



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02148894.0

[45] 授权公告日 2006年11月29日

[11] 授权公告号 CN 1286690C

[22] 申请日 2002.11.22 [21] 申请号 02148894.0

[30] 优先权

[32] 2001.11.23 [33] FR [31] 01/15221

[71] 专利权人 米其林创意开发股份有限公司

地址 瑞士吉维西兹

[72] 发明人 D·洛朗 J-J·沙罗多

P·瓦雷纳

审查员 黄玉清

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

司

代理人 程伟 王初

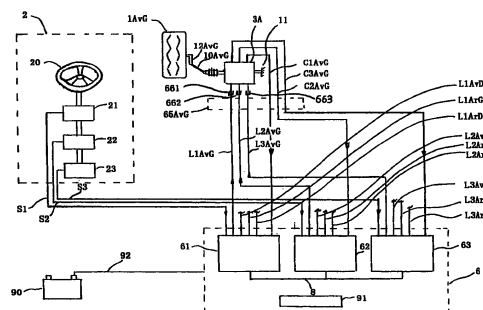
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称

三倍冗余度的汽车电转向机构

[57] 摘要

车辆的转向机构系统，包括：能转向的转向轮(1)；方向盘(20)；用于变换转向轮的转向角度的电致动器(3)，该电致动器(3)有三个并行工作的电动机(31、32、33)；三个并行运行的控制器(61、62、63)，每一该控制器分别形成用于所述转向角度的电控制通路的一部分；分别接收三个电信号之一的各电通路的控制器，各该控制器分别被连接到一个位置传感器，并且驱动一台电动机，以设置所述转向角度，各电动机传送的扭矩在正常运行中被叠加在一起；一条用于三个电控制通路的互联总线(8)；以及用于检测一个电通路状态相对其它两个的偏差的装置，用以在发生偏差时发出故障警报，并且保持在降低等级模式下运行。



1. 一种车辆转向系统，其特征在于：包括
至少一个能转向的转向轮（1）；
5 用于实施变换方向的操作装置（2），其传送三个电信号，这些信号都载有相同的有关需要变换方向的信息；
用于每一转向轮以改变该转向轮的转向角度的电致动器（3），所述电致动器包括基准端和可相对基准端转移的控制端，所述电致动器连接到所述转向轮（1），所述致动器设有三个并行工作的电动机（31、
10 32、33），以相对所述基准端转移所述控制端；
用于各电致动器（3）的三个位置传感器（71、72、73），用于探测所述控制端对所述基准端的相对位置；
三个并行运行的控制器（61、62、63），各形成用于所述转向角度的电控制通路的一部分，接收所述三个电信号之一的每一电控制通路
15 的所述控制器被连接到一个所述位置传感器，并且驱动一台所述电动机，以设置所述转向角度，所述各电动机传送的扭矩在正常运行中被叠加在一起；
至少一条用于所述三个电控制通路的互联总线（8）；
用于检测一个电控制通路状态相对其它两个偏差的装置，从而如
20 果发生偏差，变换到以降低等级的模式运行。
2. 如权利要求 1 所述的转向系统，其特征在于：其中故障报警在降低等级模式下启动。
- 25 3. 如权利要求 1 所述的转向系统，其特征在于：在降低等级模式下，所述转向控制由两个有相同状态的电控制通路进行。
4. 如权利要求 1 所述的转向系统，其特征在于：所述操作装置（2）设有驾驶员操纵的操纵装置，并且设有用于确定操作装置（2）的角度
30 位置的三个角度传感器（21、22、23），所述每一角度传感器形成一个电控制通路的一部分，并且发送一个所述电信号。

5 5. 如权利要求 1 所述的转向系统，其特征在于：其所配置的车辆设有作为主电池的蓄电池（90），正常的供电来自所述主电池，且设有备份电池（91），该备份电池在正常运动中自动用所述主电池充电，并且在正常供电发生故障时，自动为所述转向系统提供备份供电，同时发出警报。

10 6. 如权利要求 1 所述的转向系统，其特征在于：该转向系统用于有数个转向轮的车辆，各控制器驱动所述各转向轮致动器的一台电动机，各控制器使得可以为各转向轮选择设置适当的转向角度，该角度随着至少是所述车辆上的转向轮位置、车辆速度以及需要变换的方向而变化。

三倍冗余度的汽车电转向机构

技术领域

5 本发明涉及机动车辆的转向机构。具体地说，它涉及一种在转向轮和方向盘之间没有任何机械联接的电转向机构系统，为简单起见，以下称为“电转向机构”。该种类型的转向常被称为“导线转向”(steer by wire)。

10 背景技术

在电转向机构领域，下面的装置用来代替在方向盘和转向轮之间的传统的有助力的或没有助力的机械和/或液压系统。在转向轮高度，设有电致动器，优选为各转向轮有一个单独的电致动器，目的是设置适当的转向角，用于各转向轮或多个轮。车辆驾驶员可使用的转向操作装置，可以是传统的转动盘或控制杆，如操纵杆或其它任何适合的装置。驾驶员对其操纵的装置发出的命令，通过电连接被传送到致动器，整体系统处于装有适于适当驱动致动器的程序的计算机的控制之下。

20 该技术的特点之一是能很好地与电子线路相适应，优点是使愈加复杂的反馈控制系统成为可能，以便转向轮的转向不仅可由手动控制，而且还可由安全系统监控。例如，设置转向轮的角度时，不仅考虑到车辆驾驶员指示，而且也考虑到所测得的车辆动态参数。

因此，电转向机构为控制车辆的稳定性开辟了更宽广的空间。例如，当前，仅使用一个车轮的制动器的、应用矫正的横摆运动的用于矫正车辆方向的自动系统，其改变成电控制以实现车辆的各种功能，使得改变车辆不同转向轮的转向角度来矫正车辆的路线成为可能。

25 然而，像制动器一样，车辆转向机构是保证安全的一个基本的、至关重要的功能部件。因此，为了替代目前几乎普遍应用在所有公路车辆中的有助力或没有助力的机械转向机构，电转向机构最基本的一点，就是要极其的可靠。这就是电系统通常设计成是冗余的的原因，

因为考虑到一旦发生故障时，要能避免严重的后果。然而归根到底还必须要求：冗余系统所增加的复杂程度，不会导致有碍安全性能改进的故障成为可能。

5 发明内容

本发明提供一种简单并且运行非常可靠的电控转向机构系统。其构造对于所有使用的电元件是冗余的。为控制车辆转向轮的转向机构，本发明还提供一种非常适于该电转向机构系统的具体的电致动器，其中，该致动器包括基准端和控制端，通过至少三个并行工作的电动机相对基准端转移，各电动发动机有其自己的独立于其它电动机的电连接。

冗余原则是某些元件的三倍为基础，这些元件即：位置传感器，电动机，所需的控制器，以及连接所述不同元件的电线。这使得生成三个并行运行的控制通路成为可能。更具体地说，三个控制通路同时运行（虽然不同软件不是必需同样地使用），并且导致相同的动作，只要没有反常。该冗余，也称主动性（active），使得能够以高度的可靠性确定出三个通路中的哪一个是有故障的，并且使得能够在没有显著降低等级的条件以两个控制通路继续工作，至少到车辆，尤其是其乘客转到安全之处为止。

本发明的车辆转向机构系统包括：

至少一个能转向的转向轮；

用于实施变换方向的操纵装置，该装置传送三个电信号，都载有相同的有关需要变换方向的信息；

用于各转向轮的电致动器，用于改变转向轮的转向角度，所述电致动器包括基准端和可相对基准端转移的控制端，该电致动器适当地连接到转向轮，致动器有三台并行工作的电动机，以相对基准端转移控制端。

三个供各电致动器用的位置传感器，用于探测控制端对基准端的相对位置；

三个并行运行的控制器，每一控制器形成用于所述转向角度的电控制通路的一部分，接收三个电信号之一的每一电通路的控制器分别

被连接到一个位置传感器，并且驱动一台电动机，以设置所述转向角度，各电动机传送的扭矩在正常运行中被叠加在一起；

至少一条用于三个电控制通路的互联总线；

5 用于检测一个电通路状态相对其它两个的偏差的装置，从而在发生偏差时，变换到以降低等级的模式运行。

附图说明

图 1 是本发明转向机构系统的示意图；

图 2 是图 3 中的 DD 截面，示出本发明的电致动器；

10 图 3 是图 2 中的一部分截面；

图 4 是图 2 中的 BB 截面；

图 5 是图 3 中的 CC 截面；

图 6 的图示出本发明用于带四个转向轮的机动车的转向机构系统的可能应用，以及

15 图 7 是示出以与图 6 中不同速度移动的相同车辆。

具体实施方式

图 1 中，能看到用于驾驶车辆的操作装置 2。车辆驾驶员可用的控制，如前所述，可以是任何适当形式。这可能涉及方向盘 20，还可能
20 涉及任何其它的控制杆，如操纵杆，或与专利申请 GB2 314 910 所述相类似的控制杆。在方向盘 20 和转向轮之间没有机械联接。三个传感器 21、22 和 23 测量驾驶员驾驶的转向 20 的角度。各传感器 21、22、23 形成不同电通路的一部分，并且传送载有有关需要变换方向信息的所述一个电信号。

25 可以看到转向轮 1A 和电致动器 3A，该电致动器一方面被连接到车辆 11 的车身或底盘，另一方面被连接到连杆 10AvG，该连杆 10AvG 自身连接到控制杆 12AvG，形成车轮固定（未示出）的一部分，以控制转向轮 1AvG 的转向角度。专门设计的电致动器 3A，可以有其它用处（例如，可用于另一电转向机构系统），因而包括至少三个并行动作的电动机（有关电动机，请参见 31、32 和 33 及以下图 2 到图 5 的说明），
30 各电动机有其自己的电连接 661（和 662，663，分别地），与其

它电动机相独立，并且把该电动机连接到特定的、与驱动同一致动器的其它电动机的控制器不同的控制器。

5 中央处理器 6 使得可能控制转向轮的转向。转向轮的数量是任意的。可以看到一组线 65AvG，其将中央处理器 6 连接到包括转向轮 1AvG 和致动器 3AvG 的组群。为不使附图内容过于庞杂，省略了将中央处理器 6 连接到其它组群（也未示出）的组线，包括转向轮及其致动器。有三个控制通路。实际上，为进一步减少故障的可能性，各致动器 3 通过三个完全独立的组线或缆线（一个控制通路一个）电连接到中央处理器 6，其路径也是尽可能地分开。

10 按照惯例，数字编号在表示各组群的元件时使用，但不涉及其具体位置，而附带有指示车辆上相应位置的字母的同一数字编号，在表示用在具体转向轮的元件时使用。在本说明书以及附图之中，字母 AvG 表示前-左位置，字母 AvD 表示前-右位置，字母 ArG 表示后-左位置，字母 ArD 表示后-右位置。

15 本发明的转向机构系统用于有数个转向轮的车辆，其优点在于各控制器驱动各转向轮致动器的一台电动机，各控制器使得可以为各转向轮选择设置适当的转向角度，该角度随着至少是所述车辆上的转向轮位置、车辆速度以及需要变换的方向而变化。

20 可以看出，转向轮的数量是任意的。例如，可以控制单根转向轴的两个转向轮。在此情况下，转向轴有两个元件组群，各组群包括一个转向轮和一个致动器。作为变化，可在转向轴和转向轮之间设有机械联接，如转向齿条，并且后者的滑动可由单个致动器 3 控制。一般地说，可以安装任意个数的该元件组群。例如，四轮客车可被设置为：所有四个车轮都是转向轮，并且各由其自己的致动器操纵。该方案被
25 选作用于详细说明本发明的实施例。

现在参照图 2 至图 5，可以看出，各致动器 3 设有用作机械基准的机壳 40，和相对基准端线性位移的连杆 41。在所述实施方案中，连杆 41 可相对机壳 40 移动。可以看到三个用来移动致动器的回转电动机 31、32 和 33。三个回转电动机 31、32 和 33 并行地动作在旋转螺杆 53
30 上。螺杆 53 的旋转运动转变成连杆 41 的线性位移，详情下述。出于安全运行的考虑，各电动机的尺寸被设计成使其自身能够传输所需要

的扭矩。然而，在正常模式的操作下，需要的扭矩分配在三个电动机的各个之间，这样能够减少各电动机所受的应力及热，从而延长其使用寿命，改进了电动机的可靠性。

电动机的旋转运动通过螺杆/螺母系统转变成线性运动。电动机
5 31、32 和 33 的各输出轴 310、320 和 330 分别设有均与齿轮 52 相啮合的小啮轮 311、321 和 331。壳体 56 包覆着连杆 41。壳体 56 的端部形成有在连杆 41 滑动时引导它的轴承。齿轮 52 被锁固在轴上。该轴一侧设有螺杆 53。该轴一侧安装在滚动轴承 51 上，另一侧设在与连杆 41 一体的轴承上。滚动轴承 51 的外壳固定到电致动器的机壳 40 上。
10 螺母 54 与螺杆 53 相啮合。壳体 56 固定到机壳 40 上。保护用的波纹管一侧装在电动机机壳 40 上，另一侧装在连杆 41 上。

从图 4 中，可以看到，各小啮轮 311、321 和 331 以星形绕齿轮 52 配置，互相相对恒定地错开 120° 。当然，这仅是一个非限制性的设计方案。特别是，三个电动机也可以并排地配置，且同心地配置连杆，
15 以及驱动连杆的螺杆/螺母。

在图 3 和图 5 中，可以看到连杆 41 有突起 410，与壳体 56 上挖空的槽 560 相啮合。这样，连杆 41 绕其轴的转动被锁住。因此，螺杆 53 的旋转运动通过沿螺杆 53 移动的螺母 54，而转变成线性移动。

图 2 和图 3 都示出了位置传感器 71、72 和 73，用于确定控制端的
20 转移，换句话说就是连杆 41 相对基准端的转移。位置传感器 71 的主体 710 固定到壳体 56，以及致动器 3 的机壳 40。滑动器 711 固定到连杆 41 上，并且因此能随其移动。与位置传感器 71 类似两个传感器，即位置传感器 72 和 73，被结合到相同元件 74 上。各位置传感器 71、72 和 73 各形成不同电通路的一部分。

25 中央处理器 6 包括三个控制器 61、62 和 63（见图 1），并行运行，且在正常工作模式下同时运行，并且，在降低等级以下的工作模式中明显地显示出来（换句话说如果发生故障，系统当然能发出信号，例如，通过激活故障警报）。各控制器 61、62 和 63 形成用于转向轮转向角度的电控制通路的一部分。各转向轮由三个电控制通路控制。当有
30 几个转向轮时，各控制器 61（或 62，或 63，分别地）控制所有转向轮的转向角度。各控制器 61（或 62，或 63，分别地）通过电线 S1（或

S2 或 S3，分别地）获得来自一个传感器 21（或 22，或 23，分别地）的有关转向轮的角度的信息。此外，各控制器 61（或 62，或 63，分别地），通过线 L1（或 L2 或 L3，分别地）驱动各电致动器 3 用于各转向轮的电动机 31（或 32 或 33，分别地），且通过电线 C1（或 C2 或 C3，
5 分别地）从各转向轮的位置传感器 71（或 72 或 73，分别地）接收有关电致动器 3 位置的信息（换句话说，实际上，是有关转向轮转向的信息）。此外，对于各转向轮，各控制器 61（或 62，或 63，分别地）获得来自在各电致动器中有关电动机的当前传感器的信息。

总之，各控制器 61（或 62，或 63，分别地）控制所有的转向轮，
10 且各转向轮其自身处于三个并行工作的独立的控制器的监测之下。各控制器优选为不同的，例如不同类型和/或不同制造商，以增强冗余度。同样为了增强冗余度，控制器（不论它们是相同制造商/类型或不同制造商/类型）装有不同软件（不同的指令系列，不同的书写语言，不同的程序），即使这些不同的软件编码都有相同的目的。换言之，各这些
15 软件编码是分别编写的，但仍然使可能实现电动机的同样动作。该软件的冗余度制约了在未经试验的参数组合下发生故障（bug）的风险。

三个控制器 61、62 和 63 至少由一条总线 8 连接，并且实时交换对描述各控制通路电和机械状态有用的所有数据。电转向机构系统的操作保留了正常模式，只要各控制通路的相似参数有相同值，在公差
20 之内。例如，只要方向盘角度传感器 21、22 和 23 在线 S1、S2 和 S3 上发出相同信号（在公差之内），就能断定它们三个均工作正常。只要分别将三个控制器 61、62 和 63 分别连接到各致动器 3 的三个电动机 31、32 和 33 的各线 L1、L2 和 L3 上的电流有相同值（在公差之内），就能断定所有电动机工作正常。只要位置传感器 71、72 和 73 在线 C1、
25 C2 和 C3 上发出相同信号（在公差之内），就能断定它们三个均工作正常。总之，随后能断定三个电控制通路工作正常。因此，操作是在正常模式下。

在降低等级的工作模式中有不同的想得到的可能性。首先，由于存在三个控制通路，可以设想，当一个通路的一个参数的值与其它两个电通路中相同参数的值不同时，其是带有形成故障电通路一部分的不同值的参数。在此情况下，其故障被识别出在一个控制通路的各转
30

向轮的转向角度需要由有相同状态的，换句话说，有保持参数值都相同的两个通路来驱动。特别地，检测出异常的控制通路的电动机设置成空转。对于其它转向轮，如果有的话，没有变化。

应注意，如果电通路只是加倍，而不是三倍，如果发生值的偏差，不可能直接知道哪一个电通路是在正常工作状态下。不过可以进行类似的分析，例如，在此情况下通过比较互相间的各种参数，且通过分析这些参数随时间函数的变化记录。这是处理可能出现在本发明电转向机构系统中第二降低等级模式的必要方式。这种分析方式可被普遍应用于整个车辆。参数可以与其它转向轮的同参数相比较，并且，以这种方式，可能确定出降低等级工作模式应是什么样的。因此，可以看出，如果在电转向机构系统只有两个电通路在工作的同时，发生其它异常，本发明提供的电转向机构系统仍可能操纵在第二降低等级模式下。检测异常的控制通路的电动机再次设置成空转。

此外，如果供电发生故障，电转向机构系统必须仍然能够工作。这就是为什么中央处理器 6 有备份电池 91，如果车辆的主电池 90 发生故障，它自动切换到后者，从而在正常供电发生故障时给电转向机构系统备份供电，同时还必需传送适当的警报。在正常操作时，通过从主电池 90 吸取能量，备用电池充电或保持在其充满电的状态。备份电池 91 的制造尺寸，使得它所存储能量的数量足够使车辆转向机构能够操纵预定的最小安全时间，至少需要在离开非常危险之地以后，能在完全安全的条件停车。各控制器 61、62 和 63 有来自分开的由独立电路保护的备份电池的备份供电。

电转向机构系统的这一原理的实施，可以不考虑转向操纵装置的类型。转向操纵装置（用于引起变换方向的装置）可在方向盘或操纵杆，或任何其它的适当装置。此外，该电转向机构与用于自动控制车辆方向稳定性的系统高度谐调。在此情况下，设置用于各转向轮的转向角度不仅由车辆驾驶员操作的操纵装置决定，而且还考虑矫正的调整点值，它来自控制车辆稳定性的系统，作出给或从驾驶员打算的角度加或减一个转向角度的决定，以在安全条件下保持车辆的方向。

图 6 和 7 示出有四个转向轮的系统的应用。电转向机构可非常方便地适用于以纵向速度运动的车辆。当以很低的速度操纵时，可以与

前转向轮相反的方向驾驶后转向轮，从而改进车辆的灵活性，如图 6 所示。车辆向左转，具体地，指示出以 v_1 速度的左后转向轮 $\alpha_{\text{ARG}(v_1)}$ 的转向角度。在比较高的速度时，已知道可以与前转向轮相同的方向驾驶后转向轮，但以较小的角度，从而保持车辆良好的灵活性。这就是

5 图 7 所示的，其中，车辆仍向左转，具体地，指示出以 v_2 速度的左后转向轮 $\alpha_{\text{ARG}(v_2)}$ 的转向角度（角度值并不表示真实状态）。

总之，以运动中的车辆驾驶员设置的转向轮角度和车辆运动的纵向速度为基础，选择性的对可操纵转向方向盘车轮的转向角度的控制，使得能够确定出车辆理想的瞬间转动中心。该瞬间转动中心用图 6 和

10 图 7 中的点 Ω 表示。从该瞬间中心被选择时开始，且到其连接到各转向轮的中心为止，可能计算出各转向轮的转向角度，以便转向轮平面被定位到垂直于连接各转向轮中心到车辆瞬间转动中心 Ω 的线。在不超出轮胎打滑的限度下，车辆绕它的该瞬间转动中心 Ω 转变方向。作为行车条件（车辆速度，偏航角速度）的函数，车辆该瞬间转动中心 Ω 连续而

15 动态地被计算。

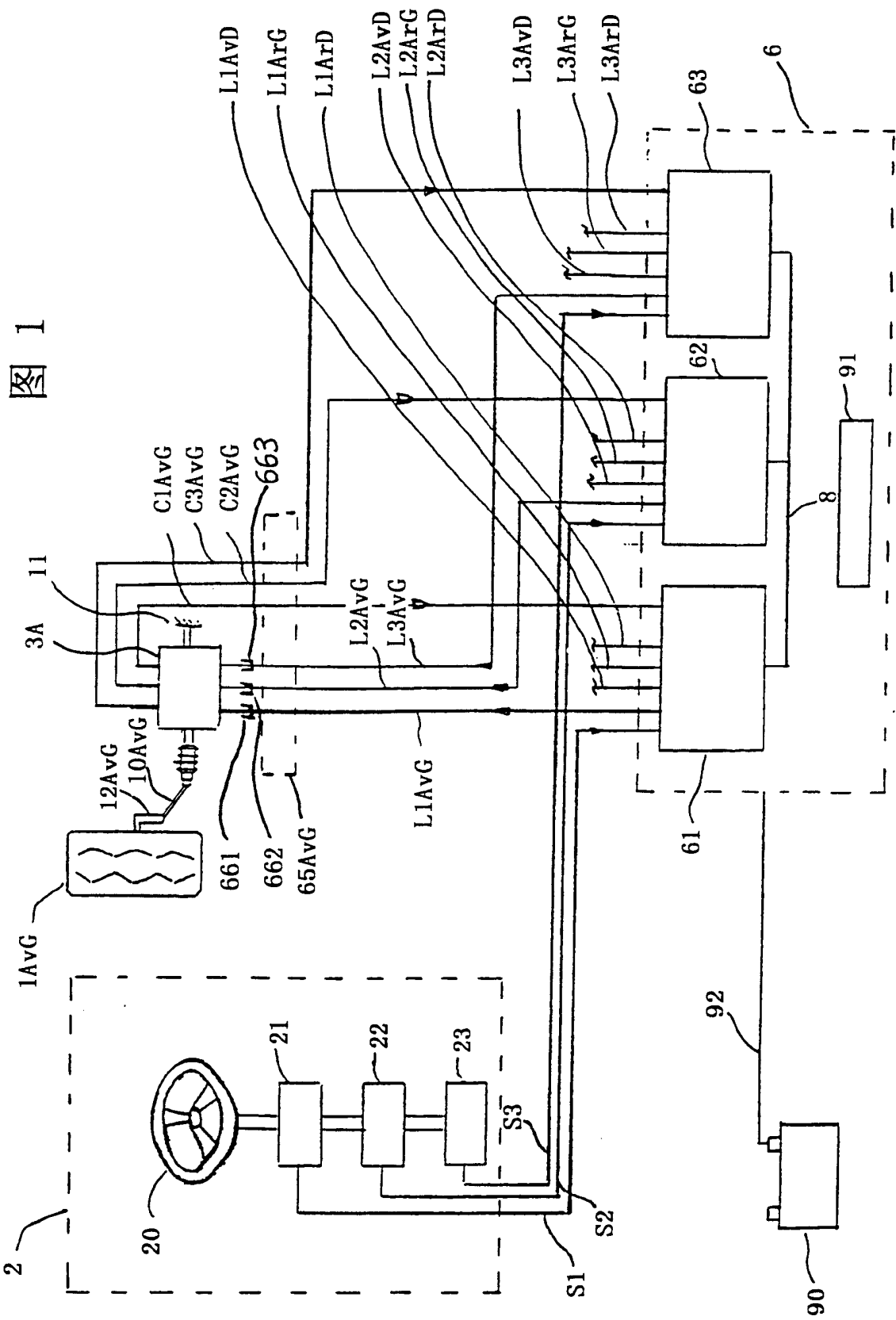
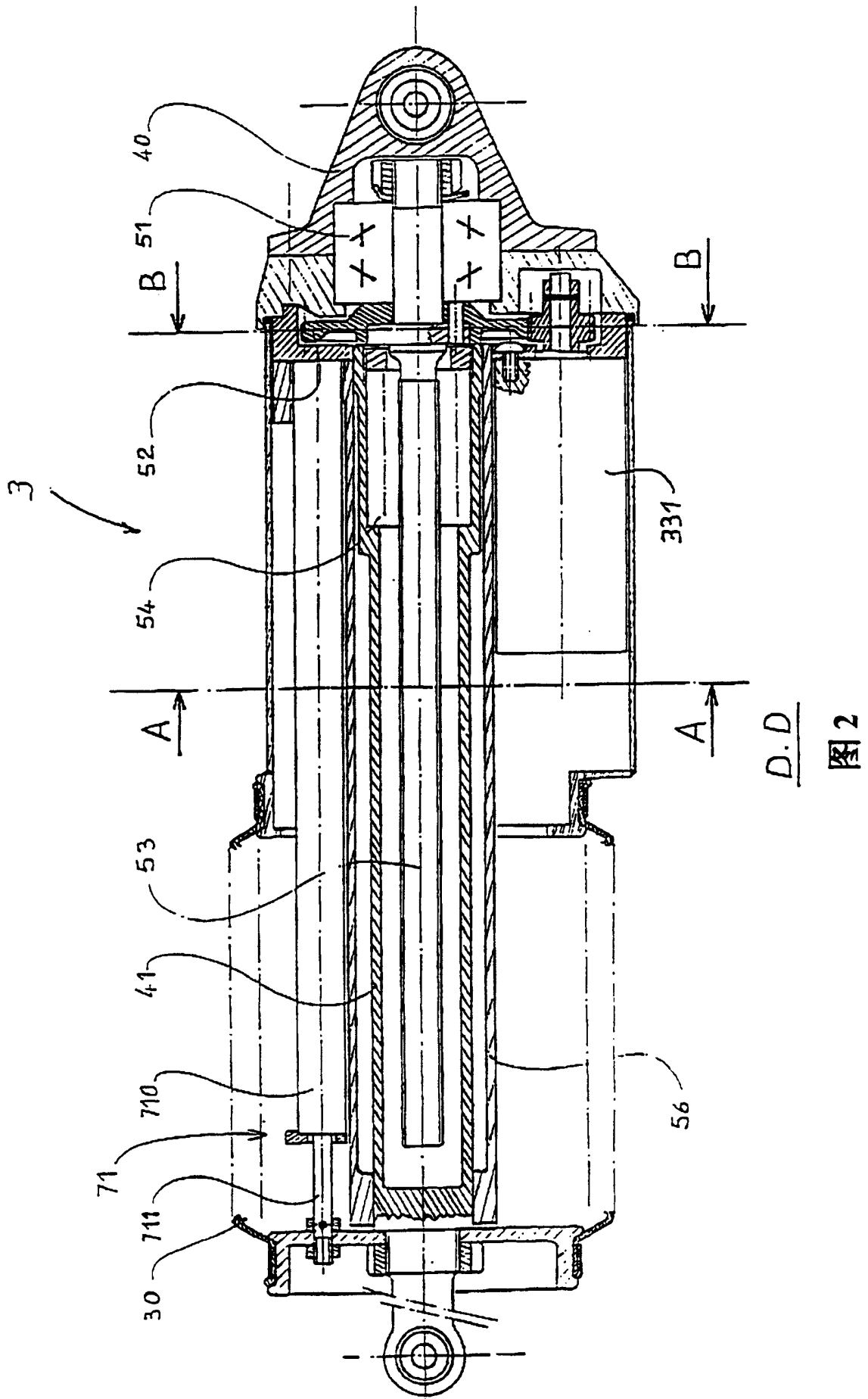


图 1



D.D
图 2

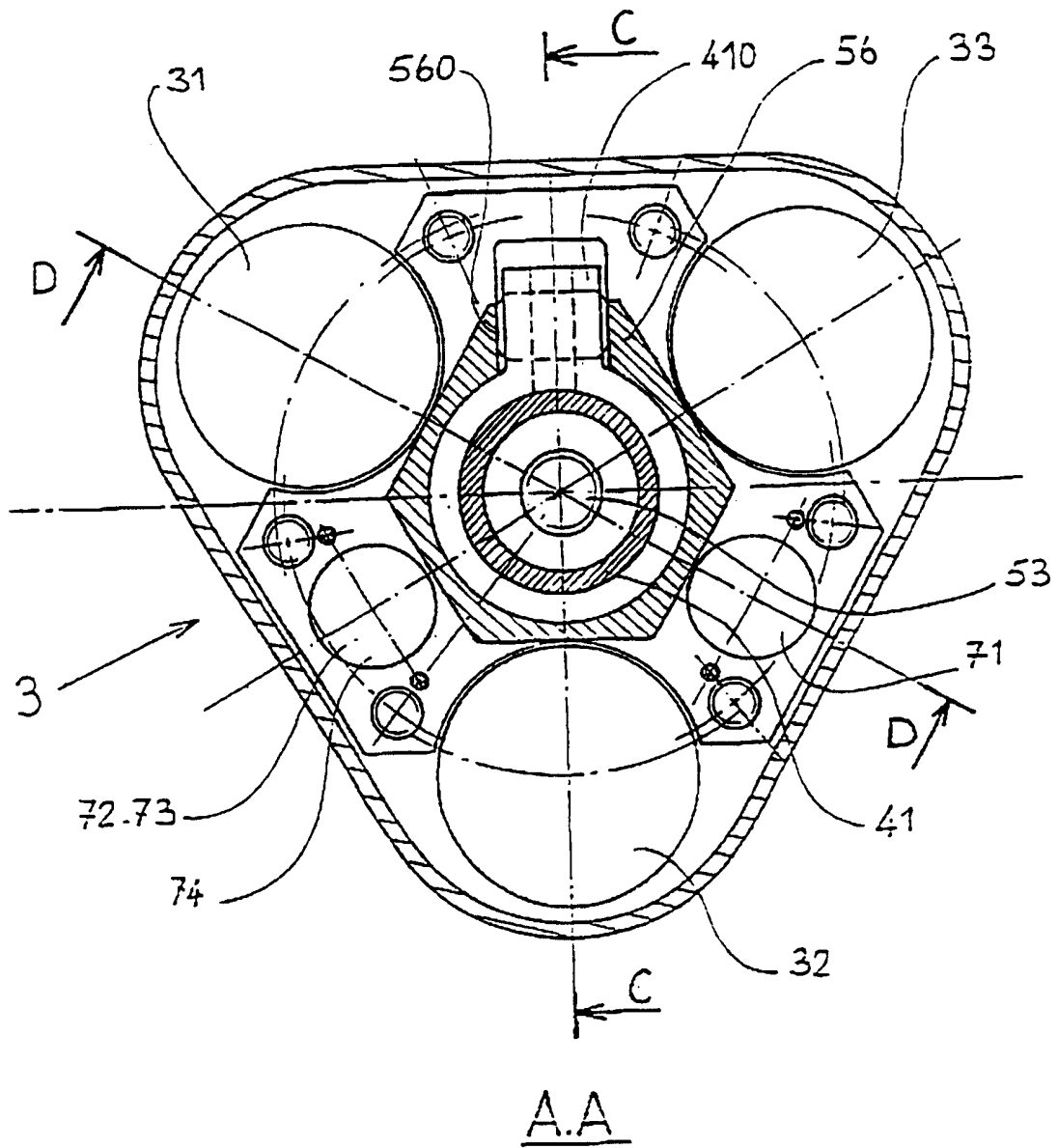
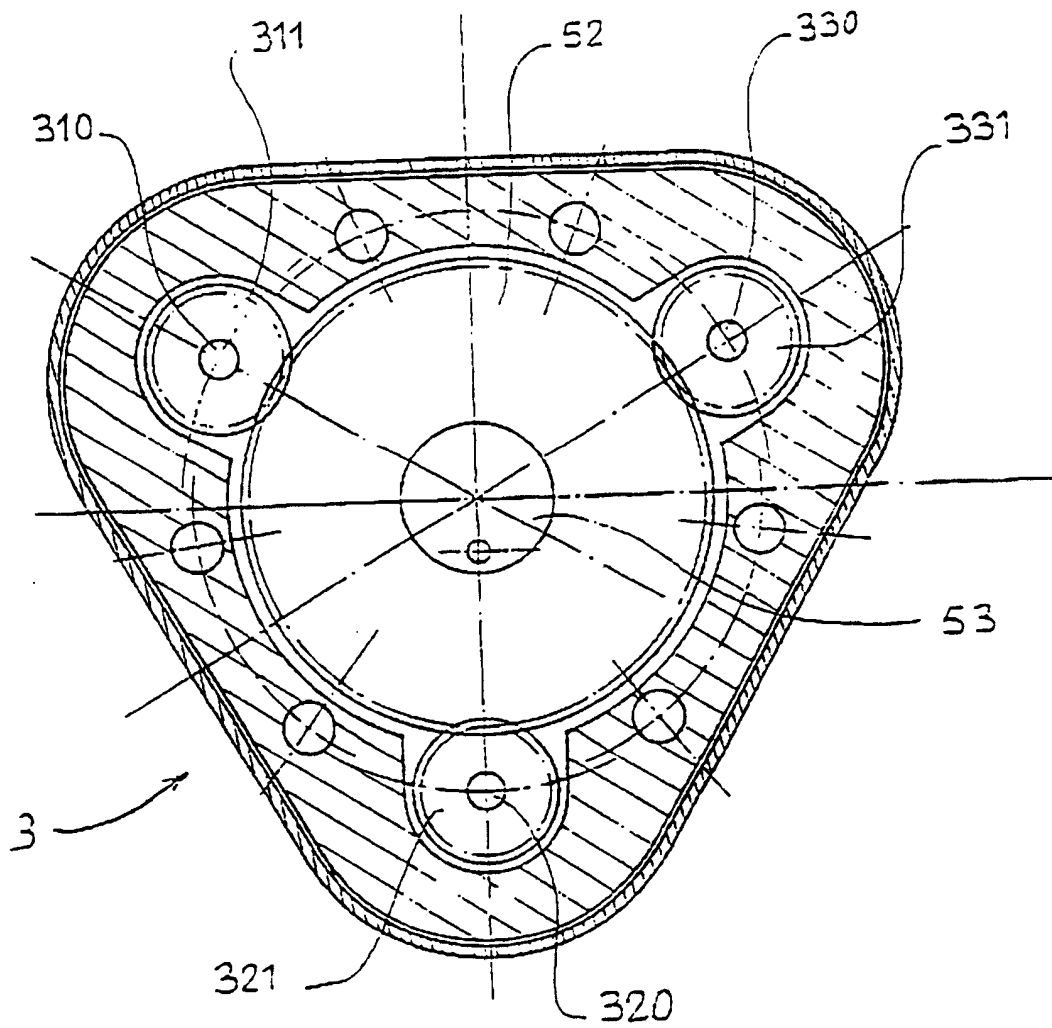


图3



B.B

图 4

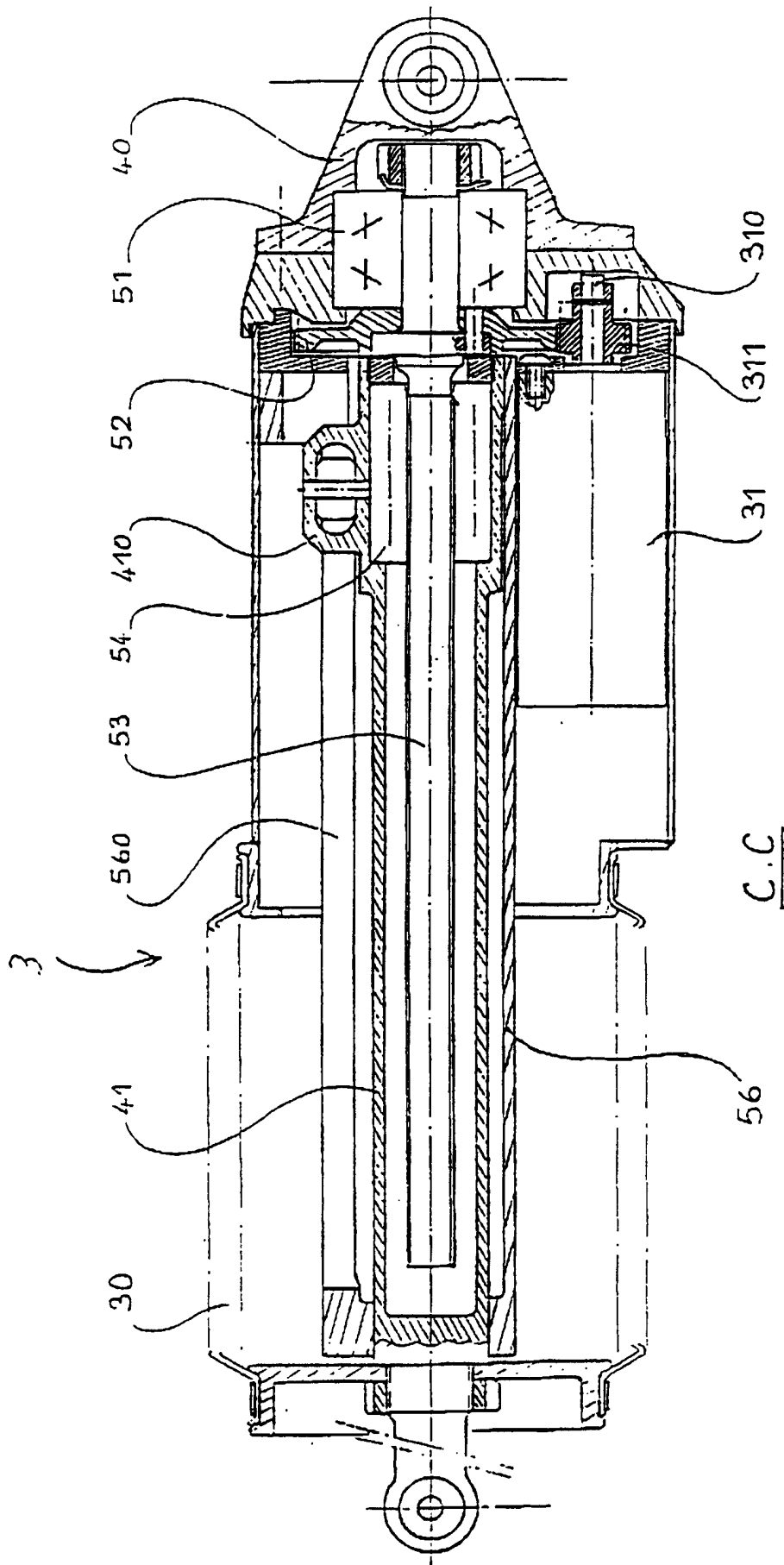


图5

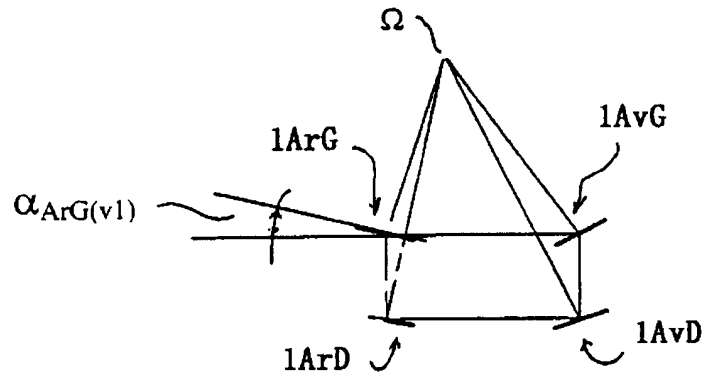


图 6

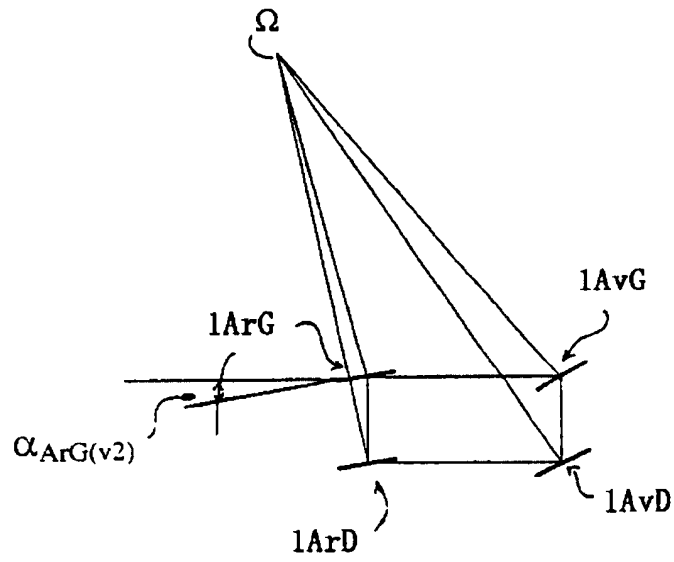


图 7