

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F03G 7/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510079594.0

[45] 授权公告日 2008年6月18日

[11] 授权公告号 CN 100395448C

[22] 申请日 2005.6.23

[21] 申请号 200510079594.0

[73] 专利权人 香港理工大学
地址 香港九龙红磡

[72] 发明人 刘建德 杨继志 黄家强 何允贤

[56] 参考文献

US6684724B2 2004.2.3

CN1571882A 2005.1.26

US2005103008A1 2005.5.19

GB2357555A 2001.6.27

CN2626684Y 2004.7.21

审查员 张 炜

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 张龙哺 郑特强

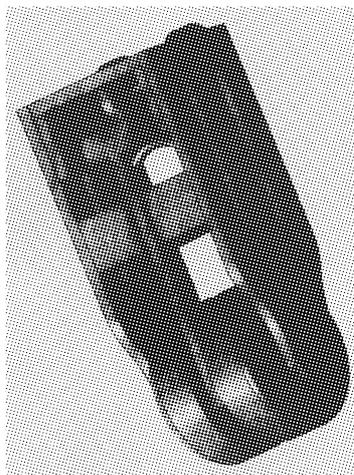
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

[54] 发明名称

通过形状记忆合金进行驱动
的无马达轮子机构

[57] 摘要

一种通过形状记忆合金进行驱动
的无马达轮子机构，包括：主体
框架，其形成一个容置空间；转
动部，设置于主体框架的一侧，
可相对于主体框架转动，并包括
有棘轮(3)；以及移动部，设置
于主体框架的容置空间内，包
括推拉杆(13)和两个 SMA 致
动器(11, 12)，其中，推拉杆
(13)具有一个主体及沿前后方
向纵向延伸的上臂(13A)和下
臂(13B)，在上臂(13A)和下
臂(13B)的自由端分别设置有
与棘轮(3)配合传动的棘爪和
止回棘爪，两个 SMA 致动器
分别设置在主体框架和推拉杆
(13)的主体之间形成的两个空
间内，并可通过交替通电往复
移动推拉杆(13)。该机构结构
简单、体积小，并可产生流畅
连续的运动。



1. 一种通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，包括：

主体框架，其形成一个容置空间；

转动部，设置于所述主体框架的一侧，可相对于所述主体框架转动，并包括有棘轮（3）；以及

移动部，设置于所述主体框架的容置空间内，包括推拉杆（13）和两个 SMA 致动器（11，12），其中，所述推拉杆（13）具有一个主体及沿前后方向纵向延伸的上臂（13A）和下臂（13B），在所述上臂（13A）和下臂（13B）的自由端分别设置有与所述棘轮（3）配合传动的棘爪和止回棘爪，所述的两个 SMA 致动器分别设置在所述主体框架和推拉杆（13）的主体之间形成的两个空间内，并可通过交替通电往复移动所述推拉杆（13）。

2. 如权利要求 1 所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，所述主体框架包括侧板（1）、端板（10）和支撑架（14），其中所述端板（10）与所述支撑架（14）相对设置，并且所述侧板（1）以可调整的方式固定于所述端板（10）和支撑架（14）的侧面，并与所述端板（10）和支撑架（14）形成所述容置空间，所述推拉杆（13）的主体位于所述端板（10）和所述支撑架（14）之间。

3. 如权利要求 2 所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，所述支撑架（14）的顶面和底面分别设置有导槽，所述上臂（13A）和下臂（13B）分别与导槽相配合，并可在导槽内前后滑动。

4. 如权利要求 3 所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，在所述导槽的内侧壁上分别设置沿前后方向纵向延伸的凹槽或导轨，相应地，在所述上臂（13A）和下臂（13B）分别与导槽内侧壁相接触的侧面上，设置能与所述导槽内侧壁的凹槽或导轨滑动配合的导轨或凹槽。

5. 如权利要求 2 所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，在所述支撑架（14）的顶面和底面上形成导轨，在所述上臂（13A）和下臂（13B）与所述支撑架（14）滑动接触的表面形成与所述导轨滑动配合的凹槽。

6. 如权利要求 2 所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，所述转动部通过主动轮轴（4）可转动地设置在所述侧板（1）上，并且在所述棘轮的两侧分别设置主动轮（2）。

7. 如权利要求 2 所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，在所述侧板（10）上还形成有沿前后方向纵向延伸的平行长孔，以供所述支撑架（14）和所述端板（10）中的至少一个进行前后位置的调整。

8. 如权利要求 2 所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，所述侧板（1）与所述支撑架（14）和端板（10）中的任一个一体成形，并且与另一个可调整的固定安装。

9. 如权利要求 1-8 中任一项所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，所述 SMA 致动器（11，12）均为一种形状记忆合金的金属丝，其在装配前被预处理成弧形曲线的线状结构，并且被强迫变形地进行安装。

10. 如权利要求 9 所述的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其特征在于，一个 SMA 致动器（12）的弧形曲线的凸起部顶抵住所述推拉杆（13）主体的一个表面，而另一个 SMA 致动器（11）的弧形曲线的凸起部顶抵住所述推拉杆（13）主体的与该表面相对的另一个表面。

通过形状记忆合金进行驱动力的无马达轮子机构

技术领域

本发明涉及一种微型推进装置的驱动机构，尤其涉及一种通过形状记忆合金进行驱动力的无马达轮子机构。

背景技术

随着现代化工业特别是微型机器人和计算机技术的飞速发展，对体积小、重量轻、大功率的驱动机构的需求可以说是与日剧增。然而传统的推进装置主要通过马达与齿轮箱来驱动轮子进行旋转。传统的电动机驱动机构功率—重量比低，必须安装在远离驱动点的地方，而且电机高速运行后需要有变速齿轮来改变速度，致使传动系统复杂庞大。此外，使用传统的电动机还会使整个产品的尺寸受到限制。

目前，在工业、石油、化工、医疗等领域中，许多操纵对象越来越小，传统的电动机传动已经很难实现对这些控制对象的控制。而在生物医学和航空工业中的许多项目中，已经开始研发分别用于外科手术和空间探险目的的小型推进装置，其使用无马达轮子机构，能够为各种不同的工业和技术领域提供出色的选择，并解决传统电动机所存在的上述问题。

使用无马达轮子机构的一种方式是利用形状记忆合金（Shape Memory Alloy，简称为 SMA）的性能来进行机构的运转，其无需采用传统的电动机，并且可以实现对微小操纵对象的有效控制。顾名思义，SMA 是具有记忆形状能力的功能材料，其具有极高的弹性，并且一般由两种以上金属元素组成。它的独特性在于：在 SMA 发生塑性变形后，经过合适的热过程，其能够恢复到变形前的形状，这种现象叫做形状记忆效应（SME）。再者，由于形状记忆合金能撑起自重 100 倍以上的重量，因此形状记忆合金可以以很小的尺寸产生很大的力，并且没有传统电动机的噪音。因此，形状记忆合金目前已被广泛用于许多领域。

在公开的专利申请 No. US2002/0069941 中，披露了一种形状记忆合金步

进驱动机构。其中的形状记忆合金步进驱动机构通过形状记忆合金元件驱动连接于形状记忆合金元件一端的杠杆，进而驱动设置在杠杆上的棘爪，并带动与该杠杆一起安装在主轴上的棘轮。但是，这种驱动机构的结构和装配都比较复杂，并且其整体体积较大，较难用于某些特定的需要更微小驱动机构的控制中。

发明内容

本发明所要解决的技术问题在于，克服现有技术中形状记忆合金驱动机构结构复杂、体积较大的问题，并利用形状记忆合金的特性构建整体体积更小、并且结构更为简单的驱动机构。

为此，本发明提供一种通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，其通过使用两个形状记忆合金的金属丝（下文称作“致动器”），能够产生轮子连续的旋转运动，而不需要电动马达。

根据本发明的通过形状记忆合金进行驱动的非马达轮子机构，包括：主体框架，其形成一个容置空间；转动部，设置于所述主体框架的一侧，可相对于所述主体框架转动，并包括有棘轮；以及移动部，设置于所述主体框架的容置空间内，包括推拉杆和两个 SMA 致动器，其中，所述推拉杆具有一个主体及沿前后方向纵向延伸的上臂和下臂，在所述上臂和下臂的自由端分别设置有与所述棘轮配合传动的棘爪和止回棘爪，所述的两个 SMA 致动器分别设置在所述主体框架和推拉杆的主体之间形成的两个空间内，并可通过交替通电往复移动所述推拉杆。

在上述的非马达轮子机构中，所述主体框架包括侧板、端板和支撑架，其中所述端板与所述支撑架相对设置，并且所述侧板以可调整的方式固定于所述端板和支撑架的侧面，并与所述端板和支撑架形成所述容置空间，所述推拉杆的主体位于所述端板和所述支撑架之间。

在上述的非马达轮子机构中，所述支撑架的顶面和底面分别设置有导槽，所述上臂和下臂分别与导槽相配合，并可在导槽内前后滑动。

在上述的非马达轮子机构中，在所述导槽的内侧壁上分别设置沿前后方向纵向延伸的凹槽或导轨，相应地，在所述上臂和下臂分别与导槽内侧壁相接触的侧面上，设置能与所述导槽内侧壁的凹槽或导轨滑动配合的导轨或凹

槽。

在上述的无马达轮子机构中，在所述支撑架的顶面和底面上形成导轨，在所述上臂和下臂与所述支撑架滑动接触的表面上形成与所述导轨滑动配合的凹槽。

在上述的无马达轮子机构中，所述转动部通过主动轮轴可转动地设置在所述侧板上，并且在所述棘轮的两侧分别设置主动轮。

在上述的无马达轮子机构中，在所述侧板上还形成有沿前后方向纵向延伸的平行长孔，以供所述支撑架和所述端板中的至少一个进行前后位置的调整。

在上述的无马达轮子机构中，所述侧板与所述支撑架和端板中的任一个一体成形，并且与另一个可调整的固定安装。

在上述的无马达轮子机构中，所述 SMA 致动器均为一种形状记忆合金的金属丝，其在装配前被预处理成弧形曲线的线状结构，并且被强迫变形地进行安装。

在上述的无马达轮子机构中，一个 SMA 致动器的弧形曲线的凸起部顶抵住所述推拉杆主体的一个表面，而另一个 SMA 致动器的弧形曲线的凸起部顶抵住所述推拉杆主体的与该表面相对的另一个表面。

由 SMA 致动器、推拉杆、棘轮和轮子组成的本发明的驱动机构能够将 SMA 致动器产生的回复力传递到推拉杆并使推拉杆前后移动，推拉杆的两个臂可随着推拉杆的前后移动连续地产生对棘轮的驱动力并使棘轮旋转，然后沿一方向产生轮子的旋转运动。上述技术构思，有效地去除了设计尺寸限制所带来的障碍，其中通过使用两个预处理的弧形形状的 SMA 致动器和如本发明所述的上述结构，可极大地降低设计的复杂性，并克服了空间和重量的问题。

可见，本发明与现有的马达驱动推进装置相比是非同寻常的，在现有的马达驱动推进装置中，这些推进装置的尺寸和重量被马达和齿轮箱限制。本发明可以解决此问题并产生轮子的连续的旋转运动。尽管典型的 SMA 致动器（金属丝）自然冷却的时间很长，但由于棘轮的工作冲程很小，所以这里使用的金属丝的反应时间很快。这足以对轮子产生流畅的、连续的运动。

下面结合附图和具体实施方式，进一步详细说明本发明。

附图说明

图 1A 为本发明的无马达轮子机构的立体示意图；

图 1B 为本发明的无马达轮子机构的主要部件的分解示意图；

图 2A 为本发明的无马达轮子机构在初始状态下的立体图，其中为清楚起见而拆下了一个侧板和一个从动轮；

图 2B 为本发明的无马达轮子机构在初始状态下的立体图，其中为清楚起见而拆下了一个侧板、一个从动轮和端板；

图 3A 为本发明的无马达轮子机构在第一运行状态下的立体图，其中为清楚起见而拆下了一个侧板、一个从动轮和端板；

图 3B 为本发明的无马达轮子机构在第二运行状态下的立体图，其中为清楚起见而拆下了一个侧板、一个从动轮和端板；

图 4A 为本发明的无马达轮子机构的实体模型；以及

图 4B 为本发明的无马达轮子机构的另一方向的实体模型。

其中，附图标记说明如下：

- | | | |
|--------|--------------|---------------|
| 1 侧板 | 2 主动轮 | 3 棘轮 |
| 4 主动轮轴 | 7 从动轮 | 8 从动轮轴 |
| 10 端板 | 11 SMA 致动器 I | 12 SMA 致动器 II |
| 13 推拉杆 | 13A 上臂 | 13B 下臂 |
| 14 支撑架 | | |

具体实施方式

图 1A 示出了本发明的无马达轮子机构的立体示意图；图 1B 示出了本发明的无马达轮子机构的主要部件的分解示意图。图 2A 为本发明的无马达轮子机构在初始状态下的立体图，其中为清楚起见而拆下了一个侧板和一个从动轮。图 2B 为本发明的无马达轮子机构在初始状态下的立体图，其中为清楚起见而拆下了一个侧板、一个从动轮和端板。其中，图中向左的方向为后方，向右的方向为前方。

该无马达轮子机构主要包括主体框架、转动部和移动部三个部分。其中，主体框架形成一个容置空间，由两个侧板 1、一个端板 10 和一个支撑架 14

组成，并且在主体框架上还设置有两个从动轮 7；转动部设置于主体框架的一侧，并可相对于主体框架转动，并由一个主动轮轴 4、两个主动轮 2 和一个棘轮 3 组成；移动部则基本设置于所述主体框架的容置空间内，并由一个推拉杆 13、两个 SMA 致动器组成。

下面将结合本发明的优选实施例详细说明这三个部分的具体组成部件及其结构。

在本发明的优选实施例中，支撑架 14 基本呈长方体外形，在支撑架 14 的上下表面，分别形成有沿前后方向纵向延伸的导槽，并且在支撑架 14 的左、右两个侧面分别对称形成至少两个上下布置的螺孔。

端板 10 与支撑架 14 相对设置，在本实施例中其位于支撑架 14 的前方，基本呈 U 形，并具有朝向支撑架 14 的 U 形开口。在端板 10 的两个侧壁下方的前部，对称地各设置有一个通孔，从动轮轴 8 固定插入到这两个通孔中，并分别伸出端板 10 的两个侧壁。从动轮轴 8 从两个侧壁伸出的端部各可转动地连接一个从动轮 7。或者，从动轮 7 也可以设置在端板 10 侧壁的内侧。另外，在端板 10 的两个侧壁上也对称形成至少两个上下布置的螺孔。

此外，由于端板 10 与侧板 1 固定连接，因此从动轮 7 也可设置于侧板 1 的前部。

两个侧板 1 对称地设置在支撑架 14 和端板 10 的外侧。在侧板 1 的后部设置有通孔，在侧板 1 上还形成有两个沿前后方向纵向延伸的平行长孔。通过平行长孔，可以用螺钉将侧板 1 固定到支撑架 14 和端板 10 上的螺孔中，并且支撑架 14 和端板 10 相对侧板 1 的位置可通过长孔进行调整。这样，两个侧板 1、一个支撑架 14 以及一个端板 10 就可牢固地形成本发明的无马达轮子机构的主体框架。上述支撑架 14 和端板 10 与侧壁之间的固接方式可以是各种各样的，其并不限于本实施例所述的固接方式。此外，侧板 1、支撑架 14 以及端板 10 的形状并不受限于上述描述。例如，两个侧板也可以与支撑架 14 和端板 10 中的任一个一体成形，并且与另一个可调整的固定安装。当然，也可采用公知的其它方式形成该主体框架。

再请参考图 1A、图 1B、图 2A 和图 2B。棘轮 3 和两个主动轮 2 分别固定连接到主动轮轴 4 上，其中，棘轮 3 固定于主动轮轴 4 的轴向中心处，两个主动轮 2 分别对称地固定于主动轮轴 4 靠近两端的位置处。由主动轮 2 的

中心孔伸出的主动轮轴 4 的轴端分别与两个侧板 1 前部的通孔可转动的连接。由此，由主动轮轴 4、主动轮 2 以及棘轮 3 形成的转动部整体地安装于主体框架的后部，并可以整体地相对于主体框架进行转动。可变化的是，主动轮 2 可以固定到主动轮轴 4 的端部、侧板 1 的外侧。

移动部基本上设置在主体框架内，其中推拉杆 13 具有一个主体和两个由该主体顶面和底面的中部向后延伸的臂（即上臂 13A 和下臂 13B），并且可滑动地设置于支撑架 14 上。推拉杆 13 的主体可以自由地在主体框架形成的容置空间内前后移动。对应于本实施例中棘轮 3 的齿的朝向，在上臂 13A 伸出的自由端上设置有棘爪，并且在下臂 13B 伸出的自由端上设置有止回棘爪。分别设置在推拉杆 13 的上臂 13A 和下臂 13B 端部的棘爪和止回棘爪可分别与棘轮 3 上方的一个齿和下方的一个齿相啮合并形成止回的棘轮棘爪传动配合，进而可以通过前后移动推拉杆 13 来带动棘轮 3 顺时针旋转，并使得主动轮 2 转动。由此实现整个无马达轮子机构的向前的移动。

虽然在本申请的附图中没有示出，但是可以想到的是，若将本实施例中的棘轮 3 倒置，在上臂 13A 伸出的自由端上设置止回棘爪，并且在下臂 13B 伸出的自由端上设置棘爪，则可以通过前后移动推拉杆 13 来带动棘轮 3 逆时针旋转，并使得主动轮 2 转动。由此实现整个无马达轮子机构的向后的移动。

推拉杆 13 的两个臂分别与形成于支撑架 14 的顶面和底面上的导槽相配合，并可在导槽内前后移动，这种方式可以有效地节省空间，并且能够有效地实现对推拉杆的导向。其中，在支撑架 14 导槽的内侧壁上，还可以附加设置沿着前后方向纵向延伸的凹槽或导轨；在推拉杆 13 的两个臂分别与导槽内侧壁相接触的侧面上，可以分别设置与导槽内侧壁的凹槽或导轨相配合的导轨或凹槽，由此使得推拉杆 13 可以通过支撑架 14 的导槽支撑，并在其上平稳滑动，上述的导槽结构还可以保证推拉杆 13 的两个臂的滑动方向。可变化的是，在支撑架 14 的顶面和底面上形成导轨，在推拉杆 13 的两个臂与支撑架 14 滑动接触的表面形成凹槽，由此也可有效地实现对推拉杆 13 的引导。由于推拉杆 13 和支撑架 14 之间的导向滑动配合可以有多种方式，因此，其并不受限于以上所述的情况。

在支撑架 14 和推拉杆 13 主体的后表面之间所形成的空间内设置有 SMA

致动器 II 12, 并且在推拉杆 13 主体的前表面与端板 10 内壁之间形成的空间内设置 SMA 致动器 I 11。其中该 SMA 致动器 II 12 和 SMA 致动器 I 11 均为一种形状记忆合金的金属丝, 其在装配前被预处理成弧形曲线的线状结构, 并且在安装过程中, 被强迫变形地安装到上述各空间内。从图 1A、图 1B 和图 2B 可以看到, 在本发明的该实施例中, SMA 致动器 II 12 的弧状凸起部顶抵住推拉杆 13 主体的后表面, 其弧形曲线的两个腿部则顶抵住支撑架 14 的前表面。SMA 致动器 I 11 的弧状凸起部顶抵住推拉杆 13 主体的前表面, 其弧形曲线的两个腿部则顶抵住端板 10 的内壁。其中, SMA 致动器 II 的两个腿部可以通过公知的方式顶抵固定于端板 10 的内壁上, 从而牢固地定位于支撑架 14 和推拉杆 13 主体的后表面之间所形成的空间内。例如, 可以在支撑架 14 朝向 SMA 致动器 II 的内壁上设置孔, SMA 致动器 II 的两个腿部可分别固定于上述孔中, 或者通过黏接等其它公知的方式来进行固定。同样, SMA 致动器 I 11 也可以以类似的方式固定到推拉杆 13 主体的前表面与端板 10 内壁之间形成的空间内。

下面, 将结合具有本发明的该优选实施例, 详细说明无马达轮子机构的运行情况。请参考图 3A 和 3B, 其分别示出了本发明的无马达轮子机构在两种运行状态下的立体图, 其中为清楚起见而拆下了一个侧板、一个从动轮和端板。

首先, 对 SMA 致动器 II 12 施加电流, 产生的电阻热使得 SMA 致动器 II 12 伸展并趋于回复原状, 如图 3A 所示。SMA 致动器 II 12 产生的回复力推动推拉杆 13 向前运动, 从而推拉杆 13 上臂 13A 上的棘爪向前拉动棘轮 3, 使得棘轮 3 顺时针转动, 而下臂 13B 的止回棘爪则随着棘轮 3 的转动而沿着棘轮齿的外形移动到相邻齿的位置, 棘轮 3 直接带动主动轮 2 一起顺时针转动, 并进一步带动从动轮 7 一起转动, 实现整个无马达轮子机构的向前移动。

接着, 停止对 SMA 致动器 II 12 的供电, 仅对 SMA 致动器 I 11 进行供电。此时, SMA 致动器 I 11 由于产生的电阻热而伸展, 并趋于回复原状, 并且 SMA 致动器 II 12 退回。如图 3B 所示, SMA 致动器 I 11 产生的回复力推动推拉杆 13 向后运动, 从而推拉杆 13 下臂 13B 的止回棘爪推动棘轮 3 顺时针旋转, 而上臂 13A 的棘爪则随着棘轮 3 的旋转而沿着棘轮齿的外形移动到相邻齿的位置。此时, 主动轮 2 与棘轮 3 一起顺时针转动, 并进一步带动

从动轮 7 一起转动，同样实现无马达轮子机构的向前移动。

然后，停止对 SMA 致动器 I 11 的供电，再对 SMA 致动器 II 12 进行供电。此时 SMA 致动器 II 12 由于产生的电阻热而伸展，并趋于回复原状，并且 SMA 致动器 I 11 退回，重复上述过程，即可实现无马达轮子机构的连续移动。

由此可见，当 SMA 致动器被通入电流之后，在 SMA 致动器内产生的电阻热促使 SMA 致动器发生相变。由于在安装过程中，SMA 致动器被强迫变形，所以在加热的情况下，SMA 致动器会伸展，并趋于回复到其原始状态，产生回复力。由于，本实施例中采用外啮合棘轮机构，并且在推拉杆的下壁上设置止回棘爪，使得棘轮只能在一个方向上旋转。

因此，通过交替控制 SMA 致动器 I 11 和 SMA 致动器 II 12 可以使推拉杆 13 往复移动，并借助上臂 13A 上的棘爪和下臂 13B 上的止回棘爪与棘轮的传动配合使棘轮 3 连续旋转，并带动主动轮 2 沿顺时针方向连续地旋转，进而带动从动轮 7 旋转。由此，无马达轮子机构可以不断向前移动。

再参考图 4A 和图 4B，其分别为从不同角度进行观察的本发明的无马达轮子机构的实体模型。由图 4A 中可以看到，本发明的无马达轮子机构的整体长度非常小，约为 30mm；由图 4B 中可以看到，本发明的无马达轮子机构的整体宽度也非常小，约为 15mm。为了形象地说明该无马达轮子结构的大小，在图 4A 和图 4B 中，在该机构的旁边还放置了一块硬币，以进行比对。由此可见，本发明的无马达轮子机构具有非常小的整体尺寸，这使得该机构适用于进行某些特定的需要微小驱动机构的控制，比如微型机器人、微型开关等。

本发明的优选实施方式虽然已经说明如上，但是根据本发明的技术构思，本领域的技术人员可进行多种变换和修改，其均应属于本发明的保护范围。

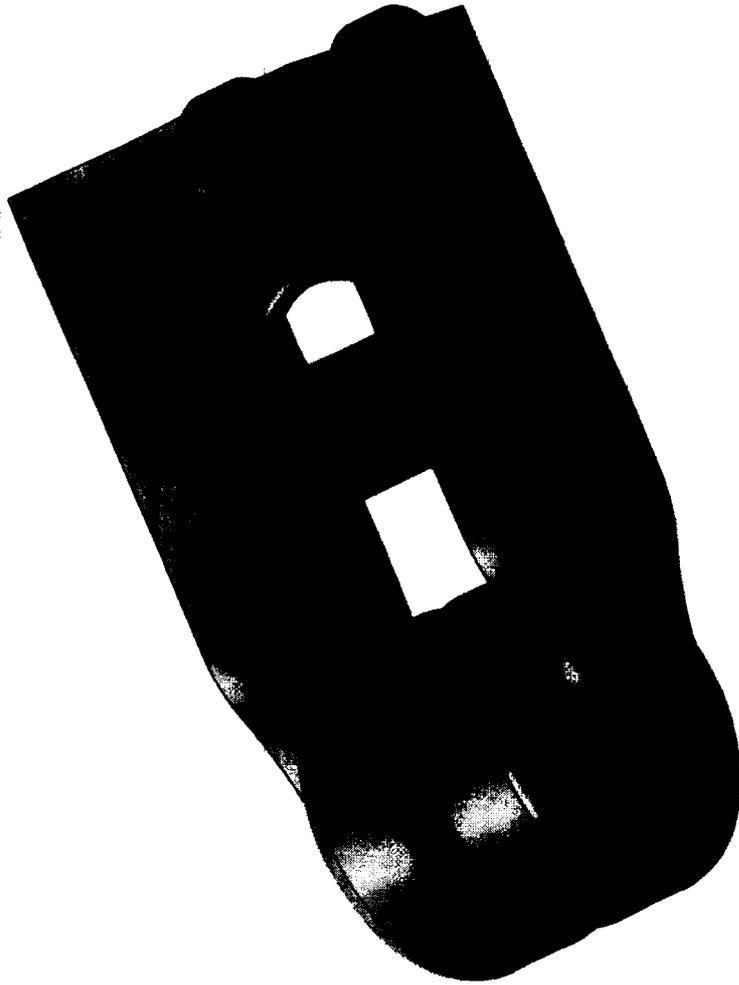


图 1A

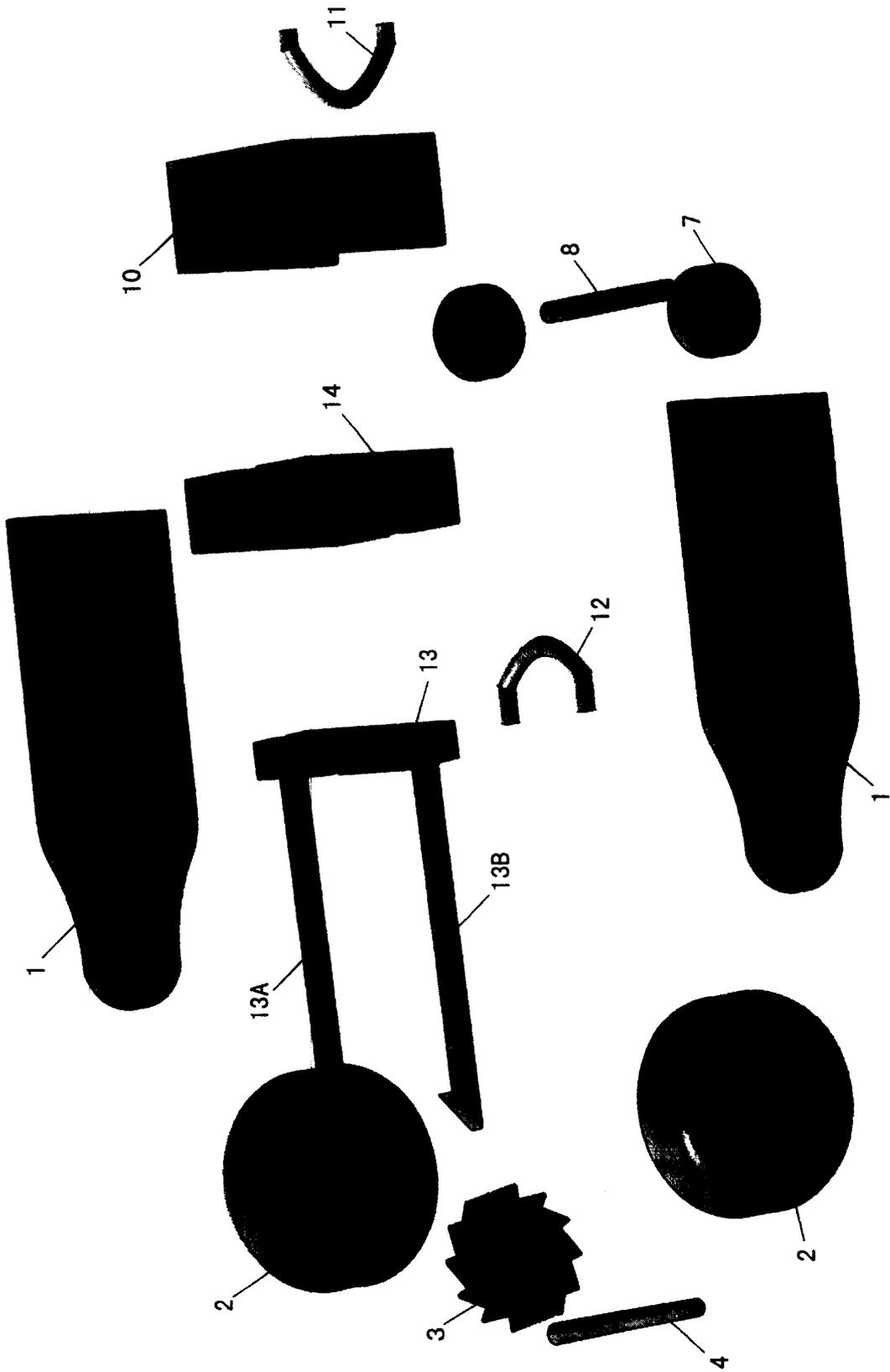


图 1B

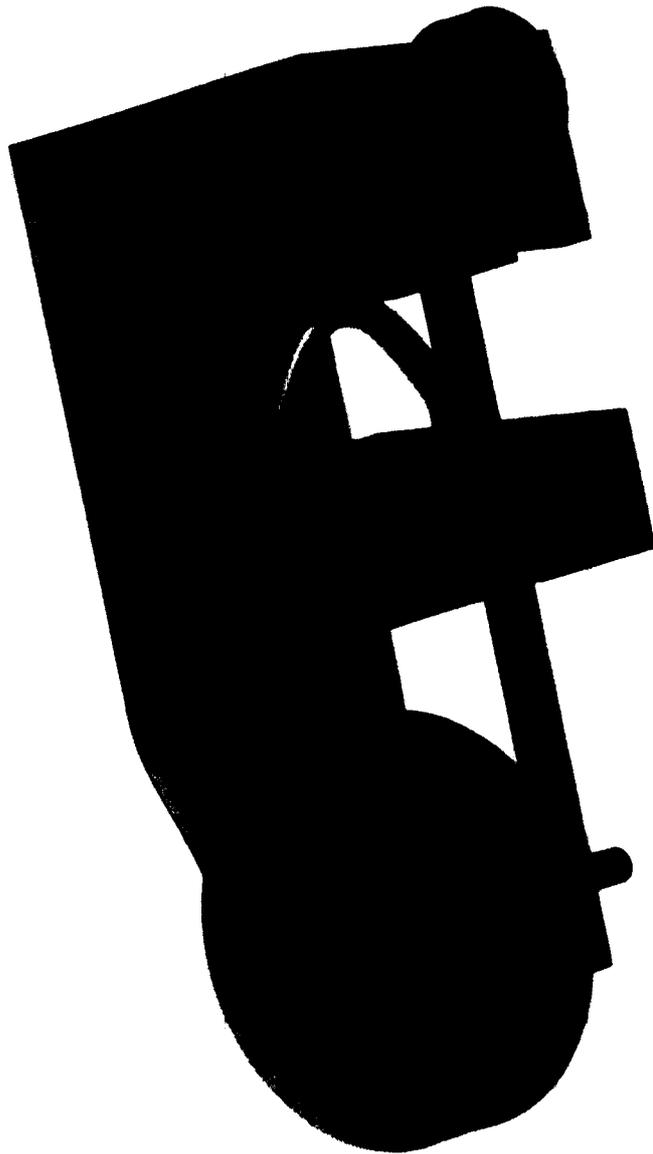


图 2A

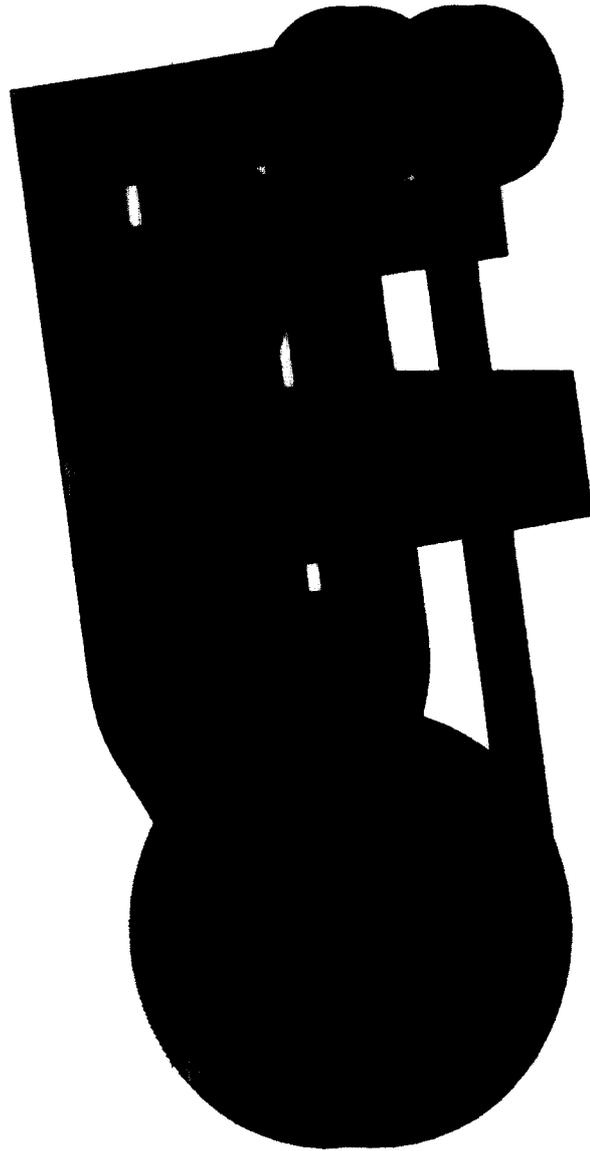


图 2B

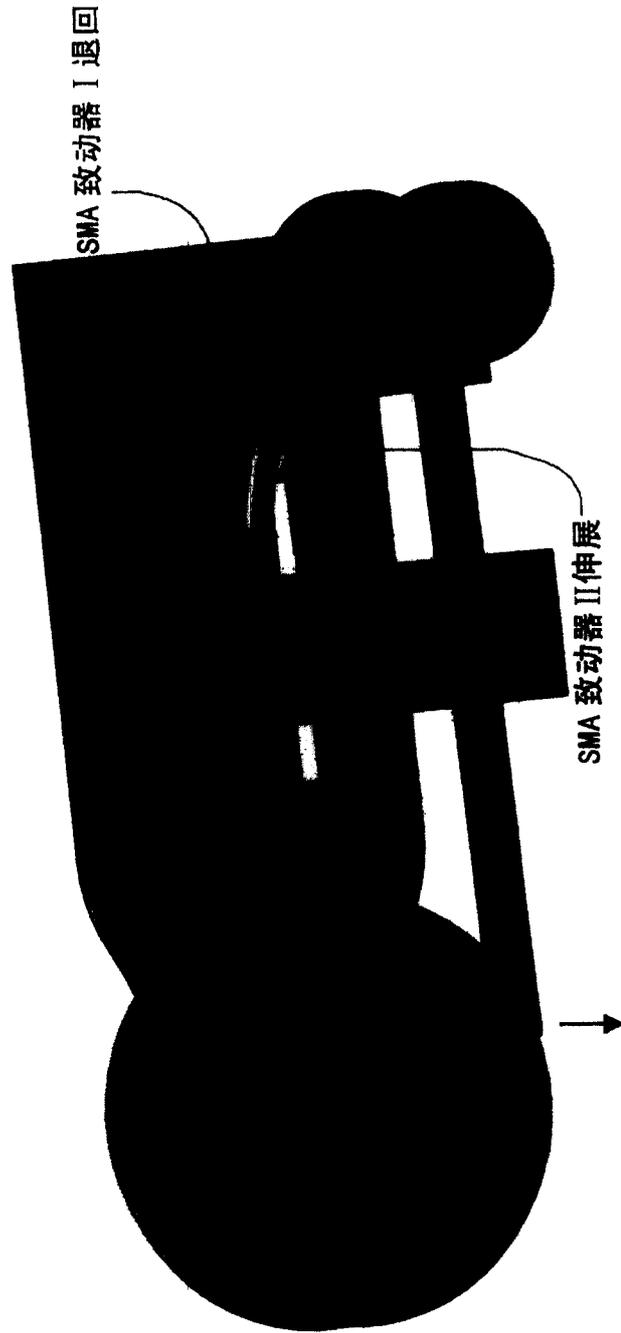


图 3A

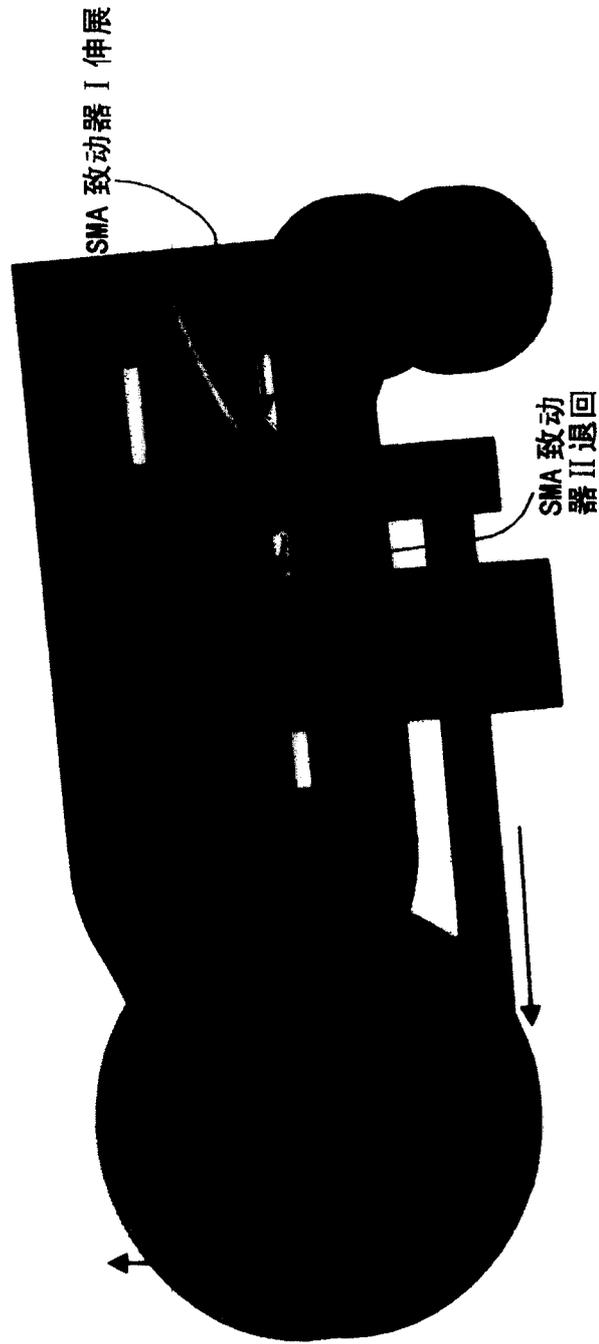


图 3B

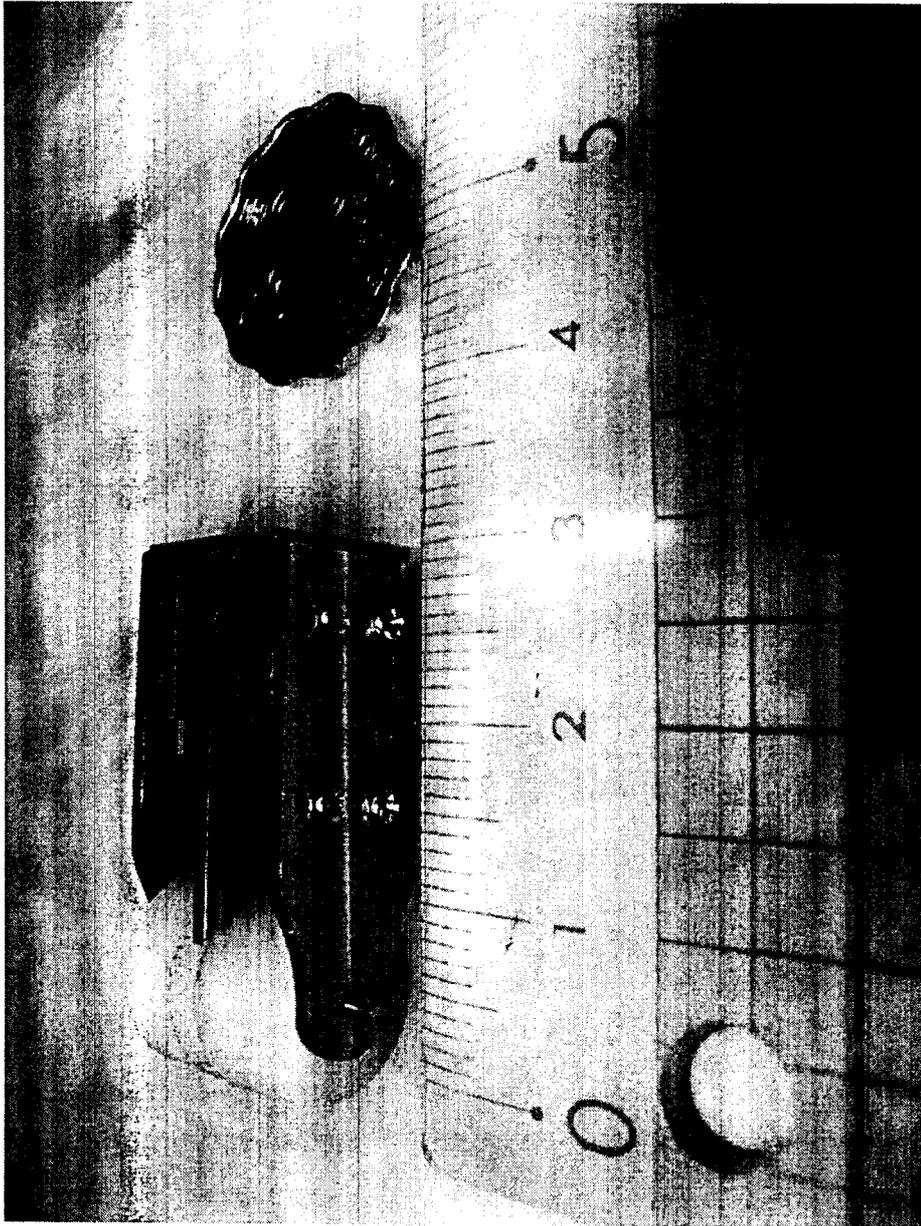


图 4A



图 4B