



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204813865 U

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201520052651. 5

(22) 申请日 2015. 01. 26

(73) 专利权人 周常安

地址 中国台湾台北市

(72) 发明人 周常安

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 姜劲 陆锦华

(51) Int. Cl.

A61B 5/0402(2006. 01)

A61B 5/0476(2006. 01)

A61B 5/0205(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

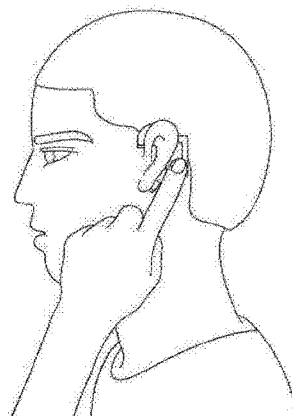
权利要求书2页 说明书19页 附图7页

(54) 实用新型名称

穿戴式心电检测装置

(57) 摘要

本实用新型关于一种穿戴式心电检测装置。该装置包括一第一电极以及一第二电极,其中,至少该第一电极通过一穿戴结构而设置于使用者身上,且该第二电极接触一上肢、颈部、或肩膀的皮肤,以实现一心电信号提取回路,并进行心电信号提取。



1. 一种穿戴式心电检测装置,包括:

一控制模块,包括一处理器;

一耳戴结构,设置于一使用者的一耳朵上;

一第一电极以及一第二电极,其中,当该耳戴结构设置于该耳朵上时,该第一电极位于该装置与该耳朵或耳朵附近皮肤接触的一表面上,以及该第二电极位于该装置上不与该耳朵或耳朵附近皮肤接触的一另一表面上;以及

一信息提供单元,用以提供使用者信息,

其中,

当进行心电信号检测时,使用者通过配戴上该耳戴结构而使该第一电极接触该耳朵或该耳朵附近区域的皮肤,并利用手接触该第二电极,以实现一心电信号提取回路,并进行心电信号提取。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其进一步包括多个脑电电极,通过该耳戴结构而接触该耳朵或耳朵附近的皮肤,以取得脑电信号。

3. 如权利要求 2 所述的装置,其中,该第一电极实施为与其中一脑电电极共享。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其中,该处理器执行该心电信号的一分析,以取得使用者的心跳间隔的一时间序列,并执行该时间序列与一心律不齐时间序列特征的比较,以判断是否具有一心律不齐事件。

5. 如权利要求 1 所述的装置,其进一步包括一光传感器,其通过该耳戴结构而与该第一电极一起被设置于该耳朵上,以检测使用者的连续脉搏变化。

6. 如权利要求 5 所述的装置,其中,该处理器通过所测得的连续脉搏变化而取得使用者的心跳间隔的一时间序列。

7. 如权利要求 6 所述的装置,其中,该处理器执行该时间序列与一心律不齐时间序列特征进行比较,以判断是否具有一心律不齐可能事件。

8. 如权利要求 7 所述的装置,其中,当具有该心律不齐可能事件时,该处理器产生一通知信号,以通过该信息提供单元而通知使用者发生该心律不齐可能事件,并提醒使用者进行心电信号检测。

9. 如权利要求 6 所述的装置,其中,该处理器执行该时间序列的一 HRV 分析,以得出反应自律神经活动的信息。

10. 如权利要求 6 所述的装置,其中,该处理器执行该时间序列的一分析,以得出使用者的 RSA 信息,作为产生一呼吸导引信号的依据,并在一呼吸训练区段中,通过该信息提供单元而将该呼吸导引信号提供予使用者。

11. 一种穿戴式心电检测装置,包括:

一控制模块,包括一处理器;

一指戴结构,设置于一使用者的一手指上;

一第一电极以及一第二电极,其中,当该指戴结构设置于该手指上时,该第一电极位于该装置与该手指皮肤接触的一表面上,以及该第二电极位于该装置上不与该手指的皮肤接触的一另一表面上;以及

一信息提供单元,用以提供使用者信息,

其中,

当进行心电信号检测时,使用者通过配戴上该指戴结构而使该第一电极接触该手指的近端指节或中节指骨所在指节的皮肤,并使该第二电极接触该手指所在肢体以外的其他身体部分,以实现一心电信号提取回路,并进行一心电信号提取。

12. 如权利要求 11 所述的装置,其进一步包括一壳体,用以容置该控制模块的至少一部分,且实施为与该指戴结构间通过一对连接器而相结合,并通过一腕戴结构而设置于另一肢体的一腕部上。

13. 如权利要求 11 所述的装置,其中,该处理器执行该心电信号的一分析,以取得使用者的心跳间隔的一时间序列,并执行该时间序列与一心律不齐时间序列特征的比较,以判断是否具有一心律不齐事件。

14. 一种穿戴式心电检测装置,包括:

一控制模块,包括一处理器;

一指戴结构,用以设置于一使用者的一手指上;

一耳戴结构,用以设置于该使用者的一耳朵上;

一第一电极以及一第二电极,其中,当该指戴结构设置于该手指上时,该第一电极位于该装置与该手指皮肤接触的一表面上,以及当该耳戴结构设置于该耳朵上时,该第二电极位于该装置与该耳朵或耳朵附近的皮肤相接触的另一表面上;以及

一信息提供单元,用以提供使用者信息,

其中,

当进行心电信号检测时,使用者通过配戴上该指戴结构而使该第一电极接触该手指的皮肤,以及通过配戴上该耳戴结构而使该第二电极接触该耳朵或耳朵附近区域的皮肤,以实现一心电信号提取回路,并进行心电信号提取。

15. 如权利要求 14 所述的装置,其进一步包括多个脑电电极,以在该耳戴结构设置于耳朵时,取得脑电信号。

16. 如权利要求 15 项所述的装置,其中,该第二电极实施为与其中一脑电电极共享。

17. 如权利要求 15 项所述的装置,其进一步包括一头戴结构,并具有至少一脑电电极设置在上面。

## 穿戴式心电检测装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种穿戴式心电检测装置,特别涉及一种穿戴式心电检测装置,其具有对电极主动施力的结构,以提供更佳的心电信号品质。

### 背景技术

[0002] 已知,心电检测装置用于检查各种心脏疾病的主要途径,例如,是否有心律不齐、因高血压或心脏瓣膜疾病所引起的心肌肥厚、心肌梗塞或是缺血性心脏病等病症。

[0003] 当人们感受到心脏不适而至医院进行检查时,多采用的是传统的心电检测装置,例如,十二导联心电图检测,可较详尽的检测出各种心脏问题,但若心脏不适的来源是偶发性的症状,例如,心律不齐,则很可能无法在检测期间测得发病时的心脏情况,因此,因应此种偶发性症状,多会采用配戴霍特式 (Holter) 心电图机进行长时间检测的方式,例如,配戴 24 小时至数天的时间,希望以这种方式记录下出现症状时的心电图,而与霍特式心电图机类似的,心电事件记录器 (ECG event recorder) 也是采用长期配戴的方式,但不同地是,其让使用者自行决定记录的时间,例如,心脏觉得不舒服的时候,并通过按钮启动的方式而记录下心电图,例如,装置平常不进行记录,而是在使用者按下按钮时才记录下按压时间前后各 30 秒的心电图。而除了用来记录偶发性症状外,霍特式心电图机也常用于监控心脏手术或服用治疗药物后的心脏情形,以确认治疗效果。

[0004] 无论是霍特式心电图机或心电事件记录器,其设置方式都必须在身上粘贴多个用以取得心电图的电极,并通过连接线连接至一装置,因此,使用者在测量期间必须一直粘贴着电极且将装置配戴于身上,相当不便,也容易因长时间粘贴电极而产生皮肤不适,这些都是让使用者却步的原因,再加上,有时也会出现即使经过长时间配戴检测后,却因没有发病而未记录下任何可供分析偶发性症状的心电图。而且,这样的检测,必须通过专业医护人员的协助才能完成设置,例如,电极的粘贴必须在医院内设置完成,并且,通常是在完成长时间的测量后,再由医生下载记录下来心电图进行分析,需要至少数天后才能知道心脏出了什么问题,所以,不但复杂度高,亦缺乏实时性。

[0005] 因此,针对上述的这些缺点,进一步提出的改进是手持式心电检测装置,其通过采用不需粘贴于身上的干式电极而解决必须将装置长期配戴于身上的困扰,以及简化进行检测时的复杂度。如申请号为 US7149571 以及 US7197351 的美国专利申请所公开,手持式心电检测装置在装置的表面设置有干式电极,可随时在有需求时通过接触手及 / 或体表的方式而进行心电检测,因此,不再受限于配戴于身上的时间以及电极粘贴,故可更具弹性地用来监控心脏的情形,而且,这样的心电检测装置通常亦配置有分析程序及显示屏幕,可让使用者在测量的当下即得知检测结果,无须等到至医院会诊,因此,相当适合居家使用,并且,也提供了对自身心脏健康有高度关心的使用者平时可自行定时了解心脏情形的简易途径。

[0006] 之后,随着随身携带的电子装置,例如,智能手机的普及,近年来出现的是与手机相结合的心电检测装置,如 US8615290 所公开,其与手持式心电检测装置类似,同样是采用干式电极,差别只在于是通过手机的操作界面进行装置的操控,这样的方式让有监控心脏

需求的使用者可减少随身携带的装置的数量。

[0007] 只是,上述无论是手持形式或是与手机相结合形式的心电检测装置,虽然可随身携带,但由于必须由手握持而操作,故在符合人体工学的需求下,再加上需要显示结果,尺寸上无法过小,携带上仍是一定的负担;而且,由于电极并未一直设置于身上,因此,欲进行检测时,需要较多的步骤,例如,先取出装置后再开机,才能开始进行检测,故亦有可能因此而错失检测的时机。

[0008] 而且,以双手进行测量的方式很容易在测量时发生如手部晃动等不稳定的现象,因而造成所测得的心电图出现基线飘移、波形变形等影响分析的状况,再者,当使用者希望手部维持稳定而肌肉紧张或是特意用力以确保与电极间接触时,也很容易因用力而产生影响信号分析的肌电信号。

[0009] 因此,有需要一种穿戴式心电检测装置,能解决上述的缺点,让使用者可更方便使用的同时,亦可将操作时各种不确定因素的影响降至最低。

[0010] 并且,当心电检测装置可穿戴于身上时,就可通过所取得的心电信号而进一步获得其他的生理信息,例如,可根据心电图取得心跳间隔的时间序列,以进行 HRV (Heart Rate Variability, 心率变异率) 分析,而得知自律神经的活动情形,也可通过分析该时间序列而获得相关 RSA (Respiratory Sinus Arrhythmia, 窦性心律不齐) 的信息,进而得知使用的呼吸变化,而通过这些信息,就可引导使用者进行有助于改善自律神经平衡的呼吸训练。

[0011] 由于心律不齐的重要成因之一是自律神经失调,因此,当使用者希望通过穿戴式的心电检测装置而实时记录下发生心律不齐时的心电图时,若同一装置可提供改善心律不齐症状的功能,对使用者而言,将会是更为完整的解决方案。

## 实用新型内容

[0012] 本实用新型的目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其用以提取心电信号的电极是实施为穿戴形式,可在无须使用者施力的情形下,实现电极与皮肤间的接触,包括:

[0013] 一控制模块,包括一处理器;

[0014] 一耳戴结构,设置于一使用者的一耳朵上;

[0015] 一第一电极以及一第二电极,其中,当该耳戴结构设置于该耳朵上时,该第一电极位于该装置与该耳朵或耳朵附近皮肤接触的一表面上,以及该第二电极位于该装置上不与该耳朵或耳朵附近皮肤接触的一另一表面上;以及

[0016] 一信息提供单元,用以提供使用者信息,

[0017] 其中,

[0018] 当进行心电信号检测时,使用者通过配戴上该耳戴结构而使该第一电极接触该耳朵或该耳朵附近区域的皮肤,并利用手接触该第二电极,以实现一心电信号提取回路,并进行心电信号提取。

[0019] 其中,该装置进一步包括多个脑电电极,通过该耳戴结构而接触该耳朵或耳朵附近的皮肤,以取得脑电信号。

[0020] 其中,该第一电极实施为与其中一脑电电极共享。

[0021] 其中,该处理器执行该心电信号的一分析,以取得使用者的心跳间隔的一时间序列,并执行该时间序列与一心律不齐时间序列特征的比较,以判断是否具有一心律不齐事

件。

[0022] 其中,该装置进一步包括一光传感器,其通过该耳戴结构而与该第一电极一起被设置于该耳朵上,以检测使用者的连续脉搏变化。

[0023] 其中,该处理器通过所测得的连续脉搏变化而取得使用者的心跳间隔的一时间序列。

[0024] 其中,该处理器执行该时间序列与一心律不齐时间序列特征进行比较,以判断是否具有一心律不齐可能事件。

[0025] 其中,当具有该心律不齐可能事件时,该处理器产生一通知信号,以通过该信息提供单元而通知使用者发生该心律不齐可能事件,并提醒使用者进行心电信号检测。

[0026] 其中,该处理器执行该时间序列的一 HRV 分析,以得出反应自律神经活动的信息。

[0027] 其中,该处理器执行该时间序列的一分析,以得出使用者的 RSA 信息,作为产生一呼吸导引信号的依据,并在一呼吸训练区段中,通过该信息提供单元而将该呼吸导引信号提供予使用者。

[0028] 本实用新型的另一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,包括:

[0029] 一控制模块,包括一处理器;

[0030] 一指戴结构,设置于一使用者的一手指上;

[0031] 一第一电极以及一第二电极,其中,当该指戴结构设置于该手指上时,该第一电极位于该装置与该手指皮肤接触的一表面上,以及该第二电极位于该装置上不与该手指的皮肤接触的一另一表面上;以及

[0032] 一信息提供单元,用以提供使用者信息,

[0033] 其中,

[0034] 当进行心电信号检测时,使用者通过配戴上该指戴结构而使该第一电极接触该手指的近端指节或中节指骨所在指节的皮肤,并使该第二电极接触该手指所在肢体以外的其他身体部分,以实现一心电信号提取回路,并进行一心电信号提取。

[0035] 其中,该装置进一步包括一壳体,用以容置该控制模块的至少一部分,且实施为与该指戴结构间通过一对连接器而相结合,并通过一腕戴结构而设置于另一肢体的一腕部上。

[0036] 其中,该处理器执行该心电信号的一分析,以取得使用者的心跳间隔的一时间序列,并执行该时间序列与一心律不齐时间序列特征的比较,以判断是否具有一心律不齐事件。

[0037] 本实用新型的另一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,包括:

[0038] 一控制模块,包括一处理器;

[0039] 一指戴结构,用以设置于一使用者的一手指上;

[0040] 一耳戴结构,用以设置于该使用者的一耳朵上;

[0041] 一第一电极以及一第二电极,其中,当该指戴结构设置于该手指上时,该第一电极位于该装置与该手指皮肤接触的一表面上,以及当该耳戴结构设置于该耳朵上时,该第二电极位于该装置与该耳朵或耳朵附近的皮肤相接触的另一表面上;以及

[0042] 一信息提供单元,用以提供使用者信息,

[0043] 其中,

[0044] 当进行心电信号检测时,使用者通过配戴上该指戴结构而使该第一电极接触该手指的皮肤,以及通过配戴上该耳戴结构而使该第二电极接触该耳朵或耳朵附近区域的皮肤,以实现一心电信号提取回路,并进行心电信号提取。

[0045] 其中,该装置进一步包括多个脑电电极,以在该耳戴结构设置于耳朵时,取得脑电信号。

[0046] 其中,该第二电极实施为与其中一脑电电极共享。

[0047] 其中,该装置进一步包括一头戴结构,并具有至少一脑电电极设置在上部。

[0048] 本实用新型的另一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其通过指戴结构而将装置设置于手指上,并在配戴同时实现电极与手指皮肤间的接触。

[0049] 本实用新型的再一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其通过耳戴结构而将装置设置于耳朵上,并在配戴的同时实现电极与耳朵或耳朵附近区域的皮肤间的接触。

[0050] 本实用新型的又一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其同时通过指戴结构以及耳戴结构而将提取心电信号所需的两个电极分别设置于手指上以及耳朵上,以在便于穿戴的同时,亦达到最小化肌电信号干扰的效果,更进一步提供长时间连续取得心电信号的途径。

[0051] 本实用新型的又一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其通过腕戴结构而将装置设置于手腕上,并在配戴的同时实现电极与手腕附近皮肤间的接触。

[0052] 本实用新型的又一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其同时具有心电信号以及脑电信号检测功能,且在通过头戴结构而将装置设置于头部的同时,可实现电极与头部皮肤的接触。

[0053] 本实用新型的又一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其具有两种操作模式,以提供不同心脏投影角度的心电图,并让使用者可根据使用环境及操作习惯而选择操作模式。

[0054] 本实用新型的又一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其可提供心率序列的 HRV 分析结果,以了解使用者自律神经活动情形。

[0055] 本实用新型的又一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其可根据心率序列而取得 RSA 信息,以作为引导使用者进行呼吸训练的基础,进而达到影响自律神经的效果。

[0056] 本实用新型的又一目的在于提供一种穿戴式心电检测装置,其可根据心率序列而取得相关使用者呼吸模式的信息,以进行脑电信号、呼吸以及心率间的同步性分析。

## 附图说明

[0057] 图 1A-1B 显示根据本实用新型的指戴式心电检测装置的示意图;

[0058] 图 2A-2C 显示根据本实用新型的指戴式心电检测装置的操作示意图;

[0059] 图 3 显示取得标准十二导极心电图的电极接触位置示意图;

[0060] 图 4A-4G 显示根据本实用新型的指戴式心电检测装置的示范性实例;

[0061] 图 5A 显示根据本实用新型的耳戴式心电检测装置的示意图;

[0062] 图 5B 显示根据本实用新型的耳戴式心电检测装置的操作示意图;

[0063] 图 5C-5D 显示根据本实用新型的耳戴式心电检测装置的示范性实例;

[0064] 图 6A1-6C 显示根据本实用新型的耳戴式心电检测装置,电极配置位置示范性实

例；

[0065] 图 7 显示根据本实用新型的耳戴式心电检测装置,其电极可接触的耳朵附近皮肤的示意图；

[0066] 图 8A-8B 显示根据本实用新型的穿戴式心电检测装置,同时采用指戴结构以及耳戴结构的示范性实例；

[0067] 图 9A1-9B 显示根据本实用新型的腕戴式心电检测装置的示意图；

[0068] 图 9C-9D2 显示根据本实用新型的腕戴式心电检测装置的操作示意图；

[0069] 图 9E-9F2 显示根据本实用新型的穿戴式心电检测装置,同时采用腕戴结构以及指戴结构的示范性实例；

[0070] 图 10A-10D2 显示根据本实用新型的腕戴式心电检测装置,通过连接端口外接电极的示范性实例；

[0071] 图 11A 显示根据本实用新型的指戴式心电检测装置,通过连接端口外接指戴电极的示范性实例；

[0072] 图 11B 显示根据本实用新型的耳戴式心电检测装置,通过连接端口外接指戴电极的示范性实例；

[0073] 图 11C 显示根据本实用新型的指戴式心电检测装置,通过连接端口外接耳戴电极的示范性实例；

[0074] 图 12A-12B 根据本实用新型的穿戴式心电检测装置,通过两个心电检测回路取得心电信号的示范性实例；以及

[0075] 图 13 显示根据本实用新型的头戴式心电检测装置的操作示意图。

[0076] 其中,附图标记说明如下：

[0077] 10 第一电极

[0078] 12 第二电极

[0079] 14 连接端口

[0080] 16 第三电极

[0081] 20 壳体

[0082] 90 腕戴结构

[0083] 92 指戴结构

[0084] 94、95 表面

## 具体实施方式

[0085] 根据本实用新型的穿戴式心电检测装置,包括一控制模块,一穿戴结构,一第一电极以及一第二电极,以及一信息提供单元,其中,该电路系统包括一处理器,以控制装置的整体运作,例如,经由该第一电极以及该第二电极而执行心电信号的提取等,该穿戴结构用于在进行心电信号提取时将装置设置于使用者身上,以提供使用方便性,至于该信息提供单元则是用以将信息提供给使用者,例如,操作相关信息,生理信息以及分析结果等。

[0086] 其中,该电路系统可实施为容置于该穿戴结构内,或者,进一步地,根据本实用新型的装置亦可再包括一壳体,此时,该电路系统就可容置于该壳体及 / 或该穿戴结构中,因此,可视实际实施情形而定,没有限制 ;此外,该壳体的材质则是可实施为与该穿戴结构相



同或不同,例如,若实施为相同材质时,就可形成为一体成型的形式,另外,若实施为不同材质时,就可依照穿戴位置的不同而选择适合的材质,同样没有限制。

[0087] 另外,由于根据本实用新型的心电检测装置是实施为穿戴的形式,因此,该信息提供单元提供信息的方式可以有更多的选择,包括,但不限于,视觉、听觉以及触觉等方式,举例而言,该信息提供单元可实施为显示元件及 / 或发光元件,以利用文字显示、图形变化、及 / 或灯号变化等方式而提供信息;或者,该信息提供单元也可实施为发声模块,以通过声音频率或音量的改变或语音的方式而提供信息;又或者,该信息提供单元亦可实施为振动模块,并利用如振动的强弱、长短等变化方式而提供信息。

[0088] 再者,该信息提供单元亦可进一步实施为,经由一有线传输模块或一无线传输模块而将信息输出至一外部装置,以通过该外部装置而将该信息提供予使用者,其中,该外部装置可以是,但不限于,一个人电脑、一智能手机、一平板电脑或是一智能手表等,只需是能够将该信息提供给使用者的装置即可,因此,没有限制。

[0089] 在根据本实用新型的穿戴式心电检测装置中,特别地是,该第一电极实施为位于当整个心电检测装置通过该穿戴结构而被设置于使用者身上时,会接触使用者皮肤的一表面上,亦即,该第一电极与皮肤间的接触是通过将穿戴结构设置于身上的动作而实现,因此,在使用者无须自行施力的情形下,该第一电极就可实现与皮肤间的接触,故因操作动作带来的肌肉紧张所引发的肌电干扰将可被显著地降低,相当有助于获得良好的信号品质。

[0090] 至于该第二电极,其则是有数种实施上的选择,例如,可实施为位于装置上除了该表面以外的另一表面上,以供使用者其他部分皮肤进行触碰,例如,手指、胸膛等部分的皮肤,而需要注意地是,用以设置该第一电极的表面以及用以设置该第二电极的另一表面,可以是该穿戴结构的任一表面,或是该壳体的任一表面,没有限制,只需注意,该第一电极与该第二电极不会接触使用者身上同一部分的皮肤即可。或者,替代地,也可实施为通过另一穿戴结构而被设置于使用者身上,如此一来就同样可利用穿戴结构的主动施力而实现与皮肤间的接触,因此,没有限制。

[0091] 据此,在使用时,使用者可通过该穿戴结构而将根据本实用新型的穿戴式心电检测装置设置于身上,例如,手指上、耳朵上或是手腕上等,而在此情形下,该第一电极与皮肤间的接触即已实现,然后,当出现测量心电图的需求时,只需再通过将第二电极触碰其他部分皮肤的动作,提取心电信号的回路即可实现,使用者可在随时有需要时方便且容易地取得心电图。

[0092] 另外,当该第二电极亦实施为通过该另一穿戴结构而设置于使用者身上时,则使用者只需将两个穿戴结构皆设置于身上,用以提取心电信号的电极设置即已完成,因此,使用者可在有需要纪录下心电图时按下启动键进行一段时间的信号提取,例如,30 秒或 1 分钟,或者,也可实施为心电信号的提取在装置配戴于身上后随即开始记录及 / 或分析,以省下为了记录下突发心脏状况而按压启动测量的动作,所以,没有限制,可依实际需求而选择适合的方式。

[0093] 在此,同样地,该另一穿戴结构上亦可结合有另一壳体,而该第二电极则同样可实施为位于该另一穿戴结构或该另一壳体的任一表面上,只需能在该另一穿戴结构被设置于使用者身上时实现该第二电极与皮肤的接触即可,因此,没有限制。

[0094] 由于根据本实用新型的心电检测装置是采用穿戴的形式,因此,配合穿戴于身上

的操作行为,装置及 / 或心电检测的启动,除了一般开启电源及 / 或启动检测的方式外,还可有各种选择,例如,可在该第二电极附近设置一开关,其可因第二电极与皮肤接触的施力而被触发,以使装置进入可进行心电信号提取的状态,以接着启动装置及 / 或心电检测;或者,作为替代,可将该第二电极连接至一物理状态检测单元,以检测电极在接触皮肤时所产生的一物理变化,并通过该物理变化而得知电极与皮肤间的接触是否足够稳定,因而可知装置是否已可进行心电信号提取,另外,该第一电极同样也可实施为连接至一物理状态检测单元,没有限制。

[0095] 在此,该物理变化包括,但不限于,压力变化以及阻抗变化,举例而言,该物理状态检测单元可包括压力感测模块,以得知压力变化,而判断电极所受到的按压是否足够,或是该物理状态检测单元也可实施为一开关,同样可得知电极所承受的压力大小,又或者,该物理状态检测单元亦可包括阻抗感测电路或电容感测电路,以得知电极的阻抗、电容变化,而判断是否可进行心电检测,因此,不受限制。

[0096] 故在进行判断时,若该开关未完全切换,及 / 或该物理变化不符合一预设范围,即表示该第二电极与皮肤间的接触状态不足以进行心电信号提取,因此,装置处于心电信号提取无法被启动的状态,若该开关已完全切换及 / 或该物理变化符合一预设范围时,则表示该第二电极与皮肤间实现了足以进行心电信号提取的接触,因此,装置转换为该心电信号提取可被启动的状态。

[0097] 在此,特别地,还可通过开关系否切换完全或物理变化是否符合预设范围的判断来控制电极是否可被使用,例如,导通与否,也就是,电极先处于不可使用的状态,直到开关完全被切换后或该物理变化符合该预设范围后,电极才转换为可使用的状态,例如,被导通,如此一来,将可进一步确保所取得的心电信号的清晰度,更有利于分析结果的准确性。

[0098] 而更进一步地,在判断为可进行心电信号提取后,如何启动装置及 / 或检测,同样有各种选择,举例而言,在一较佳实施例中,根据本实用新型的装置可设计为,装置会在一定时间后,例如,3 秒后,自动开始进行检测心电信号;或在一另一较佳实施例中,装置在一定时间后,例如,3 秒后,才会转换为可进行心电信号提取的状态,之后,若可提取状态仍持续,则启动心电信号检测,因此,有各种可能,可是实际需求而变化,没有限制。

[0099] 此外,配合上述的启动及判断方式,根据本实用新型的装置亦可实施为一直处于信号提取的状态,但仅在检测到心电信号特征时才进行记录,或是才调整取样频率或信号放大倍率,以更加完整的记录下所有可能的心电信号变化。

[0100] 以下即举例说明根据本实用新型的穿戴式心电检测装置的较佳实施方式。

[0101] 首先,根据本实用新型第一方面的构想,该穿戴结构是实施为一指戴结构,因此,根据本实用新型的穿戴式心电检测装置是由该指戴结构所承载,并藉以设置于使用者的一手指上,在此,可实施为如图 1A 所示,由该指戴结构容置电路系统的形式,或者,也可实施为如图 1B 所示,该指戴结构上再结合一壳体 20 的形式,而该电路系统则可容置于该壳体及 / 或该指戴结构中,因此,可视实际实施情形而定,没有限制。

[0102] 其中,该第一电极 10 是位于当该指戴结构被设置于手指上时,该装置上可因穿戴动作而与该手指皮肤接触的一表面上,至于该第二电极 12 则是位于该装置上除了该表面外的另一表面上,例如,可以是与该表面相对的表面,或是与其相邻的表面上,只需注意是不会接触该手指皮肤的位置即可。

[0103] 在此,选择手指作为设置心电检测装置的位置的主要原因在于,指戴形式对一般使用者而言,就如同配戴戒指一样,是熟悉且无须重新学习的使用方式,直接将指戴结构结合于手指上即可完成第一电极与皮肤间的接触,之后,当随时有需要纪录下心电图时,只需再进行将该第二电极与该手指所在肢体以外的其他部分皮肤的接触就可马上进行心电信号提取,操作流程及动作简单、自然又方便。而且,通过指戴结构对手指施力,该第一电极与皮肤间的接触无须使用者施力即可实现,可让肌肉紧张度对于心电信号的影响降至最低。

[0104] 实际操作的方式有许多可能,例如,可由另一手去触碰位于表面的该第二电极,如图 2A 所示,或者,也可通过移动戴有该装置的手的方式而触碰其他部分的皮肤,如图 2B 显示了将戒指接触脸颊的操作情形,以及图 2C 显示了将戒指接触躯干的心电信号提取方式,因此,没有限制。

[0105] 在此,特别地是,由于是采用指戴形式,因此让使用者可通过移动戴有该装置的手去接触身体其他部位的方式而实现心电信号提取回路,带来了更多操作可能性,也让使用者可根据使用环境及需求的不同,而选择适合的接触位置,更具便利性。

[0106] 所以,通过这样的概念,使用者将可很方便地通过接触不同的位置,而取得不同投影角度的心电图,有助于更精准地判断心脏的状况,图 3 显示了一般取得标准十二导极心电图的接触位置,通过根据本实用新型的指戴式心电检测装置,使用者将可很方便地将装置配戴于左手手指上,并通过接触 V1 ~ V6 各个量测点,而分别取得不同角度心脏的心电图投影。

[0107] 在进行心电图测量时,每两电极就可得出一个角度的心电图,也就是,电极的设置位置决定了心电图所反应的心脏电气活动的投影角度,而由于心脏是立体的,且产生病变的心脏部位可能位于任何心脏位置,例如,心肌梗塞的检查需要察看心电波形中是否出现因心肌坏死而出现的 ST 飘移,但往往可能因为其发生位置的关系而在某些角度下无法被察觉,此时,就需要通过不同角度的心电图才有可能检查得出来,因此,取得不同角度的心电图对于判断心脏疾病有很大的帮助。

[0108] 在此,根据本实用新型的指戴结构在手指上的设置位置,较佳为近节指骨或中节指骨所在的指节,以避免因位置接近手指末端而发生因手部动作脱落的情况,举例而言,该指戴结构可如图 4A 所示,采用如一般戒指的形式,或者如图 4B 所示,实施为环绕手指的可挠曲带体上戴有壳体的形式,或是如图 4C 所示,实施为仅可挠曲带体的形式,或是实施为开放的 C 型环形式,没有限制;在此,无论采用何种形式,都可进一步具有可调整环绕直径的结构,以进一步确保电极与皮肤间的接触稳定性,例如,戒指可实施为具有可变化戒围的机构,以适应不同配戴者的手指,以及带体可实施为具有可调整的固定位置,例如,通过设置粘扣带,以让使用者选择环绕时的紧度等,同样可依实际情形而变化实施方式,没有限制;另外,亦可采用夹子的形式,以夹住指节或是指尖,并通过夹子本身的弹性而达到固定的效果,同样是很好的选择。

[0109] 再者,也可实施为设置于指尖的指套,如图 4D1、4D2 所示,亦即,一可供手指伸入的凹槽结构,例如,环状或凹洞的形式,而该第一电极则是设置于该凹槽结构的内表面上,并且,该内表面是实施为符合手指的表面,以在手指伸入时实现该第一电极与手指皮肤间的接触,在此,该凹槽结构可由具弹性的材质所制成,例如,橡胶或硅胶,以实现电极与皮肤

间的接触,或者,也可形成为具有塑胶壳体,并于内部设置弹性材质而包覆手指,或是采用可提供向内施力的结构设计等方式,以确保内部电极与指尖皮肤间的良好接触,因此,没有限制。而这样的形式则具优势地让接触不同位置以取得不同投影角度心电图的操作显得更为容易。所以,根据本实用新型的指戴式心电检测装置可依实际需求而实施为各种形式,没有限制。

[0110] 另外,在一较佳实施例中,该壳体 20 亦可通过一连接线而连接至该指戴结构,并通过一腕戴结构而设置于该手指所在肢体的手腕上,如图 4E 所示,如此一来,原本位于手指附近与指戴结构结合的硬件配置,例如,电路、电池等,可被移至手腕上,以减少手指在配戴装置时的负担,并且,该腕戴结构及 / 或该壳体不与该腕部接触的表面上,也可作为设置该第二电极的位置,提供使用者另一种接触选择,或者,如图 4F 所示,也可实施为该指戴结构以及该腕戴结构上皆具有壳体,因此,没有限制。

[0111] 再者,在一另一较佳实施例中,该壳体 20 也可实施为通过连接器而与该指戴结构相结合,如图 4G1、4G2 所示,在此情形下,第一电极 10 接触右手手指,以及第二电极 12 接触左手手腕附近皮肤,而且,由于指戴结构是通过与设置于手腕上的壳体相结合而靠置于手腕上,因此,当使用者将双手放置于固定的表面上,例如,桌面上,进行测量时,将可形成非常稳定的测量姿势,而使得肌电信号的产生被降至最低,另外,通过连接器连接的形式,心电检测的回路可被缩短,因此可让因连接线而感应的环境中电磁干扰噪声减至最少,因此,亦是一种相当有利的选择。

[0112] 再者,根据本实用新型另一方面的构想,该穿戴结构是实施为一耳戴结构,因此,根据本实用新型的穿戴式心电检测装置是由该耳戴结构所承载,并藉以设置于使用者的一耳朵上,而该电路系统则是容置于该耳戴结构内,及 / 或另外包括的一壳体内。

[0113] 其中,如图 5A 所示,该第一电极 10 是位于当该耳戴结构被设置于耳朵上时,该装置上可因穿戴动作而与该耳朵或该耳朵附近区域的皮肤接触的一表面上,至于该第二电极 12 则是位于该装置上除了该表面外的另一表面上,例如,可以是与该表面相对的表面,或是与其相邻的表面上,只需注意是不会接触该耳朵或该耳朵附近区域皮肤的位置即可。在此,该第一电极 10 亦可实施为具有两个电极,如图 6A 所示,并将其中一个电极作为接地或参考电极,以抑制共模噪声,例如,来自电源的噪声,因此,实施上没有限制。

[0114] 在此,利用耳朵作为接触电极的位置有一个优势是,耳朵及其附近是肌电信号极小的区域,再加上其与头部之间相当稳定的相对位置关系,因此即使使用者在测量期间身体出现移动,例如,稍微转动身体或转动脖子,电极与皮肤间的接触仍可维持稳定,不会产生太多影响测量结果的干扰。

[0115] 另外,在一般日常生活中,相较于其他身体部位,耳朵是较少受到衣物覆盖的部位,可以较容易地在有需要时直接接触,再者,耳朵及其周围的皮肤还具有毛发较少的特性,电极与皮肤间的接触可轻松无障碍的实现,因此,对使用者而言是相当方便的选择。

[0116] 所以,在实际操作时,如图 5B 所示,使用者只要利用手接触配戴于耳朵上的装置的该第二电极,就可轻易实现心电信号提取回路,相当方便。

[0117] 另外,在一较佳实施例中,该壳体 20 亦可通过一连接线而连接至该耳戴结构,并通过一腕戴结构而设置于一手腕上,如图 5C 所示,如此一来,原本位于耳朵附近与耳戴结构结合的硬件配置,例如,电路、电池等,可被移至手腕上,以耳朵在配戴装置时的负担,并

且,该腕戴结构及 / 或该壳体也可作为设置该第二电极的位置,例如,可供使用者另一手接触的位置,或是可接触该壳体所在手腕的位置等,提供使用者另一种接触选择,或者,也可实施为该耳戴结构以及该腕戴结构上皆具有壳体,如图 5D 所示,因此,没有限制。

[0118] 在此,根据本实用新型耳戴结构的实施形式可以有各种选择,例如,一般日常生活中常见的固定方式,如图 6A1-6C 所示的耳挂、耳塞、耳夹等形式,让使用者不需要重新学习,可以很自然的进行配置,因此,使用者只需简单地如平时戴耳机的动作,即可完成电极设置;而且,当通过上述的固定方式而将电极设置于耳朵上时,电极与皮肤的接触不需使用者施力即可实现,肌电信号的干扰可被降至最低,可获得品质良好的信号。

[0119] 另外,特别地是,在一较佳实施例中,该耳戴结构实施为利用磁力的方式而附着于耳朵上,例如,可利用隔着耳朵彼此磁性相吸的两个部件,并将电极设置于其中一部件上,且两个部件可实施为两者皆具有磁性,或一个部件具有磁力,而另一个部件可被磁力吸引,没有限制;在此,磁力可通过于部件的内部设置磁性物质,或是直接由磁性物质制成部件而实现,另外,同样地,受磁力吸引的物质亦可设置于部件内部或用以形成部件。

[0120] 至于要在耳朵上的哪个位置取得心电信号,则是没有限制,可以是耳朵本身的任何位置,例如,耳道内、耳垂、耳廓内面及背面,例如,耳甲腔、耳道口附近区域等,耳轮及耳廓背面,以及如图 7 所示,耳朵附近的区域,例如,耳朵与头壳交界处附近的皮肤等,这些位置都是可用以接触电极并取得心电信号的位置。

[0121] 另外,由于设置位置为耳朵,因此,根据本实用新型的耳戴式心电检测装置亦很适合与耳机相结合,例如,有线或无线耳机,如此一来,除了可让心电检测更融入日常生活外,也可通过耳机的发声功能而发挥更大的效果,例如,可通过声音及 / 或语音而提供使用者分析结果,例如,提醒出现心电信号异常,或是定时提醒使用者记录下心电图等,更为便利。

[0122] 在此,需要注意地是,两个耳朵都是可以选择的配戴位置,然而,经实验后得知,第二电极的接触位置对于信号品质有相当程度的影响,其中,当第二电极实施为接触左上肢时,所获得的心电信号的品质远优于接触右上肢所取得的信号,因此,在以接触耳朵的方式而进行心电信号测量时,较佳地是利用左上肢接触该第二电极,以避免因接触右上肢而造成信号品质不良,进而导致分析产生误判。

[0123] 并且,特别地,根据本实用新型再一方面的构想,还可进一步地,将该第一电极以及该第二电极实施为分别通过指戴结构以及耳戴结构而实现与皮肤的接触,如图 8A-8B 所示,如此一来,使用者只需将穿戴结构分别配戴于在耳朵及手指上,即已完成测量心电信号所需的电极配置,相当方便,而且,两个电极与皮肤间的接触皆是由穿戴结构主动施力所实现,更使因肌肉紧张度所造成的肌电信号干扰可被降至最低。

[0124] 在此,可如图 8A 及图 8B 所示,只在单个穿戴结构上结合有壳体,或者,也可两个穿戴结构上皆设有壳体,没有限制,并且,电路系统也同样没有限制地可容置于任一个穿戴结构以及壳体中,依实际需求而改变。

[0125] 此外,除了配合指戴结构上的心电电极以外,设置在耳朵上的心电电极也可配合设置在其他位置的心电电极而取得心电信号,例如,颈部、肩膀、上臂、前臂等位置,例如,可透过如项炼、项圈的颈戴结构而设置于颈部及肩膀附近,也可透过臂戴结构或腕戴结构而设置于手臂上,同样相当方便。因此,只要是能够投影出心电图的电极设置位置皆属本实用新型所欲规范的范畴。

[0126] 根据本实用新型又一方面的构想,该穿戴结构是实施为一腕戴结构,因此,根据本实用新型的穿戴式心电检测装置是由该腕戴结构所承载,并藉以设置于使用者的一手腕上,而该电路系统则是容置于该腕戴结构内,及/或进一步包括的一壳体内。

[0127] 其中,如图 9A1、9A2 所示,该第一电极 10 是位于当该腕戴结构被设置于手腕上时,该装置上可因穿戴动作而与该手腕附近皮肤接触的一表面上,至于该第二电极 12 则是位于该装置上除了该表面外的另一表面上,例如,可以是与该表面相对的表面,或是与其相邻的表面上,只需注意是不会接触该手腕所在肢体皮肤的位置即可。在此,该第一电极 10 亦可实施为具有两个电极,如图 9B 所示,并将其中一个电极作为接地或参考电极,以抑制共模噪声,例如,来自电源的噪声,因此,实施上没有限制。

[0128] 在此,选择手腕作为设置心电检测装置的位置的主要原因在于,因为腕戴形式对一般使用者而言,就如同配戴手表一样,是熟悉且无须重新学习的使用方式,直接将腕戴结构结合于手腕上即可完成第一电极与皮肤间的接触,之后,当随时有需要纪录下心电图时,只需再进行将该第二电极与该手指所在肢体以外的其他部分皮肤的接触就可马上进行心电信号提取,操作流程及动作简单、自然又方便。而且,通过腕戴结构对手腕施力,该第一电极与皮肤间的接触无须使用者施力即可实现,可让肌肉紧张度对于心电信号的影响降至最低。

[0129] 所以,在实际操作时,如图 9C 所示,使用者只要利用手接触该第二电极,就可轻易地实现心电信号提取回路,相当方便。而除了穿戴结构上承载有壳体的形式外,亦可如图 9D1、9D2 所示,将电路容置于腕戴式结构中,因此,没有限制。

[0130] 并且,特别地,根据本实用新型又一方面的构想,还可进一步地,如图 9E-9F2 所示,将该第一电极 10 以及该第二电极 12 实施为分别通过腕戴结构 90 以及指戴结构 92 而实现与皮肤的接触,如此一来,使用者只需将穿戴结构分别配戴于在手指及手腕上,即已完成测量心电信号所需的电极配置,相当方便,而且,两个电极与皮肤间的接触皆是由穿戴结构主动施力所实现,使用者无须施力即可实现与电极的接触,再加上,若使用者可在进行测量时将双手皆放置于固定的平面上,将可使因肌肉紧张度所造成的肌电信号干扰可被降至最低,相当具有优势。

[0131] 此外,在图 9E 及图 9F1、9F2 所显示的实施例,还可进一步地额外在该腕戴结构不与手腕皮肤接触的表面上,再设置一第三电极,例如,设置于图 9F1、9F2 中所示的表面 94 或表面 95 上,以让使用者在不使用指戴结构的情形下,仍然可以通过第一电极 10 以及第三电极而进行心电信号的撷取,提供另一个使用上的选择。

[0132] 再者,进一步地,根据本实用新型的腕戴式心电检测装置亦可包括一连接端口 14,如图 10A-10C 所示,以通过一连接线而电连接该第三电极 16,在此,该第三电极可进一步实施为取代该第二电极的功能,例如,可实施为该第二电极会在该第三电极连接至该连接端口时自动被失能,或者,也可通过一切换开关而让使用者自行决定要启动的是哪一个电极,实施方式不受限制,此外,该第三电极 16 也可实施为通过穿戴结构而实现与皮肤接触,例如,耳戴结构(如图 10B 所示)、指戴结构(如图 10C 所示)或腕戴结构等。

[0133] 替代地,该第三电极 16 亦可实施为通过连接器的方式连接,如图 10D1、10D2 所示,此时,第一电极 10 会因配戴该腕戴结构而接触使用者的手腕,以及第三电极 16 会位于该指戴结构之中,在此情形下,由于指戴结构是通过连接器而与手腕上的装置相结合,因此,可

实现相当稳定的测量姿势,更有助于取得高品质的心电信号。

[0134] 当如图 10B-10C 所示通过连接线而延伸出第三电极时,相较于位于装置表面的第二电极,本实用新型的装置将可提供更多的接触位置选择,以取得不同心脏角度投影的心电图,举例而言,当使用第二电极时的心脏投影角度是通过两手(配戴腕戴结构的手腕以及接触第二电极的手部)而取得时,使用第三电极就可提供利用耳戴结构接触耳朵(例如,配戴腕戴结构的左手以及配戴耳戴结构的左耳)以取得不同心脏投影角度心电图的选择。

[0135] 如前所述地,由于产生病变的心脏部位可能位于任何心脏位置,例如,心肌梗塞的检查需要察看心电波形中是否出现因心肌坏死而出现的 ST 飘移,但当病变发生位置在某些角度下无法被察觉时,不同角度的心电图就有其必要性。

[0136] 因此,本实用新型的装置通过延伸出第三电极的方式,让使用者除了可通过接触位于表面的第二电极而进行心电信号测量外,亦可在有需求时,简单地通过再连接一电极的方式,而得到更多有关心脏的信息。

[0137] 另外,延伸出的第三电极亦进一步提供了其他使用上的优势。

[0138] 在本实用新型中,第二电极的设置让使用者可以很简单且迅速地在有需要时通过触碰表面电极的方式而取得心电信号,而延伸而出的第三电极则提供了使用者取得稳定信号的另一个选择。由于在使用第三电极时,其是通过穿戴结构而使第三电极与使用者身体一部分皮肤接触,因此,可将最容易影响心电信号品质的肌肉紧张度、手部晃动等因素排除,进而获得更为稳定且高品质的心电信号。

[0139] 此外,相对于触碰第二电极的手,如图 10B-10C 所示通过连接线延伸而出的第三电极也让使用者可选择心电信号较强的测量位置,例如,距离心脏较近的位置,以让干扰信号的影响变小,例如,相同大小的肌电信号在心电信号较强的情形下可被排除,但在心电信号较微弱的情形下就很可能因无法与心电信号做出区别而产生误判,所以,使用者就可通过将第三电极设置于可取得较强心电信号的位置,进而分析结果的正确性。

[0140] 所以,根据本实用新型的腕戴式心电检测装置具有两种操作模式,第一操作模式以及第二操作模式,在该第一操作模式中,由该第一电极以及该第二电极一起形成第一心电信号提取回路,以取得第一种心电图,以及在该第二操作模式中,该第一电极以及该第三电极一起形成第二心电信号提取回路,进而取得第二种心电图,而通过如此可供选择的操作模式设计,即使面临不同的操作环境以及使用习惯,都可取得稳定且高品质心电信号。

[0141] 而除了腕戴式心电检测装置外,同样地,上述的根据本实用新型的指戴式心电检测装置以及耳戴式心电检测装置亦可实施为具有一连接端口,以连接一第三电极,取代该第二电极。

[0142] 举例而言,如图 11A 所示,指戴式心电检测装置可通过连接线而连接一指戴式第三电极,以及如图 11B,耳戴式心电检测装置也可通过连接线而连接一指戴式第三电极,此两种情况皆让原本需利用手接触电极的操作模式被可提供主动施力的指戴结构所取代,如此一来,因手部接触而可能产生的不稳定因子就可被排除,有助于取得更稳定的信号;另外,如图 11C 所示,指戴式心电检测装置也可连接一耳戴式第三电极,除了提供无须施力的测量方式外,也取得与双手接触电极不同的心脏投影角度心电图。因此,没有限制。

[0143] 再进一步地,根据本实用新型的穿戴式心电检测装置亦可实施为,可同时通过第一电极与第二电极取得第一种心电图,以及通过第一电极与第三电极取得第二种心电图,

如图 12A 以及图 12B 所示,亦即,该第一电极在进行测量时,同时与该第二电极以及与该第三电极形成心电检测回路,如此一来,使用者就可依照不同的需求而选择不同的操作模式,以获得最接近自身需求的心脏信息。

[0144] 再者,根据本实用新型再一方面的构想,该穿戴结构实施为一头戴结构,因此,根据本实用新型的穿戴式心电检测装置由该头戴结构所承载,并藉以设置于使用者的头部,而该电路系统则是容置于该头戴结构内,及 / 或容置于另外包括的一壳体内。

[0145] 如图 13 所示,该第一电极位在当该头戴结构被设置于头部时,该装置上可因穿戴动作而与头部皮肤接触的一表面上,至于该第二电极 12 则是位在该装置上除了该表面外的另一表面上,以接触上肢(例如,手指、手臂)、颈部、肩膀等位置的皮肤,进而达成心电讯号撷取回路。在此,需注意地是,该第二电极的设置位置可以有各种选择,举例而言,可以位在与该头戴结构的该表面相对的表面、或是与其相邻的表面上,以供上肢进行触碰,或是透过一指戴结构、腕戴结构、或臂戴结构而接触上肢的皮肤;或者,替代地,也可连接可固定于耳朵上的一耳戴结构,并将该第二电极设置于该耳戴结构的外露表面,以供使用者利用上肢进行接触;或者,替代地,也可透过连接线而将该第二电极延伸至颈部或肩膀等位置,例如,透过如项圈、项炼的颈戴结构,同样亦可取得心电讯号。因此,可以有各种可能,没有限制。

[0146] 在此,该头戴结构亦可实施为各种形式,例如,带体,头罩(headgear),或是具调整机构的硬式头框,或是眼镜形式等,重点在于可达成电极与皮肤的接触,因此,没有限制。

[0147] 头部与耳朵有类似的特性,不容易产生会对心电信号造成干扰的肌电信号,因此,同样是适合设置心电电极的位置,而且,通过头戴结构,还可进一步设置脑电电极,以取得脑电信号,举例而言,只需于头戴结构的内侧设置至少二个脑电电极,或是在配合有耳戴结构时,在头戴结构以及耳戴结构的内侧分设一脑电电极,以接触头上的脑电信号取样点,例如,常见的取样点包括 Fp1、Fp2、O1、O2、A1、A2 等、或是任何根据 10-20 系统所定义的位置,就可在几乎不增加负担的情形下,提供使用者更多的检测功能,相当具有优势。

[0148] 而且,设置于头戴结构上用以接触头部皮肤的心电电极,亦即,第一电极,还可进一步共享作为脑电电极,而与该第二电极形成心电讯号撷取电路,以及与一另一脑电电极形成脑电撷取电路。

[0149] 或者,替代地,共享的方式也可实施为,由两个电极同时用来取得心电讯号以及脑电讯号,亦即,心电讯号以及脑电讯号透过同一个生理讯号撷取电路而取得,在此,可以这样执行的原因是,心电讯号远大于脑电讯号,其中,心电讯号约落在毫伏(mV)的范围,而脑电信号则落在微伏( $\mu$ V)的范围,因此,即使进入生理讯号撷取电路的同一个输入端,两者仍可彼此区分。

[0150] 在实施时,举例而言,可利用一个接触头部的电极,配合上另一个可同时接触头部及手部的电极而来达成心电讯号以及脑电讯号的取得,其中,该同时接触头部及手部的电极,以最常见的金属电极片为例,可实施为接触手部以及头部的二个电极片彼此电连接,也可实施为一个电极片的二个部分分别接触手部以及头部,例如,当设置于头戴结构上时,于内侧接触头部的皮肤以及外侧手部的皮肤,因此,实施形式不受限。

[0151] 据此,脑电电极也同样适合设置于如图 5A-图 6 以及图 8 的耳戴结构上。首先,耳朵及耳朵附近区域有可检测到大脑皮质活动的位置,例如,颞叶区(temporal lobe),再者,



在脑电检测领域中,耳朵由于构造以及位置皆与头部相分离,不易受脑部活动的影响,故一直被视为是设置参考电极的最佳位置之一,所以,将参考电极结合于耳戴结构中而与耳朵接触,原本即为脑电检测时所常见,因此,根据本实用新型的耳戴式心电检测装置上亦相当适合于结合设置脑电电极,以取得脑电信号,并且,也与同样适合采用共享电极的方式,亦即,将第一电极同时实施为脑电电极。

[0152] 更进一步,在图 5A-图 6 以及图 8 的实施例中,除了将二个脑电电极皆设置于耳戴结构上以外,还可另外连接一头戴结构,以将一脑电电极设置在其中,如此一来,就可透过分别设置于头戴结构以及耳戴结构上的脑电电极取得脑电信号,并透过设置于耳戴结构内的心电电极配合上设置在耳戴结构外露表面上的心电电极(图 5A-图 6)、或是设置在指戴结构上的心电电极(图 8)的心电电极而取得心电信号,进而提供各种可能的实施选择。

[0153] 在实际使用时,根据本实用新型的心电检测装置由于采用穿戴形式的设计,因此提供了于穿戴期间方便地连续取得心电信号的可能性,也因此提供使用者更多的便利功能。

[0154] 首先,由于采用穿戴的形式可让使用者无负担地穿戴于身上,因此,相当适合在日常生活中配戴使用,举例而言,使用者可在日常生活中将装置戴于耳朵上、手指上或手腕上,而在随时有需要时,例如,觉得心脏不舒服时,实时地启动心电信号检测,或是每天定期地进行心电图检测,有效地掌握自身的的变化。

[0155] 尤其,心律不齐的发生常是无预警的,因此,通过这样穿戴于身上的心电检测装置,就可实时地纪录下发生心律不齐时的心电图或是使用者感觉心跳不规则时的心电图,以作为医生判断是否患有心律不齐时的依据。

[0156] 举例而言,无论是采用指戴、耳戴或腕戴形式的心电检测装置,使用者皆可在感到不舒服时或是想要记录下心电图,通过手部接触第二电极的方式而实时取得心电图,如图 2A,图 5B,以及图 9C 所示;替代地,若采用第二电极通过穿戴结构而设置于身上或是使用第三电极的情况时,由于取得心电信号的两个电极皆已完成接触,因此,使用者只需启动心电信号测量,例如,通过按压启动键,就可实时地记录下心电图。无论何种情形,在使用上皆相当简单且方便。

[0157] 在此,根据本实用新型的装置可设定为会在心电测量被启动后自动地记录下一固定时间的心电图,例如,30 秒或 1 分钟,以让使用者可轻松地实时记录下心脏感到不适时,例如,发生心律不齐时的心电图。

[0158] 另外,使用者也可选择长时间纪录下连续的心电图,尤其是当两个电极皆通过穿戴结构而设置于身上的时候,而通过分析长时间连续取得的心电图,使用者可获得更多的信息。

[0159] 举例而言,可根据连续心电图而取得连续心率序列的信息,以进行 HRV(Heart Rate Variability,心率变异率)分析。HRV 分析是观察自律神经活动最主要的方法,通过 HRV 分析所产生的分析结果,可详细的了解自律神经活动的情形,例如,交感神经的活性,副交感神经的活性,自律神经的平衡状况,以及自律神经整体的活性大小等,且已有越来越多的研究显示,许多疾病,例如,头痛、肠胃道不适、高血压、失眠、抑郁症等,都可能是由于自律神经失调所导致。所以,通过长时间连续 HRV 分析结果就可得知在日常作息中,自律神经活动的变化情形,进而探讨日常生活中哪些行为或情绪是否导致自律神经失调,以及上述

的疾病是否导因于自律神经失调等。

[0160] 而且,由于根据本实用新型的装置是采用穿戴的形式,因此,通过该信息提供单元,还可将实时 HRV 分析的结果提供予使用者,因此,使用者就可实时地得知有哪些行为或情绪可能造成自律神经失衡,且更进一步地,通过本实用新型这样的设计,使用者还可实时进行身心调整,例如,放松身心,而得知自律神经是否因此而恢复至较为协调的状态。

[0161] 此外,当于睡眠期间使用时,通过对睡眠期间连续心电图进行 HRV 分析,也可了解睡眠期间的生理变化,例如,可以判断睡眠周期,可以了解睡眠品质等,相当具便利性。

[0162] 在此,需注意地是,在取得心电信号后,根据本实用新型的装置可实施为将心电信号先储存下来,待测量结束后,再输出进行进一步的处理,例如,输出至电脑装置进行储存以及分析等;及/或,由于本实用新型的装置具有信息提供单元,故亦可实时地将相关的信息或分析结果提供予使用者,例如,平均心率、HRV 分析结果等,及/或,该信息提供单元也可实施为将所记录下的心电信号及/或数据实时地传输至一外部装置,例如,手机、平板电脑等,而由该外部装置进行实时显示及/或分析,因此,没有限制。

[0163] 再者,根据本实用新型的穿戴式心电检测装置亦提供了让使用者可随身进行呼吸训练的途径。通过穿戴于身上的形式,根据本实用新型的装置可取得连续心电信号,并获得心跳间隔的时间序列,亦即,心率序列,而通过分析该心率序列,就可获得相关窦性心律不齐 (Respiratory Sinus Arrhythmia, RSA) 的信息,所谓的 RSA 是指,在心率是受自律神经控制的情形下,呼吸因对自律神经系统产生影响而使得心跳出现变化的现象,一般而言,吸气期间会使心跳加速,而呼吸期间则使心跳减缓,故可通过观察 RSA 而得知呼吸的变化模式以及自律神经的活动情形。

[0164] 另,由于呼吸是一种受自律神经控制又可受意识影响的生理活动,因此,可通过有意识地调整呼吸而影响自律神经,以达到放松身心的效果,其中,根据研究显示,呼吸速率 (respiration rate)、潮气量以及呼气期间/吸气期间比例皆是影响交感与副交感神经活性的因子,其中,速率变慢可降低交感神经的活性,而速率变快则会使交感神经活性增加,举例而言,一般成人的呼吸速率约落在每分钟 10-18 次的范围内,当呼吸的速率可降低至每分钟 5-8 次的范围时,可有助于增加副交感神经活性,另外,当呼气期间/吸气期间比例增加时,亦即,当具有相对于吸气期间而言较长的呼气期间时,副交感神经的活性同样可获得提升。

[0165] 所以,一般而言,呼吸训练即是通过提供使用者具有有助于放松身心的呼吸模式的一呼吸导引而进行,例如,呼吸导引会提供落在可降低交感神经活性的每分钟 5-8 次的呼吸速率,及/或在可自然呼吸前提下,增长的呼气期间,以导引使用者降低呼吸速率及/或增长呼气期间,进而增加副交感神经活性,抑制交感神经,而让人体可从紧张状态中解除,恢复放松。

[0166] 而且,由于自律神经失调亦是心律不齐的重要成因之一,因此,在使用本装置的使用者的目的之一是希望实时记录下心律不齐发生时的心电图的情形下,本实用新型装置提供呼吸导引训练功能,以让使用者通过控制呼吸而改变自律神经平衡的方式,将有助于改善心律不齐症状,两者相辅相成,更具意义。

[0167] 当利用根据本实用新型的穿戴式心电检测装置而进行呼吸训练时,使用者只需将装置穿戴于身上,并维持两个电极与皮肤间的接触即可,而在进行呼吸训练期间,该信息提

供单元则用以将呼吸导引信号提供予使用者,以让使用者跟随调整呼吸,另外,该信息提供单元亦可提供有关使用者于呼吸训练期间的生理状态变化,例如,交感神经与副交感神经的活性变化,心率的变化,以及实际呼吸模式的变化等,以作为使用者进行呼吸训练的参考。

[0168] 在此,由于执行呼吸训练的时间较长,因此,较佳地是,使用者可选择两个电极皆通过穿戴结构而设置于身上的形式,例如,利用可通过穿戴结构而设置的第二电极,或是利用第三电极配合第一电极进行心电信号提取,而以更轻松的方式进行呼吸训练。

[0169] 另外,该呼吸导引信号亦可以是根据由心率序列所取得的呼吸变化模式而进行作为调整的一动态导引信号,也就是,通过实时获得的使用者的呼吸状况,以得知呼吸速率为何、及 / 或是否落在有利于放松身心的速率范围中,并据以动态调整导引信号,而让使用者能以最轻松舒适的方式达到呼吸导引训练的效果。

[0170] 或者,由于加大 RSA 的振幅有助于触发放松反应 (Relaxation Response),解除累积的压力,而达到提高副交感神经 / 交感神经活性 比例的效果,因此,可通过观察使用者的心率变化模式,并在心率开始加速时,通过导引告知使用者可以开始吸气,以及在心率开始减缓时,通过导引告知使用者可以开始吐气,以达到增大 RSA 振幅的效果,也达到放松身心的目的。

[0171] 更进一步地,还可通过对心率序列进行频域分析的结果而得知呼吸与心率是否和谐及同步,而呼吸与心率间较好的和谐及同步性则代表着较有秩序且协调的心跳节律,也就是,人体处于比较放松、安稳的状态,因此,当使用者在进行训练时获得相关的信息时,就可通过意识而改变自身的生理状态。

[0172] 此外,当配合上脑电电极而可取得脑电信号时,可观察心率,呼吸以及脑电信号间的同步性 (synchronization),而了解使用者的生理状态。因为,根据研究显示,呼气与吸气会造成血管内血量的波动,且此波动亦会随着血流到达脑部,进而造成脑波于低频区段,例如,低于 0.5 赫兹,的波动,因此,亦可透过观察脑波而得知呼吸模式,再者,由于心脏的窦房节及血管系统亦受自律神经系统的调控,而且,自律神经系统亦会透过压力受器系统 (baroreceptor system) 将心率及血压的改变回馈回脑部,进而影响脑部的功能与运作,例如,影响大脑皮质,并可由 EEG 测得,因此,三者间存在着彼此影响的关系,且三者间良好的同步性可代表人体处于较为放松的状态,是相当有用的信息。

[0173] 举例而言,该信息提供单元在提供该呼吸导引信号的同时,亦可实时提供相关心率的信息,及 / 或通过频谱计算而获得的相关呼吸与心率的同步性的信息,因此,使用者就可实时得知呼吸调整对于自律神经所造成的影响,例如,副交感神经的活性是否获得提升,或是交感神经的活性是否已降低等,如此一来,将可让利用呼吸导引信号而进行的生理回馈程序更具效率。

[0174] 另外,还可进一步通过 HRV 的分析结果让使用者得知呼吸训练的成效,例如,可以在进行呼吸训练的前后分别执行 HRV 分析,而得知呼吸训练对于自律神经所带来的影响,甚至,也可实施为实时 HRV 分析,并通过该信息提供单元实时地让使用者得知自律神经的活动情形,而以类似生理回馈的方式而让使用者实时了解自身的生理状况,进一步有助于实现放松身心的效果。

[0175] 由于 HRV 分析是对一段时间内心率序列进行分析,因此,实时 HRV 分析的进行可通

过移动时间窗格 (Moving Window) 的概念而实施,亦即,先决定一计算时间区段,例如,1 分钟或 2 分钟,之后,通过不断将此时间区段向后推移的方式,例如,每 5 秒计算一次,就可持续地得到 HRV 分析结果,例如,每 5 秒获得一 HRV 分析结果,因而实现提供实时 HRV 分析结果的目的,另外,亦可采用加权计算 (weighting) 的概念,适度地增加较接近分析时间的生理信号的计算比重,以让分析结果更贴近实时的生理状况。

[0176] 该信息提供单元在提供该呼吸导引信号时可以有各种选择,例如,可采用视觉、听觉、及 / 或触觉的方式进行导引,没有限制。视觉导引的选择包括,但不限于,图形变化,文字显示,发光亮度变化,及 / 或灯号变化等,皆为合适的方式,举例而言,可在显示元件上利用符合呼吸变化模式的图案而导引使用者进行吸气及吐气;或者由 LED 灯的数量变化代表吸气及吐气;又或者可利用文字直接告知使用者进行吸气及吐气等。

[0177] 另外,当采用听觉导引的方式时,选择则包括,但不限于,声音变化以及语音,举例而言,可由声音的强弱代表吸气及吐气变化;或者由不同的声音种类代表吸气及吐气,而让使用者跟随,例如,鸟叫声、海浪声、不同的音乐曲目等;或者也可以通过语音而告知使用者该进行吸气或吐气,例如,当刚开始进行呼吸导引训练时,可通过符合呼吸变化模式的「吸气」及「吐气」语音指示而导引使用者的呼吸模式,而当检测到使用者的呼吸已符合欲达到的变化模式时,即告知使用者「继续维持现在的吸吐速率»,而停止「吸气」「吐气」的语音导引。因此,可以有各种选择,可依实际实施的需求而变化,没有限制。

[0178] 而当根据本实用新型的装置实施为与耳机结合的情形时,上述的听觉引导将显得更为自然,并且,由于声音及 / 或语音直接经由耳机进入耳朵,完全不会打扰到身边的人,故亦进一步提供了隐蔽性,让呼吸训练的进行可不受时间地点限制,例如,乘坐交通工具时也可进行呼吸训练,更为便利。

[0179] 再者,当采用触觉导引的方式时,则较佳地是通过与使用者身体接触的部件,例如,穿戴结构,相结合的形式而提供振动的变化,至于振动的变化方式,则同样没有限制,例如,可实施为利用振动信号来提醒使用者正确的呼气及 / 或吸气起始时间点,或是只在发现使用者的呼吸模式偏离预设的目标导引信号过多时才产生振动导引等。

[0180] 在此,具优势地是,当采用听觉及 / 或触觉导引的方式时,使用者可于呼吸导引训练期间阖上双眼,更有助于身体放松及呼吸调整。

[0181] 另外,在一较佳实施例中,该呼吸导引信号亦可实施为经由该信息提供单元以及有线 / 无线传输模块而输出至该外部装置后,例如,智能手机,平板电脑,智能手表等,再由该外部装置将该呼吸导引信号提供给使用者,以供使用者进行呼吸训练。

[0182] 而特别地,在另一较佳实施例中,该呼吸导引信号则是实施为由该外部装置产生并提供给使用者,此时,该外部装置会进一步自该信息提供单元接收相关使用者自律神经活动或呼吸模式的信息,以在提供该呼吸导引信号的同时提供给使用者,或是用来作为调整该呼吸导引信号的依据,另外,该外部装置也可进一步将所需接收的相关使用者呼吸模式的信息储存下来,以作为之后察看记录时的参考。

[0183] 再者,根据本实用新型的穿戴式心电检测装置,除了可进行心电信号的提取,以及上述所提及的脑电信号检测外,亦可包括其他的生理传感器,以在穿戴于身上时取得其他的生理信号。

[0184] 举例而言,可具有至少一光传感器,在此,光传感器是指具有光发射元件以及光接

收元件,并利用 PPG(photoplethysmography) 原理而取得光信号的传感器,例如,利用穿透方式或反射方式进行测量者,而其同样是通过配戴穿戴结构的动作而完成设置,例如,可位于该第一电极所在的表面上,因而使得其可因穿戴该穿戴结构的动作而与该第一电极一起被设置于使用者身上,例如,手指、耳朵或耳朵附近、腕部或头部附近等。

[0185] 光传感器主要在于检测因心脏搏动所产生的脉搏,而通过所取得的连续脉搏变化,就可获得使用者的心率序列,并用以进行相关的分析,由于只需单个光传感器即可取得生理信号,设置简单,使用者仅需配戴上该穿戴结构配戴即可,故相当有利于连续信号取得,以进行长时间生理状态监控。

[0186] 当本实用新型的装置同时具有利用电极取得心电信号以及利用光传感器取得心率序列的功能时,将特别有利于心律不齐的预警以及判断。这是因为,虽然完整的心律不齐信息,例如,不同类型的心律不齐,如发生于心房的早发性心房收缩 (Premature atrial contractions, PAC),以及发生在心室的早发性心室收缩 (Premature ventricular contractions, PVC),在传统上需要通过观察心电图而进行判定,但通过观察心率的变化,仍可解读出是否出现心律不齐的特征,例如,早发性收缩 (Premature Beats),心室颤动 (AF, Atrial Fibrillation),心跳过快 (Tachycardia)、心跳过慢 (Bradycardia)、心跳暂停 (Pause) 等各种症状,因此,通过本实用新型如此的配置,就可达到利用光传感器长时间连续取得心率序列而预先筛选是否出现心律不齐可能事件,之后,当出现心律不齐可能事件时,再通知使用者进行心电检测,以进一步确认该心律不齐可能事件的正确与否,以及获得进一步的详细信息。

[0187] 所以,在实际实施时,使用者将装置通过穿戴结构而设置于身上,例如,手指、耳朵或手腕上,此时,该穿戴结构上的光传感器即执行连续的脉波检测,并取得心率序列,之后,所取得的心率序列会持续地与心律不齐可能事件的时间特征进行比较,并在出现相符时,决定一心律不齐可能事件,此时,是通过该信息提供单元通知使用者已出现心律不齐可能事件,并提醒使用者进行心电信号测量,因此,使用者在收到通知后,就可很简单地通过接触该第二电极而进行心电信号提取,立即取得可能出现心律不齐的心电信号。在此,该心电信号可以直接进行分析而得知是否出现心律不齐症状,并将结果通知使用者,或者,可实时传输至一外部装置,例如,手机或平板电脑,进行储存及 / 或分析等,或者,也可先行储存下来,待之后再行分析,例如,下载至电脑进行分析等,不受限制。

[0188] 另外,通过光传感器所取得的心率序列,亦可如前所述地用于进行连续 HRV 分析以及呼吸训练,由于其执行程序与前述类似,不同处仅在于据以进行 HRV 分析以及呼吸训练的生理信号是由光传感器所取得的心率序列,因此,即不再赘述;而且,也可配合取得脑电信号,而连续地进行呼吸、心率及脑电信号三者间的同步性分析,以在不增加负担的情形下提供使用者更多的信息。

[0189] 再者,当实施为同时取得心电信号以及脉搏时,还可得出脉波从心脏传至光传感器的感测位置所需的时间,也就是所谓的脉波传递时间 (Pulse Transit Time, PTT),且由于 PTT 与影响血压高低的动脉血管硬度有关,因此就可通过 PTT 与血压值间特定的关系而计算出参考的血压值。

[0190] 另外,类似地,也可通过将光传感器设置于不同位置,例如,当实施为两个电极皆通过穿戴结构而进行设置时,可在分别的穿戴结构中皆另外设置光传感器,如此一来,通过

计算两处脉波传递的时间差就可获得相关脉波传播速度 (Pulse Wave Velocity, PWV) 的信息, 进而通过已知的计算理论即可得到参考血压值。

[0191] 或者, 也可配合使用压脉带及充气帮浦而直接取得血压值, 且在此情形下, 还可通过压脉带取得脉搏连续变化, 进而执行如上所述的心律不齐可能事件的分析, 同样相当具有优势。

[0192] 更进一步, 根据本实用新型的穿戴式心电检测装置亦适合于运动期间使用, 举例而言, 使用者可在运动过程中戴着根据本实用新型的装置而不会感到负担, 并在运动中间休息的时间直接进行测量而得知运动对心脏所造成的影响, 例如, 可通过手接触电极而取得心电图或是当已直接配戴两个穿戴结构时直接取得心电信号或是在配置有光传感器的情形下由光传感器取得心率序列等, 因此, 就可根据信息提供单元所提供的信息而得知, 例如, 是否达到了足够的运动强度 (心跳是否达到预期目标), 或是心脏是否出现异常等, 尤其运动是心律不齐的好发时间, 因此, 通过本实用新型的装置也可很实时的纪录下发生心律不齐时的心电图。

[0193] 另外, 除了较激烈的运动期间外, 其他可能出现心跳异常的时间, 例如, 爬山、搭飞机的时候, 亦适合使用根据本实用新型的穿戴式心电检测装置, 以更加实时地掌握自身的状况。

[0194] 综上所述, 根据本实用新型的穿戴式心电检测装置通过穿戴结构而将装置设置于使用者身上的形式, 使得心电电极与皮肤间的接触通过穿戴动作而完成, 达到减少使用者施力, 以及降低肌电信号干扰的效果, 尤其, 当用以取得心电信号所需的两个电极皆通过穿戴结构而设置于使用者身上时, 更是让肌肉紧张度的干扰降至最低; 而且, 无论是采用指戴、耳戴、腕戴、及 / 或头戴的方式, 都是一般日常生活中常见的配戴方式, 在使用上不会显得突兀, 更有利于使用者于平时配戴于身上, 以在有需要时随时记录下生理信号, 例如, 出现心律不齐时记录下心电图等, 及 / 或获得自身的生理信息, 例如, 实时 HRV 分析结果, 及 / 或藉以进行生理调控, 例如, 进行呼吸训练等, 因此, 不但配置容易、使用方便, 更是应用广泛。

[0195] 再者, 根据本实用新型的穿戴式心电检测装置亦提供两种操作模式, 在第一种操作模式中, 两个电极皆位于装置的表面, 以及在第二种操作模式中, 其中一个电极通过连接线延伸而出, 因此, 除了使用者可让根据使用环境以及操作习惯的不同而进行选择操作模式外, 在第二操作模式中, 延伸而出的电极亦提供了设置于不同身体位置而取得不同角度投影心电图的可能, 并且, 由于该延伸而出的电极是通过穿戴结构而设置于使用者身上, 故亦更进一步提供了无须使用者主动施力的操作模式, 相当具有优势。

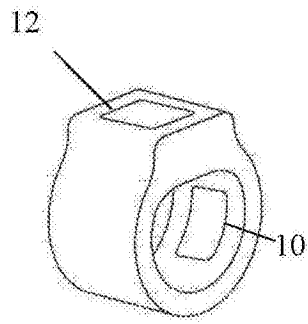


图 1A

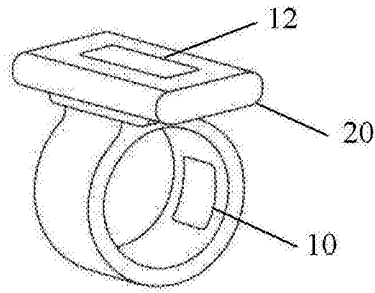


图 1B

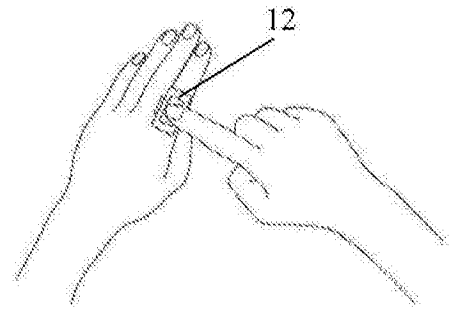


图 2A



图 2B

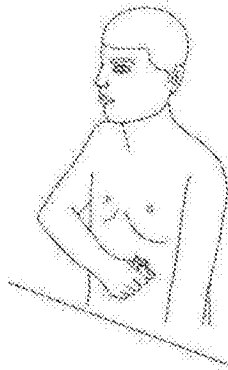


图 2C

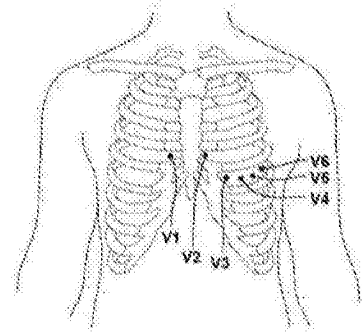


图 3

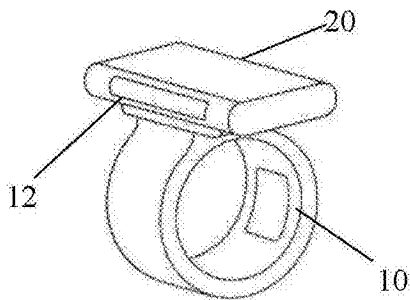


图 4A

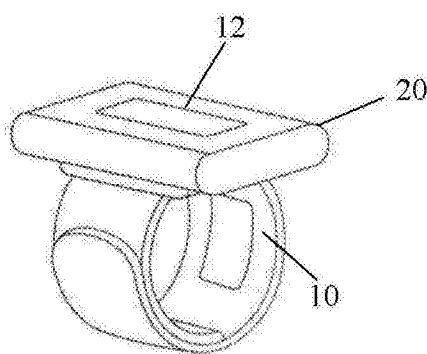


图 4B

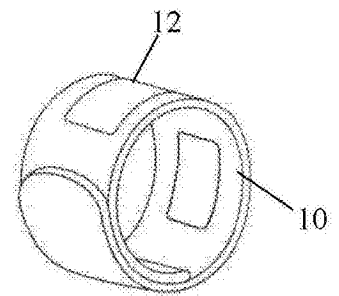


图 4C

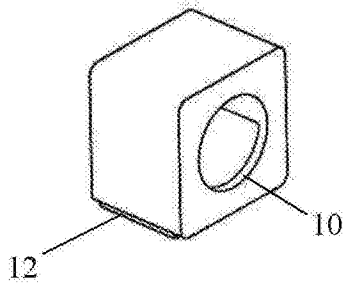


图 4D1

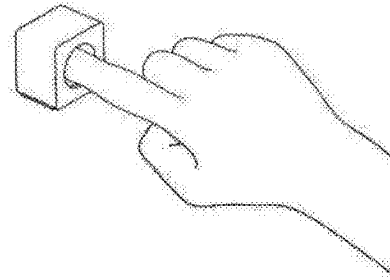


图 4D2

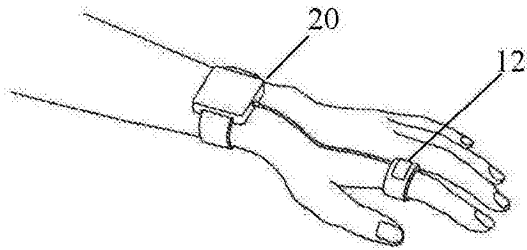


图 4E

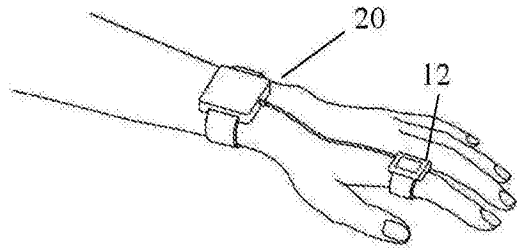


图 4F

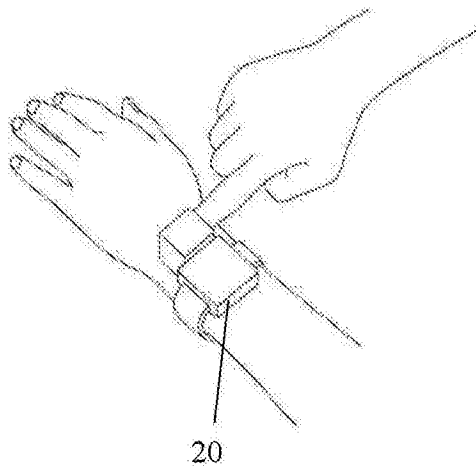


图 4G1

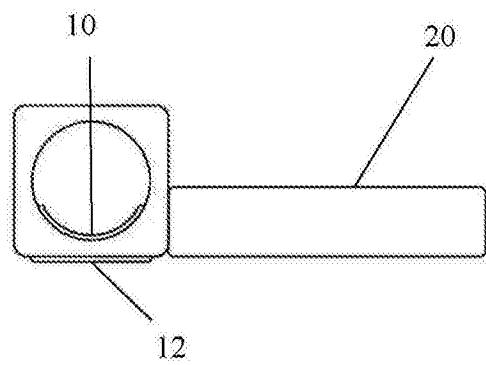


图 4G2



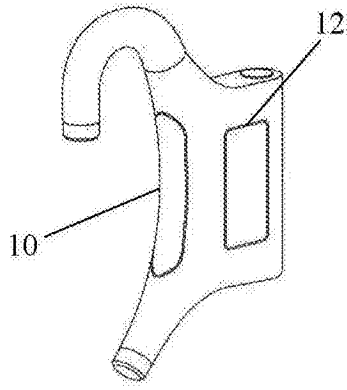


图 5A

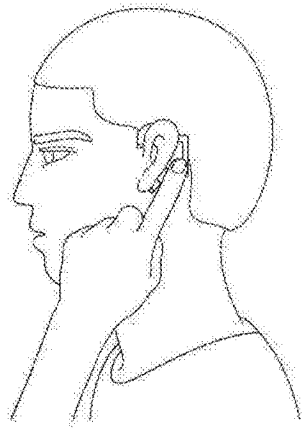


图 5B

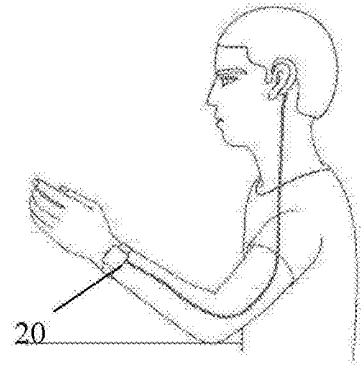


图 5C

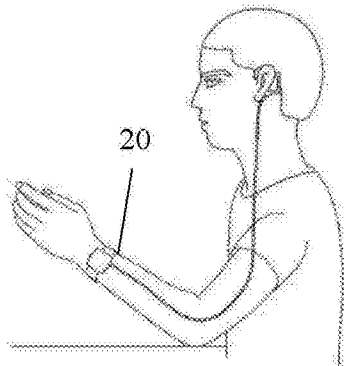


图 5D

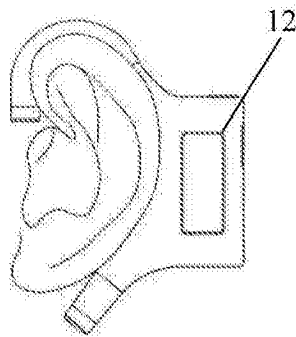


图 6A1

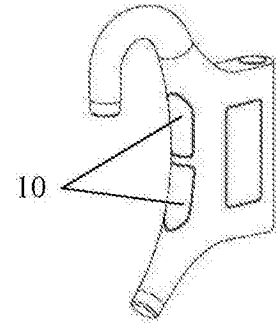


图 6A2

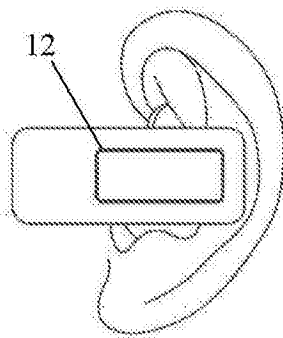


图 6B1

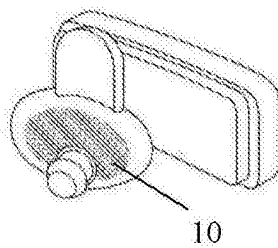


图 6B2

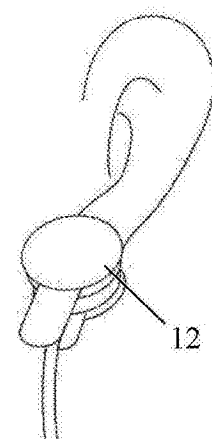


图 6C

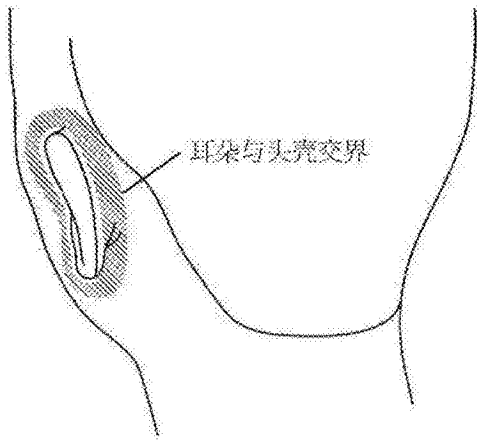


图 7

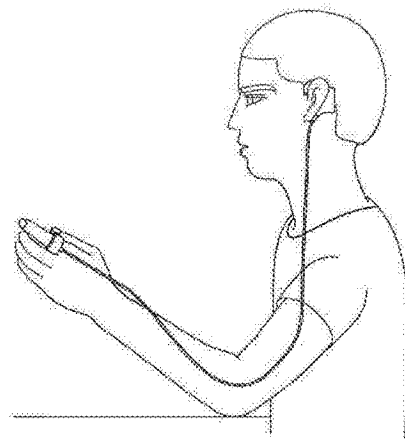


图 8A

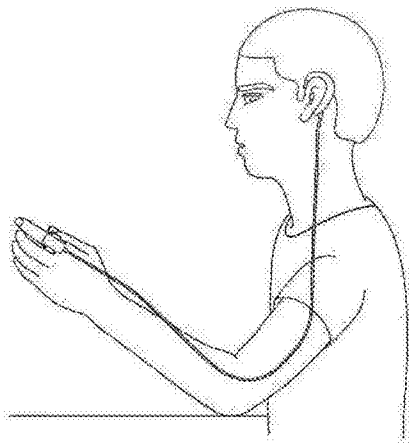


图 8B

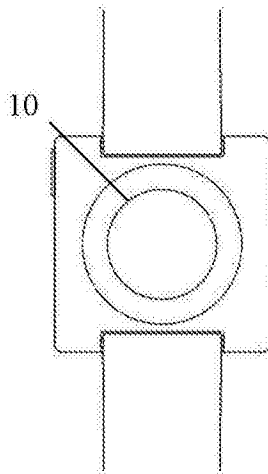


图 9A1

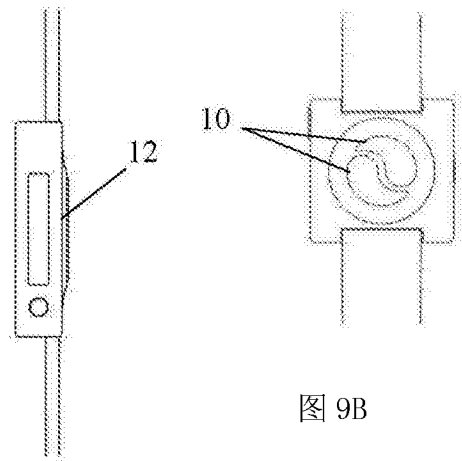


图 9B

图 9A2

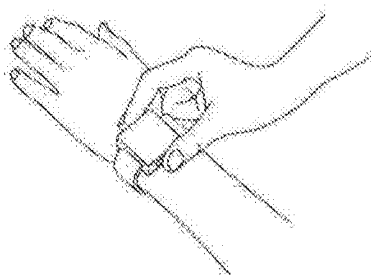


图 9C

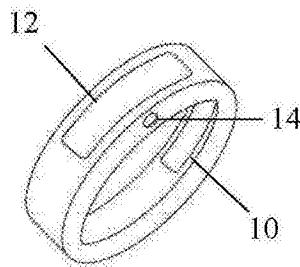


图 9D1

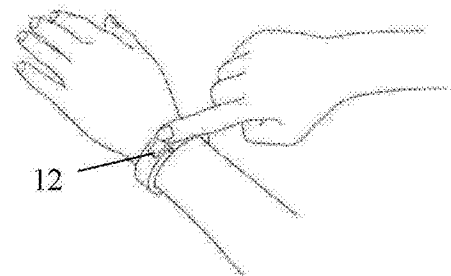


图 9D2

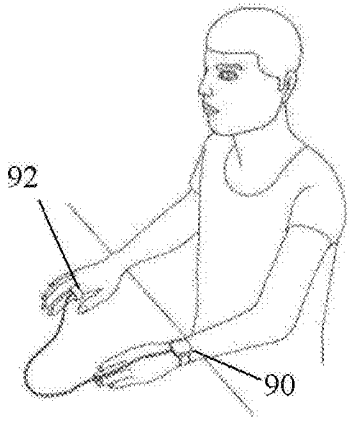


图 9E

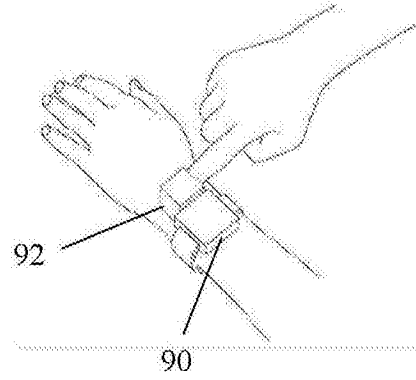


图 9F1

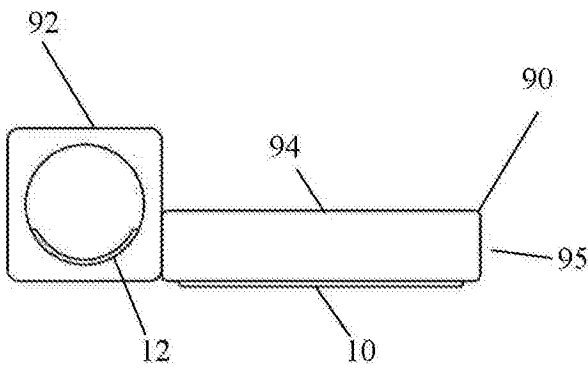


图 9F2

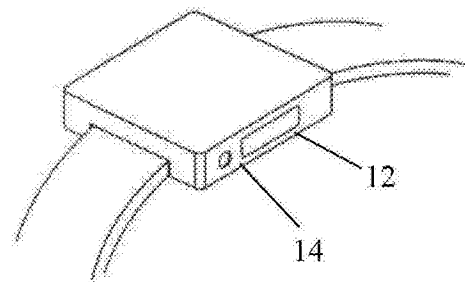


图 10A

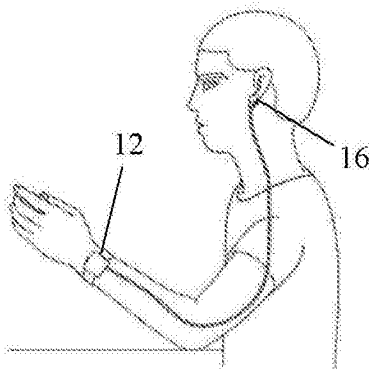


图 10B

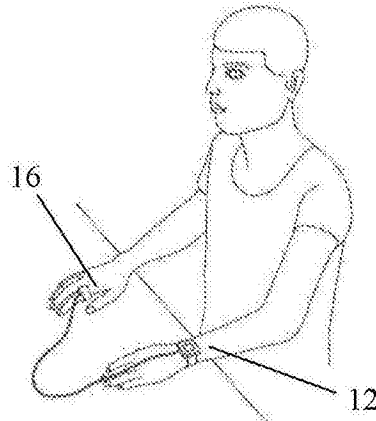


图 10C

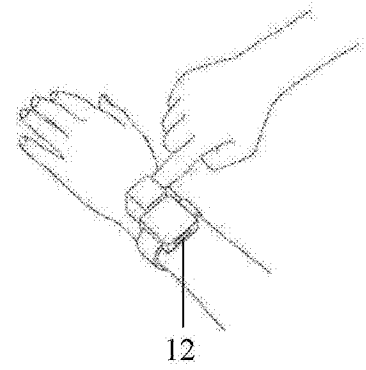


图 10D1

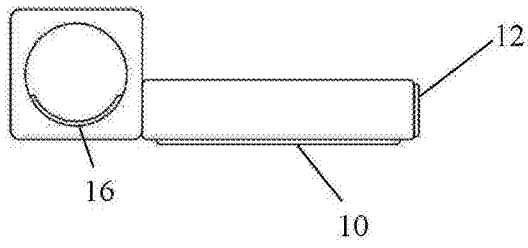


图 10D2

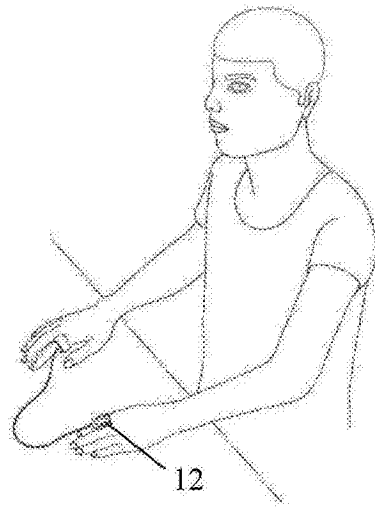


图 11A

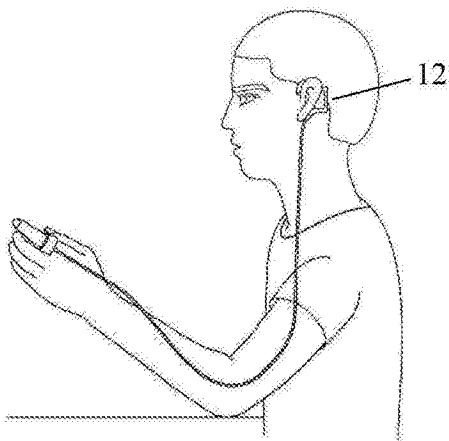


图 11B

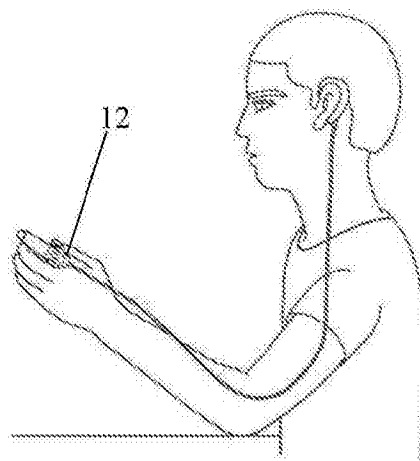


图 11C

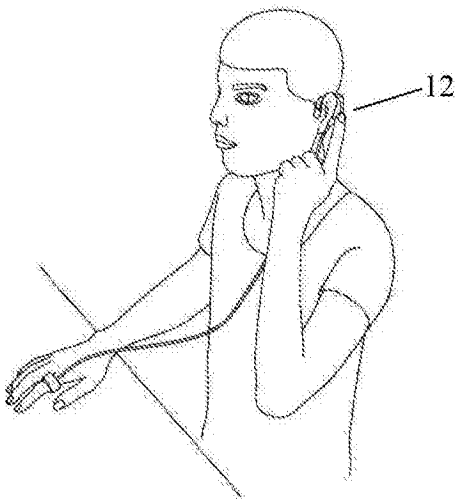


图 12A

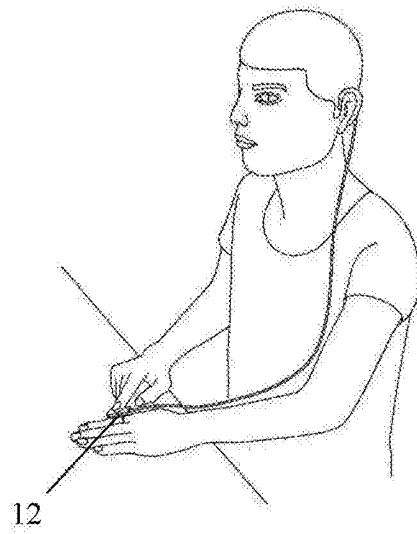


图 12B

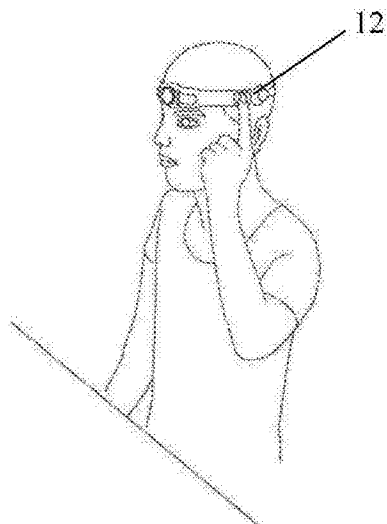


图 13