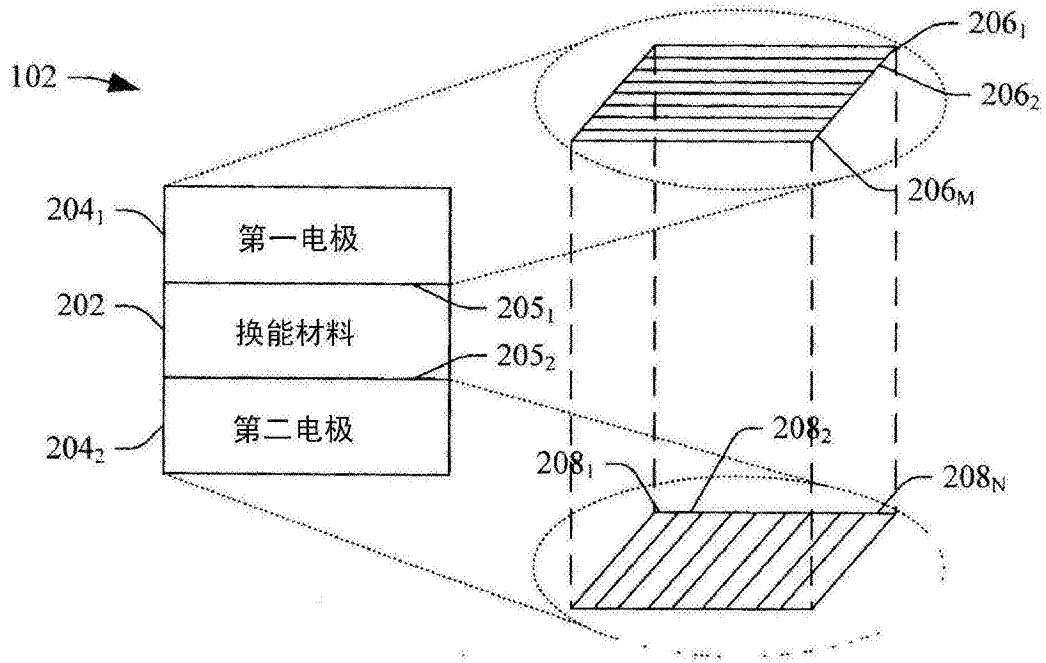


图2

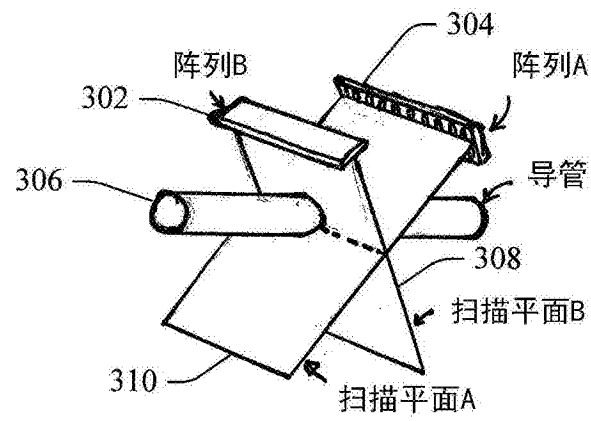


图3

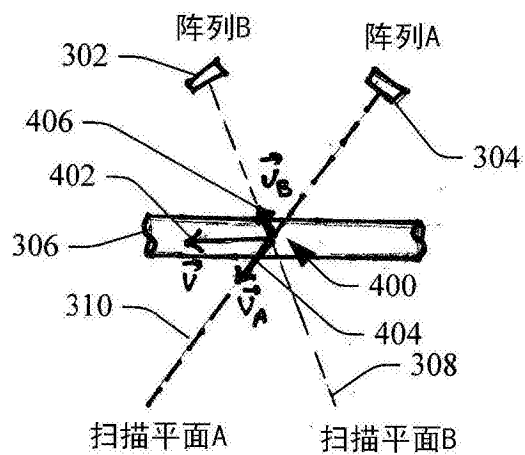


图4

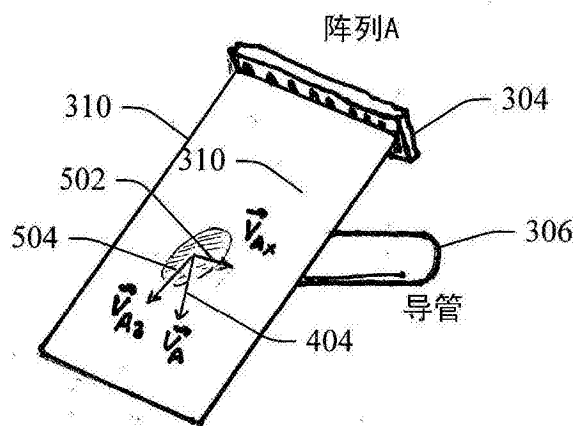


图5

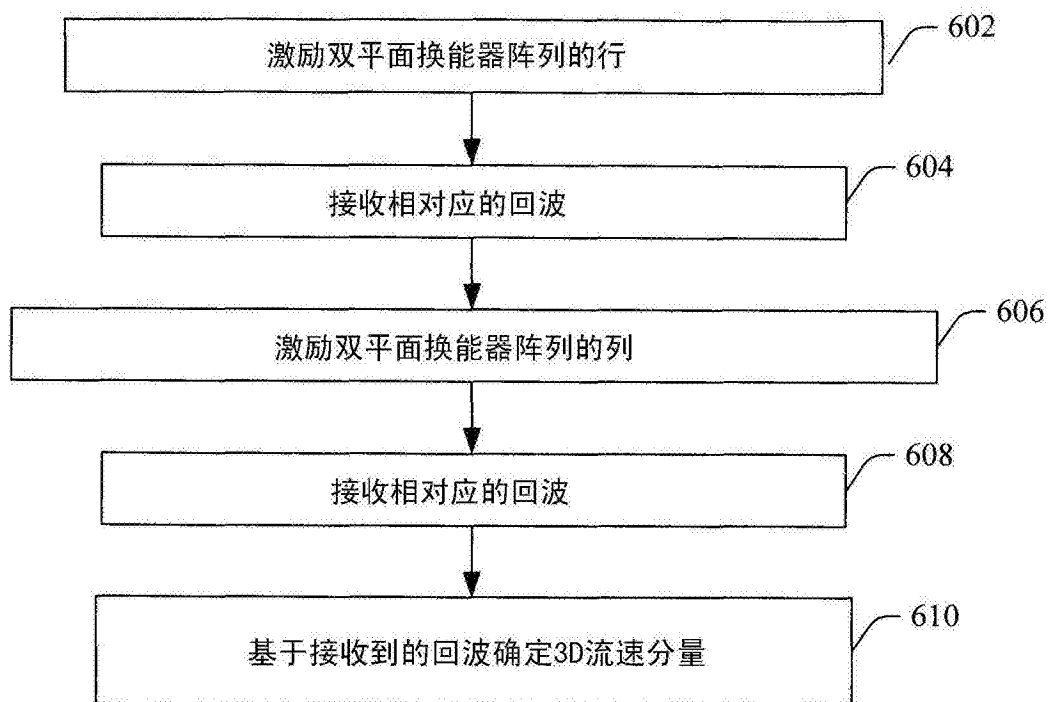


图6

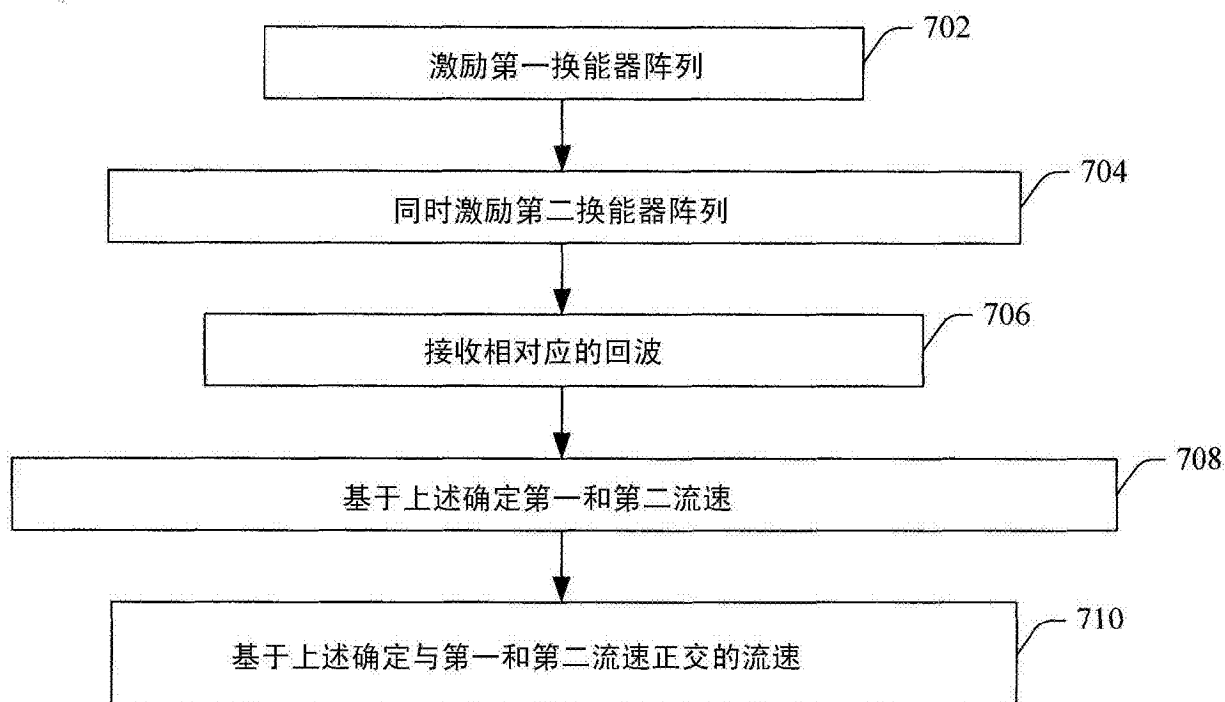


图7