



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105852806 B

(45)授权公告日 2018.07.31

(21)申请号 201610172862.1

A61B 5/0402(2006.01)

(22)申请日 2016.03.24

A61B 5/1455(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

A61N 1/36(2006.01)

申请公布号 CN 105852806 A

A61M 37/00(2006.01)

(43)申请公布日 2016.08.17

A61N 5/06(2006.01)

A61F 7/00(2006.01)

(73)专利权人 浙江大学

(56)对比文件

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路38号

CN 104523285 A,2015.04.22,

CN 105326495 A,2016.02.17,

(72)发明人 李石坚 马列 董树荣 郭维

CN 204971866 U,2016.01.20,

焦文均 高长有 吴朝晖

CN 102481112 A,2012.05.30,

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司

US 2009234305 A1,2009.09.17,

公司 33224

WO 2008017927 A2,2008.02.14,

代理人 胡红娟

Sara Ud-Din等.Angiogenesis Is Induced

and Wound Size Is Reduced by Electrical

Stimulation in an Acute Wound Healing

Model in Human Skin.《PLOS ONE》.2015,

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/01(2006.01)

A61B 5/053(2006.01)

审查员 朱晓旻

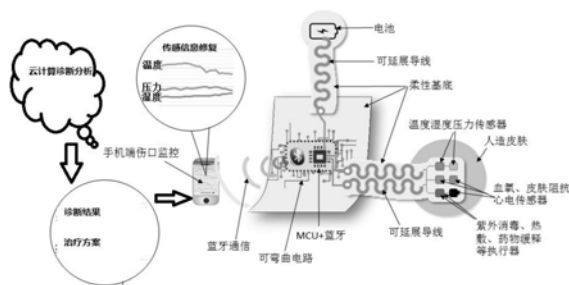
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种用于伤口实时监测的电子皮肤

(57)摘要

本发明公开了一种用于伤口实时监测的电子皮肤,该电子皮肤在生物兼容的柔性材料(聚二甲基硅氧烷、柔性聚酰亚胺、胶原-壳聚糖/硅橡胶)上布设各类传感器,实时采集伤口丰富的理化信息,并利用蓝牙低功耗技术实现数据向软件服务系统的实时传送。本发明软件系统实时地获取伤口理化信息,并对信息进行实时分析,获取伤口当前的状态,根据需要向电子皮肤发出指令,并利用伤口温度调节器对伤口按预设方案进行调理,促进伤口愈合。本发明电子皮肤软硬件系统协同工作,实现了对伤口的实时监测并按需调理。



1. 一种用于伤口实时监测的电子皮肤,包括硬件系统和软件系统;其特征在于:

所述的硬件系统包括主控单元、传感单元和执行单元;传感单元和执行单元通过PDMS贴合在伤口位置,主控单元则制作于柔性PI基底上且通过可延展导线与传感单元和执行单元连接;其中:

所述的传感单元用于采集伤口处关于温度、湿度、肿胀拉应力、皮肤阻抗、ECG和血氧变化的传感数据;

所述的执行单元用于对伤口进行电刺激以加速血管生长,或通过加热融化脂肪包裹的药物对伤口进行消炎,或通过紫外光激发刺激抗菌药物对伤口进行释放,或对伤口进行冷却;

所述的主控单元用于收集传感单元提供的传感数据并通过蓝牙将传感数据传送给软件系统,同时接收软件系统发出的控制指令,进而控制执行单元对伤口环境进行调整,促进伤口愈合;

所述的软件系统加载于智能终端上,其包括蓝牙通讯模块、数据校准模块、数据可视化模块、数据分析模块和预警模块;其中:

所述的蓝牙通讯模块用于通过蓝牙协议无线接收主控单元收集得到的传感数据;

所述的数据校准模块用于对蓝牙通讯模块接收到的传感数据进行校准;

所述的数据可视化模块采用多种形式对校准后的传感数据进行可视化操作;

所述的数据分析模块基于校准后的传感数据,判断伤口处于初期、中期或愈合期的具体阶段,分析伤口环境是否正常;当伤口环境出现异常情况时,通过蓝牙通讯模块向主控单元发送调整伤口环境的控制指令;

所述的预警模块基于校准后的传感数据进行分析,当判断伤口表面附近存在重压或过烫物体情况下,向伤者发出警报。

2. 根据权利要求1所述的电子皮肤,其特征在于:所述的主控单元包括中央处理器、存储器、I2C接口以及蓝牙天线。

3. 根据权利要求1所述的电子皮肤,其特征在于:所述的柔性PI基底与皮肤再生材料结合,皮肤再生材料直接接触伤口创面。

4. 根据权利要求3所述的电子皮肤,其特征在于:所述的皮肤再生材料采用由胶原-壳聚糖真皮支架和具有一定厚度的硅橡胶膜通过生物相容性良好的胶粘剂粘结而成。

5. 根据权利要求1所述的电子皮肤,其特征在于:所述的传感单元包括叉指电极、拉应力计、温度传感器、湿度传感器和光电二极管。

6. 根据权利要求1所述的电子皮肤,其特征在于:所述的执行单元包括叉指电极、加热器、冷却器、紫外光LED和电热膜。

7. 根据权利要求1所述的电子皮肤,其特征在于:所述数据可视化模块的可视化操作包括显示传感单元各传感器的监测数据、显示各传感器历史数据的曲线图、显示各传感器数据的语义信息。

8. 根据权利要求1所述的电子皮肤,其特征在于:所述的数据分析模块收集不同病人的伤口在各个阶段的所有传感器历史数据,形成多组训练样本;然后使用训练样本对SVM分类器进行训练,形成伤口分类模型;进而利用该模型对伤口所处的阶段进行分类,形成诊断结果。

9. 根据权利要求1所述的电子皮肤,其特征在于:所述的预警模块采用振动提醒、声音提醒或图像文字提醒向伤者发出警报。

10. 根据权利要求1所述的电子皮肤,其特征在于:所述的智能终端为智能手机、平板电脑或PC机。

一种用于伤口实时监测的电子皮肤

技术领域

[0001] 本发明属于软硬件协同医疗技术领域,具体涉及一种用于伤口实时监测的电子皮肤。

背景技术

[0002] 近年来,软电子产业发展迅猛,在柔性屏幕、柔性电池、柔性传感器等产业发挥越来越大的作用。但软电子在医疗领域渗透尚显不足。医疗领域由于其特殊性,对于软性材料、材料的生物兼容性有着更严格的需求。另一方面,具体到伤口监测方面,传统的伤口监测方法主要是依靠肉眼判别伤口情况,更复杂一些则是提取伤口表面体液进行进一步的理化检测。前者需要依赖医疗经验,准确度差,易受主观影响,后者则流程复杂,费用昂贵,还可能给患者带来痛苦。由于上述方案的准确度差或者是流程复杂,导致无法对伤口进行实时的监测,无法在最适当的时机对伤口进行最适当的处理,因此对伤口的实时监测系统的需求是客观存在且迫切的。

[0003] 传统的伤口监测方法主要就是拿掉绷带来观察伤口,根据伤口组织的理化形态判断其愈合状况。一方面,如果伤口还未愈合,这样很有可能会使伤口受到感染,留下不可抹掉的疤痕,增加患者痛苦;另一方面,通过肉眼观察得出的结论需要依赖医疗经验,准确度差,易受主观影响,而且只能得出定性结论。

[0004] 更复杂的监测方法则是提取伤口表面体液进行进一步的理化检测。例如,近期 Melissa L Fernande 等的一项针对下肢静脉溃疡的研究发现检测伤口渗液中的尿酸含量有助于判别伤口的严重程度。尿酸可以在伤口中沉积尿酸钠晶体 (Monosodium urate crystal) 引发炎症反应,从而抑制伤口愈合。通过检测伤口渗液的成份,研究人员发现当尿酸水平较高时,伤口较为严重,愈合时间也较长。研究人员认为可以通过监测伤口渗液中的尿酸或多种尿酸前体水平来判别和预测伤口的严重程度,具有一定的诊断价值。尿酸水平的升高往往与伤口严重性呈正相关,而尿酸前体如嘌呤水平的升高表明伤口严重程度较低。因此监测伤口渗液中的嘌呤代谢变化可以了解慢性伤口如下肢静脉溃疡等的愈合过程。另外,哈佛医学院教授康纳 L·埃文斯开发出了一种绷带。这条绷带加入了荧光粉,它可以吸收光线,同时再将其释放掉。当伤口处缺乏氧气时,这条绷带内的荧光粉就会变红,如果氧气充足,则会显示绿色光。这样就可以通过荧光颜色判断伤口处的供氧情况。但是以上这些监测伤口表面体液理化性质的方法流程复杂,费用昂贵,而且不能对伤口进行实时的监测,无法在最适当的时机对伤口进行最适当的处理。

[0005] 由此可见,现有技术主要存在以下几个缺陷:

[0006] (1) 准确度差,大量依赖人的主观性和经验。

[0007] (2) 若采用理化检测方法,费用昂贵,流程复杂,时效性差。

[0008] (3) 无法实时监测,从而实时调整伤口理化环境,错过了最佳调理时机。

发明内容

[0009] 针对现有技术所存在的上述技术问题,本发明提供了一种用于伤口实时监测的电子皮肤,能够实现对伤口的实时监测并按需调理。

[0010] 一种用于伤口实时监测的电子皮肤,包括硬件系统和软件系统;

[0011] 所述的硬件系统包括主控单元、传感单元和执行单元;传感单元和执行单元通过PDMS(聚二甲基硅氧烷)贴合在伤口位置,主控单元则制作于柔性PI(聚酰亚胺)基底上且通过可延展导线与传感单元和执行单元连接;其中:

[0012] 所述的传感单元用于采集伤口处关于温度、湿度、肿胀拉应力、皮肤阻抗、ECG(心电图)和血氧变化的传感数据;

[0013] 所述的执行单元用于对伤口进行电刺激以加速血管生长,或通过加热融化脂肪包裹的药物对伤口进行消炎,或通过紫外光激发刺激抗菌药物对伤口进行释放,或对伤口进行冷却;

[0014] 所述的主控单元用于收集传感单元提供的传感数据并通过蓝牙将传感数据传送给软件系统,同时接收软件系统发出的控制指令,进而控制执行单元对伤口环境进行调整,促进伤口愈合;

[0015] 所述的软件系统加载于智能终端上,其包括蓝牙通讯模块、数据校准模块、数据可视化模块、数据分析模块和预警模块;其中:

[0016] 所述的蓝牙通讯模块用于通过蓝牙协议无线接收主控单元收集得到的传感数据;

[0017] 所述的数据校准模块用于对蓝牙通讯模块接收到的传感数据进行校准;

[0018] 所述的数据可视化模块采用多种形式对校准后的传感数据进行可视化操作;

[0019] 所述的数据分析模块基于校准后的传感数据,判断伤口处于初期、中期或愈合期的具体阶段,分析伤口环境是否正常;当伤口环境出现异常情况时,通过蓝牙通讯模块向主控单元发送调整伤口环境的控制指令;

[0020] 所述的预警模块基于校准后的传感数据进行分析,当判断伤口表面附近存在重压或过烫物体情况下,向伤者发出警报。

[0021] 进一步地,所述的主控单元包括中央处理器、存储器、I2C接口以及蓝牙天线等。

[0022] 进一步地,所述的柔性PI基底与皮肤再生材料结合,皮肤再生材料直接接触伤口创面,具有良好生物相容性,可诱导真皮层再生。

[0023] 所述的皮肤再生材料采用由胶原-壳聚糖真皮支架和具有一定厚度的硅橡胶膜通过生物相容性良好的胶粘剂粘结而成。

[0024] 进一步地,所述的传感单元包括叉指电极、拉应力计、温度传感器、湿度传感器、光电二极管等。所述的执行单元包括加热器、冷却器、紫外光LED和电热膜等。其中,叉指电极实现皮肤阻抗和ECG测量,判断皮肤生长情况,同时可以用于施加电刺激刺激血管生长;加热器可以加热伤口,也可以对炎症位置热熔脂肪包裹体释放消炎药(不同温度);血氧采用光电二极管接收测量。

[0025] 进一步地,所述数据可视化模块的可视化操作包括显示传感单元各传感器的监测数据、显示各传感器历史数据的曲线图、显示各传感器数据的语义信息。

[0026] 进一步地,所述的数据分析模块收集不同病人的伤口在各个阶段的所有传感器历史数据,形成多组训练样本;然后使用训练样本对SVM分类器进行训练,形成伤口分类模型;进而利用该模型对伤口所处的阶段进行分类,形成诊断结果。

[0027] 进一步地,所述的预警模块采用振动提醒、声音提醒、图像文字提醒等多种方式向伤者发出警报。

[0028] 所述的软件系统具有分析、运算能力,负责对数据的获取、分析和控制指令的生成;所述的硬件系统负责数据的采集和对控制指令的执行,两者共同为伤口监测服务。

[0029] 所述的智能终端可以为智能手机、平板电脑或PC机等。

[0030] 本发明电子皮肤的硬件部分利用各类传感器实时采集伤口丰富的理化信息,利用蓝牙低功耗技术实现数据向软件系统的实时传送,利用聚二甲基硅氧烷材料实现生物兼容性,利用伤口温度调节器对伤口按预设方案进行调理;软件部分实时地获取伤口理化信息,并对信息进行实时分析,获取伤口当前的状态,根据需要发出指令,对伤口的环境进行调整,促进伤口愈合;软硬件系统协同工作,对伤口进行实时地监测并按需调理。

附图说明

[0031] 图1为本发明电子皮肤的结构示意图。

[0032] 图2为本发明电子皮肤软硬件系统的协同工作流程示意图。

具体实施方式

[0033] 为了更为具体地描述本发明,下面结合附图及具体实施方式对本发明的技术方案进行详细说明。

[0034] 本发明用于伤口实时监测的电子皮肤包括硬件系统和软件系统两部分,两者相互协调控制,目标是监测伤口的变化,按预设方案对伤口进行调理,促进伤口愈合;如图1所示:

[0035] 硬件系统基于TI公司CC2541 Sensor Tag 1.4平台,包括主控芯片、传感器、执行器、亲肤封装材料、皮肤再生材料等部分。

[0036] 亲肤封装材料为多层复合的柔性材料,包括PDMS、柔性PI基底;皮肤再生材料采用由胶原-壳聚糖真皮支架和具有一定厚度的硅橡胶膜通过生物相容性良好的胶粘剂粘结而成。柔性PI基底与胶原-壳聚糖/硅橡胶皮肤再生材料结合,再生材料直接接触创面,具有良好生物相容性,可诱导真皮层再生。

[0037] 主控芯片是TI公司CC2541,它包括了中央处理器、存储器、I2C接口以及蓝牙4.0模块;主控芯片制作于亲肤封装材料柔性PI基底上(直径1厘米左右),具有可弯曲可折叠特性,并埋在纱布内,通过PDMS可延展导线与传感器/执行器连接,传感器/执行器制作于可延展的PDMS上,可以完全贴合在伤口位置并在运动中保持与伤口位置紧密接触,并具有透水透气等生物兼容性。

[0038] 电子皮肤上分布多种传感器,伤口位置的温度、湿度、压力(肿胀拉应力)、皮肤阻抗、ECG心电和血氧变化6个传感量;同时分布有紫外光LED、电热膜、脂包裹药物等执行器。传感部分的器件采用复用集成技术:叉指电极实现皮肤阻抗和ECG测量,判断皮肤生长情况,同时可以用于施加电刺激刺激血管生长,加热器可以加热伤口,也可以对炎症位置热熔脂肪包裹体释放消炎药(不同温度)。血氧采用TI平台的红外发光二极管和光电二极管接收测量。主要运算诊断和医生实时获得数据是交给手机及其云平台操作,主控MCU采用TI公司的Sensor TAG平台,单纯是传感数据收集调度、无线收发编码以及输出执行器工作的作用。

传感器端使用柔性电子技术实现可延展可弯曲可折叠的设计,可实现延展率200%的柔性连接。

[0039] 软件系统部署在外部智能手机上,通过蓝牙低功耗协议与硬件系统进行通信,一方面接收监测到的传感数据,另一方面根据预设的方案,对硬件系统发出调整伤口环境的指令,且根据压力、温度等数据,模拟皮肤触感,进行预警。软件系统分为蓝牙通讯模块、数据校准模块、数据可视化模块、数据分析模块、预警模块;其中:

[0040] 蓝牙通讯模块,其利用蓝牙低功耗协议与硬件系统对接并实时接收多个传感器的数据。该模块可以根据用户需要设定数据的采集频度和单次的数据采集量,在耗电量和采集数据密度之间建立平衡,并且使用数据库存储历史数据。

[0041] 数据校准模块,其对采集到的原始数据进行校准,提高数据准确度。一般来说,传感器因其个体差异,原始数据会存在系统性误差。因此硬件系统部署到伤口之前,首先对温度、压力等传感器做数据预采样,同时使用专业仪器获得一组温度、压力等的对比数据。然后使用最小二乘法将传感器数据与对比数据做线性拟合,得到一组拟合系数,将此系数作为校准参数,在之后的伤口监测过程中,对传感器的原始数据进行校准处理,可以减小由传感器个体差异造成的系统性误差。

[0042] 数据可视化模块,其用多种形式对数据进行可视化,方便病人查看伤口实时状态。可视化分三个层次:

[0043] (1) 显示各传感器的监测数据。对校准后的传感器数据,直接显示其实时数值。

[0044] (2) 显示历史数据的曲线图。对最近一段时间内的传感器数据,实时显示其变动曲线;由于历史数据已经存储在智能手机终端,因此也可以显示部署硬件系统后任意一段时间内的数据变动曲线,以便对伤口状态的演变情况进行诊断。

[0045] (3) 显示数据的语义信息。由于病人往往不知道各传感器具体数值的含义,因此需要根据医学经验,将温度、压力等数值转为语义信息。这里将其分为五档:过高、高、正常、低、过低,每一档的阈值根据医学经验设定。对于每一档,在智能手机终端上显示不同的图案和文字,这样可以实时告诉病人其伤口状况是否处于正常范围。

[0046] 数据分析模块,其对接收到的伤口数据进行实时分析,根据既有的医学经验,判断伤口处于初期、中期、愈合期等不同阶段;分析伤口环境是否正常,并向硬件系统反馈以调整伤口环境。首先收集不同病人的伤口在各个阶段的传感器历史数据,形成训练样本;然后使用训练样本对SVM分类器进行训练,形成伤口分类模型;将SVM分类器应用于新部署的硬件系统,对伤口所处的阶段进行分类,形成诊断结果。在每一阶段,根据伤口的温度、湿度、压力等环境数据判断其是否正常。当伤口环境出现异常情况时,向硬件系统发出反馈指令,对其进行加热或制冷等处理,其中,对于愈合偏慢血氧偏低的伤口,通过电刺激加速血管生长;对于轻微炎症通过加热融化脂肪包裹的药物进行消炎;对于感染创面,通过紫外光激发,刺激抗菌药物释放。

[0047] 预警模块,其对压力、温度等感知数值大小和范围进行分析(设定阈值)后,可以判断伤口表面附近是否有重压、锐物接触、过烫物体等,若出现上述危险状况(超过阈值),软件系统会向伤者发出警报;警报方式有振动提醒、声音提醒、图像文字提醒等多种方式。

[0048] 本实施方式电子皮肤软硬件协同流程,如图2所示:

[0049] 1. 对硬件系统进行通电,并部署在伤口上。

- [0050] 2. 硬件系统无线通信模块发出等待通讯信号。
- [0051] 3. 软件系统开启, 和硬件系统建立定期的无线连接。
- [0052] 4. 软件系统从硬件系统实时获取各类传感数据。
- [0053] 5. 软件系统对获取的数据进行综合分析:
- [0054] 5.1 在危险情况下软件系统向用户发出预警警报。
- [0055] 5.2 在需要影响伤口的情况下软件系统向硬件系统发出控制指令, 如进行伤口加热等。
- [0056] 上述的对实施例的描述是为便于本技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对上述实施例做出各种修改, 并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此, 本发明不限于上述实施例, 本领域技术人员根据本发明的揭示, 对于本发明做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

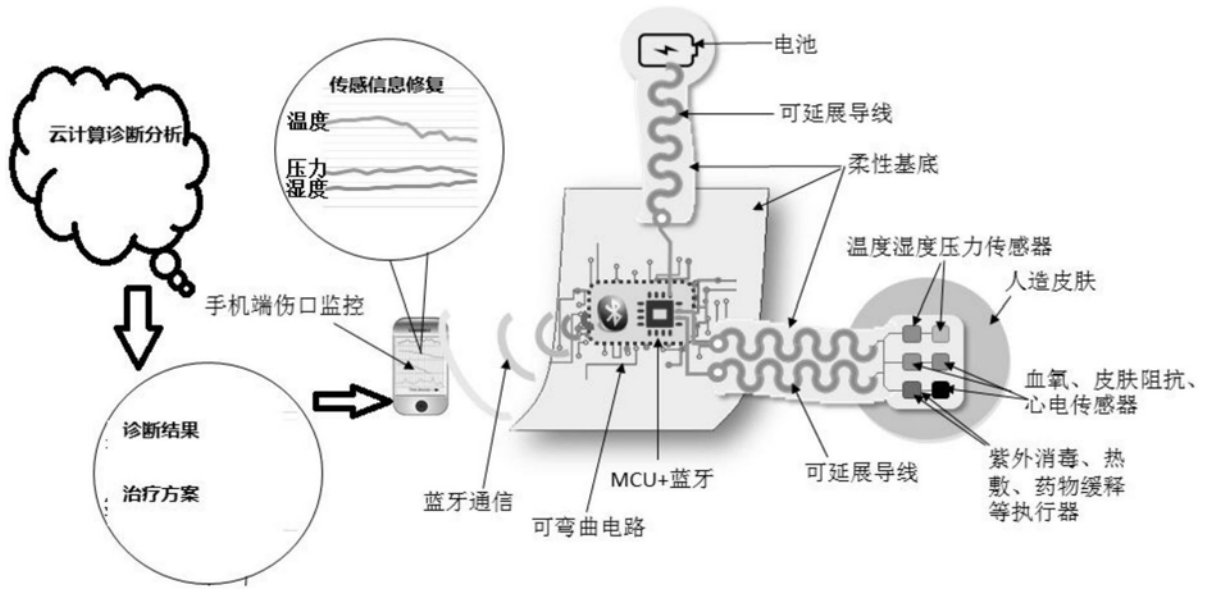


图1

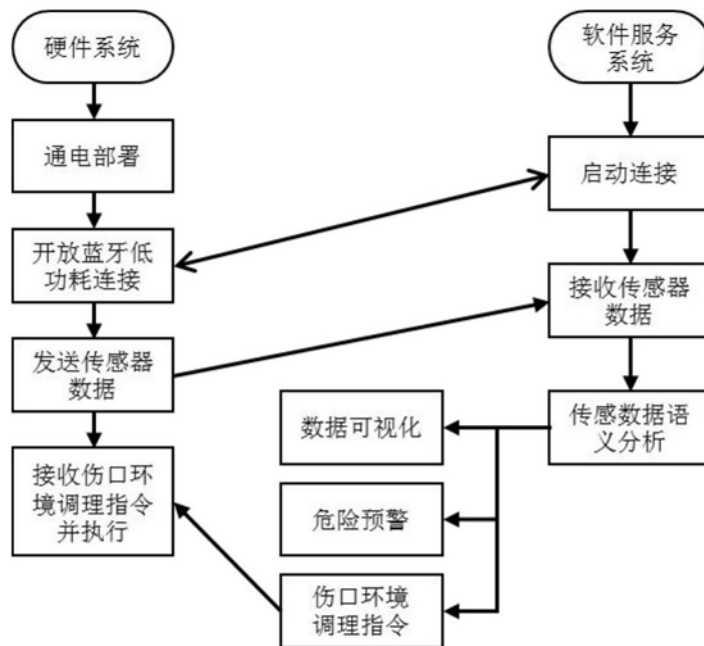


图2

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种用于伤口实时监测的电子皮肤 | | |
| 公开(公告)号 | CN105852806B | 公开(公告)日 | 2018-07-31 |
| 申请号 | CN201610172862.1 | 申请日 | 2016-03-24 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 浙江大学 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 浙江大学 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 浙江大学 | | |
| [标]发明人 | 李石坚 马列 董树荣 郭维 焦文均 高长有 吴朝晖 | | |
| 发明人 | 李石坚 马列 董树荣 郭维 焦文均 高长有 吴朝晖 | | |
| IPC分类号 | A61B5/00 A61B5/01 A61B5/053 A61B5/0402 A61B5/1455 A61N1/36 A61M37/00 A61N5/06 A61F7/00 | | |
| CPC分类号 | A61B5/00 A61B5/01 A61B5/0402 A61B5/0531 A61B5/14551 A61B5/445 A61F7/00 A61F2007/0052 A61M2037/0007 A61N1/36014 A61N5/062 | | |
| 代理人(译) | 胡红娟 | | |
| 其他公开文献 | CN105852806A | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开了一种用于伤口实时监测的电子皮肤，该电子皮肤在生物兼容的柔性材料(聚二甲基硅氧烷、柔性聚酰亚胺、胶原-壳聚糖/硅橡胶)上布设各类传感器，实时采集伤口丰富的理化信息，并利用蓝牙低功耗技术实现数据向软件服务系统的实时传送。本发明软件系统实时地获取伤口理化信息，并对信息进行实时分析，获取伤口当前的状态，根据需要向电子皮肤发出指令，并利用伤口温度调节器对伤口按预设方案进行调理，促进伤口愈合。本发明电子皮肤软硬件系统协同工作，实现了对伤口的实时监测并按需调理。

