

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2025年7月3日 (03.07.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/139981 A1

- (51) 国际专利分类号:
A61B 8/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/140535
- (22) 国际申请日: 2024年12月19日 (19.12.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202311853278.9 2023年12月29日 (29.12.2023) CN
- (71) 申请人: 上海市第六人民医院(SHANGHAI SIXTH PEOPLE'S HOSPITAL) [CN/CN]; 中国上海市徐汇区宜山路600号 200233 (CN)。
- (72) 发明人: 郑元义 (ZHENG, Yuanyi); 中国上海市徐汇区宜山路600号 200233 (CN)。 董立平

(DONG, Liping); 中国上海市徐汇区宜山路600号 200233 (CN)。 张立萍 (ZHANG, Liping); 中国上海市徐汇区宜山路600号 200233 (CN)。 黎梦 (LI, Meng); 中国上海市徐汇区宜山路600号 200233 (CN)。 陈莉 (CHEN, Li); 中国上海市徐汇区宜山路600号 200233 (CN)。 鲁绍蓉 (LU, Shaorong); 中国上海市徐汇区宜山路600号 200233 (CN)。 蒋伟康 (JIANG, Weikang); 中国上海市徐汇区宜山路600号 200233 (CN)。

(74) 代理人: 上海申汇专利代理有限公司(SHANGHAI SHENHUI PATENT AGENT CO., LTD.); 中国上海市徐汇区漕宝路80号405室 200235 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: MONITORING SYSTEM FOR DETECTING THROMBOSIS

(54) 发明名称: 一种检测血栓形成的监控系统

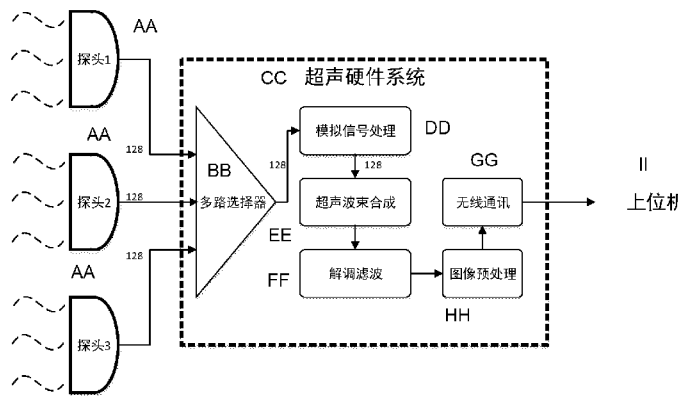


图 1

- AA Probe
- BB Multiplexer
- CC Ultrasonic hardware system
- DD Analog signal processing
- EE Ultrasonic beamforming
- FF Demodulation filtering
- GG Wireless communication
- HH Image preprocessing
- II Upper computer

(57) Abstract: A monitoring system for detecting deep venous thrombosis, relating to the technical field of medical instruments. The monitoring system comprises a signal acquisition module and an ultrasonic hardware system. The signal acquisition module performs ultrasonic transceiving between a plurality of ultrasonic probes and a detected object to acquire ultrasonic detection data of the detected object, converts the ultrasonic detection data to analog signals by means of 128 channels in the ultrasonic probe, and transmits the analog signals to the ultrasonic hardware system. The ultrasonic hardware system comprises a multiplexer module, an analog signal processing

WO 2025/139981 A1

CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

- 关于发明人身份(细则4.17(i))
- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

module, a beamforming module, and an upper computer module. The monitoring system facilitates medical staff in monitoring the deep venous thrombosis of a patient. By arranging the plurality of ultrasonic probes, the monitoring system can monitor veins at different positions of the patient, thereby avoiding tedious operations during detection, and enabling the real-time detection of thrombosis of multiple lower limb veins of the patient.

(57) 摘要: 一种涉及医疗器械技术领域的检测下肢静脉血栓形成的监控系统, 其包括信号采集模块和超声硬件系统, 其中信号采集模块是通过多个超声探头与被检物体之间进行超声波收发, 获得被检物的超声检测数据, 并将超声检测数据通过超声探头内的128通道形成模拟信号, 传输至超声硬件系统; 超声硬件系统包括多路选择模块、模拟信号处理模块、波束合成模块和上位机模块。监控系统方便医护人员对患者下肢静脉血栓进行监测, 通过设置多个超声探头, 能够对患者不同位置的静脉进行监测, 避免检测时的繁琐操作, 对患者的多处下肢静脉进行实时的血栓检测。

一种检测血栓形成的监控系统

技术领域

本发明涉及医疗器械技术领域，具体为一种检测血栓形成的监控系统。

背景技术

下肢深静脉血栓(Deep venous thrombosis, DVT)是急重症及骨科手术患者的高发疾病，DVT常导致危及生命的肺栓塞(pulmonary embolism, PE)。即使患者在PE发作中存活下来，仍存在慢性血栓栓塞性肺动脉高压的风险，并导致患者在首次发作后的2-3年内死亡。因此早期诊断DVT、及时采取相应的临床决策有助于降低患者血栓的发生率和死亡率，改善预后。目前，国内外相关研究尚无针对DVT的有效监控及预警手段，建立一种实时、便捷及准确的DVT监控方法变得尤为重要。

患者下肢静脉的超声检查一般需要常规床旁超声装置，由专业超声医师进行操作，过程复杂，且无法实现实时动态监测。

现有技术中，中国专利CN103721348A 超声监控治疗装置、超声监控装置公开了一种超声监控治疗装置、超声监控装置，其包括：用于容纳超声波传导介质的超声介质容纳单元；用于发出超声波以进行成像的超声监控探头，其发射面位于所述超声介质容纳单元中；用于发出超声波以进行治疗的超声治疗头，其发射面位于所述超声介质容纳单元中；位于超声介质容纳单元内的吸声材料容纳单元，其包括用于封闭能吸收超声波的液体吸声材料的柔性透声膜；吸声材料充放单元，用于将液体吸声材料充入或抽出所述吸声材料容纳单元。

中国专利CN215458154U 适用于人体或者动物的便携超声检测设备公开了一种适用于人体或者动物的便携超声检测设备，其包括主机和显示器，主机包括与显示器转动连接的壳体和安装于壳体上的操控面板，壳体包括第一侧面、与第一侧面相背设置的第二侧面和连接于第一侧面与第二侧面之间的周缘，操控面板设于第一侧面上，其中，主机还包括缓冲防护构件，周缘包括至少两个边缘部和过渡连接于相邻两个边缘之间的拐角部，缓冲防护构件包括包覆拐角部的拐角防护部。通过在主机的壳体上设置缓冲防护构件，当主机发生跌落现象时，包覆于

主机壳体外的缓冲防护构件首先与地面接触，从而可有效缓冲主机跌落到地面上受到的撞击力，进而有效减少了主机跌落损坏的现象。

现有技术中通过超声以及超声的各个部件，使得超声检测使用时方便化，以及增加装置的防破坏性等，但是超声设备一般都需要专业超声医师进行操作，操作过程复杂，且无法实现实时动态监测。针对上述问题，本发明提供了一种检测血栓形成的监控系统，通过胶带将贴片样式的换能器与固体耦合凝胶固定在患者下肢静脉相应的皮肤表面，即可实现实时动态监测下肢静脉的变化，解决了下肢静脉血栓检测操作过程复杂，无法实时进行监测的问题。

发明内容

一种检测血栓形成的监控系统通过将超声探测装置置于超声探头内，并将其制成贴片状贴在患者下肢静脉处进行监测，通过硬件系统进行处理，使患者下肢静脉内的情况通过上位机实时进行显示，使下肢静脉血栓检测操作过程简单化，并实现多处实时监测。据此，完成本发明。

第一方面

本发明提供一种检测血栓形成的监控系统，其包括：

信号采集模块和超声硬件系统。

其中信号采集模块是通过多个超声探头与被检部位之间进行超声波收发，获得被检部位的超声检测数据，并将超声检测数据通过超声探头内的 128 通道形成模拟信号，传输至超声硬件系统；

所述超声硬件系统包括多路选择模块、模拟信号处理模块、波束合成模块和上位机模块。

其中

多路选择模块：接受信号采集模块传输的多个超声探头输出的 128 通道模拟信号，并对多个超声探头输出的 128 通道模拟信号进行多选一，仅允许被选中的那一只探头的 128 通道模拟信号通过，并将 128 通道模拟信号传输至模拟信号处理模块；其中对多个超声检测数据的选择是根据实际检测部位的观测需求进行选择；

模拟信号处理模块：被选中 128 通道模拟信号进入模拟信号处理模块，每一

路模拟信号都会经过低噪声放大、降噪滤波、可变增益放大、模拟-数字信号转换，最终转化为数字化的 128 路 12bit 通道数据传输至波束合成模块；

波束合成模块：数字化的 128 路 12bit 通道数据输入到波束合成模块，根据系统计算出的延迟时间，将每一路通道数据进行延迟补偿，使得被补偿后的数字化的 128 路 12bit 通道数据相位对齐，然后用累加运算，将延迟补偿后的数字化的 128 路 12bit 通道数据合成为一路数据，对合成后的波束信号数据进行 IQ 解调与低通滤波，得到一定带宽范围内的基带 IQ 数据，

对合成后的波束信号数据进行 IQ 解调与低通滤波，得到一定带宽范围内的基带 IQ 数据，

对基带 IQ 数据进行图像预处理，包含取包络、对数压缩等，最终得到可以显示的图像数据，

将处理后的图像数据传输至上位机模块。

上位机模块：将处理好的数字信号通过图像数据的模式在上位机展示出来。

进一步的，所述上位机可以是显示器。

进一步的，所述上位机模块对所述超声硬件系统进行交互控制，具体控制所述多路选择模块，选择进入的模拟信号；

更进一步的，所述上位机模块对所述超声硬件系统下发命令，进而控制信号采集模块对于信号的采集，采集方式为用户通过所述上位机模块控制启动多个探头扫描功能。

本发明的一种实施方式为：所述上位机模块通过 WIFI 向超声硬件系统下发命令，命令 1，让多路选择器只选择探头 1，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 1 的图像实时上传至上位机，接着命令 2，让多路选择器只选择探头 2，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 2 的图像实时上传至上位机，最后命令 3，让多路选择器只选择探头 3，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 3 的图像实时上传至上位机，随后上位机模块再控制多路选择器切换回探头 1，如此往复，直到启动三探头扫描功能的时间超过 T 秒，软件控制系统停止扫描，上位机模块得到 3 支探头分别的图像数据。

第二方面

本发明提供一种检测血栓形成的监控仪，其包括：

检测组件、检测主机 1 和上位机 2，

其中

检测组件，所述检测组件包括第一方面所述的信号采集模块，其中超声检测探头为贴片式探头 3，所述探头 3 的一端连接数据线 4，通过插头和检测主机 1 数据连接；

检测主机 1 包括控制主板 1008，散热器 1006、电源转换器 1007 和外壳 1003，其中

所述控制主板 1008、散热器 1006、电源转换器 1007 和外壳 1003 置于外壳 1003 内，

所述控制主板 1008 加载有第一方面所述的超声硬件系统，分析处理各种数据，并对本装置内的其他用电器进行控制，并负责信息的传输。

所述外壳 1003 通过卡扣的方式连接，使所述检测主机内部形成腔体。

所述外壳 1003 的一侧设置有裸露的开关 1001，为所述检测主机 1 的电源开关，

所述外壳 1003 的一侧穿孔设置有接口 1002，与外部检测设备连接，实现信号的传输，

所述检测主机的内部设置有电池 1005，用于给本装置的其他通电器供电，

所述散热器 1006 用于所述控制主板 8 的散热，防止其加热过载，

所述电源转换器 1007，充电时进行电能功率的转化，使得电能储存在所述电池 1005 内。

上位机 2，所述上位机 2 与所述检测主机 1 信号连接，用于相关图像及信息的显示；

所述检测主机 1 的上表面设置有连接板 5 和用于支撑连接板 5 的支撑板 6，所述连接板 5 的一侧与所述检测主机 1 转动连接，与所述上位机 2 通过磁吸连接。

与现有技术相比，本发明提供一种检测血栓形成的监控系统，所具有的技术优势为：

本发明提供一种检测血栓形成的监控系统，通过贴片式探头对患者下肢静脉进行超声检测，方便医护人员对患者下肢静脉血栓进行监测，通过设置多个超声探头，能够对患者不同位置的静脉进行监测，避免检测时的繁琐操作，对患者的多处静脉进行实时的血栓检测。

本发明的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

- 图 1 为本发明一种检测血栓形成的监控系统的整体结构框图。
- 图 2 为本发明一种检测血栓形成的监控仪的整体结构示意图。
- 图 3 为本发明一种检测血栓形成的监控仪拆除上位机后的结构示意图。
- 图 4 为本发明一种检测血栓形成的监控仪拆除连接板的示意图。
- 图 5 为本发明一种检测血栓形成的监控仪支撑板折叠后的示意图。
- 图 6 为本发明一种检测血栓形成的监控仪的内部结构示意图。
- 图 7 为本发明一种检测血栓形成的监控仪的内部结构示意图。
- 图 8 为本发明实施例 2 中二维条件下下肢静脉正常的示意图。
- 图 9 为本发明实施例 2 中二维条件下下肢静脉出现血栓的示意图。
- 图 10 为本发明实施例 2 中彩色多普勒条件下下肢静脉正常的示意图。
- 图 11 为本发明实施例 2 中彩色多普勒条件下下肢静脉出现血栓的示意图。
- 图 12 为本发明实施例 2 中频谱多普勒条件下下肢静脉示意图。
- 图 13 为本发明实施例 1 中一种检测血栓形成的监控仪波束合成的示意图。
- 图 14 为本发明实施例 1 中一种检测血栓形成的监控仪解调滤波的示意图。

附图标记如下：

1-检测主机；2-上位机；3-贴片探头；4-数据线；5-连接板；6-支撑板；1001-电源开关；1002-接口；1003-外壳；1004-保护壳；1005-电池；1006-散热器；1007-电源转换器；1008-主板。

具体实施方式

为更进一步阐述本发明为实现预定发明目的所采取的技术手段及功效，以下结合附图及较佳实施例，对依据本发明的具体实施方式、结构、特征及其功效，详细说明如后。

实施例 1 一种检测血栓形成的监控仪

如图 1-7、13、14 所示

一种检测血栓形成的监控仪，其包括：

检测组件、检测主机 1 和上位机 2。

其中

检测组件，

所述检测组件包括信号采集模块，所述信号采集模块通过多个超声探头与被检部位之间进行超声波收发，获得被检物的超声检测数据，并将超声检测数据通过超声探头内的 128 通道形成模拟信号，传输至检测主机 1；其中超声检测探头为贴片式探头 3，所述探头 3 的一端连接数据线 4，通过插头和检测主机 1 数据连接。

检测主机 1，

所述检测主机 1 包括控制主板 1008 和搭载于控制主板 1008 的超声硬件系统、散热器 1006、电源转换器 1007 和外壳 1003，

其中

所述控制主板 1008、散热器 1006、电源转换器 1007 置于外壳 1003 内，所述外壳 1003 通过卡扣的方式连接，使所述检测主机内部形成腔体。

所述外壳 1003 的一侧设置有裸露的开关 1001，为所述检测主机 1 的电源开关，

所述外壳 1003 的一侧穿孔设置有接口 1002，与外部检测设备连接，实现信号的传输。

所述检测主机的内部设置有电池 1005，用于给本装置的其它通电器供电。

所述散热器 1006、用于所述控制主板 8 的散热，防止其加热过载。

所述电源转换器 1007、充电时进行电能功率的转化，使得电能储存在所述电池 1005 内。

所述超声硬件系统包括多路选择模块、模拟信号处理模块、波束合成模块和上位机模块。

其中

多路选择模块：接受信号采集模块传输的三个超声探头输出的 128 通道模拟信号，并对三个超声探头输出的 128 通道模拟信号进行多选一，仅允许被选中的那一只探头的 128 通道模拟信号通过，并将 128 通道模拟信号传输

至模拟信号处理模块；其中对三个超声检测数据的选择是根据实际检测部位的观测需求进行选择；

模拟信号处理模块：被选中 128 通道模拟信号进入模拟信号处理模块，每一路模拟信号都会经过低噪声放大、降噪滤波、可变增益放大、模拟-数字信号转换，最终转化为数字化的 128 路 12bit 通道数据传输至波束合成模块；

单通道模拟信号链参数如下：

- 1、接收电路的低噪增益放大器（LNA）支持增益为+12dB 或+18dB 可调，
- 2、接收电路的可变增益放大器（VGA）支持增益为 0dB 至+30dB 线性可调，
- 3、接收电路的抗混叠滤波器(AAF)支持带宽为 9MHz、10MHz、15MHz、18MHz

接收电路的 ADC 分辨率为 12bit，采样率为 50MHz；

波束合成模块：数字化的 128 路 12bit 通道数据输入到波束合成模块，根据系统计算出的延迟时间，将每一路通道数据进行延迟补偿，使得被补偿后的数字化的 128 路 12bit 通道数据相位对齐，然后用累加运算，将延迟补偿后的数字化的 128 路 12bit 通道数据合成为一路数据，对合成后的波束信号数据进行 IQ 解调与低通滤波，得到一定带宽范围内的基带 IQ 数据，

如图 13 所示

假设在 t 时刻，128 个接收通道输入数据 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$... $x_{128}(t)$ ，在延迟

累加计算后，每个通道 ch 会计算出一个对应路径延迟 $\tau_{ch}(t)$ ，各通道数

据用各自的 $\tau_{ch}(t)$ 进行延迟补偿，再全部累加起来，就形成波束合成后的

数据 $S(t)$ ，

$$S(t) = \sum_{ch=1}^{128} x_{ch}(t - \tau_{ch}(t))$$

对合成后的波束信号数据进行 IQ 解调与低通滤波，得到一定带宽范围内的基带 IQ 数据，

如图 14 所示

波束合成后的信号 $S(t)$ ，是一个包含载波的调制信号，为了方便后续处理，需要对齐进行解调与低通滤波，将其转化为中心频率为 0 的基带信号，并抑制设计带宽以外的无用信号，

对信号进行解调，即对 $S(t)$ 乘上一个复数解调因子，

$$e^{-j2\pi f_c t} = \cos(2\pi f_c t) - j \sin(2\pi f_c t), \text{ 其中 } f_c \text{ 为}$$

解调频率，这样就能得到包含基带信号的 IQ 解调数据，实际操作中，将 $S(t)$

复制成 2 路信号，分别乘以 $\cos(2\pi f_c t)$ 与 $\sin(2\pi f_c t)$ ，

$$I_{dem}(t) = S(t) * \cos(2\pi f_c t)$$

$$Q_{dem}(t) = S(t) * -\sin(2\pi f_c t)$$

解调后的 IQ 数据，包含不必要的高频份量，所以我们需要对上述 IQ 数据分别通过低通滤波器(LPF)，得到我们想要带宽内的 IQ 信号，假设我们需要的信号带宽为 B，则设置低通滤波器函数 $H(t)$ 的截止频率为 B/2，得到最终的 IQ 数据，

$$I(t) = I_{dem}(t) \phi H(t),$$

$$Q(t) = Q_{dem}(t) \phi H(t),$$

上式中 ϕ 代表卷积运算符号，

对基带 IQ 数据进行图像预处理，包含取包络、对数压缩等，最终得到可以显示的图像数据，

通过解调滤波得到的 IQ 数据，携带了原始波束数据的相位与幅值信息，而 B 模式需要幅值，所以需要对 IQ 数据进行取包络运算，得到原始波束数据的幅值，

$$A(t) = \sqrt{I(t)^2 + Q(t)^2},$$

包络数据 $A(t)$ 的幅值范围远远超过计算机可现实的像素范围 ($0 \sim 255$)，所以需要对其进行对数压缩，使得其包含在 $0 \sim 255$ 范围内，

$$P(t) = A * \log_{10}(A(t)) + B,$$

其中 A 和 B 为压缩参数，根据实际调试的情况来修整，以得到一个良好的图像显示效果，通常 A 初始值为 20，B 初始值为 0， $P(t)$ 即为最终要显示的图像像素值；

将处理后的图像数据传输至上位机 2。

上位机 2，所述显示组件 2 与所述检测主机 1 信号连接，用于相关图像及信息的显示。

所述上位机 2 对所述超声硬件系统进行交互控制，具体控制所述多路选择模块，选择进入的模拟信号；对所述超声硬件系统下发命令，进而控制所述信号采集模块对于信号的采集，采集方式为用户通过所述上位机 2 控制启动三个探头扫描功能，上位机 2 通过 WIFI 向超声硬件系统下发命令，最开始让多路选择器只选通探头 1，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 1 的图像实时上传至上位机，然后软件控制多路选择器只选通探头 2，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 2 的图像实时上传至上位机 2，最后软件控制多路选择器只选通探头 3，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 3 的图像实时上传至上位机 2，随后上位机 2 再控制多路选择器切换回探头 1，如此往复，直到启动三探头扫描功能的时间超过 T 秒，软件控制系统停止扫描，上位机 2 得到 3 支探头分别的图像数据。

所述检测主机 1 的上表面设置有连接板 5 和用于支撑连接板的支撑板 6，所述连接板 5 的一侧与所述检测主机 1 转动连接，与所述上位机 2 通过磁吸连接。

实施例 2 一种检测血栓形成的监控仪使用实例

本实施例使用的仪器如实施例 1，

研究对象

研究对象为上海市第六人民医院急诊重症监护病房长期卧床 (>72 小时) 的患者。向患者解释本研究的目的及方法，并征得患者的同意，签署知情同意书。

监控仪的使用由专业的病房医师或护理人员进行操作，他们均接受过专

业的超声培训，可早期、及时判定血栓的出现。

操作流程

- 1) 将监控仪的检测主机 1 开启，通过无线连接检测主机 1 与上位机 2。
- 2) 将监控仪的贴片探头分别置于受试者左侧下肢股静脉、腘静脉及小腿肌肉静脉相应的皮肤表面，并用胶带将三个贴片探头分别粘贴固定在相应的位置，调整上位机 2 的超声图像，使其增益及深度处于最佳图像状态。
- 3) 将监控仪的检测主机 1 绑在受试者腰间，使其无论是在病床上平卧状态或是在行走时均可实现实时动态的监控下肢静脉的超声图像，早期预测血栓的形成。

4) 专业的病房医师或护理人员在发现下肢静脉超声图像出现血栓形成前兆：二维图像：静脉管径增大、管壁毛糙、管腔内出现回声、加压不可闭合、乏式动作下静脉内径增大 $<10\%$ ；

彩色多普勒图像：静脉管腔内的血流无法完全充盈、探头加压后未出现彩色血流增强的现象；

频谱多普勒图像：血流速度随呼吸的变化消失，乏式试验反应消失。

超声图像出现以上征象时。医师及护理人员应及时向上级汇报并给予相应的药物治疗。

左侧下肢静脉血栓的发生率高于右侧下肢，为右侧的 2~3 倍。

在一组 1432 例的统计实验中，左侧下肢静脉血栓发生率占 69.3%，右侧占 26.6%，双侧 4.1%，因此首先将探头置于左侧下肢监控血栓的发生。

小腿肌肉静脉血栓的发生率高于大腿股静脉及腘静脉，但股静脉及腘静脉血栓形成的致死率高于小腿肌肉静脉，且股静脉及腘静脉的超声图像更易显示，因此我们选择将三个贴片探头分别置于股静脉、腘静脉及小腿肌肉静脉相应皮肤表面监控血栓的发生。

图像示例及解读

二维条件下：

正常情况下：1. 下肢静脉管壁较为光滑、连续，管腔内透声良好；2. 探头加压静脉管径可被压闭；3. 乏式动作下静脉内径增大 $\geq 10\%$ 。

下肢静脉出现血栓的情况下：1. 下肢静脉管壁增厚、毛糙，厚度超过 2mm，管腔内出现细密悬浮的弱回声、低回声或高回声；2. 探头加压静脉管径无法

压闭。3.乏式动作下静脉内径增大 $<10\%$ 。

如图 8 所示，其中： A 正常周长股总静脉横断面， B: 正常股静脉纵断面；

正常情况下，下肢静脉管壁较为光滑、连续，管腔内透声良好，探头加压静脉管径可被压瘪，乏式动作下静脉内径增大 $\geq 10\%$

如图 9 所示，其中： A: 股总静脉血栓纵断面， B: 股静脉血栓横断面；

下肢静脉出现血栓的情况下：下肢静脉管壁增厚，管腔内出现实性回声，探头加压静脉管径无法压闭，乏式动作下静脉内径增大 $<10\%$

彩色多普勒条件下：

正常情况下：1，下肢静脉管腔内血流充盈佳；2.手动挤压远端肢体，静脉血流彩色充盈出现增强。

下肢静脉出现血栓的情况下：1.部分栓塞，下肢静脉管腔内有充盈缺损、血流充盈不连续，仅见细窄血流信号充盈；完全栓塞，下肢静脉无血流充盈；2.手动挤压远端肢体，静脉血流彩色充盈增强消失或减弱。

如图 10 所示，其中： A: 正常腘静脉彩色多普勒图像， B: 正常股静脉彩色多普勒图像；正常情况下，下肢静脉管腔内血流充盈佳

如图 11 所示，其中： A: 股静脉部分栓塞彩色多普勒图像：静脉管腔内有充盈缺损、血流充盈不连续，仅见细窄血流信号充盈； B: 股静脉完全栓塞彩色多普勒图像：下肢静脉无血流充盈

频谱多普勒条件下：

正常情况下：1.下肢静脉的频谱，即血流速度会随呼吸改变会出现改变；2.乏式试验血流出现反向频谱，时间不超过 0.5s。

下肢静脉血栓情况下：1.下肢静脉的频谱，即血流速度随呼吸的变化消失；2.乏式试验反应消失。

如图 12 所示，其中： A: 正常股静脉频谱多普勒图像； B: 近心端出现血栓时股静脉频谱多普勒图像：

正常情况下，下肢静脉频谱的波形受呼吸影响，波幅有变化；

在下肢静脉近心端出现血栓时，下肢静脉频谱波形随呼吸的变化消失。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭示如上，然而并非用以限定本发明，任何本领域

域技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简介修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。

权利要求

1. 一种检测下肢静脉血栓形成的监控系统，其包括：

信号采集模块和超声硬件系统；

其中信号采集模块是通过多个超声探头与被检部位之间进行超声波收发，获得被检部位的超声检测数据，并将超声检测数据通过超声探头内的 128 通道形成模拟信号，传输至超声硬件系统；

所述超声硬件系统包括多路选择模块、模拟信号处理模块、波束合成模块和上位机模块；

其中

多路选择模块：接受信号采集模块传输的多个超声探头输出的 128 通道模拟信号，并对多个超声探头输出的 128 通道模拟信号进行多选一，仅允许被选中的那一只探头的 128 通道模拟信号通过，并将 128 通道模拟信号传输至模拟信号处理模块；其中对多个超声检测数据的选择是根据实际检测部位的观测需求进行选择；

模拟信号处理模块：被选中 128 通道模拟信号进入模拟信号处理模块，每一路模拟信号都会经过低噪声放大、降噪滤波、可变增益放大、模拟-数字信号转换，最终转化为数字化的 128 路 12bit 通道数据传输至波束合成模块；

波束合成模块：数字化的 128 路 12bit 通道数据输入到波束合成模块，根据系统计算出的延迟时间，将每一路通道数据进行延迟补偿，使得被补偿后的数字化的 128 路 12bit 通道数据相位对齐，然后用累加运算，将延迟补偿后的数字化的 128 路 12bit 通道数据合成为一路数据，对合成后的波束信号数据进行 IQ 解调与低通滤波，得到一定带宽范围内的基带 IQ 数据，

对基带 IQ 数据进行图像预处理，包含取包络、对数压缩，最终得到可以显示的图像数据，处理后的图像数据传输至上位机模块；

上位机模块：将处理好的数字信号通过图像数据的模式在上位机展示出来。

2. 根据权利要求 1 所述的一种检测下肢静脉血栓形成的监控系统，其特征在于：所述上位机可以是显示器。

3. 根据权利要求 1 所述的一种检测下肢静脉血栓形成的监控系统，其特征在于：所述上位机模块对所述超声硬件系统进行交互控制，具体控制所述多路选择模块，选择进入的模拟信号。

4. 根据权利要求 3 所述的一种检测下肢静脉血栓形成的监控系统，其特征在于：所述上位机模块对所述超声硬件系统下发命令，进而控制信号采集模块对于信号的采集，采集方式为用户通过所述上位机模块控制启动多个探头扫描功能。

5. 根据权利要求 1 所述的一种检测下肢静脉血栓形成的监控系统，其特征在于：所述上位机模块通过 WIFI 向超声硬件系统下发命令，命令 1，让多路选择器只选择探头 1，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 1 的图像实时上传至上位机，接着命令 2，让多路选择器只选择探头 2，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 2 的图像实时上传至上位机，最后命令 3，让多路选择器只选择探头 3，扫描 S 秒，休息 G 秒，探头 3 的图像实时上传至上位机，随后上位机模块再控制多路选择器切换回探头 1，如此往复，直到启动三探头扫描功能的时间超过 T 秒，软件控制系统停止扫描，上位机模块得到 3 支探头分别的图像数据。

6. 一种检测下肢静脉血栓形成的监控仪，其包括：

检测组件、检测主机（1）和上位机（2），

其中

检测组件，所述检测组件包括如权利要求 1 所述的信号采集模块，其中超声检测探头为贴片式探头（3），所述探头（3）的一端连接数据线（4），通过插头和检测主机（1）数据连接；

检测主机（1）包括控制主板（1008），散热器（1006）、电源转换器（1007）和外壳（1003）；

其中

所述控制主板（1008）、散热器（1006）、电源转换器（1007）置于外壳（1003）内，

所述控制主板（1008）加载有如权利要求 1 所述的超声硬件系统，分析处理各种数据，并对本装置内的其他用电器进行控制，并负责信息的传输；

上位机（2），所述上位机（2）与所述检测主机（1）信号连接，用于

相关图像及信息的显示。

7. 根据权利要求 6 所述的一种检测下肢静脉血栓形成的监控仪，其特征在于：所述外壳（1003）通过卡扣的方式连接，使所述检测主机内部形成腔体，

所述外壳（1003）的一侧设置有裸露的开关（1001），为所述检测主机（1）的电源开关，

所述外壳（1003）的一侧穿孔设置有接口（1002），与外部检测设备连接，实现信号的传输，

所述检测主机（1）的内部设置有电池（1005），用于给本装置的其他通电器供电。

8. 根据权利要求 6 所述的一种检测下肢静脉血栓形成的监控仪，其特征在于：所述散热器（1006）、用于所述控制主板（8）的散热，防止其加热过载。

9. 根据权利要求 6 所述的一种检测下肢静脉血栓形成的监控仪，其特征在于：所述电源转换器（1007）、充电时进行电能功率的转化，使得电能储存在所述电池（1005）内。

10. 根据权利要求 6 所述的一种检测下肢静脉血栓形成的监控仪，其特征在于：所述检测主机（1）的上表面设置有连接板（5）和用于支撑连接板的支撑板（6），所述连接板（5）的一侧与所述检测主机（1）转动连接，与所述上位机（2）通过磁吸连接。

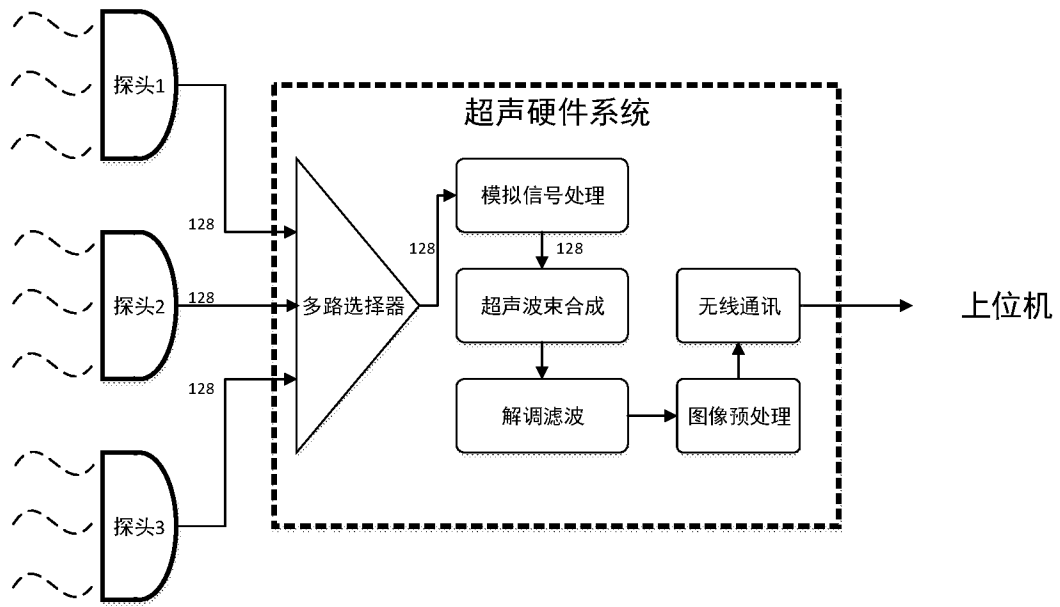


图 1

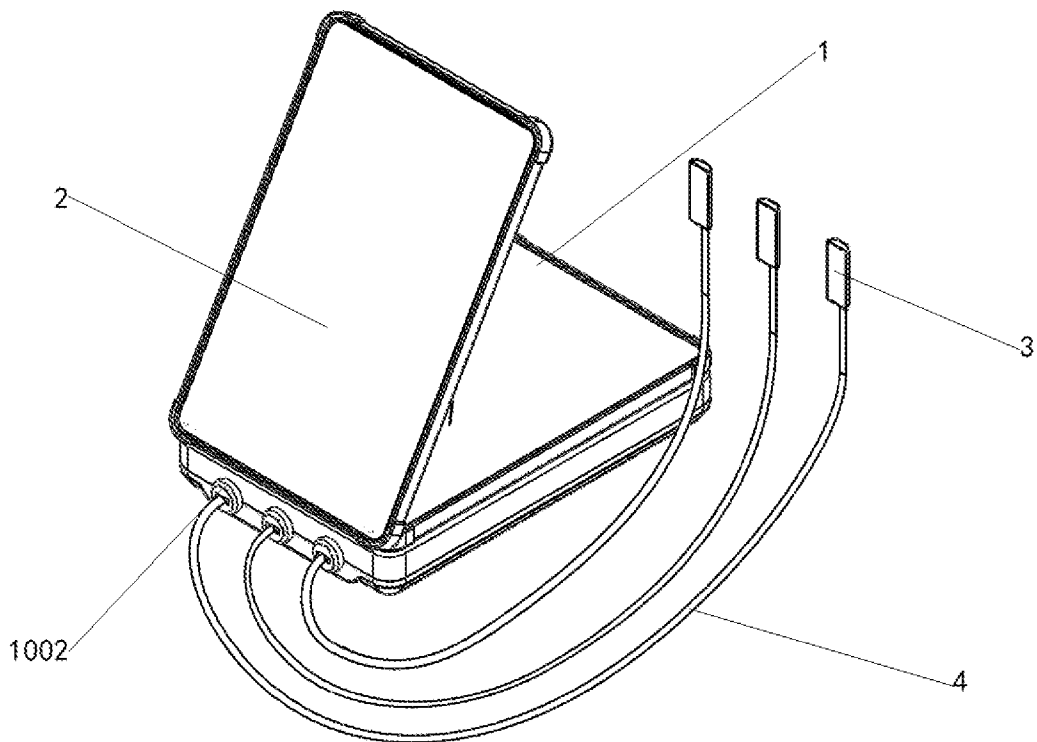


图 2

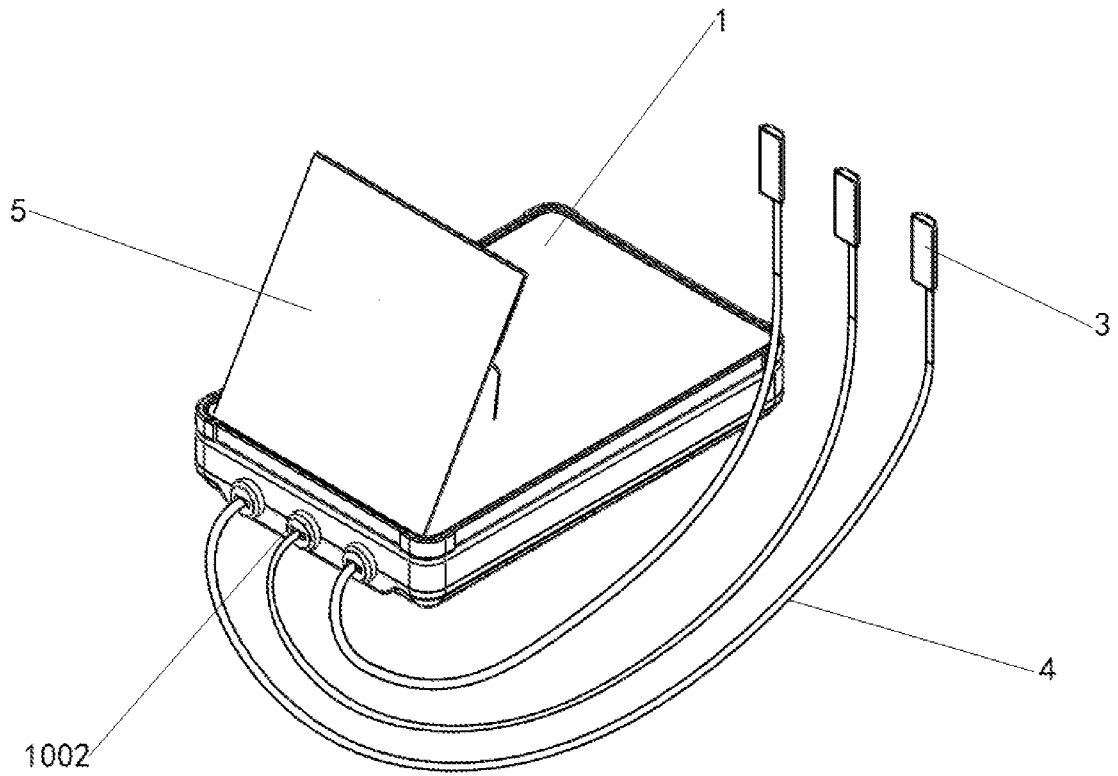


图 3

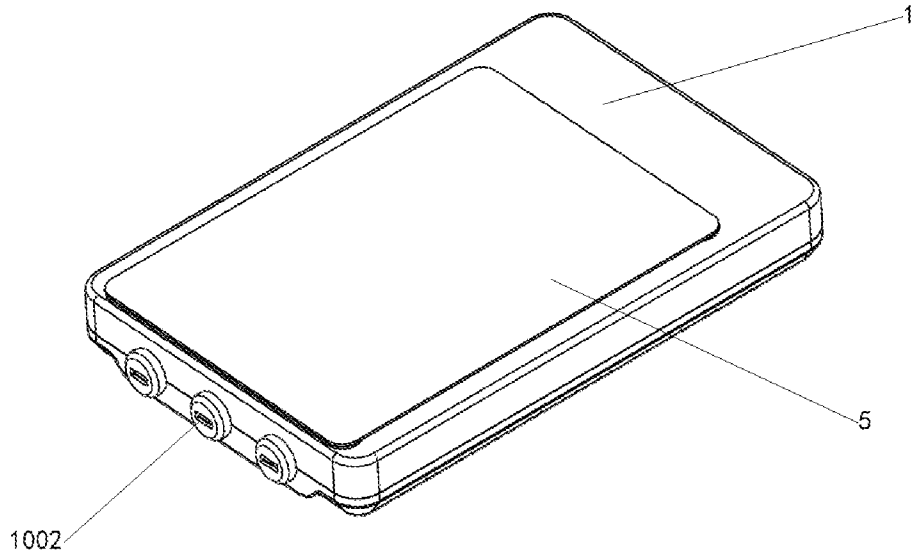


图 4

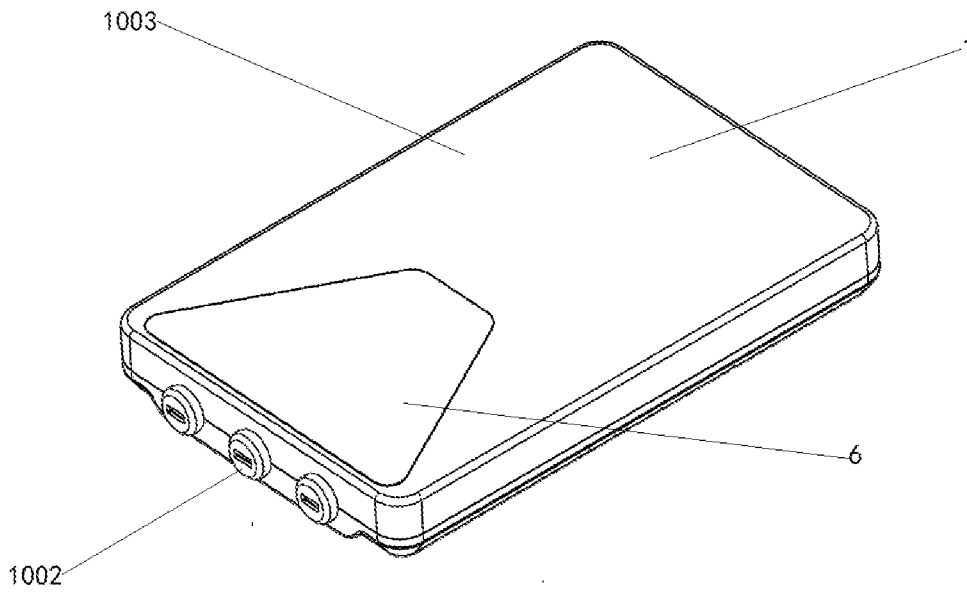


图 5

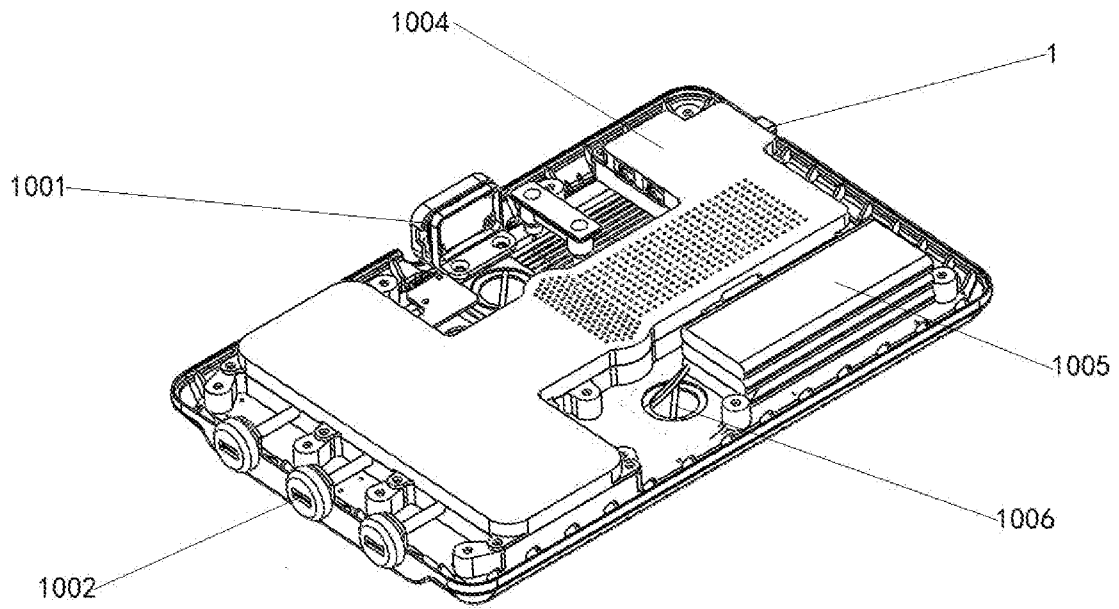


图 6

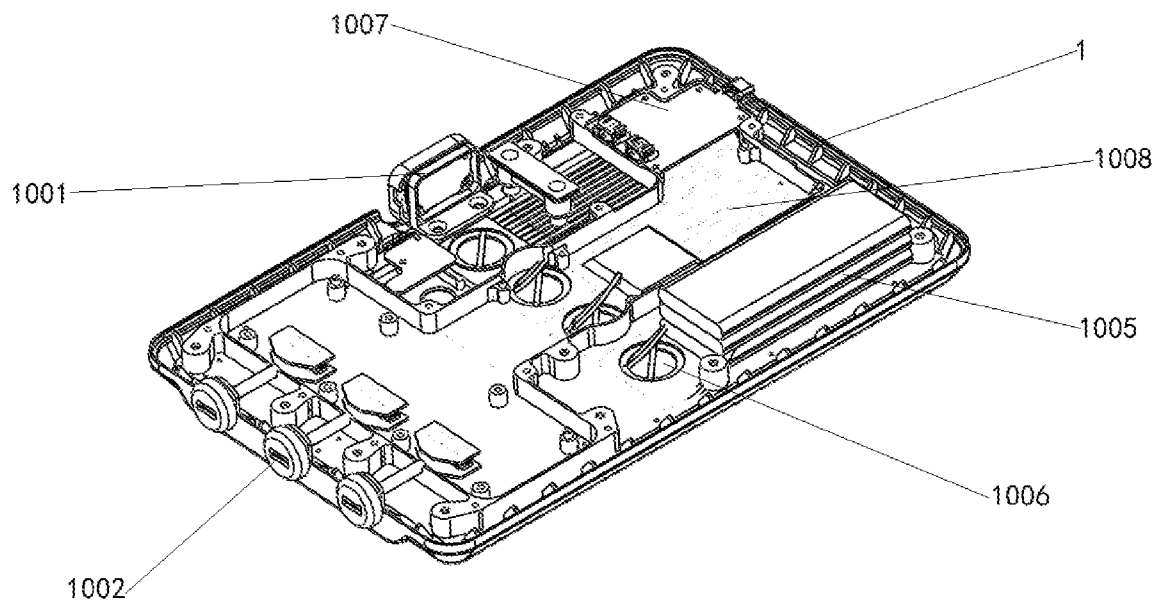


图 7

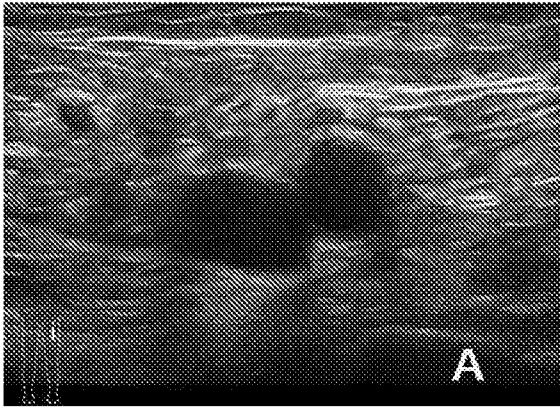


图 8A

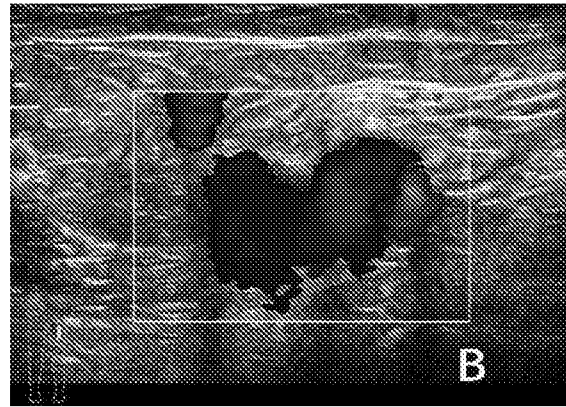


图 8B

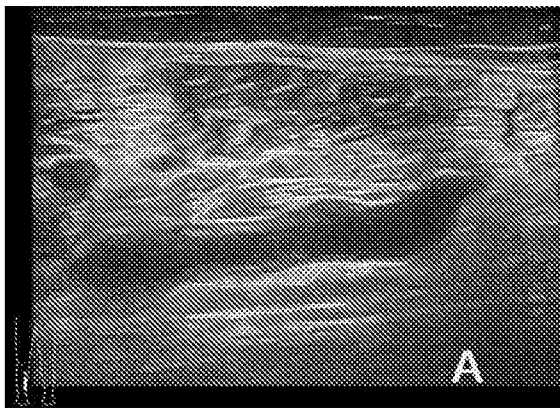


图 9A

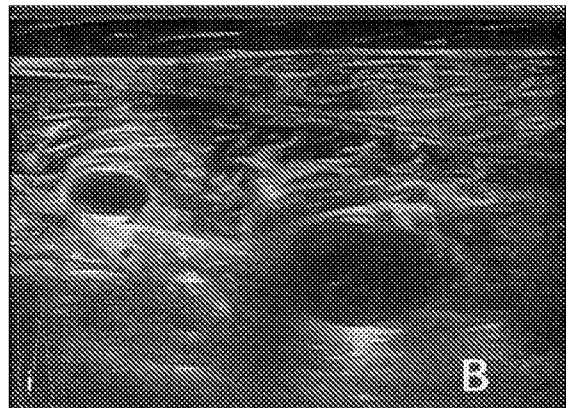


图 9B

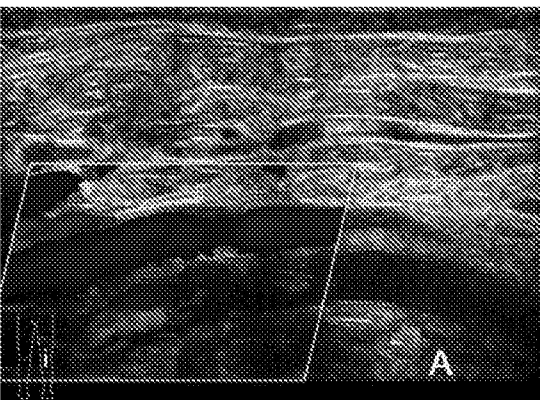


图 10A

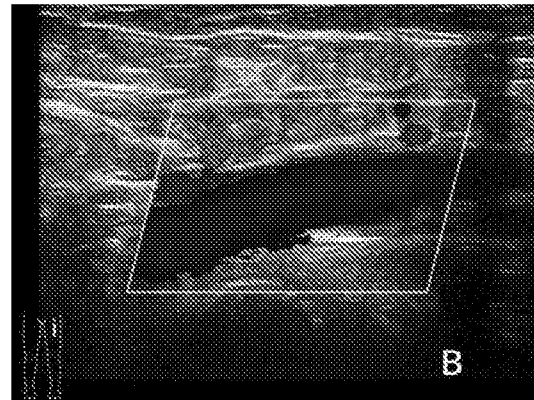


图 10B

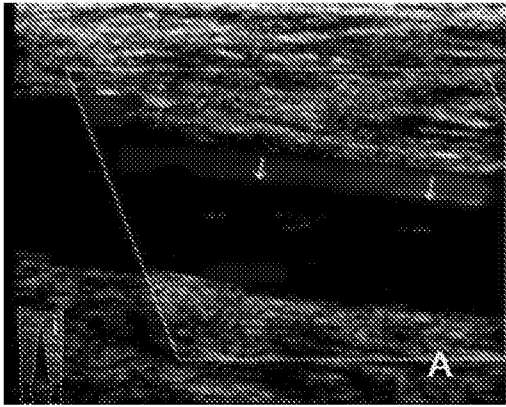


图 11A

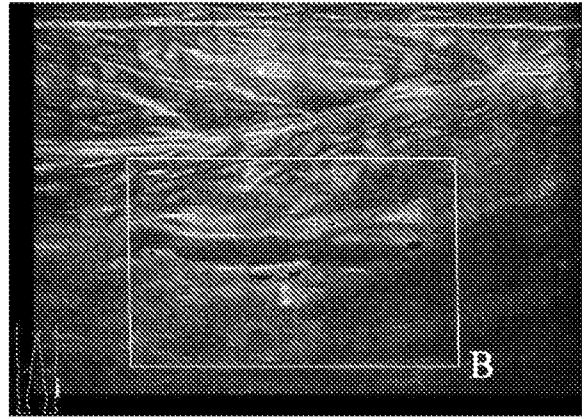


图 11B

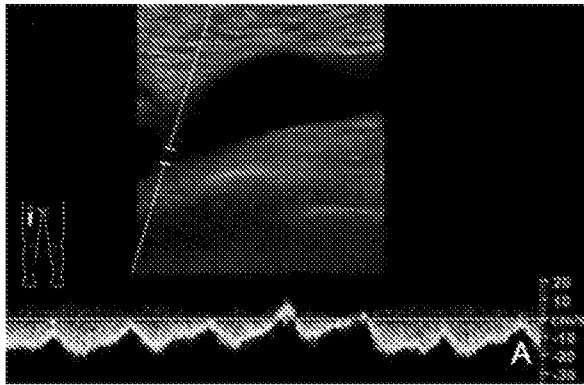


图 12A

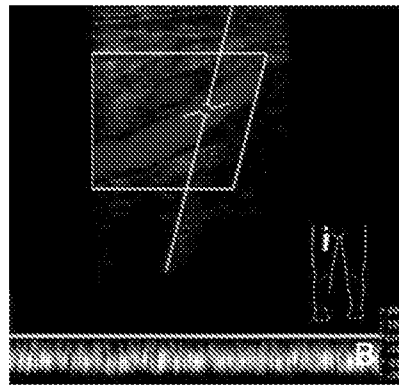


图 12B

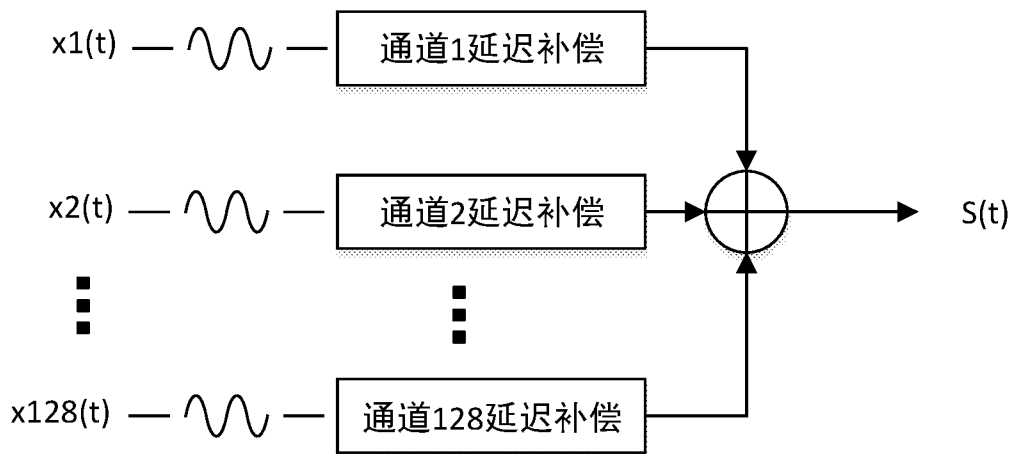


图 13

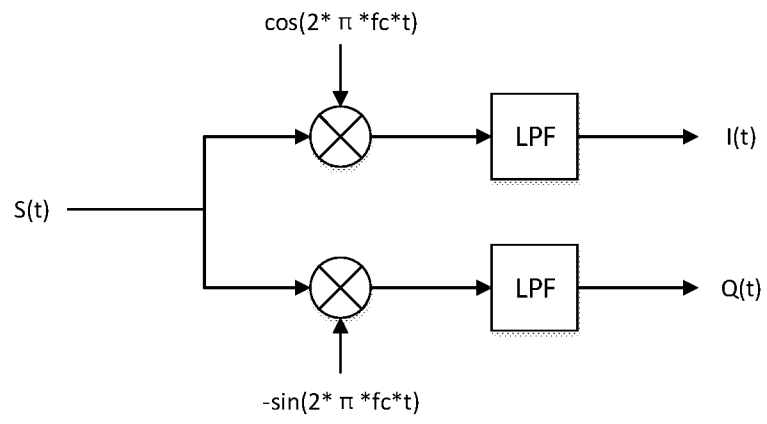


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/140535

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B8/08(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC; A61B 8 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT, CNABS, ENTXT, VEN: 血栓, 静脉, 下肢, 超声, 贴片, 穿戴, 探头, thrombus, venous, thrombosis, probe, limb, ultrasonic		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 109984773 A (SUZHOU INSTITUTE OF BIOMEDICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES; THE FIRST HOSPITAL OF JILIN UNIVERSITY) 09 July 2019 (2019-07-09) description, paragraphs 6-47, and figures 1-2	1-10
Y	US 2023181160 A1 (TERATECH CORP.) 15 June 2023 (2023-06-15) paragraphs 233-795, and figures 73-78	1-10
PX	CN 118105111 A (SHANGHAI SIXTH PEOPLE'S HOSPITAL) 31 May 2024 (2024-05-31) entire document	1-10
PX	CN 222032453 U (SHANGHAI SIXTH PEOPLE'S HOSPITAL) 22 November 2024 (2024-11-22) entire document	1-3, 6-10
A	CN 102078204 A (SHENZHEN MINDRAY BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.) 01 June 2011 (2011-06-01) entire document	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“D” document cited by the applicant in the international application</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 01 April 2025		Date of mailing of the international search report 03 April 2025
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/140535

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108186052 A (GIS TECHNOLOGY (CHENGDU) CO., LTD.; GIS PHOTOELECTRIC (SHENZHEN) CO., LTD.; GENERAL INTERFACE SOLUTION LTD.) 22 June 2018 (2018-06-22) entire document	1-10
A	CN 109124688 A (NANCHANG HANGKONG UNIVERSITY) 04 January 2019 (2019-01-04) entire document	1-10
A	CN 112638266 A (SHENZHEN MINDRAY BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.; SHENZHEN MINDRAY TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 April 2021 (2021-04-09) entire document	1-10
A	CN 112998754 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 22 June 2021 (2021-06-22) entire document	1-10
A	CN 115484871 A (KONINKL PHILIPS N.V.) 16 December 2022 (2022-12-16) entire document	1-10
A	CN 216135881 U (LIN ZHIYUAN) 29 March 2022 (2022-03-29) entire document	1-10
A	WO 2015048327 A2 (TERATECH CORP.) 02 April 2015 (2015-04-02) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/140535

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109984773	A	09 July 2019	None			
US	2023181160	A1	15 June 2023	None			
CN	118105111	A	31 May 2024	None			
CN	222032453	U	22 November 2024	None			
CN	102078204	A	01 June 2011	None			
CN	108186052	A	22 June 2018	TWI	656866	B	21 April 2019
				TW	201929781	A	01 August 2019
CN	109124688	A	04 January 2019	None			
CN	112638266	A	09 April 2021	None			
CN	112998754	A	22 June 2021	None			
CN	115484871	A	16 December 2022	EP	3900635	A1	27 October 2021
				WO	2021214101	A1	28 October 2021
				US	2023181148	A1	15 June 2023
				EP	4138671	A1	01 March 2023
				JP	2023522182	A	29 May 2023
CN	216135881	U	29 March 2022	None			
WO	2015048327	A2	02 April 2015	TW	201531283	A	16 August 2015
				TWI	659727	B	21 May 2019
				TW	201927247	A	16 July 2019
				TWI	710356	B	21 November 2020
				WO	2015048327	A3	02 July 2015
				WO	2015048327	A8	14 January 2016

<p>A. 主题的分类</p> <p>A61B8/08(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC; A61B 8</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNTEXT,CNABS,ENTXT,VEN:血栓, 静脉, 下肢, 超声, 贴片, 穿戴, 探头, thrombus, venous, thrombosis, pro- be,limb, ultrasonic</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109984773 A (中国科学院苏州生物医学工程技术研究所 吉林大学第一医院) 2019年7月9日 (2019 - 07 - 09) 说明书第6-47段, 附图1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2023181160 A1 (TERATECH CORP) 2023年6月15日 (2023 - 06 - 15) 第233-795段, 附图73-78</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 118105111 A (上海市第六人民医院) 2024年5月31日 (2024 - 05 - 31) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 222032453 U (上海市第六人民医院) 2024年11月22日 (2024 - 11 - 22) 全文</td> <td>1-3,6-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102078204 A (深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司) 2011年6月1日 (2011 - 06 - 01) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108186052 A (业成科技(成都)有限公司 业成光电(深圳)有限公司 英特盛科技股份有限公司) 2018年6月22日 (2018 - 06 - 22) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 109984773 A (中国科学院苏州生物医学工程技术研究所 吉林大学第一医院) 2019年7月9日 (2019 - 07 - 09) 说明书第6-47段, 附图1-2	1-10	Y	US 2023181160 A1 (TERATECH CORP) 2023年6月15日 (2023 - 06 - 15) 第233-795段, 附图73-78	1-10	PX	CN 118105111 A (上海市第六人民医院) 2024年5月31日 (2024 - 05 - 31) 全文	1-10	PX	CN 222032453 U (上海市第六人民医院) 2024年11月22日 (2024 - 11 - 22) 全文	1-3,6-10	A	CN 102078204 A (深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司) 2011年6月1日 (2011 - 06 - 01) 全文	1-10	A	CN 108186052 A (业成科技(成都)有限公司 业成光电(深圳)有限公司 英特盛科技股份有限公司) 2018年6月22日 (2018 - 06 - 22) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 109984773 A (中国科学院苏州生物医学工程技术研究所 吉林大学第一医院) 2019年7月9日 (2019 - 07 - 09) 说明书第6-47段, 附图1-2	1-10																					
Y	US 2023181160 A1 (TERATECH CORP) 2023年6月15日 (2023 - 06 - 15) 第233-795段, 附图73-78	1-10																					
PX	CN 118105111 A (上海市第六人民医院) 2024年5月31日 (2024 - 05 - 31) 全文	1-10																					
PX	CN 222032453 U (上海市第六人民医院) 2024年11月22日 (2024 - 11 - 22) 全文	1-3,6-10																					
A	CN 102078204 A (深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司) 2011年6月1日 (2011 - 06 - 01) 全文	1-10																					
A	CN 108186052 A (业成科技(成都)有限公司 业成光电(深圳)有限公司 英特盛科技股份有限公司) 2018年6月22日 (2018 - 06 - 22) 全文	1-10																					
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“D” 申请人在国际申请中引证的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2025年4月1日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2025年4月3日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p>		<p>授权官员</p> <p>杨静萱</p> <p>电话号码 (+86) 010-62085629</p>																					

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 109124688 A (南昌航空大学) 2019年1月4日 (2019 - 01 - 04) 全文	1-10
A	CN 112638266 A (深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司 深圳迈瑞科技有限公司) 2021年4月9日 (2021 - 04 - 09) 全文	1-10
A	CN 112998754 A (苏州大学) 2021年6月22日 (2021 - 06 - 22) 全文	1-10
A	CN 115484871 A (皇家飞利浦有限公司) 2022年12月16日 (2022 - 12 - 16) 全文	1-10
A	CN 216135881 U (林致远) 2022年3月29日 (2022 - 03 - 29) 全文	1-10
A	WO 2015048327 A2 (TERATECH CORP) 2015年4月2日 (2015 - 04 - 02) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2024/140535

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109984773	A	2019年7月9日	无			
US	2023181160	A1	2023年6月15日	无			
CN	118105111	A	2024年5月31日	无			
CN	222032453	U	2024年11月22日	无			
CN	102078204	A	2011年6月1日	无			
CN	108186052	A	2018年6月22日	TWI	656866	B	2019年4月21日
				TW	201929781	A	2019年8月1日
CN	109124688	A	2019年1月4日	无			
CN	112638266	A	2021年4月9日	无			
CN	112998754	A	2021年6月22日	无			
CN	115484871	A	2022年12月16日	EP	3900635	A1	2021年10月27日
				WO	2021214101	A1	2021年10月28日
				US	2023181148	A1	2023年6月15日
				EP	4138671	A1	2023年3月1日
				JP	2023522182	A	2023年5月29日
CN	216135881	U	2022年3月29日	无			
WO	2015048327	A2	2015年4月2日	TW	201531283	A	2015年8月16日
				TWI	659727	B	2019年5月21日
				TW	201927247	A	2019年7月16日
				TWI	710356	B	2020年11月21日
				WO	2015048327	A3	2015年7月2日
				WO	2015048327	A8	2016年1月14日