



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119158181 A

(43) 申请公布日 2024.12.20

(21) 申请号 202411627570.3

(22) 申请日 2024.11.14

(71) 申请人 复远数码医疗(杭州)有限公司

地址 310018 浙江省杭州市钱塘区下沙街道和享科技中心9幢17层17-1-02室、17-1-11室

(72) 发明人 李浩 周雪华 王震华 皇甫江涛
王敏骅 王沛 汪荣 黄子豪

(74) 专利代理机构 杭州昱呈专利代理事务所
(普通合伙) 33303

专利代理人 祁姝琪

(51) Int.Cl.

A61N 1/36 (2006.01)

A61H 23/02 (2006.01)

A61F 7/00 (2006.01)

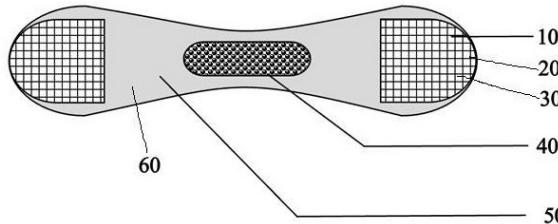
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种治疗眼部疾病的穿戴式装置

(57) 摘要

本发明公开了一种治疗眼部疾病的穿戴式装置，鼻根及滑车神经刺激单元为电脉冲发生装置，输出电刺激信号；筛窦及鼻甲热辅单元位置与鼻根及滑车神经刺激单元重合或部分重合，包括导热部件；振动单元输出预设频率和振动幅度的振动；弯曲铰链单元依据使用者的鼻体宽度及弧度适配；电源管理单元中电源管理器对充电电池进行充电和放电管理及能量回收管理；无线信号传输单元，分布于弯曲铰链单元外围，接收程控参数，并可接收远程命令，包括开启或关闭、参数调控、模式配置、程序空中升级和电量获取。本发明通过穿戴式体表电刺激技术将电脉冲作用于鼻根部神经及滑车神经，缓解眼球后部疼痛、视力模糊及缺水性干眼症状。



1. 一种治疗眼部疾病的穿戴式装置，其特征在于，包括鼻根及滑车神经刺激单元、筛窦及鼻甲热辅单元、振动单元、弯曲铰链单元、电源管理单元和无线信号传输单元，其中，

所述鼻根及滑车神经刺激单元至少设置两组，为电脉冲发生装置，输出电刺激信号，表层的材质为导电凝胶；

所述筛窦及鼻甲热辅单元至少设置两组，位置与鼻根及滑车神经刺激单元重合或部分重合，包括导热部件；

所述振动单元至少设置两组，输出预设频率和振动幅度的振动；

所述弯曲铰链单元设置在整个穿戴式装置的中央位置，该弯曲铰链单元可依据使用者的鼻体宽度及弧度适配；

所述电源管理单元包括电源管理器和充电电池，电源管理器对充电电池进行充电和放电管理、产生刺激单元工作所需的电位及能量回收管理；

所述无线信号传输单元，分布于弯曲铰链单元外围，接收程控参数，并可接收远程命令，包括开启或关闭、参数调控、模式配置、程序空中升级和电量获取。

2. 根据权利要求1所述的治疗眼部疾病的穿戴式装置，其特征在于，所述鼻根及滑车神经刺激单元中的高压电源由3V直流低压通过可变PWM调控LC升压至30V脉动电压，再通过级联二极管与电容构成备压电路升压至100V及以上，该高压电源电路前后级电气隔离，进行能量与信号隔离传递，具备3000V及以上的电气隔离特性。

3. 根据权利要求1所述的治疗眼部疾病的穿戴式装置，其特征在于，所述鼻根及滑车神经刺激单元产生1-200Hz低频调制的2K-10K中频载波电脉冲，该调制脉冲初始态为对称型，中间态非对称，末态对称型结构。

4. 根据权利要求1所述的治疗眼部疾病的穿戴式装置，其特征在于，所述鼻根及滑车神经刺激单元的刺激调控方法为，

$StimAlg=t1*A1+t2*A2*A3*F1*het+t3*A4*A5*F2*vib+t4*A6$, t1: 第一刺激阶段时间, t2: 第一非对称期时间, 为刺激与热辅助合并阶段, t3: 第二非对称期时间, 为刺激与振动合并阶段, t4: 第二刺激阶段时间, A1: t1期间刺激幅度, A2: t2期间高于预设值幅度, A3: t2期间低于预设值幅度、A4: t3期间低于预设值幅度、A5: t3期间高于预设值幅度、A6: t4期间刺激幅度, F1: 第一刺激强度非对称系数, F2: 第二刺激强度非对称系数, het: 热辅系数, vib: 振动系数, 振动系数 $vib \propto (fv, av)$, fv为振动频率, av为振动幅度。

5. 根据权利要求1所述的治疗眼部疾病的穿戴式装置，其特征在于，所述筛窦及鼻甲热辅单元包括依次设置的柔性碳纳米管薄膜、薄铜片和热隔绝层，其中，柔性碳纳米管薄膜与鼻根及滑车神经刺激单元相邻。

6. 根据权利要求1所述的治疗眼部疾病的穿戴式装置，其特征在于，所述振动单元包括横向线性马达或微型压电振动片或机械振动马达。

7. 根据权利要求1所述的治疗眼部疾病的穿戴式装置，其特征在于，所述振动单元的振动频率为10-60Hz，振动行程为0.1mm-1mm。

8. 根据权利要求1所述的治疗眼部疾病的穿戴式装置，其特征在于，所述弯曲铰链单元包括第一链轴、第二链轴、第三链轴、微型链杆、水平轴限位点和扭矩弹簧，其中，第一链轴和第二链轴间隔排布，水平轴限位点设置在第三链轴上，扭矩区域为设有扭矩弹簧的区域，在扭矩区域中第一链轴、第二链轴上分布有扭矩弹簧，第一链轴与第二链轴带动扭矩弹簧

产生扭力分布,该扭力分布则依据链轴的不同部位的不同活动角度而不同,该扭矩一旦产生后将保持当前扭矩值维持扭矩弹簧形变状态,第一链轴和第二链轴中的扭矩弹簧带动第三链轴产生隆起角,前后相邻的第三链轴产生交叠现象形成隆起状,第三链轴上的水平轴限位点在第三链轴反向活动达到预设行程后触碰到第二链轴而无法再活动,通过该水平轴限位点防止弯曲铰链单元反向弯曲,即不可构成凹陷状。

一种治疗眼部疾病的穿戴式装置

技术领域

[0001] 本发明属于神经刺激领域,特别涉及一种治疗眼部疾病的穿戴式装置。

背景技术

[0002] 眼球后部疼痛、视物模糊,常见于青光眼、角膜炎等疾病,而青光眼可因先天或后天的原因导致,眼内房水流通受阻,从而引发眼压升高,通常表现为视力下降、眼球胀痛、眼球充血等。治疗方法包括药物治疗、激光治疗和手术治疗。滴眼液可用于降低眼压,效果不佳时可考虑行激光治疗或者手术,而激光治疗或手术治疗皆有一定创伤风险。

[0003] 干眼(dry eye),又称角结膜干燥症,是一种常见的眼科疾病。由于泪液分泌不足或蒸发过多,导致泪液的多少、泪液的质量、泪液自然的流动性这三项中的任何一项出现异常,都会引起泪膜不稳定和(或)眼表损害,从而导致眼不适症状及视功能障碍,患者常会出现眼疲劳、异物感、干涩感等症状,这样的一类疾病被称为干眼。临幊上根据病因分为以下几类:

水液缺乏性干眼症:由于泪腺分泌泪液的功能低下所致,如先天性无泪症;黏蛋白缺乏型干眼:黏蛋白分泌缺乏,如Stevens-Johnson综合征、眼类天疱疮、沙眼等所致干眼;脂质缺乏型干眼:由睑板腺功能障碍引起;混合型干眼:是临幊上最常见的干眼,为以上两种或两种以上病因导致的干眼。

[0004] 干眼常会累及双眼,患者通常会感到眼疲劳、异物感、干涩感,部分患者还会出现眼烧灼感、酸胀感、眼红、眼痛、畏光等症状。干眼早期仅轻度影响视力,若疾病继续进展则可发展为角膜损伤,此时患者常表现为眼痛明显加剧难以忍受;晚期可出现角膜溃疡、穿孔或继发感染,也可形成瘢痕,严重影响患者的视力。

[0005] FDA已批准TrueTear鼻腔内神经电刺激产品用于缓解治疗水液缺乏性干眼症,该疗法不含药物,也不含滴眼液,能有效促进泪液的产生,不需要滴眼液或手术就可以使眼表恢复到正常的生理状态,适用于大多数泪液分泌不足的患者,但持续使用TrueTear刺激鼻腔可能会引起鼻黏膜组织损伤。另外,该设备在孕妇、22岁以下患者、伴有鼻或鼻窦手术或重大创伤、严重鼻气道阻塞或息肉、活跃严重的全身性或季节性过敏、需要治疗的鼻炎或鼻窦炎、尚未治疗的鼻内感染、致残性关节炎或神经病变、严重灵巧性功能障碍或运动协调有限的患者群体中的安全性和有效性尚未得到验证。

发明内容

[0006] 为了让更多的眼球后部疼痛、视力模糊患者及水液缺乏性干眼症患者解决视功能障碍问题,本发明的技术方案如下:一种治疗眼部疾病的穿戴式装置,其特征在于,包括鼻根及滑车神经刺激单元、筛窦及鼻甲热辅单元、振动单元、弯曲铰链单元、电源管理单元和无线信号传输单元,其中,

所述鼻根及滑车神经刺激单元至少设置两组,为电脉冲发生装置,输出电刺激信号,表层的材质为导电凝胶;

所述筛窦及鼻甲热辅单元至少设置两组,位置与鼻根及滑车神经刺激单元重合或部分重合,包括导热部件;

所述振动单元至少设置两组,输出预设频率和振动幅度的振动;

所述弯曲铰链单元设置在整个穿戴式装置的中央位置,该弯曲铰链单元可依据使用者的鼻体宽度及弧度适配;

所述电源管理单元包括电源管理器和充电电池,电源管理器对充电电池进行充电和放电管理、产生刺激单元工作所需的电位及能量回收管理;

所述无线信号传输单元,分布于弯曲铰链单元外围,接收程控参数,并可接收远程命令,包括开启或关闭、参数调控、模式配置、程序空中升级和电量获取。

[0007] 优选地,所述鼻根及滑车神经刺激单元中的高压电源由3V直流低压通过可变PWM调控LC升压至30V脉动电压,再通过级联二极管与电容构成备压电路升压至100V及以上,该高压电源电路前后级电气隔离,进行能量与信号隔离传递,具备3000V及以上的电气隔离特性。

[0008] 优选地,所述鼻根及滑车神经刺激单元产生1-200Hz低频调制的2K-10K中频载波电脉冲,该调制脉冲初始态为对称型,中间态非对称,末态对称型结构。

[0009] 优选地,所述鼻根及滑车神经刺激单元的刺激调控方法为,

$StimAlg=t1*A1+t2*A2*A3*F1*het+t3*A4*A5*F2*vib+t4*A6$, t1:第一刺激阶段时间,t2:第一非对称期时间,为刺激与热辅助合并阶段,t3:第二非对称期时间,为刺激与振动合并阶段,t4:第二刺激阶段时间,A1:t1期间刺激幅度,A2:t2期间高于预设值幅度,A3:t2期间低于预设值幅度,A4:t3期间低于预设值幅度,A5:t3期间高于预设值幅度,A6:t4期间刺激幅度,F1:第一刺激强度非对称系数,F2:第二刺激强度非对称系数,het:热辅系数,vib:振动系数,vib \propto (fv, av), fv为振动频率,av为振动幅度。

[0010] 优选地,所述筛窦及鼻甲热辅单元包括依次设置的柔性碳纳米管薄膜、薄铜片和热隔绝层,其中,柔性碳纳米管薄膜与鼻根及滑车神经刺激单元相邻。

[0011] 优选地,所述振动单元包括横向线性马达或微型压电振动片或机械振动马达。

[0012] 优选地,所述振动单元的振动频率为10-60Hz,振动行程为0.1mm-1mm。

[0013] 优选地,所述弯曲铰链单元包括第一链轴、第二链轴、第三链轴、微型链杆、水平轴限位点和扭矩弹簧,其中,第一链轴和第二链轴间隔排布,水平轴限位点设置在第三链轴上,扭矩区域为设有扭矩弹簧的区域,在扭矩区域中第一链轴、第二链轴上分布有扭矩弹簧,第一链轴与第二链轴带动扭矩弹簧产生扭力分布,该扭力分布则依据链轴的不同部位的不同活动角度而不同,该扭矩一旦产生后将保持当前扭矩值维持扭矩弹簧形变状态,第一链轴和第二链轴中的扭矩弹簧带动第三链轴产生隆起角,前后相邻的第三链轴产生交叠现象形成隆起状,第三链轴上的水平轴限位点在第三链轴反向活动达到预设行程后触碰到第二链轴而无法再活动,通过该水平轴限位点防止弯曲铰链单元反向弯曲,即不可构成凹陷状。

[0014] 本发明的有益效果至少包括:本发明提出的一种治疗眼部疾病的穿戴式技术,通过形态似“创可贴”状装置,按压放置于鼻侧翼的电极可产生低频调制的中频载波电脉冲,结合振动叩击效应可无创化穿透鼻根处组织渗透进入筛窦、滑车下神经、筛前神经外鼻支及鼻泪管处,作用后可改善滑车神经损伤引发的眼球后部疼痛和视力模糊问题以及促使泪

腺分泌泪液达到对缺水性干眼症状的有效缓解,热辅装置分布于刺激单元区域,热辅筛窦及鼻甲区域可促进泪腺活动,同时可促进堵塞的油脂分泌,缓解复杂的干眼症状,改善使用效果,提高治疗有效率,装置轻量小巧,易于穿戴式使用。

附图说明

[0015] 图1为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的底面结构示意图;
图2为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的表面结构示意图;
图3为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的立体结构示意图;
图4为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的佩戴示意图;
图5为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的刺激调控方法时序示意图;

图6为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的筛窦及鼻甲热辅单元结构示意图;

图7为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的弯曲铰链单元俯视示意图;

图8为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的弯曲铰链单元仰视示意图;

图9为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的弯曲铰链单元侧视示意图;

图10为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的弯曲铰链单元放大结构示意图;

图11为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的弯曲铰链单元弯曲示意图;

图12为本发明具体实施例的治疗眼部疾病的穿戴式装置的弯曲铰链单元鼻根及滑车神经刺激单元的高压电源电路结构示意图。

具体实施方式

[0016] 下面将结合附图,对本发明的优选实施例进行详细的描述。

[0017] 参见图1-图4,一种治疗眼部疾病的穿戴式装置,包括鼻根及滑车神经刺激单元10,筛窦及鼻甲热辅单元20,振动单元30,弯曲铰链单元40,电源管理单元50及无线信号传输单元60。其中,

鼻根及滑车神经刺激单元10,为电脉冲发生装置,参见图12,该单元中高压电源由3V直流低压通过可变PWM调控LC升压至30V脉动电压,再通过级联二极管与电容构成备压电路升压至100V及以上,该高压电源电路前后级电气隔离,具备3000V及以上的电气隔离特性,A1区域为能量隔离,A2区域为信号隔离,其中A2区域可通过光线性调控隔离也可通过微线圈电磁隔离;高压端V1、V2、V3为不同电压等级,可根据负载大小及高压侧电压需求做调整,通过选通开关及负反馈环节可线性前馈至PWM调控端,负反馈修正S1和S2频率及占空比实现高压侧调整,这样做的优点是脉动型刺激输出仅在刺激输出瞬间需要高压,升压转换时间更短,可变PWM调控升压电路及3000V隔离特性电路体积可以做到很小,便于穿戴式设

备集成应用,同时可避免传统变压器结构体积较大或无法同时实现前后级能量与信号隔离问题,传统Boost升压则为整个工作期间都产生恒定高压,功耗大,有的电路通过对Boost电路进行使能开关控制,仍存在升压稳定建立时间较久,功耗大的问题。并且传统隔离装置,如变压器仅用于隔离前与隔离后的“能量(电量)”传递,有隔离芯片仅用于前后级的“信号(低压小信号,没有功率)”,我们这块预表达的是能够兼顾上述,既实现电量传递又实现信号隔离传递。鼻根及滑车神经刺激单元10可产生1-200Hz低频调制的2K-10K中频载波电脉冲,该调制脉冲初始态为对称型,中间态非对称,末态对称型结构,电脉冲穿透鼻根处组织渗透进入筛窦、滑车下神经、筛前神经外鼻支及鼻泪管处,作用后可促使泪腺分泌泪液达到对缺水性干眼症状的有效缓解以及滑车神经损伤引发的眼球后部疼痛和视力模糊等问题;该单元左右侧各分布有1个刺激电极,电极极性可变,刺激电极为可更换的导电凝胶介质,使用前后可灵活更换。

[0018] 参见图5,刺激调控方法为,

$StimAlg=t1*A1+t2*A2*A3*F1*het+t3*A4*A5*F2*vib+t4*A6$, t1:第一刺激阶段时间,t2:第一非对称期时间,为刺激与热辅助合并阶段,t3:第二非对称期时间,为刺激与振动合并阶段,t4:第二刺激阶段时间,A1:t1期间刺激幅度,A2:t2期间高于预设值幅度,A3:t2期间低于预设值幅度、A4:t3期间低于预设值幅度、A5:t3期间高于预设值幅度、A6:t4期间刺激幅度,F1:第一刺激强度非对称系数,F2:第二刺激强度非对称系数,het:热辅系数,vib:振动系数,振动系数 $vib \propto (fv, av)$, fv为振动频率,av为振动幅度。

[0019] 参见图6,筛窦及鼻甲热辅单元20,集成在穿戴式装置中,热辅装置分布于刺激单元区域,处于装置的内层,为柔性碳纳米管薄膜21,可自由塑性,该薄膜21的上表面与刺激单元连接,该薄膜21的背面与薄铜片22连接用于电极区域的热均衡,热辅温度上限为45°C,薄铜片22背侧覆有热隔绝层23,该单元热辅筛窦及鼻甲区域可促进泪腺活动,同时可促进堵塞的油脂分泌,缓解复杂的干眼症状;该单元默认工作于刺激单元的中间态非对称期,即第一非对称期t2,第一非对称期t2结束后停止热辅,热辅和鼻根刺激单元可由使用者自由选择同时启动或选择性启动。

[0020] 振动单元30,集成在穿戴式装置中,为横向线性马达,也可为微型压电振动片或机械振动马达装置等,振动频率为10-60Hz,振动行程0.1mm-1mm,处于装置的内层中,用于给使用者产生叩击效应和振动反馈,通过以特定频率和振动幅度叩击组织改变组织的粘弹性和触变特性,同时增强治疗期间的人机交互特征,该单元在刺激单元的中间态非对称期(即第二非对称期t3)启动,第二非对称期t3结束时振动停止,特定振动频率可覆盖鼻根、鼻泪管、鼻甲区域,缓解滑车神经损伤引发的眼球后部疼痛和视力模糊等问题,促进腺体分泌,缓解干眼症状。

[0021] 参见图4,为使用者佩戴示意图,中间为弯曲铰链单元40贴合鼻梁,两边各设置一组鼻根及滑车神经刺激单元10,筛窦及鼻甲热辅单元20和振动单元30。

[0022] 参见图7-图11,弯曲铰链单元40,由第一链轴41、第二链轴42、第三链轴43、微型链杆45、水平轴限位点46、扭矩弹簧44构成,第一链轴41和第二链轴42间隔排布,扭矩区域400的第一链轴41、第二链轴42上分布有扭矩弹簧44,扭矩弹簧44设置在微型链杆45外周,微型链杆45设置在第一链轴41处和第二链轴42处,第三链轴43上设有水平轴限位点46,第一链轴41与第二链轴42带动扭矩弹簧44产生扭力分布,该扭力分布则依据链轴的不同部位的不

同活动角度而定,该扭矩一旦产生后将保持当前扭矩值维持弹簧形变状态,第一链轴41和第二链轴42中的扭矩弹簧44带动第三链轴43产生隆起角,第三链轴43的前和后会产生交叠现象形成隆起状,通过上述结构构成“微关节”结构,该结构的特征是可构成隆起状或水平状,如需取消第一链轴41、第二链轴42处的扭矩效应时需人为手动恢复第三链轴43至水平态,可使得第一链轴41、第二链轴42处的扭矩弹簧44恢复自由状态,自由状态下扭矩弹簧44不再受力,第三链轴43上设有水平轴限位点46,限位点在链轴反向活动达到规定行程后将触碰到第二链轴42而无法再活动,通过该限位点可防止铰链结构反向弯曲,即不可构成凹陷状。结合预期应用部位鼻梁为隆起结构,用于连接穿戴式治疗装置的左右侧电极,铰链起到桥梁的作用,形态似“创可贴”状,铰链可依据使用者的鼻体宽度及弧度自由适配,待匹配合适后使用者按压鼻侧翼的电极,使之与鼻体有效接触,应用期间铰链可维持弯曲力确保与鼻体的吻合夹持,治疗结束后可重新恢复铰链为平直状态以备后续使用。

[0023] 电源管理单元50,用于对神经刺激装置中的可充电电池进行充电、放电及能量回收管理,同时产生刺激单元工作所需的电位,能量回收部分通过热敏压电材料将热辅单元20产生的额外能量转化为电池储能,提高电池能量利用效率,治疗装置使用结束后可通过磁吸充电舱进行充电,下次使用时直接打开磁吸充电舱盖取出治疗装置即可使用。

[0024] 无线信号传输单元60,分布于弯曲铰链外围,由基于人体区域通信要求而设计的射频传输天线与体外程控App建立无线传输链路,用于实现将程控App参数下发至干眼症治疗装置中,使用者可通过App完成对治疗装置的开启或关闭、参数调控、模式配置、程序空中升级、电量获取等操作。

[0025] 将治疗眼部疾病的穿戴式装置放置于鼻根处,调整弯曲铰链单元40中的扭矩区域400弧度,使得扭矩区域400的第一链轴41、第二链轴42上的扭矩弹簧44产生扭力分布,该扭矩使得穿戴式装置与使用者鼻体有效接触及固定,扭矩区域400可依据使用者的鼻体宽度及弧度自由适配,待匹配合适后使用者按压鼻侧翼的电极,使之与鼻体有效接触,应用期间铰链可维持弯曲力确保与鼻体的吻合夹持,治疗结束后可重新恢复铰链为平直状态以备后续使用,开启治疗装置,无线信号传输单元60分布于弯曲铰链外围,将实现程控App与穿戴式装置建立通信链路,使用者操作App可选择开启鼻根及滑车神经刺激单元10并设置相关治疗参数,该单元中高压电源由3V直流低压通过PWM调控LC升压至30V脉动电压,再通过级联二极管与电容构成备压电路升压至100V及以上,该高压电源电路前后级电气隔离,具备3000V及以上的电气隔离特性,A1区域为能量隔离,A2区域为信号隔离,其中A2区域可通过光线性调控隔离也可通过微线圈电磁隔离;高压端V1、V2、V3为不同电压等级,可根据负载大小及高压侧电压需求做调整,通过选通开关及负反馈环节可线性前馈至PWM调控端,负反馈修正S1和S2频率及占空比实现高压侧调整,这样做的优点是脉动型刺激输出仅在刺激输出瞬间需要高压,升压转换时间更短,升压电路及3000V隔离特性电路体积可以做到很小,便于穿戴式设备集成应用,同时可避免传统变压器结构体积较大或无法同时实现前后级能量与信号隔离问题,开启或关闭筛窦及鼻甲热辅单元20,该单元默认工作于刺激单元的中间态非对称期(第一非对称期t2),第一非对称期t2结束后停止热辅,热辅和鼻根刺激单元可由使用者自由选择同时启动或选择性启动,开启或关闭振动单元30,该单元在刺激单元的中间态非对称期(第二非对称期t3)启动,第二非对称期t3结束时振动停止,装置工作期间使用者鼻体及眼角处可感受到微弱电刺激感、热敷感及机械振动感,程控App可用于对穿

戴式治疗装置的固件程序进行无线空中升级，电源管理单元50用于对内置充电电池进行充电、放电管理及电路工作所需的各个电位的产生及监测保护。

[0026] 最后说明的是，以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述，但本领域技术人员应当理解，可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变，而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。

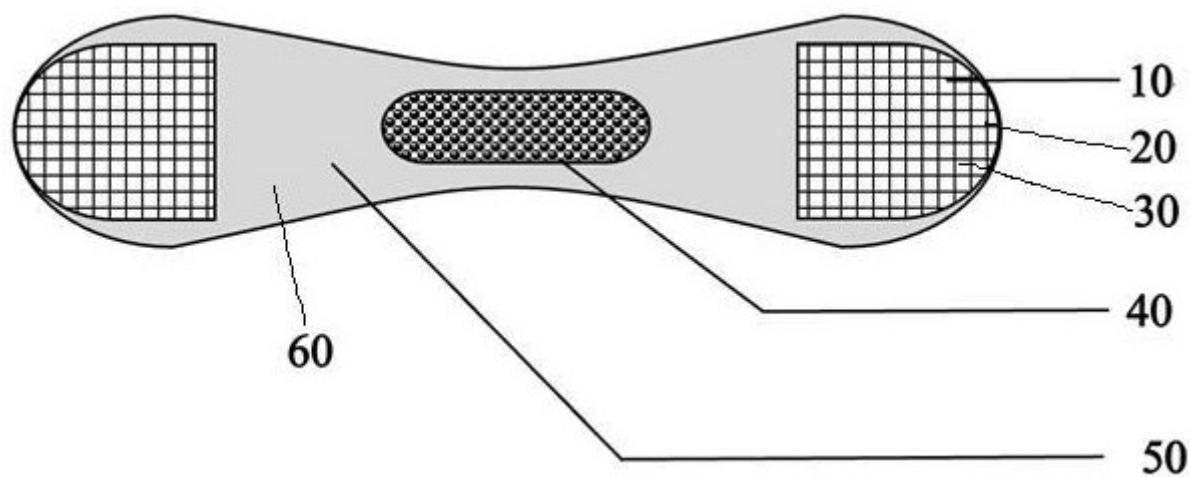


图 1

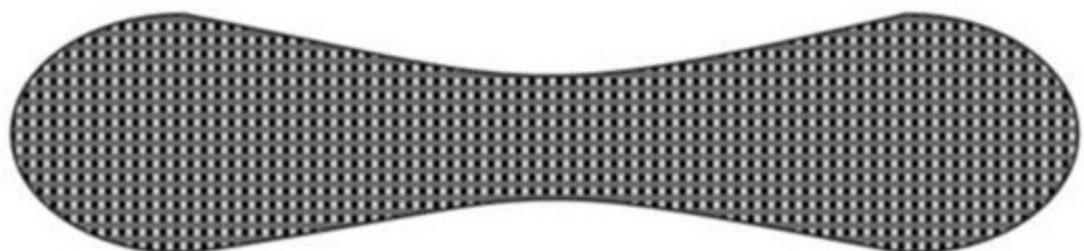


图 2

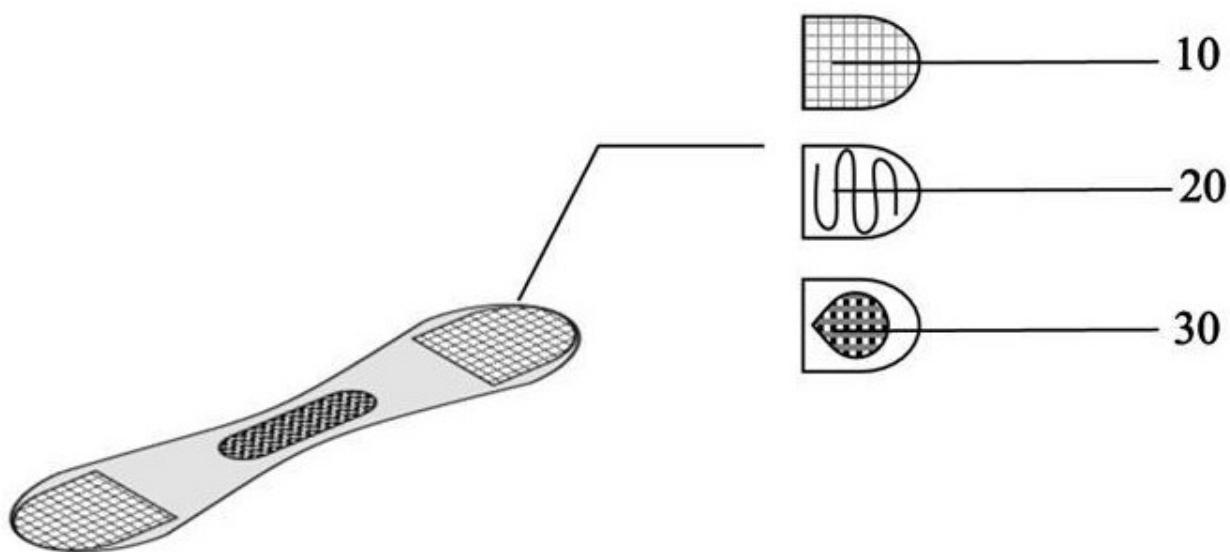


图 3

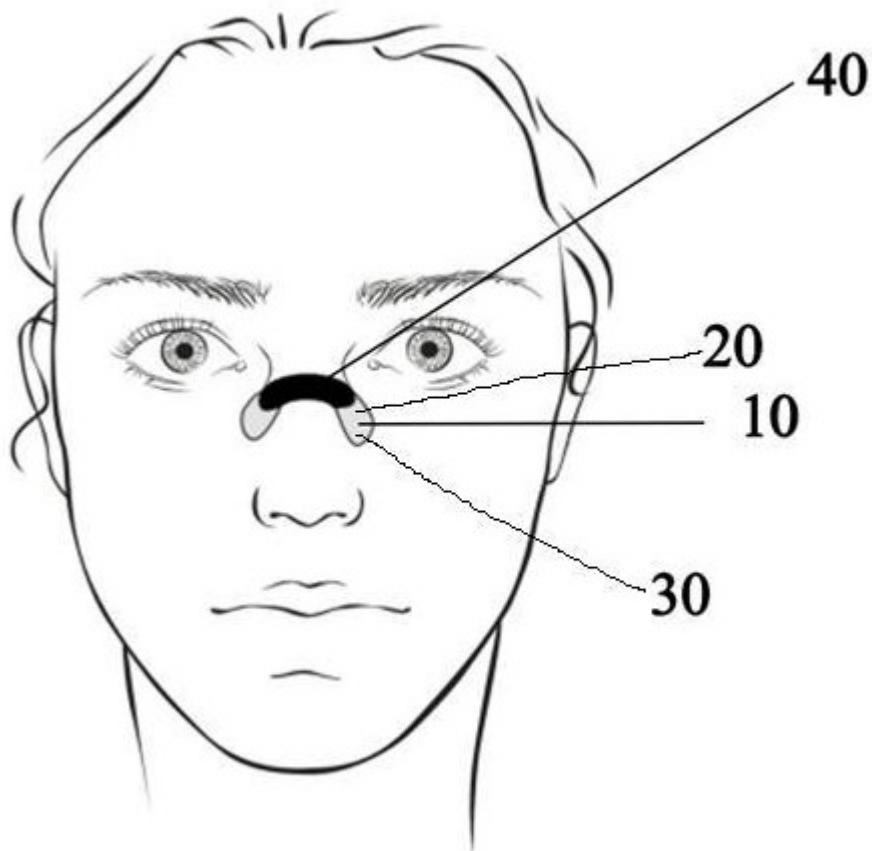


图 4

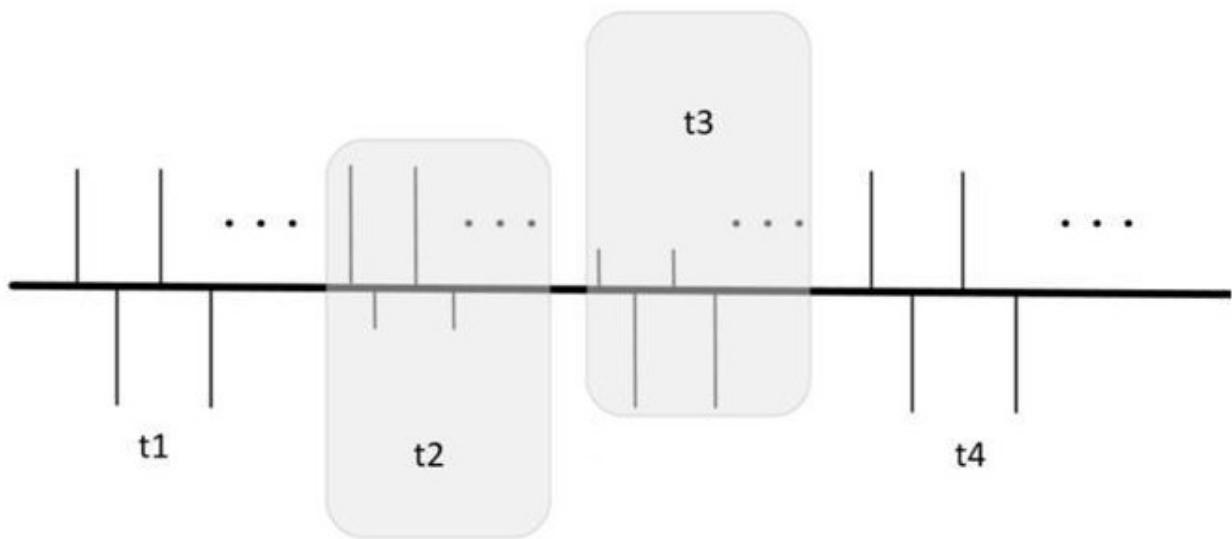


图 5

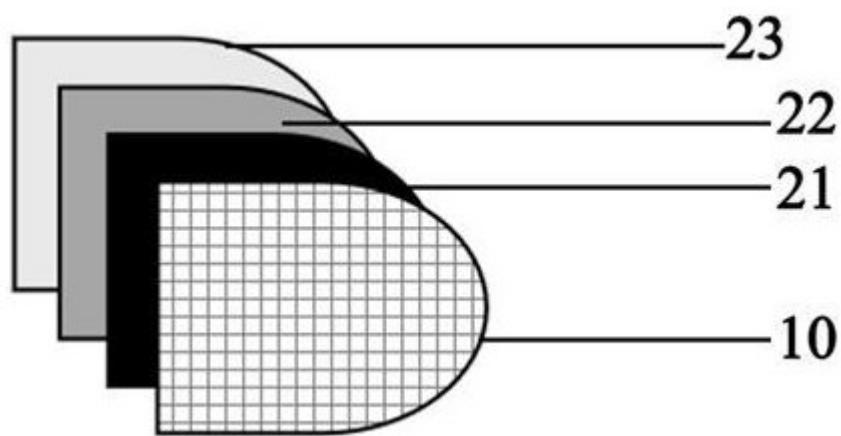


图 6

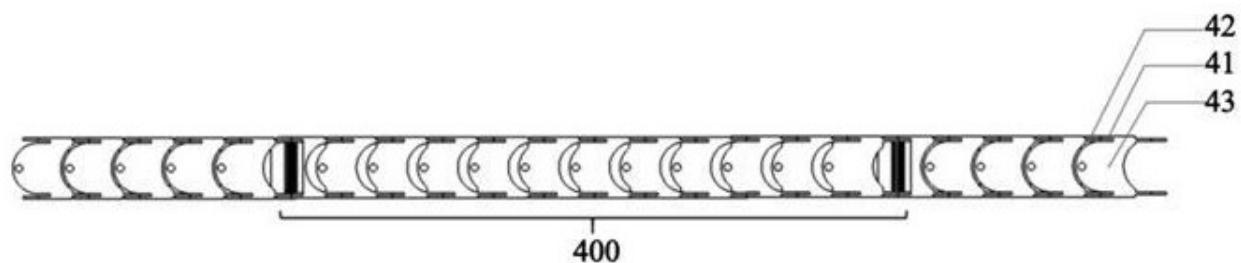


图 7

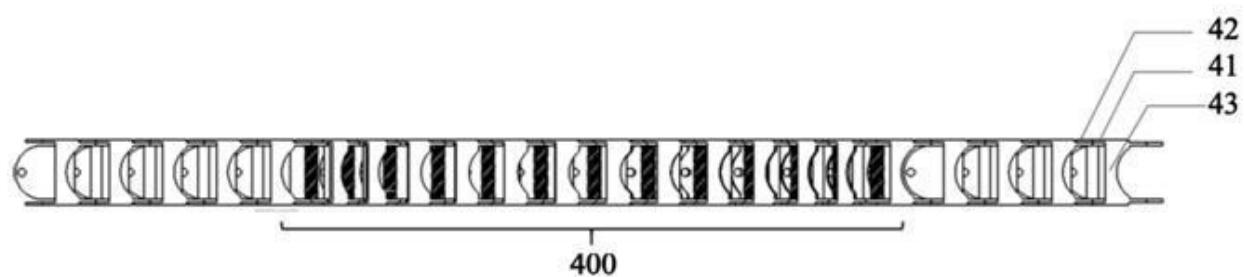


图 8

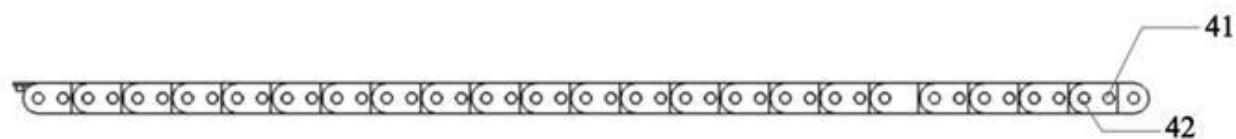


图 9

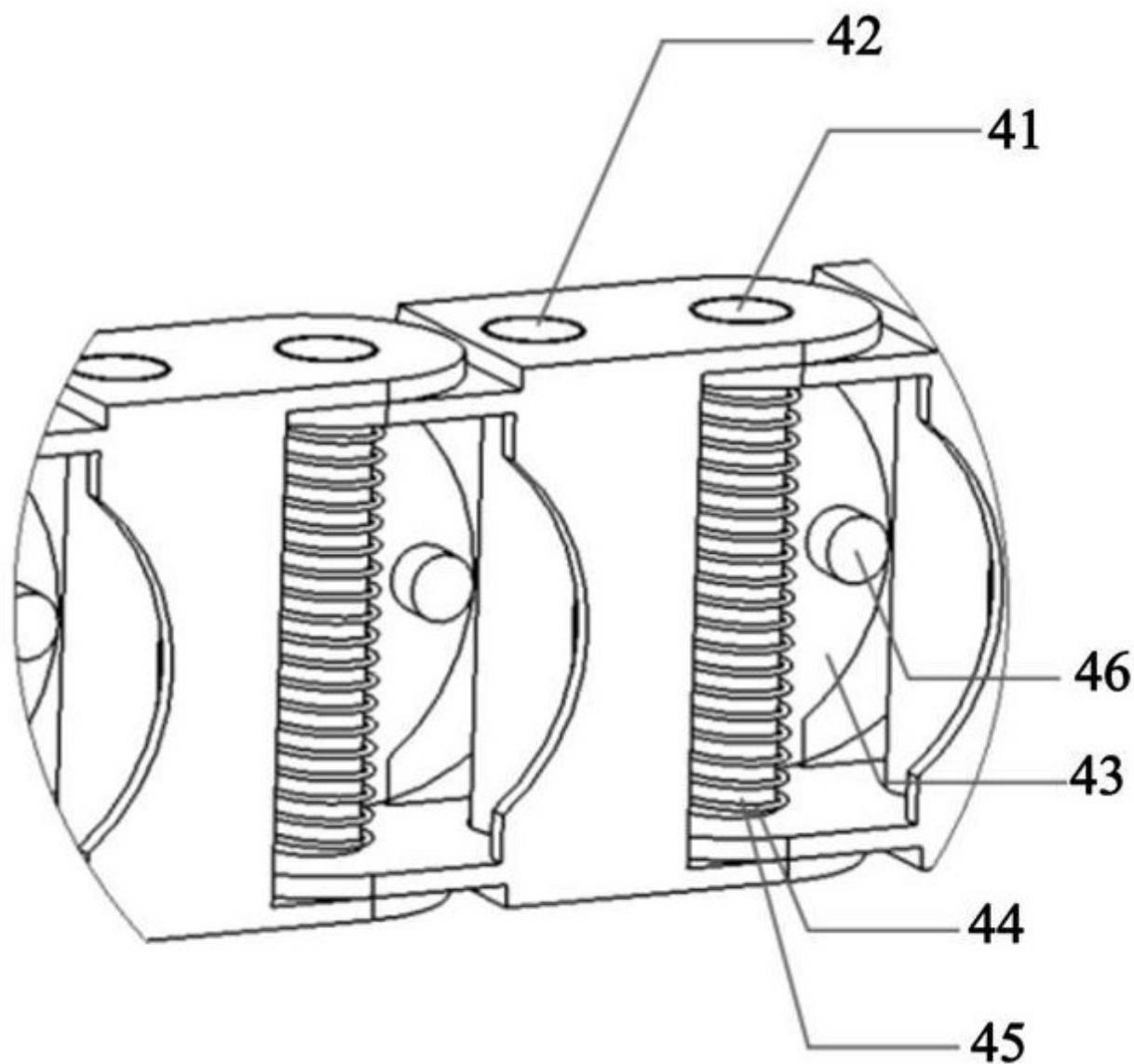


图 10

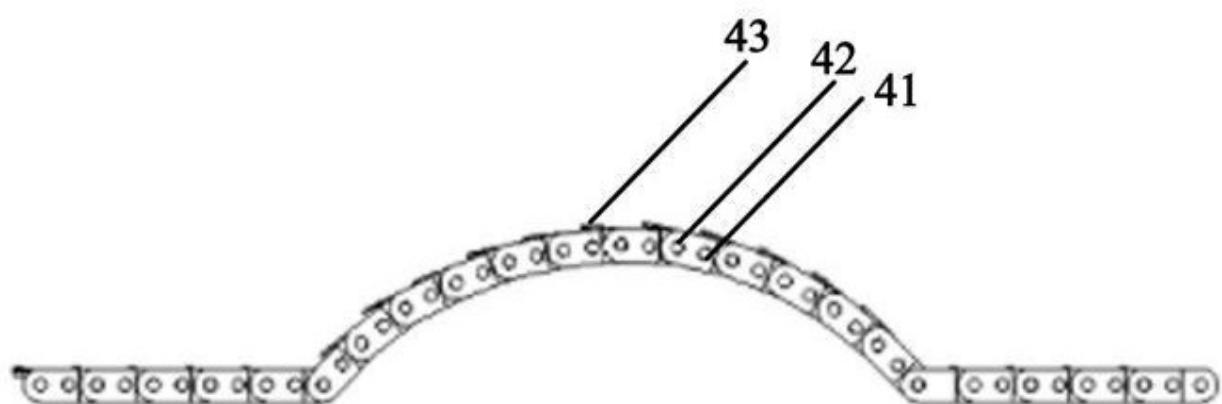


图 11

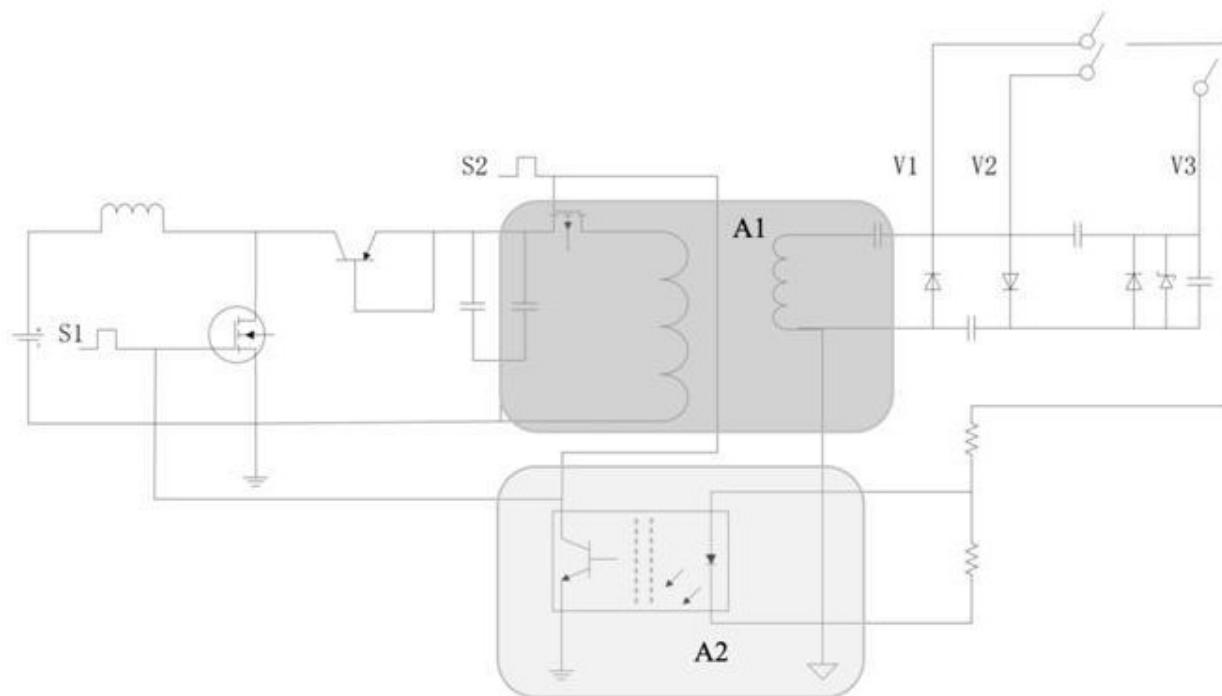


图 12