

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
A61B 8/08 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780009647.9

[43] 公开日 2009 年 4 月 8 日

[11] 公开号 CN 101404941A

[22] 申请日 2007.3.14

[21] 申请号 200780009647.9

[30] 优先权

[32] 2006.3.21 [33] US [31] 60/784,317

[86] 国际申请 PCT/IB2007/050869 2007.3.14

[87] 国际公布 WO2007/107925 英 2007.9.27

[85] 进入国家阶段日期 2008.9.18

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 D·W·克拉克

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

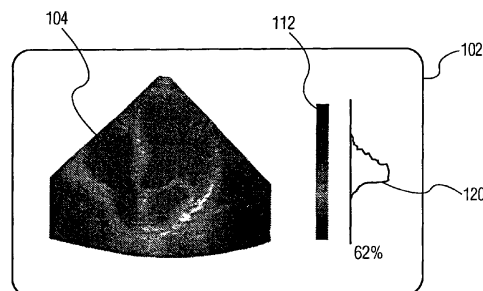
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 4 页

### [54] 发明名称

用于彩色组织多普勒成像的速度标尺的优化

### [57] 摘要

一种超声诊断成像系统用于产生供诊断使用的组织多普勒图像和数据。该系统包括视觉或可听警报，该警报警告用户组织多普勒图像数据中可能存在混叠，并且需要重新设置彩色映射图的速度标尺。视觉警报可以是显示屏幕或控制面板上的灯，或是在图像可能发生混叠的区域中使用与彩色映射图的颜色有差别的对比色。视觉警报可以是与组织多普勒图像的色带并列显示的直方图。通过位于色带速度极限处的图像值的直方图给出的指示表明需要调节颜色速度换算比例。



- 1、一种通过组织多普勒成像分析组织运动的超声诊断成像系统,包括:  
探头,其用于采集来自移动组织的多普勒回波信号;  
多普勒处理器,其耦合至所述探头并响应于所述多普勒回波信号,用于产生组织运动信号;  
颜色映射处理器,其耦合至所述多普勒处理器,用于将所述组织运动信号映射成相应的色值;  
用户界面,其耦合至所述颜色映射处理器,用于以颜色显示组织运动图像、显示由所述颜色映射处理器所采用的色值范围以及显示指示器,所述指示器警告用户所显示的组织运动可能存在混叠。
- 2、根据权利要求1所述的超声诊断成像系统,其中,所述指示器包括扬声器,其可听地警告用户可能存在混叠。
- 3、根据权利要求1所述的超声诊断成像系统,还包括直方图处理器,其耦合至所述颜色映射处理器,用于产生在所述组织运动图像中所使用的各色值的直方图,  
其中,所述指示器包括与所述色值范围在同一显示屏上的直方图显示。
- 4、根据权利要求3所述的超声诊断成像系统,其中,所述色值范围包括色带;并且,  
其中,所述直方图显示与所述色带中由所述直方图的各点所代表的颜色对齐。
- 5、根据权利要求4所述的超声诊断成像系统,其中,所述色带展示出第一和第二速度端点,  
其中,直方图存在接近所述色带端点的数值表明可能存在混叠。
- 6、根据权利要求3所述的超声诊断成像系统,其中,所述组织运动以

显示帧频、用颜色进行显示；并且

其中，所述直方图显示的更新频率小于所述显示帧频。

7、根据权利要求6所述的超声诊断成像系统，还包括心率信号，其中，所述直方图显示响应于所述心率信号的定时而更新。

8、根据权利要求6所述的超声诊断成像系统，其中，所述直方图显示根据时间进行周期性更新。

9、根据权利要求6所述的超声诊断成像系统，其中，所述直方图显示展示出给定的特征，

其中，所述直方图显示相对于先前所显示的直方图的给定特征基于当前直方图的给定特征进行更新。

10、根据权利要求6所述的超声诊断成像系统，其中，所述直方图处理器用于产生在组织运动图像中所使用的各色值的第二直方图，

其中，所述第一和第二直方图基于时间上不同的组织运动图像。

11、根据权利要求10所述的超声诊断成像系统，其中，所述第一直方图基于较长时间段内产生的色值，而所述第二直方图基于较短时间段内产生的色值。

12、根据权利要求1所述的超声诊断成像系统，还包括直方图处理器，其耦合至所述颜色映射处理器，用于产生在组织运动图像中所使用的各色值的直方图，

其中，所述指示器包括扬声器，其响应于所述直方图处理器可听地警告用户可能存在混叠。

13、根据权利要求1所述的超声诊断成像系统，其中，所述颜色映射处理器用于将组织运动信号映射成一定范围内的色值，所述色值范围具有

对应最大速度极限的端点，

其中，在最大速度极限处或附近的组织运动信号被映射成与所述色值范围内的所述颜色明显不同的颜色。

14、根据权利要求 1 所述的超声诊断成像系统，其中，所述指示器包括视觉指示器。

15、根据权利要求 1 所述的超声诊断成像系统，其中，所述视觉指示器包括数值指示器。

16、根据权利要求 15 所述的超声诊断成像系统，其中，所述数值指示器指示所述色值范围在组织运动图像中使用的比例。

17、根据权利要求 1 所述的超声诊断成像系统，还包括速度标尺控制器，其由用户操作以调节组织运动信号所映射的色值范围，  
其中，所述指示器警告用户使用所述速度标尺控制器。

## 用于彩色组织多普勒成像的速度标尺的优化

本发明涉及医学诊断超声系统，具体而言涉及能够优化用于彩色组织多普勒成像的速度标尺的超声系统。

在超声心动图中使用组织多普勒超声测量心肌的运动和定时(timing)。组织多普勒超声是超声技术用于分析血流速度的改进：彩色血流映射以及频谱和音频脉冲多普勒。本发明涉及彩色组织多普勒成像(TDI)，其中在组织图像中使用可识别的颜色显示量化的移动组织的运动，例如速度或加速度。在血流量测量技术中，杂波滤波器抑制强而缓慢的组织回波，以便能观测到极弱而快速的血流回波。组织多普勒通常不使用杂波滤波器，并且所分析的缓慢的组织回波是主要的信号，其通常远远超过血液、噪音和混响信号的幅度。彩色TDI主要用于对速度、应变率和应变的分析，所述分析将不同段心肌的定时与从所存储序列(循环)的图像导出的时域图进行比较。彩色TDI的帧频优选至少90Hz，以便这些图具有足够的时间分辨率。通常医生从不在实时彩色TDI中做出诊断，而是经过对存储序列的回顾分析进行诊断。

在实时彩色TDI操作期间，用户在采集到用于分析的序列时应当确保优化地设置用于颜色分配的速度标尺，以便心脏运动使用到尺度范围的大部分，而没有超出这一范围。如果标尺设置得太高，则颜色数据将具有较差的速度分辨率，这意味着在所导出的图中速度分辨率差。如果标尺设置太低，则速度能够混叠到相反的方向，由此产生导出失真的图。虽然能够开发出消除混叠的分析算法，但是目前的应变定时分析(strain timing)软件并未利用这样的算法。

实时彩色TDI中颜色的唯一目的是帮助用户设置速度标尺并再次保证用户实际地采集速度数据。用户通常希望在TDI中清楚地看到取决于运动方向的统一红色或蓝色。然而，实时彩色TDI的帧频通常比人能够察觉到的要快，而且实时图像往往在红色、蓝色之间快速闪烁。在这种情况下，

难以从视觉上察觉到混叠，并且用户可能使用的是非优化的速度标尺。

一些彩色映射图具有从零到正/负满标速度平滑变换的颜色，例如由红到黄，和由蓝到绿。这使得位于颜色范围上半部分的速度显得明显不同于较低速率所分配的颜色。不过，在使用这样的映射图时，TDI 的医师趋向于增加标尺，以便 TDI 图像只包含红色和蓝色，而这样的标尺由于太高，不能达到最佳的分辨率。因此，人们希望帮助用户采集到既不受混叠伪影干扰，同时又能够提供使用首选红色、蓝色的彩色映射图的有用 TDI 数据。

根据本发明的原理，诊断超声系统在彩色组织多普勒成像操作过程中发生混叠或不适当使用速度显示范围时警告用户。警告可以是音频警告或者是视频警告，以告知用户使用了不适当的速度标尺。例如，视频指示器能够指示当前速度标尺实际使用的比例。响应于警告，用户能够将速度标尺设置到更优化的范围，或系统能够自动优化标尺。

在附图中：

图 1 以方框形式图示出了根据本发明原理构建的超声诊断成像系统；

图 2 是心脏彩色组织多普勒图像以及其相应的色带的截屏；

图 3 示出了本发明超声系统的屏幕，其显示出色带利用的直方图；

图 4 示出了本发明超声系统的屏幕，其显示出指示不适当速度标尺的直方图；

图 5 示出了本发明超声系统连同两个色带利用直方图的另一屏幕；

图 6 以方框图形式示出了根据本发明原理构建的用于自动速度标尺最优化的另一超声诊断成像系统。

首先参见图 1，以方框图形式示出了根据本发明原理构建的超声诊断成像系统。超声探头 10 具有阵列换能器 12，阵列换能器 12 将超声波发射到身体中的像场 14 上。在该图示中，像场 14 显示为将由相控阵列换能器扫描时的扇形。所示的扇形图像包括探头正在询问的血管或其他器官 16。在下面所示的各示例中对心脏进行成像。如果要扫描二维图像平面，则阵列将包括一维阵列的换能器元件，而如果使用仰角聚焦（elevation focusing）

或要实时扫描三维体积，则阵列将包括二维阵列的元件。由阵列换能器接收来自所发射的波的回波，将其转换成电信号，并耦合至波束形成器 20。在波束形成器中，将来自阵列换能器各元件的信号进行延时和合并以形成来自深度定位沿束方向经调向和聚焦的多束回波信号序列。将回波信号耦合至 I、Q 解调器 22，该解调器 22 检测回波信号的正交分量。

正交信号分量可以通过两种信号路径进行处理：B 模式信号路径和多普勒信号路径。在 B 模式信号路径中，I、Q 信号经过由振幅检测器 32 的检测。被测信号通过对数压缩器 34 进行对数压缩并耦合至扫描转换器 50，扫描转换器 50 平滑图像信息并将图像信号转换成期望的图像格式，所述图像格式在本示例中为扇形。在多普勒信号路径中，I、Q 信号通过壁滤波器 42 进行滤波以去除任何不想要的信号，例如在对血流成像时的组织信号。对于组织多普勒成像而言，壁滤波器可以是带通的或设置成通过所有的多普勒信号，或者将其进行编程作为低通滤波器以通过组织回波信号而排除较高速度的血流信号。然后由多普勒处理器 44 估计多普勒频移。优选的多普勒估计器是自相关器，其中速度（多普勒频率）估计基于延迟为一的（lag-one）自相关函数的辐角（argument），而多普勒功率估计则基于零延迟（lag-zero）自相关函数的数量（magnitude）。同样可以通过已知的相位域（例如，诸如 MUSIC、ESPRIT 等的参数频率估计器）或时域（例如，互相关）的信号处理技术对运动进行估计。代替速度估计器或者除了速度估计器以外，可以使用与速度的时间或空间分布有关的其他估计器，例如对加速度或者时间和/或空间速度导数的估计器。速度估计经过用于减少噪声的阈值检测、分割以及诸如在后置处理器 46 中进行孔洞填充和平滑的后置处理。将速度估计应用到量化处理器 48，量化处理器 48 确定将被量化成颜色显示范围的速度值的范围或标尺，通常 8 比特覆盖 $\pm\text{PRF}/2$ 的范围。将量化后的速度估计应用到扫描转换器 50，在此将这些估计转换为期望的图像格式，从而与在其上显示这些估计的 B 模式图像的格式相匹配。将经扫描转换的 B 模式和速度值耦合至映射处理器 36，映射处理器 36 将所述值映射成期望范围的灰度和颜色用于两个叠加的显示。将彩色多普勒图像中所使用的显示颜色的范围（本文称之为速度标尺或色带）耦合至图形处理器 72，图形处理器 72 与彩色多普勒图像一道显示色带。

将彩色多普勒图像耦合至视频处理器 80，视频处理器 80 在显示屏 90 上显示实时图像。在组织多普勒成像检查中，同样将 TDI 图像应用到 Cineloop®缓冲器（未示出），该缓冲器存储最新采集的图像序列。Cineloop 缓冲器中存储的图像数目取决于所使用的储存设备的大小。TDI 图像序列可以保存在 Cineloop 缓冲器中，以便稍后进行如前所述的图形分析和诊断，或者可以在录像带上或通过数字视频记录器记录更长持续时间的 TDI 图像以便稍后进行分析。

根据本发明的原理，将通过颜色映射过程映射到显示颜色的速度耦合至直方图（histogram）处理器 64。直方图处理器有效地对速度标尺中用于组织多普勒图像的每一色值的次数进行计数。这可以通过使用与色带的颜色速度标尺的数值范围相对应的面元（bin）来实现，每当像点使用了某一面元对应的速度值就对该面元增加一次计数。尽管直方图处理器能够产生每一图像帧的速度值直方图，但是这一显示速率通常太高而很难实际采用。优选地周期性更新显示，例如每个心动周期一次、或每十秒钟一次、或者以其他一些周期性间隔来更新显示，而不是每一帧频就更新一次直方图显示。心动周期的定时可以从通过超声心动图系统所监测的患者 ECG 信号获得。将要显示的直方图耦合至图形处理器 72，并且视频处理器显示直方图连同组织多普勒图像的色带。

直方图处理器 64 还耦合至音频处理器 68，音频处理器 68 在发生混叠时通过扬声器 62 产生可听音。可以通过对靠近色带上端或下端的直方图面元进行填充来识别混叠。例如，如果在隐含着混叠的标尺末端 $\pm 3\%$ （通常是 $\pm PRF/2$ ）内存在大量组织运动色值，则可以认为存在或有可能发生混叠。当检测到这种情况时，音频处理器通过扬声器 62 发出可听警报。或者，防混叠算法可以检测混叠的发生并触发可听警报。

图 2 示出了本发明的超声系统在进行组织多普勒成像时的显示屏 102。箭头 104 指向心脏的四腔组织多普勒图像，在这种情况下为四腔视图。作为超声心动图检查中的习惯做法，在屏幕 106 的底部监测并显示患者的 ECG。标记 108 指示在采集到屏幕上的图像时心动周期中的点。

该截屏中图像的右侧是深度标尺，而深度标尺的右侧是色带 112。色带示出了在组织多普勒图像 104 中用于描述组织运动的与速度相应的颜色的



范围。色带常常伴有颜色速度标尺的数值指示器，例如在色带顶端为+5cm/sec而在低端为-5cm/sec。颜色使用户能感测出心脏解剖结构不同区域的速度，并且高亮显示出该解剖结构中发生较高或较低速度的组织运动的区域。依照本发明的原理，以有区别的颜色高亮显示该解剖结构中发生或有可能发生混叠的区域。例如，如前所述，典型的TDI用户将色带设置成红色和蓝色的范围。但当速度值接近或超过速度范围的端点时，例如在范围末端的3%以内，这些速度值在TDI图像上不是显示为红色或蓝色，而是显示为有区别的颜色，例如黄色或绿色。虽然有区别的颜色不会长时间出现在图像上（尽管如美国专利5,215,094所描述的它可能持续存在），但是即便是该颜色只是在屏幕上瞬时闪烁用户也很可能觉察到颜色的差别。这样，用户被警告存在混叠情况并能够使用速度标尺控制器将色带所使用的速度值的量化范围重新设置到更大的范围（例如， $\pm 10\text{cm/sec}$ ）。用户还可以调节颜色系综（color ensemble）的PRF（脉冲重复频率）。可选地或附加地，在此情况下显示屏上可以闪现“混叠！”的消息，或在控制面板70上激活靠近控制面板上速度标尺的灯。上述任何一种警报将向用户指示为采集诊断上有用的TDI数据而建议的措施。

图3示出了本发明的超声系统的另一截屏102。在该示例中靠近色带112显示由直方图处理器64产生的直方图120。该直方图是指示出彩色组织多普勒图像104中使用色带中每一颜色的像素数目的一条曲线或一连串的点。直方图曲线120向其直线基线的右侧偏移提供这一指示：偏移越大，在曲线的该水平处所述颜色的像素数目越大。在该示例中，直方图120指示出色带的（顶部和底部）端点中间的数值有相当均匀的分布，在两端点处很少或根本没有像素（速度）。直方图下面的百分数显示TDI图像104中主要使用了色带的88%。这样，从图形和数值上告知用户色带112的速度标尺对于该患者存在的组织速度是合适的。

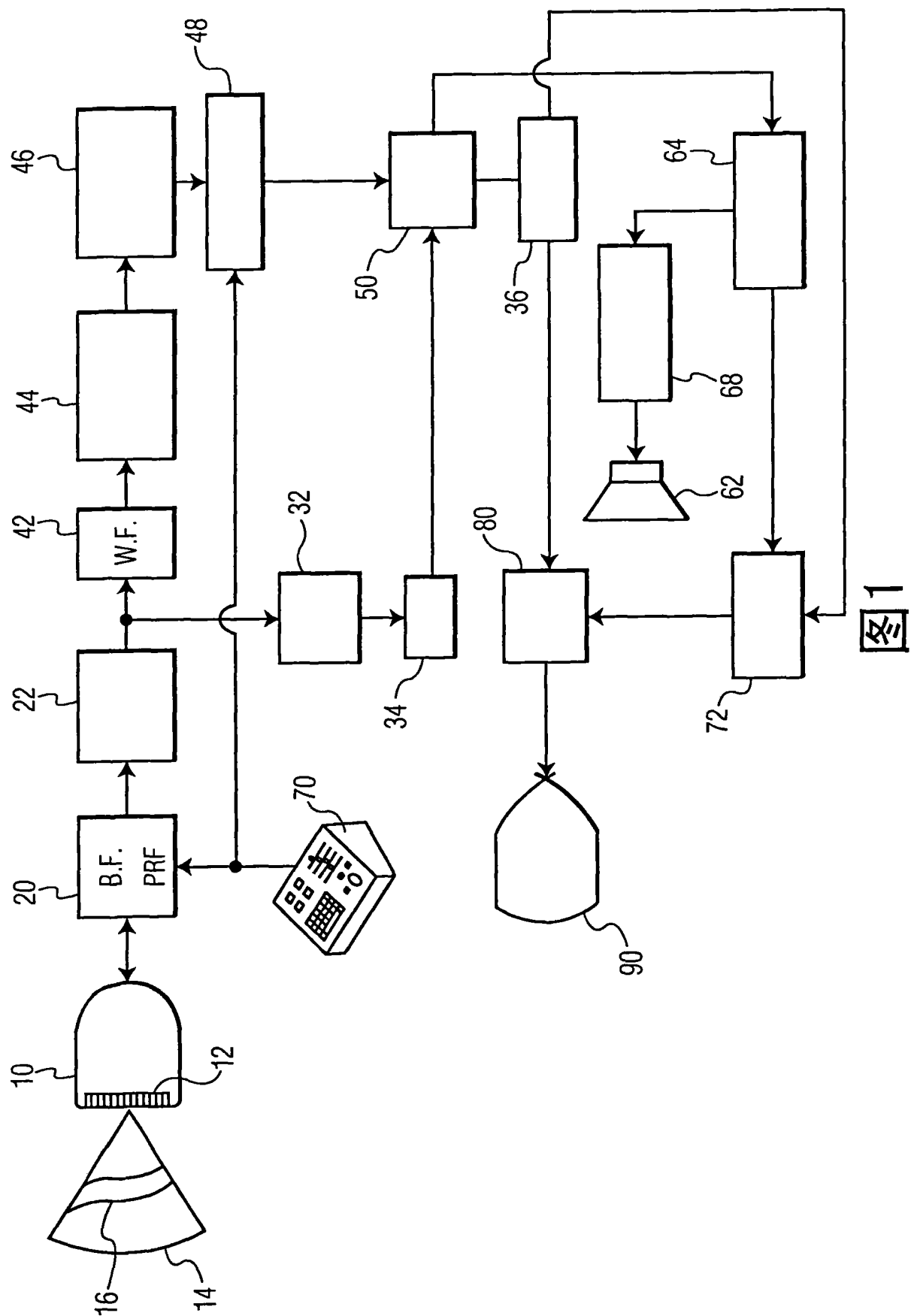
图4示出了在所使用的色带112的速度范围的满范围不适合时的截屏102。在这种情况下，直方图120显示出像素数目集中在色带的中央。数值指示器向用户显示出现在仅有62%范围的色带被明显使用。这两个指示器将告知用户为了更好地使用全部颜色显示范围而建议对速度标尺进行调节。在图1的示例中，用户可使用控制面板调节速度估计的量化标尺，从

而将不同范围的速度估计量化到颜色显示范围。或者，用户可以调节所发射的多普勒系综的脉冲重复频率（PRF）以在采集期间实现更宽的频率范围。

图5是本发明的另一示例，其中显示了双直方图曲线102、122。在不同的时间基础上产生这两条直方图曲线。在本示例中，深色曲线122呈现出比浅色曲线120更长时间的直方图数据。例如，深色曲线122可以示出经计算在一段时间内具有最高混叠概率的直方图，为了仅给出一些可能性，所述一段时间例如过去十秒内、过去三十个心动周期内或从TDI检查的开始之后。每当产生一个新的有更大混叠发生的直方图时就对曲线122进行更新。在本例中，在更当前的基础上更新浅色曲线120。例如，浅色曲线可能是在当前或最近的心动周期、或者最近的五个心动周期中具有更大混叠可能性的直方图。另一种可能是，在收缩期峰值处更新曲线120，收缩期峰值即心动周期中最有可能发生最大速度的点。ECG波形106被用作显示根据心动周期定时的直方图的定时参考。在该图示中，曲线122和120告知用户：虽然过去检测到了可能存在混叠的状况（曲线122），但是最近的数据是可能不存在混叠问题（曲线120）。

图6示出了本发明的超声系统带有对组织多普勒成像期间混叠自动响应的另一示例。在本例中，当直方图处理器64产生直方图，且其分布指示速度标尺范围未得到充分使用时，或者检测到速度值接近或超过当前所使用的彩色映射图的色带端点时，直方图处理器要么通过量化处理器48来重新确定速度值的标尺，要么调节多普勒系综的PRF。例如，在使用 $\pm 5\text{cm/sec}$ 的彩色映射图期间检测到可能混叠的状况时，量化处理器48会自动改变速度的范围，将这些速度量化到颜色显示的范围，例如，八位。或者，直方图处理器可以命令波束形成器控制器对发射多普勒PRF做出调节。

本领域技术人员将会想到其他变更。例如，可以在色带上或附近将最新的图像或像集中的最大正、负速度值显示为线或数字或其他符号。色带可以用诸如色盘的其他形状进行显示。可以使用与在直方图的数值集中在色带的中央或其他区域时相同的信息告知用户降低颜色速度范围。



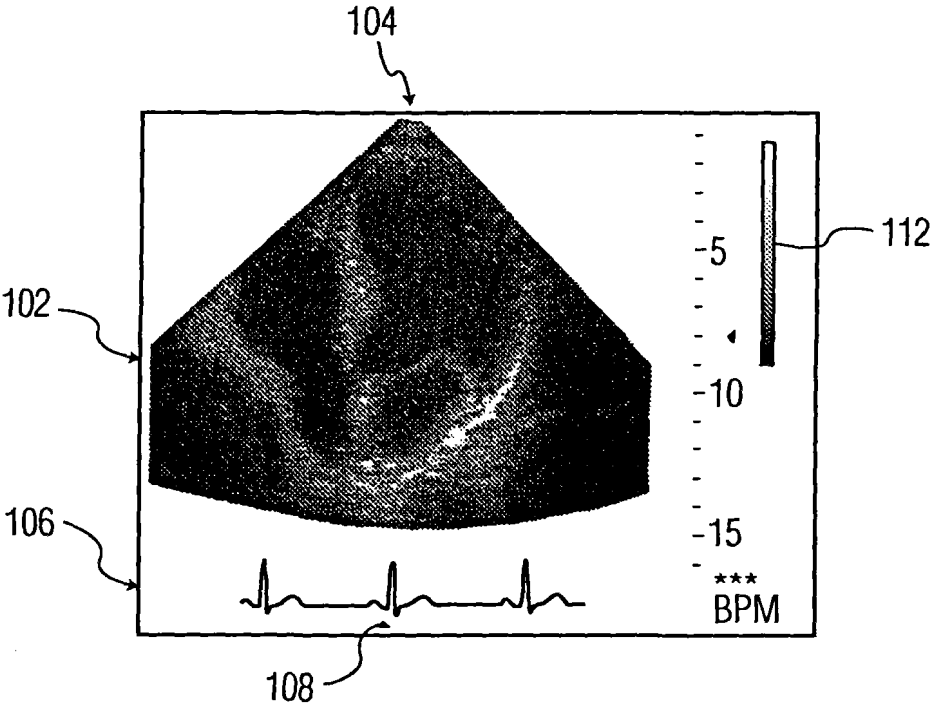


图2

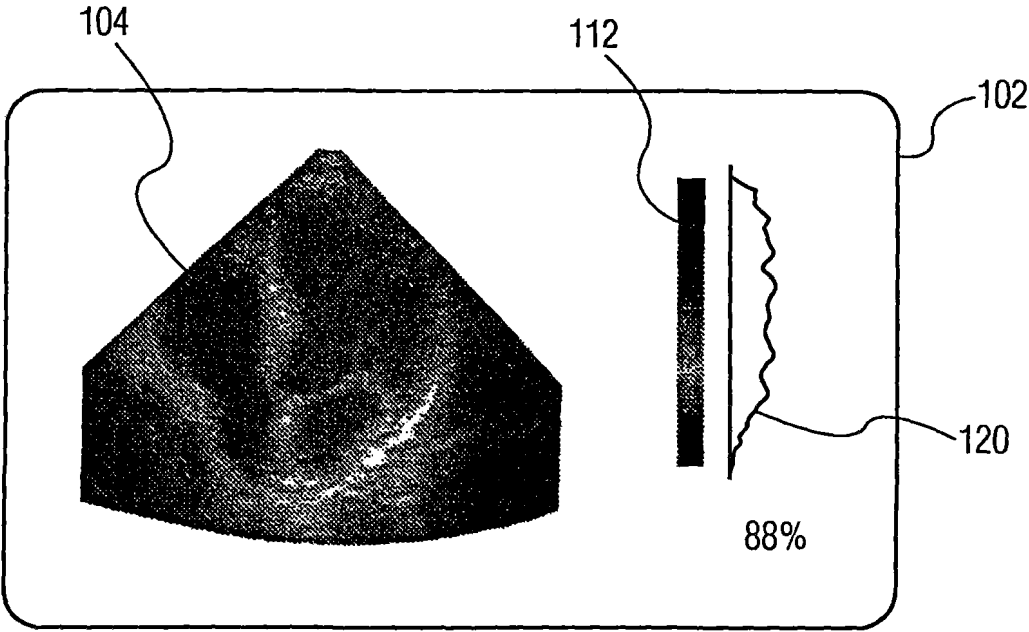


图3

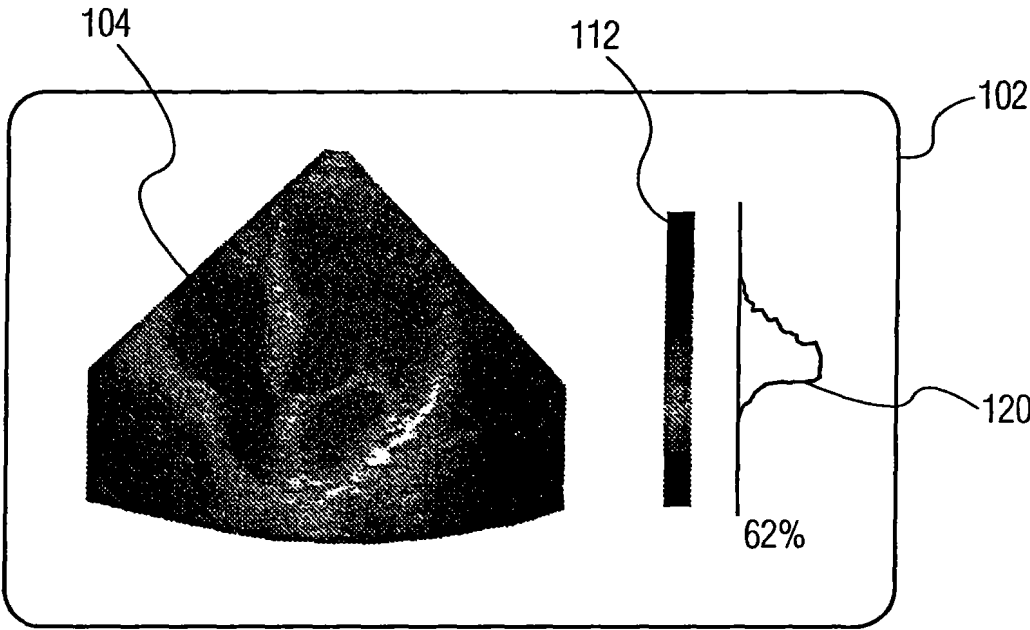


图4

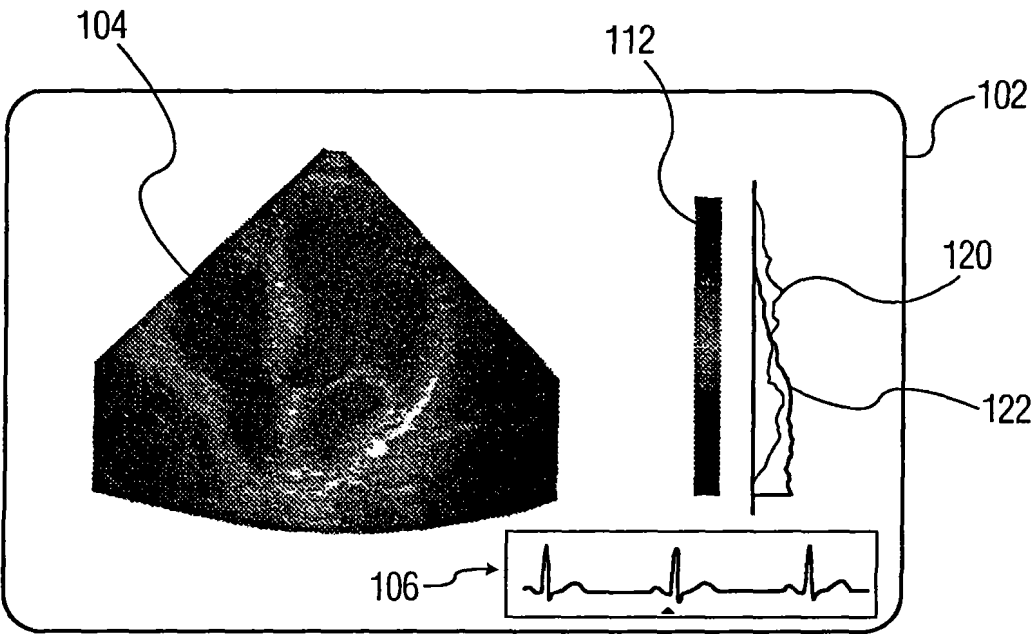


图5

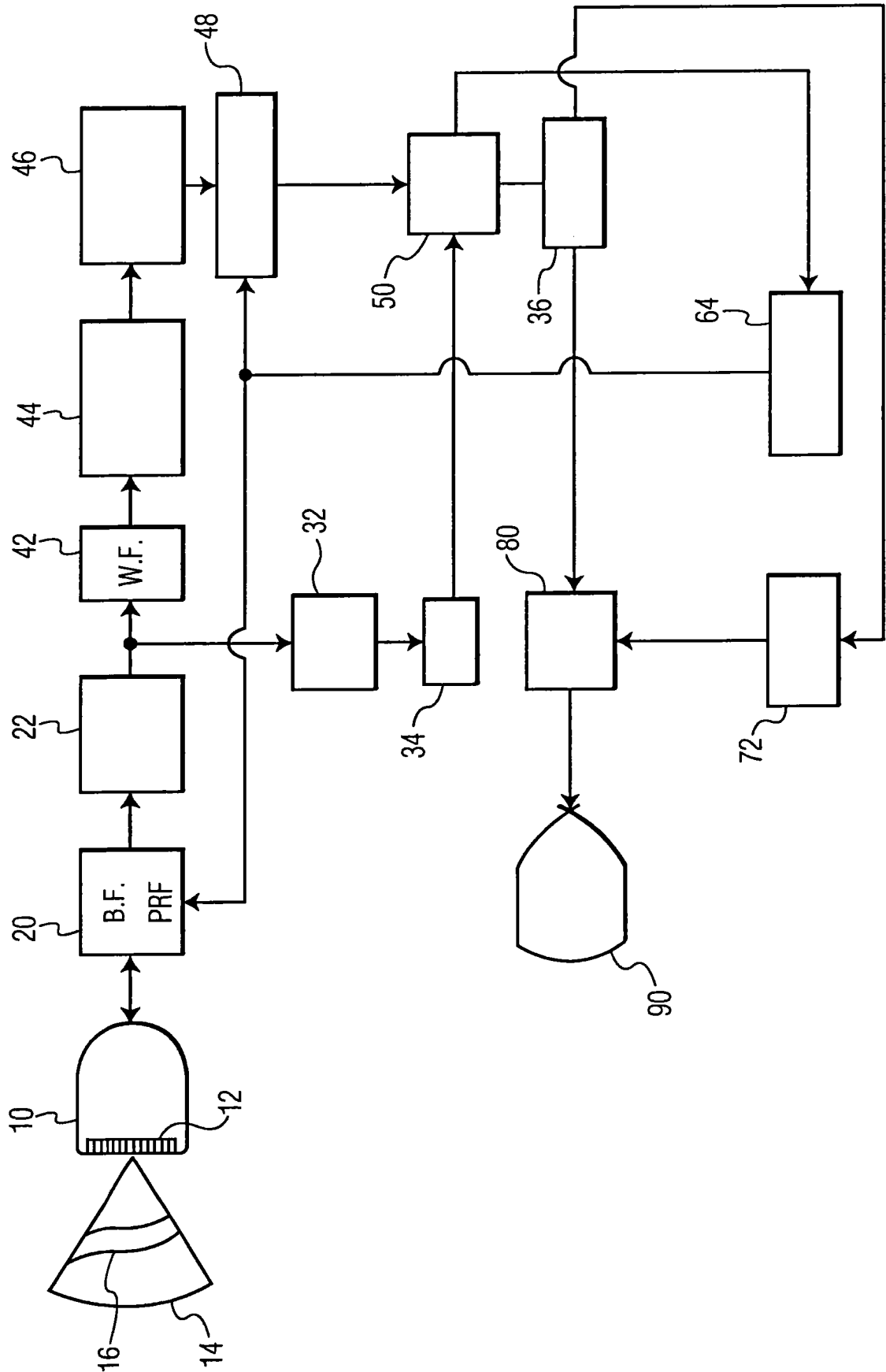


图6

专利名称(译)	用于彩色组织多普勒成像的速度标尺的优化		
公开(公告)号	<a href="#">CN101404941A</a>	公开(公告)日	2009-04-08
申请号	CN200780009647.9	申请日	2007-03-14
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
[标]发明人	DW克拉克		
发明人	D·W·克拉克		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/461 A61B8/488 A61B8/08 A61B8/06 A61B8/463		
代理人(译)	王英		
优先权	60/784317 2006-03-21 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

一种超声诊断成像系统用于产生供诊断使用的组织多普勒图像和数据。该系统包括视觉或可听警报，该警报警告用户组织多普勒图像数据中可能存在混叠，并且需要重新设置彩色映射图的速度标尺。视觉警报可以是显示屏幕或控制面板上的灯，或是在图像可能发生混叠的区域中使用与彩色映射图的颜色有差别的对比色。视觉警报可以是与组织多普勒图像的色带并列显示的直方图。通过位于色带速度极限处的图像值的直方图给出的指示表明需要调节颜色速度换算比例。

