

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01L 1/20 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810019021.2

[43] 公开日 2008年7月9日

[11] 公开号 CN 101216359A

[22] 申请日 2008.1.9

[21] 申请号 200810019021.2

[71] 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市御道街 29 号

[72] 发明人 姚 裕 吕长魁 吴洪涛

[74] 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所  
代理人 柏尚春

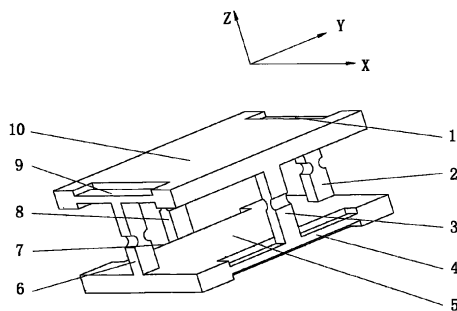
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

## [54] 发明名称

框架式解耦六分量传感器及使用方法

## [57] 摘要

本发明涉及框架式解耦六分量传感器及使用方法，属于工业机器人领域。它包括固定平台和浮动平台，其中浮动平台左右两端各设有横向梁，并分别通过一对纵向梁与固定平台相连，组成 T 形梁；固定平台前后两侧也各设有横向梁，并分别通过一对纵向梁与浮动平台相连，组成倒置 T 形梁。它能实现空间六分量力的测量并解耦，同时具有结构简单、体积小、刚度高、灵敏度高、精度高等优点，可用于机器人腕力传感器及风洞天平等领域。



1、一种框架式解耦六分量传感器，其特征在于：包括固定平台（5）和浮动平台（10），其中浮动平台（10）左右两端各设有横向梁（9，1），并分别通过一对纵向梁（6，2）与固定平台相连，组成T形梁；固定平台（5）前后两侧也各设有横向梁（4，7），并分别通过一对纵向梁（3，7）与浮动平台（10）相连，组成倒置T形梁。

2、根据权利要求1所述的六分量传感器，其特征在于所述的四个纵向梁（2、3、6、8）中部设有单轴柔性铰。

3、根据权利要求1或2所述的六分量传感器，其特征在于所述的四个纵向梁（2、3、6、8）分别与四个横向梁（1、4、9、7）相垂直。

4、根据权利要求1或2所述的六分量传感器，其特征在于所述的四个纵向梁（2、3、6、8）分别相对传感器纵向中心剖面对称分布。

5、根据权利要求4所述的六分量传感器，其特征在于所述的四个纵向梁（2、3、6、8）分布在同一圆周。

6、权利要求1所述的框架式解耦六分量传感器的使用方法，其特征在于：

测量X分量时，通过贴于前后两根纵向梁（3，8）下方的根部左右两侧的一共四片应变片（11、12、13、14）组成桥路；

测量Y分量时，通过贴于左右两根纵向梁（6，2）下方的根部前后两侧的一共四片应变片（15、16、17、18）组成桥路；

测量Mz分量时，通过贴于前后两根纵向梁（3，8）下方的根部左右两侧的一共四片应变片（11、12、13、14）组成桥路；

测量My分量时，通过贴于固定平台（5）的前后两根横向梁（4，7）根部的一共四片应变片（19、20、21、22）组成桥路；

测量Mx分量时，通过贴于浮动平台（10）的左右两根横向梁（9，1）根部的一共四片应变片（23、24、25、26）组成桥路；

测量  $Z$  分量时, 通过贴于固定平台 (5) 的前后两根横向梁 (4, 7) 根部的二片应变片 (19、21) 及贴于浮动平台 (10) 的左右两根横向梁 (9, 1) 根部的二片应变片 (23、25) 组成桥路;

其中定义自后向前为  $X$  正方向, 自左向右为  $Y$  正方向, 自下向上为  $Z$  正方向。

## 框架式解耦六分量传感器及使用方法

### 技术领域

本发明属于工业机器人领域，特别涉及一种六分量传感器。

### 背景技术

自从20世纪70年代以来，随着机器人关节用六维力传感器成为国内外学者研究的热点课题，发明了多种结构形式的应变式六维力传感器，不断地推动了力传感器的发展，并在风洞测力、采矿业等领域广泛应用。迄今为止，国内、外学者提出了多种结构形式的六维力传感器结构，如美国人提出的三根垂直筋作为变形元件的整体六维力传感器，斯坦福研究所设计的筒形六维力传感器，德国设计了双环行六维力传感器，比利时以色列同时研制出一种四垂直筋结构六维力传感器，以及光电式六维力传感器和双十字交叉式六维力传感器，十字结构六维力传感器，双头形六维力传感器，三维交叉结构梁六维力传感器等。在国内，华中理工大学设计了一种非径向三梁结构六维力传感器，东南大学研究了一种新型车轮六维力传感器，哈尔滨工业大学设计了一种八垂直筋结构六维力传感器，中科院合肥智能所开发了十字结构六维力传感器。以上的传感器或多或少的存在结构复杂、干扰大、灵敏度低、刚度小等缺点，并普遍存在刚度与灵敏度矛盾难以兼顾。

### 发明内容

本发明的目的在于提供一种整体框架式解耦六分量传感器及使用方法。该传感器能够解耦，并将输出信号增大。

一种框架式解耦六分量传感器，其特征在于：包括固定平台和浮动平台，其中浮动平台左右两端各设有横向梁，并分别通过一对纵向梁与固定平台相连，组成T形梁；固定平台前后两侧也各设有横向梁，并分别通过一对纵向梁与浮动平台相连，组成倒置T形梁。

上述的框架式解耦六分量传感器的使用方法，其特征在于：

测量 X 分量时,通过贴于前后两根纵向梁下方的根部左右两侧的一共四片应变片组成桥路;

测量 Y 分量时,通过贴于左右两根纵向梁下方的根部前后两侧的一共四片应变片组成桥路;

测量  $M_z$  分量时,通过贴于前后两根纵向梁下方的根部左右两侧的一共四片应变片组成桥路;

测量  $M_y$  分量时,通过贴于固定平台的前后两根横向梁根部的一共四片应变片组成桥路;

测量  $M_x$  分量时,通过贴于浮动平台的左右两根横向梁根部的一共四片应变片组成桥路;

测量 Z 分量时,通过贴于固定平台的前后两根横向梁根部的二片应变片及贴于浮动平台的左右两根横向梁根部的二片应变片组成桥路;

其中定义自后向前为 X 正方向,自左向右为 Y 正方向,自下向上为 Z 正方向。

本发明具有如下优点:

### 1、结构简单

传感器由上、下平台通过四对 T 形梁连接为整体,结构简单、紧凑,易于贴片,具有对称性好,便于机械加工和微型化,降低了成本。

### 2、应变变形比大

倒置 T 形梁和纵向梁的单轴柔性铰充分利用材料拉压强度大于弯曲强度的优点,使传感器在工作时,在测量分量方向承受的力远大于非测量方向产生的力,机械分解产生的干扰更小,从而在测量方向的应变变形比大。

### 3、解耦

该传感器首先利用一对 T 形梁和一对倒置 T 形梁结构进行机械分解,最后应用对称组桥方式完成各分量的输出信号不受非测量分量信号的干扰,实现维间解耦。如果所述的四个纵向梁中部设有单轴柔性铰,则可利用单轴柔性铰进一步减小各分量间的干扰。

#### 4、应变片数量少

通常传感器每个分量的桥路为四个应变片，六个分量为 24 片，而该传感器纵向力和力矩的测量不需另外贴片，可通过测量横向力和力矩桥路的应变片复合组桥形成，只需 16 个应变片即可实现六分量测量，减小了由于应变片粘贴位置误差带来的干扰。

#### 附图说明

图 1 为一种框架式解耦六分量传感器的结构示意图；

图中标号名称：1、横向梁，2、纵向梁，3、纵向梁，4、横向梁，5、固定平台，6、纵向梁，7、横向梁，8、纵向梁，9、横向梁，10、浮动平台，11-26、应变片。

#### 具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步详细说明

图 1 为本发明的总体结构示意图，该传感器由浮动平台 10、固定平台 5、四个设有单轴柔性铰的纵向梁 2、3、6、8，和四个横向梁 1、4、7、9 构成，其中纵向梁 2、6 及位于浮动平台 10 的横向梁 1、9 组成一对 T 形梁，纵向梁 3、8 及位于固定平台 5 的横向梁 4、7 组成一对倒置 T 形梁，T 形梁与倒置 T 形梁将浮动平台 10 与固定平台 5 连接成整体。

该传感器工作中，当承受 X 分量外力时，纵向梁 2、6 刚度远大于纵向梁 3、8，承受 Y 分量外力时，纵向梁 3、8 刚度远大于纵向梁 2、6。

图 2 为本发明的 X、Y、Mz 分量贴片示意图，其中应变片 11、12、13、14 组成 X 分量桥路，应变片 15、16、17、18 组成 Y 分量桥路，应变片 11、14、12、13 组成 Mz 分量桥路。

图 3 为本发明的 My 分量贴片示意图，应变片 19、20、21、22 组成 My 分量桥路。

图 4 为本发明的 Mx 分量贴片示意图，应变片 23、24、25、26 组成 Mx 分量

桥路。

当传感器受 Z 向载荷时，可用应变片 19、21、23、25 组成桥路。上述的组桥方法可实现某分量测量时，对其它分量的干扰为零。

该框架式解耦六分量传感器在继承已有传感器优点的基础上，进一步实施机械分解及电分解，实现维间解耦，同时具有结构简单、成本低、精度高、刚度大、固有频率高、灵敏度高、应变片数量少等优点，可广泛用于机器人腕力、采矿业、风洞测力、电梯缆绳张力等领域的力测量。

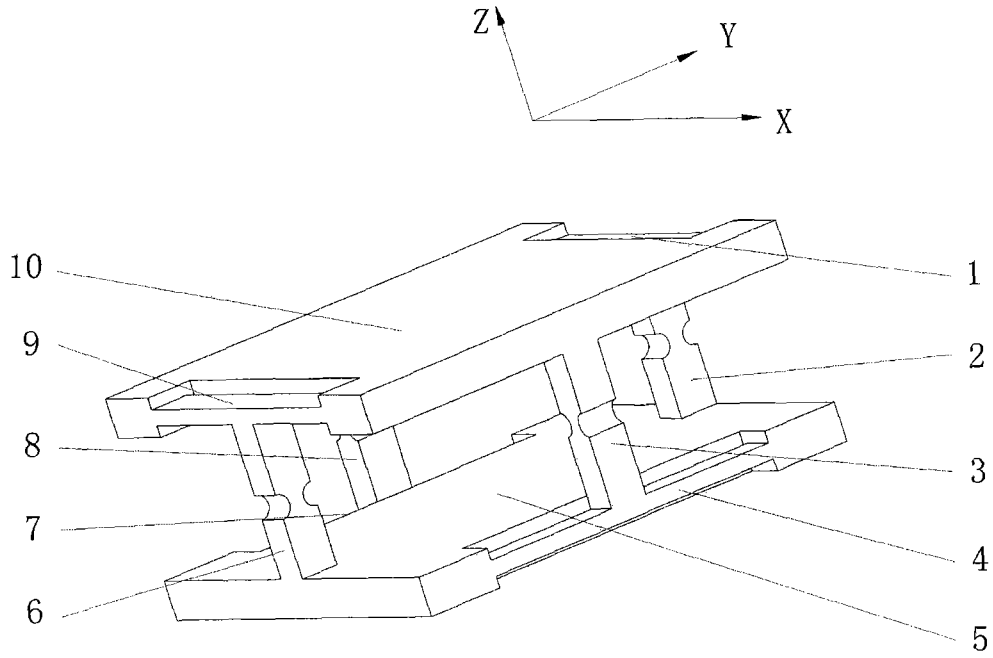


图 1

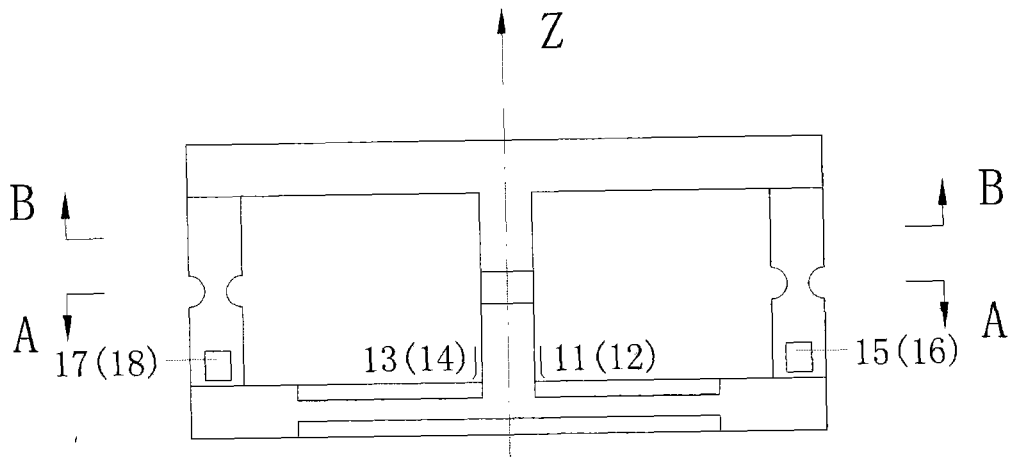


图 2



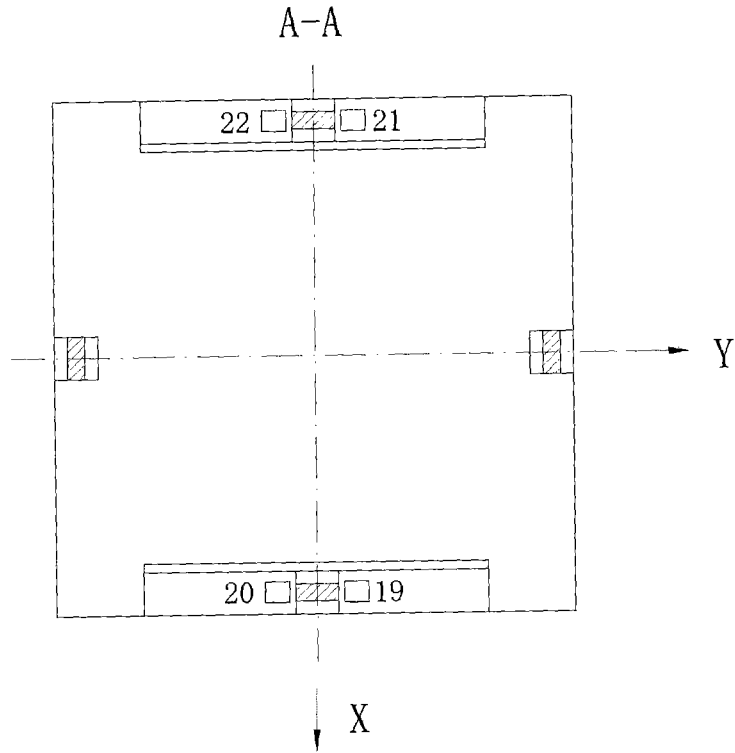


图 3

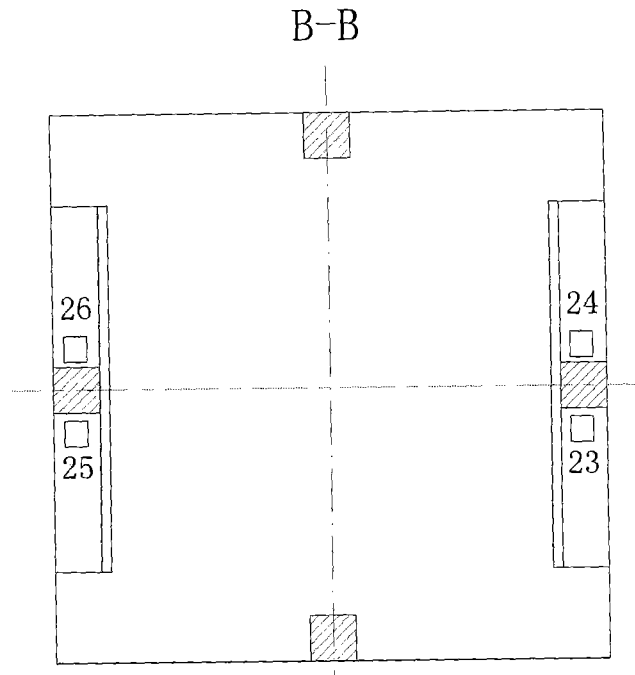


图 4