



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101197197 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200710307716.6

11 行 - 第 3 页第 5 行, 第 4 页第 14 行.

(22) 申请日 2007.12.26

US 2002089657 A1, 2002.07.11, 全文.

(73) 专利权人 西安交通大学

审查员 常青

地址 710049 陕西省西安市咸宁路 28 号

(72) 发明人 杨川 张志 王光亮 赵强

杨必胜

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 张震国

(51) Int. Cl.

G12B 5/00(2006.01)

G12B 9/10(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1202937 C, 2005.05.25, 摘要、说明书第 4 页第 1 - 3 段.

CN 1963374 A, 2007.05.16, 说明书第 2 页第

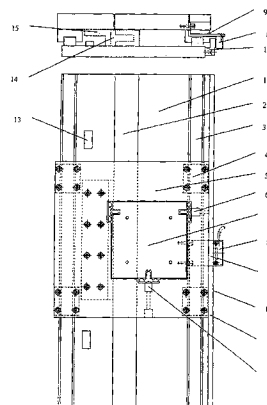
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

大运动范围宏微双重驱动定位平台

(57) 摘要

大运动范围宏微双重驱动定位平台, 本发明下平台基座配有两平行导轨, 上平台基座通过滚动导轨副安装在下平台的两平行导轨上, 上平台基座通过线切割加工成柔性铰链支撑的微动工作台, 直线电机定子固定于下平台基座上, 直线电机动子的连接架与上平台基座固定, 在下平台基座的一侧安装有光栅尺, 光栅尺通过固定架固定在下平台基座上, 与光栅尺相配合的光栅尺读数头通过连接架与微动工作台固定。本发明的粗动台完成大范围高速运动, 定位精度在微米级; 微动台对粗动工作台进行定位误差及转角误差进行补偿, 使定位精度达到纳米精度。



1. 大运动范围宏微双重驱动定位平台,包括下平台基座(1)以及设置在下平台基座(1)上的上平台基座(5),其特征在于:上平台基座(5)上经线切割加工有微动工作平台(7),下平台基座(1)的两侧设置有平行导轨(3),上平台基座(5)通过滚动导轨副(4)安装在平行导轨(3)上,直线电机定子(2)固定于下平台基座(1)上,直线电机定子(14)通过直线电机定子连接架(15)与上平台基座(5)相连,在下平台基座(1)的一侧安装有光栅尺(10),与光栅尺(10)相配合的光栅尺读数头(8)通过连接架(9)与微动工作平台(7)相连,微动工作平台(7)的四周开有框形直通槽,微动工作平台(7)上还开设有安装Y向压电驱动器(6)、X向压电驱动器(12)的Y向压电驱动器定位槽(17)和X向压电驱动器定位槽(23),且在微动工作平台(7)还开设有安装承载平台的固定螺孔(25)。

2. 根据权利要求1所述的大运动范围宏微双重驱动定位平台,其特征在于:所说的下平台基座(1)上还设置有光栅尺固定架(11),光栅尺(10)通过光栅尺固定架(11)固定在下平台基座(1)上。

3. 根据权利要求1所述的大运动范围宏微双重驱动定位平台,其特征在于:所说的下平台基座(1)还设置有两个起限位保护作用的机械限位装置(13)。

4. 根据权利要求1所述的大运动范围宏微双重驱动定位平台,其特征在于:所说的上平台基座(5)上有开设有直线电机定子固定沉孔(26)和导轨副沉孔(16),直线电机定子连接架(15)及滚动导轨副(4)分别通过直线电机定子固定沉孔(26)和导轨副沉孔(16)与上平台基座(5)相连。

5. 根据权利要求1所述的大运动范围宏微双重驱动定位平台,其特征在于:所说的微动工作平台(7)四周开设的框形直通槽的宽度为2mm。

6. 根据权利要求1所述的大运动范围宏微双重驱动定位平台,其特征在于:所说的Y向压电驱动器(6)位于第一前挡块(27)和第一后挡块(28)之间,X向压电驱动器(12)位于第二前挡块(27)和第二后挡块(28)之间,所述的第一、二前挡块(27)均为圆弧结构,第一前挡块

(27)与Y向压电驱动器定位槽(17)中的圆弧相切起到定位作用,第二前挡块(27)与X向压电驱动器定位槽(23)中的圆弧相切起到定位作用,Y向、X向压电驱动器预紧螺孔(18、24)中的螺钉顶在第一、二后挡块(28)上固定预紧。

7. 根据权利要求1所述的大运动范围宏微双重驱动定位平台,其特征在于:所说的X向上,微动工作平台(7)上开设有柔性铰链机构,该柔性铰链机构包括五个柔性铰链(21)和三个柔性铰链臂(22)。

8. 根据权利要求1所述的大运动范围宏微双重驱动定位平台,其特征在于:所说的Y向上,微动工作平台(7)上开有的两个对称的柔性铰链机构,每个柔性铰链机构包括六个柔性铰链(20)和三个柔性铰链臂(19)。

大运动范围宏微双重驱动定位平台

技术领域

[0001] 本发明涉及一种大运动范围高速超精密定位装置,具体涉及一种大运动范围宏微双重驱动定位平台。

背景技术

[0002] 高速和高精度的超精密工作台系统在现代尖端工业生产和科学研究领域占有极其重要的地位。随着集成电路(IC)制造、微型机械电子系统(MEMS)、精密测试系统和精密加工等领域的快速发展,迫切需要能够进行大运动范围、高精度、高速定位的装置。从国际上IC加工所用圆晶片尺寸及加工线宽尺度的发展状况看,超大规模集成电路(VLSI)的线宽已进入了 $0.1\mu\text{m}$ 范围,加工的圆晶尺寸已达到 300mm 。现在特征尺度 90nm 的IC将达到量产,未来几年内采用 65nm 工艺的加工方式将获得极大的发展。这些领域一般要求定位范围在几十至上百毫米、定位精度在纳米级、定位速度在米/秒。但目前存在的问题是:传统采用旋转电机和滚珠丝杠传动的工作台系统,虽然能够达到大范围的运动行程,但其定位精度仅能达到微米或亚微米级。在旋转电机和滚珠丝杠的定位装置中,滚珠丝杠是一种细而长的非刚性传动元件,扭转刚度低,且运动速度增大时,滚珠丝杠转动惯量增大、机械摩擦磨损严重,使得传动误差增大。这种机构难以实现高速运动;采用压电陶瓷驱动和柔性铰链支撑的微位移运动平台虽然精度能够达到纳米级,但其行程小,一般只能达到几十微米至上百微米;采用伺服马达、压电尺驱动的运动平台系统虽然可以达到大行程,高分辨率的运动性能,但其运动速度太低。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提出一种具有大运动范围、高速定位、高精度、宽平台的特点的大运动范围宏微双重定位平台。

[0004] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:包括下平台基座以及设置在下平台基座上的上平台基座,上平台基座上经线切割加工有微动工作平台,下平台基座的两侧设置有平行导轨,上平台基座通过滚动导轨副安装在平行导轨上,直线电机定子固定于下平台基座上,直线电机定子通过直线电机定子连接架与上平台基座相连,在下平台基座的一侧安装有光栅尺,与光栅尺相配合的光栅尺读数头通过连接架与微动工作平台相连,微动工作平台的四周开有框形直通槽,微动工作平台上还开设有安装Y向压电驱动器、X向压电驱动器的Y向压电驱动器定位槽和X向压电驱动器定位槽,且在微动工作平台还开设有安装承载平台的固定螺孔。

[0005] 本发明的下平台基座上还设置有光栅尺固定架,光栅尺通过光栅尺固定架固定在下平台基座上;下平台基座还设置有两个起限位保护作用的机械限位装置;所说的上平台基座上有开设有直线电机定子固定沉孔和导轨副沉孔,直线电机定子连接架及滚动导轨副分别通过直线电机定子固定沉孔和导轨副沉孔与上平台基座相连;微动工作平台四周开设的框形直通槽的宽度为 2mm ;Y向压电驱动器位于第一前档块和第一后挡块之间,X向压电

驱动器位于第二前挡块和第二后挡块之间,所述的第一、二前挡块均为圆弧结构,第一前挡块与 Y 向压电驱动器定位槽中的圆弧相切起到定位作用,第二前挡块与 X 向压电驱动器定位槽中的圆弧相切起到定位作用, Y 向、X 向压电驱动器预紧螺孔中的螺钉顶在第一、二后挡块上固定预紧; X 向上,微动工作平台上开设有柔性铰链机构,该柔性铰链机构包括五个柔性铰链和三个柔性铰链臂; Y 向上,微动工作平台上开有的两个对称的柔性铰链机构,每个柔性铰链机构包括六个柔性铰链和三个柔性铰链臂。

[0006] 本发明采用粗动台和微动台相结合的方式解决现有高速高精定位系统在行程、精度、速度方面不足的缺点。粗动台完成大范围高速运动,定位精度在微米级;微动台对粗动工作台进行定位误差及转角误差进行补偿,使定位精度达到纳米精度。

附图说明

[0007] 图 1 是本发明的整体结构示意图;

[0008] 图 2 是上平台基座 5 的正面结构示意图;

[0009] 图 3 是压电驱动器在定位槽内的安装结构示意图;

[0010] 图 4 是微动台 7 沿 X 方向上由柔性铰链形成的双平行四杆机构结构图;

[0011] 图 5 是微动台 7 在 Y 方向上由柔性铰链形成的转动机构结构图。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图对本发明的结构原理和工作原理作进一步详细说明。

[0013] 参见图 1,本发明粗动平台采用直线电机直接驱动上平台基座,实现大范围高速运动。粗动平台由下平台基座 1、直线电机定子 2、导轨 3、滚动导轨副 4、上平台基座 5、微动工作台 7、光栅尺读数头 8、连接架 9、光栅尺 10、安装光栅尺的固定架 11、机械限位装置 13、直线电机定子 14、直线电机定子连接架 15 组成;下平台基座 1 配有两平行导轨 3,上平台基座 5 通过滚动导轨副 4 安装在下平台的两平行导轨 3 上,直线电机定子 2 固定于下平台基座 1 上,直线电机定子 14 通过直线电机定子连接架 15 与上平台基座 5 固定,在下平台基座 1 的一侧安装有光栅尺 10,光栅尺 10 通过固定架 11 固定在下平台基座 1 上,与光栅尺 10 相配合的光栅尺读数头 8 通过连接架 9 与微动工作台 7 固定,在下平台基座 1 上固定有两个机械限位装置 13 起到限位保护作用,下平台基座 1 通过螺栓固定在减震平台上;通过运动控制器控制直线电机定子 14 来驱动上平台基座 5 沿导轨作高速直线运动,利用光栅尺 10 测距系统将运动位移信号不断反馈到直线电机的控制接口从而实现粗动运动平台的闭环控制。该系统采用直线电机驱动的特点在于响应速度快、传动刚度高、行程不受限制(本发明设计的行程为 300mm)、结构简单、噪音低等优点。使用精密光栅尺(分辨率为 1nm)测量位移信号,从而构成运动控制闭环系统,保证了粗动平台的定位精度,该粗动台的定位精度为 $1\mu\text{m}$ 。

[0014] 参见图 2,3,4,5,微动平台采用压电驱动器驱动柔性铰链机构平台实现超精密定位。微动平台由上平台基座 5、安装导轨副沉孔 16、微动工作台 7、Y 向压电驱动器定位槽 17、Y 向压电驱动器预紧螺孔 18、Y 向柔性铰链臂 19、Y 向柔性铰链 20、X 向柔性铰链 21、X 向柔性铰链臂 22、X 向压电驱动器定位槽 23、X 向压电驱动器预紧螺孔 24、承载平台固定螺孔 25、直线电机定子固定用沉孔 26、安装压电驱动器前挡块 27、压电驱动器、安装压电驱动

器后挡块 28 组成；上平台基座 5 上有用于安装直线电机定子用的沉孔 26 和安装导轨副沉孔 16，上平台基座 5 通过滚动导轨副 4 安装在下平台的两平行导轨 3 上，微动工作台 7 是在上平台基座 5 上经过线切割加工而成。在微动工作台 7 的四周开有框形直通槽，以形成柔性铰链支撑结构，槽的宽度为 2mm；在 X 向上，微动工作台 7 上开设有安装 X 向压电驱动器 12 的 X 向压电驱动器定位槽 23 和柔性铰链机构，该柔性铰链机构包括五个柔性铰链 21 和三个柔性铰链臂 22，在 Y 向上，微动工作台 7 上开有的两个对称的柔性铰链机构，每个柔性铰链机构包括六个柔性铰链 20 和三个柔性铰链臂 19；这样就在运动方向 X 上微动工作台 7 由柔性铰链和柔性铰链臂形成结构原理如图 4 所示的双平行四杆机构，在垂直运动方向 Y 上微动工作台 7 由柔性铰链形成转动结构（原理如图 5 所示）；X 向压电驱动器定位槽 23 内的压电驱动器 12 提供运动位移方向的位移补偿，Y 向压电驱动器定位槽 17 内的压电驱动器 6 的输出位移使微动工作台 7 产生一个转角，用于补偿微动工作台 7 的转角误差；压电驱动器在定位槽 17/23 中的安放形式如图 4 所示，压电驱动器位于前挡块 27 和后挡块 28 之间，前挡块 27 通过圆弧与定位槽中的圆弧相切起到定位作用，压电驱动器的预紧螺孔 18/24 中的螺钉顶在后挡块 28 上固定预紧；微动工作台 7 上的承载平台固定螺孔 25 用于承载平台的安装。上平台基座 5 根据所要求设计，厚度为 15mm，材料为弹簧钢等高弹性材料。该微动系统采用柔性铰链作为支撑，具有无机械摩擦、无间隙、运动灵敏度高的特点，采用压电陶瓷驱动器作为驱动元件，精密光栅尺（分辨率为 1nm）构成闭环控制，保证了微动系统具有纳米级的定位精度。该微动系统的运动范围为 10 μm，分辨率为 1nm。

[0015] 精密直线光栅尺 10 的贴在与下平台基座 1 相连的固定架 11 上，光栅尺读数头连接架 9 通过螺孔 28 用螺钉与微动工作台 7 固定，光栅尺读数头通过连接架 9 与微动工作台 7 相连。采用精密光栅尺测量宏/微运动平台的位移信号，实现整个定位系统的全闭环位置控制，从而达到大范围、高速、高精度的定位要求。本发明的整体运动范围为 300mm，分辨率为 1nm，运动速度最大为 500mm/s。

[0016] 本发明是在直线电机驱动的工作台（粗动台）进给系统基础上增加一层由压电驱动器和柔性铰链组成的微动工作台，实现进给系统的二次精定位。

[0017] 整个宏/微双重驱动系统的定位过程为：在粗动台运动之前，对 X 向压电驱动器 12 施加电压使微动工作台 7 有一位移，对 Y 向压电驱动器 6 施加电压使微动工作台 7 产生一转角。在粗动台运动过程中，微动工作台 7 不工作，粗动台的运动由计算机控制直线电机定子 14，利用直线电机定子 14 和定子 2 的电磁作用力驱动直线电机定子来实现，把光栅尺读数头 8 测得的位移信号不断反馈到控制系统中，使直线电机的控制构成闭环系统。当定位平台距定位点一定距离时控制其降低速度，在定位平台将要到达定位点时，控制接口发出信号使直线电机停止工作，并通知微动台 7 开始工作，此时，如果工作台超过定位点一段距离，则由光栅尺 8 测得工作台偏离定位点的距离，控制系统控制微动台 7 使 X 向压电陶瓷 12 在原来的基础上缩短相应距离，这样微动台 7 在柔性铰链的弹性作用下往回移动相应距离；如果工作台若未到达定位点，则控制系统控制 X 向压电陶瓷 12 伸长相应距离，以补偿工作台的移动偏差。在微动台工作过程中，其控制也是由光栅尺测量位移信号构成闭环系统。另外，工作台在移动的过程中会产生一定的转角，通过传感器测得转角的大小，控制系统控制 Y 向压电陶瓷 6 伸长或缩短相应距离，使微动台 7 转动一定角度从而补偿工

作台的转角误差。这样,粗动工作台实现大行程、高速度的微米级精度定位,微动台实现粗动台的定位误差的补偿,达到纳米级的定位精度,同时也补偿了工作台的转角误差。

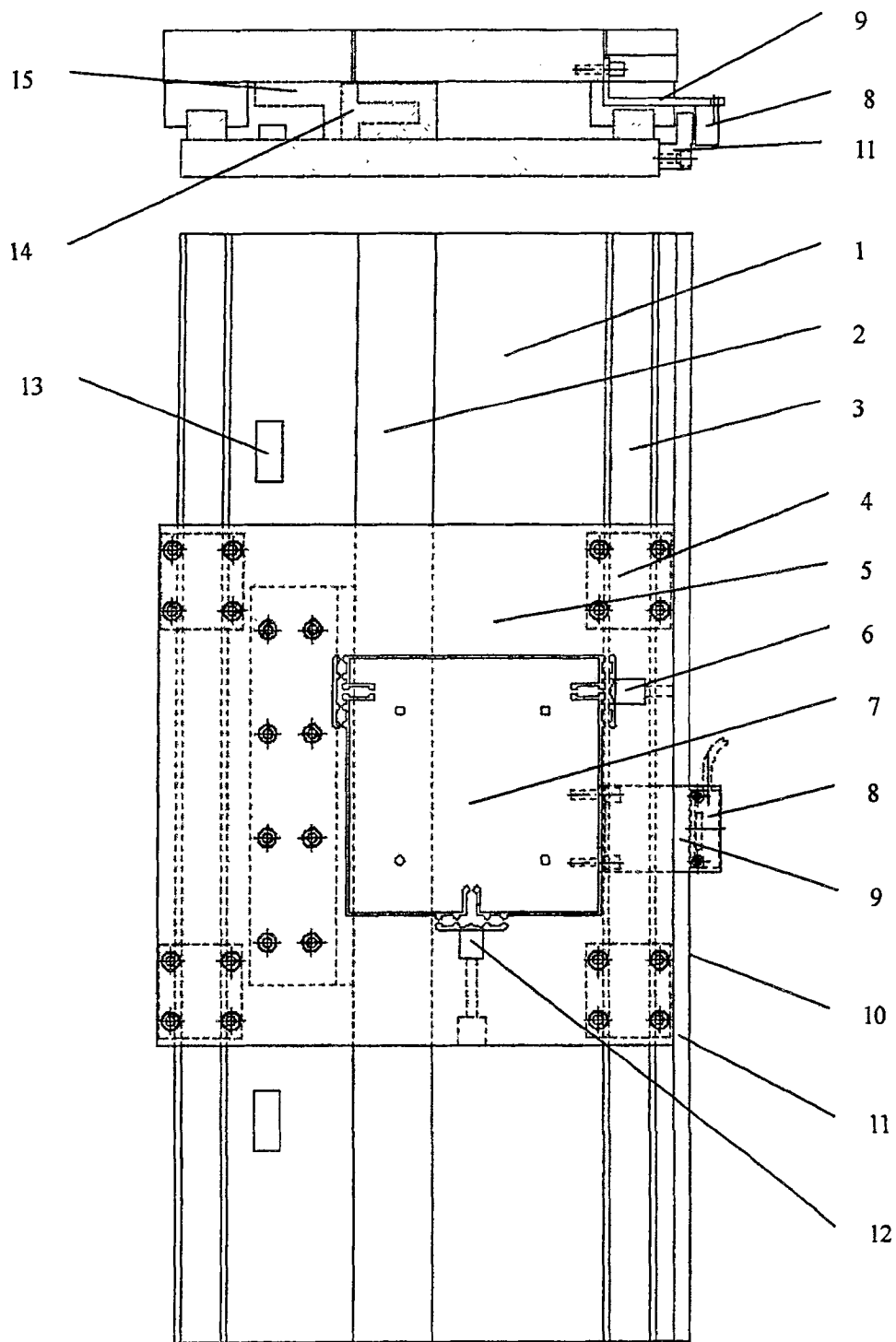


图 1

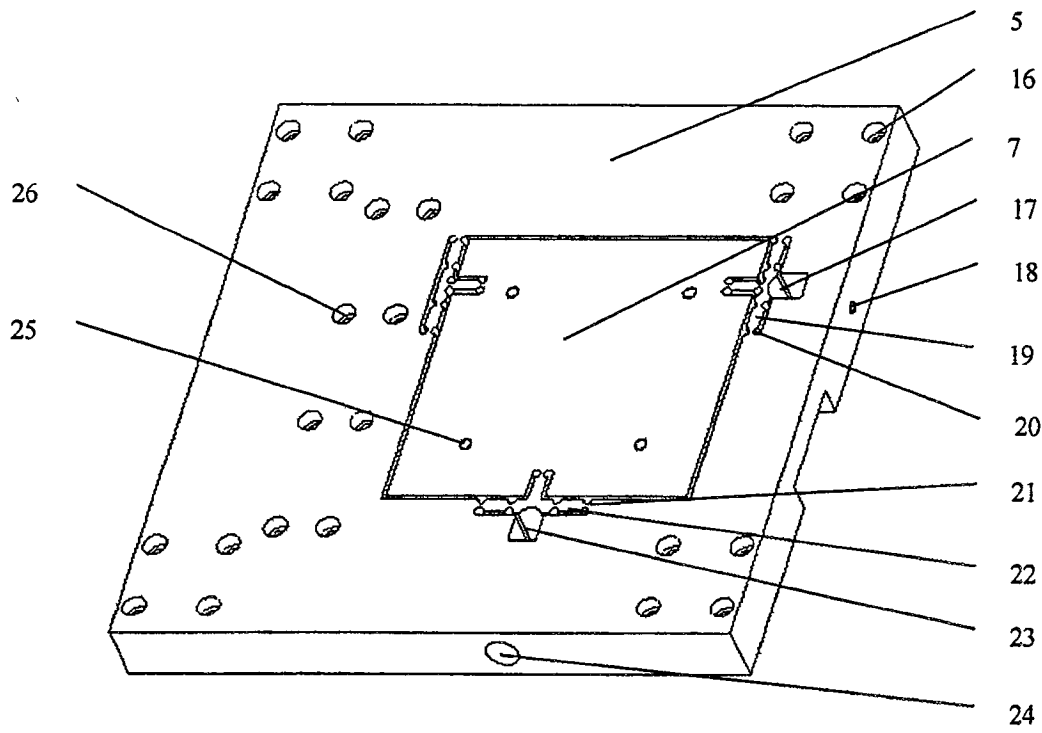


图 2

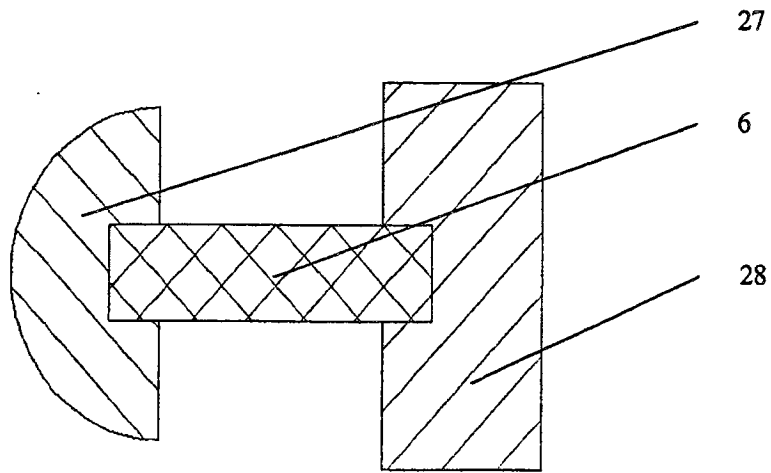


图 3

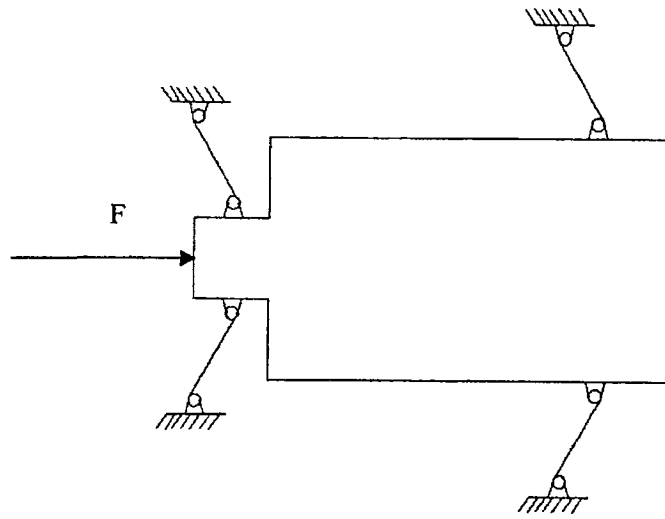


图 4

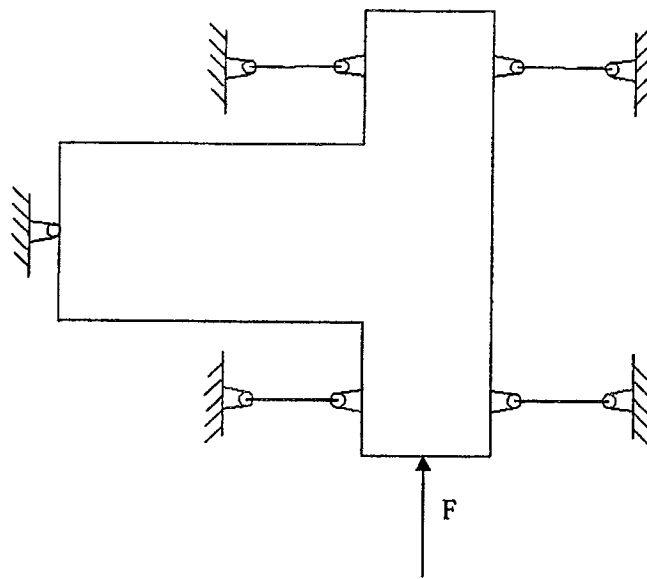


图 5