

证书号第 1335217 号



# 发明专利证书

发明名称：用于手指康复的佩戴式装置

发明人：叶晓云

专利号：ZL 2011 1 0173401.3

专利申请日：2011 年 06 月 24 日

专利权人：香港理工大学

授权公告日：2014 年 01 月 15 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 06 月 24 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



(19) 中华人民共和国国家知识产权局



## (12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 102379792 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201110173401. 3

WO 2010/085476 A1, 2010. 07. 29,

(22) 申请日 2011. 06. 24

审查员 姜佩杰

(30) 优先权数据

12/874, 777 2010. 09. 02 US

(73) 专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 叶晓云

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理

有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51) Int. Cl.

A61H 1/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2004-329490 A, 2004. 11. 25,

KR 10-2009-0120713 A, 2009. 11. 25,

CN 201108568 Y, 2008. 09. 03,

CN 101721290 A, 2010. 06. 09,

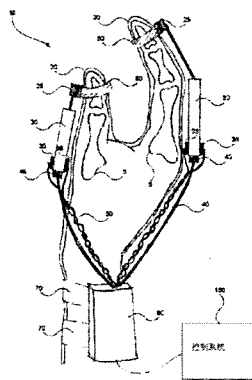
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

用于手指康复的佩戴式装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于手指康复的佩戴式装置,所述装置(10)包括:织物材料(20);以及EAP矩阵套(30),所述EAP矩阵套(30)可操作性地连接到所述织物材料(20)以形成用于手指(5)的EAP促动器;其中,至少一个EAP矩阵套(30)与手指(5)的指关节对应,用于所述手指关于所述指关节相对运动。本发明采用EAP材料将电能转换成机械运动以提供重复的主动辅助运动,用于中风患者的手指康复,该佩戴式装置的柔韧性能好,且消耗的能量非常少,温度增加不多。



1. 一种用于手指康复的佩戴式装置,其特征在于,所述装置包括:

织物材料;以及

EAP 矩阵套,所述 EAP 矩阵套可操作性地连接到所述织物材料以形成用于手指的 EAP 促动器;

其中,至少一个 EAP 矩阵套与手指的指关节对应,用于所述手指关于所述指关节相对运动;

所述佩戴式装置还包括:位于手指指尖处的可拆卸地插入手指的弹性环,通过连接带可拆卸地固定到手腕上的 DC-DC 转换器,连接在所述 EAP 矩阵套、弹性环和 DC-DC 转换器之间使其相对位置固定的金属杆,且所述 DC-DC 转换器通过导电线缆及柔性电极电连接到所述 EAP 矩阵套表面上。

2. 根据权利要求 1 所述的佩戴式装置,其特征在于,进一步包括五个手指鞘,且其中每个手指鞘具有对应于手指所有指关节的 EAP 矩阵套以帮助手指的每块肌肉。

3. 根据权利要求 1 所述的佩戴式装置,其特征在于,所述 EAP 矩阵套为离子型或电子型。

4. 根据权利要求 1 所述的佩戴式装置,其特征在于,佩戴者的每根手指具有对应的 EAP 促动器。

5. 根据权利要求 1 所述的佩戴式装置,其特征在于,每个 EAP 促动器由软件单独控制。

6. 根据权利要求 1 所述的佩戴式装置,其特征在于,所述织物材料是由以下一组材料中的任意一种制成:棉、尼龙、涤纶和氨纶。

7. 根据权利要求 3 所述的佩戴式装置,其特征在于,离子型的所述 EAP 矩阵套采用以下步骤制备:

1) 对 EAP 材料表面上将被作为有效电极的位置进行粗糙化处理;

2) 将步骤 1) 获得的 EAP 材料浸泡在铂络合物水溶液中实现离子交换;

3) 使用还原剂将步骤 2) 获得的 EAP 材料上的铂络合物阳离子还原为金属态的纳米粒子形成初始铂层,再将该 EAP 材料加入到的铂溶液中进行电镀上另一层铂。

8. 根据权利要求 3 所述的佩戴式装置,其特征在于,电子型的所述 EAP 矩阵套采用以下步骤制备:

对电子型 EAP 制成的弹性体薄膜进行双向自动预拉伸;

在弹性体薄膜上人工涂覆上柔性电极;

预拉伸后的弹性体薄膜手动缠绕到压缩弹簧核上。

9. 根据权利要求 1 所述的佩戴式装置,其特征在于,所述佩戴式装置为手套的形式。

## 用于手指康复的佩戴式装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种康复器材,更具体地说,涉及一种用于手指康复的佩戴式装置。

### 背景技术

[0002] 中风是导致成人永久性残疾的主要原因。中风幸存者会感受到上肢功能障碍,同时普遍存在肢体远端损伤。因为适当的手部功能对于徒手探摸以及对环境的操作是至关重要的,因而这个问题相当严重。此外,手部功能的丧失是神经肌肉障碍中损害发生的主要缘由,时常妨碍到日常生活中有效的职能表现和独立参与行为。中风后的康复在帮助中风患者减轻不适的症状以及恢复其运动功能方面起着重要的作用。重复通用的动作练习可以帮助改善患者完成大量日常运动任务的能力。基本上,存在三种中风后康复的主要类型。“被动运动”(或外部强加),涉及到在患者保持放松状态时由治疗师帮助进行的关节运动。“主动辅助运动”在患者无法独立完成所需的运动时采用,在患者试图移动关节或肢体时,根据需要施加外部辅助力。“主动抵制运动”则是更高层次患者所采用的,包括抵抗来自于重力(由额外的重量所产生)、弹性绑带或治疗师的阻力完成动作。在这三种治疗方法中,主动辅助运动被证明对大量急性中风患者具有积极作用。患者显著降低了手臂障碍。

[0003] 在过去的几十年,中风后的康复计划被认为是耗费时间和精力,因为治疗师和患者需要一对一手动地配合。因此,协助治疗师的自动机械装置存在很大的需求。这些自动机械装置可以协助治疗师实施具有更多的定量和可重复训练动作的密集而安全的治疗康复方案。已经开发了某些特定的自动机械装置,特别是针对肩部、肘部和手腕的康复。然而,针对手指的康复装置仍然十分有限。传统上,手指康复是手动实施的,且更侧重于感官再训练。显然,中风患者缺乏手指肌肉训练。在市场上,存在供不太严重的中风患者使用的一些工具诸如铁制或塑料制哑铃或木制石块,帮助他们以自助的方式练习手指的移动。至于急性中风患者,因为患者的运动功能丧失导致这些装置不适合。

[0004] 因此,亟待使用允许患者在脱离治疗师协助的情况下进行日常治疗的自动机械装置来帮助中风患者优化手指肌肉的训练。现有自动机械装置中使用诸如压电陶瓷或形状记忆合金的促动器材料。这些材料由于柔韧性不够且容易导致高温而不适用。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有手指康复的自动机械装置所采用的材料柔韧性不够且容易导致高温的缺陷,提供一种采用 EAP 材料制成的用于日常手指康复的佩戴式装置。

[0006] 在本发明第一优选方面中,提供了一种用于日常手指康复的佩戴式装置,所述装置包括:

[0007] 织物材料;以及

[0008] EAP 矩阵套,所述 EAP 矩阵套可操作性地连接到所述织物材料以形成用于手指的 EAP 促动器;

[0009] 其中,至少一个 EAP 矩阵套与手指的指关节对应,用于所述手指关于所述指关节相对运动。

[0010] 所述佩戴式装置进一步包括五个手指鞘,且其中每个手指鞘具有对应于手指所有指关节的 EAP 矩阵套以帮助手指的每块肌肉。

[0011] 所述 EAP 矩阵套为离子型或电子型。

[0012] 佩戴者的每根手指具有对应的 EAP 促动器。

[0013] 每个 EAP 促动器由软件单独控制。

[0014] 所述佩戴式装置还包括:位于手指指尖处的可拆卸地插入手指的弹性环,通过连接带可拆卸地固定到手腕上的 DC-DC 转换器,连接在所述 EAP 矩阵套、弹性环和 DC-DC 转换器之间使其相对位置固定的金属杆,且所述 DC-DC 转换器通过导电线缆及柔性电极电连接到所述 EAP 矩阵套表面上。

[0015] 每个 EAP 促动器通过导电线缆连接到电源,并由计算机控制。

[0016] 所述织物材料是由以下一组材料中的任意一种制成:棉、尼龙、涤纶和氨纶。

[0017] 离子型的所述 EAP 矩阵套采用以下步骤制备:

[0018] 1) 对 EAP 材料表面上将被作为有效电极的位置进行粗糙化处理;

[0019] 2) 将步骤 1) 获得的 EAP 材料浸泡在铂络合物水溶液中实现离子交换;

[0020] 3) 使用还原剂将步骤 2) 获得的 EAP 材料上的铂络合物阳离子还原为金属态的纳米粒子形成初始铂层,再将该 EAP 材料加入到的铂溶液中进行电镀上另一层铂。

[0021] 电子型的所述 EAP 矩阵套采用以下步骤制备:

[0022] 对电子型 EAP 制成的弹性体薄膜进行双向自动预拉伸;

[0023] 在弹性体薄膜上人工涂覆上柔性电极;

[0024] 预拉伸后的弹性体薄膜手动缠绕到压缩弹簧核上。

[0025] 所述 EAP 矩阵套被缝线缝到织物材料上从而将该 EAP 矩阵套与织物材料相连接。

[0026] 所述 EAP 矩阵套完全包围织物材料或者覆盖织物材料的单个表面。

[0027] 所述佩戴式装置为手套的形式。

[0028] 实施本发明的用于手指康复的佩戴式装置,具有以下有益效果:本发明采用 EAP 材料将电能转换成机械运动提供重复的主动辅助运动,用于中风患者的手指康复,该佩戴式装置的柔韧性能好,且消耗的能量非常少,温度增加不多。

#### 附图说明

[0029] 下面将结合附图对本发明的实例进行说明,附图中:

[0030] 图 1 为插入具有一个根据本发明实施例的 EAP 矩阵套的 EAP 手套的手指的侧面截面图;

[0031] 图 2 为图 1 中 EAP 手套的顶部平面图;

[0032] 图 3 为图 1 中 EAP 手套的上方透视图;

[0033] 图 4 为具有两个根据本发明实施例的 EAP 矩阵套的另一 EAP 手套的侧视图;

[0034] 图 5 为图 4 中 EAP 手套的顶部平面图;

[0035] 图 6 为图 4 中 EAP 手套的上方透视图。

### 具体实施方式

[0036] 参照附图 1-6, 示出了用于手指 5 康复的佩戴式装置 10。该装置 10 为手套的形式, 又可被称为 EAP 手套, 一般包括织物材料 20 和电活性聚合物 (EAP) 矩阵套 30。EAP 矩阵套 30 可被操作连接到织物材料 20, 形成用于佩戴者的手指 5 的 EAP 促动器。EAP 矩阵套 30 可以通过缝线缝到织物材料 20 上, 从而可操作地将 EAP 矩阵套 30 与织物材料 20 连接。EAP 矩阵套 30 可以嵌入织物材料 20 中。织物材料 20 可以为棉、尼龙、涤纶和氨纶。图 1 描述了具有一个 EAP 矩阵套 30 的 EAP 手套, 而图 5 描述了具有两个 EAP 矩阵套 30 的 EAP 手套。EAP 矩阵套 30 被定位后使得每一节跨过一个指关节。

[0037] 刚性材料 40 用于从 EAP 矩阵套 30 传递力到指尖。刚性材料 40 优选为诸如铝制的金属杆。弹性环 60 可拆卸地将 EAP 促动器 30 连接到指尖。使用时, 指尖被插入弹性环 60 中。弹性环 60 优选弹性织物管或橡胶带。按钮 25 将金属杆 40 连接到弹性环 60 上。这也是出于安全的原因。如果用力过大, 按钮 25 可以将金属杆 40 和手指 5 分开。可移动接头 45 设置在 EAP 矩阵套 30 的底座上, 从而允许用户弯曲自己的手指 5。

[0038] 连接带 70 可拆卸地将 DC-DC 转换器 80 连接到手腕上。连接带 70 优选为织带。DC-DC 转换器 80 为电流放大器 90, 并由高压直流 (HVDC) 电源供电。导电材料 35 是将导电电缆 50 电连接到电子型 EAP30 的柔性电极。

[0039] EAP 材料将电能转换成机械运动, 以提供重复的主动辅助运动。EAP 材料具有独特显著的特点, 能够实现从电力形式到机械形式的能量传导, 以用于促动。EAP 材料分为两大类。离子型 EAP 是由离子和分子的电驱动扩散而促动的。离子聚合物金属络合材料 (IPMC) 和凝胶聚合物均为离子型 EAP。电子型 EAP 是由电场所促动的。电子辐照材料 (如 PVDF TrFE)、介电弹性体材料 (DE)、电致聚合物人工肌肉 (EPAM)、电流变流体为电子型 EAP 材料。这两组 EAP 材料包括根据不同原则和性质所采用的各种类型材料。

[0040] 离子型 EAP (IPMCs) 由两个电极和电解质组成。这类材料是由离子和分子的电驱动扩散或移动所促动的。该离子型 EAP 的长度为 35 至 55 毫米, 宽度为 10mm, 厚度小于 1mm。

[0041] 制作离子型 EAP 的第一步是对材料表面上将被作为有效电极的位置进行粗糙化处理。这涉及到对聚合物表面进行喷砂或用砂纸打磨, 以增加铂盐渗透和还原反应发生处的表面积密度, 还涉及超声波清洗和通过酸煮 (低浓度 HCl 或  $\text{HNO}_3$ ) 进行的化学清洗。

[0042] 第二步是使用金属络合溶液例如四胺铂氯化物水合物作为铂络合物 ( $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$  或  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$ ) 水溶液来完成离子交换过程。虽然平衡条件取决于金属络合物的电荷类型, 但是这些络合物仍然可以提供良好的电极。浸泡和搅拌时间一般是 1 个多小时。

[0043] 第三步被称为初始铂合成过程。这是为了通过使用有效的还原剂例如合适温度 (即  $60^\circ\text{C}$ ) 的硼氢化钠或硼氢化锂 (5%) 水溶液, 将铂络合物阳离子还原为金属态的纳米粒子。类黑色的铂层沉积在材料的表面附近。最后一步 (表面电极化过程) 为在初始 Pt 表面上有效地增加 Pt (或其它金属) 的厚度, 以降低表面电阻率。因此, 在沉积的 Pt 层上电镀另一部分的铂。

[0044] 准备 240ml 的络合物 ( $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$  或  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$ ) 水溶液, 其中含有 120mg 的 Pt, 并加入 5ml 浓度为 5% 的氢氧化铵溶液 (pH 值调节)。

[0045] 电镀量是由溶液中铂的含量所决定的。准备 5% 的盐酸羟胺水溶液和 20% 的联胺溶液。



[0046] 该聚合物被加入在 40℃ 搅拌的铂溶液中。每 30 分钟加入 6ml 盐酸羟胺溶液和 3ml 的联胺溶液。

[0047] 在添加的过程中,温度在 4 个小时逐步提高到 60℃。将在膜表面形成灰色金属层。在这个过程结束时,抽样少许溶液,并与强还原剂 ( $\text{NaBH}_4$ ) 一起煮以检测是否达到终点。被成功利用的其他金属(或导电介质)包括钯、银、金、碳、石墨和碳纳米管。使用电镀是非常便利的。

[0048] 对于离子型 EAP,最终驱动位移约 60mm/ 每 3-4g 力)。温度的增加是非常缓和的,而织物材料可被作为安全用绝缘材料。

[0049] IPMC 促动器的弯曲机理为电渗原理。在横跨纺织膜厚度的低电势的作用下,在离子可交换聚合物膜内发生固定离子再分配、移动离子迁移,且阳离子与水分子结合移动到阴极侧。移动的离子成为电解质。

[0050] 因此,弯曲的发生是由于薄膜最外层纤维的收缩和膨胀的不同所引起的。水的移动也可能在促动中起到显著的作用。如果是阳离子交换膜,全氟离子聚合物膜带在电势的影响下朝向阳极弯曲。

[0051] 为了制作电子型 EAP (DE 促动器),弹性体薄膜经过双向自动预拉伸。这些薄膜被人工涂覆上柔性电极。预拉伸后的弹性体薄膜被手动缠绕到完全压缩的套筒弹簧核上。薄膜被横向固定到该核上。

[0052] DE 弹簧卷促动器为具有自适应刚度的促动弹簧。所使用的弹性体薄膜是不可压缩的、各向同性的,在被动平衡时的具有拟线性性能,在同分异构体促动下自由应变,并且在同分异构体促动下具有阻滞力。自由应变和阻滞力为该促动器的两大特点。通过改变施加的促动电源和促动边界条件,来促动 DE。

[0053] 电子型 EAP 的厚度为 45mm,宽度为 15mm,厚度为 10mm。

[0054] 对于电子型 EAP 而言,最终驱动位移为 20mm/7.2N 力。透明塑料制的保护层被放置在 EAP 手套的表面。因此,电子型 EAP 被封闭在透明塑料外壳中。该外壳为电子型 EAP 所需的高电压提供安全保障。因为电子型 EAP 消耗的能量非常少,所以温度增加不多。每个电子型 EAP 促动器需要约 2 瓦。

[0055] 佩戴者的每个手指 5 都有相应的 EAP 促动器。移动手指 5 的力是从 EAP 矩阵套提供给 EAP 促动器 30 的。每个 EAP 促动器通过导电线缆 50 连接到电源。每个 EAP 促动器由控制系统 100 中的计算机软件单独控制,在此控制传输到 EAP 促动器的电信号。控制系统 100 中的设计和控制电路也被用来控制 EAP 促动器的促动。

[0056] EAP 促动器不是管状结构,然而他们可以扩张和收缩从而允许手指相对指关节运动。EAP 促动器在手指 5 上施加足够且适当的力。每个 EAP 矩阵套 30 的大小和尺寸可以与手指肌肉或指关节相对应。换句话说,每个 EAP 矩阵套 30 的轮廓与其所针对放置的各个指关节的轮廓相吻合。例如,对于手指 5 而言,有可能为三个 EAP 矩阵套 30。对于具有五个手指的手而言,有可能共计十五个 EAP 矩阵套 30。该 EAP 矩阵套 30 在结构上没有相互连接,且可以独立运作。

[0057] EAP 矩阵套 30 完全环绕织物材料 20 或覆盖织物材料 20 的单个表面,只要 EAP 矩阵套 30 和佩戴者的皮肤之间没有直接接触。所述的单个表面可以为手套 10 的底部或者手套 10 的手掌侧。

[0058] EAP 手套 10 是一种中风患者用作其手指 5 的康复并提供手指肌肉训练的自动机械治疗装置。EAP 手套 10 一般适于由于上肢瘫痪和周围神经损伤而造成的手部移动不便的人使用。EAP 手套 10 还提供手指精细动作的训练。EAP 手套 10 为中风患者提供最佳的康复治疗,因为它可以更便利地和可携带地帮助高度重复的主动辅助运动训练,并减少损伤。EAP 手套 10 通过允许中风患者在离开治疗师的频繁帮助的情况下进行日常训练,从而优化中风患者的手指肌肉训练。EAP 手套 10 可以协助治疗师实施具有更多的定量和可重复训练动作的密集而安全的康复方案。患者不必前往医院使用 EAP 手套 10,而可以在日常像穿衣服一样使用 EAP 手套 10。

[0059] EAP 手套 10 有助于物体的两个部分直接的相对运动,以及物体或关节的弯曲或变形。该 EAP 手套 10 允许关节的运动,尤其是人体手指关节的运动。

[0060] 本领域的技术人员应明白在不脱离本发明范围或实质时,可对特定实施例中示出的本发明进行各种变化和等同替换。因此,上述实施例是出于解释性的目的而非对本发明的限制。



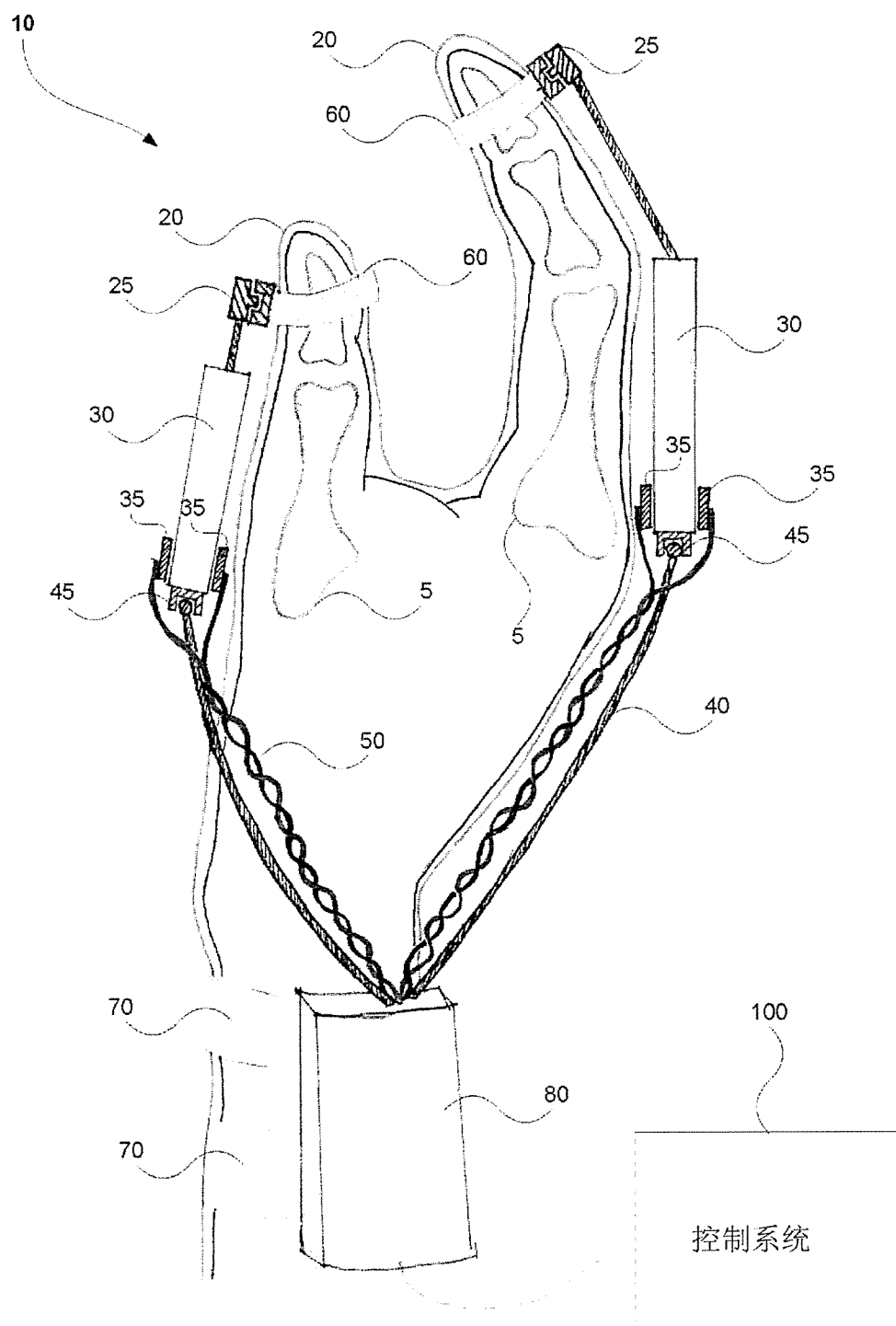


图 1

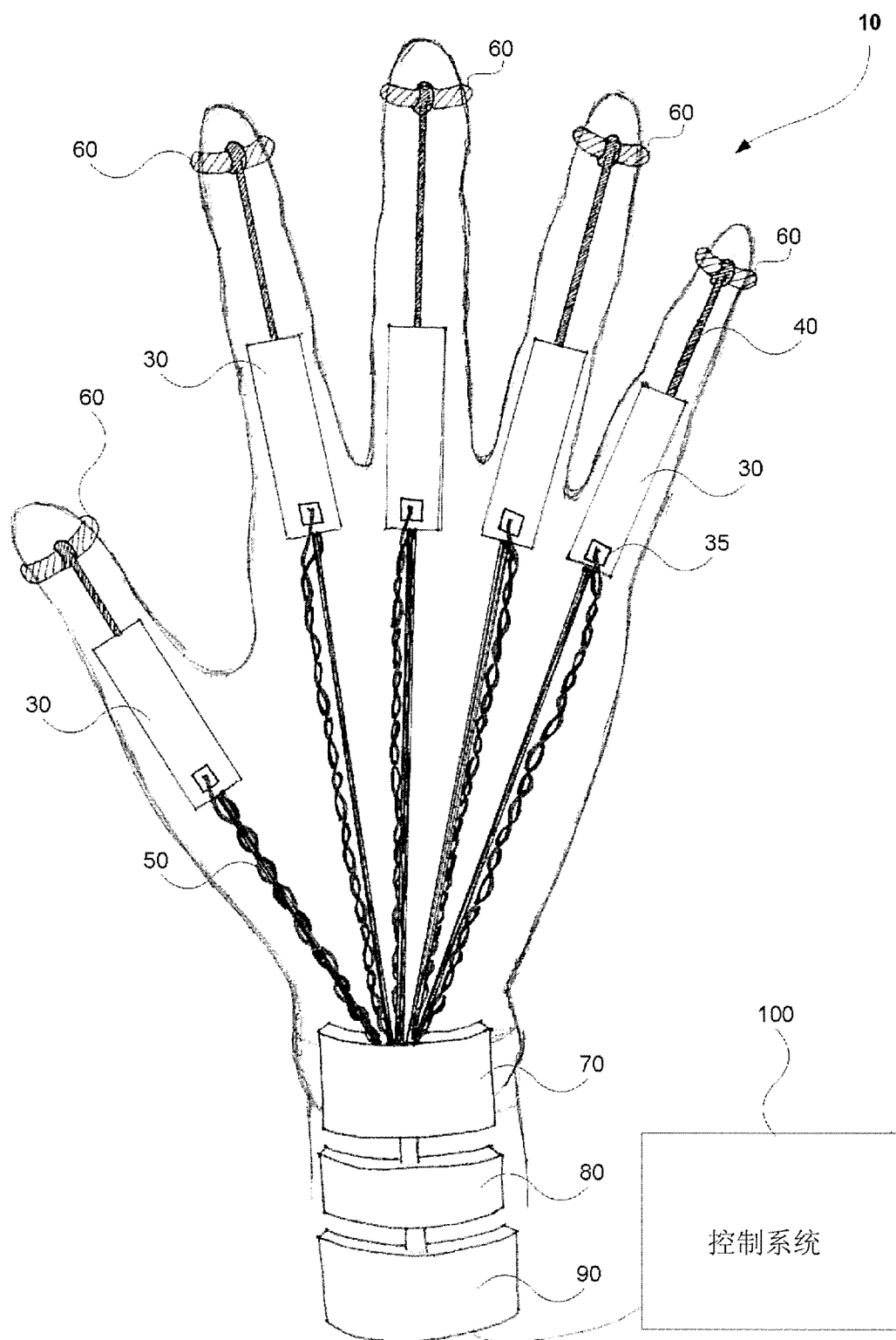


图 2

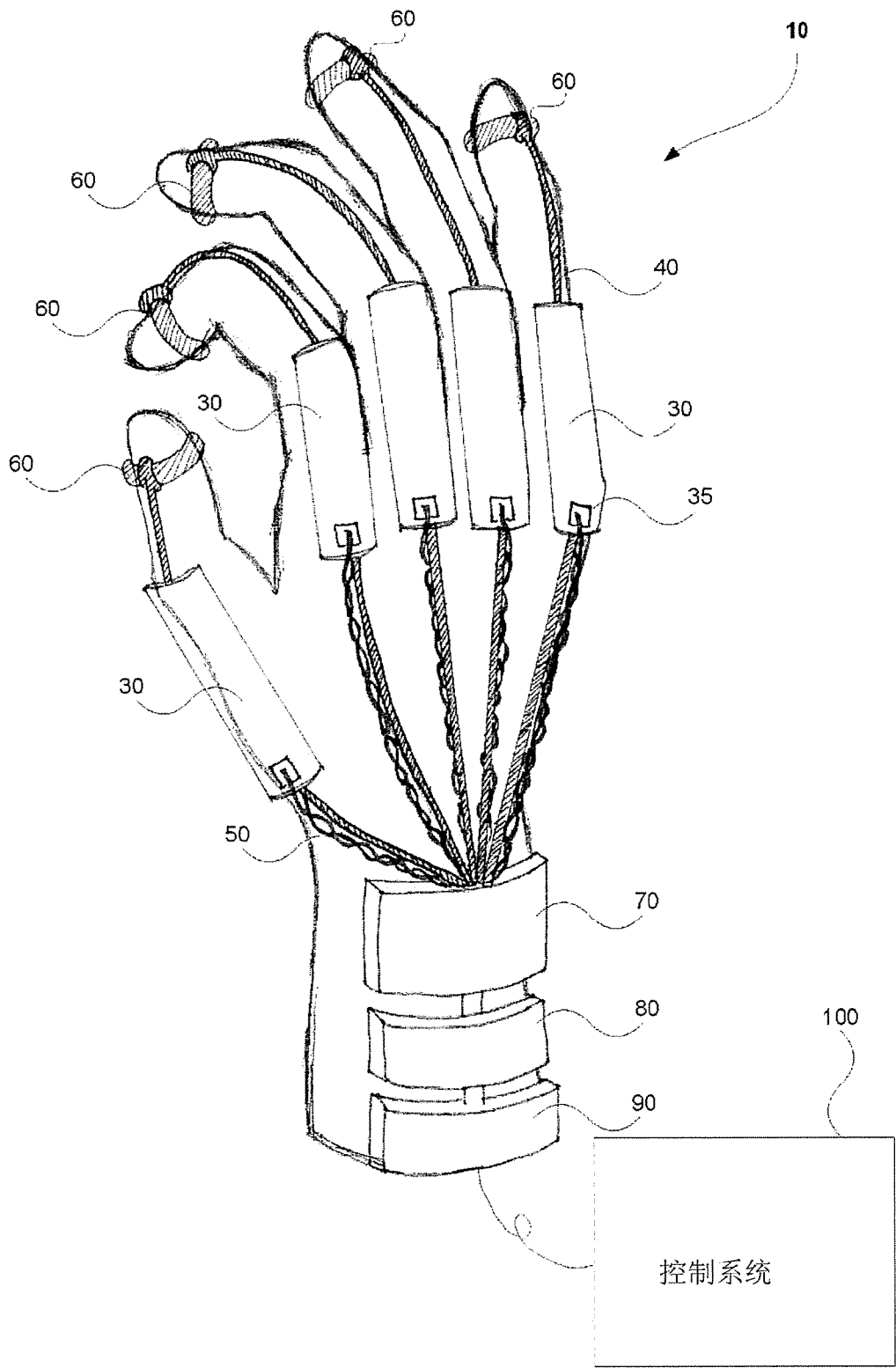


图 3

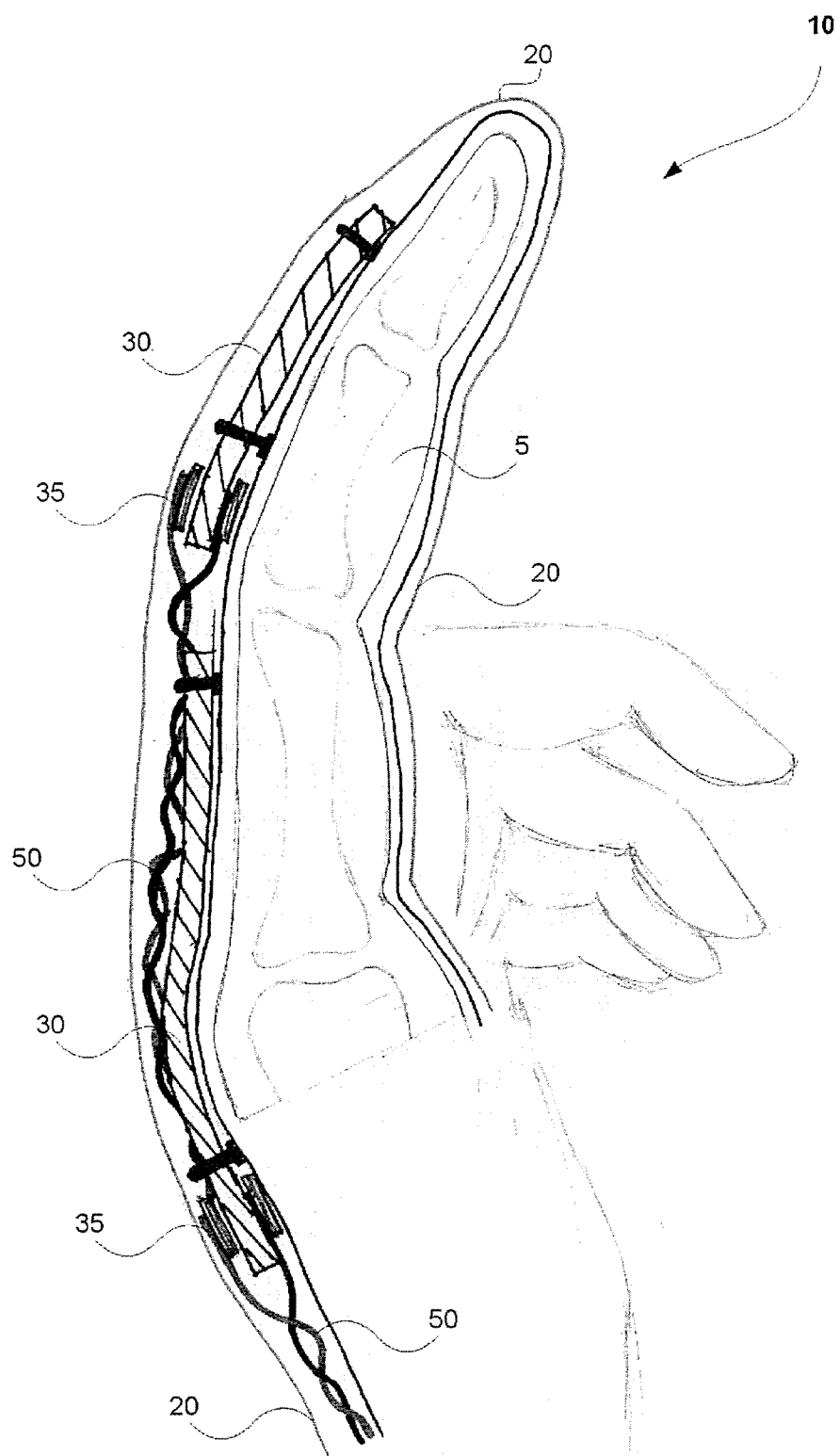


图 4

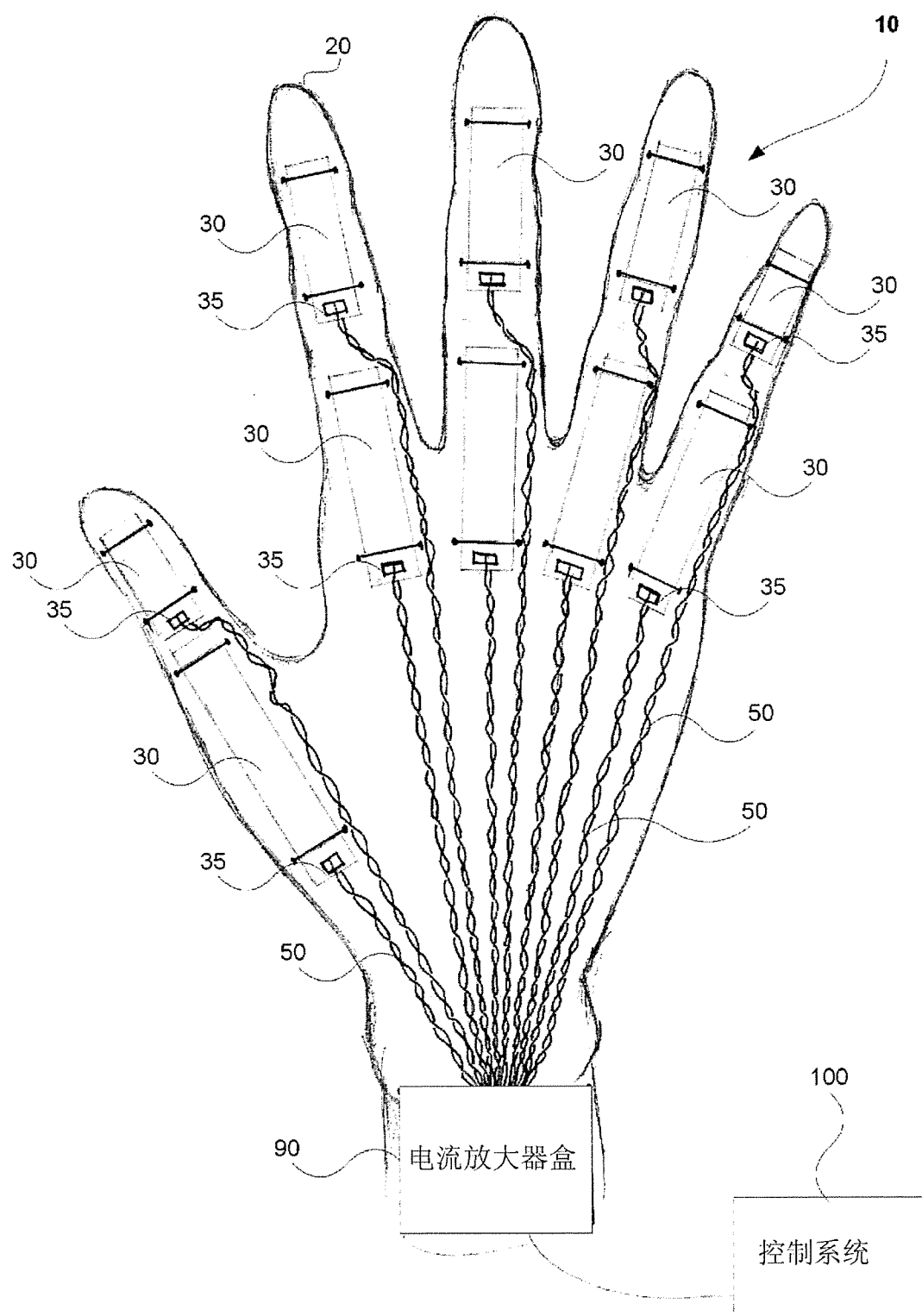


图 5

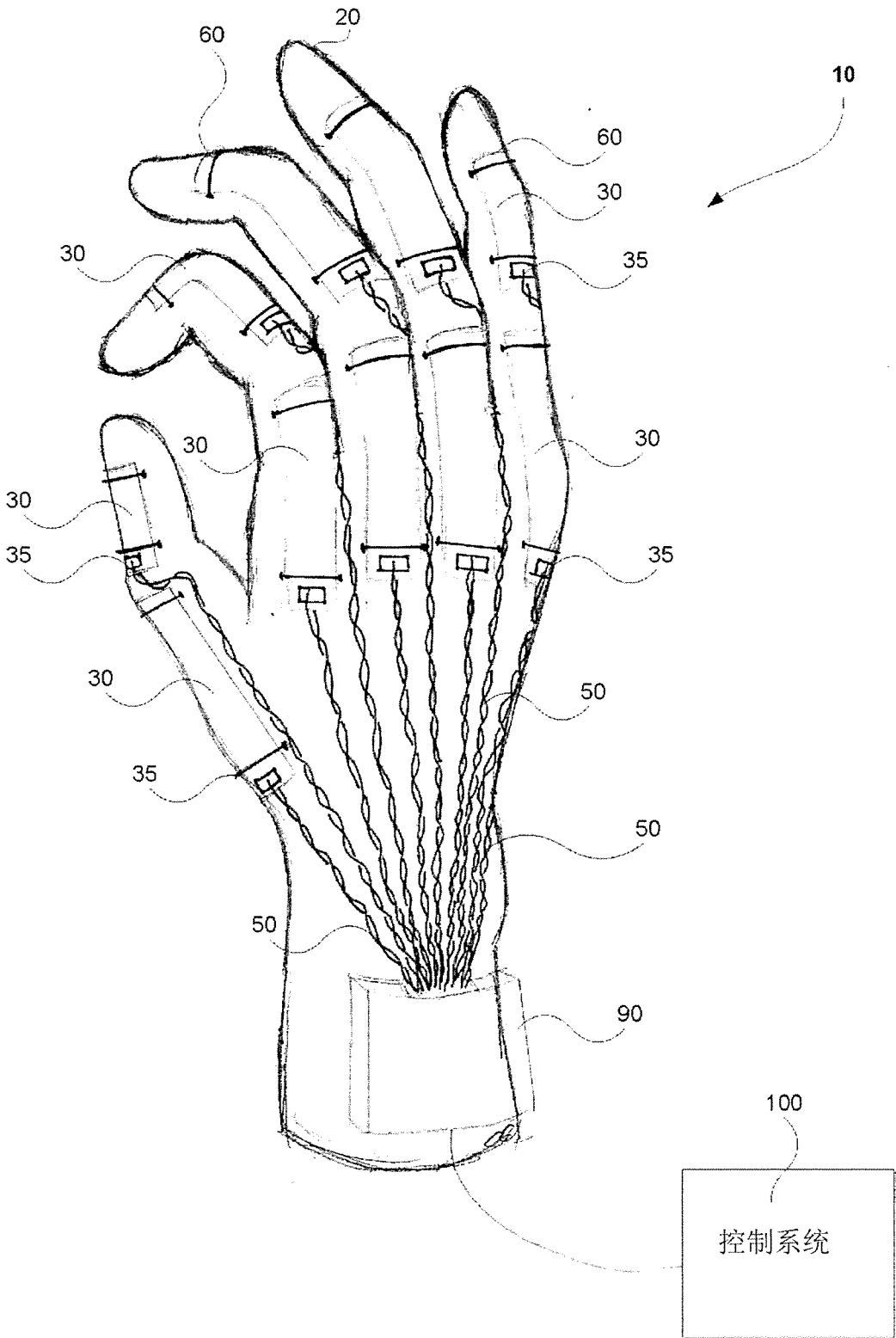


图 6