



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102131613 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 13

(21) 申请号 200980133817. 3

(22) 申请日 2009. 08. 19

(30) 优先权数据
102008044763. 3 2008. 08. 28 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日
2011. 02. 24

(86) PCT申请的申请数据
PCT/EP2009/006008 2009. 08. 19

(87) PCT申请的公布数据
W02010/022883 DE 2010. 03. 04

(73) 专利权人 肯普滕应用技术大学 - 高等专科学校
地址 德国肯普滕

(72) 发明人 保罗·辛德勒

(74) 专利代理机构 上海市华诚律师事务所
31210

代理人 傅强国

(51) Int. Cl.
B23K 20/12 (2006. 01)
B23K 101/04 (2006. 01)
B23K 101/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

GB 2271737 A, 1994. 04. 27,
GB 2271737 A, 1994. 04. 27,
US 6814823 B1, 2004. 11. 09,
JP 3-207510 A, 1991. 09. 10,
WO 2008/064631 A1, 2008. 06. 05,
CN 1223190 A, 1999. 07. 21,
CN 1516634 A, 2004. 07. 28,

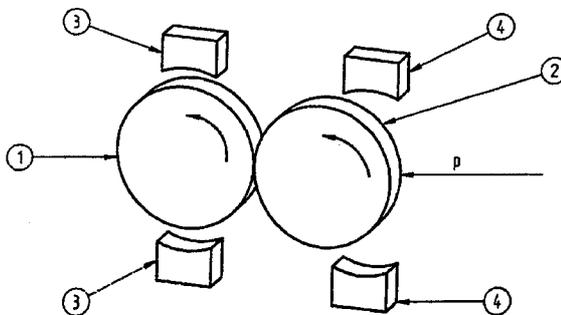
审查员 杨勇

权利要求书3页 说明书5页 附图19页

(54) 发明名称
涂层方法

(57) 摘要

本发明涉及一种利用涂层元件 (2) 对工件 (1) 的至少一个表面进行涂层的涂层方法, 材料从涂层元件 (2) 转移到工件的 (1) 的表面上, 其中在第一工序中, 工件 (1) 的表面的待涂层部分与涂层元件 (2) 相接触, 其中在工件 (1) 的表面与涂层元件 (2) 之间进行相对运动。



1. 一种涂层方法,用于利用涂层元件(2)对工件(1)的至少一个表面涂层,材料从所述涂层元件(2)转移到所述工件(1)的表面上,其特征在于,在第一工序中,至少工件(1)的表面的将要被涂层的区域被加热,并且在另一工序中,工件(1)的表面的所述将要被涂层的区域与所述涂层元件(2)相接触,其中:所述工件(1)的表面与所述涂层元件(2)之间相对运动;在与所述工件(1)的将要涂层的表面相接触之前,至少所述涂层元件(2)的表面被加热;所述将要涂层的工件(1)的表面和/或所述涂层元件(2)的表面的加热分别至少进行到各自的塑化温度;在所述工件(1)接触所述涂层元件(2)时,施加按压力(P)。

2. 如权利要求1所述的涂层方法,其特征在于,利用所述涂层方法,在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)的表面之间实现摩擦焊接处理。

3. 如权利要求1所述的涂层方法,其特征在于,利用所述涂层方法,在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)的表面之间实现摩擦涂覆处理。

4. 如权利要求1所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(3)实现所述工件(1)的将要涂层的表面的加热。

5. 如权利要求2所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(3)实现所述工件(1)的将要涂层的表面的加热。

6. 如权利要求3所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(3)实现所述工件(1)的将要涂层的表面的加热。

7. 如权利要求1所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(4)实现所述涂层元件(2)的表面的加热。

8. 如权利要求2所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(4)实现所述涂层元件(2)的表面的加热。

9. 如权利要求3所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(4)实现所述涂层元件(2)的表面的加热。

10. 如权利要求4所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(4)实现所述涂层元件(2)的表面的加热。

11. 如权利要求5所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(4)实现所述涂层元件(2)的表面的加热。

12. 如权利要求6所述的涂层方法,其特征在于,利用摩擦元件(4)实现所述涂层元件(2)的表面的加热。

13. 如权利要求1所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

14. 如权利要求2所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

15. 如权利要求3所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

16. 如权利要求4所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

17. 如权利要求5的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

18. 如权利要求 6 所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

19. 如权利要求 7 所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

20. 如权利要求 8 所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

21. 如权利要求 9 所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

22. 如权利要求 10 所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

23. 如权利要求 11 所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

24. 如权利要求 12 所述的涂层方法,其特征在于,至少在所述工件(1)的将要涂层的表面与所述涂层元件(2)相接触时,添加至少一种添加材料(5)。

25. 如权利要求 1 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

26. 如权利要求 2 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

27. 如权利要求 3 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

28. 如权利要求 4 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

29. 如权利要求 5 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

30. 如权利要求 6 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

31. 如权利要求 7 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

32. 如权利要求 8 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

33. 如权利要求 9 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

34. 如权利要求 10 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

35. 如权利要求 11 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

36. 如权利要求 12 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

37. 如权利要求 13 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件

表面的加热。

38. 如权利要求 14 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

39. 如权利要求 15 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

40. 如权利要求 16 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

41. 如权利要求 17 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

42. 如权利要求 18 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

43. 如权利要求 19 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

44. 如权利要求 20 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

45. 如权利要求 21 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

46. 如权利要求 22 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

47. 如权利要求 23 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

48. 如权利要求 24 所述的涂层方法,其特征在于,利用至少一个外部热源(6)实现工件表面的加热。

涂层方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种涂层方法,在该涂层方法中,利用涂层元件涂覆工件的表面,其中材料从涂层元件转移到工件表面上。

[0002] 背景技术

[0003] 现有技术显示涂覆摩擦焊接方法或者表面摩擦方法,其中焊接工具与一件或多件工件摩擦接合并且通过摩擦热而使其局部熔化,使得工件能够随后被焊接。在例如由 EP1738856A1, EP1514632B1 或 EP1514632A1 所公开的这些方法中,被证明不利的是,必须有大的驱动力和能量输入,以加热工件的待焊接区域。该方法不适于将较薄的材料涂覆到较薄工件上,因为涂层元件本身必须具有相应的机械性能和材料特性,并且需要较大的按压力。因此,为了承受按压力,工件必须足够稳定。无论材料匹配,还是压力施加和温度控制,对于表面的涂层都不合适。

发明内容

[0004] 本发明的任务在于,提供一种开头所提及类型的涂层方法,该方法能够以简单的结构和更简单、更经济的可实施性来用各种材料配对涂覆工件表面。

[0005] 根据本发明,规定涂层过程分至少两个阶段进行。在第一阶段或者第一工序中,至少工件表面的待涂层区域被加热。该加热相对于涂层元件和后续的涂层过程单独进行。在第二阶段则进行真正的涂层过程,在该第二阶段,工件表面的待涂层区域与涂层元件相接触,其间进行工件与涂层元件之间的相对运动。

[0006] 根据本发明,因此可能将待涂层工件的表面与涂层过程及涂层元件分开加热。该加热可以用各种方式进行,例如通过摩擦加热、利用红外线加热、利用束加热(激光束、电子束),或者例如通过炙热火焰、电弧或者等离子流。另外,根据本发明,可以通过热辐射或者通过热气实现加热。根据本发明,电阻加热或者利用加热元件加热也可以是特别有利的。

[0007] 另外根据本发明,可以通过摩擦实现工件的加热,该摩擦既可以因旋转相对运动而产生,也可以因线性相对运动而产生。在本发明的框架下,利用超声波加热也可以是特别有利的。

[0008] 另外,根据本发明,有益的是,涂层材料也以相同的方式加热。这也可以通过在按压过程中用预加热的工件的热量进行涂层材料的加热。

[0009] 根据本发明的涂层方法因此给出了以合适的方式加热工件的可能性,其中尤其可以考虑工件几何外形、工件体积、工件材料和其他参数。因此根据本发明可能以优化的方式进行工件的加热,而与涂层元件和其几何外形或材料组合无关。

[0010] 在本发明的一个特别有利的实施方式中,规定为了加热待涂层工件而采用摩擦元件。无论在加热时,还是在涂层时,优选施加合适的按压力。

[0011] 根据本发明,因此规定工件表面在与涂层元件接触之前被适当加热。同样地,在与工件表面接触之前加热涂层元件本身的表面也是有利的。

[0012] 尤其有利的是,加热到工件和 / 或涂层元件的各种材料的塑化温度。通过分开加

热,可以为不同的材料规定不同的预热温度。

[0013] 利用根据本发明的涂层方法,在工件表面上实现了摩擦焊接处理或者摩擦涂覆处理,从而使工件能够以可靠的方式和所期望的厚度被涂覆。通过工件表面与涂层元件接触的持续时间及力施加,根据本发明可能具体控制或调节涂层部位的厚度。相对于公知的方法,这也是一个显著的优势,因为加热(塑化)所需能量本身不通过工件与涂层元件之间的共同作用来输入。

[0014] 优选分别利用摩擦元件来加热工件和涂层元件的表面,可以考虑摩擦元件的几何形状而以合适的方式构造摩擦元件,并且考虑摩擦元件的材料特性而以优化的方式匹配摩擦元件,使得摩擦元件本身不与工件或涂层元件的表面反应,或者在其他情况下,也能够通过该摩擦元件实现某种材料加入(Materialeintrag),例如为了改善由涂层元件所施加的涂层的附着性和/或形成中间层。

[0015] 在本发明的优选改进方案中,也可能至少在被加热的工件表面和涂层元件接触时添加添加材料,例如粉末混合物等。根据本发明,同样有利的是,在工件表面中嵌入添加材料。附件材料的嵌入也可以通过将添加材料添加到涂层材料中来实现。根据本发明,此类添加材料例如可以是坚硬的材料,该坚硬的材料被加入施加上的、仍然又热又软的层内,例如通过洒(Aufstreuen)、沉积(Aufschütten)、倾倒(Aufblasen)等,并且接着通过压入或者轧入而被固定。

[0016] 根据本发明,可能产生不同材料配对的表面涂层,并且以优化的方式使表面涂层的厚度适应各种需要。

附图说明

[0017] 下面将结合附图参考实施例来说明本发明。其中:

[0018] 图 1-3 以示意性的方式显示了管的轴的外涂层;

[0019] 图 4,5 示出了用于对轴或者管外涂层的变形实施例;

[0020] 图 6,7 示出了用于对管内涂层的实施例;

[0021] 图 8,9 示出了用于对孔或者管内涂层的实施例;

[0022] 图 10,11 示出了用于对片状工件涂层的实施例;

[0023] 图 12,13 示出了用于对片状工件的另外一个实施例;

[0024] 图 14,15 示出了用于对薄板或者板涂层的实施例;

[0025] 图 16,17 示出了用独立的热源加热的实施例;

[0026] 图 18 示出了在感应加热时用于对薄片涂层的另一个实施例;

[0027] 图 19-21 示出了用于在涂覆添加材料的情况下涂层的实施例;

[0028] 图 22 示出了用于对板涂层的第一设备的立体图;

[0029] 图 23 和 24 示出用于对板涂层的另一设备的立体图;

[0030] 图 25 和 26 示出用于对筒形零件涂层的设备的立体图。

具体实施方式

[0031] 在实施例中,相同的部件用相同的附图标记标示。

[0032] 图 1-3 分别显示了轴或管形式的工件 1 以及同样是筒状的涂层元件 2,表面材料也

将要从涂层元件 2 转移到工件 1 的表面上。

[0033] 图 1 中显示了加热阶段,在此阶段,工件 1 和涂层元件 2 均处于旋转状态。工件 1 利用钳状 (backenartig) 的摩擦元件 3 摩擦加热,摩擦元件 3 压到工件 1 的表面上。同样的情况也适用于涂层元件 2,该涂层元件 2 利用类似的摩擦元件 4 加热。

[0034] 图 2 中显示了摩擦元件 3 和 4 返回的状态。图 3 显示了根据本发明的第三阶段,在此阶段,利用按压力 P 将涂层元件 2 压在工件 1 上,以便以此方式进行表面涂层。

[0035] 通过图 1 所示的工件 1 的加热,工件 1 的表面被加热并且被清洁 / 活化。一旦工件 1 和涂层元件 2 两者的表面已经达到各自的温度,得到可反应的软表面,通过相向旋转和施加的按压力 P 而产生摩擦焊接。在此期间,涂层元件 2 的表面被更强地加热,从而变得比工件 1 的表面更软。由此,涂层元件 2 的材料能够在工件 1 的表面上形成增长的涂层。这通过按压力 P 来控制。在足够的涂层被涂覆以后,工件 1 和涂层元件 2 彼此分离。

[0036] 根据本发明的涂层方法首先具有以下优点:

[0037] ● 无细孔或无缩孔的涂层;

[0038] ● 能够实现类似于摩擦焊接的、很多的材料组合;

[0039] ● 缩短涂层时间;

[0040] ● 涂层厚度几乎能够任意调节;

[0041] ● 涂层材料在基材上的高的附着能力;

[0042] ● 能够产生光滑的表面;

[0043] ● 较低的成本;

[0044] ● 通过对工件和涂覆材料有目的的加热控制,具有不同导热性和热容量的材料也能够被涂层和涂覆;

[0045] ● 在摩擦焊接工艺之外,还可以进行类似于钎焊的、通过按压力进一步加强的连接处理;

[0046] ● 很多可能的材料组合。

[0047] 根据本发明的方法,可以优选用于将轴承材料、磨损层、腐蚀层和 / 或导电或导热材料涂覆在轴和主轴颈上。

[0048] 图 4 和 5 显示了轴或管涂层的视图。其中工件 1 绕旋转轴旋转,并且利用摩擦元件 3 在外周部分区域加热。利用旋转的筒状摩擦元件 4 加热涂层元件 2 (图 4)。在加热充分以后,使涂层元件 2 与工件 1 接触,在此期间摩擦元件 3 和 4 不起作用 (图 5)。

[0049] 图 6 和 7 显示了根据本发明的利用筒状涂层元件 2 对管状工件 1 进行管内涂层的变形例。如箭头所示,它们反向旋转。在加热阶段 (图 6),工件 1 和涂层元件 2 利用摩擦元件 3 或摩擦元件 4 加热。在加热完成以后,涂层元件 2 被按压至工件 1 的内表面上,以便进行涂层过程。

[0050] 该方法的变形例如可以用于对发动机内的筒状导轨的涂层,或者用于管的防腐蚀保护或者抗磨损保护。以此方式也可以用轴承材料对轴承衬套涂层。

[0051] 图 8 和 9 显示了利用钳状涂层元件 2 对工件 1 的孔或管的内壁涂层的另一变化例。在此首先利用摩擦元件 3 实现对工件 1 的表面加热 (见图 8),同时涂层元件 2 没有处于接合状态。在加热阶段之后,如图 9 所示,涂层元件 2 被按压至工件 1 的内表面上,同时摩擦元件 3 在外部被接合。在此期间,涂层元件 2 的加热例如通过中心区域或者通过外部热源

来实现。

[0052] 图 10 和 11 显示了用于片状工件 1 的涂层的实例。如从图 10 所示的俯视图可以看出,该工件 1 旋转并且利用摩擦元件 3 在其表面加热。筒状或者销状的涂层元件 2 利用摩擦块形式 (reibklotzartig) 的摩擦元件 4 加热。在加热阶段之后,与工件 1 反向旋转的涂层元件 2 与工件 1 开始接触并被按压于其上,同时摩擦元件 3 和 4 不再处于接触状态 (见图 11)。

[0053] 该实施变化例例如可用于对刹车片涂层。

[0054] 图 12 和 13 显示了用于对片涂层的方法的修改实施方式。在此,将要被涂层的片状工件 1 也利用摩擦元件 3 加热 (图 12)。涂层元件 2 在此构造成块状并且通过用正在旋转的片作为摩擦元件 4 加热。在表面加热完成以后,涂层元件 2 与工件 1 的表面接触,在此期间摩擦元件 3 和 4 不再接合 (图 13)。

[0055] 图 14 和 15 显示了根据本发明的用于对薄板和板涂层的变形例。其中板状工件 1 利用正在旋转的筒状摩擦元件 3 加热,例如沿着表面条带 (**Oberflächenstreifen**),就像图 14 的俯视图所显示的那样。同时利用块状的摩擦元件 4 实现筒状涂层元件 2 的加热。

[0056] 在完成涂层元件 2 的加热以后,使该涂层元件 2 与工件 1 的表面接触并且沿着该工件 1 运动,同时摩擦元件 3 仍然与工件 1 的表面相接合,并且相对于涂层元件 2 运动,加热工件的表面条带,如图 15 中所示的那样。其中指向右的箭头显示了进给反向。涂层元件在此例如可以在进给期间进一步利用摩擦元件 4 补充加热。由此也可能涂覆大面积的层。一个应用实例为薄板和支撑体 (**Träger**) 的涂层、通过产生条状图案 (Muster) 而在薄板上施加加强肋,或者例如补偿轨道上的磨损。

[0057] 图 16, 17 显示了一些实施变形例,在这些变形例中,例如利用一个或者多个附加的热源元件 6 实现涂层元件 2 的加热。这些附加的热源元件 6 能够发出激光束或者电子束。

[0058] 根据图 16,首先利用块状的摩擦元件 3 实现对工件 1 的表面的加热,同时热源元件 6 仍然关闭,并且轴状的涂层元件 2 处于静止状态。

[0059] 在工件 1 的表面的加热之后,摩擦元件 3 被撤回。使涂层元件 2 旋转并且利用热源元件 6 的热射线 7 加热。其间,涂层元件 2 被压向工件 1。以同样的方式,可以由热源元件 6 发出等离子束或者电弧。利用火焰的直接加热也是可以的。

[0060] 在所描述的变形例中,可以将极其坚硬且耐热的材料,例如陶瓷材料附加到软化温度的表面上,并且在后面的摩擦焊接过程中涂到工件 1 上。由此,例如陶瓷层能够被涂覆到金属基体上,同样可以的是,例如设置具有硬质金属层的气缸工作面 (Zylinderlaufbahn),或者用陶瓷的耐磨损层装备主轴颈。

[0061] 图 18 显示了根据本发明的用于对片涂层的方法的变形例,其中使片状工件 1 旋转并且利用感应线圈形式的热源元件 6 加热。与之并行地,同样使片状的涂层元件 2 旋转并且同样利用感应线圈加热。通过径向压合两个被加热的片,实现原料的涂覆。因此能够在外周边缘涂覆涂层。

[0062] 图 19-21 显示了根据本发明的变形例,在这些变形例中,除了涂层之外从存储容器 (**Vorratsbehälter**) 8 中涂覆附加原料 5,例如为粉末状。因此,粉末状硬质材料或者其他添加材料例如能够被洒入或者用空气或保护气吹入 (见图 19),同时工件 1 与涂层元件 2 相

接触。由此,产生例如复合原料形成的层、例如用于刹车片或者摩擦片。

[0063] 图 20 显示了用于通过添加作为添加材料 5 的粉末而对管内壁涂层的变形例,例如用于轴衬、发动机内的气缸工作面、管内部涂层或者液压缸或泵缸体的涂层。在此也可以供给由纯净水、金属混合物、塑料或者陶瓷形成的粉末形式的添加原料 5。

[0064] 图 21 显示了类似的实施方式,在该实施方式中,在利用制动块形式的摩擦元件 3 对工件 1 加热的同时添加添加材料 5。

[0065] 图 22 显示了板状工件 1,该工件 1 可在二维空间行进,如双箭头所示。另外,显示了筒状或者棒状涂层元件 2,涂层元件 2 固定在被保持着轴承内的轴上。该设备还包括离合器 10 以及驱动电机 11。

[0066] 因此可能使工件 1 在涂层元件 2 的前侧表面上运动,使得平面的涂层成为可能。

[0067] 图 23 和 24 显示了用于板状工件 1 的涂层的改良设备,其中涂层元件 2 构造成环状,并且支撑着可旋转的轴 12 上,该轴 12 可利用电机 11 驱动。通过调整在图 23 和 24 中箭头的方向,在相应的加热(在图中,加温或加热设备在图 23 和 24 以及图 22 中被省略)之后,使涂层元件 2 和工件 1 之间有相对运动。

[0068] 从图 23 可以看出,处于加热状态或者开始状态的设备为接近工件 1 和涂层元件 2 提供了足够的自由空间,从而能够以合适的方式实现加温或者加热。图 24 则显示了实际的加工过程。

[0069] 图 25 和 26 以同样的方式首先显示了初始状态或者加热状态(图 25)以及加工状态(图 26)。在图 25 和 26 所示的设备中采用了筒状的工件 1 以及片状或者筒状的涂层元件 2,工件支撑着轴 12 上,涂层元件 2 同样支撑着另外一个轴 12 上。如从通过箭头图示看出的那样,在涂层过程期间,规定了沿着轴 12 的轴线的轴向运动和与之垂直布置的进给运动。

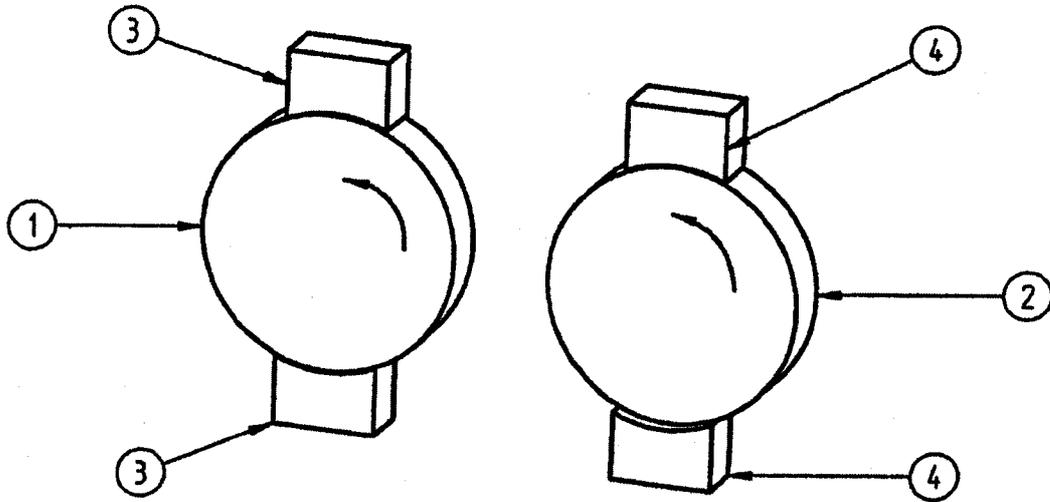


图 1

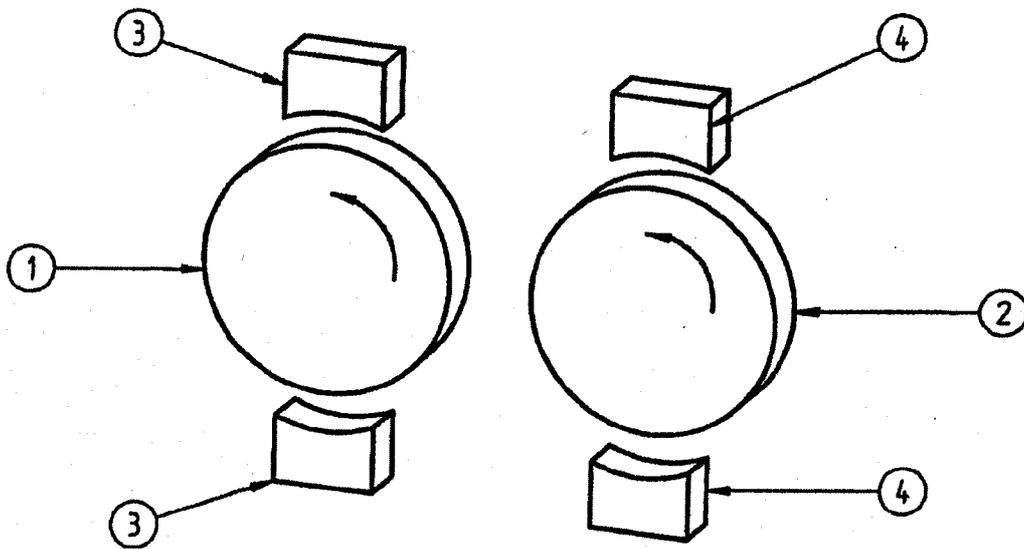


图 2

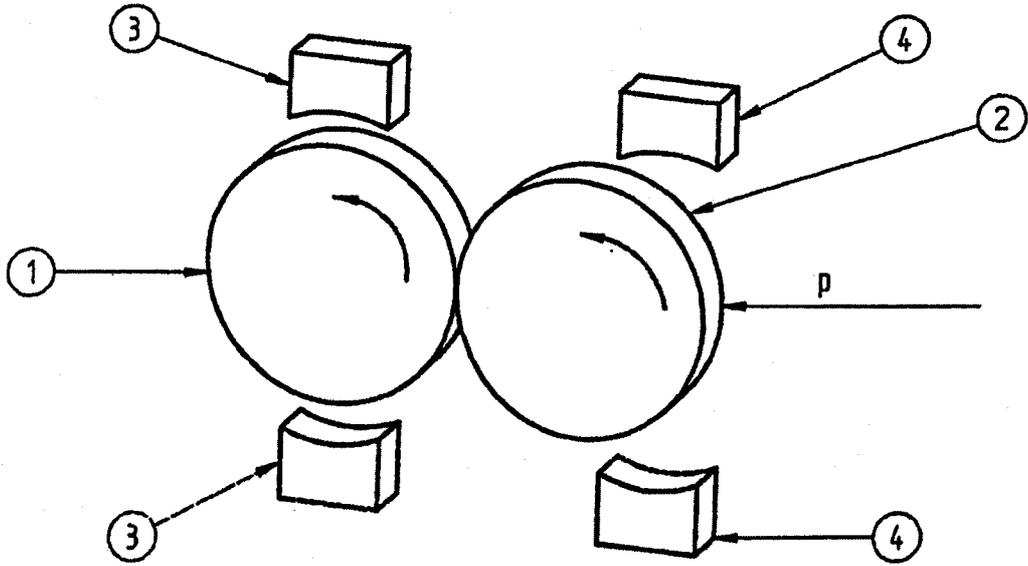


图 3

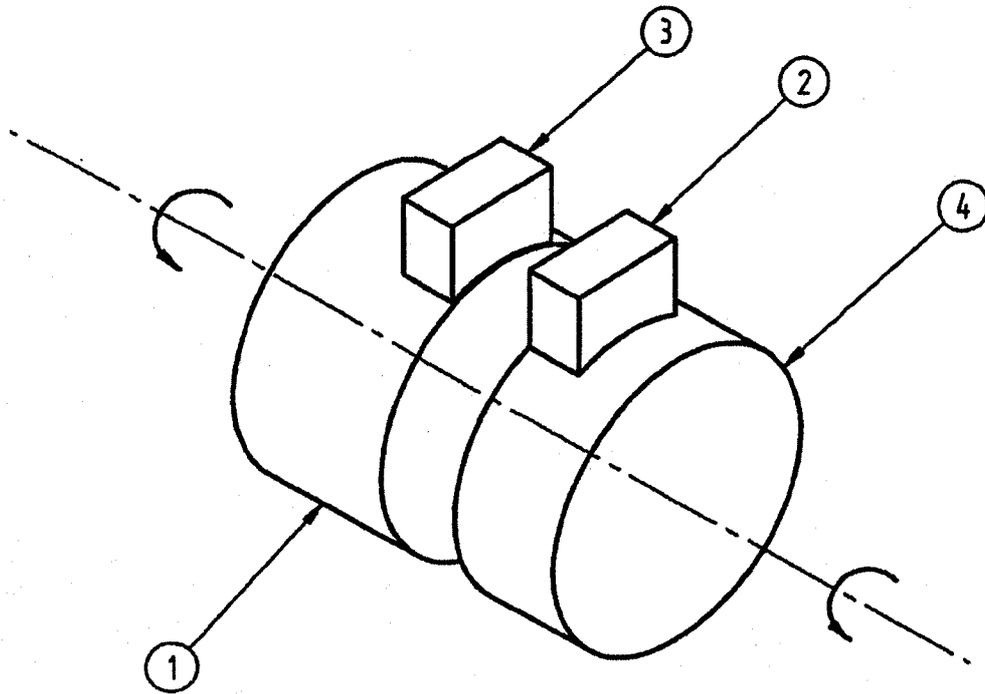


图 4

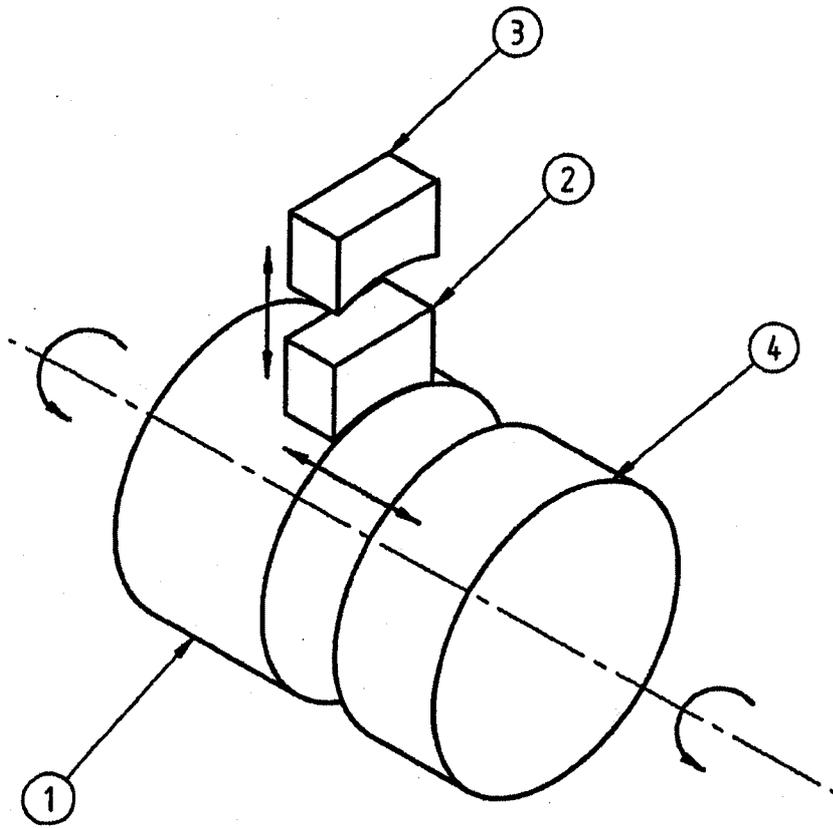


图 5

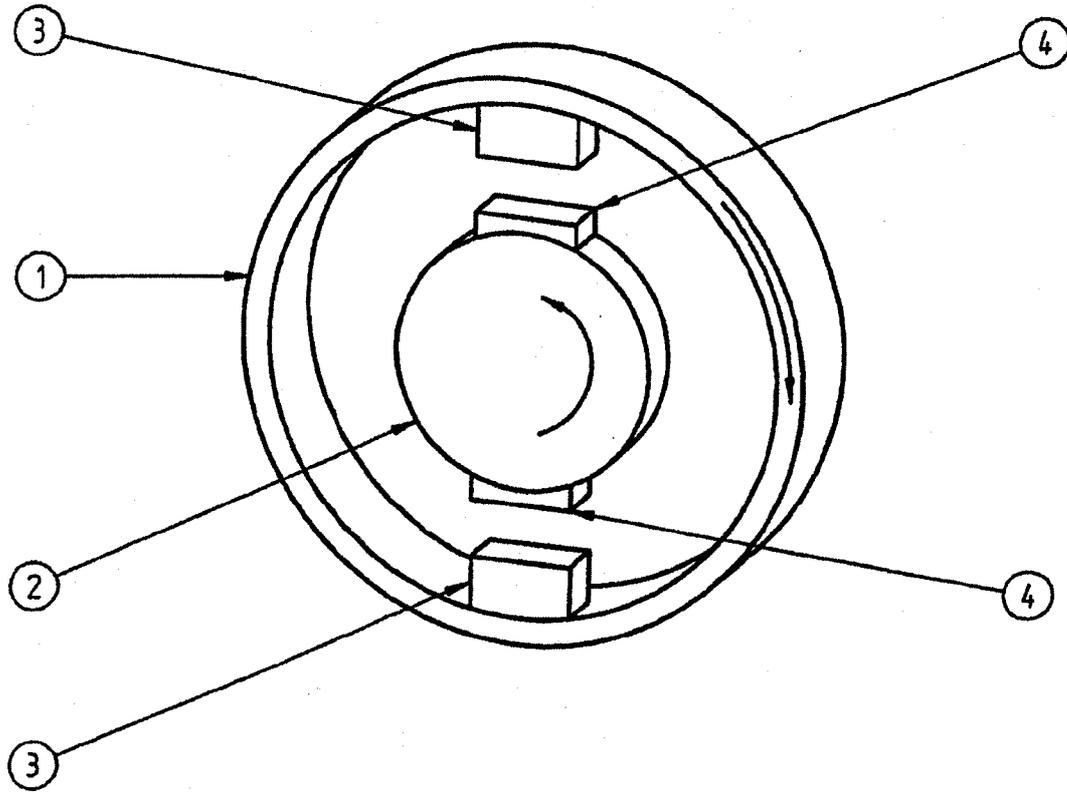


图 6

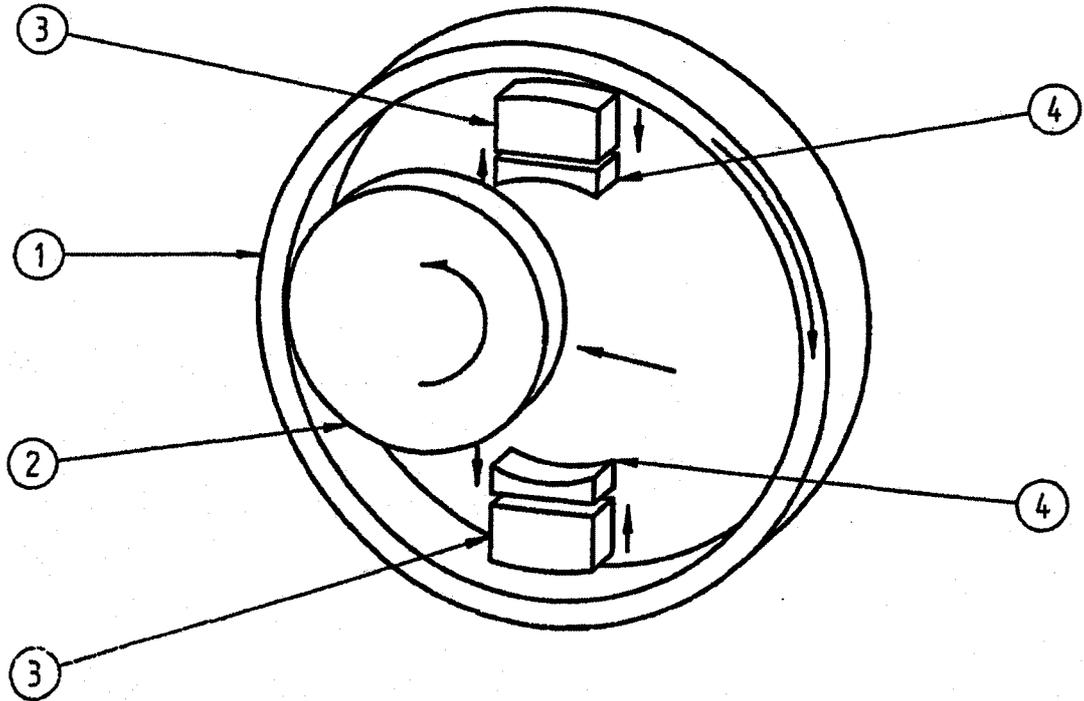


图 7

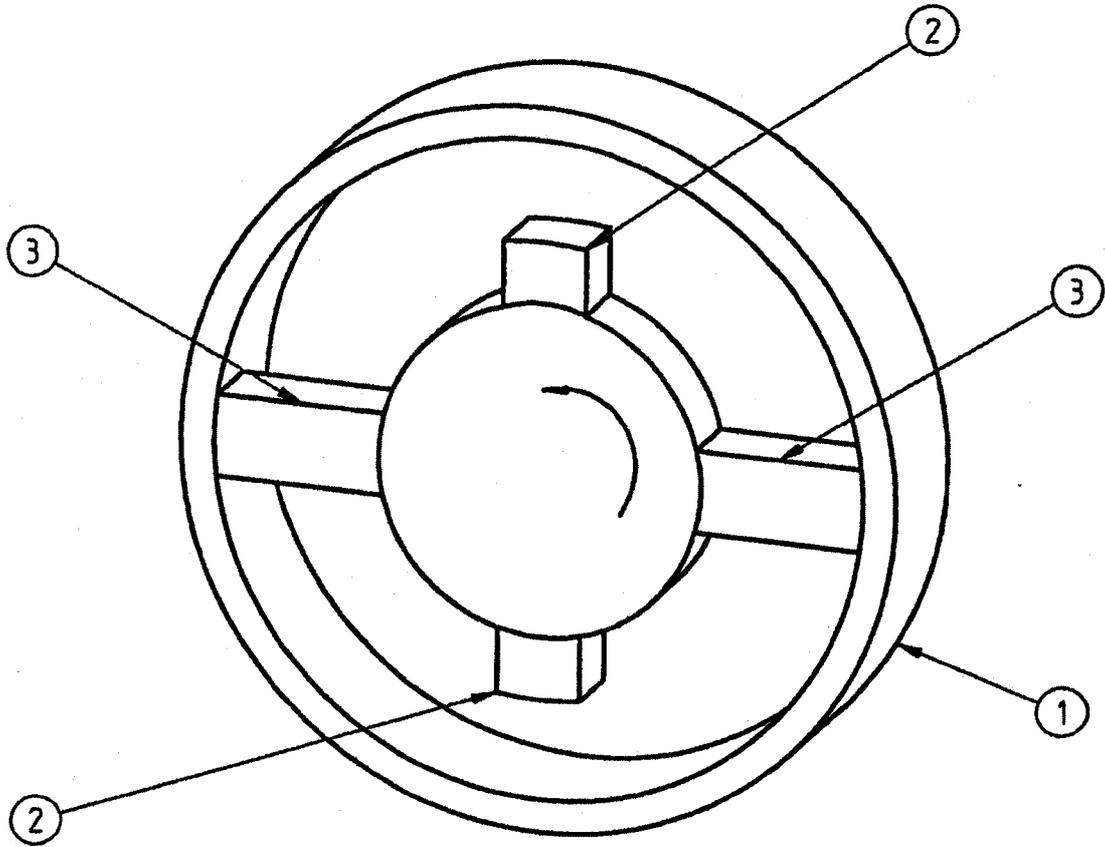


图 8

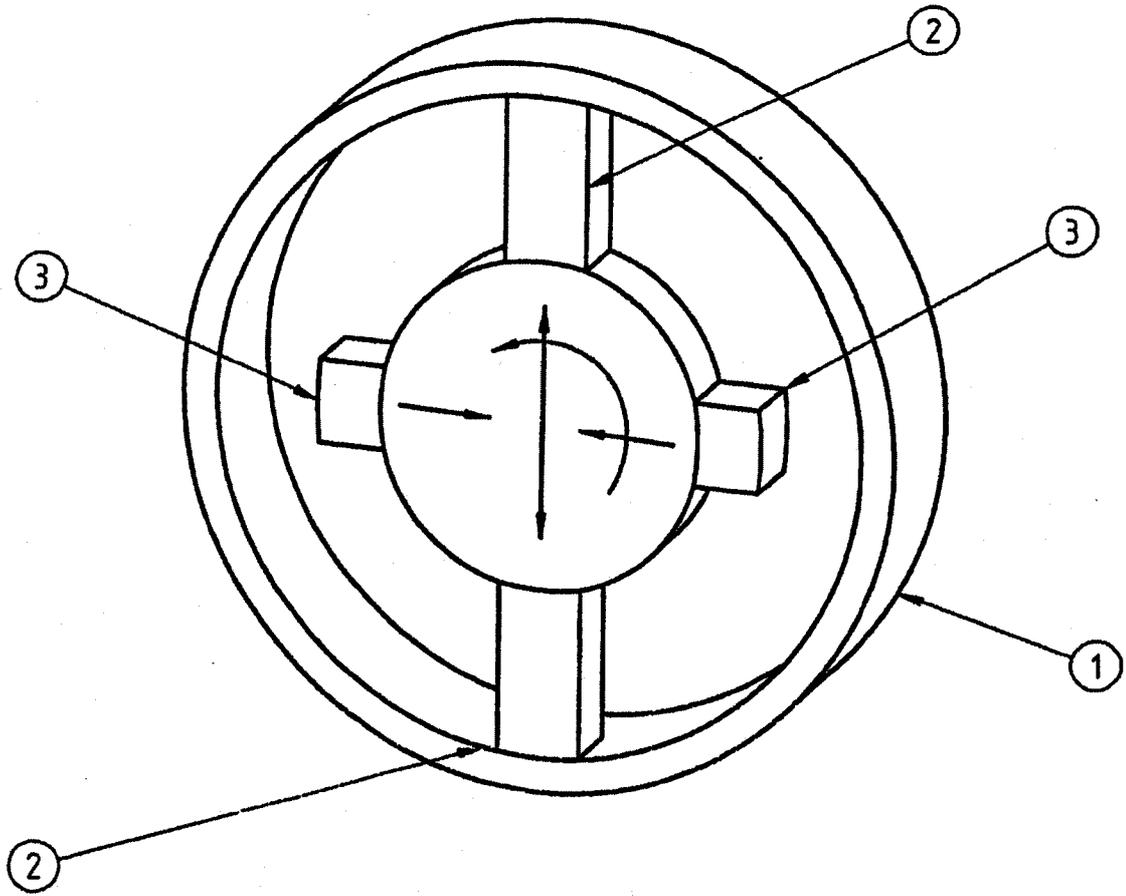


图 9

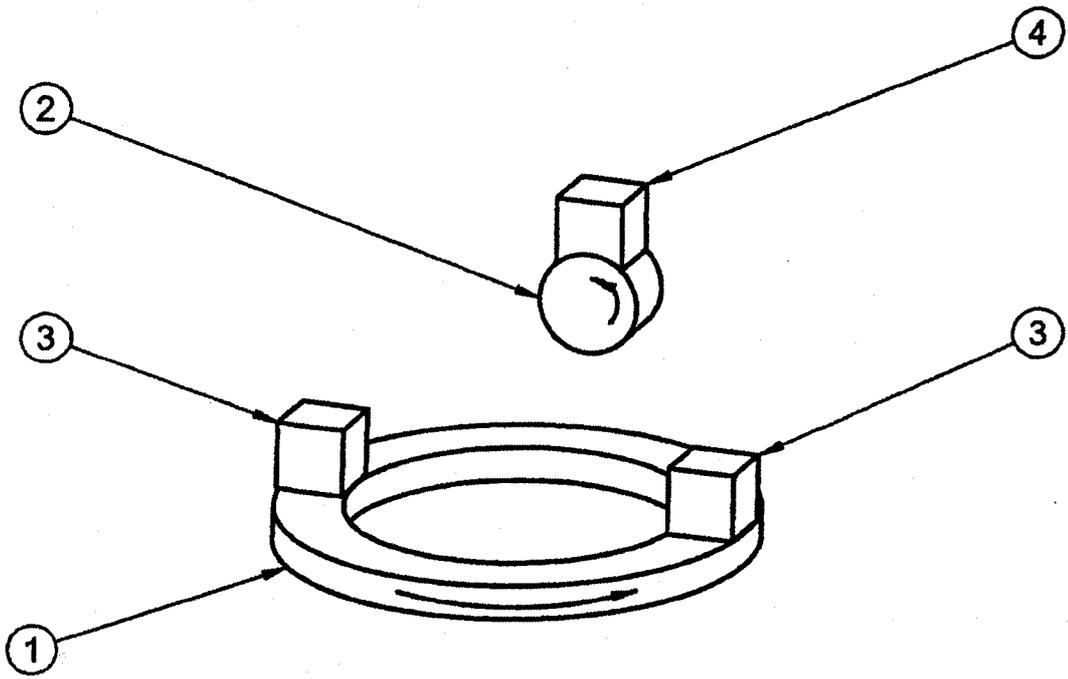


图 10

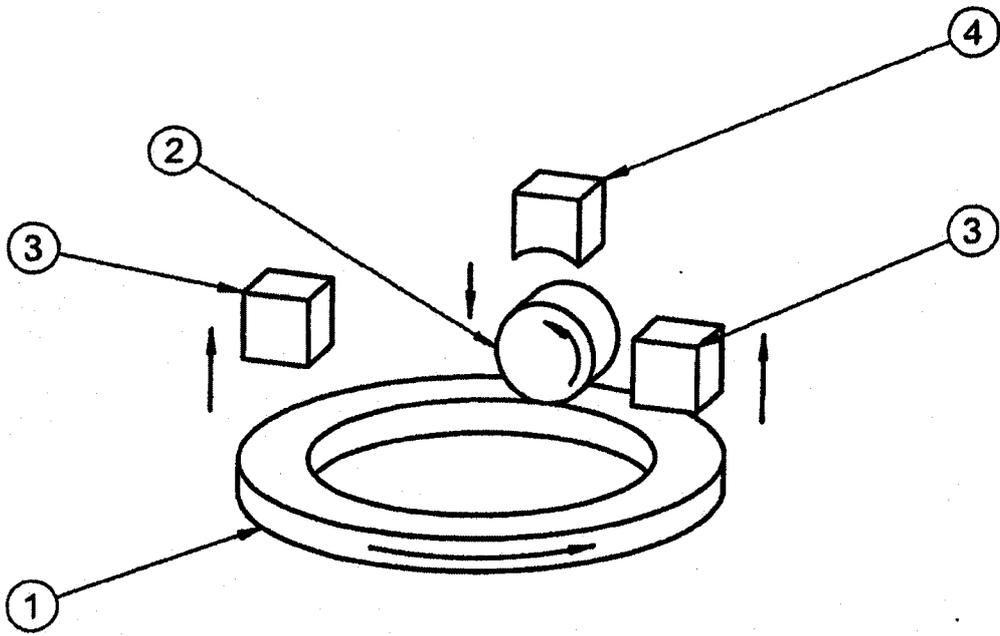


图 11

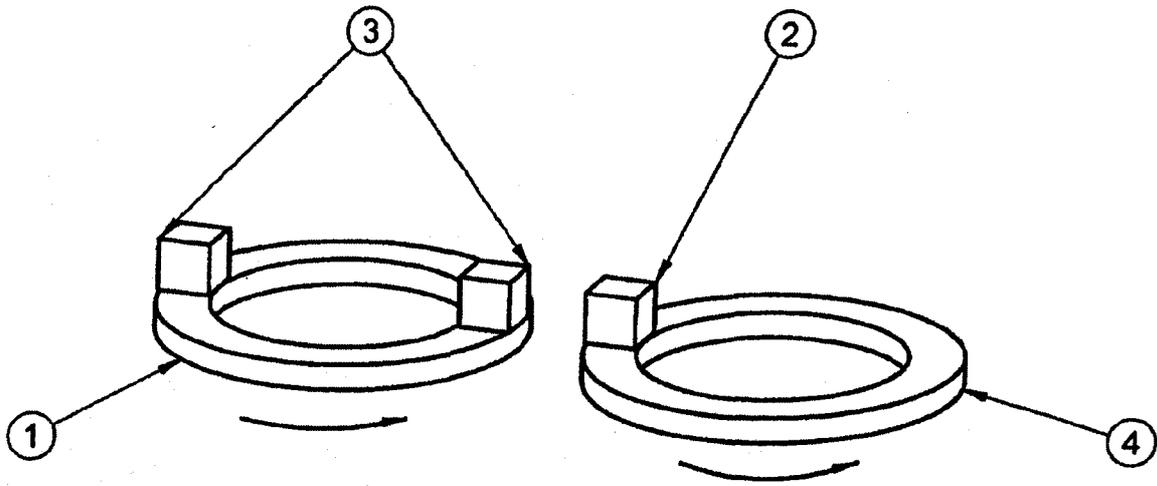


图 12

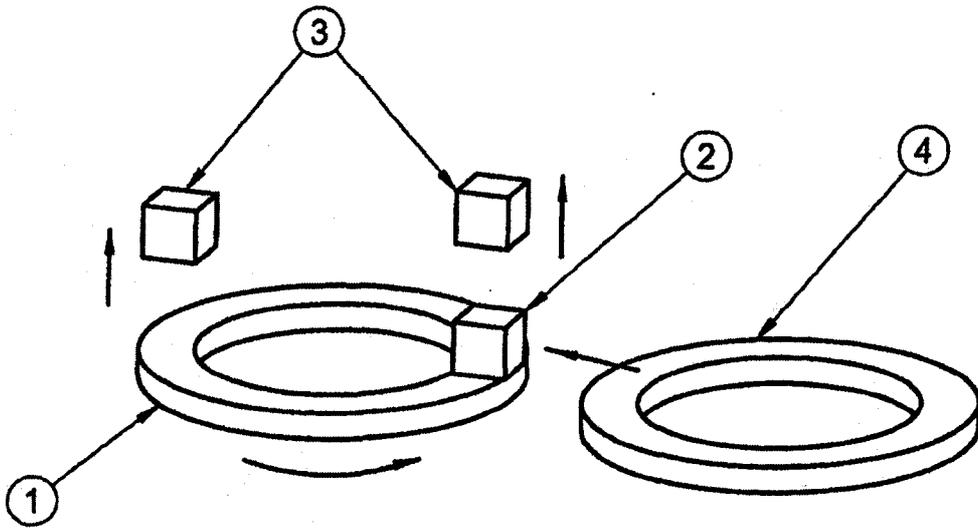


图 13

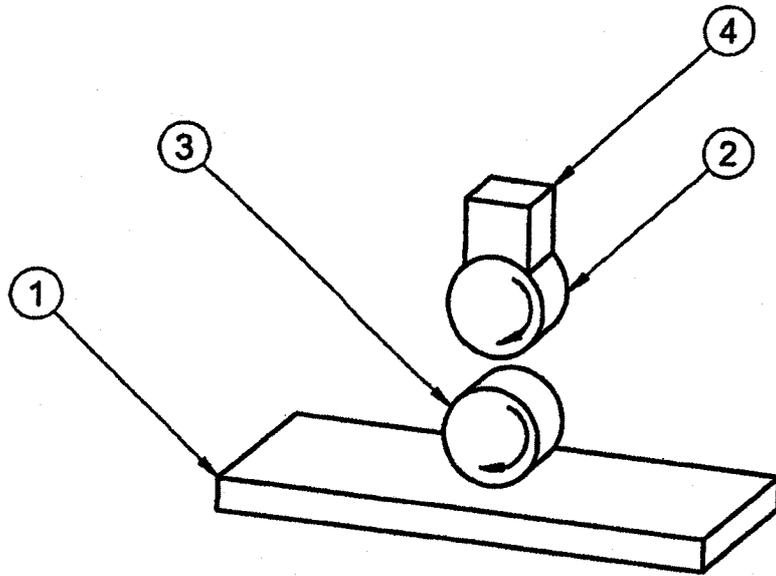


图 14

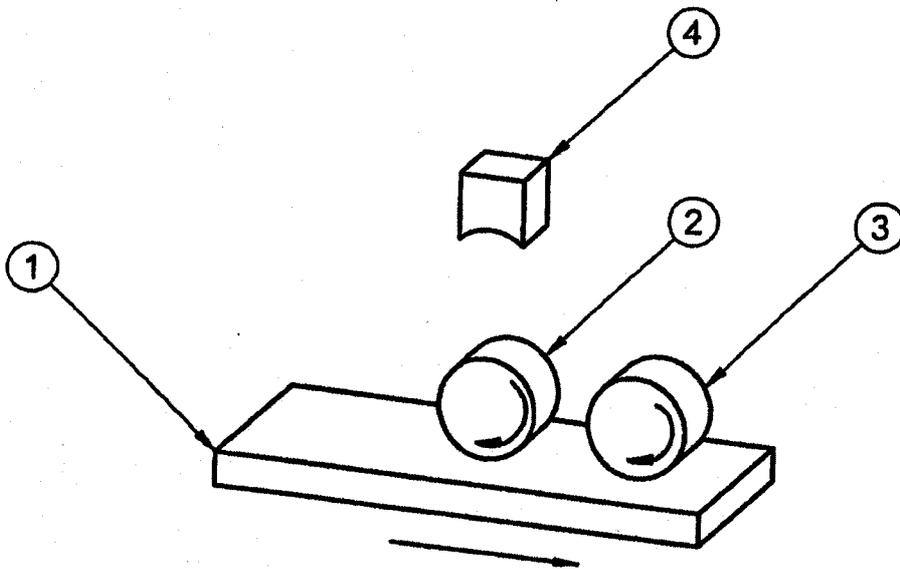


图 15

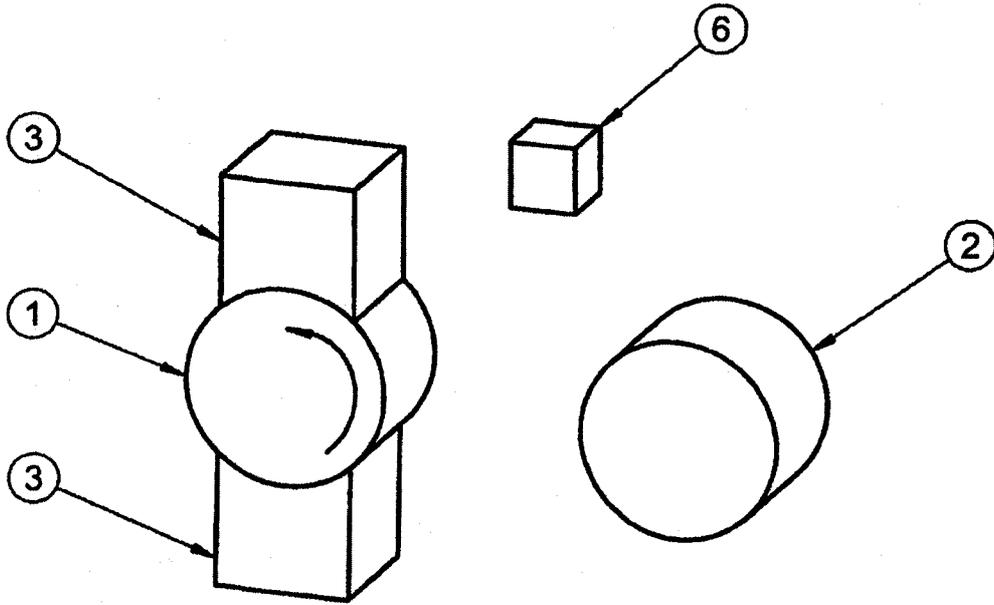


图 16

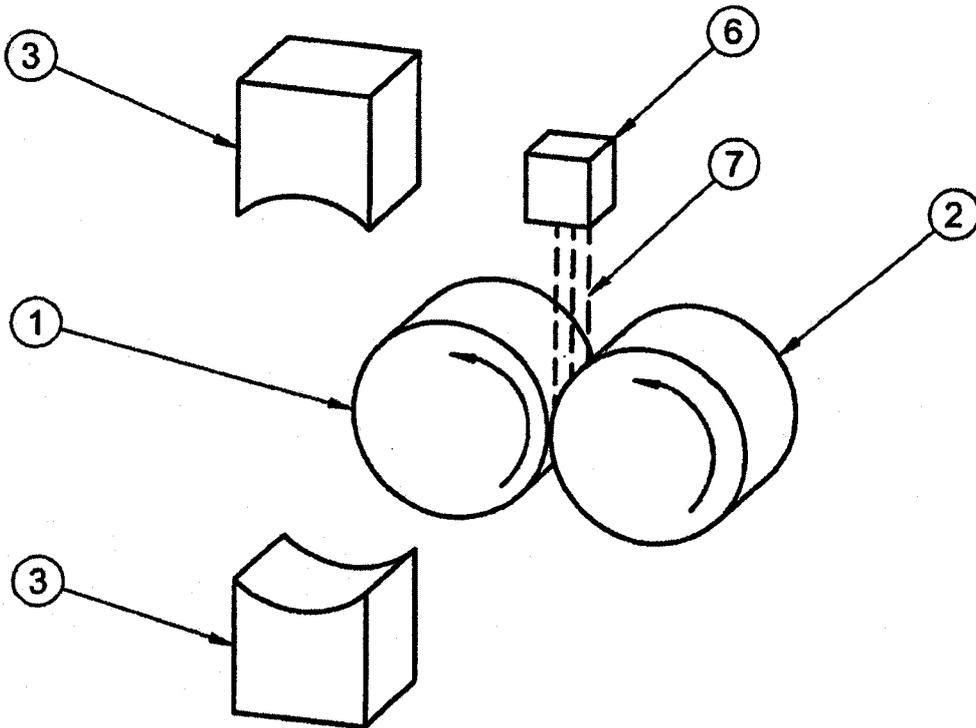


图 17

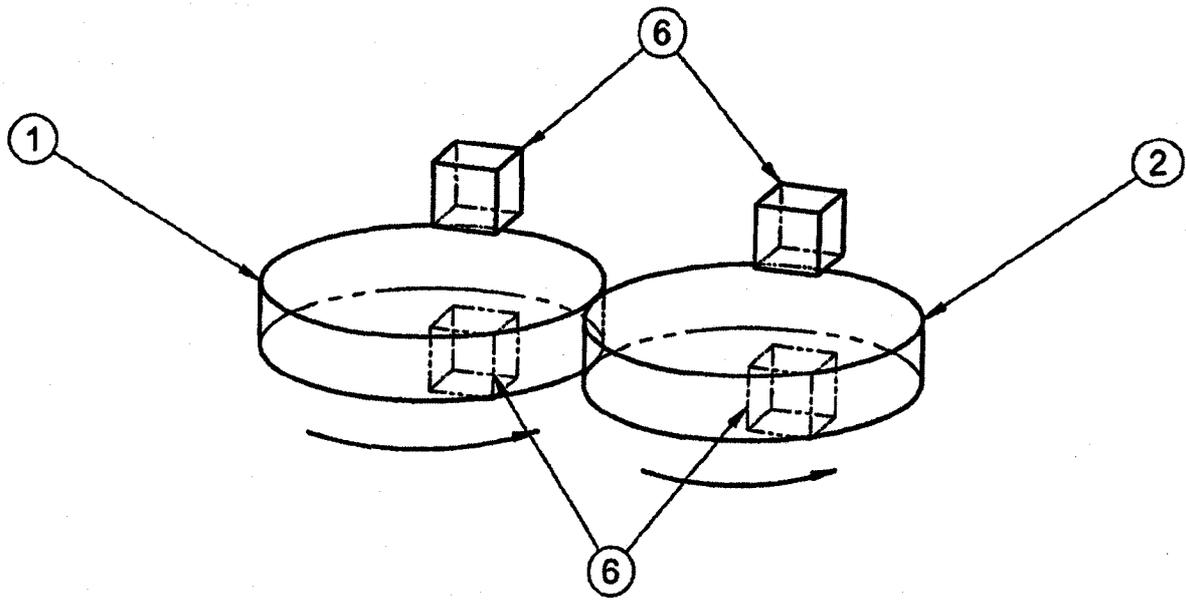


图 18

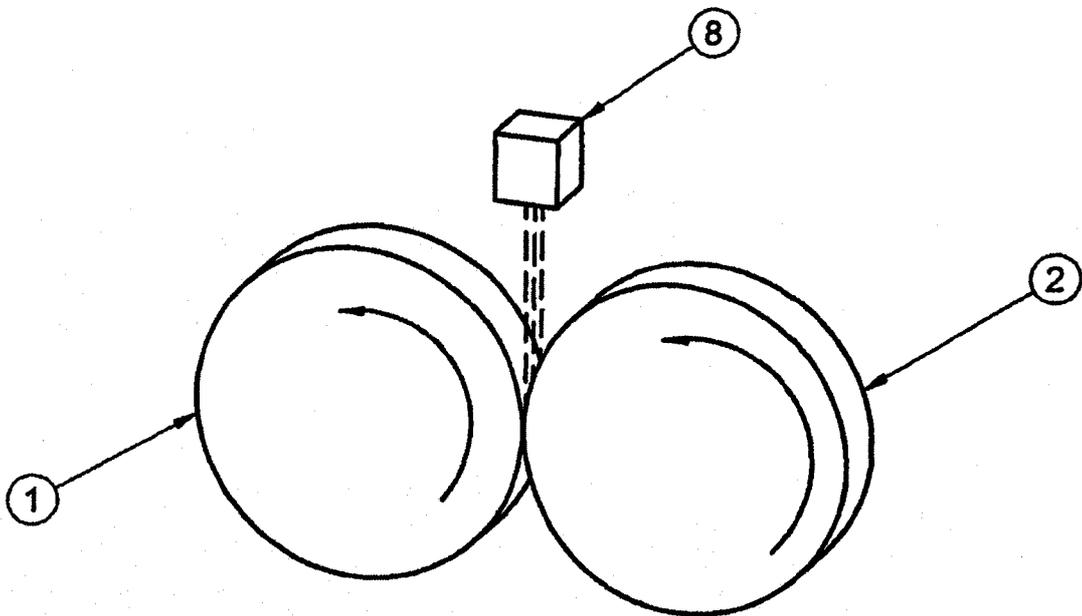


图 19

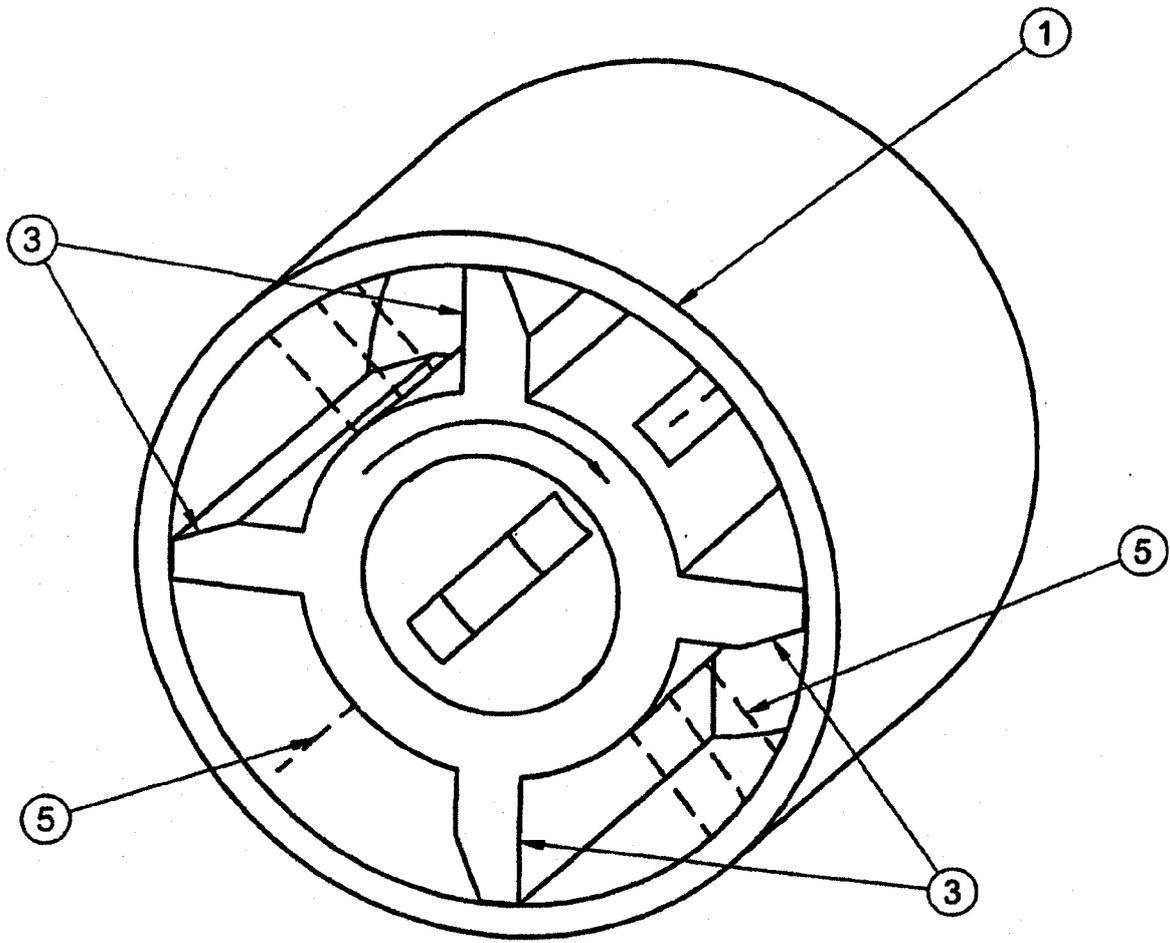


图 20

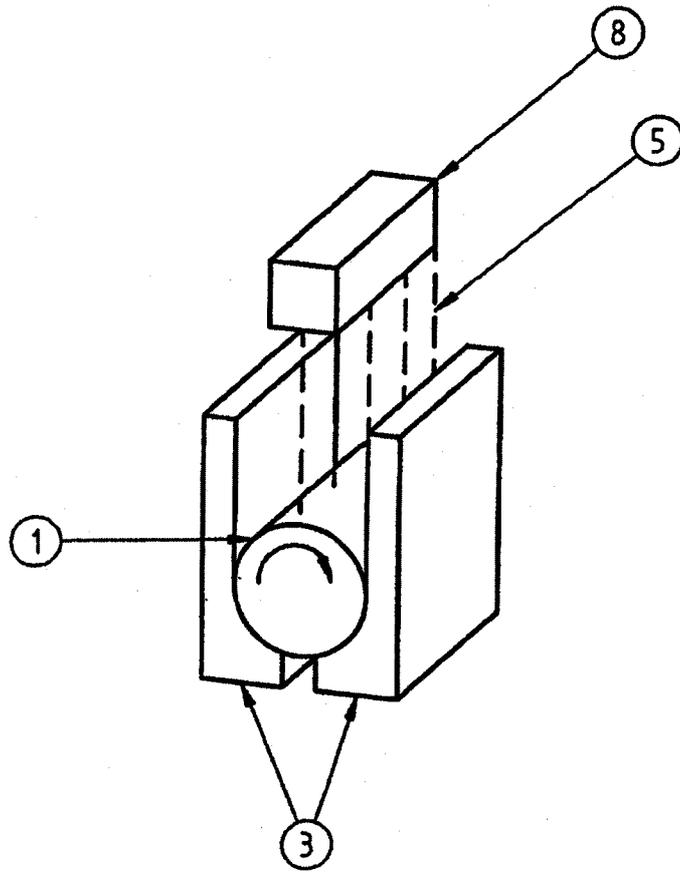


图 21

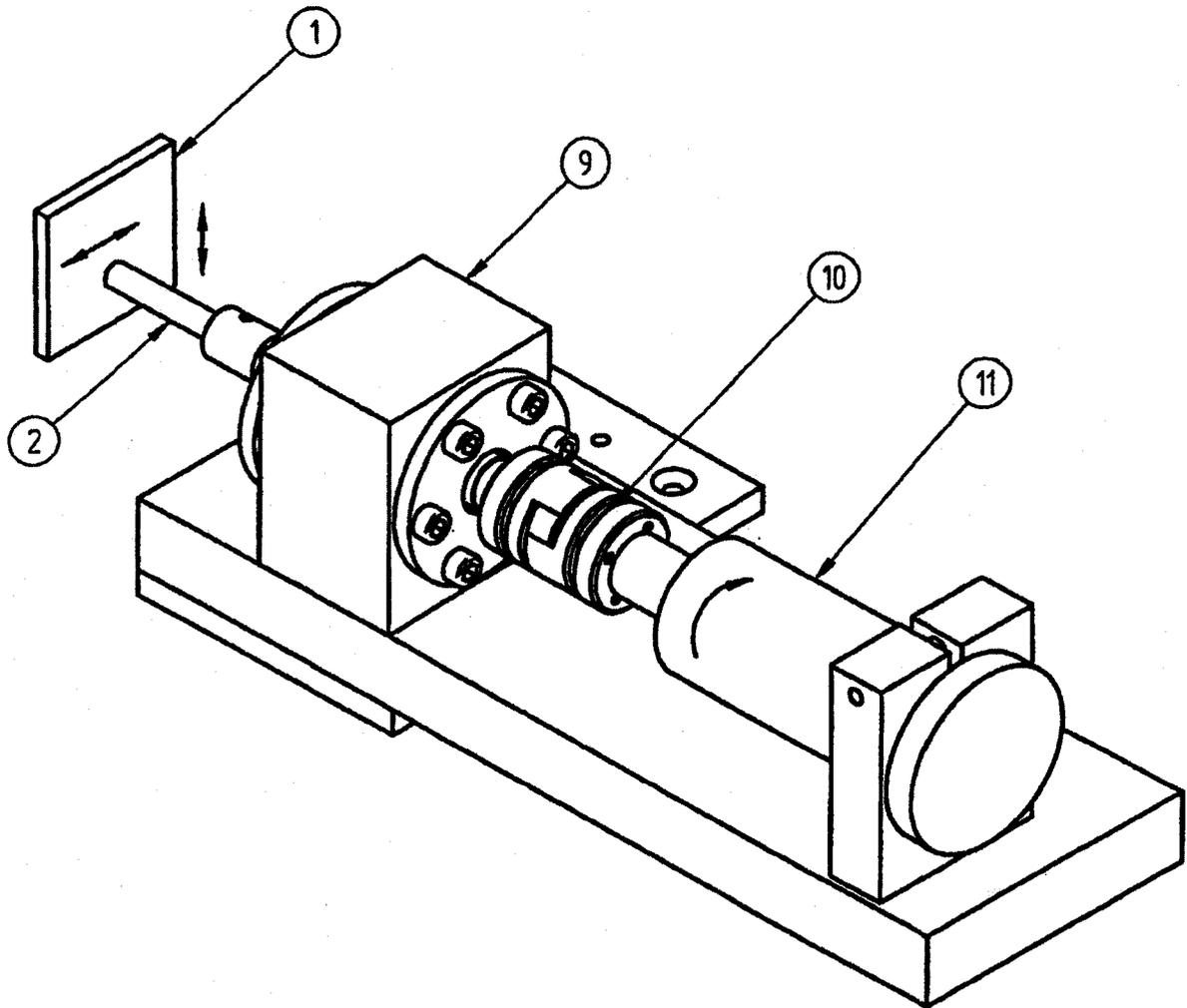


图 22

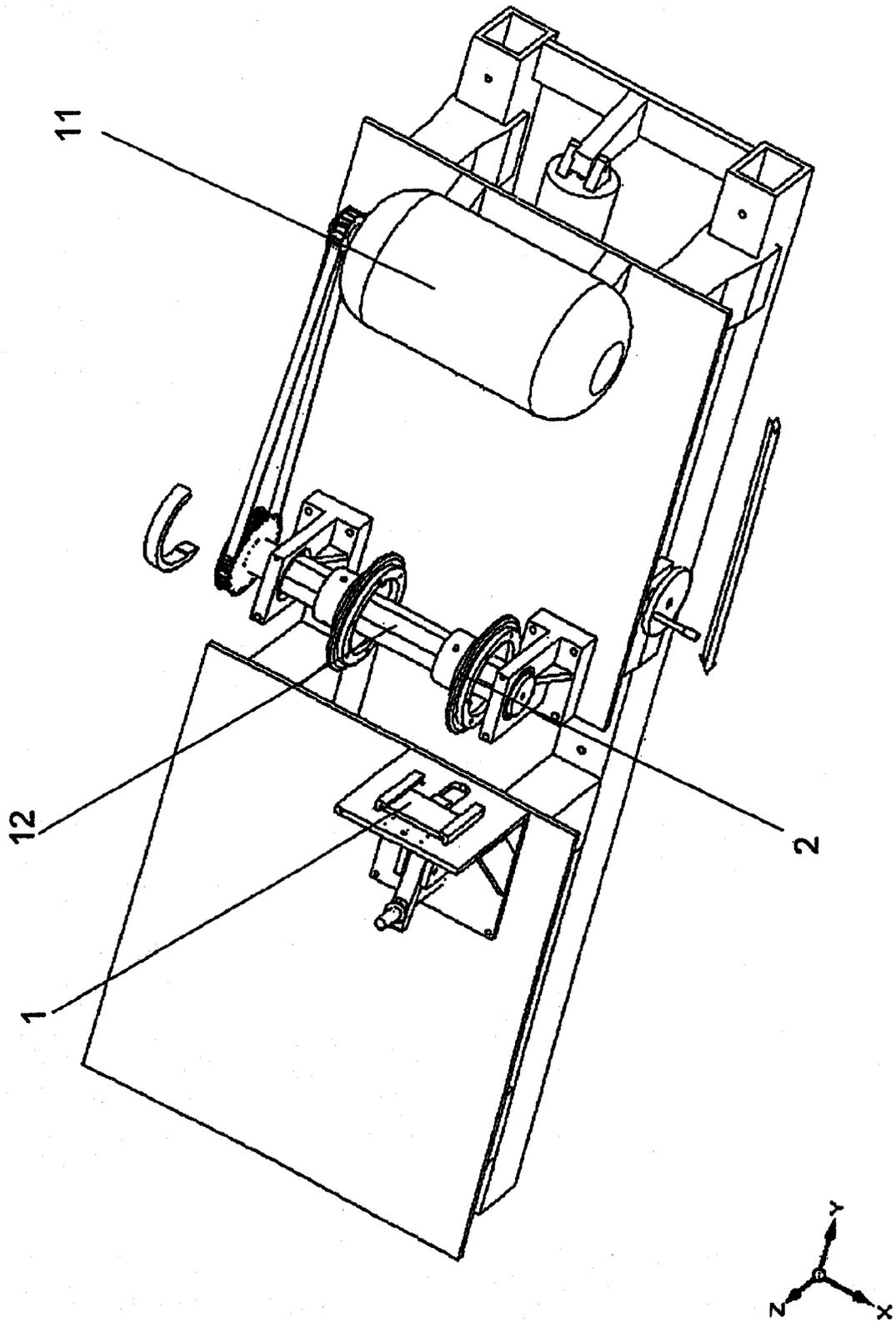


图 23

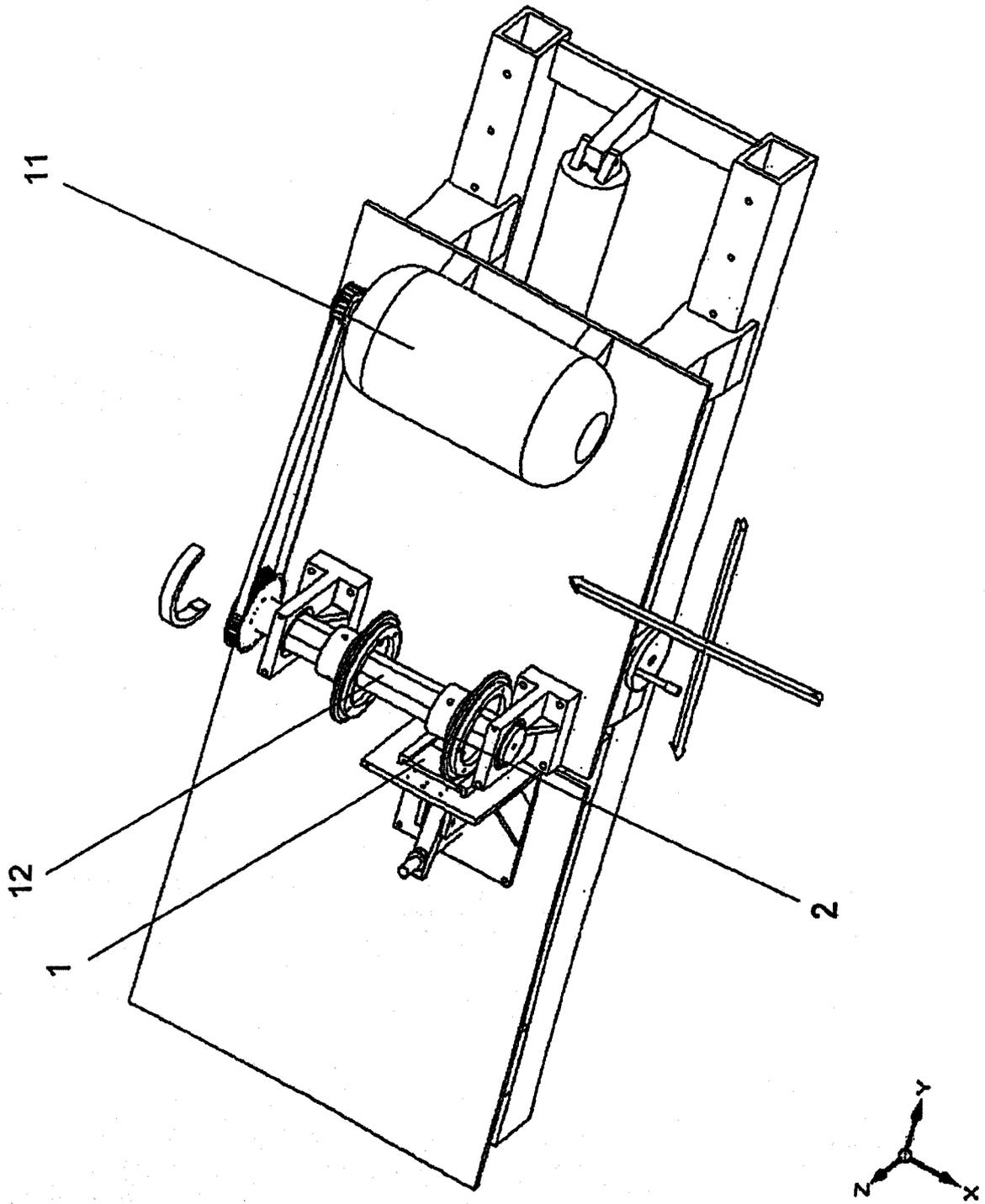


图 24

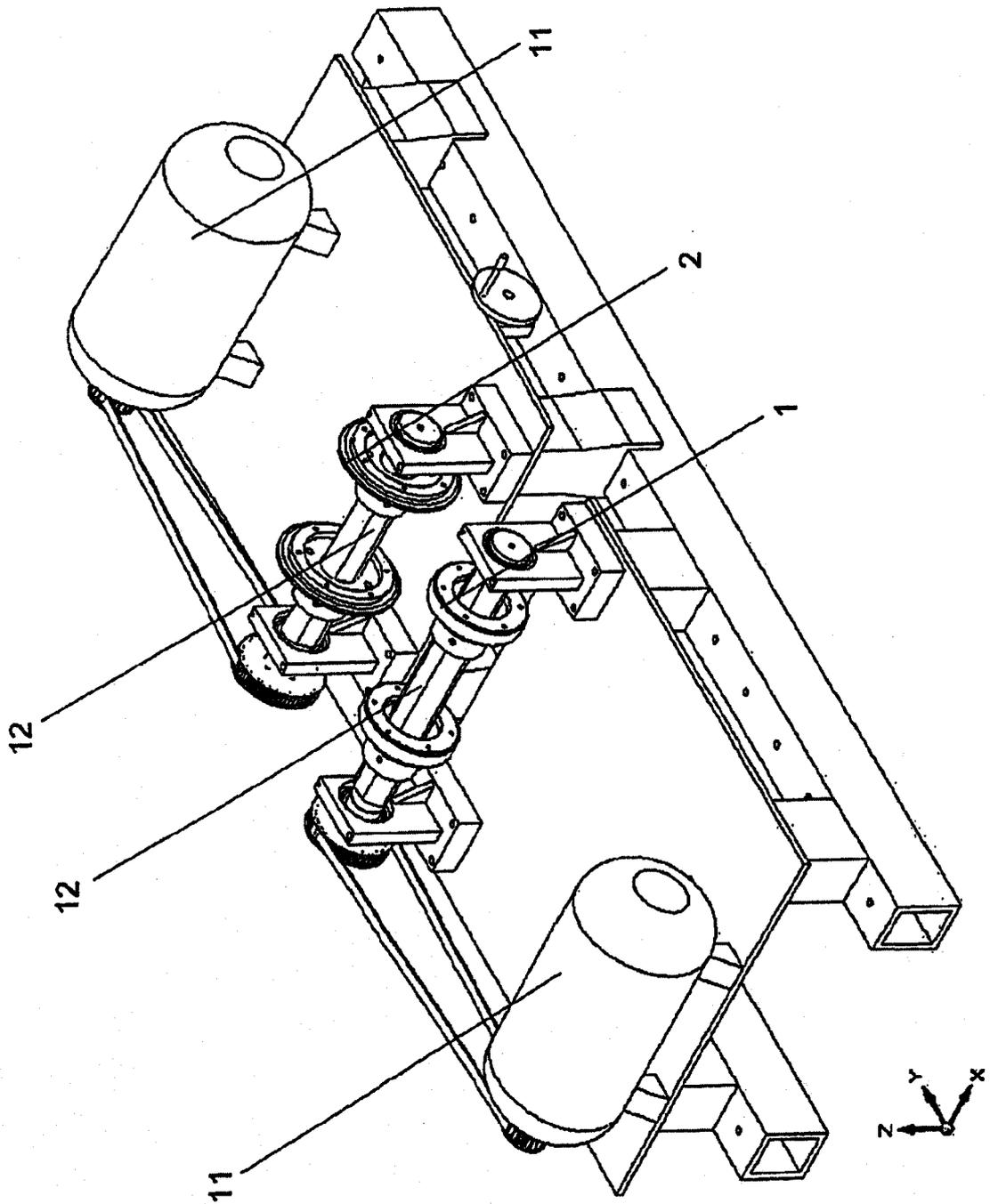


图 25

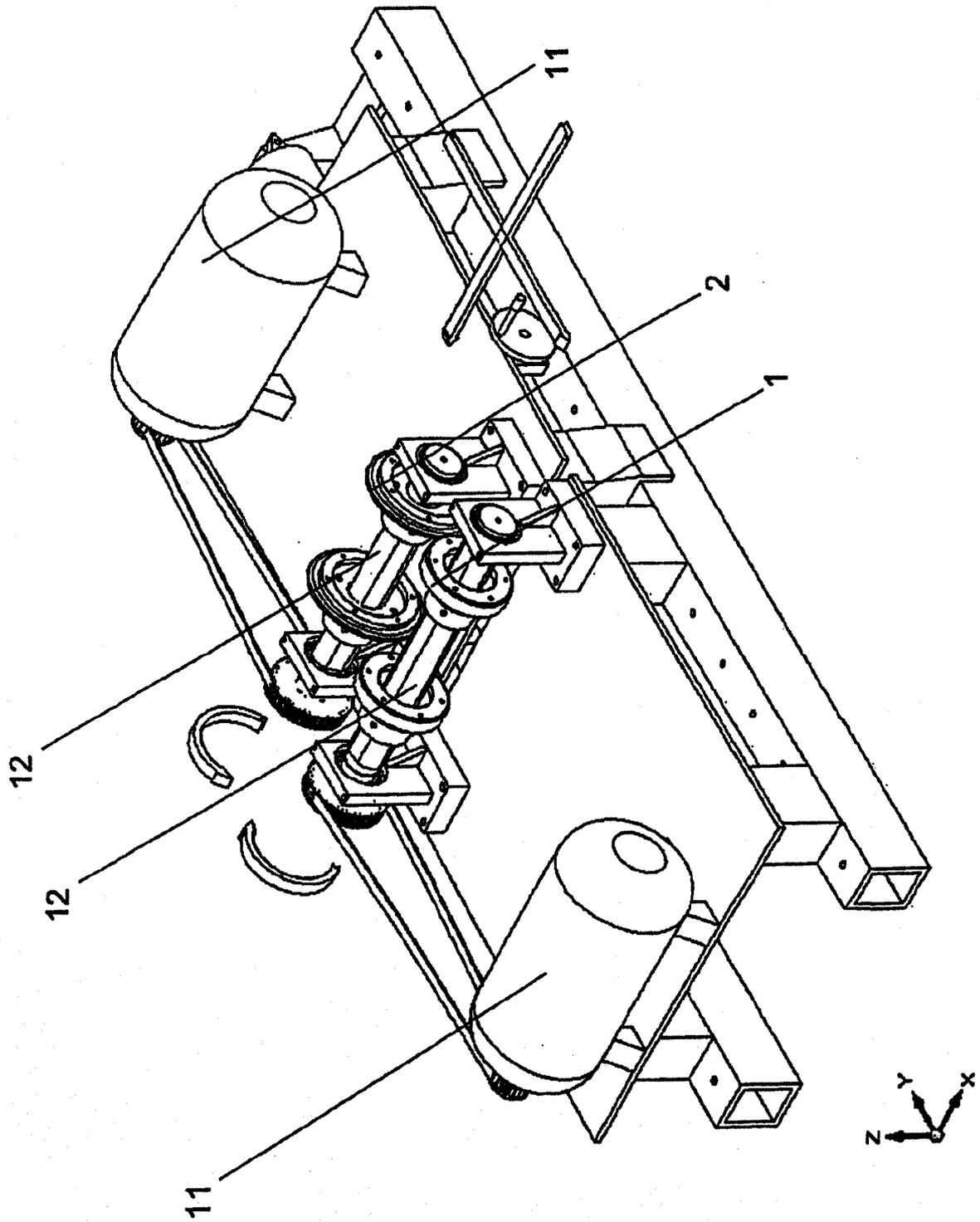


图 26