



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201993187 U

(45) 授权公告日 2011. 09. 28

(21) 申请号 201120057087. 8

(22) 申请日 2011. 03. 07

(73) 专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市屯溪路 193 号

(72) 发明人 黄英 张玉刚 仇怀利 赵兴

陆伟 刘平

(74) 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有  
限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51) Int. Cl.

G01L 1/18(2006. 01)

G01L 1/20(2006. 01)

G01K 7/22(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

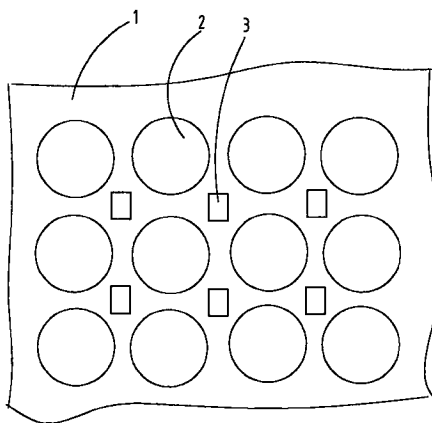
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

多功能柔性触觉传感器

(57) 摘要

本实用新型公开了一种多功能柔性触觉传感器,其特征是以柔性聚酰亚胺电路板为基底,在所述基底上分别设置三维力传感单元阵列和温度传感单元阵列,三维力传感单元阵列中各三维力传感单元和温度传感单元阵列中各温度传感单元相互间隔排布;并且各温度传感单元的表面高度低于各三维力传感单元的表面高度,形成整体呈凹凸面的分布形式。本实用新型是一种表面适应性好、三维力测量可靠性高、力学和温度信息交叉干扰小的全柔性多功能触觉传感器。



1. 一种多功能柔性触觉传感器,其特征是以柔性聚酰亚胺电路板(1)为基底,在所述基底上分别设置三维力传感单元阵列和温度传感单元阵列,所述三维力传感单元阵列中各三维力传感单元(2)和温度传感单元阵列中各温度传感单元(3)相互间隔排布;并且所述各温度传感单元(3)的表面高度低于各三维力传感单元(2)的表面高度,形成整体呈凹凸面的分布形式。

2. 根据权利要求1所述的多功能柔性触觉传感器,其特征是所述三维力传感单元(2)是以炭黑填充硅橡胶作为压力敏感材料,所述温度传感单元(3)是以碳纤维填充硅橡胶作为温度敏感材料。

3. 根据权利要求1或2所述的多功能柔性触觉传感器,其特征是所述温度传感单元采用叉指电极,所述三维力传感单元(2)设置为四扇面电极,所述四扇面电极是以公共电极(51)为中心,四个大小和形状均相同的扇面电极(52)在公共电极(51)的外围互成 $90^{\circ}$ ,并与公共电极(51)同心,四个扇面电极(52)各自独立设置信号引出线。

## 多功能柔性触觉传感器

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于传感技术领域,更具体地说是一种应用于机器人的多功能柔性触觉传感器。

### 背景技术

[0002] 触觉是生物体与外界物体直接接触时的重要感觉,通过触觉可获知目标物体的多种物理信息,如接触力的大小、柔软性、硬度、弹性、粗糙度、温度和湿度等多种感觉信息。触觉传感器是智能机器人感知外部各种信息的重要手段。多功能触觉传感器拥有多种传感器和多信息处理技术,以便获得比单一传感器更多的触觉信息。随着机器人开始进入人类的日常生活,会要求其具有与人类一样的多种感知能力,研究安全自然的机器人多功能触觉传感器就显得尤为重要。特别是对有迫切需求的仿生和服务机器人来说,要求机器人配备足够柔软的高精度、高分辨率、且能任意分布的多功能触觉传感器阵列,使机器人能够准确地感知压力、温度等触觉信息,实现安全和灵巧的人类与机器人的互动。具有柔性化和多触觉信息检测的传感器在许多接触测量场合,如人体健康、体育训练、康复医疗、生物力学、娱乐和安全等诸多领域均有广泛应用前景。

[0003] 实现多种检测功能的柔性触觉传感器是目前国际上研究的热点。其实现的途径大多是利用各种刚性的触觉敏感元件,依赖柔性的组织结构组合而成,或利用柔性材料作为传递触觉信息的媒介。台湾大学的 Y. -J. Yang 等给出了一种  $32 \times 32$  温度 / 触觉传感器阵列的制作方法及应用,温度传感单元采用微电子技术制作的,不同类型传感单元布置在电路基板的正反面,传感器触觉单元可以实现单维力的测量。美国伊利诺斯州大学 Jonathan Engel 等人利用微电子机械系统 (MEMS) 制作工艺,将识别材质、温度、力和硬度等材料特性的独立传感器件分布在聚合物内部,制备可识别物体性能的柔性多功能触觉敏感系统。

[0004] 分析国内外研究状况可知,目前的研究在多功能触觉传感器的柔软性和多信息检测的兼容性及检测信息的稳定性方面尚存在一定的问题。利用微电子技术制作的硅压阻、硅温度等敏感单元含有极易破碎的硅膜片,即使植入到聚合物的保护层内,也不能保证在机器人和操作物体之间的可靠性,表面适应性较差,使得触觉传感器在柔性化和连续、大面积的测量压力和温度信息上受到一定的限制。从国内外研究状况可知,目前尚无检测温度和三维力的柔性多功能触觉传感器的相关报道。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型是为避免上述现有技术所存在的不足之处,提供一种表面适应性好、三维力测量可靠性高、力学和温度信息交叉干扰小的全柔性多功能柔性触觉传感器。

[0006] 本实用新型为解决技术问题采用如下技术方案:

[0007] 本实用新型多功能柔性触觉传感器的结构特点是以柔性聚酰亚胺电路板为基底,在所述基底上分别设置三维力传感单元阵列和温度传感单元阵列,所述三维力传感单元阵列中各三维力传感单元和温度传感单元阵列中各温度传感单元相互间隔排布;并且所述各

温度传感单元的表面高度低于各三维力传感单元的表面高度,形成整体呈凹凸面的分布形式。

[0008] 本实用新型多功能柔性触觉传感器的结构特点也在于:

[0009] 所述三维力传感单元是以炭黑填充硅橡胶作为压力敏感材料,所述温度传感单元是以碳纤维填充硅橡胶作为温度敏感材料。

[0010] 所述温度传感单元采用叉指电极,所述三维力传感单元设置为四扇面电极,所述四扇面电极是以公共电极为中心,四个大小和形状均相同的扇面电极在公共电极的外围互成  $90^\circ$ ,并与公共电极同心,四个扇面电极各自独立设置信号引出线。

[0011] 与已有技术相比,本实用新型有益效果体现在:

[0012] 1、本实用新型在同一片基底上共同设置三维力传感单元阵列和温度传感单元阵列,使得传感器能同时实现三维力的传感和温度传感,实现触觉传感器多种功能;

[0013] 2、本实用新型中传感器阵列不同功能单元的高度不同,可以大幅度减小温度和三维力信息的交叉干扰,提高温度测量的准确性;

[0014] 3、本实用新型中的基底、压力敏感材料和温度敏感材料均为弹性材料,允许传感器阵列实现弯曲变形,使整个触觉传感器能够很好地应用在各种曲面中;

[0015] 4、本实用新型中三维力传感单元设置为四扇面电极,其相对于三扇面电极具有更好的平面对称性和更多的取样电阻分量,可以有效提高三维力信息的测量精度及稳定性。

#### 附图说明

[0016] 图 1 为本实用新型平面分布示意图;

[0017] 图 2 为本实用新型结构示意图;

[0018] 图 3(a) 为本实用新型三维力传感单元电极结构示意图;

[0019] 图 3(b) 为本实用新型三维力传感单元等效电阻示意图;

[0020] 图 4(a) 为本实用新型温度传感单元电极结构示意图;

[0021] 图 4(b) 为本实用新型温度传感单元等效电阻示意图。

#### 具体实施方式

[0022] 参见图 1、图 2,本实施例是以柔性聚酰亚胺电路板为基底 1,在基底 1 上分别设置三维力传感单元阵列和温度传感单元阵列,三维力传感单元阵列中各三维力传感单元 2 和温度传感单元阵列中各温度传感单元 3 相互间隔排布;并且各温度传感单元 3 的表面高度低于各三维力传感单元 2 的表面高度,形成整体呈凹凸面的分布形式。

[0023] 具体实施中,三维力传感单元 2 是以炭黑填充硅橡胶作为压力敏感材料,设置为圆片状柔性压敏导电橡胶;温度传感单元 3 是以碳纤维填充硅橡胶作为温度敏感材料,设置为长方形温敏导电橡胶。这两种材料在《功能材料》2010 年第二期,赵兴、黄英等人所发表的“用于复合式柔性触觉传感器的导电复合材料研究”一文中已有公开报导。

[0024] 图 2 所示,在结构上,作为基底 1 的柔性聚酰亚胺电路板、作为敏感材料的各单元导电橡胶以及位于基底和导电橡胶之间的各单元电极组成结构紧密的整体。三维力传感单元的表面高度为 1.7mm,温度传感单元的表面高度为 0.6mm。

[0025] 图 4(a) 和图 4(b) 所示,温度传感单元采用叉指电极 4,温度的变化会带来敏感单

元电阻 R5、R6、R7 和 R8 的变化,通过对电阻的变化进行检测和补偿,可以得到所需的温度信息。

[0026] 图 3(a) 和图 3(b) 所示,三维力传感单元 2 设置为四扇面电极 5,四扇面电极是以公共电极 51 为中心,四个大小和形状均相同的扇面电极 52 在公共电极 51 的外围互成  $90^\circ$ ,并与公共电极 51 同心,四个扇面电极 52 各自独立设置信号引出线 a、b、c 和 d,具体制作是在柔性聚酰亚胺印刷电路板上制作四个扇形的导电区域和一个位于中心的圆形导电区域,将柔性压敏导电橡胶粘附于电路板上,四个扇形导电区域与中间的圆形导电区域之间的电阻分别为 R1、R2、R3 和 R4。当三维力作用在柔性压敏导电橡胶表面,由于压敏导电橡胶的压阻效应以及压敏导电橡胶和柔性电路板电极之间的表面电阻效应,四个等效电阻 R1、R2、R3 和 R4 的阻值将发生相应的变化,通过电路对电阻的变化进行检测,再经过矩阵运算处理,得到其包含的三维力  $F_x$ 、 $F_y$  和  $F_z$  的信息。

[0027] 本实用新型多功能柔性触觉传感器的制作工艺为:

[0028] 首先采用标准柔性电路板制作技术制作柔性聚酰亚胺电路板;

[0029] 再采用丝网印刷技术在柔性聚酰亚胺电路板上制作三维力敏感单元电极以及温度敏感单元电极;

[0030] 最后在室温下采用溶液共混工艺分别制作柔性压敏导电橡胶的混合溶液和温度敏感导电橡胶的混合溶液;将混合溶液倒入模具,室温下固化成型即成。

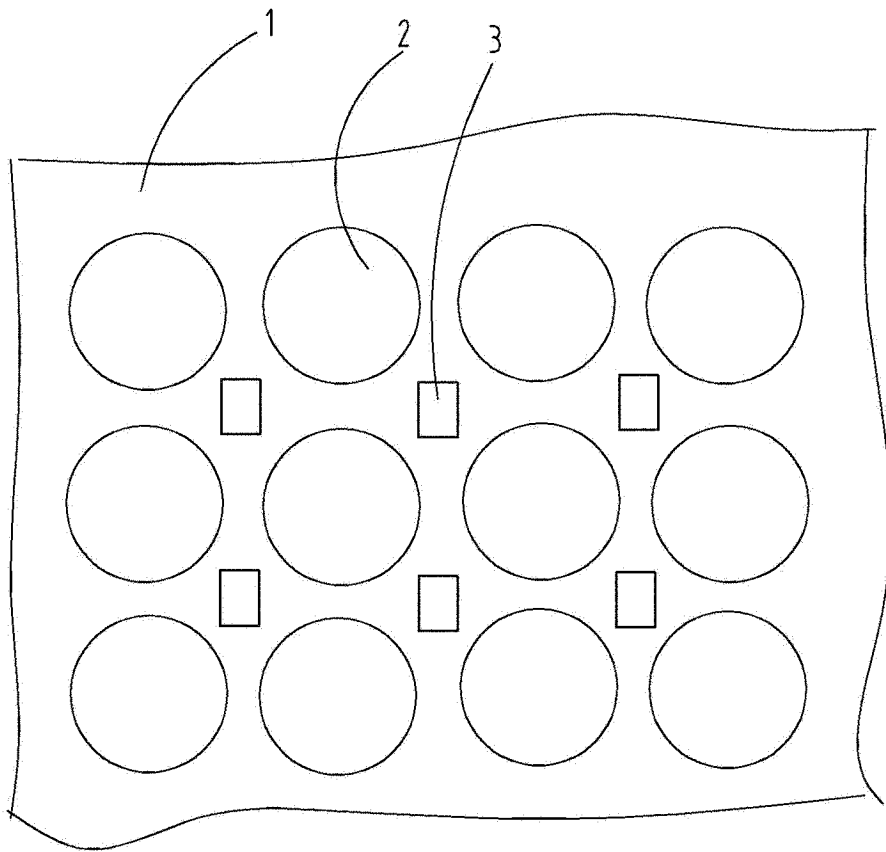


图 1

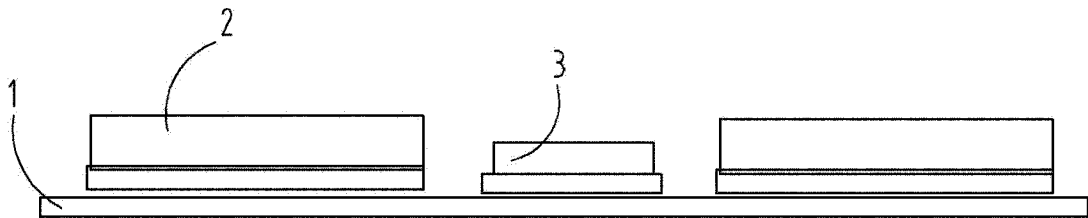


图 2

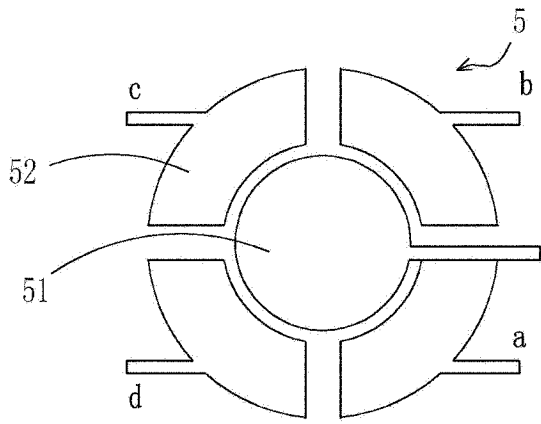


图 3(a)

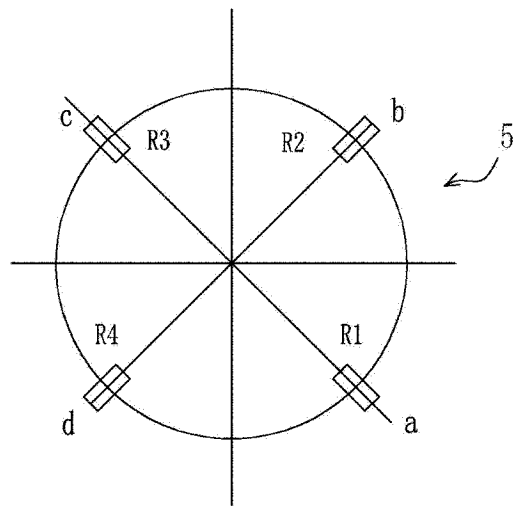


图 3(b)

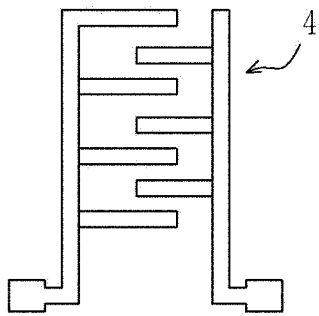


图 4(a)

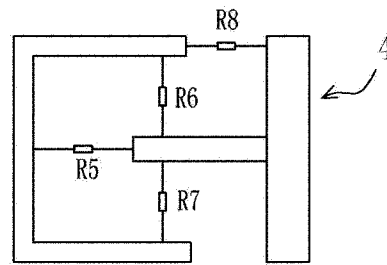


图 4(b)