

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1980010 B

(45) 授权公告日 2012.06.13

(21) 申请号 200510119186.3

(22) 申请日 2005.12.07

(73) 专利权人 波音公司
地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 戴维·E·布兰丁
阿茨奥·J·瓦塔纳贝

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.
H02K 7/06 (2006.01)

(56) 对比文件
US 6791215 B2, 2004.09.14,
US 4637272 A, 1987.01.20,

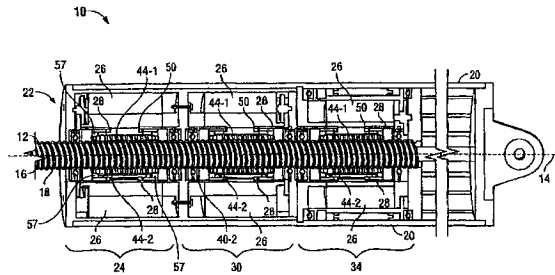
审查员 王思睿

权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图 7 页

(54) 发明名称
容错机电致动器

(57) 摘要

本发明公开一种电致动器,该电致动器包括两个或多个电动机以驱动螺纹作动筒。每个电动机具有电枢,该电枢驱动与螺纹作动筒相啮合的螺纹滚柱螺杆。每个电动机的每个电枢可独立地与该作动筒啮合和/或分离。电动机电枢可借助螺纹滚柱螺杆啮合和分离,该螺杆的末端是锥形的,以使它们能够被提升离开螺纹作动筒或被降低以与螺纹作动筒啮合。



1. 一种电动力线性致动器,包括:

输出作动筒,具有中心轴线和外螺纹表面;

机壳,具有第一开口,所述输出作动筒通过该开口伸出和缩回;

第一电动机,固定在所述机壳内,所述第一电动机具有第一定子和位于所述定子内的第一电枢,该第一电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第一电枢被承载以在允许其围绕所述输出作动筒轴线转动的同时防止其沿着所述输出作动筒的轴线作轴向运动,当所述第一电枢与所述输出作动筒的螺纹表面啮合时,所述第一电枢的转动致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出;

第二电动机,固定在所述机壳内并且与所述第一电动机相邻,所述第二电动机具有围绕所述输出作动筒的第二定子和位于所述第二定子内的第二电枢,所述第二电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第二电枢被承载以在允许其围绕所述输出作动筒轴线转动的同时防止其沿所述输出作动筒的轴线作轴向运动,当所述第二电枢与所述输出作动筒的螺纹表面啮合时,所述第二电枢的转动致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出;

电枢释放机构,该机构与所述第一电枢和所述第二电枢中的至少一个操作连接,从而一旦出现故障时使对应的电枢从所述输出作动筒分离;

其中所述第一电枢和所述第二电枢中的一个最初与所述输出作动筒的螺纹表面啮合;

所述电枢释放机构在对应电动机出现故障时将啮合的电枢分离开;并且

在其它电枢与所述输出作动筒的螺纹表面啮合之后,所述电枢释放机构将先前啮合的电枢分离开。

2. 如权利要求 1 所述的电动力线性致动器,其中:

所述电枢释放机构被至少一个电枢啮合机构代替,该电枢啮合机构与所述第一电枢和所述第二电枢中的至少一个操作连接并且致使对应的电枢与所述输出作动筒的螺纹表面啮合。

3. 如权利要求 1 所述的电动力线性致动器,还包括固定在所述机壳内的第三电动机,所述第三电动机具有围绕所述输出作动筒的第三定子和位于所述第三定子内的第三电枢,该第三电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第三电枢被承载以在允许其围绕所述输出作动筒轴线转动的同时防止其沿所述输出作动筒的轴线作轴向运动,当所述第三电枢与所述输出作动筒的螺纹表面啮合时所述第三电枢的转动致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出,

所述电枢释放机构与所述第一电枢、所述第二电枢和所述第三电枢中的至少一个操作连接,以将对应电枢从所述输出作动筒分离。

4. 如权利要求 1 所述的电动力线性致动器,其中所述第一电枢和所述第二电枢包括滚柱螺杆,该螺杆具有基本上与所述输出作动筒的轴线平行的轴线,所述螺杆被承载以在允许其围绕所述输出作动筒轴线转动的同时防止其沿所述输出作动筒的轴线作轴向运动,所述滚柱螺杆具有螺旋螺纹,该螺纹与所述输出作动筒的螺纹表面相匹配并且可释放地与其啮合,使得至少一个滚柱螺杆的转动致使所述输出作动筒缩回到所述致动器的机壳内或从所述致动器的机壳中伸出。

5. 如权利要求 1 所述的电动力线性致动器,其中所述输出作动筒是圆柱形并且具有输

出端,该输出端是所述机壳的末端,并且其中所述电动力线性致动器还包括与所述输出作动筒的输出端相连接的下述部件至少一个:

轴颈,其线性位移致使机器部件转动;

飞机舵面;

用于车辆的可转向轮;

升降机;和

门。

6. 如权利要求 1 所述的电动力线性致动器,其中所述第一和所述第二电动机是 D. C. 电机。

7. 如权利要求 1 所述的电动力线性致动器,其中所述第一和所述第二电动机是可逆 AC 电机。

8. 如权利要求 1 所述的电动力线性致动器,其中所述第一和所述第二电动机是步进电机。

9. 一种电动力线性致动器,包括:

圆柱形输出作动筒,具有中心轴线和有螺旋螺纹划线的外表面;

具有第一开口的机壳,所述输出作动筒通过该开口伸出和缩回;

第一电动机,固定在所述机壳内,所述第一电动机具有围绕所述输出作动筒的第一定子和位于所述定子内的第一电枢,所述第一电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第一电枢包括第一滚柱螺杆,该第一滚柱螺杆可转动地与所述螺旋螺纹啮合但不会沿所述输出作动筒的轴线作轴向移动,使得所述第一电枢的转动致使所述第一滚柱螺杆在所述输出作动筒的螺旋螺纹中转动,由此致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出;

第二电动机,固定在所述机壳内,所述第二电动机具有围绕所述输出作动筒的第二定子和位于所述第二定子内的第二电枢,所述第二电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第二电枢包括第二滚柱螺杆,该第二滚柱螺杆可转动地与所述螺旋螺纹啮合但不会沿所述输出作动筒的轴线作轴向移动,使得所述第二电枢的转动致使所述第二滚柱螺杆在所述输出作动筒的螺旋螺纹中转动,由此致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出;

电枢释放机构,该机构与所述第一滚柱螺杆和所述第二滚柱螺杆中的至少一个操作连接,以便一旦对应电动机出现故障时将对应电枢从所述输出作动筒的螺旋螺纹中分离;

其中所述第一电枢和所述第二电枢中的一个最初与所述输出作动筒的螺纹表面啮合;

所述电枢释放机构在对应电动机出现故障时将啮合的电枢分离开;并且

在其它电枢与所述输出作动筒的螺纹表面啮合之后,所述电枢释放机构将先前啮合的电枢分离开。

10. 一种飞机,包括:

a) 两个机翼,每个都具有电动力容错致动器可控制的飞行翼面;

b) 连接有所述两个机翼的机身;

c) 与所述机身相连接的机尾部分,具有至少一个电动力容错致动器可控制的飞行翼面;

d) 至少一个发动机,与所述两个机翼、所述机身和所述机尾部分中的至少一个相连

接；

e) 电动力容错致动器,与所述电动力容错致动器可控制飞行翼面中的至少一个操作连接,该电动力容错致动器包括：

i) 输出作动筒,具有中心轴线和有螺旋螺纹划线的外表面；

ii) 机壳,具有第一开口,所述输出作动筒通过该开口伸出和缩回；

iii) 第一电动机,固定在所述机壳内,所述第一电动机具有围绕所述输出作动筒的第一定子和位于所述定子内的第一电枢,该电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第一电枢被承载以在允许其围绕所述输出作动筒轴线转动的同时防止其沿着所述输出作动筒的轴线作轴向运动,当所述第一电枢与所述输出作动筒的螺旋螺纹啮合时,所述第一电枢的转动致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出；

第二电动机,固定在所述机壳内,所述第二电动机具有围绕所述输出作动筒的第二定子和位于所述第二定子内的第二电枢,该第二电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第二电枢被承载以在允许其围绕所述输出作动筒轴线转动的同时防止其沿所述输出作动筒的轴线作轴向运动,当所述第二电枢与所述输出作动筒的螺旋螺纹啮合时,所述第二电枢的转动致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出；

电枢释放机构,该机构与所述第一电枢和所述第二电枢中的至少一个操作连接,以便一旦在一个电动机中出现预定的情况时使对应电枢与所述输出作动筒分离；

其中所述第一电枢和所述第二电枢中的一个最初与所述输出作动筒的螺纹表面啮合；

所述电枢释放机构在对应电动机出现故障时将啮合的电枢分离开；并且

在其它电枢与所述输出作动筒的螺纹表面啮合之后,所述电枢释放机构将先前啮合的电枢分离开。

11. 一种车辆,包括：

a) 底盘；

b) 至少一个与所述底盘相连接的可转向轮；

c) 电动力容错致动器,与所述至少一个可转向轮操作连接,该电动力容错致动器包括：

i) 输出作动筒,具有中心轴线和有螺旋螺纹划线的外表面；

ii) 具有第一开口的机壳,所述输出作动筒通过该开口伸出和缩回；

iii) 第一电动机,固定在所述机壳内,所述第一电动机具有围绕所述输出作动筒的第一定子和位于所述定子内的第一电枢,该电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第一电枢被承载以在允许其围绕所述输出作动筒轴线转动的同时防止其沿着所述输出作动筒的轴线作轴向运动,当所述第一电枢与所述输出作动筒的螺旋螺纹啮合时,所述第一电枢的转动致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出；

第二电动机,固定在所述机壳内,所述第二电动机具有围绕所述输出作动筒的第二定子和位于所述第二定子内的第二电枢,该第二电枢围绕所述输出作动筒的轴线转动,所述第二电枢被承载以在允许其围绕所述输出作动筒轴线转动的同时防止其沿所述输出作动筒的轴线作轴向运动,当所述第二电枢与所述输出作动筒的螺旋螺纹啮合时,所述第二电枢的转动致使所述输出作动筒从所述机壳缩回或伸出；

电枢释放机构,该机构与所述第一电枢和所述第二电枢中的至少一个操作连接,以便一旦在一个电动机中出现预定的情况时使对应电枢与所述输出作动筒分离;

其中所述第一电枢和所述第二电枢中的一个最初与所述输出作动筒的螺纹表面啮合;

所述电枢释放机构在对应电动机出现故障时将啮合的电枢分离开;并且

在其它电枢与所述输出作动筒的螺纹表面啮合之后,所述电枢释放机构将先前啮合的电枢分离开。

12. 一种使如权利要求 1-9 中任一权利要求所述的线性致动器具有容错性的方法,包括:

使用第一电动机对输出作动筒进行驱动;

当所述第一电动机出现故障时,将所述第一电动机从所述输出作动筒机械地分离;

将第二电动机连接到所述输出作动筒;以及

使用所述第二电动机继续操作所述线性致动器。

容错机电致动器

技术领域

[0001] 本发明涉及致动器。在 Merriam-Webster 大学字典第十版中，“致动器”被定义为一种用来移动或控制某物的机械装置。致动器用于执行多种功能，并且带来许多现代的便利。

背景技术

[0002] 例如，飞机需要致动器来飞行。在每个机翼中的襟翼、阻流片和副翼都需要致动器。在尾部的致动器控制方向舵和升降舵。在机身中的致动器开启和关闭用来遮盖起落架的门。致动器升起和落下该起落架。在每个发动机上的致动器控制飞机减速用的反推力装置。

[0003] 除了使用在飞机中，致动器还使用在计算机磁盘驱动器中，以控制读 / 写磁头的位置，数据通过该磁头存储在该磁盘中且从该磁盘中读取。致动器也使用在机器人中，即在组装产品的自动化工厂中。致动器操作车辆中的制动闸；开启和关闭门；升起和落下铁路闸门并且执行日常生活中的其它多种任务。

[0004] 现有技术中的致动器属于两个大类中：液压的和电气的，这两个分类之间的区别在于执行运动和控制所使用的驱动力不同。液压致动器需要一种加压的且不可压缩的工作液体，通常是油。电气致动器使用电动机，利用某种传动装置来使该电动机轴的转动产生线性位移。

[0005] 液压致动器的问题在于分配和控制该加压的工作液体所需要的管道。在飞机中，由于需要仔细设计液压管道的路线，因此产生高压工作液体的泵和传送工作液体所需要的管路增加了重量且增加了设计复杂性。

[0006] 由电能提供动力和控制的电动机仅需要电线来操作和控制，但是现有电致动器的问题在于它们的可靠性。电动机的绕组易受热和水的损坏。在电动机的轴上的轴承会磨损。在电动机和负载之间的传动装置本身比使用在液压致动器中的活塞和汽缸更复杂，并且也容易出现故障。在电致动器具有多个优于液压致动器的优点的同时，可靠性增加的电动力致动器也会提供优于现有技术的改进。容错度，即，即使一个或多个部件出现故障仍能继续工作的能力，会带来一种优于现有电致动器的改进。

发明内容

[0007] 一种容错电动力致动器在同一个机壳内使用两个或多个独立的集成电动机模块，以驱动一个能够从机壳中伸出且能缩回进机壳中的输出作动筒，该机壳能将驱动该作动筒进出机壳的电动机模块封入在内。集成电动机模块（图 2）定义为由一个或多个电动机电枢 / 磁场单元所组成的单元，该电动机电枢 / 磁场单元具有用于啮合的或主动的滚柱螺母组件的驱动功能。滚柱螺母组件（图 2A）包括螺旋螺纹滚柱，螺母组件直接与普通的螺杆轴连接。该作动筒的外表面是螺纹的。由于输出作动筒是螺纹的，因此该作动筒能够通过一个或多个“驱动螺母”的转动而移入或者移出机壳，该驱动螺母与输出作动筒的螺纹啮合

且自身转动但是横向固定,以便使输出作动筒随着驱动螺母的转动而横向移动。

[0008] “驱动螺母”具有作为电动机电枢一部分并且与输出作动筒上的螺纹啮合的滚柱螺杆。当该“驱动螺母”转动时,其转动会致使输出作动筒平移,即移入或移出机壳。可靠性和容错性由多个电动机和在每个电动机中的驱动螺母电枢提供,该电枢能够使每个电动机独立地分离或者连接。

附图说明

[0009] 图 1 是一种容错电致动器的截面图。

[0010] 图 2 是用作使用在该容错电致动器中的电动机电枢的滚柱螺母的透视图,并且示出释放离合器。

[0011] 图 2A 是一种滚柱螺母组件。

[0012] 图 2B 是一种螺旋螺纹滚柱。

[0013] 图 3 描述电动机的定子和电枢的电极,其电枢与电致动器的输出作动筒相啮合。

[0014] 图 4 是在电致动器机壳内的一个电动机和输出作动筒一部分的分离图。

[0015] 图 5 示出了一种具有对驱动轴进行驱动的曲柄臂的容错致动器。

[0016] 图 6 示出了一种具有飞机的飞行控制面的容错致动器。

[0017] 图 7 示出了一种具有车辆转向系统的容错致动器。

具体实施方式

[0018] 图 1 是一种电动力和容错电致动器 10 的优选实施例的截面图。

[0019] 简要地说,致动器 10 包括圆柱形机壳 20,其封入两个或多个能够驱动输出作动筒 (output ram) 12 的集成电动机模块 (图示为三个) 24、30 和 34,该作动筒的外表面 16 为螺旋螺纹。在输出作动筒 12 表面上的螺旋螺纹 18 (也称作“螺纹”) 被拧入机壳内的一个或多个互补“驱动螺母”中,该驱动螺母与螺旋输出作动筒 12 啮合并且能够相对于该输出作动筒 12 转动但在横向上固定在机壳内,即,它们不能沿输出作动筒 12 的长度方向移动。当输出作动筒 (图 1 中未示出) 的末端连接到机器,例如飞机的控制面上时,该作动筒 12 的横向移动的动作将操作或控制该输出作动筒 12 所连接的机器。

[0020] 仅通过控制上述与螺纹表面 16 相啮合的“驱动螺母”中的至少一个的转动方向,就能够将输出作动筒 12 从机壳中伸出和缩回到机壳内。驱动螺母的转动方向可由提供给驱动输出作动筒 12 的电动机 24、30 和 34 的励磁绕组 26 的电容易地改变。

[0021] 尤其是,由于作动筒 12 是圆柱形的,因此其具有中心轴线 14。其外表面 16 上具有螺线或螺纹 18,以便作动筒 12 能够被看作为如螺杆或螺栓的“螺纹”。通过将输出作动筒 12 的螺纹 18 与机壳 20 内的转动“驱动螺母”相啮合,在作动筒 12 外表面 16 上的螺旋“螺纹”18 能够使该作动筒 12 轴线移动,该驱动螺母构造且安置成围绕轴线 14 转动且与螺纹 18 啮合但横向固定在机壳 20 内,即,它不能沿输出作动筒 12 的轴线 14 移动。螺纹 18 的间矩会影响作动筒的速度 (即,作动筒行进的速率) 和驱动电动机 24、30 和 34 所“认为”的负载。

[0022] 如图 1 所示,机壳 20 具有至少一个开口 22,输出作动筒 12 能够从机壳的一端伸出和缩回,以便对机械或机械零件施加控制或移动 (图 1 中未示出)。在图 7 所示的至少一

个备选实施例中,需要双作用输出作动筒 12,机壳 20 具有与第一开口 22 相对的第二出口。在图 7 的实施例中所需要实现的第二开口为了简明起见在图 1 中省略。

[0023] 每个电动机 24、30 和 34 具有定子 26,正如图 1 中的截面图所示的“磁场”或“励磁线圈”。众所周知,施加到励磁线圈 26 中的电流会感应出一个或多个磁场,其依次延伸进入电动机的电枢内并且致使电枢转动。每个励磁线圈 26 与圆柱形机壳 20 的内壁抵靠,该机壳也作为电动机线圈的散热片。

[0024] 每个电动机 24、30 和 34 的电枢 28 的结构和操作是上述围绕作动筒 12 转动且轴向固定的“驱动螺母”。在电枢 28 中的螺纹滚柱螺杆与螺纹 18 啮合且能够围绕输出作动筒 12 转动但横向固定。这样,每个电动机的电枢 28 作为驱动输出作动筒 12 的“驱动螺母”,但是该驱动螺母也具有与输出作动筒 12 上的螺纹 18 分离(或连接)的能力。

[0025] 电枢 28 包括两个或多个螺旋螺纹滚柱螺杆(helical-threaded rollerscrews),44-1 和 44-2,其围绕输出作动筒 12 等距分隔开,并且与输出作动筒 12 中的螺纹 18 啮合。滚柱螺杆 44-1 和 44-2 被保持在横向位置上,但是可借助罩 50(如图 2 所示)围绕该作动筒 12 自由地转动,在图中未示出但本领域技术人员可知该罩通过轴向止推轴承在横向上限制在机壳 20 内。

[0026] 当该线圈 26 被激励时,其引起电枢结构 28 相对于输出作动筒 12 转动,顺次引起在罩 50 中与螺纹输出作动筒 12 啮合的滚柱螺杆 44 相对于该作动筒 12 转动且对螺纹 18 施加横向力。该施加在螺纹 18 上的横向力引起该作动筒 12 横向移动。

[0027] 为了本申请公开的内容和权利要求的结构,术语“电枢”是可互换的使用,其被看作与“转子”等同。换句话说,“转子”等同于“电枢”,反之亦然。类似地,术语“定子”被看作与“励磁”线圈等同。

[0028] 图 2 更详细地示出了罩 50 和所包含的滚柱螺杆 44。罩 50 径向上将两个或多个与输出作动筒 12 上的螺纹 18 相匹配的螺旋螺纹滚柱螺杆 44-1 和 44-2 分离开。该滚柱螺杆 44 的螺纹在尺寸和形状上与该输出作动筒 12 的表面 16 上的螺纹 18 相匹配,以便滚柱螺杆 44 能够平滑地相对于该输出作动筒 12 转动。本领域技术人员可以理解,滚柱螺杆的螺纹间距应该与该输出作动筒 12 的螺纹间距匹配。

[0029] 在图 3 中所示的其中一个电动机的电气表示中可以看出,具有滚柱螺杆 44 的罩 50 起电枢的作用。在图 3 中,电枢 28 具有围绕轴线 14 的六个极 29,每个极 29 形成为与在轴承盖 55-1 和 55-2 之间延伸的带部分(band section)51 相对应。每个极 29 起封闭滚柱螺杆 44 的作用且为磁通的磁力线提供路径。电枢结构 28 将响应由定子 26 相对于电枢 28 所产生的磁场而转动。电枢结构 28 的转动引起滚柱螺杆 44 转动。(本技术人员可以理解滚柱螺杆 44 将相对于它们的转动轴线转动,尽管与电枢 28 转动的方向相反)。

[0030] 再次参照图 2,与滚柱螺杆 44 平行地延伸的金属带 51 承载有磁力线。它们也加强罩 50 且因此帮助维持在分离的滚柱螺杆 44-1 和 44-2 之间的径向分离。在滚柱螺杆 44 一端的轴颈 45(如图 2B 所示)依附在相对的轴承盖 55-1 和 55-2 内的小轴承孔 53 内。

[0031] 如图 2A 所示,滚柱螺杆 44 具有中心螺纹部分 49。锥体 43 在轴颈轴承部分 45 的紧内侧。轴颈部分 45 依附在轴承盖 55-1 和 55-2 内,该轴承盖在滚柱螺杆 44 的每一端上且围绕输出作动筒 12 自由转动,不与输出作动筒 12 的螺纹啮合。

[0032] 在滚柱螺杆 44 中的锥形部分 43 具有使滚柱螺杆 44 能够从输出作动筒 12 的螺旋

螺纹分离的结构。使用轴承盖 55-1 和 55-2 中的互补锥体使滚柱螺杆 44 分离,该轴承盖能够在锥形部分 43 “之下”滑动,致使滚柱螺杆 44 被向上提起,使得滚柱螺杆 44 与输出作动筒 12 分离。当电机出现故障时,轴承盖 55-1 和 55-2 被相向推动来使滚柱螺杆 44 分离。

[0033] 在操作期间,容错机电致动器或“EMA”产生信号例如电压、电流、速度和位置。未示出的微处理器监控电压、电流、速度和位置并且检测何时由一个或多个驱动电动机特别是借助由电动机所引起的极高的电流产生过多的扭矩。

[0034] 参考图 4,一旦确定出现过多的扭矩,则微处理器或其它控制器将斜锁机构 (ramp and lock mechanism) 57 脱扣,该机构将出问题的电动机的滚柱 44 与螺杆 12 完全分离。斜锁机构 57 需要提供斜锁机构 57 的横向移动的电磁致动机构 59,以将滚柱 44 从螺旋 12 中提升起来并将自身锁入分段的滚柱罩 / 螺母 50。

[0035] 当需要斜锁机构 57 时,即,当引出过多的电流时,微处理器或其它控制器施加给线圈 90 电压 / 电流。线圈 90 变为电磁铁并且产生磁通的磁力线。该磁通然后从线圈 90 通过在止推轴承 91 中的小的空气间隙被传送到斜锁机构 57 上的相对磁场。随着电流增加和磁力线建立,引起斜锁机构 57 以滚柱 44 被向上提升且以与接触螺杆螺纹背道而驰的方式来移动。一旦啮合起来,斜锁机构 57 会在分段的滚柱罩 / 螺母 50 的位置上被锁住,完全切断了电动机模块任何进一步的操作或与螺杆 12 的接触。在正常操作下,斜锁机构 57 没有与电线圈磁接触,且滚柱 44 与螺杆 12 完全啮合,且电动机模块全部工作。

[0036] 在优选实施例中,机壳中的所有电动机 24、30 和 34 与输出作动筒 12 中的螺纹 18 啮合。所有电动机被供能且帮助驱动输出作动筒 12。在该实施例中,电动机均分由输出作动筒 12 所带来的负载。当一个电动机出现故障时,在电枢 28 中的结构使电枢 28 与输出作动筒 12 中的螺纹 18 断开,这能够使其它电动机承担该作动筒 12 的负载而没有受到出现故障的电动机的干扰。

[0037] 在—项备选实施例中,所有电动机与输出作动筒 12 上的螺纹 18 啮合,但是一个电动机被供能且驱动由输出作动筒 12 所带来的负载。机壳 20 内的其它电动机“随之而动”但不提供任何驱动帮助。当驱动电动机出现故障时,在出现故障的电动机的电枢 28 中的结构将电枢 28 与输出作动筒 12 上的螺纹 18 断开,这使得其它电动机中的一个或多个承担来自作动筒 12 的负载,而不受出现故障的电动机的干扰。

[0038] 在另一备选实施例中,两个或多个电动机与输出作动筒 12 上的螺纹 18 啮合,且被供能来驱动由输出作动筒 12 所带来的负载,因此在它们之间均分负载。另一个单独的电动机也被啮合,但没有被供能从而可作为“后备”或多余电动机。当一个驱动电动机出现故障时,在出现故障的电动机的电枢 28 中的结构将电枢 28 与输出作动筒 12 上的螺纹 18 断开,这使得其它电动机中的一个或多个承担来自作动筒 12 的负载而不受出现故障的电动机的干扰。

[0039] 在又一备选实施例中,多个电动机中仅有一个电动机与输出作动筒 12 上的螺纹 18 啮合且处理输出作动筒 12 的负载。机壳 20 内的其它电动机是“后备”或多余电动机。当驱动电动机出现故障时,在出现故障的电动机的电枢 28 中的结构将出现故障的电动机的电枢 28 与输出作动筒 12 上的螺纹 18 断开。在该实施例中,其它电动机电枢中的结构与其它电动机中一个或多个电枢啮合,通过这使得它 (或它们) 承担来自作动筒 12 的负载而不受出现故障的电动机的干扰。

[0040] 参照图 1、2、2A 和 4,当滚柱螺杆 44 被提升离开螺纹 18 时,电动机能够与输出作动筒 12 上的螺纹 18 分离,允许罩 50 围绕输出作动筒 12 自由转动。使用在直的轴颈部分 45 和螺纹部分 49 之间的锥形部分 43(如图 2 所示)能够将滚柱螺杆 44 提起离开螺纹 18。当在轴承盖 55-1 和 55-2 中或在离合器机构中的互补锥体被推入锥形部分 43 之下或抵靠锥形部分 43 时,在锥形部分 43 下滑动的锥体会致使滚柱螺杆 44 脱离螺纹 18 的啮合。

[0041] 许多前述实施例构造成使得所有电动机电枢与输出作动筒 12 上的螺纹 18 啮合。在这些实施例中,当电动机出现故障时,使用锥形部分 43 和在轴承盖 55-1 和 55-2 或离合器中的互补锥体将出现故障的电动机从输出作动筒 12 分离。通过使互补锥体从滚柱螺杆 44 中的锥形部分 43 逐渐后退,最初使用锥形部分分离的滚柱螺杆 44 能够因此啮合到螺纹 18 上。在备选实施例中,其中不是所有电动机最初都是啮合的,如上所述,一个出现故障的电动机分离,而通过降低滚柱使得后备电动机啮合到输出作动筒 12 上,以便它能够操作致动器 10。

[0042] 图 4 较好地示出了在罩 50 两端的斜锁机构 57,其防止罩 50 横向移动。如图 4 所示,如果斜锁机构 57 被推向滚柱螺杆 44,则在斜锁机构 57 内的互补锥体 58 将提升滚柱螺杆 44 脱离啮合。斜锁机构的位移由电磁致动器和微处理器来控制。

[0043] 无论作动筒 12 从机壳 20 中伸出还是缩回到机壳 20 中都由电枢的转动方向来确定。电枢的转动方向被依次用电的方式确定。因此,通过改变电源,致动器 10 的输出作动筒 12 能够简单地沿不同方向移动。

[0044] 除了用电的方式改变输出作动筒的方向,输出作动筒 12 的速度能够采用电的方式确定。在使用 D. C. 电动机的情况下,转动速度由所施加的电压的幅值来确定。在使用同步 A. C. 电动机的情况下,转动速度由所施加的 A. C. 电压的频率来确定。众所周知,通过改变电压幅值同时也改变 A. C. 的负载周期可以稍微改变 A. C. 感应电动机的速度。

[0045] 对于任何给定的电动机速度,作动筒 12 的螺纹间距会影响输出作动筒 12 的位移速度。同时每英寸相对大量的螺纹会需要较多的电动机转数,每个单位的线性位移,每英寸增加的螺纹也将会降低驱动电动机“认为”来自输出作动筒 12 的力的大小。

[0046] 输出作动筒 12 的方向和速度能够被容易改变是致动器 10 优于现有液压致动器的两个显著优点。通过使多个电动机驱动输出作动筒 12,致动器 10 可以获得容错性和可靠性,以便如果以及当电动机出现故障时,它们能够被分离开。

[0047] 参考图 1,所示的第二电动机 30 位于机壳 20 内,紧邻在第一电动机 24 的右边。优选地,第二电动机 32 的结构和操作与第一电动机 24 相同。备选实施例包括也具有第三电动机 34。与第一电动机 24 的电枢类似,第二电动机 30 的电枢由具有两个或多个滚柱螺杆 44-1 和 44-2 的罩 50 提供。

[0048] 正如上面所提及的,容错性是当电动机出现故障时将其分离开以便其它电动机能够继续工作且承担负载的能力。如图 4 所示,根据在电枢罩内的滚柱螺杆 44 最初是否与输出作动筒 12 的螺纹啮合或是分离,能够使得输出作动筒 12 啮合到转子 28 或从转子 28 中分离。通过相对于滚柱螺杆 44 的锥形部分 43 滑动滚柱啮合止推轴承 47,滚柱螺杆 44 能够从输出作动筒分离且因此电动机 24 从输出作动筒 12 分离。这样,滚柱螺杆被提升,脱离与输出作动筒 12 的啮合,使得电动机物理上与输出作动筒 12 断开。

[0049] 根据电动机是否被从输出作动筒 12 上分离或啮合,斜锁机构 57 通过机械或电离

合器（未示出）沿着滚柱螺杆的轴线被推动并且抵靠滚柱螺杆 44，该离合器将止推轴承 47 推向滚柱螺杆锥体 43 或将该止推轴承拉离锥形部分 43。通过提升一个电动机的滚柱螺杆 44 脱离输出作动筒 12 的螺纹，电动机电枢 28 能够与输出作动筒 12 分离。通过将不同电动机的滚柱螺杆降低到输出作动筒 12 的螺纹内，其它电动机能够与输出作动筒 12 啮合。

[0050] 在止推轴承上的锥形面 43，或其它提升滚柱螺杆 44 离开输出作动筒 12 或将滚柱螺杆降低到与输出作动筒啮合的结构，都应该被看作是滚柱啮合 / 滚柱分离机构，该机构将电动机的电枢 / 转子与螺旋螺纹和输出作动筒操作连接或分离。这样，与滚柱螺杆的锥形部分相结合的止推轴承和 / 或其锥形表面用作将电动机与输出作动筒 12 连接或分离的机构。

[0051] 正如本发明背景所提及的，液压和电致动器执行多种任务。图 1-4 所示和上文所述的电动力线性致动器能够应用到各种领域。

[0052] 众所周知，“轴颈”是在轴承中转动的主轴或轴。在其大多数一般应用中，如图 5 所示，电动力线性致动器 10 的输出或末端 62 与曲柄臂 68 的轴颈 60 相连接。在作动筒 12 末端 62 的开口容纳有轴颈 60，轴颈 60 随着输出作动筒 12 作如附图标记 64 所示的往复运动而枢转。

[0053] 正如所示，在曲柄臂 68 末端的轴颈 60 的位移将依次引起驱动轴 70 相对于其转动轴线振动，如附图标记 72 所示。在转动机器中，致动器 10 能够使用图 5 所示的结构通过其往复位移来完成转动。

[0054] 众所周知，飞机具有与机身连接的机翼。机翼上的舵面除了其他以外控制上升和下降速率。连接到机身后部的机尾部分具有转向性和机动性。发动机提供推力并且能够连接到机翼、机尾或机身的平面。由于飞机的结构众所周知，为简单起见省略了对应的图示。

[0055] 正如上面所提及的，现有的致动器控制在机翼、机尾、起落架舱门和发动机推力反向装置中的舵面的移动。在图 6 所示的本发明的另一实施例中，输出作动筒 12 的输出端 62 与飞机（为了简明期间未示出，但是本领域公知）舵面 76 的枢转点 74 相连接。输出作动筒 12 在箭头 64 所示的方向上的平移（移动）使致动器 10 能够引起控制面例如阻流片、襟翼、升降舵、方向舵或副翼移动并因此控制飞机。类似的平移能够控制其它舵面、机身门、起落架和 / 或推力反向装置。

[0056] 本领域的技术人员可以理解，飞机具有上述公知的现有结构，但是也包括如图 6 所示和这里所述的容错电致动器 10。通过按照需要在机翼、起落架或尾部中使用致动器 10 来操作飞行舵面、起落架、起落架门和发动机推力反向装置，提高了飞机的安全性和可靠性。

[0057] 在图 7 所示的另一实施例中，输出作动筒 12 穿过致动器机壳 20 的两端伸出。输出作动筒的一侧或一端 12-1 连接到车辆的第一可转向轮 80。另一侧或端 12-2 连接到另一个可转向轮 82 的转向连接部分。当输出作动筒 12 沿附图标记 64 所示的方向平移时，可转向轮 80 和 82 沿控制可转向轮 80 和 82 的支点或轴线 86、88 转动。

[0058] 由于汽车和卡车已公知具有至少一个可转向轮（在三个可转向轮的情况中），与车轮可转动连接的底盘和车架、具有门的机身、发动机和传动装置和刹车，所有这些都是公知的，不需要描述，通过将用于控制转向的液压致动器替换为上述具有高可靠性的容错致动器，将有可能使得重量显著降低。

[0059] 通过适当地将输出作动筒连接到可以举起负载或打开门的机构上,电动力线性致动器的其它实施例将包括用作升降门的电源的用途。

[0060] 这里公开了电动力致动器的优选实施例和要求所使用的 DC 电动机的权利,因为它们易于互用并且它们的输出速度易于控制。备选实施例将包括可逆的 AC 电动机和步进电动机。然而,本领域技术人员可以理解,与 DC 或 AC 电动机相比,步进电动机需要较复杂的电子设备。

[0061] 通过提供两个或多个固定在机壳内的电动机,且这些电动机中的每一个是独立被连接到螺旋螺纹输出轴或可从螺线形输出轴释放,能够实现电动力容错线性致动器。

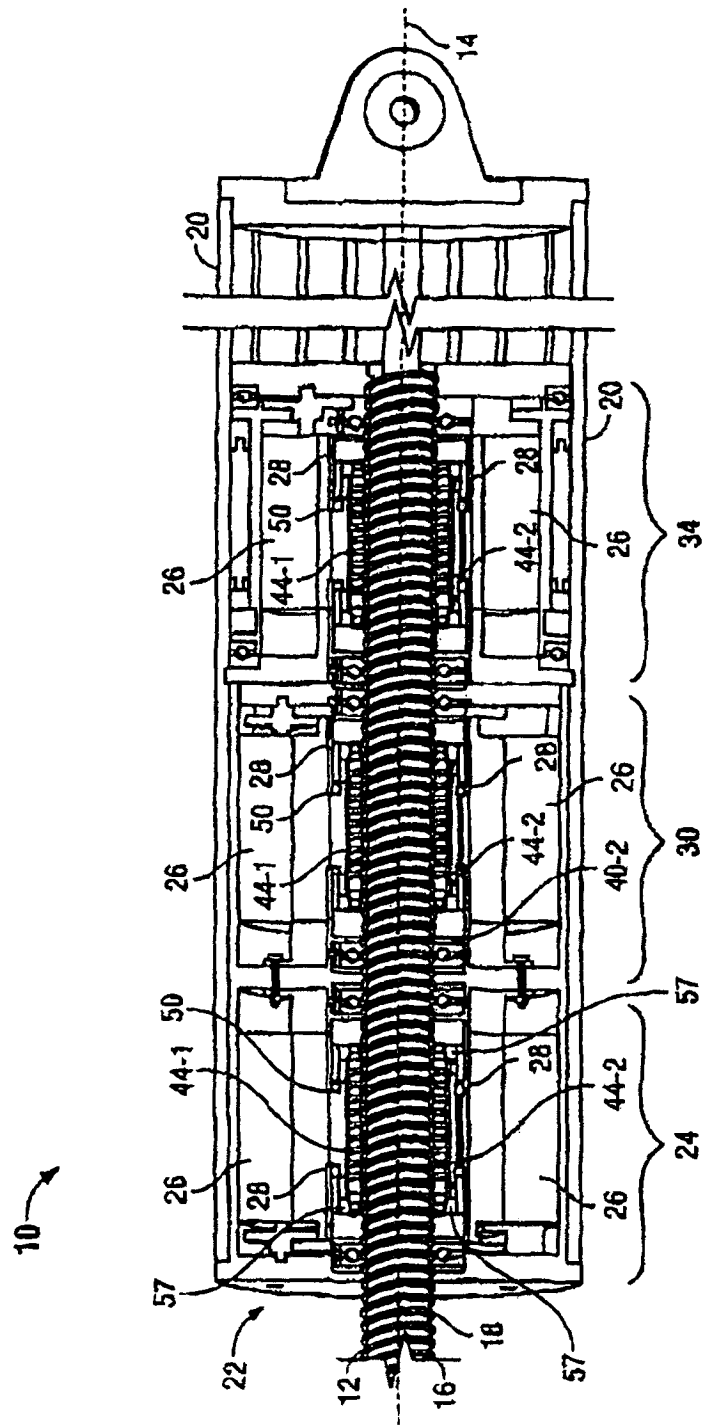


图 1

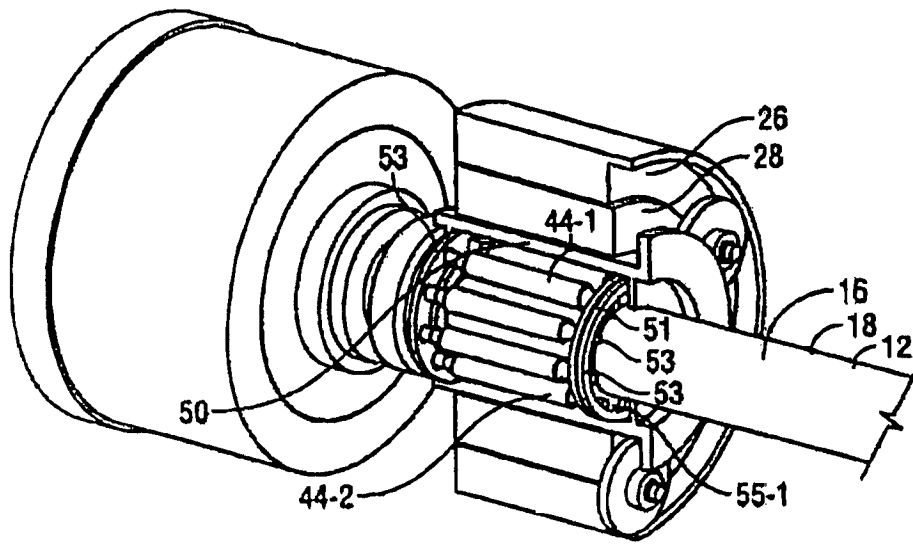


图 2

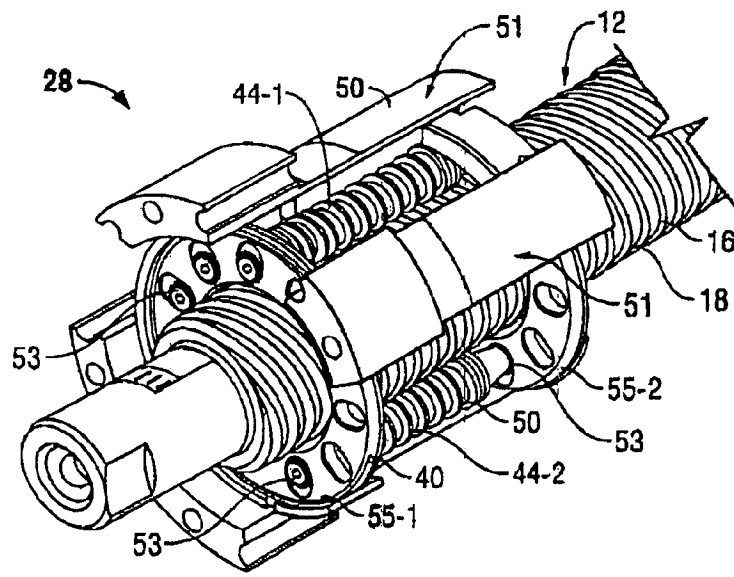


图 2A

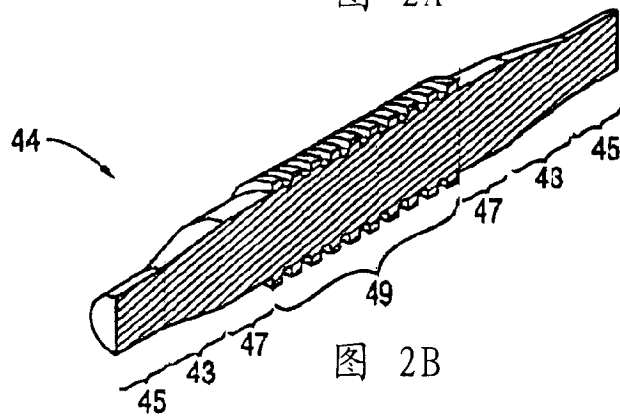


图 2B

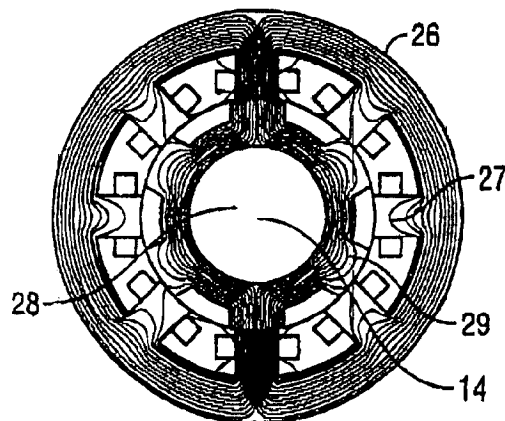


图 3

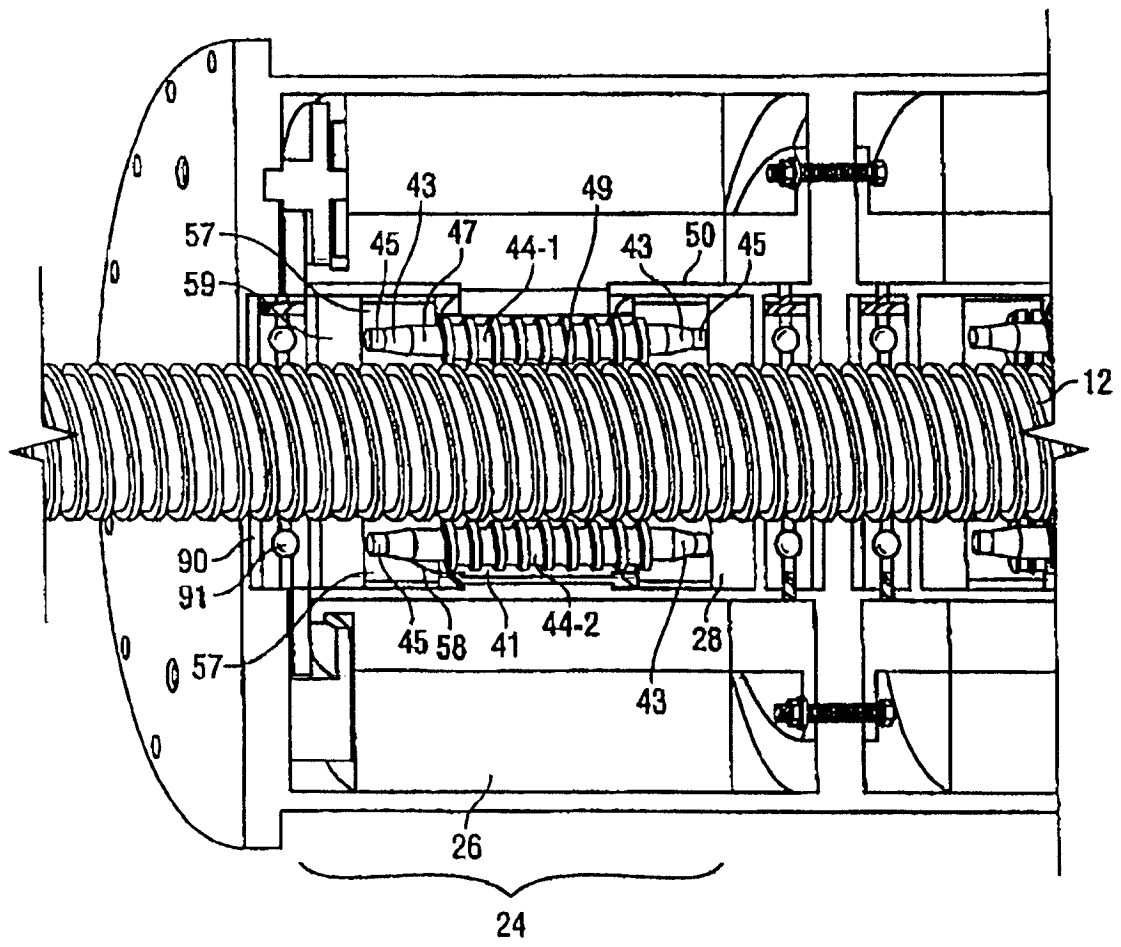


图 4

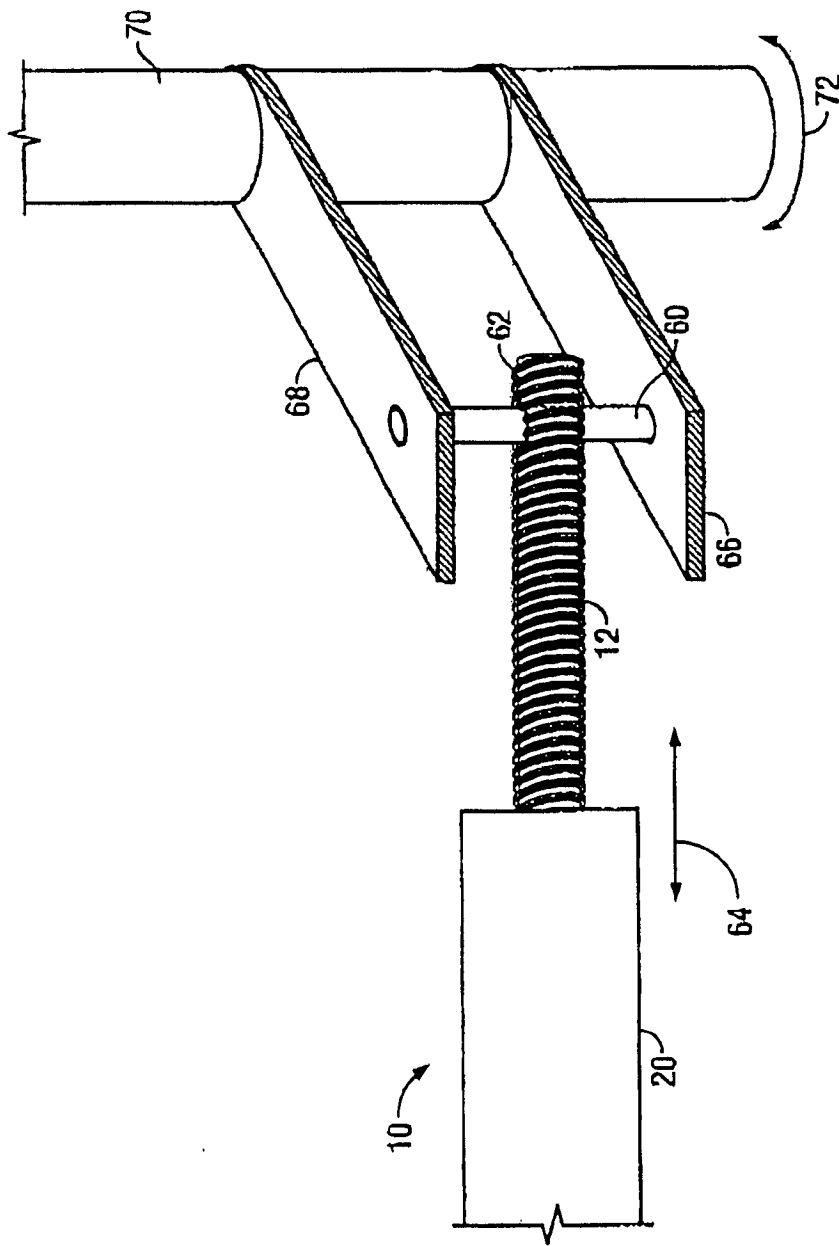


图 5

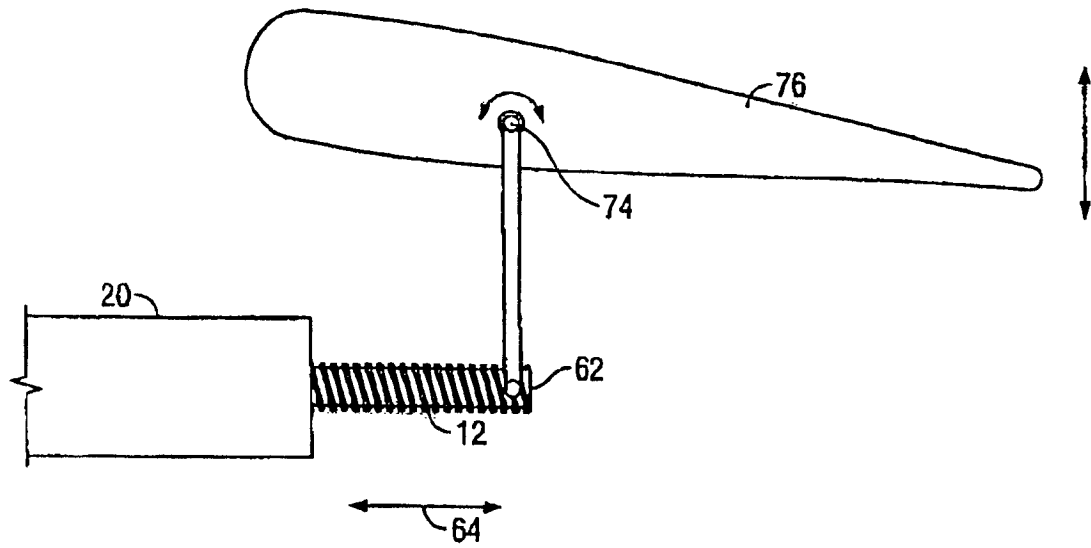


图 6

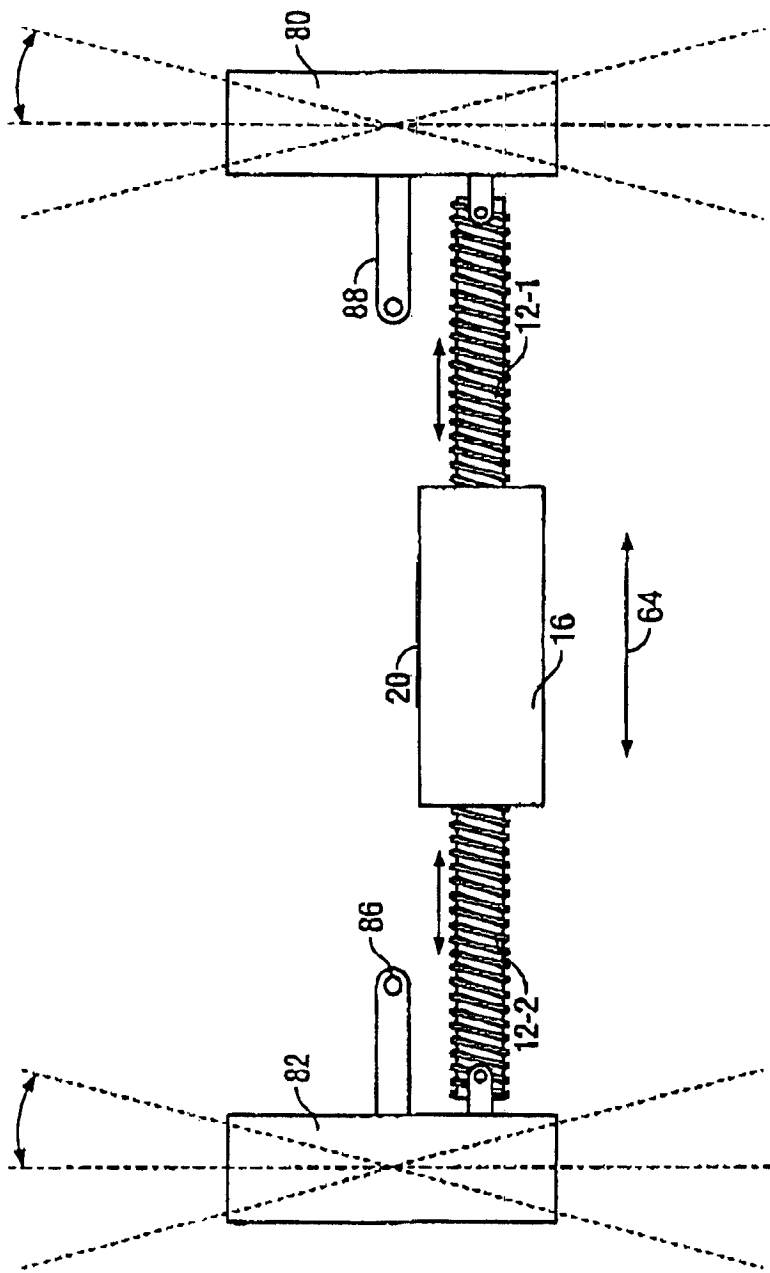


图 7