

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F02B 53/04 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03807174.6

[45] 授权公告日 2010年3月3日

[11] 授权公告号 CN 100593076C

[22] 申请日 2003.3.20 [21] 申请号 03807174.6

[30] 优先权

[32] 2002.3.26 [33] US [31] 10/108,186

[86] 国际申请 PCT/US2003/008842 2003.3.20

[87] 国际公布 WO2003/083276 英 2003.10.9

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.27

[73] 专利权人 拉尔夫·G·摩加多

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 拉尔夫·G·摩加多

[56] 参考文献

US5622149A 1997.4.22

US6446595B1 2002.9.10

CN1049215A 1991.2.13

US5433179A 1995.7.18

US3396632A 1968.8.13

审查员 陈东海

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 葛青 李晓舒

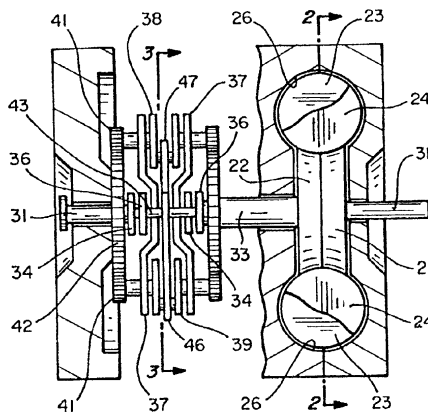
权利要求书 12 页 说明书 11 页 附图 11 页

[54] 发明名称

内燃机和操作内燃机的方法

[57] 摘要

内燃机和操作内燃机的方法，其中不同转子(21, 22)上的活塞在环形汽缸(26)中彼此相对移动以形成可变容积的腔(27)，活塞(23, 24)以步进方式移动，一个转子上的活塞移动一个预定距离的同时，另一个转子上的活塞基本上保持静止。当确定腔(27)的活塞之一移动远离另一个活塞时，燃料被吸入一个腔中，然后当第二活塞朝着第一活塞移动时，燃料被压缩，燃料的燃烧驱动第一活塞(23)远离第二活塞(24)，然后废气被再次朝着第一活塞移动的第二活塞从腔中排出。一个输出轴(31)以这种方式连接到转子(21, 22)，即当转子和活塞以它们的步进方式移动时，轴(31)连续旋转。



1. 一种内燃机，包括一环形汽缸，一对适合绕着环形汽缸的轴线旋转的转子，每个转子上的四个活塞将汽缸分成八个腔，与所述汽缸同轴布置的输出轴，接合到所述输出轴的托架，一对旋转地安装在所述托架上的曲轴，一正时机构，其使输出轴和曲轴互相连接以致对于输出轴的每个回转，曲轴进行四个回转，曲柄臂，所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距，曲柄臂为了配合转子的运动与转子相连，和若干连杆，其使曲柄臂和曲轴互相连接，以致曲轴连续旋转和转子以步进方式交替旋转，对于输出轴的每个回转进行一个完整的回转。

2. 如权利要求 1 所述的内燃机，其中所述正时机构包括与所述输出轴同轴布置的静止的太阳齿轮，以及连接到曲轴的与太阳齿轮啮合的行星齿轮，所述太阳齿轮和行星齿轮具有 4:1 的传动比，由此对输出轴的一个回转，所述曲轴每个都进行四个回转。

3. 一种内燃机，包括：一环形汽缸，与所述汽缸同轴布置的输出轴，与所述轴同轴布置的太阳齿轮，接合到所述轴的托架，一对旋转地安装在所述托架上的曲轴，所述曲轴上的齿轮与太阳齿轮啮合，一对适合于绕着所述汽缸的轴旋转的转子，每个转子包括多个活塞，使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间，从而所述活塞将汽缸分成多个腔，一对曲柄，每个曲柄都具有一对径向臂和在所述径向臂之间延伸的曲柄销，曲柄销由所述径向臂对称地支撑，所述曲柄的偏心距大于曲轴的偏心距，所述曲柄为了配合转子的运动与转子相连，使相应的转子与曲柄互相连接以一致旋转的装置，和使曲轴与曲柄互相连接的连杆，由此所述曲轴连续旋转，转子以步进方式交替旋转，对于输出轴的每个回转进行一个完整的回转。

4. 如权利要求 3 所述的内燃机，其中在每个转子上有  $n$  个活塞，和所述太阳齿轮和曲轴齿轮具有  $n:1$  的传动比。

5. 如权利要求 3 所述的内燃机，其中所述使曲轴与曲柄互相连接的装置包括一对空心轴，其关于所述输出轴同心地布置并接合到相应的转子和曲柄上。

6. 如权利要求 5 所述的内燃机，其中每个曲柄上的径向臂之一接合到空心轴中相应的空心轴上，而另一个径向臂旋转地安装在输出轴上并由输出轴支撑。

7. 一种内燃机，包括：一环形汽缸，一对适合绕着环形汽缸的轴线旋转的转子，每个转子包括四个活塞，使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子

的各活塞之间，从而所述活塞将汽缸分成八个腔，与所述汽缸同轴布置的输出轴，与输出轴同轴布置的太阳齿轮，接合到所述输出轴的托架，一对旋转地安装在所述托架上的曲轴，曲轴上的齿轮与太阳齿轮啮合并且太阳齿轮与曲轴齿轮具有 4:1 的传动比，曲柄臂，所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距，曲柄臂为了配合转子的运动与转子相连，和若干连杆，其使曲柄臂和曲轴互相连接，以致曲轴连续旋转和转子以步进方式交替旋转，对于输出轴的每个回转进行一个完整的回转。

8. 一种运行内燃机的方法，所述内燃机具有一环形汽缸，与所述汽缸同轴布置的输出轴，一对适合于绕着所述汽缸的轴旋转的转子，转子上的四个活塞将汽缸分成八个可变容积的腔，包括下列步骤：通过所述腔中的燃料混合物的燃烧使活塞以步进方式绕着汽缸前进，所述转子以步进方式与活塞一致地旋转，将转子的步进旋转经过曲柄臂和连杆而转变成一对安装在一托架上的曲轴的连续旋转，所述托架接合到输出轴上，和将来自曲轴的连续旋转传给所述托架和输出轴，对于输出轴的每个旋转，曲轴进行四个旋转，其中所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距，曲柄臂为了配合转子的运动与转子相连，所述连杆连接曲柄臂和曲轴。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其中通过连接到转子的曲柄和连接在曲柄和曲轴之间的连杆，所述转子的步进旋转被转变成曲轴的连续旋转，所述曲柄比曲轴具有更长的偏心距。

10. 如权利要求 8 所述的方法，其中通过使连接到曲轴的行星齿轮与一太阳齿轮啮合，所述连续旋转被传给托架和输出轴，所述太阳齿轮与输出轴同轴地布置。

11. 一种内燃机，包括：

- a. 一环形汽缸；
- b. 与所述汽缸同轴布置的输出轴；
- c. 旋转地安装在所述输出轴上的第一空心轴；
- d. 旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴；
- e. 一对接合到所述空心轴中相应的空心轴上的转子；
- f. 每个转子上的四个活塞，使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间，从而将汽缸分成八个腔；
- g. 与所述输出轴同轴布置的太阳齿轮；

h. 接合到所述输出轴的托架;

i. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴, 曲轴上的齿轮与所述太阳齿轮啮合, 用来当所述曲轴绕着它们的轴旋转时, 使所述托架和输出轴绕着输出轴的轴线旋转, 所述太阳齿轮和曲轴上的齿轮具有 4:1 的传动比, 由此对于输出轴的一个回转, 所述曲轴中的每个都进行四个回转;

j. 一对接合到所述空心轴中相应的空心轴上的曲柄臂, 所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距; 和

k. 使所述曲柄臂和曲轴互相连接的连杆, 以致曲柄臂以步进方式交替转动, 在一个转子上的活塞绕着汽缸移动一个预定距离的同时, 另一个转子上的活塞基本上保持静止并且所述曲轴和输出轴连续旋转。

12. 一种内燃机, 包括:

a. 圆柱外壳, 具有朝着其相对端的汽缸体和曲轴箱;

b. 形成于所述汽缸体中的环形汽缸;

c. 在所述外壳的轴向上延伸的输出轴以及与输出轴连接的曲轴;

d. 旋转地安装在所述输出轴上的第一空心轴;

e. 旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴;

f. 一对转子, 其接合到所述汽缸体中的空心轴的相应的空心轴上;

g. 在每个转子上的多个活塞, 使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间, 从而将环形汽缸分成多个腔;

h. 一对曲柄, 其每个都具有接合到所述空心轴之一上的第一径向臂, 旋转地安装在输出轴上并由输出轴支撑的第二径向臂, 和在所述径向臂之间延伸的曲柄销, 曲柄的偏心距大于曲轴的偏心距; 和

i. 包括连杆的装置, 连杆使所述曲柄和曲轴互相连接, 该装置用于活塞和转子的步进旋转以及输出轴的连续旋转。

13. 一种内燃机, 包括:

a. 一环形汽缸;

b. 绕所述汽缸成对安置的进气口和排气口;

c. 与所述汽缸同轴布置的输出轴;

d. 旋转地安装在所述输出轴上的第一空心轴;

e. 旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴;

f. 一对接合到所述空心轴中相应的空心轴上的转子;

g. 每个转子上的四个活塞,使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间,从而将汽缸分成多个腔;

h. 一对接合到所述空心轴中相应的空心轴上的曲柄臂,用来与所述转子和活塞一致地旋转;

i. 与所述输出轴同轴布置的太阳齿轮;

j. 接合到所述输出轴的托架;

k. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴,所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距;

l. 使所述曲柄臂和曲轴互相连接的连杆,以致当所述曲柄臂以步进方式交替转动时,所述曲轴连续旋转,在一个转子上的活塞基本上保持静止并在所述进气口和排气口之间形成密封的同时,另一个转子上的活塞前进,将燃料吸入与进气口连通的腔中和将废气从与排气口连通的腔中排出;和

m. 在所述曲轴上的齿轮,其与所述太阳齿轮啮合,用来当所述活塞以步进方式移动和所述曲轴绕着它们的轴旋转时,使所述托架和输出轴绕着输出轴的轴线连续旋转,所述太阳齿轮和曲轴上的齿轮具有 4:1 的传动比,由此对于输出轴的一个回转,所述曲轴中的每个都进行四个回转。

14. 一个用于在连续旋转和步进旋转之间转换的机器,包括:一个轴,与所述轴同轴布置的太阳齿轮,接合到所述轴的托架,一具有偏心曲柄销的曲轴,曲柄销旋转地安装在带有行星齿轮的托架上,行星齿轮与太阳齿轮啮合,以致当所述行星齿轮绕着太阳齿轮移动时,所述轴和曲轴绕着它们的轴连续旋转,一旋转地安装的曲柄,其具有一对径向臂和在所述径向臂之间延伸并支撑在径向臂两端的曲柄销,所述曲柄的偏心距大于曲轴的偏心距,曲柄为了配合转子的运动与转子相连,和一连杆,该连杆使所述曲轴上的曲柄销和曲柄互相连接,以致当曲轴连续旋转时,所述曲柄以步进方式旋转,当由曲轴的旋转所引起的曲柄销的运动叠加到由行星齿轮绕太阳齿轮的移动所引起的所述销的运动时前进,和当由曲轴旋转所引起的曲柄销的运动抵消了由行星齿轮移动所引起的所述销的运动时基本上保持静止。

15. 一个用于在连续旋转和步进旋转之间转换的机器,包括:一个轴,与所述轴同轴布置的太阳齿轮,接合到所述轴的托架,具有偏心曲柄销的第一和第二曲轴,曲柄销旋转地安装在带有行星齿轮的托架上,行星齿轮与太阳齿轮啮合,以致当所述行星齿轮绕着太阳齿轮移动时,所述曲轴绕着它们的轴连续

旋转，第一和第二旋转地安装的曲柄，每个曲柄具有一对径向臂和在所述径向臂之间延伸并支撑在径向臂两端的曲柄销，所述曲柄的偏心距大于曲轴的偏心距，曲柄为了配合转子的运动与转子相连，以及第一和第二连杆，所述连杆使所述曲轴上的曲柄销和曲柄互相连接，以致当曲轴连续旋转时，所述曲柄以步进方式旋转，当由曲轴的旋转所引起的曲柄销的运动叠加到由行星齿轮绕太阳齿轮的移动所引起的所述销的运动时前进，和当由曲轴旋转所引起的曲柄销的运动抵消了由行星齿轮移动所引起的所述销的运动时基本上保持静止。

16. 如权利要求 15 所述的机器，其中所述两个曲轴上的曲柄销相位相隔 180 度，以致在所述曲柄之一基本上保持静止的同时，另一个前进。

17. 一种运行内燃机的方法，所述内燃机具有一环形汽缸，布置在所述汽缸相对侧上的两对进气和排气口，与汽缸同轴布置的输出轴，一对适合于绕着所述汽缸的轴旋转的转子，每个转子具有四个活塞，其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间，从而将汽缸分成八个腔，其步骤包括：通过所述腔中的燃料混合物的燃烧使活塞绕着汽缸以步进方式前进，转子之一上的活塞在所述进气口和排气口之间基本上保持静止，另一个转子上的活塞前进以将燃料吸入与进气口连通的腔中和将废气从与排气口连通的腔中排出，将所述转子的步进旋转经曲柄臂和连杆转变成一对安装在一托架上的曲轴的连续旋转，托架接合到所述输出轴，和将来自曲轴的连续旋转传给所述托架和输出轴；对输出轴的一个回转，所述曲轴每个都进行四个回转，所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距，曲柄臂为了配合转子的运动与转子相连，连杆将所述曲柄臂和所述曲轴相连。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其中通过连接到转子的曲柄和连接在曲柄和曲轴之间的连杆，所述转子的步进旋转被转变成曲轴的连续旋转，所述曲柄比曲轴具有更长的偏心距。

19. 如权利要求 17 所述的方法，其中通过使连接到曲轴的行星齿轮与一齿轮啮合，所述连续旋转被传给托架和输出轴，该齿轮与输出轴同轴地布置。

20. 一种内燃机，包括：

- a. 圆柱外壳，具有朝着其相对端的汽缸体和曲轴箱；
- b. 形成于所述汽缸体中的环形汽缸；
- c. 在所述外壳的轴向上延伸的输出轴；
- d. 旋转地安装在所述输出轴上的第一空心轴；

- e. 旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴;
- f. 一对转子, 其接合到所述汽缸体中的空心轴的相应的空心轴上;
- g. 在每个转子上的四个活塞, 使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间, 从而将环形汽缸分成八个腔;
- h. 使所述空心轴和曲轴箱中的输出轴互相连接的装置, 其用于活塞和转子的步进旋转以及输出轴的连续旋转, 所述装置包括与空心轴相连的曲柄臂, 与输出轴相连接的曲轴, 以及连接曲柄臂和曲轴的连杆, 所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距。

21. 如权利要求 20 所述的内燃机, 其中所述使空心轴和输出轴互相连接的装置包括:

(1) 一对曲柄臂, 其接合到所述空心轴中相应的空心轴上, 用来与所述转子一致地旋转;

(2) 接合到所述输出轴的托架;

(3) 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴;

(4) 与所述输出轴同轴布置的太阳齿轮;

(5) 在曲轴上的与所述太阳齿轮啮合的齿轮, 用来当所述曲轴绕着它们的轴旋转时, 使所述托架和输出轴绕着输出轴的轴线旋转, 所述太阳齿轮和曲轴上的齿轮具有 4:1 的传动比, 并且对于输出轴的一个回转, 所述曲轴进行四个回转; 和

(6) 使所述曲柄臂和曲轴互相连接的连杆。

22. 如权利要求 20 所述的内燃机包括两对安置在所述环形汽缸的相对侧上的进气口和排气口。

23. 如权利要求 20 所述的内燃机, 其中在每个转子上有  $n$  个活塞,  $n/2$  对进气口和排气口绕汽缸平均地隔开, 和所述太阳齿轮与曲轴齿轮具有  $n:1$  的传动比。

24. 一种内燃机, 包括:

a. 一环形汽缸;

b. 两对布置在所述汽缸相对侧上的进气口和排气口;

c. 与所述汽缸同轴布置的输出轴;

d. 与所述输出轴同轴布置的太阳齿轮;

e. 接合到所述输出轴的托架;

f. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴;

g. 一对适合于绕所述汽缸的轴线旋转的转子;

h. 在每个转子上的四个活塞,使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间,从而将汽缸分成多个腔;

i. 曲柄臂,所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距,曲柄臂为了配合转子的运动与转子相连;以及使所述曲柄臂与曲轴互相连接的连杆,以致当转子以步进方式交替转动时,所述曲轴连续旋转,在一个转子上的活塞基本上保持静止并在所述进气口和排气口之间形成密封的同时,另一个转子上的活塞前进,将燃料吸入与进气口连通的腔中和将废气从与排气口连通的腔中排出;和

j. 在所述曲轴上的齿轮,其与所述太阳齿轮啮合,用来当所述活塞以步进方式移动和所述曲轴绕着它们的轴旋转时,使所述托架和输出轴绕着输出轴的轴线连续旋转,所述太阳齿轮和曲轴齿轮具有 4:1 的传动比,并且对于输出轴的每个回转,所述曲轴进行四个回转。

25. 如权利要求 24 所述的内燃机,其中对于大约 9 度的输出轴旋转,所述活塞基本上保持静止并在进气口和排气口之间形成密封。

26. 一种内燃机,包括:

a. 一环形汽缸;

b. 与所述汽缸同轴布置的输出轴;

c. 旋转地安装在所述输出轴上的第一空心轴;

d. 旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴;

e. 一对接合到所述空心轴中相应的空心轴上的转子;

f. 在所述转子上的多个活塞,使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间,从而将汽缸分成多个腔;

g. 与所述输出轴同轴布置的太阳齿轮;

h. 接合到所述输出轴的托架;

i. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴,曲轴上的齿轮与所述太阳齿轮啮合,用来当所述曲轴绕着它们的轴旋转时,使所述托架和输出轴绕着输出轴的轴线旋转;

j. 一对曲柄,每个曲柄都具有接合到所述空心轴中相应的空心轴上的第一径向臂,旋转地安装在输出轴上并由输出轴支撑的第二径向臂,和在所述径向臂之间延伸并由径向臂对称地支撑的曲柄销,所述曲柄的偏心距大于曲轴的偏

心距；和

k. 使所述曲柄和曲轴互相连接的连杆，以致曲柄臂以步进方式交替转动，在一个转子上的活塞绕着汽缸移动一个预定距离的同时，另一个转子上的活塞基本上保持静止并且所述曲轴和输出轴连续旋转。

27. 一种内燃机，包括：

a. 一环形汽缸；

b. 绕所述汽缸成对安置的进气口和排气口；

c. 与所述汽缸同轴布置的输出轴；

d. 与所述输出轴同轴布置的太阳齿轮；

e. 接合到所述输出轴的托架；

f. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴；

g. 一对适合于绕所述汽缸的轴线旋转的转子；

h. 在所述转子上的多个活塞，使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间，从而将汽缸分成多个腔；

i. 一对曲柄，每个曲柄都具有一对径向臂和在所述径向臂之间延伸的曲柄销，曲柄销由所述径向臂对称地支撑，所述曲柄的偏心距大于曲轴的偏心距，曲柄为了配合转子的运动与转子相连；

j. 使相应的转子与曲柄互相连接以一致旋转的装置；

k. 使所述曲轴与曲柄互相连接的连杆，以致当转子以步进方式交替转动时，所述曲轴连续旋转，在一个转子上的活塞基本上保持静止并在所述进气口和排气口之间形成密封的同时，另一个转子上的活塞前进，将燃料吸入与进气口连通的腔中和将废气从与排气口连通的腔中排出；和

l. 在所述曲轴上的齿轮，其与所述太阳齿轮啮合，用来当所述活塞以步进方式移动和所述曲轴绕着它们的轴旋转时，使所述托架和输出轴绕着输出轴的轴线连续旋转。

28. 如权利要求 27 所述的内燃机，其中在每个转子上的四个活塞，两对进气口和排气口，和所述太阳齿轮与曲轴齿轮之间的传动比是 4:1。

29. 如权利要求 27 所述的内燃机，其中所述使曲轴与曲柄互相连接的装置包括一对空心轴，其绕着所述输出轴同心地布置并接合到相应的转子和曲柄上。

30. 如权利要求 29 所述的内燃机，其中每个曲柄上的径向臂之一接合到空心轴中相应的空心轴上，而另一个径向臂旋转地安装在输出轴上并由输出轴支

撑。

31. 一种机器，包括：

a. 并排放置的第一和第二环形汽缸；

b. 与所述汽缸同轴布置的公共轴；

c. 与所述公共轴同轴布置的第一和第二套空心轴，每套都包括一个旋转地安装在所述公共轴上的第一空心轴和一个旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴；

d. 第一对转子，其接合到第一套中的空心轴的相应的空心轴上；

e. 在所述第一套中的所述第一对转子上的多个活塞，使得所述第一对转子中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间，从而将第一汽缸分成多个腔；

f. 第二对转子，其接合到第二套中的空心轴的相应的空心轴上；

g. 在所述第二套中的所述第二对转子上的多个活塞，使得所述第二对转子中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间，从而将第二汽缸分成多个腔；

h. 与所述公共轴同轴布置的太阳齿轮；

i. 接合到所述公共轴的托架；

j. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴，曲轴上的齿轮与所述太阳齿轮啮合，用来当所述曲轴绕着它们的轴旋转时，使所述托架和公共轴绕着公共轴的轴线旋转；

k. 一对曲柄臂，其接合到所述两套中的空心轴的相应的空心轴上，用来与所述转子一致地移动，所述曲柄的偏心距大于曲轴的偏心距；和

l. 使所述曲柄臂和曲轴互相连接的连杆，以致当所述转子以步进方式交替转动时，所述曲轴连续旋转，在每个汽缸中的转子之一上的活塞绕着汽缸移动一个预定距离的同时，在另一个转子上的活塞基本上保持静止。

32. 一种内燃机，包括：

a. 一环形汽缸；

b. 绕所述汽缸成对安置的进气口和排气口；

c. 与所述汽缸同轴布置的输出轴；

d. 旋转地安装在所述输出轴上的第一空心轴；

e. 旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴；

f. 一对接合到所述空心轴中相应的空心轴上的转子;

g. 在所述转子上的多个活塞,使得其中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间,从而将汽缸分成多个腔;

h. 一对曲柄,每个曲柄都具有接合到所述空心轴中相应的空心轴上的第一径向臂,旋转地安装在输出轴上并由输出轴支撑的第二径向臂,和在所述径向臂之间延伸的曲柄销;

i. 与所述输出轴同轴布置的太阳齿轮;

j. 接合到所述输出轴的托架;

k. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴,所述曲柄的偏心距大于曲轴的偏心距;

l. 使所述曲柄臂和曲轴互相连接的连杆,以致当所述曲柄臂以步进方式交替转动时,所述曲轴连续旋转,在一个转子上的活塞基本上保持静止并在所述进气口和排气口之间形成密封的同时,另一个转子上的活塞前进,将燃料吸入与进气口连通的腔中和将废气从与排气口连通的腔中排出;和

m. 在所述曲轴上的齿轮,其与所述太阳齿轮啮合,用来当所述活塞以步进方式移动和所述曲轴绕着它们的轴旋转时,使所述托架和输出轴绕着输出轴的轴线连续旋转。

33. 一种内燃机,包括:

a. 并排放置的第一和第二环形汽缸;

b. 绕所述两个汽缸的每一个成对安置的进气口和排气口;

c. 与所述两个汽缸同轴布置的公共轴;

d. 与所述公共轴同轴布置的第一和第二套空心轴,每套都包括一个旋转地安装在所述公共轴上的第一空心轴和一个旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴;

e. 第一对转子,其接合到所述第一套中的空心轴的相应的空心轴上;

f. 在所述第一对中的转子上的多个活塞,使得所述第一对转子中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间,从而将第一汽缸分成多个腔;

g. 第二对转子,其接合到第二套中的空心轴的相应的空心轴上;

h. 在所述第二对中的转子上的多个活塞,使得所述第二对转子中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间,从而将第二汽缸分成多个腔;

i. 与所述公共轴同轴布置的太阳齿轮;

j. 接合到所述公共轴的托架;

k. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴, 曲轴上的齿轮与所述太阳齿轮啮合, 用来当所述曲轴绕着它们的轴旋转时, 使所述托架和公共轴绕着公共轴的轴线旋转;

l. 一对曲柄臂, 其接合到所述两套中的空心轴的相应的空心轴上, 用来与所述转子一致地旋转, 所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距; 和

m. 使所述曲柄臂和曲轴互相连接的连杆, 以致当转子以步进方式交替转动时, 所述曲轴连续旋转, 在每个汽缸中的一个转子上的活塞基本上保持静止并在所述进气口和排气口之间形成密封的同时, 在每个汽缸中的另一个转子上的活塞前进, 将燃料吸入与进气口连通的腔中和将废气从与排气口连通的腔中排出。

34. 如权利要求 33 所述内燃机, 其中每个曲柄都具有接合到所述两套中的相应的空心轴上的第一和第二臂, 和在所述臂之间延伸并由所述臂对称地支撑的曲柄销。

35. 一种内燃机, 包括:

a. 并排放置的第一和第二环形汽缸;

b. 绕所述第一汽缸成对安置的进气口和排气口;

c. 绕所述第二汽缸成对安置的进气口和排气口;

d. 与所述汽缸同轴布置的公共轴;

e. 与所述公共轴同轴布置的第一和第二套空心轴, 每套都包括一个旋转地安装在所述公共轴上的第一空心轴和一个旋转地安装在所述第一空心轴上的第二空心轴;

f. 第一对转子, 其接合到第一套中的空心轴的相应的空心轴上;

g. 在所述第一对中的转子上的多个活塞, 使得所述第一对转子中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间, 从而将第一汽缸分成多个腔;

h. 第二对转子, 其接合到第二套中的空心轴的相应的空心轴上;

i. 在所述第二对中的转子上的多个活塞, 使得所述第二对转子中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间, 从而将第二汽缸分成多个腔;

j. 与所述公共轴同轴布置的太阳齿轮;

k. 接合到所述公共轴的托架;

l. 一对旋转地安装在所述托架上的曲轴, 曲轴上的齿轮与所述太阳齿轮啮

合，用来当所述曲轴绕着它们的轴旋转时，使所述托架和公共轴绕着公共轴的轴线旋转；

m. 一对曲柄臂，其接合到所述两套中的空心轴的相应的空心轴上，用来与所述转子一致地旋转，所述曲柄臂的偏心距大于曲轴的偏心距；和

n. 使所述曲柄臂和曲轴互相连接的连杆，以致当转子以步进方式交替转动时，所述曲轴连续旋转，

(1) 在第一汽缸中的转子之一上的活塞基本上保持静止并在所述进气口和排气口之间形成密封的同时，在第一汽缸中的另一个转子上的活塞前进，将燃料吸入与进气口连通的腔中和将废气从与排气口连通的腔中排出，和

(2) 在第二汽缸中的转子之一上的活塞基本上保持静止并在所述进气口和排气口之间形成密封的同时，在第二汽缸中的另一个转子上的活塞前进，将流体吸入与进气口连通的腔中和将流体从与排气口连通的腔中排出。

## 内燃机和操作内燃机的方法

### 技术领域

本发明一般涉及机器，例如发动机、泵等等，更具体地涉及一种变容式内燃机（a positive displacement internal combustion engine）和方法。

超过一个世纪以来，内燃机在各种应用中一直被倚靠为主要的动力源，对于那些发动机，最广泛使用的是往复式活塞发动机，在汽车和其它形式的运输工具以及在各种工业和用户应用中都有使用。依据特定应用的动力需求，这种发动机能以各种尺寸构造，范围从单缸到 32 缸或更多。例如转式发动机和内燃涡轮机等其它类型的内燃机也在大量应用中使用，但不象往复式活塞发动机一样广泛。

较小的内燃机由汽油提供动力，它们包括在大多数汽车中使用的内燃机。然而，柴油机也在一些汽车中使用，虽然它们在大型应用中更常见，例如在机车和船上。

所有这些发动机都具有某些限制和缺点。在往复式活塞发动机中，在 4 冲程发动机中，活塞在每个输出轴的回转必须停止和颠倒方向四次，在 2 冲程发动机中，活塞在每个输出轴的回转必须停止和颠倒方向两次。为了获得燃料混合物和在正确的时间将气体排入和排出燃烧室，那些发动机还需要相当复杂的阀系统。

转式发动机例如汪克尔发动机（美国专利 US 2988065）避免了活塞停止和反向的问题，并且另外能为转子和轴的每个回转提供一个作功冲程，而 4 冲程的往复式活塞发动机对于每两个轴的回转仅仅有一个作功冲程。尽管具有那些优点，可是由于差的燃油经济性、短的工作寿命和脏的排气，转式发动机仅仅得到有限的使用。

本发明的一个大体上的目标是提供一种新的和改进的内燃机和操作该内燃机的方法。

本发明的另一个目标是提供一种上述特性的内燃机和操作该内燃机的方法，其克服现有技术的局限性和缺点。

本发明的另一个目标是提供一种上述特性的内燃机和操作该内燃机的

方法，与迄今提供的往复活塞发动机和转式发动机相比，其在每个轴旋转显著地提供更多的作功冲程。

本发明的另一个目标是提供一种上述特性的内燃机和操作该内燃机的方法，其在小空间中提供大的排量。

根据本发明，通过提供一种内燃机和操作该内燃机的方法来实现这些和其它目标，其中不同转子上的活塞在环形汽缸中彼此相对移动以形成可变容积的腔，所述活塞以步进方式移动，在一个转子上的活塞移动一个预定距离的同时，在另一个转子上的活塞基本上保持静止，当确定一个腔的活塞之一移动远离另一个时，燃料被吸入该腔，然后当所述第二活塞朝着第一活塞移动时，燃料被压缩。燃料的燃烧驱动第一活塞远离第二活塞，然后废气被再次朝着第一活塞移动的第二活塞从该腔中排出。

转子以这种方式连接到一个输出轴以使得当活塞和转子以它们的步进方式转动时，所述轴连续旋转，以提供平稳、连续的动力。在披露的实施方式中，一对曲轴安装在一个接合（affixed to）到该轴的托架上，并通过连接到曲柄的连杆绕着它们的轴连续旋转，曲柄与转子一起转动。当曲轴上的齿轮绕着一个与输出轴同轴布置的太阳齿轮移动时，在曲轴上的齿轮将该连续转动传递到托架和轴。

在每个转子上四个活塞和在太阳齿轮与曲轴齿轮之间 4:1 的传动比的情况下，八个腔形成于活塞之间，并且在这些腔的每个中，对于输出轴的每个回转都有两个作功冲程。在两个轴回转中，有 32 个作功冲程，这等于在传统的 4 冲程发动机中具有 32 个缸。

图 1 是根据本发明的容积式发动机的一个实施方式的中心线剖视图；

图 2 是沿图 1 中的线 2-2 得到的横截面图；

图 3 是沿图 1 中的线 3-3 得到的放大横截面图；

图 4A-4E 是表示在图 1-3 的实施方式中，转子和活塞的步进移动与输出轴的连续转动之间的关系的图；

图 5 是一个表，表示在与图 1 的实施方式相似的原型发动机中，活塞移动和输出轴转动之间的关系；

图 6A-6I 是表示在图 1-3 的实施方式中，活塞在输出轴的一个回转期间进行的冲程的图；

图 7 是一个表，表示在 360 度的输出轴转动期间，在图 1-3 的实施方

式中，在所有的腔中发生的冲程；

图 8 是一个根据本发明的容积式发动机的另一个实施方式的部分切掉的等距视图；

图 9 是在不同的工作位置中，图 8 的实施方式的曲轴箱部件的不完整的等距视图；

图 10 是图 8 的实施方式中的外壳的等距视图，端盖之一处于打开位置；

图 11 是大致与图 10 相似的不完整的等距视图，端盖处于本来位置中；

图 12 是图 8 的实施方式中的转子之一的等距视图，活塞处于环形汽缸中；

图 13 是图 8 的实施方式中的输出轴的等距视图；

图 14 是图 8 的实施方式中的转子的不完整的横截面图；

图 15 是图 8 的实施方式中的曲柄臂的横截面图；

图 16A - 16I 是与图 6A - 6I 相似的图，表示构形为一个泵的发动机的工作；

图 17 是一个表，表示当发动机作为一个泵工作时，发生在所有的腔中的冲程。

如图 1-3 中所示，发动机具有一对带有活塞 23、24 的转子 21、22，活塞 23、24 在转子的圆周方向上隔开并布置在一个环形腔或汽缸 26 内。所述一对转子中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间，腔 27 形成于两个转子上相继的活塞之间。如在下文更充分论述的，两个转子以步进方式交替转动，一个转子上的活塞基本上保持静止的同时，另一个转子上的活塞前进。当活塞前进时，腔 27 在容积上改变，在移动活塞的后侧上的腔容积增加，在前侧上的腔容积减小。通过转子的交替运动，在一个步进期间容积增加的腔将在下一个步进期间容积减小。

燃料通过进气口 28 引入腔中，而废气通过排气口 29 排出，这些口成对地绕汽缸布置，在所示实施方式中，两对口直接彼此相对地放置。这些口开放并直接地与汽缸连通。

输出轴 31 与汽缸同轴地延伸并由活塞和转子以连续旋转的方式驱动，转子 22 通过花键连接接合到旋转地安装在输出轴上的第一空心轴或套筒 32，而转子 21 相似地接合到旋转地安装在第一空心轴上的第二空心轴或套筒 33。曲柄臂 34、36 通过花键分别接合到空心轴 32、33 的另一端，以与

转子 21、22 一致地运动。

一个托架或支架 37 通过花键连接接合到输出轴，一对曲轴 38、39 旋转地安装在托架上，离输出轴的轴线距离相等。行星齿轮 41 设置在曲轴的端部，并且它们与一个太阳齿轮 42 啮合，太阳齿轮 42 与输出轴同轴地安装在一个固定位置中。太阳齿轮和行星齿轮的传动比优选地与每个转子上的活塞数量相同，即  $n:1$ ，其中  $n$  是每个转子上的活塞数量。在图 1 的实施方式中，每个转子上有四个活塞，齿轮传动比是  $4:1$ 。在该传动比的情况下，活塞进行的步进大约是每次  $90$  度，对于输出轴的每个回转，每个活塞进行四次这种步进。

当然，能使用不同数量的活塞和不同的齿轮传动比，但每个转子的活塞数量和齿轮传动比优选地应该是相同的，即每个转子  $n$  个活塞并且齿轮传动比为  $n:1$ 。在更多的活塞和更高的传动比的情况下，活塞步进在尺寸上减小和在数量上增加，而在较少的活塞和较低的齿轮传动比的情况下，步进在尺寸上增大和在数量上减小。因而，例如，在每个转子八个活塞和  $8:1$  的齿轮传动比的情况下，对于输出轴的每个回转，每个活塞将进行八次步进，每次  $22.5$  度。在每个转子两个活塞和  $2:1$  的传动比的情况下，活塞将仅仅进行两次步进，每次  $180$  度。换句话说， $n:1$  的齿轮传动比在每个回转提供  $n$  次步进，每次步进为  $360^\circ/n$ 。

曲柄臂和曲轴具有曲柄销 43、44，它们通过连杆 46、47 连接在一起，曲轴的偏心距（throw）小于曲柄臂的偏心距，这使得曲轴能连续旋转，即使活塞和转子不能这样。

在图 4A - 4E 中进一步阐明了转子和活塞的步进移动与输出轴的连续转动之间的关系，在这些图中，使用了下面的符号：

太阳齿轮	S
曲轴	CS1, CS2
曲柄销	P1, P2
行星齿轮	G1, G2
曲柄臂	CA1, CA2
连杆	R1, R2

假定齿轮传动比是  $4:1$ ，曲轴 CS1 在上止点（TDC）位置开始，曲轴 CS2 在下止点（BDC）开始。在那些位置中，曲轴和曲柄臂上的曲柄销在

通过曲轴轴线的直线上对齐。在 TDC 位置中，曲柄销位于曲柄臂和曲轴轴线之间，曲柄臂处于其最大前进位置中，即离曲轴轴线最远的位置。在 BDC 位置中，曲柄销位于曲轴轴线之外，曲柄臂处于其靠近曲轴轴线的最小前进位置中。

曲轴和行星齿轮被安装在一个托架上，该托架接合到输出轴，曲轴和行星齿轮绕着输出轴的轴线与输出轴一致地旋转。由于行星齿轮环绕太阳齿轮移动，所以它们使曲轴绕着它们的轴连续旋转，输出轴每转动 90 度，曲轴和行星齿轮就进行一个回转。

在输出轴转动 22.5 度之后，曲轴和行星齿轮将旋转 to 图 4B 中所示的位置。在该点，除了已经绕着太阳齿轮移动 22.5 度之外，曲轴和行星齿轮还绕着它们本身的轴转动了 90 度，曲柄销 P1,P2 的净行程是它们由这两个旋转引起的行程的总和。

因为由行星齿轮 G1 绕着其本身的轴旋转所引起的曲柄销的移动与行星齿轮 G1 绕着太阳齿轮的移动处于相同的方向上，所以这两个移动分量加在一起将曲柄臂 CA1 朝着其前进位置移动。

然而，在循环的该部分期间，由行星齿轮 G2 绕其本身的轴旋转所引起的曲柄销 P2 的移动与行星齿轮绕太阳齿轮移动的方向相反，结果，这两个移动分量彼此抵消，曲柄臂 CA2 基本上在其原始位置中保持静止。

在下一个 22.5 度的轴旋转期间，曲轴和行星齿轮绕着太阳齿轮移动另一个 22.5 度并绕着它们本身的轴旋转另一个 90 度，到达图 4C 中所示的位置，分别使得曲轴 CS1、CS2 到达它们的 TDC 和 BDC 位置。在循环的该部分期间，由曲轴和行星齿轮的旋转引起的曲柄销 P1 的移动继续处于与绕着太阳齿轮的移动相同的方向上，并且曲柄臂 CA1 前进到其最大前进位置。曲柄销 CP2 绕着曲轴轴线的旋转移动仍与绕着太阳齿轮的移动相反，这两个分量继续彼此抵消，曲柄臂 CA2 基本上保持静止。

一旦曲轴 CS1 到达 TDC，曲柄销 P2 绕着曲轴轴线的旋转移动就处于与绕着太阳齿轮的移动相同的方向上，于是两个分量加在一起，曲柄臂 CA2 开始前进。然而，现在，曲柄销 CA1 绕着其曲轴轴线的旋转移动与绕着太阳齿轮的移動的方向相反，这两个移动分量彼此抵消，曲柄臂 CA1 基本上保持静止。在 22.5 度的轴旋转之后，齿轮将到达图 4D 中所示的位置。

在下一个 22.5 度的轴旋转期间，曲轴和行星齿轮将绕着它们本身的轴

旋转另一个 90 度并绕着太阳齿轮移动另一个 22.5 度，到达图 4E 中所示的位置。在循环的该部分中，曲柄销 CP2 的旋转移动仍然处于与其绕着太阳齿轮的移动相同的方向上，并且两个分量继续叠加并使曲柄臂 CA2 前进。曲柄销 P1 的旋转移动继续与其绕着太阳齿轮的移动相反，这两个分量继续彼此抵消，曲柄臂 CA1 基本上保持静止。

在该点，曲轴和行星齿轮已经绕着它们本身的轴旋转了一个完整的 360 度，它们已经绕着太阳齿轮移动了 90 度，并且输出轴已经绕着其轴旋转了 90 度。曲柄臂也前进了 90 度，但是是以步进的方式，正如活塞和连接到活塞上的转子一样。对于输出轴的每个回转，该循环重复四次。

由于输出轴和转子通过连杆连接在一起，所以它们以相同的总速度一起旋转，对于输出轴的每个回转，转子都进行一个完全的回转。然而，由于曲轴和曲柄臂的作用，当转子与输出轴一起旋转时，转子实际上也来回摆动，产生步进旋转。

由于曲柄臂的运动部分地被曲轴上的曲柄销的圆周运动约束，所以曲柄臂和转子的运动不是线性的。当曲轴在 TDC 和 BDC 附近时，它是最慢的，圆周运动大致垂直于连杆轴，而当曲轴在 TDC 和 BDC 之间的中间位置附近时，它是最快的，圆周运动与连杆轴更接近成一直线。该非线性在整个持续时间内导致大约 9 度的维持行程 (carry)，这使得两个转子上的活塞能在不同的时间在进气口和排气口之间的基本上相同的位置停下来。

在图 5 中更加以实验为依据地表示了活塞移动和输出轴转动之间的关系。在该表中的数据是通过在具有 4:1 的齿轮传动比的样机发动机 (prototype engine) 上进行的测量而获得的，在该例子中，循环从处于 BDC ( $0^\circ$ ) 处的曲轴开始，转子上的一个活塞在零度 ( $0^\circ$ ) 参考点连接到那个曲轴。

该数据表示当输出轴从 10 度转动到 40 度时，净活塞行程仅仅是 2.5 度，和在活塞从 15 度移动到 35 度的时间期间，净活塞移动是零，当轴从 25 度移动到 30 度时，活塞实际上有了少量倒退。当轴到达 40 度的点时，活塞开始更快地移动，当轴从 40 度前进到 90 度时，活塞从 12.5 度前进到 90 度。对于 50 度和 85 度之间的轴位置，轴每转动 5 度，活塞移动大约 8 到 10 度，当轴到达 85 度时，活塞再次减慢到大约与轴相同的速度。在整个循环中，输出轴和曲轴连续并均匀地旋转，正如在它们运动中的规则的间隔所表明的。

当曲轴绕着它们本身的轴旋转和绕着太阳齿轮移动时，曲轴的抵消移动有效地将转子和活塞锁止在它们的基本上静止的位置中。当一个转子和其上的活塞被锁止时，另一个转子和其上的活塞自由前进，因而，当燃烧发生时，被锁止的转子基本上保持静止，而在另一个转子上的活塞用膨胀气体的全力向前驱动，那个转子的运动驱动连接到其上的曲轴，曲轴的旋转促使那个曲轴上的行星齿轮绕着太阳齿轮移动，当它这么进行时，就使接合到托架的输出轴旋转。在几乎立即开始的下一个作功冲程，另一个转子被驱动，连接到那个转子的曲轴驱动输出轴，输出轴连续转动，每 360 度旋转容纳 16 个作功冲程。

在不打断或颠倒曲轴、齿轮和输出轴的旋转的情况下，转子的步进运动和锁止被实现。这是优于传统发动机的一个主要改进，在传统发动机中，输出轴每旋转一圈，活塞必须停止和颠倒方向两次，每个作功冲程，活塞必须停止和颠倒方向四次。

转子能设定成使活塞的相对表面在每个冲程的开始和结束非常靠近，并且发动机能具有非常高的压缩比，例如 35:1 或更高。因而，发动机能以柴油机模式运行，没有火花塞或点火线路和点火正时。然而，如果希望，它也能靠汽油或另一种需要火花以便燃烧的燃料运行，在这种情况下，可采用合适的点火系统。

发动机运行在 4 冲程循环中，其在图 6A - 6I 中用图解表示。在这些图中，转子用 A 和 B 标明，转子上的活塞用 A1、B1 等等标明。在循环的开始，转子处于图 6A 所示的位置中，活塞 B1 和 B3 形成进气口 28 和排气口 29 之间的密封。在这些图中，进气口和排气口分别由标记为 IN 和 EX 的箭头代表。

在第一个 45 度的轴旋转期间，转子 A 上的活塞前进大约 90 度，到达图 6B 中所示的位置，转子 B 上的活塞基本上保持静止。当转子 A 上的活塞前进时，形成于活塞 A1、B1 和 A3、B3 之间的腔经历一个进气冲程，容积增加，并通过进气口 28 将燃料混合物吸入它们自身中。

在下一个 45 度的轴旋转期间，转子 B 上的活塞前进大约 90 度，到达图 6C 中所示的位置，转子 A 上的活塞基本上保持静止。当转子 B 上的活塞前进时，在活塞 A1、B1 和 A3、B3 之间的腔经历一个压缩冲程，容积减小，并在它们中压缩燃料混合物。

燃料混合物的压缩使其温度升高到燃点，引起的燃烧促使活塞 A1、B1 和 A3、B3 之间的腔容积增大，转子 B 基本上保持静止而转子 A 前进另一个 90 度，到达图 6D 中所示的位置。在该做功冲程期间，输出轴旋转另一个 45 度。

在下一个 45 度的轴旋转期间，转子 B 上的活塞前进大约 90 度，到达图 6E 中所示的位置，转子 A 上的活塞基本上保持静止，并且 A1 和 A3 形成进气口和排气口之间的密封。当转子 B 上的活塞前进时，在活塞 A1、B1 和 A3、B3 之间的腔容积减小，通过排气口 29 排出燃烧废气。

在排气冲程之后，该循环重复，在活塞 A1、B1 和 A3、B3 之间的腔经历另一个进气冲程，转子 A 上的活塞前进到图 6F 中所示的位置。在下一个 45 度的轴旋转期间，转子 B 上的活塞前进到图 6G 中所示的位置，在这些腔中压缩燃料混合物。被压缩的燃料混合物的燃烧将转子 A 上的活塞驱动到图 6H 中所示的位置，输出轴前进另一个 45 度。在下一个 45 度的轴旋转期间，转子 B 上的活塞前进到图 6I 中所示的位置，排出废气并完成循环。现在，活塞和轴完成了 360 度的旋转，活塞回到图 6A 所示的位置中，准备下一个循环。

同时，形成于活塞 A1、B1 和 A3、B3 之间的腔正在经历它们的工作循环，相似的循环也正发生在形成于其它活塞之间的腔中。因而，例如，当转子 A 在图 6A 和 6B 中所示的位置之间移动和在活塞 A1、B1 和 A3、B3 之间的腔中正在发生进气冲程时，在活塞 A1、B2 和 A3、B4 之间的腔中正在发生压缩冲程，在活塞 A2、B2 和 A4、B4 之间的腔中正在发生做功冲程，在活塞 A2、B3 和 A4、B1 之间的腔中正在发生排气冲程。

图 7 表示在 360 度的轴旋转中发生于腔中的冲程。从该图表中，可以看到在输出轴的每个回转期间，发动机在八个腔的每一个中都经历两个完整的工作循环，因而，在每个腔中有两个做功冲程，在输出轴的两个回转中，在八个腔中有总共 32 个做功冲程，这等于传统设计的 32 缸发动机。

采用在环形汽缸中旋转和共享相同空间的工作腔，发动机在相对小的空间中获得相当高的排量 (displacement)。例如，在一个实施方式中，环形汽缸具有 11.25 英寸的外径，每个腔具有 3.0 英寸的直径和 3.75 英寸的冲程，在输出轴的一个回转中具有 424 立方英寸的总有效排量。用如同传统 4 冲程发动机中的轴的两个回转，发动机就具有几乎 850 立方英寸的有效排量。

当由高强度、轻重量的材料构造时，发动机每个具有大约 14 英寸的总直径和长度，和大约 200 磅的重量。这是优于对等排量的传统 6 缸直列式发动机的非常大和重要的改进，传统的 6 缸直列式发动机通常具有大约 5 英尺的长度，大约 2 英尺的宽度，大约 4 英尺的高度和大约 2500 磅的重量。

此外，动力输出实质上大于对等排量的传统发动机的动力输出。上述 850 立方英寸排量 (C.I.D.) 的发动机被认为能输出 2000 马力或更大，而传统的 850 C.I.D. 通常输出不超过大约 400 马力。

图 8-15 表示当前优选实施方式，其中发动机在一个圆柱外壳 51 中构造，圆柱外壳包括中央部分 52 和端盖 53、54，散热片设在所有三个部分的外部上。外壳的一端用作发动机汽缸体 55，另一端容纳一个曲轴箱。在汽缸体中，半圆形横截面的圆形凹槽 56、57 形成于中央部分 52 和盖 53 的相对表面中，以形成活塞的环形腔或汽缸 58。径向孔 59、61 开口穿过相对表面并结合形成进气和排气口，环桥（未示出）跨越进排气口，以防止在活塞环移动过进排气口时损坏活塞环。

输出轴 63 与外壳同轴延伸并突出于两个端盖，以连接到其它装置。在一端，该轴具有外部花键 64，而在另一端，它具有相应的内部花键 66 和环形结合凸缘 67，这些花键允许两个或更多发动机容易地连接在一起，或分级，如果希望的话。

一对具有在圆周上隔开的叶片状活塞 71、72 的转子 68、69 与输出轴同轴布置，所述一对转子中一个转子的各活塞被放入到另一转子的各活塞之间，从而将汽缸 58 分成多个腔。在该实施方式中，转子和活塞形成为单一结构，活塞具有圆形的横截面，并且在其截取了大约 9 度角度的相对侧上具有径向面 73、74。转子具有盘状主体 68a、69a，盘状主体具有凹入弯曲的外围表面 68b、69b，外围表面与凹槽 56、57 的曲率相匹配并用作汽缸壁的一部分。

两个转子之间的密封由环 76 提供，环 76 处于转子盘的内表面中的环形槽 68c、69c 中。转子和汽缸体之间的密封由环 77 提供，环 77 处于转子外表面中的和外壳部分 52 与端盖 53 的表面中的环形槽 68d、69d 中。活塞具有外围的环槽和环 70，环 70 紧靠汽缸壁形成密封。

如果如同优选实施方式中那样，则活塞和汽缸的横截面是圆形的，可以使用传统的活塞环。然而，活塞和汽缸不是必须成圆形，它们能具有所

希望的任何其它的横截面轮廓，包括矩形和梯形。

转子通过空心轴或套筒 81、82 连接到曲轴箱中的曲柄臂 78、79，空心轴 81、82 与图 1-3 的实施方式中的空心轴 31、32 相似，这些轴与输出轴 63 同轴布置，内空心轴 81 旋转地安装在输出轴上，外空心轴 82 旋转地安装在内空心轴上。内空心轴稍长于外空心轴，转子 68 和曲柄臂 78 通过花键 83 接合到外轴的端部，转子 69 和曲柄臂 79 同样通过花键 84 接合到内轴的突出端。

每个曲柄臂具有两个大致径向的臂 78a、78b 和 79a、79b，仅仅它们中的一个接合到空心轴，另一个臂旋转地安装在输出轴上以增加强度和稳定性，曲柄销 78c、79c 在每个曲柄的两个臂之间延伸。

一个支架或托架 86 通过花键 87 接合到输出轴 63，一对曲轴 88、89 在直径相对的位置上旋转地安装在托架上。曲轴具有行星齿轮 88a、89a，它们形成为曲轴的整体部分并与太阳齿轮 91、92 啮合，太阳齿轮接合到外壳并与轴 63 同轴布置。曲轴还具有偏心装置 (eccentric)，其通过连杆 93、94 连接到曲柄臂上的曲柄销 78c、79c。

该实施方式的运行和使用与前述的相似，在每个转子四个活塞和 4:1 的齿轮传动比的情况下，该发动机也在输出轴的每个回转点火 16 次和在两个回转中点火 32 次。如上面提及的，它能从尺寸仅仅为 14 英寸直径和 14 英寸长度以及重量仅仅为大约 200 磅的成套设备中输出 2000 以上的马力。

如果希望，通过将第二个环形汽缸增加到曲轴箱的外侧端和将该汽缸中的转子与活塞结合到现有的驱动机构，一个第二级可以增加到图 8-15 的发动机上。它可以通过如下方式实现，将输出轴 63 延伸通过增加的汽缸和将另外一对空心轴安装在驱动轴的延伸部分，空心轴的一端花键连接到曲柄臂的自由臂 78b、79b，而另一端花键连接到增加的转子。当这完成时，单一的驱动机构为两个汽缸中的活塞服务，发动机的功率能加倍，而不会使发动机的尺寸也加倍。

发动机非常有效地运转并能使用各种替换燃料以及柴油与汽油，它也能用作焚烧炉，用来燃烧已经液化并与另一燃料结合的垃圾，其中高达大约百分之 70 的混合物是垃圾。它也能构造为微型发动机，和用于例如给电池电源组充电的应用。

通过将所述口重新排列和驱动输出轴，发动机还能构造成可被用作泵

的装置。对于一个泵，优选地使得口的数量等于转子上的活塞的数量，因而，例如，在每个转子四个活塞的情况下，四对进气和排气口绕汽缸平均隔开。如在图\* (IN) 和\* (DIS) 中所示，活塞每次前进，它都将流体吸入在它之后的腔中，并从在它之前的腔中排出流体，这产生一个泵，该泵能具有高容积、高流量和高压力，全部都在一个紧凑的单元内。

如果希望，泵可以用图 8-15 的发动机形式分级，一个单一的驱动机构用于两级中。

本发明具有大量重要的特征和优点，它提供非常紧凑和高效的发动机，其能用于大的和小的各种应用中，它能燃烧各种燃料并能在柴油机模式中运行或用火花点火运行。在汽车应用中，高的燃烧效率和大的排量提供了非常高的燃料行车里程和高动力，发动机部件很少，其设计简单且优美，它还能在不改变基本机构的情况下构形为一个泵。

从前述内容中很明显，已经提供了一种新的和改进的内燃机和操作该内燃机的方法。尽管只详细描述了某些优选实施方式，但对于那些本领域普通技术人员，很明显的，在不背离本发明范围的情况下能进行某些改变和修改，本发明的范围由后面的权利要求限定。

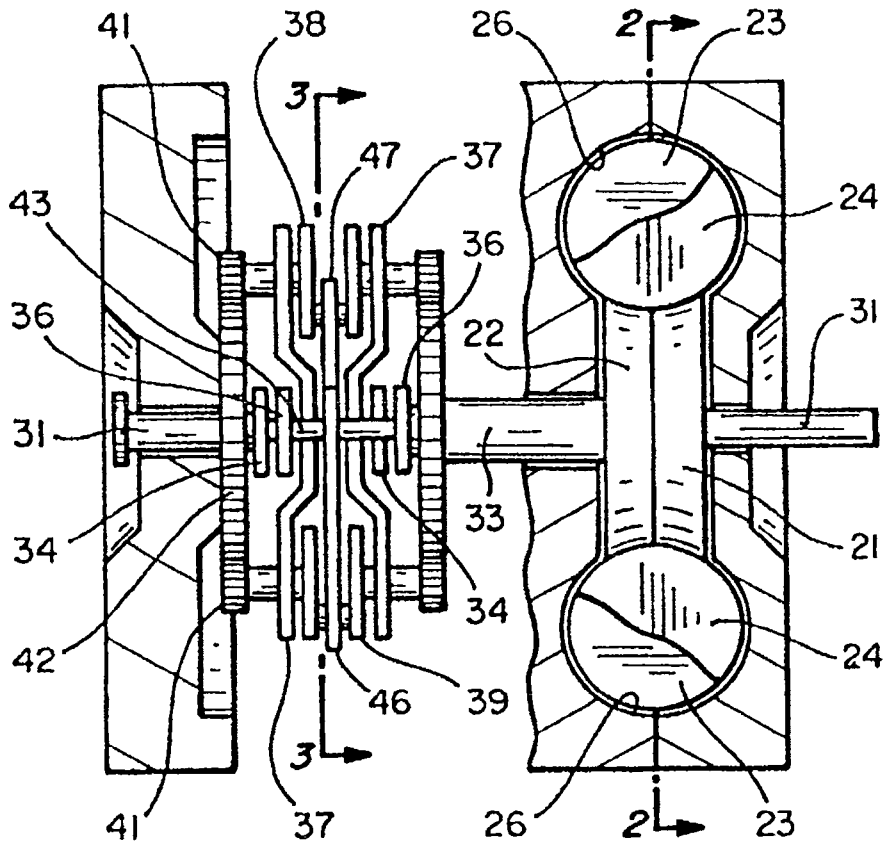


图 1

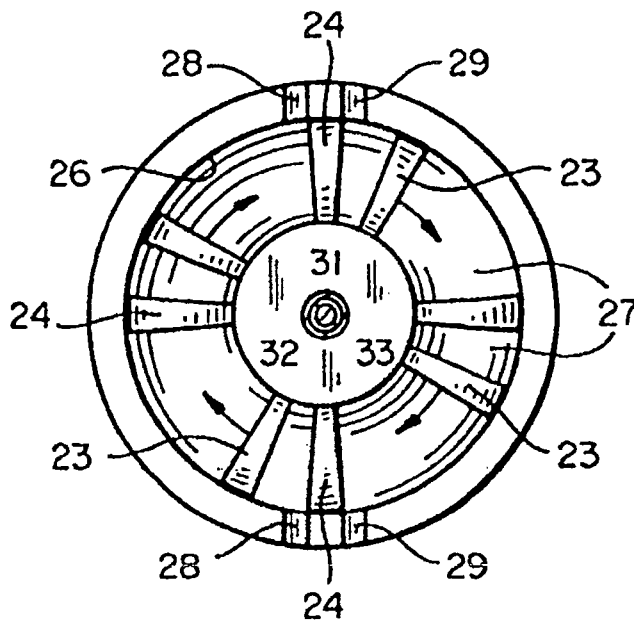


图 2

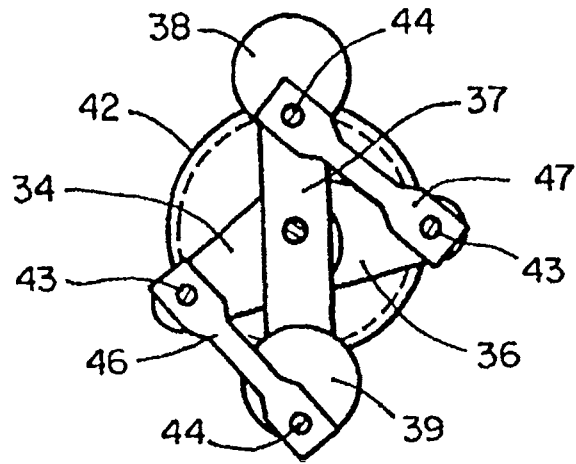


图 3

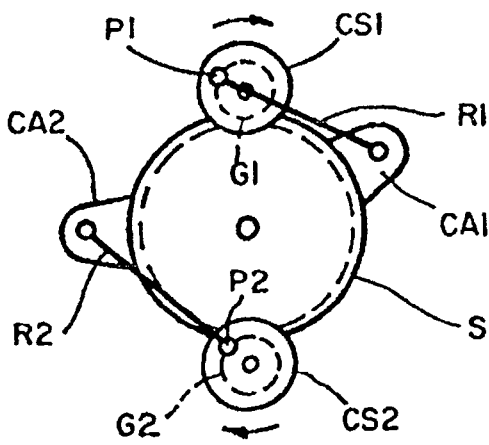


图 4A

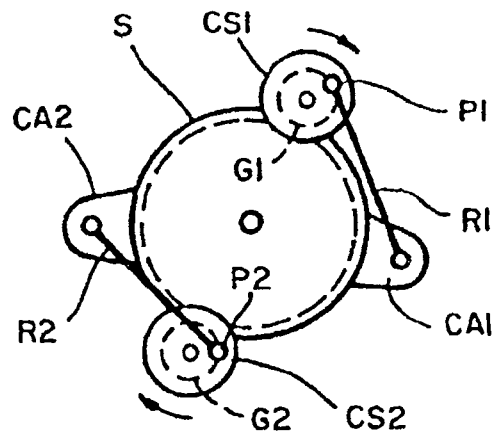


图 4B

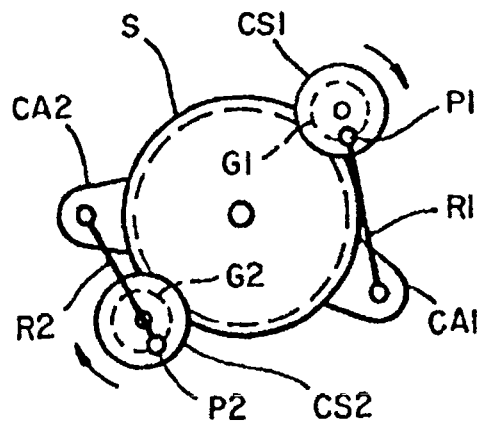


图 4C

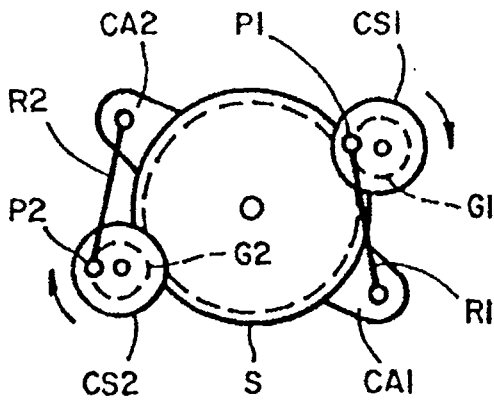


图 4D

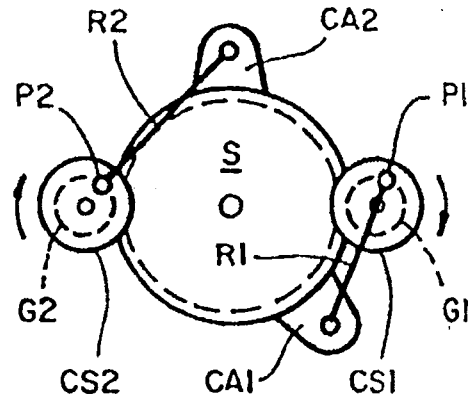


图 4E

输出轴	曲轴	活塞
0°	0°	0°
5°	20°	5°
10°	40°	10°
15°	60°	11.5°
20°	80°	12°
25°	100°	12°
30°	120°	11.5°
35°	140°	11.5°
40°	160°	12.5°
45°	180°	17.5°
50°	200°	23°
55°	220°	31°
60°	240°	41°
65°	260°	50°
70°	280°	59.5°
75°	300°	68.5°
80°	320°	76.5°
85°	340°	84°
90°	360°	90°

图 5

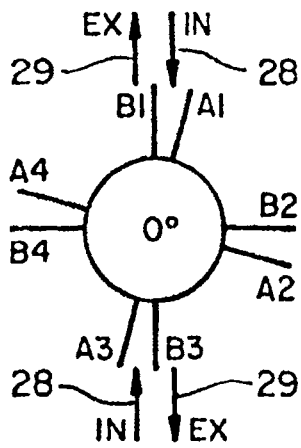


图 6A

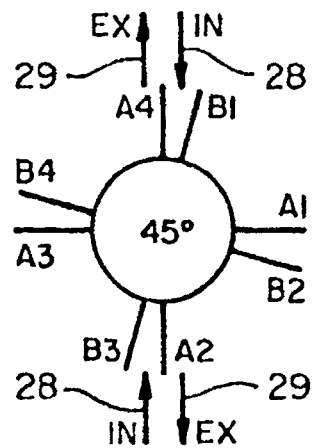


图 6B

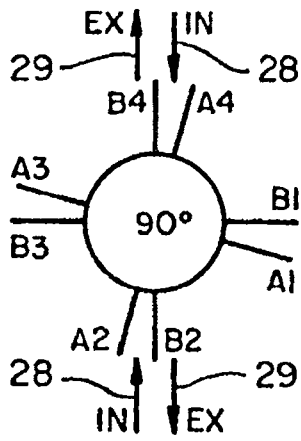


图 6C

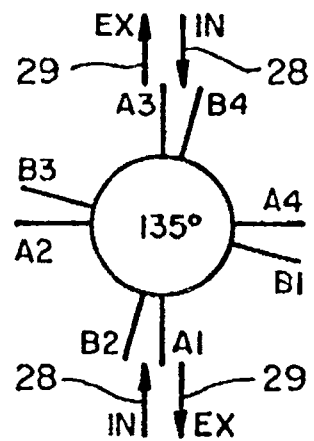


图 6D

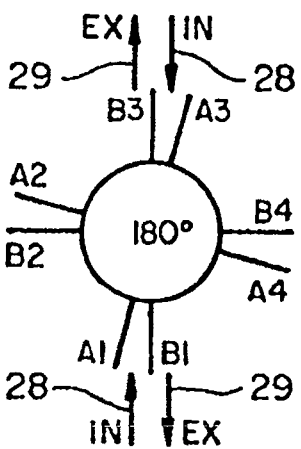


图 6E

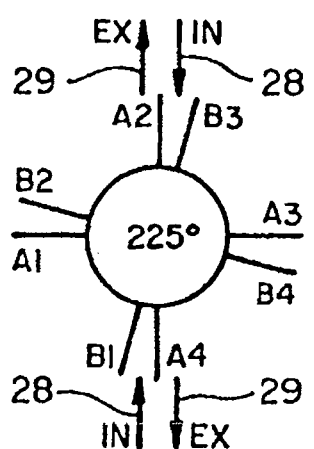


图 6F

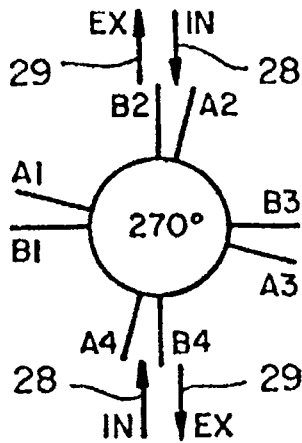


图 6G

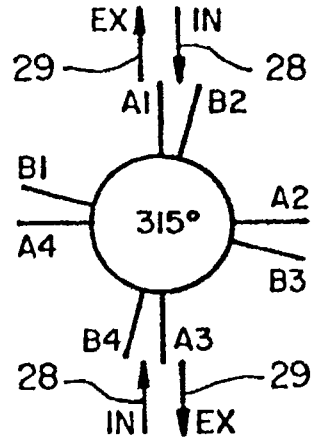


图 6H

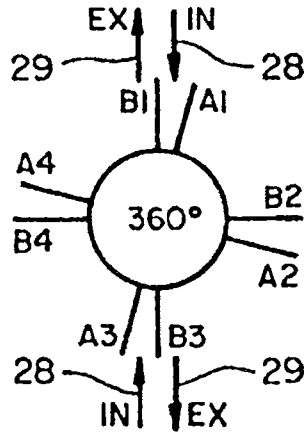


图 6I

轴位置	A1, B1	A1, B2	A2, B2	A2, B3	A3, B3	A3, B4	A4, B4	A4, B1
0°-45°	进气	压缩	做功	排气	进气	压缩	做功	排气
45°-90°	压缩	做功	排气	进气	压缩	做功	排气	进气
90°-135°	做功	排气	进气	压缩	做功	排气	进气	压缩
135°-180°	排气	进气	压缩	做功	排气	进气	压缩	做功
180°-225°	进气	压缩	做功	排气	进气	压缩	做功	排气
225°-270°	压缩	做功	排气	进气	压缩	做功	排气	进气
270°-315°	做功	排气	进气	压缩	做功	排气	进气	压缩
315°-360°	排气	进气	压缩	做功	排气	进气	压缩	做功

图 7

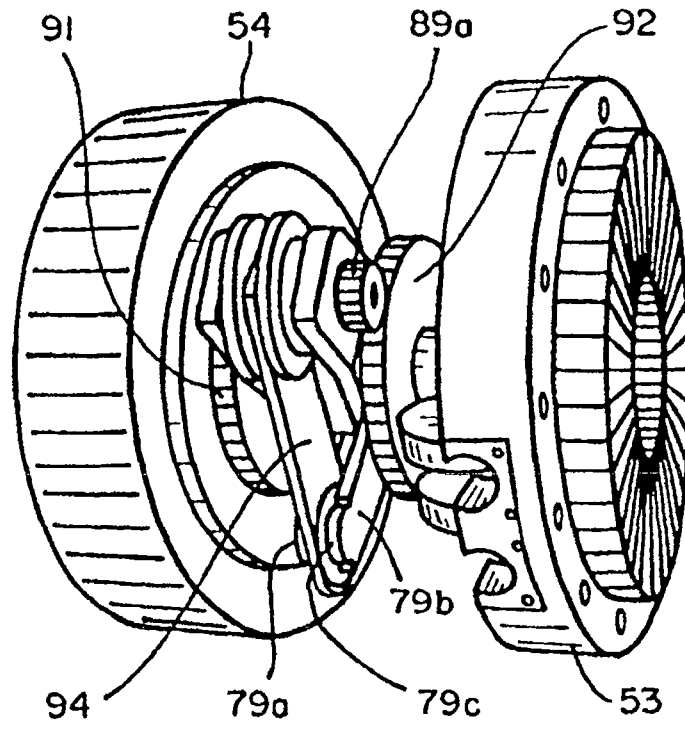


图 8

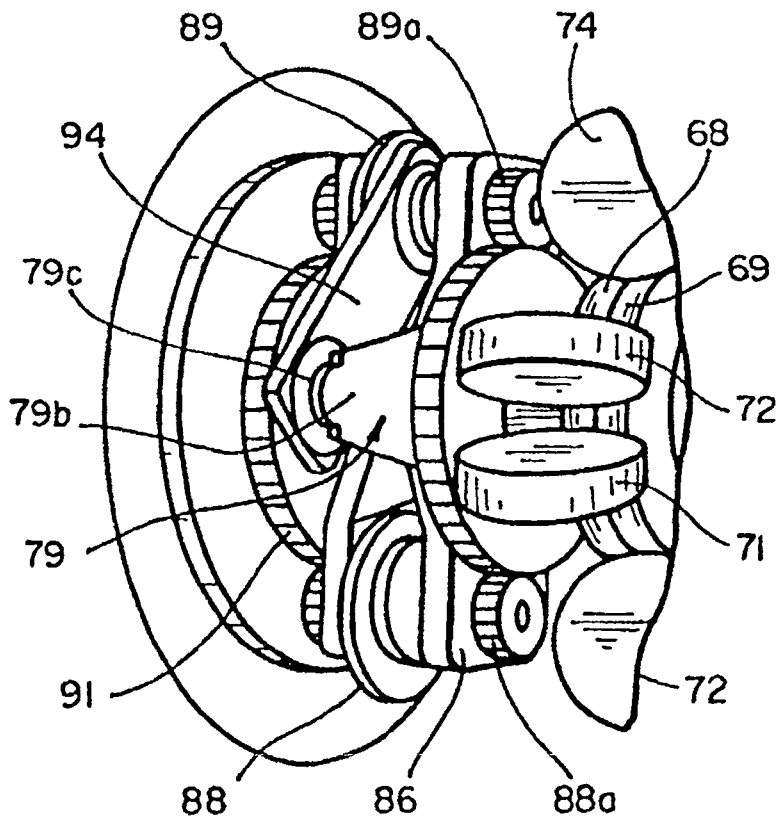


图 9

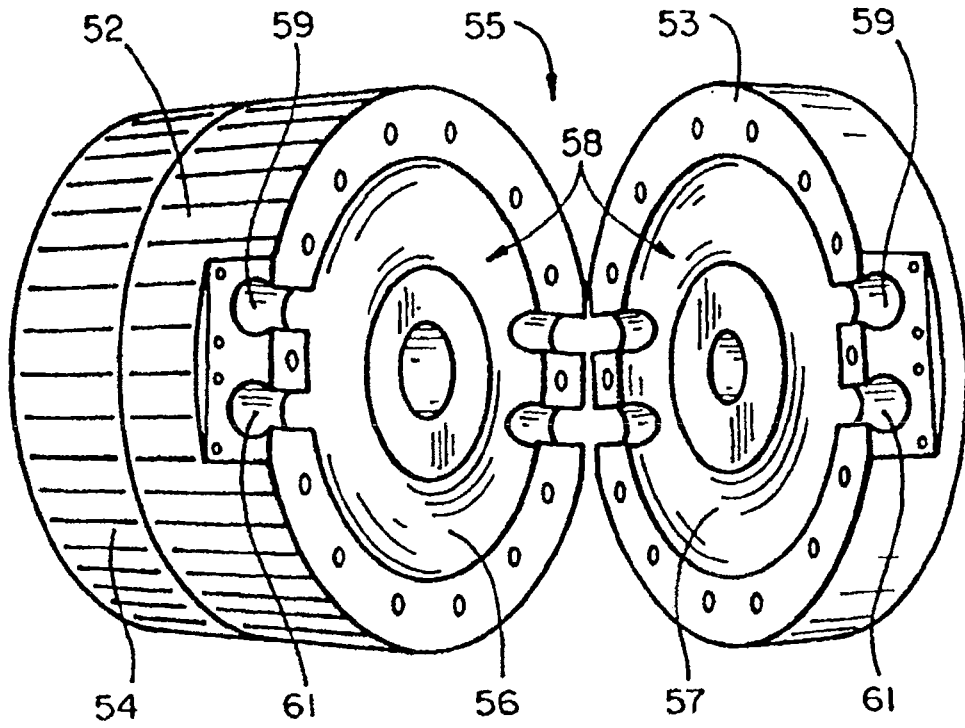


图 10

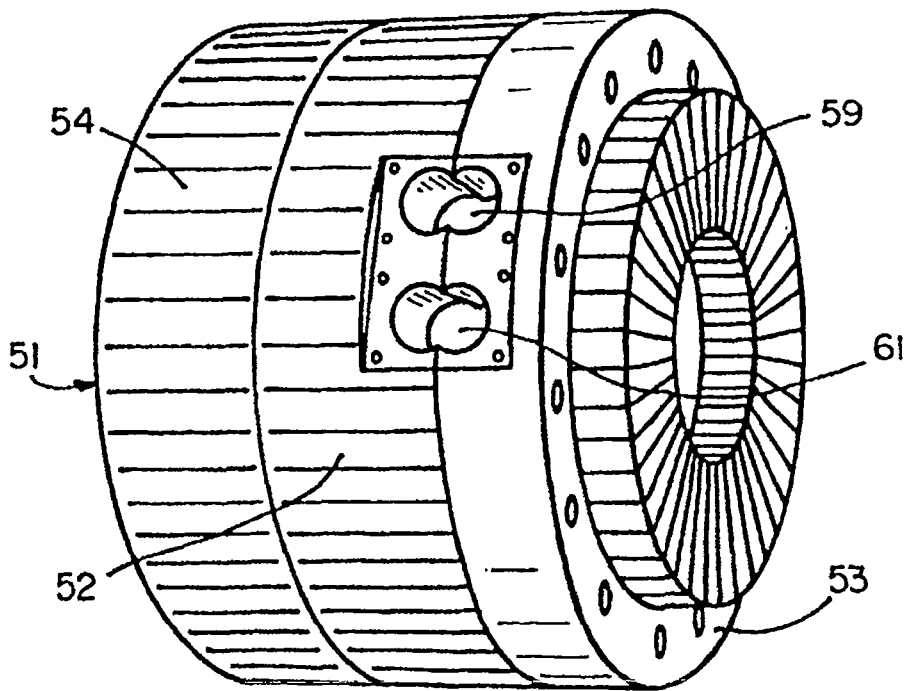


图 11

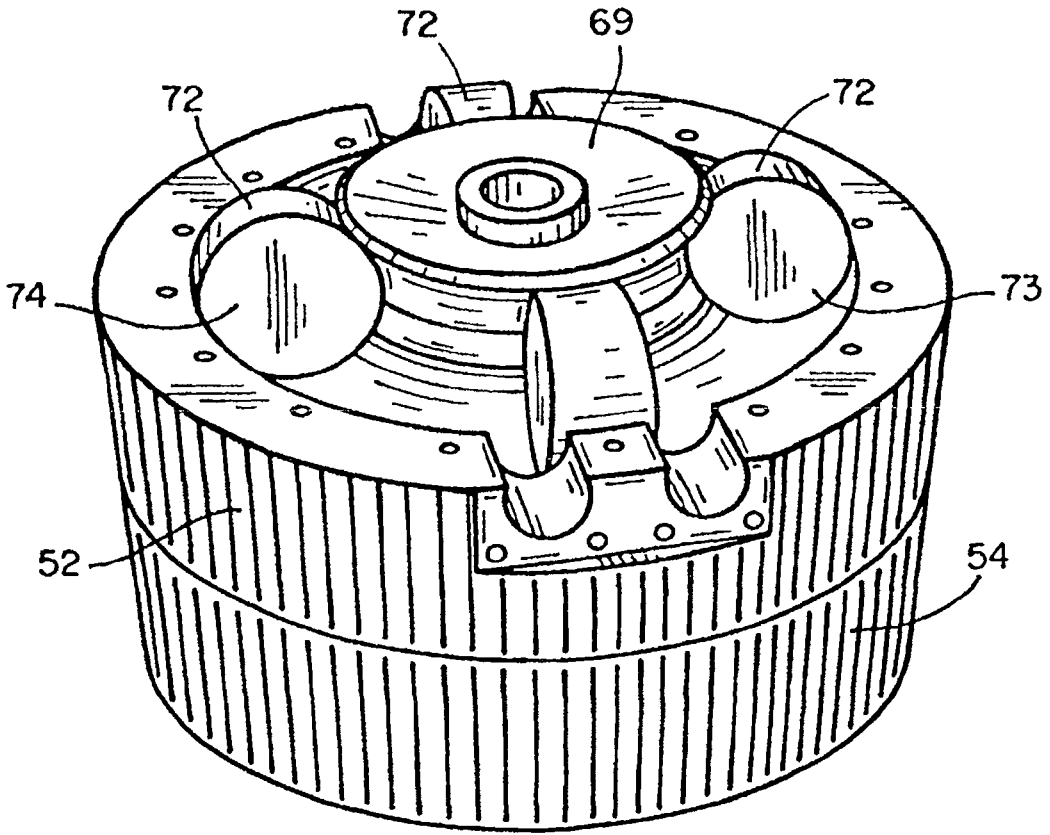


图 12

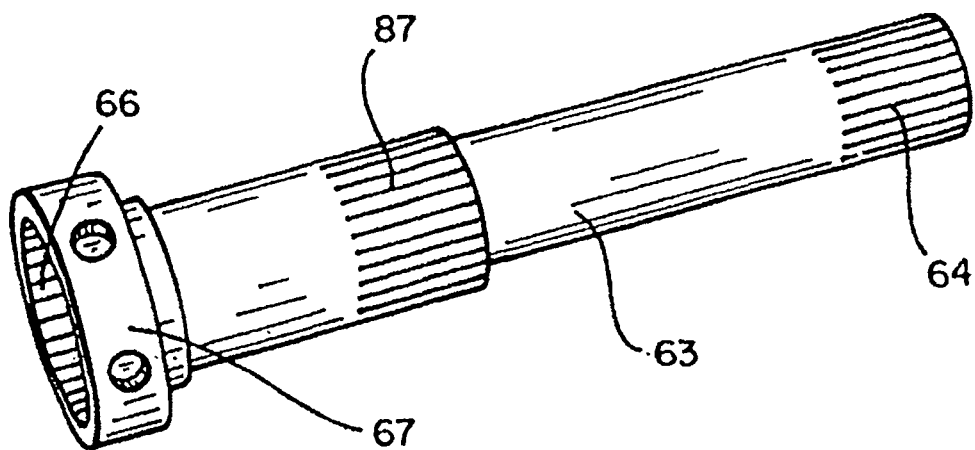


图 13

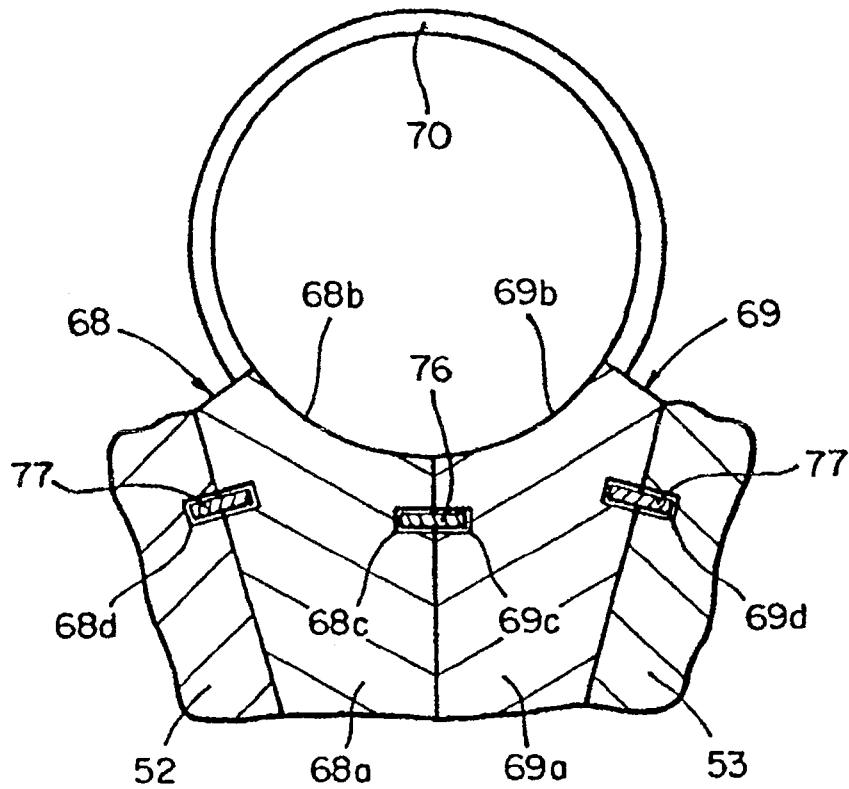


图 14

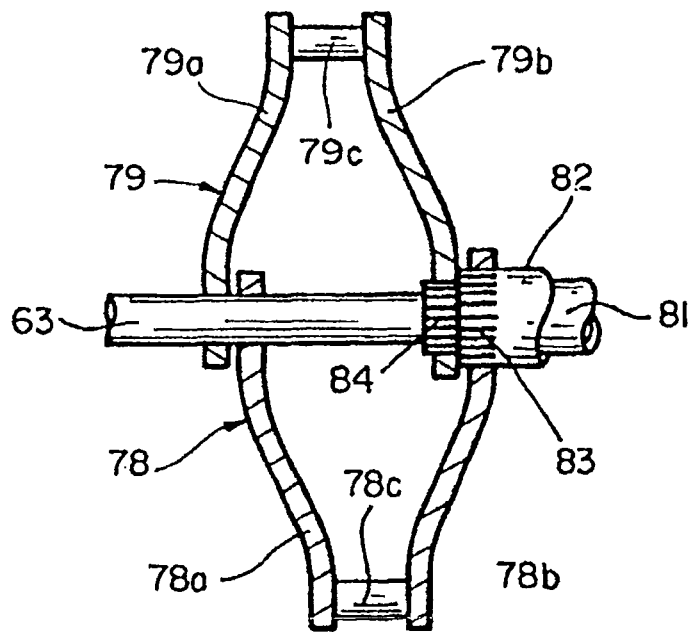


图 15

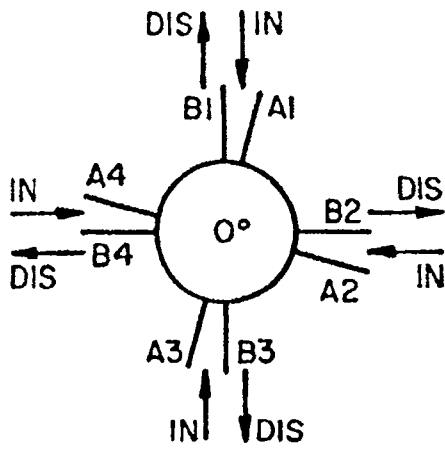


图 16A

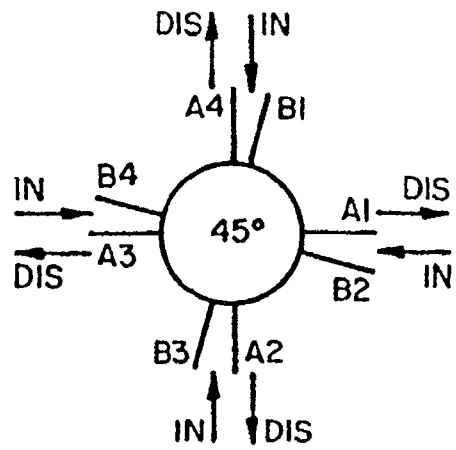


图 16B

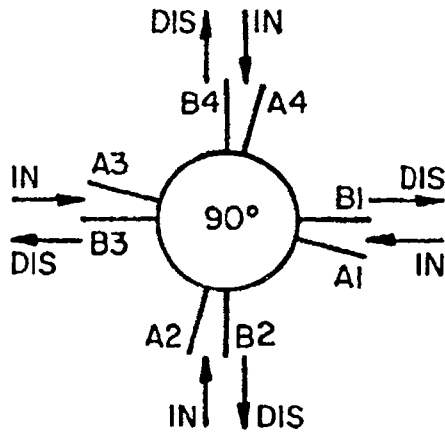


图 16C

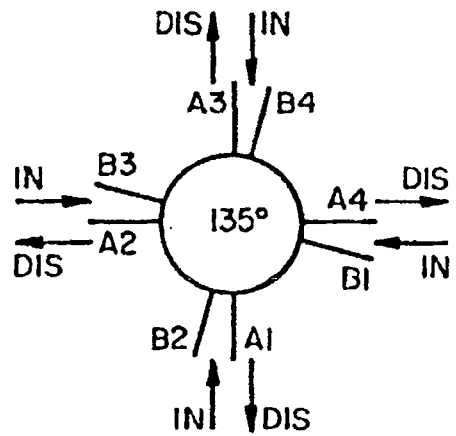


图 16D

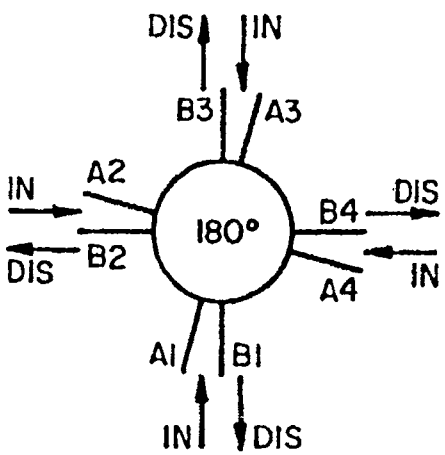


图 16E

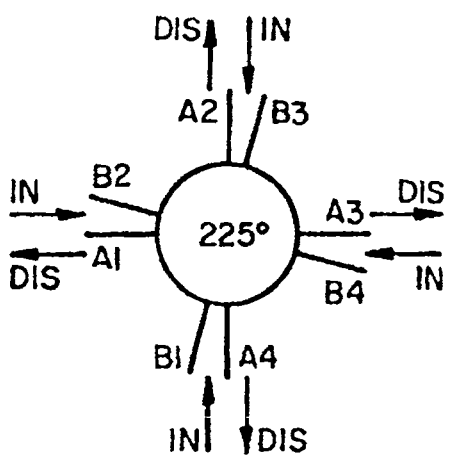


图 16F

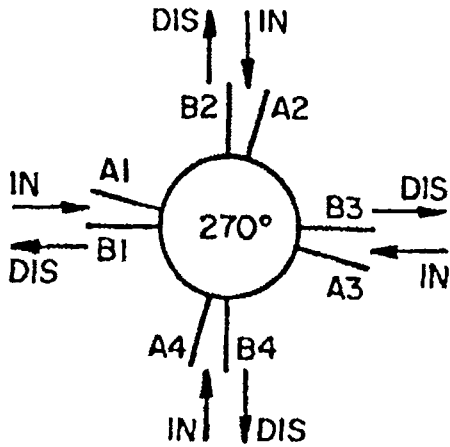


图 16G

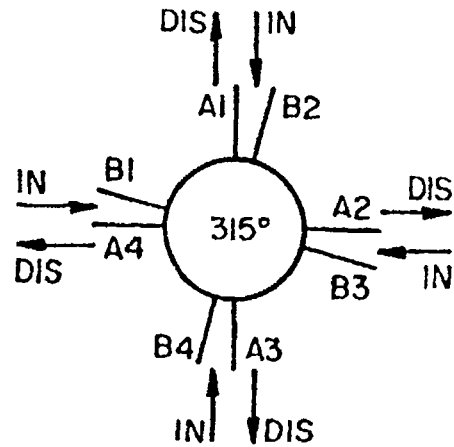


图 16H

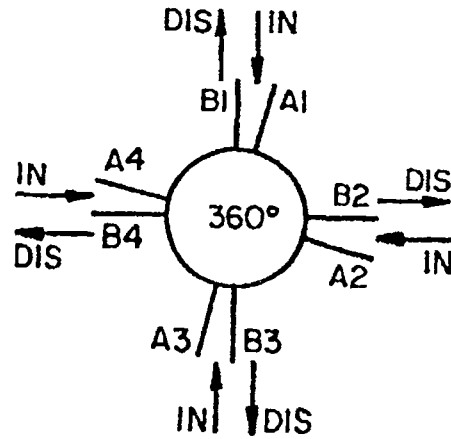


图 16I

轴位置	A1, B1	A1, B2	A2, B2	A2, B3	A3, B3	A3, B4	A4, B4	A4, B1
0° - 45°	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出
45° - 90°	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入
90° - 135°	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出
135° - 180°	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入
180° - 225°	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出
225° - 270°	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入
270° - 315°	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出
315° - 360°	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入	排出	吸入

图 17