



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03811008.3

[43] 公开日 2005 年 8 月 10 日

[11] 公开号 CN 1653251A

[22] 申请日 2003.3.17 [21] 申请号 03811008.3

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 15 [33] US [31] 60/364,662

[86] 国际申请 PCT/US2003/008707 2003.3.17

[87] 国际公布 WO2003/078809 英 2003.9.25

[85] 进入国家阶段日期 2004.11.15

[71] 申请人 先进动力科技公司

地址 美国加利福尼亚州戈拉塔市

[72] 发明人 彼得·霍夫宝

[74] 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司

代理人 颜 涛 龙 洪

权利要求书 8 页 说明书 28 页 附图 27 页

[54] 发明名称 内燃机

[57] 摘要

一种具有至少一个自由活塞(109)的、对置活塞的、对置汽缸的“OPOC”发动机,该发动机具有连接件(182),从而以两个相反的运动线路把一个或者多个活塞的线性往复运动传递到发动机的外部中。

1. 一种内燃机，它包括：  
至少一个活塞组，该活塞组由两个外部活塞和一个中心活塞组成，  
5 该中心活塞设置在这些外部活塞之间，这些活塞在共同的轴线进行往复  
运动，至少一个活塞是自由活塞；  
第一外部活塞的一端和中心活塞的第一端与容纳第一外部活塞和中  
心活塞的汽缸相结合，以限定出第一燃烧室；及  
第二外部活塞的一端和中心活塞的第二端与容纳第二外部活塞和中  
10 心活塞的汽缸相结合，以限定出第二燃烧室。
- 2.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，该活塞组中的全部三个  
活塞是自由活塞。
- 15 3.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，外部活塞的运动是一前  
一后，且与中心活塞的运动方向相反。
- 4.如权利要求2所述的发动机，其特征在于，外部活塞的运动是一前  
一后，且与中心活塞的运动方向相反。
- 20 5.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，中心活塞具有尺寸大小  
减小的中心部分，该中心部分与汽缸的内壁一起限定出进气室。
- 6.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，中心活塞包括双端活塞。

25

7.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，中心活塞包括两个连接起来的活塞。

5 8.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，至少一个自由活塞基本上没有裙部。

9.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，至少一个汽缸包括排气口，该排气口设置在汽缸中，并使排气口在进气口之前打开。

10 10.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，至少一个活塞包括至少一个连接件，每个连接件延伸到汽缸的外部中并且与活塞相应地进行线性运动，以传递机械能。

11.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，每个活塞沿着基本上是垂直于每个活塞的共同运动轴线的方向连接到连接件上。

12.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，至少一个活塞包括至少一个连接件，该连接件与汽缸外部的元件相连接，该元件与活塞相一致地进行运动。

20 13.如权利要求12所述的发动机，其特征在于，汽缸外部的元件是属于某一机械装置的元件。

25 14.如权利要求2所述的发动机，其特征在于，至少一个活塞包括至少一个连接件，该连接件与汽缸外部的元件相机械连接，该元件与活塞相一致地进行运动，以输送机械能。

15.如权利要求2所述的发动机，其特征在于，至少一个外部活塞和中心活塞包括连接件，该连接件与汽缸外部的元件相机械连接，该元件与活塞相一致地进行线性运动，以输送机械能。

5

16.如权利要求15所述的发动机，其特征在于，这些连接件垂直于共同轴线。

17.如权利要求3所述的发动机，其特征在于，每个连接件设置成基本上垂直于每个活塞的共同运动轴线的方向。

10

18.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，每个汽缸包括至少一个槽，该槽沿着这些活塞的共同运动轴线的纵向进行延伸，并且适合于安装连接件，该连接件把相关活塞的机械往复运动传递到每个汽缸外的元件中。

15

19.如权利要求1所述的发动机，还包括两个连接件，每个连接件具有：第一端部，它连接到外部活塞上；及第二端部，它延伸通过相应的汽缸并且连接到连接元件上，因此每个外部活塞的运动与中心活塞的相反。

20

20.如权利要求12所述的发动机，其特征在于，绕着外部活塞和/或中心活塞设置了若干连接件。

21.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，发动机是两冲程发动机。

25

22.如权利要求1所述的发动机，其特征在于，发动机是四冲程发动机。

5 23.如权利要求1所述的发动机，还包括至少一个槽，该槽沿着共同轴线的纵向进行延伸，至少一个外部活塞包括自由活塞，该活塞具有若干环，这些若干环与汽缸相配合，以提供连续的密封，当一个环与槽相一致时，另一个环使相关的燃烧室保持滑动密封。

10 24.如权利要求1所述的发动机，还包括扫气泵，该扫气泵包括：  
壳体，它具有第一泵送室；及  
第一柱塞，它布置在第一泵送室内并且连接到至少一个活塞上，其中活塞的往复运动被传递到柱塞中，因此该柱塞把气体吸入到壳体中并且把气体引到发动机中。

15 25.如权利要求24所述的扫气泵，还包括，  
第二柱塞，它布置在第一柱塞内并且连接到第二活塞上，其中第一柱塞和第二柱塞沿着相反的运动线路进行运动，至少一个活塞的往复运动传递到至少一个柱塞上，因此气体被吸入到壳体中并且导向到发动机  
20 中。

26.如权利要求24所述的扫气泵，其特征在于，扫气泵壳体成为发动机壳体的一部分。

25 27.一种内燃机，它包括：

至少一对燃烧室，它们基本上在对置活塞、对置汽缸的结构中沿着轴向布置在一个或者多个汽缸中，该至少一对燃烧室中的每一个还包括三个自由活塞，这些活塞包括两个一前一后运动的外部活塞和至少一个中心活塞，该中心活塞与这些一前一后运动的外部活塞相反地进行运动；

5 每个外部活塞的端部与中心活塞的端部一起形成了燃烧室；

连接件，它连接到至少两个活塞中的每一个上，该连接件的一部分位于汽缸的外部，这些连接件与活塞相一致地进行线性运动，以输送机械能；及

每个汽缸包括用于每个连接件的槽，这些槽适合允许连接件使活塞  
10 与外部机构机械地连接起来。

28.如权利要求27所述的发动机，还包括连接件，以连接一前一后运动的外部活塞。

15 29.如权利要求28所述的发动机，其特征在于，连接元件包括导管，以在发动机和/或外部机构的零件之间输送流体或者气体。

30.如权利要求27所述的发动机，其特征在于，至少一个汽缸包括排气口，该排气口设置在汽缸中，并且排气口在进气口之前打开。

20

31.如权利要求27所述的发动机，其特征在于，至少一个外部活塞具有若干环，这些若干环与汽缸相配合，以提供连续的密封，当一个环与槽相一致时，另一个环使相关的燃烧室保持滑动密封。

25 32. 一种内燃机，它包括：

至少一个活塞组，该活塞组由两个外部活塞和一个中心活塞形成，该中心活塞设置在这些外部活塞之间，这些活塞是在共同轴线上进行往复运动的自由活塞；

5 第一外部活塞的一端和中心活塞的第一端与容纳第一外部活塞和中心活塞的汽缸相结合，以限定出第一燃烧室；

第二外部活塞的一端和中心活塞的第二端与容纳第二外部活塞和中心活塞的汽缸相结合，以限定出第二燃烧室；

10 连接件，它沿着基本上横向于共同运动轴线的方向连接到每个活塞上，每个连接件具有一部分位于相关活塞的汽缸的外部，因此相关活塞的机械往复运动被传递到汽缸外部的机械元件上；

每个汽缸包括至少一个槽，该槽沿着这些活塞的共同运动轴线的纵向进行延伸，并且适合于安装连接件，

连接元件，它连接一前一后运动的外部活塞；及

15 至少一个外部活塞具有若干环，这些若干环与汽缸相配合，以提供连续的密封，当一个环与槽相一致时，另一个环使相关的燃烧室保持滑动密封。

33.一种装配内燃机的方法，它包括：

提供至少一个活塞组，该活塞组由三个活塞形成；

20 把两个汽缸中的这些活塞布置成两个外部活塞和一个中心活塞，因此这些活塞在共同轴线上进行往复运动，至少一个活塞布置成自由活塞；

使第一外部活塞的一端和中心活塞的第一端与容纳第一外部活塞和中心活塞的汽缸相结合，以限定出第一燃烧室；及

25 使第二外部活塞的一端和中心活塞的第二端与容纳第二外部活塞和中心活塞的汽缸相结合，以限定出第二燃烧室。

34.一种装配具有外部机构的内燃机的方法，该方法包括：

提供一种内燃机，该内燃机包括：至少一个活塞组，该活塞组由两个外部活塞和一个中心活塞形成，该中心活塞设置在這些外部活塞之间，  
5 这些活塞在共同的轴线上进行往复运动，至少一个活塞是自由活塞；

第一外部活塞的一端和中心活塞的第一端与容纳第一外部活塞和中心活塞的汽缸相结合，以限定出第一燃烧室；及

第二外部活塞的一端和中心活塞的第二端与容纳第二外部活塞和中心活塞的汽缸相结合，以限定出第二燃烧室；及

10 把发动机连接到外部装置中，因此外部装置上的一些元件与一个或者多个活塞相一致地进行运动。

35.一种使用内燃机的方法，它包括：

提供一种内燃机，该内燃机包括：

15 至少一个活塞组，该活塞组由两个外部活塞和一个中心活塞形成，该中心活塞设置在這些外部活塞之间，这些活塞在共同的轴线上进行往复运动，至少一个活塞是自由活塞；

第一外部活塞的一端和中心活塞的第一端与容纳第一外部活塞和中心活塞的汽缸相结合，以限定出第一燃烧室；及

20 第二外部活塞的一端和中心活塞的第二端与容纳第二外部活塞和中心活塞的汽缸相结合，以限定出第二燃烧室；及

操纵发动机，一是连接到活塞上的外部装置的元件与该活塞相一致地进行运动。

36.一种OPOC发动机的中心自由活塞，该中心自由活塞具有两端部和中间部分，该活塞被设置与两个外部活塞相配合地在两个汽缸之间进行往复运动，中心活塞的每端与汽缸相结合以限定出燃烧室。

5        37.如权利要求36所述的活塞，其特征在于，中心活塞的中部具有减少的尺寸大小，该尺寸大小减少的部分与汽缸的内壁一起限定出进气室。

38.如权利要求37所述的中心活塞，其特征在于，该活塞基本上没有裙部。

10

39.如权利要求36所述的活塞，还包括另外的外部自由活塞，该活塞形成了一个活塞组，从而与这些活塞的汽缸相结合以形成燃烧室。

15        40.一种外部自由活塞，它被设置与中心活塞一起在开槽汽缸内进行往复运动，外部活塞与汽缸和中心活塞的一端相结合以限定出燃烧室，外部活塞具有装置来安装若干环，这些环与汽缸相配合，以提供连续的密封，当一个环与槽相一致时，另一个环使相关的燃烧室保持滑动密封。

## 内燃机

### 5 本发明的背景技术

本发明要求待审的美国临时申请No.60/364662的优先权，该临时申请的名称为“对置活塞、对置汽缸式电力电池”，于2002年3月15日提交，该临时申请的全部公开内容在这里引入以作参考，并且出于所有目的而全部提出。

10 本发明涉及一种内燃机。在一些实施例中，本发明涉及那些与线性发电机集成于一体的内燃机。在某些其它实施例中，本发明涉及那些与泵送装置集成于一体的内燃机。

众所周知，很多发电系统使用内燃机来产生电力。一个这样的电力产生机构是发电机，该发电机通过活塞的往复运动以产生磁通量变化。

15 线性发电机主要是由线圈和一组磁体组成。“线圈”应该理解为绕组加上层压电磁通路。“磁体”应该理解为永磁体或者电磁体。线圈通过切割磁场的相对运动产生电流。

很多类型的对置活塞、对置汽缸式燃烧发动机及内燃机都可与电力产生机构组合在一起。在这里讨论一些举有代表性的例子。

20 一个例子见于1998年12月15日公开的美国专利No.5850111中，出于各种目的，该专利的全部内容在这里引入以作参考。该专利公开了一种自由活塞、可变冲程线性交流发电机、交流（AC）发电机，该发电机用于这样的燃烧发动机中，该发动机具有对置汽缸并且每个活塞对具有一个运动元件。

另一个例子是1997年8月5日公开的美国专利No.5654596，出于各种目的，该专利的全部内容在这里引入以作参考。这个文献公开了一种线性电力机，该线性电力机包括一个动子组件和一个定子组件。

美国专利No.3541362公开了一种具有两对活塞、单一曲轴、多具连杆和至少一组电感的对置活塞式发动机，该组感应器包括场磁铁和极靴。5 这些连杆使这些运动相反的零件进行往复运动。

其它公开专利如美国专利No.5397922、4873826或者4649283描述了一种具有线性发电机的内燃机。前述现有技术的装置全部具有一个或者多个缺陷。例如，它们过于复杂并且运动元件数量很多，如曲轴和活塞10 销等，因此它们不是自由活塞式发动机。此外，这些现有技术没有运动方向相反的、往复运动的质量元件，以使发动机和相关的电力产生机构在较低的振动水平和较高效率下进行工作。现有技术装置的其它缺点是，它们较重并且有噪声。此外，在现有系统中，工作效率较小，并且摩擦损失较大。此外，现有系统中的动态不平衡会导致往复运动的零件和相15 关的运动零件产生较大的磨损。

克服现有技术中的许多缺点的方法公开在美国专利No.6170443中，该专利是本申请的共同发明人来发明的，并且共同拥有，出于各种目的，该专利的全部内容在这里引入以作参考。该'443专利公开了一种内燃机，该内燃机具有对置汽缸，每个汽缸具有一对对置的活塞，这些活塞通过20 连杆如推杆和拉杆连接到曲轴上。该系统没有电力产生机构。此外，这个专利没有公开一种具有三汽缸的、自由活塞的、对置活塞的、对置汽缸的发动机。

## 发明内容

本发明克服了现有技术中的许多前述缺点，并且解决了经常存在需要：即需要效率更高的发动机和电力产生系统。作为一个示出的实施例，本发明具有“对置活塞、对置汽缸（OPOC）”发动机布置，其中两个活塞与中心活塞设置在两个对置汽缸内。发动机构造成两冲程或者四冲程  
5 系统。发动机的工作时活塞沿着共同轴线产生两个方向相反的运动线路。借助平衡每个元件的质量，沿着共同轴线可以产生无振动的、往复运动的机械运动。

本发明的优点是，沿着相反的方向得到较长的、精确的冲程，并且可以用多种燃料来进行工作，这些燃料例如包括汽油、柴油、氢、甲醇、  
10 酒精、JP6/8、或者天然气。

发动机的冷却例如借助用在空气冷却中的散热片或者流体冷却中的导管来实现。

这种重量轻的、紧凑的、效率高的内燃机进行没有振动的工作，根据相反的运动线路，这具有许多有用的应用，它具有相关的连接机构以  
15 把机械能传递到电力产生机构或者其它设备中。例如，连接机构也可以把机械能传递到齿轮和其它结构中，以最后使轮或者驱动机构进行旋转，如任何内燃机中的一样。

本发明特别设计了新型的泵送机构，该机构与三活塞的OPOC发动机一起使用，该发动机具有至少一个自由活塞。

20 泵送机构通常包括两个基本元件，即壳体和可滑动地设置在该壳体内部的柱塞。连接机构可以把一个或者多个活塞的机械往复运动传递到泵送机构的一个或者两个元件中。泵送机构可以用来输送或者压缩流体。

本领域技术人员应该知道，泵送机构输送或者压缩流体的能力使得基本泵送机构适合于实现气动或者液压工作及任何其它流体输送或者压  
25 缩工作。

本发明还设计了泵送机构的基本元件的一些新型布置，这些布置可以与任何提供相反运动线路的发动机一起使用。在一个可能的实施例中，泵送机构的元件被布置成沿着平行于对置运动元件的运动轴线方向运动，该相反的运动线路由驱动装置来提供。在这个通常实施例的一个变形中，泵壳体和柱塞绕着泵的驱动装置设置成共心。在优选的实施例中，驱动装置是具有至少一个自由活塞的、三活塞的OPOC发动机。

有利的是，本发明的泵送机构适合于用作相关内燃机的扫气泵。

如所注意到的一样，本发明的一个有利用途是用于由OPOC发动机与电力或者磁通量产生机构如线性发电机组合成的发电单元（EPC）。

10 用于EPC中的线圈和/或磁体的各种布置需要经过仔细的设计，以使线圈和磁体的相对运动产生磁通量。例如，往复运动中心双端活塞或者两个连接起来的活塞上的一个运动线路可以用来连接线圈。沿着与第一运动线路相反的方向进行运动的第二运动线路可以用来设置永磁体或者电磁体。此外，还可以选择在固定结构中包括所需要的铁芯和线圈。在  
15 这种结构中，如果线圈保持固定，那么上述第一运动路线上的运动组建中也应包括磁体和可选的铁衬垫。

在发动机进行工作时，磁体的系统沿着一个方向逆着线圈进行运动，同时线圈可以沿着相反方向进行运动。因此，借助磁体和线圈之间的相对运动可以产生磁通量变化。

20 磁通量可以通过绕组、磁体和铁衬垫或者所需要的其它结构元件。

当发动机的冲程使它的运动反向时，两个运动组件使它们自己的、通常是平行的运动方向反向，并且相互间仍然沿着相反方向进行运动。相应地，磁通量或者电流通过线圈的运动方向也反向。

在EPC的一个可能实施例中，磁通量产生机构的元件布置成沿着平  
25 行于运动轴线的轴线运动到相反的运动线路中，该相反的运动线路借助

驱动装置来提供。在这个普通实施例的一个变形中，磁通量产生元件绕着EPC的驱动装置设置成共心。在优选实施例中，驱动装置是具有至少一个自由活塞的三活塞OPOC发动机。

借助改变线圈相对于磁体和铁芯的结构布置，使本发明可以构造  
5 成单相、两相、三相或者这些相的任何组合，其中磁体和铁芯的结构沿着该轴线进行运动。多相电力原理产生了更小的、效率更高的电力组件。

这些线圈可根据具体应用的要求来构造。此外，相的数目可以根据不同应用的需要来配置。

磁体数目可根据应用需要、发电机的尺寸大小、相的数目、和输出  
10 频率及冲程长度来改变。

磁通量产生机构的零件的冷却通过下面来实现：在这些零件的组件中自然地设计间隙，并且在每个冲程期间，使这些运动组件分离。

前述这些不是用来穷尽列出本发明的实施例和特征。通过下面的详细描述并结合附图，本领域技术人员应该可以分辨出本专利所涵盖的其  
15 它实施例和特征。

### 附图说明

图1是依据本发明的发动机的一个实施例的横剖视图。

图2a-c示出了依据本发明的发动机和相关的机械机构的一系列横截  
20 面图。例如，示出了泵元件。

图3a-c示出了依据本发明的发动机和电力产生机构的一系列等比列横剖视图。

图4a-d示出了一种依据本发明的发动机和电力产生机构的一系列横剖视图。

25 图5a-b示出了图4a-c的实施例的端视图和横剖视图。

- 图6示出了依据本发明的活塞和汽缸的横剖视图。
- 图7a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图8a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图9示出了一种依据本发明的中心活塞的例子。
- 5 图10a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图11a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图12a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图13a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图14a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 10 图15a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图16a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图17a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图18a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图19a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 15 图20a-c示出了一种依据本发明的磁通量产生机构的元件。
- 图21示出了一种依据本发明的电力产生机构和相关的发动机汽缸的局部横剖视图。
- 图22a-c是示出了一种依据本发明发动机和相关的机械机构的工作的等比例横剖视图。
- 20 图23a-c示出了一种依据本发明的发动机和相关的机械机构。

### 具体实施方式

尽管本发明用作普通用途的内燃机，但是从理论上讲本发明适合于与辅助机械如电力产生机构、液压泵送机构、气动驱动机构、齿轮从动

装置或者可以连接到位于发动机上的连接件或者连接元件上的其它机构相结合，以用来输送与活塞运动有关的机械能。

尽管通常讨论的OPOC发动机具有以180角进行对置的两缸，但是可以提供所需要燃烧室的其它缸布置也是可以的。

5 与一个或者多个活塞相连的连接元件可以机械地把这些活塞的线性往复运动连接到汽缸外部的元件中。例如，这些汽缸和相关活塞的布置提供了所需要的机构和基本结构，并且可以包括开槽式汽缸或者相关结构，以有利于连接件或者连接元件的运动。在一个下面将更加详细描述的特殊例子中，连接件连接两个外部活塞，因此它们一前一后地进行运  
10 动。

因此，当一个外部活塞朝着中心活塞向内运动时，第二个外部活塞向外远离中心活塞地进行运动。

第二连接元件或者连接件可以连接到中心活塞上。因此，中心活塞的运动也可以传递到汽缸的外部中。中心活塞也可以连接到位于汽缸外  
15 部的发电机、液压或者气动泵、或者其它装置的一些元件上。相应地，当这些外部活塞及相关的连接件或者连接元件顺次地沿着一个方向进行移动时，中心活塞及与它的相联的第二连接件的元件将传递运动的相对方向。然后，借助相应连接件的元件而传递到汽缸外部中的这两个相反的运动线路可以被应用到许多有用的用途中。与任何附加用途细节无关  
20 的一个优点是，两个相反的运动线路可以形成平衡的发动机系统。

发动机可以包括冷却片或者环绕活塞的冷却通道，并且可以选择使用空气、燃料或者其它冷却剂来进行冷却。相应地，发动机中则应具有合适的冷却通道或者散热片。

25 具有自由活塞的OPOC发动机的例子

本发明考虑了内部燃烧式、对置式活塞和对置式汽缸(OPOC)的发动机。优选的是, OPOC发动机使用一个或者多个自由活塞。如这里所使用的一样, “自由活塞”表示这样一种汽缸中的活塞: 该活塞没有连接到曲轴或者控制它运动的其它机构上。活塞在汽缸中的位置通常依赖于来自燃烧过程的力、能量转换系统(该系统将能量转换成机械能、电能、5 液压能或者气动能)的力和动能所产生的力。两个或者多个对置的自由活塞也可包括连接元件以使这些活塞同步。

通常地, 自由活塞式发动机设计成两冲程发动机。

但是, 也可以设计自由活塞式发动机的四循环工作。为了使自由活10 塞在四循环状态下进行工作, 需要特殊机构使排气口和进气口阀门同步。

此外, 希望把许多自由活塞式发动机连接起来以实现四循环过程并且补偿任何效率减少, 并且还补偿未平衡的自由质量力。

参照图1和2a-c, 它们示出了对置活塞、对置汽缸(OPOC)式发动机121的一个可能的例子。对置汽缸具有第一汽缸103a, 该第一汽缸103a15 与第二汽缸103b的夹角为180度。示出了两个对置的外部活塞105和107。活塞107处于上死点(TDC)位置上, 而活塞105处于下死点(BDC)位置上, 如图1所示。

中心活塞109设置在外部汽缸对105和107之间。

中心活塞109与活塞107一起形成了燃烧室111b, 并且与活塞105一起20 形成了燃烧室111a。此外, 当在BDC时, 燃烧室111a可以称为“排量”。但是, 这里的术语“燃烧室”在广义上用来包括普通术语的“排量”、实际燃烧室容积和由汽缸壁181、相应外部活塞105或者107和中心活塞109之间所限定出的任何容积。

活塞105、107和109对准在共同轴线145上。还示出了进气口177和排25 气口179。示出了可选的连接元件183, 该连接元件183连接外部活塞, 因

此可以使两个活塞顺次运动。为了有利于转换来自活塞的机械能，因此一个或者多个连接件与一个或者多个活塞105、107和109相连。连接件182可以通过槽185。一些槽如槽185可以设置到发动机121中，以减少发动机的总体长度。这些连接件可以是能够一致地进行运动的分立元件或者一些元件的组件。还应注意的是，这里所使用的术语“连接元件”可以是一部分连接件的形状或者连续部分，该连接件延伸到汽缸的外部，而该元件与连接件的其它部分在该汽缸中相一致地进行运动。套筒可以代替汽缸中敞开的槽，连接件与套筒相连接，以使汽缸壁中没有开口。此外，连接件（附图中未示出）可以连接到相应活塞105或者107的下侧上。

10

#### 用在OPOC发动机中的自由活塞的例子

中心活塞109可以包括两个活塞头110a和110b。在这种结构中，可以得到紧凑的设计。具体地说，现有技术的活塞包括相对较长的活塞裙部。这些裙部可以减少由于活塞上的横向力而使现有技术的活塞卡在汽缸中的几率。但是，活塞109是自由活塞，并且没有连接到曲轴或者其它的这种装置中。

相应地，没有横向力并且不需要裙部。

又参照图1-2a-c，示出了活塞109的双头110的设计，其中一个活塞顶部110a与汽缸103a和外部活塞105一起形成了燃烧室111a。用汽缸103b和具有活塞顶部110b的外部活塞107来限定出第二燃烧室111b。这种设计废除了现有技术的活塞裙部，因为每个活塞顶部110在相应的燃烧汽缸中给其它活塞顶部进行导向。由于在活塞105或者107上没有横向力，因此不需要较长的裙部来避免活塞粘住。外部活塞105和107也可以设置较小的活塞顶部110，如在活塞109中一样。但是，由于希望使热的废气离开位于活塞底侧处的这些室，并且允许它们只在排气口179中排出，因此在活

25

塞105或者107的下侧上具有额外的活塞长度来安装一组配合的活塞环如环187。

中心活塞109的设计可以使得相关发动机121的总体设备较紧凑。如在活塞顶部110a和110b之间的结构一样所限定出的、活塞109的底侧具有独特的特征。具体地说，活塞109的底侧与汽缸壁181相配合，以形成室，该室使脉动的进气流得到缓冲。例如，缓冲室可以用作进气室178。进气如理想的燃料和空气的正确比率借助公知的方法来预载在室178中。然后，当中心活塞109沿着共同轴线145进行往复运动时，进气口177如图1和2a-c所示一样与运动室178相交，从而允许新鲜进气进入到相应的燃烧室111a或者111b中。在进气口177和活塞顶部110a或者110b下方的室178之间不需要密封。

在膨胀和压缩冲程期间，活塞环189可以用来密封燃烧室111，并且可以用来防止进气和燃料混合物过早地进入到燃烧室111中。相应地，与现有技术的活塞相比，活塞109可以极短。中心活塞109只需要足够的长度来安装两个活塞顶部110a和110b及活塞环189。因此，室178的壁借助位于汽缸和中心活塞109的较小几何形状之间的空间来限定出。

外部活塞105和107也具有独特的特征，这些特征有助于总体发动机121的外壳得到紧凑的结构。一个这样的特征是具有连接件182，该连接件182可以从活塞105或者107表面上的一个点或者一些点各自沿着切线方向延伸。汽缸103可以包括一些槽185，这些槽185允许这些活塞和相关的连接件182进行滑动。由于这些槽185设置来使汽缸103的长度最小化，因此相关活塞105或者107和汽缸103的密封中的间隙产生在槽185中。

当专用环187与槽185叠置或者与槽185相一致时，在密封件中具有间隙。因此，一组配合环187可以分布于相应活塞105或者107的底部，当至少一个环叠置在汽缸103具有槽185和排气口的部分上或者与该部分相一

致时，另一个环可以在活塞105或者107和燃烧室111之间保持合适的密封。活塞环187和189的额外细节在这里进行讨论。

尽管这里是通过三个活塞为一组来描述本发明，但是从这里的描述出发，本领域的技术人员应该知道如何制造具有各种活塞数目如四活塞  
5 结构的发动机。如图6所示一样，它示出了简单的3活塞OPOC发动机21。中心活塞9在汽缸3a和3b内形成了两个燃烧室11a和11b。汽缸的相对端各自由外部活塞5和7来限定出，这些外部活塞面对着中心活塞的端部。图9示出了改进过的中心活塞，该活塞包括两个相联的中心活塞13a和13b。活塞13a和13b之间的连接可以由两个连杆15a和15b来形成，而这两个连  
10 杆通过中心销17来连接。

#### 与OPOC自由活塞式发动机一起使用的示例性活塞环

活塞105、107和109使用传统的活塞环例如活塞环187和189来密封相应的燃烧室111a和11b，如附图中所示一样。

15 这些环对排出口与燃烧室和缓冲室进行密封。

这些环通常有助于得到紧凑的、整体较短的发动机。

在外部活塞105和107的底侧上具有一组活塞环187。

20 这些环与槽185相配合，因此在活塞运动期间当由于活塞环移过槽185而使密封失效时，该组中的另一个环与汽缸壁181一起提供了必需的密封。使用这种方法，排出口179始终保持与活塞105和107下方的底室分隔开。

应该注意到，进气口177与进气室178进行之间没有密封。这也是减少发动机121的整体长度的明显因素。

#### 25 与OPOC自由活塞式发动机一起使用的进气系统的例子

借助任何公知的方法可以把空气、燃料和任何所需要的预燃气体加入到燃烧室111a和111b中。加入空气的一个合适方法是借助进气室178把汽缸连接到进气源中。进气室178可以设置在中心活塞109的下方。此外，借助使用连接通道（在附图中没有示出），使进气被迫进入到燃烧室中。

5 这些通道可以是直径较小的通道，当它们被加入到相应的燃烧室111中时，这些通道可以使气体产生更高的增大压力。

借助使用混合和加入燃料和空气的公知方法，例如可以使用任何燃烧过程如奥托循环、狄塞尔循环或者HCCI（均匀燃烧、压缩点火）。

#### 10 与OPOC自由活塞式发动机一起使用的示例性燃烧系统

本发明的发动机121可以与任何数量的燃料和燃烧过程一起使用。例如，发动机121适合于奥托循环中的汽油，该循环包括空气和燃料的均匀混合、火花点火和用外部空气/燃料混合物进行控制的节流。

例如该发动机同样适合于狄塞尔循环中的柴油。

15 相应地，适合于能够压燃的异种混合物。其空气与直喷燃料的混合在燃烧室内部完成。（其燃烧品质是通过控制喷入的燃料的质量来控制的。）

此外，发动机121可以使用HCCI循环。HCCI被理解成使用压缩点火的均匀混合物，空气燃料的混合可在燃烧室外部或者内部完成。把燃料和空气加入到发动机中的其它合适方法也可以使用。例如，空气和燃料

20 可以在空气区域中进行混合，可以使用化油器或者喷射系统。

此外，与现有技术的其它类型发动机一样，这里所描述的实施例可以与用来充入空气进气的增压或者涡轮增压器一起使用。

#### 25 与OPOC自由活塞式发动机一起使用的示例性正时和排气系统

具体参照图2a-c, 其依次示出发动机121时序的三个参考位置。图2a示出OPOC发动机处于这样的位置上: 相对于发动机121的右侧, 该位置为下死点(BDC)。或者, 更加准确地说, 由缸套或者汽缸壁181及外部活塞107和中心活塞109所限定出的燃烧室111b处于BDC。图2b示出发动机121处于中间位置上。及图2c示出了相对于相同的燃烧室111b发动机121处于上死点(TDC)。

为了方便, 相对于一个汽缸103a(如图1所示)来讨论发动机121。但是, 该系统通常是对称的, 并且相对于燃烧室111a和111b具有类似元件和零件。

10 排气口179高于进气口177。排气口的高度为活塞冲程的25%到40%。进气口的高度为活塞冲程的10-25%。排气口高于进气口大约为活塞冲程的15-20%。这就可以使排气口179首先打开, 以在进气口打开之前允许处于压力下的废气从燃烧室排出到排气口中。从而降低了汽缸103a内的压力。然后, 进气口177打开, 所需的空气/燃料混合气可以进入燃烧室中, 15 以开始新的压缩冲程。通常地, 相对于汽缸103a的一个循环的时序可以描述如下。在燃烧之后, 当活塞105和109分开时, 当排气口179首先打开。然后, 当中心活塞109从TDC向着BDC运动时, 进气口177打开。接下来, 进气口177关闭, 最后排气口179关闭。随着外部活塞105和中心活塞109处于BDC, 如图2c所示, 循环完成, 并且反转活塞运动方向。通常地, 20 这个过程称为发动机121的对称正时。

在外部活塞105和中心活塞109在汽缸103a内从TDC移向BDC的同时, 外部活塞107和中心活塞109在汽缸103b中从BDC移向TDC。

此外, 借助下面装置来控制中心活塞109和外部活塞105和107的顺序, 可以实现这些活塞的不对称正时: 该装置以不同的方式(指正时相位的不同)从中心活塞109和外部活塞105和107中取出机械能。25

在循环过程中部分时段，排气口179和进气口177同时打开，从而允许产生压力峰，以有助于用过的燃烧气体排出。

一个合适的实施例可以包括，外部活塞105和107领先于中心活塞109最多可达10%的循环时间。尽管在外部活塞105和107刚好与中心活塞109相对地进行运动时可以实现完美的动平衡，但是这种不对称也可以得到理想的正时特性。提高发动机动平衡的其它特征包括，使发动机的每个运动元件的质量与沿着其相反方向运动的另一元件的质量（similarly massed element）相匹配，从而不需要额外的质量元件来平衡发动机。本发明的另一个特征是不需要传统发动机中的运动元件如曲轴、凸轮、活塞销、连接件、阀和相关的零件。

### OPOC自由活塞式发动机的示例性工作模式

在OPOC发动机中，汽缸冲程CS被分成两个活塞冲程PS。

燃烧活塞式发动机中的极限活塞速度被摩擦条件限制到大约14m/sec。最理想的活塞冲程PS对孔径B的比率为 $PS/B=1\pm 0.15$ 。这表示，在给定的活塞速度时，OPOC发动机具有两倍的传统发动机的汽缸冲程。对于自由活塞式OPOC燃烧发动机而言，这个特征具有独特的优点。较长的汽缸冲程即大约两倍的孔径B（ $CS \sim 2xB$ ）是非常有效的两冲程扫气和改善的热力学系统的基础。

本发明的发动机排量D借助活塞冲程PS和汽缸103的孔径B来定出。一个合适的实施例各自具有第一和第二汽缸103a和103b。每个汽缸103a和103b的长度比活塞冲程PS、中心活塞109的活塞顶部110的高度及用于连接元件182a的外部活塞的额外长度之和大至少3.5倍。这使得发动机21的总体长度最小为8倍的活塞冲程PS。例如，在一个合适的实施例中，总

体长度是  $(9 \pm 1)$  倍的活塞冲程PS。一个OPOC装置的排量D是：  
 $D = PS \times B^2 \times \pi$ 。例如，活塞冲程PS应该是  $(1 \pm 0.15)$  倍的孔径B。

### 发动机驱动的泵送机构

5 本发明可以考虑一种新型的泵送机构，该泵送机构可以连接到发动机中，这些发动机提供了相反的运动线路，并且包括在这里所描述的OPOC发动机。上面所讨论过的、OPOC发动机121的一个有用的应用是作为外部泵装置的驱动机构，这种装置的一个例子示出在图2a-c中。但是，泵装置可以是利用活塞105、107及109的线性往复运动的、任何数目的装  
10 置。相应地，连接件如零件182a、182b和182c可以连接到相应的活塞105、107或者109上，从而把这种机械能传递到OPOC发动机121外部中。一个这样设计的泵送装置可以是EPC。其他应用还可以是气动压缩机或者液压泵。换言之，泵可以用来压缩或者输送与泵上的进气阀相连通的任何流体。适当的变化在现有技术中容易理解。

15 出于说明的目的，这里描述一种一般的泵送机构。

具体参照图2a-c，所示OPOC发动机121具有外部泵组件，该组件包括壳体135和第一柱塞131，该柱塞131通过相应的连接件元件182连接到与外部活塞105和107相连的连接元件183中。此外，还示出了可选的第二柱塞137，该第二柱塞137借助连接件182c连接到发动机121的中心活塞  
20 109。壳体135处于发动机121的外部。如附图中所示一样，壳体135可以布置在发动机121的周围，以使第一柱塞131和可选的第二柱塞137在泵的运动方向通常平行于共同轴线145。

如果普通的泵装置包括第一柱塞131和第二柱塞137，且第一柱塞131连接到活塞105和107上，第二柱塞137连接到活塞109上时，从而产生两

个相反的运动线路。因此，整个系统121可以保持理想的平衡、振动和噪声特性。在这种结构中，可以实现共用室中的双联系。

在典型实施例中，其中该实施例可以与内燃机形成一体，借助一组簧片阀（在附图中没有示出）把空气、燃料或者这两者引入到壳体135中。如这里所使用的一样，混合物用来包括燃料和空气的任何比率，其中该比率是从纯空气且没有燃料到纯燃料且没有空气。至少一个簧片阀可以设置在壳体135的一端或者两端，例如端部138a和138b。在这种方法中，混合物借助第一柱塞131和任意的第二柱塞137的泵送作用通过合适的阀门吸到壳体135中。例如，在图2c中，当活塞105处于下死点时，由壳体135的内壁和第一柱塞131所限定出的室140a形成在壳体135内。柱塞137的运动产生了往复运动的容积，因此，该室可以分成左侧140a和右侧140b。当柱塞137移动到右边时，左侧140a的容积增大了并且压力减少了。当室140a内的压力小于壳体135外部的压力时，混合物通过例如簧片阀（未示出）抽吸到室140a中。当活塞105从下死点运动到上死点时，柱塞137的运动方向反向，压缩在室140a内的混合物，并且借助公知装置如导管、通道或者其它这样的通道迫使该混合物进入到气体进入室178中。第二组簧片阀（未示出）设置在壳体135和发动机进气口177之间。类似方式的往复运动使得混合物抽吸到室140b中，其余过程与刚才描述的过程相类似。

借助安装到连接元件183中的导管，可以把流体或者空气引入到泵装置中。例如，连接元件183a可以是中空管，空气或者流体可以通过其从发动机21的外部被输送到壳体135的内部中，并且分配到壳体内部腔、第一柱塞131或者可选的第二柱塞137的任何一处或多处。相应地，流体或者空气可以用于许多目的。例如，流体或者空气可以用来冷却零件。在另一个例子中，流体或者空气可以用在气动或者液压缸中，因此可以在

发动机121的外部中进行工作。应该知道，如果泵装置与气态混合物如空气和燃料一起使用，那么这些柱塞将压缩容积。

但是，泵装置可以用来改变流体容积如液压流体的容积。

外部泵的这种布置可以是连续元件，该连续元件沿着圆周方向布置  
5 在共用汽缸103的周围，例如泵绕着发动机的共心布置。使泵适合于由OPOC发动机中的活塞所提供的相反运动线路的其它布置同样也是可以的。

### 扫气泵的例子

10 参照图1和2a-c，在共用壳体135内具有第一柱塞131和第二柱塞137的“双联泵”的一个可能用途是把燃料和空气引入到发动机121中。出于方便，这种应用可以称为扫气泵。尽管本发明设想和描述了双联泵，但是应该知道，合适的实施例也包括单泵。

现在，参照图3a-c，示出了连接到OPOC发动机21上的扫气泵。在用  
15 作扫气泵的情况下，任何所需比例的燃料和空气借助公知方法被引入到壳体38中。例如，可以在大约2000bar或者其他柴油燃烧过程中所需要的高压下喷射燃料。

另一个例子是低压喷射。低压喷射可以借助一个螺线管来提供。在那里，电信号引起螺线管柱塞打开，因此把低压燃料喷射到壳体中或者  
20 喷射到进气口附近的空气流中。

在典型的实施例中，空气、燃料或者这两者的混合可借助一组簧片阀（在附图中没有示出）引入到壳体38中。如这里所使用的一样，混合物包含从纯空气且没有燃料到纯燃料且没有空气的、燃料和空气的任何比例。至少一个簧片阀可以设置在壳体38的两端上，例如设置在端部10a

和10b上。在这种方法中，混合物借助第一柱塞如线圈30和第二柱塞如磁体25的泵动而抽吸到壳体38中。

线圈30起着室42内的第一柱塞的作用，其中室42由沿着圆周方向布置的磁体25来限定出。当线圈30在室42内进行往复运动时，任何体积的流体或者空气可以被压缩并且借助至少一个配合运动的簧片阀引导到发动机21中。同样地，磁体25可以起着室40内的第二柱塞的作用，室40在沿着圆周方向布置的壳体38内限定出。簧片阀可以设置在室40和室42之间，以确保流体或者空气或者这两者的单向流动。在一个实施例中，一组簧片阀可以设置在室42a和室40a之间，而第二组簧片阀设置在室40b和42b之间。因此，流体或者空气在膨胀冲程期间被抽吸到相应的室中，并且在压缩冲程中被迫进入到下一个室或者发动机中。

### 示例性发电单元 (EPC)

本发明设想了新型的电力或者磁通量产生机构，该产生机构通常以两个线性和相反运动的元件或者往复运动的元件和固定元件为基础，一个元件是线圈或者一组线圈，另一个是磁体或者一组磁体，该元件如此布置，以致相对运动产生了磁通量。图3-23示出依据本发明的新型EPC、磁通量产生机构和相关零件的一些例子。（相同特征具有相同标号，在有三位阿拉伯数字标号的情况下最后两个数字是相同的）。

### 用以组成具有相反运动线路驱动装置的EPC磁通量产生机构的一些例子

这里所描述的新型磁通量产生机构可以与产生两个相反运动线路的任何机构结合起来。一个这样设计的机构可以是具有同步元件的内燃机，这些同步元件可以沿着两个相反的方向同时地传递机械能。相应地，OPOC发动机如发动机21的一个设想的新型应用是使用这里所描述的磁

通量产生机构在EPC中产生电流。在这里所描述的一些实施例中，借助任何公知方法把来自磁能量产生机构的交流电流输出到所描述的系统之外。所设想的转移方法的一个例子是使用电刷或者筒形接触并由如图3-5所示的连接元件83a、83b和83c提供电路连接。

5 如这里所使用的一样，“磁体”是永磁体、感应磁体或者用来提供磁场的其它装置。此外，磁体可以指Halbach系列，相对垂直于共同轴线45的方向，该系列包括北极和南极磁体的交替顺序，而交替的东和西磁体分布在它们之间的内部中。同样合适的是这样的一组磁体，该组包括一组交替的北和南极磁体。术语“磁体”还包括铁衬垫，该衬垫与磁零  
10 件有直接物理接触。术语“磁体”还包括铁衬垫借助空气隙与磁零件分开的形式。术语“磁体”的这些各种各样的定义示出在附图中。

如这里所使用的一样，“磁感应磁通量元件”表示一种结构，在该结构上，该磁体可以工作以产生磁通量。典型地，磁感应磁通量元件可以是线圈，即由导电物质如铜或者铝丝所形成的绕组。出于方便，在下  
15 文中，除非上下文表明其它意思，术语“线圈”与“磁感应磁通量元件”可以互换使用。相应地，一流的缠绕线圈、线圈绕组、场绕组、表面绕组或者其它这样的装置也属于本发明的保护范围。

绝缘材料可以设置在金属丝之间，或者设置在由金属丝所形成的层之间，因此允许堆叠或者缠绕许多层或者排的金属丝。

20 磁通量产生机构的运动元件可以是磁体、线圈或者护铁（back iron）的任何组合，从它们的相对运动中感应出磁通量。运动元件可以是固定的支撑结构。因此，遵循线圈和磁体之间的相对运动以产生磁通量变化并且在线圈中产生电压，进而产生电流的原理，可以使用任何数量的合适运动件和合适配合运动或者固定件的组合。在图7-20中示出了固定元  
25 件和运动元件的布置。这些零件可以与这里所设想的OPOC发动机结合起

来。此外，提供两个相反运动线路的任何其它驱动机构可以与磁通量产生元件的布置结合起来使用。

在图7a-c所示的一个可能实施例中，包括连接到支撑叠片132上的至少一个线圈130的表面安装线圈132可以逆着运动磁体125进行运动。表面安装线圈132包括一组表面安装线圈130。例如，三组表面安装线圈130a、130b和130c可以连接到共同的运动支撑叠片128上。然后，线圈132相对于磁体125进行运动。磁体可以是一组交替的北极磁体139和南极磁体141，并且还包括铁衬垫134。在理想的实施例中，线圈段130a、130b和130c与磁体139和141之间的比率是3: 2，以产生三相电流。这些元件的相对运动用箭头157来表示。

参照图8a-c，运动线圈132示成相对于运动磁体125进行相对运动。在这个例子中，线圈包括三组表面安装线圈130a、130b和130c，它们全部连接到共同的支撑叠片128上。磁体125各自包括一组交替的北和南极磁体139、141。但是，在这个例子中，铁衬垫134保持固定并且被层压。同样，线圈130a、130b和130c与磁体139和141之间的理想比率为3: 2，以产生三相电流。

图10a-c示出了具有三组线圈130a、130b和130c的表面安装线圈132，以及层压片128，它们相对于运动的磁体126进行运动。磁体126是一组Halbach磁体。

如图11a-c所示的线圈绕组30是另一个合适的运动元件。同样，磁体25可以包括一组交替的北磁体39和南磁体41，并且还可以具有铁垫片36。磁体25和垫片36组成第二运动元件。线圈30可以包括层压垫片34和齿32。齿32分开每组线圈绕组31a、31b和31c。同样，线圈绕组31a、31b和31c与磁体39和41之间的比率为3: 2，以产生三相电流。

图12a-c描述了线圈30,该线圈30相对于Halbach组磁体26的运动进行运动。如前面所讨论的一样,线圈30具有齿32,该齿32分开每组绕组31。由于第二运动组件是磁体26的Halbach组,因此不需要铁衬垫。

图13a-c示出了线圈30,该线圈30相对于运动磁体37进行运动。

5 这里,磁体37与铁衬垫38分开。铁衬垫38相对于磁体37保持固定并且被层压。

在图7-13的每个前面描述中,一个运动元件是线圈,第二个元件是磁体。每个运动元件需要各自的但相反的运动线路。

图14a-c所示的另一个实施例描述了具有运动磁体25/37的固定线圈  
10 29。在这个实施例中,线圈29包括绕组分离器如齿31,这些齿31分开绕组33。衬垫34还具有线圈29。至少一个磁体25/37相对于固定线圈29进行运动。该磁体可以包括运动衬垫36,如所示一样。

图15a-c示出了表面安装线圈130,该线圈布置在具有分开的第二运动  
15 元件在内的磁体125之间。每个磁体125包括铁垫片134。线圈130不需要层压衬垫。

分开的运动元件的另一个实施例示出在图16a-c中。

第一运动元件是线圈28。第二运动元件可以是分开的运动元件如Halbach组磁体26。线圈28与分开的第二运动元件相反地进行运动。

图17a-c示出了第一运动元件如线圈28和分开的第二运动元件如磁体  
20 25的另一种合适布置。在这个例子中,每个磁体25是运动元件并且各自具有与之相连的、固定的铁衬垫38。在这种结构中,磁通量变化是运动元件的速度的两倍。合适的是,OPOC发动机可以用来一前一后地且沿着相反的方向驱动两个运动元件。

两个运动元件的另外一种形式描述在图18a-c中。

相应地，唯一的运动元件是线圈130。磁体125a和125b是固定的。在这种结构中，磁通量变化直接与第一运动元件的速度成比例。相应地，当与图3-5的OPOC发动机21结合使用时，线圈130以与一个活塞例如中心活塞109相同的速度进行运动。活塞109的往复运动借助转换机构如图3所示的连接元件83c传递到线圈30中。为了减少重量和提高运动线圈的速度，因此可以分开线圈，一部分线圈连接到中心活塞上，一部分线圈连接到外部活塞上。这也将平衡该系统而不需要任何额外的质量。

图19示出了包括线圈130的第一运动元件。第二运动元件分开成Halback组126。这个例子的工作与前面讨论过的原理相同，并且涉及相同数目的元件。

表面安装线圈如图20的线圈130可以布置在分开的第二运动元件如磁体125a和125b之间。如图20所示，磁体125a和125b各自具有相关的固定铁衬垫134a和134b。

在图7-8、10-13、15-17、19-20中的每一个中，需要两个相反的运动线路来引起每个运动元件沿着相反的方向进行往复运动。这可以借助任何公知的或者研发的装置来提供。

#### 使用OPOC发动机的EPC的例子

产生两个相反的运动线路的一个合适机构是OPOC发动机。用来提供相反的运动线路的、特别有利的发动机是OPOC自由活塞式发动机如图3-5的发动机21、或者图1-2的发动机121、或者美国专利No.6170443的四活塞OPOC发动机。出于解释目的，使用图3-5的OPOC发动机21来讨论一种EPC。

如这里前面所描述的一样，OPOC发动机21具有两个对置的外部活塞5和7及中心活塞9。外部活塞5和7中的每一个各自具有相关的连接件82a

和82b。连接件82a和82b借助一个或者多个连接元件83而相互连接起来。

当外部活塞5和7沿着轴线45线性地进行往复运动时，该运动借助连接件82而传递到发动机21的外部。因此，活塞5和7的往复运动被传递到平行于轴线45的轴上。如所示一样，线圈30连接到连接元件83上，该连接元件连接到连接件82上。线圈30随着一前一后运动的外部活塞5和7而沿着第一运动线路进行运动。

沿着与线圈30运动相反的方向的第二运动线路借助下面方法来形成：把一组磁体25连接到一个或者多个连接件如连接件82c上，而该连接件82c连接到中心活塞9上。由于中心活塞9与外部活塞5和7相反地进行运动，因此磁体25与线圈30相反地进行运动。

为了得到理想的平衡系统，因此电力产生机构可以安装平衡的、相反运动的元件，这些元件的质量等于或者接近等于第二运动元件如磁体25。此外，为了减少运动质量，因此所需要的铁衬垫被包括在固定的支撑结构或者壳体38中。

与具有固定元件的单个运动元件的现有技术系统相反，本发明使用两个运动相反的元件如磁体和线圈，这就可以提供现有技术中的磁通量变化速度的两倍。借助两个相反运动的磁通量产生元件来产生磁通量的快速变化是有利的，因为所产生的电压也是双倍的。

为了提高这里所描述的系统的功率密度，可以提高两个相反运动线路的往复运动速度或者磁性力或者这两者。空气间隙中的磁强度（magnetic tension）是线圈、空气间隙和磁力之间的关系的函数。因此，借助提高磁体的强度、或者提高线圈绕组的数目，推定和调整最佳结构以得到理想的功率输出。此外，较轻的运动元件如线圈或者磁体可以以非常高的速度进行往复运动，这也提高了功率输出。参照图3-5，线圈30相对于磁体25的速度是连接元件83或者活塞的速度的两倍。相对速度可

以高达24m/sec，这种速度是内燃机所能得到的平均活塞速度的两倍。相应地，磁通量变化的速度是一个运动线路的两倍。

这种磁通量变化的速度感应出交流。图3-5示出了3相电力产生机构。至少一相可以连接到连接元件83a上，该连接元件83a可以与线圈30的一个绕组处于电接触。当线圈30上的第二绕组产生了第二相并且连接到连接元件83b上时，线圈30上的第三绕组产生了第三相，并且可以连接到连接元件83c上。

线圈30可以用铝或者铜丝缠绕。运动线圈如线圈30可以使用铝丝。尽管铝丝具有较大的电阻，但是它也具有较小的密度。因此，使用直径较大的铝丝在运动元件中可以提供理想的重量特性（它是铜重量的1/2）。

#### 具有沿圆周方向布置的运动元件的EPC的例子

OPOC发动机与磁通量产生元件的配合使用已如前所述，现在讨论图3-5所示的一些有利特征。在所示出的实施例中，磁能量产生机构均匀地布置在以活塞5、7和9的共同运动轴线45位中心的圆周上。例如，一组磁体25和一组磁体37可以设置成与线圈30的布置共心并且绕着线圈30的布置可以滑动。这些线圈与第一运动线路相连，其运动由与中心活塞9相连接的连接件来提供。磁体25可以连接到连接件82c上，而该连接件82c传递相关发动机的第二往复运动线路。第一和第二运动线路方向相反。因此，磁体25相对于线圈30沿着相反方向进行运动。优选地，在每个运动元件之间具有间隙。在这个实施例中，支撑结构或者壳体38被示成包围磁通量产生机构的每个主要运动元件。壳体38可以用作磁体25的铁衬垫，同时用作每个运动元件的支撑结构。壳体38沿着圆周方向布置在共同线轴45的周围。该壳体产生了所需要的室，因此磁体25的往复运动可以压

缩和改变空气或者空气和燃料的体积。这种工作有利于冷却一些零件或者有利于发动机的扫气。在每个共心汽缸之间留有空气间隙。

这些间隙可以用作用来冷却EPC23的冷却剂、或者空气、或者空气和燃料的混合物的通道。这种冷却装置可以利用两个运动元件固有的泵送机构。可选地，端磁体可以成形来使冷却剂集中到空气间隙中。此外，借助连接元件83来加入冷却剂。

在一个实施例中，冷却剂可以包括超冷流体如氦。氦可以借助形成在连接元件83内的导管来加入。超冷流体应保持在分开容积中，总是与进气分开。超冷流体降低了磁通量产生机构的元件的温度，以提高传导性如形成超导。

参照图6，发动机21的第一和第二汽缸3a和3b中的每一个的长度至少为活塞冲程PS的3.5倍。这导致EPC23的总体长度最小为8倍的活塞冲程PS。该总体长度是 $(9 \pm 1)$ 倍的活塞冲程PS。一个OPOC装置的排量D是： $D = SP \times B^2 \times \pi$ 。例如，活塞冲程PS应该是 $(1 \pm 0.15)$ 倍的孔径B。

宽度是 $(4 \pm 1)$ 倍的孔径B，这种宽度对于运动组件和EPC23的固定支撑来讲具有足够的空间。

一个EPC的“箱形容积 (box volume)” BV具有上面范围：

$$BV = c \times PS \times B^2, \text{ 这里 } c = 161 \pm 89.$$

例如，EPC23，如图3-5所示一样，它具有第一组运动磁体25、第二组运动磁体37和图5中的运动线圈31或者图3中的线圈30。

其宽度75为 $4 \times B$ ，长度为 $9 \times PS$ 。

其中 $PS/B=1$ ：其OPOC装置的排量D是： $D = PS^3 \times \pi$

其EPC的箱形容积BV应该是： $BV = 144 \times PS^3$

例如，一个5kw的EPC，其活塞冲程需为3.2cm，或者其排量D大约需为100ccm，其箱形容积大约需为4.7升。

尽管这个实施例涉及3相系统，但是应该知道，其它合适的实施例可以包括2相、3相、4相，如希望所需要的那样。

#### 具有沿径向布置的运动元件的EPC的例子

5 参照图22a-c，它们示出了本发明的另外一个实施例。具有两个对置的外部活塞305和307的OPOC发动机321通过中心活塞309各自限定出两个沿直线对置的燃烧室311a和311b。每个活塞具有相关的连接件382，因此活塞305、307或者309的线性往复运动可以传递到发动机321的外部。外部活塞305和307借助连接元件383来连接，该连接元件383确保这些活  
10 塞一前一后地进行运动。连接元件383还可以用来连接第一运动元件如磁体325。因此，外部活塞305和307的线性往复运动在磁体325中产生了一前一后的运动。

第二运动元件如磁体337可以连接到中心活塞309上。中心活塞309沿着与外部活塞305和307相反的方向进行运动。因此，在发动机321的外  
15 部产生了两个相反的运动线路。此外，两个磁体325和337与一些相关的运动元件相平衡，因此该系统进行工作时不会由于动态不平衡而产生任何振动。

在这个实施例中，线圈元件是固定线圈329。但是，每个磁体325和337不包括运动支撑铁。因此，这些运动元件形成得非常轻，这会使得活  
20 塞速度更高并且使得系统具有更高的效率。

此外，这种结构还可以变化为一个运动元件是线圈，而相反运动的第二元件是磁体。同样地，可以根据本发明的原理生成运动磁通量产生元件的其它组合。

这个实施例包括所需要的进气、燃烧和排气系统，这些系统如前面在本发明其它实施例所讨论过的一样，并且借助研究附图可以进一步地了解这个实施例。

#### 5 具有分路磁阻 (switch reluctance) 的EPC的例子

现在，参照图21，描述本发明的另一个实施例。

包含固定线圈229的系统223，该固定线圈布置在发动机（未示出）的共同轴线245周围。第一运动元件如磁体225设置在靠近固定线圈229之处。第二运动元件如线圈230布置在中心轴线245的周围，从而使运动磁  
10 体225处于固定线圈249和运动支撑铁230的中间处。

在图23a-c中，另一个实施例示出有固定线圈229和固定磁体225，该固定线圈229包括在支撑结构中。在这个实施例中，第一运动元件是叠片230，该叠片230连接到OPOC发动机的外部活塞上。第二运动元件是叠片237，该叠片可以连接到OPOC发动机的中心活塞上。

15

#### 并联的EPC和OPOC发动机的例子

此处考虑一种电力产生系统如三相EPC。应该知道，这种设计尽管产生了AC电脉冲流，但是具有不良的电输出。在死点TDC/BDC附近，没有电流产生。为了使电输出平稳，可将两个各自带有电力产生机构的  
20 OPOC发动机结合起来。并将两个电力产生机构布置成并联，但是工作顺序相差1/2循环时间。从而，非常均匀地产生两个3相功率流（power stream），并且得到理想的功率输出。

还可以用电容器来过滤波动电流以供给更加可以接受的、调节过的AC或者DC中。因此，对于效率和功率密度而言，可以使功率电子最佳化。

25

根据这里所讨论的具有代表性实施例，应该知道，若干OPOC发动机可以集成在各种结构中并且借助连接元件来将它们以机械连接或者电连接的方式连接起来。在这种方法中，如所需要的那样，一对或者多对的对置活塞、对置汽缸的组合机组可以同时工作或者可以有选择地接合或者脱开。

除了上述结构之外，可以使用四活塞、对置活塞、对置汽缸式发动机作为与这里所描述的各种电力产生和泵送机构相结合的合适机构，这种发动机公开在美国专利No.6170443中。

本领域的技术人员应该知道，这些细节、材料和零件布置及作用上可以进行许多改进和变形，而这些细节、材料和零件布置及作用被描述和图解以解释本发明的特征，这些改进和变形没有脱离这里所包括的教导和权利要求的精神实质和范围。

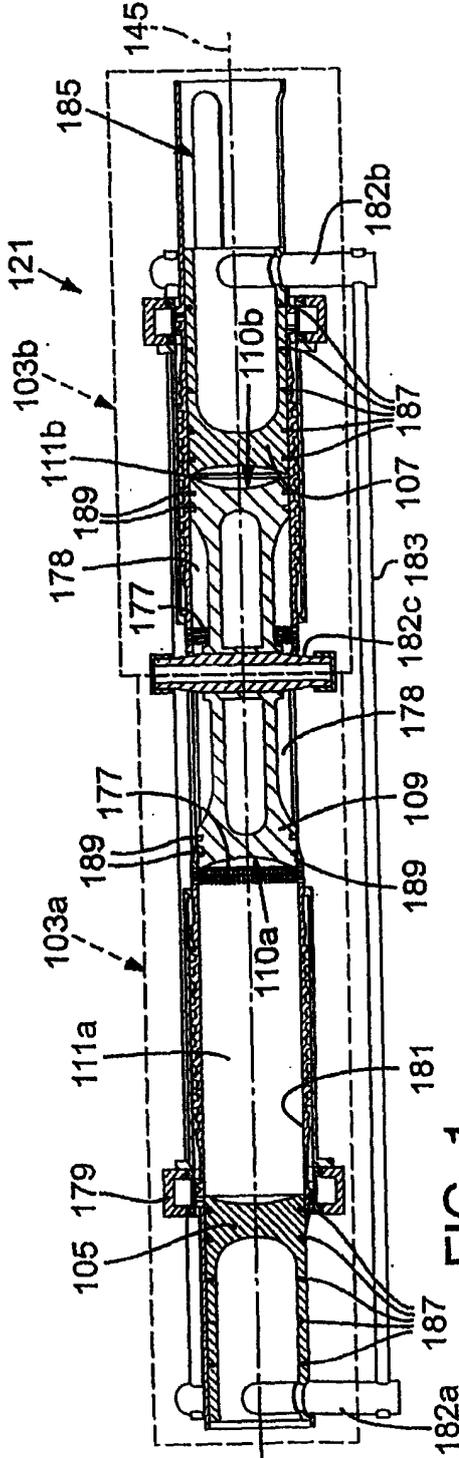


FIG. 1

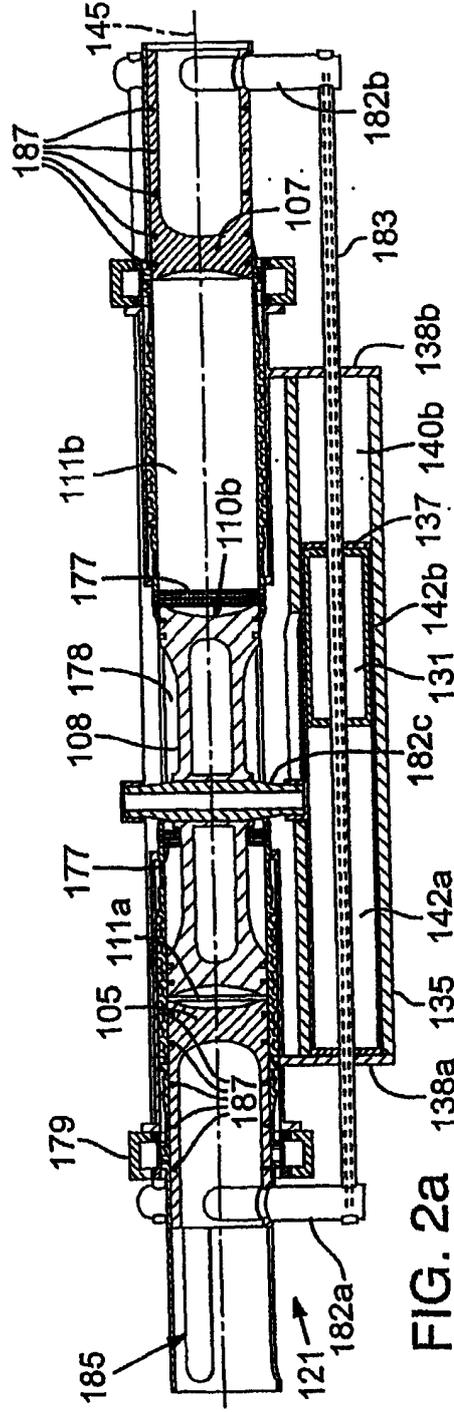
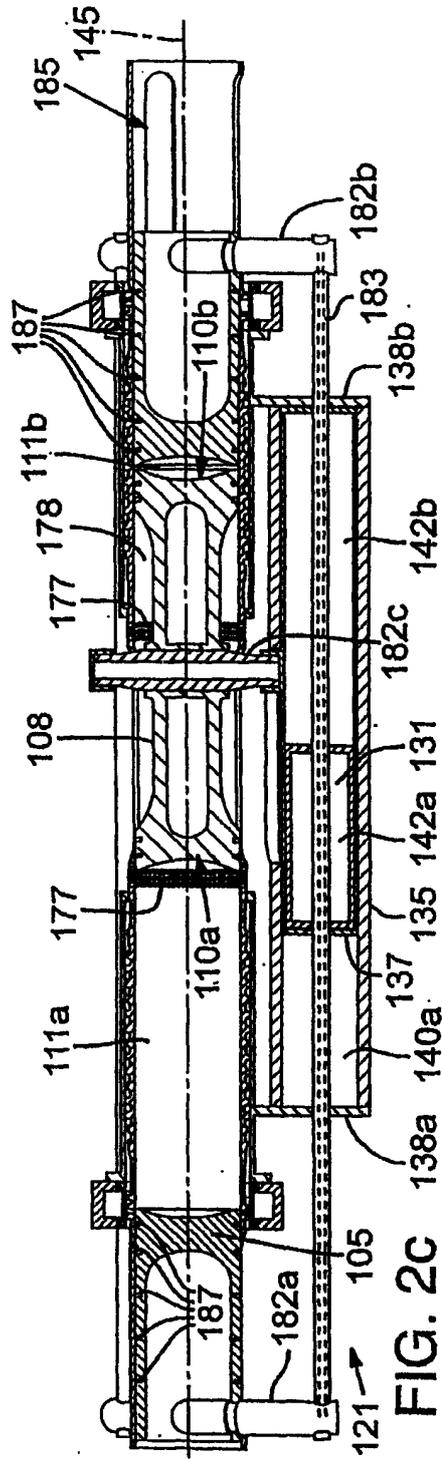
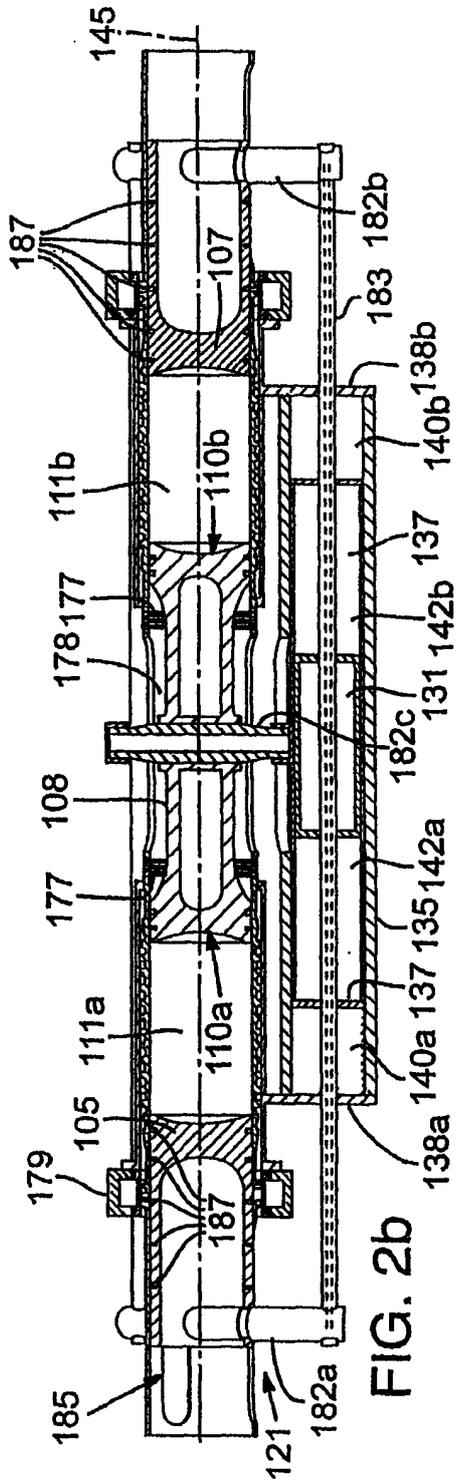
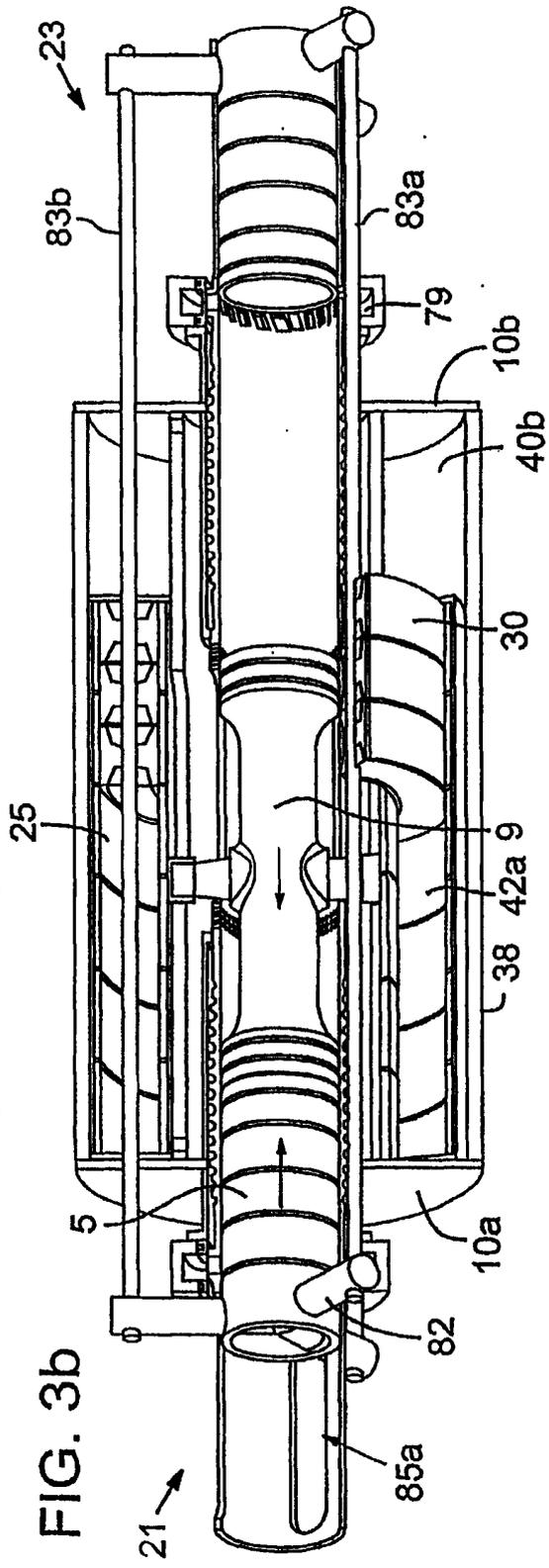
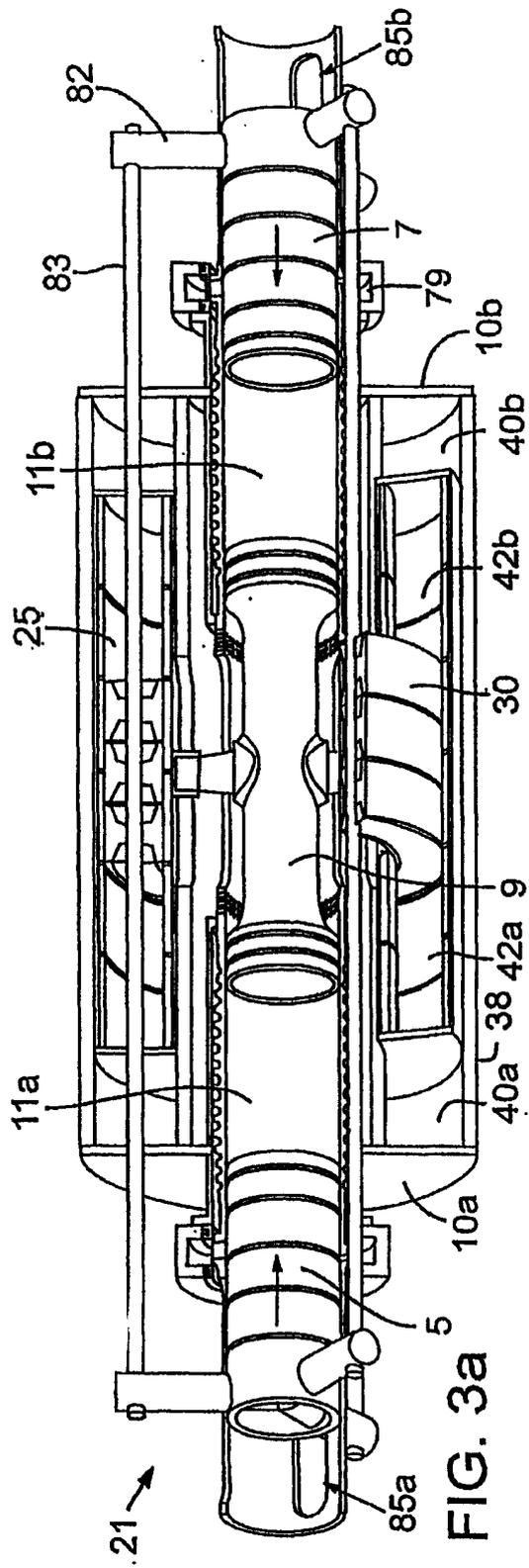
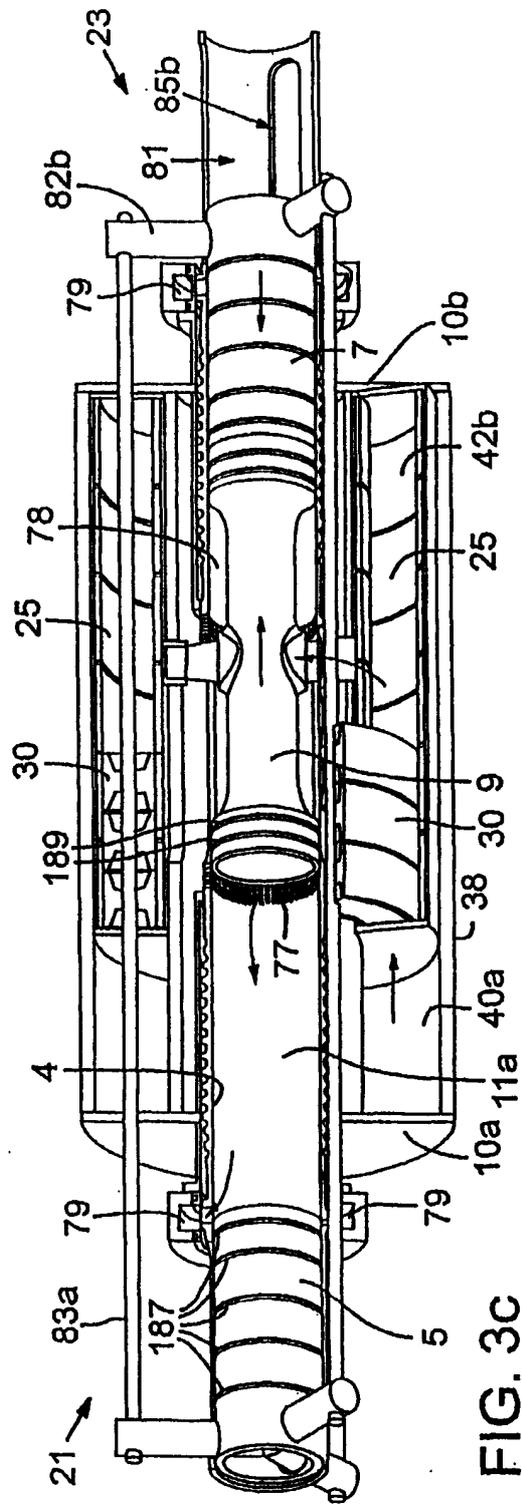
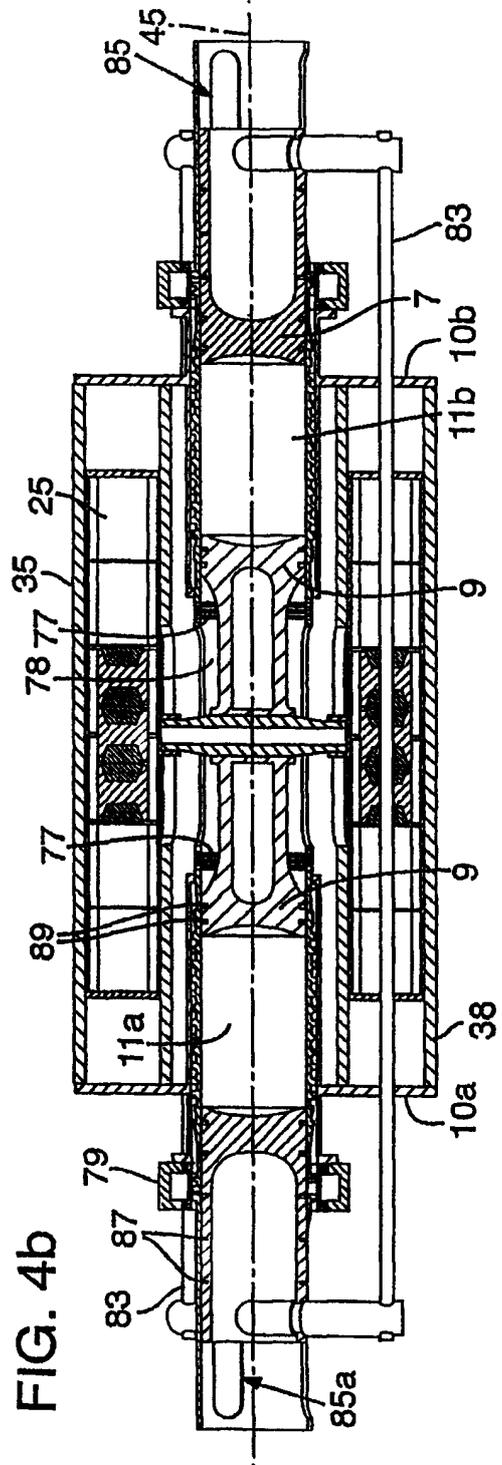
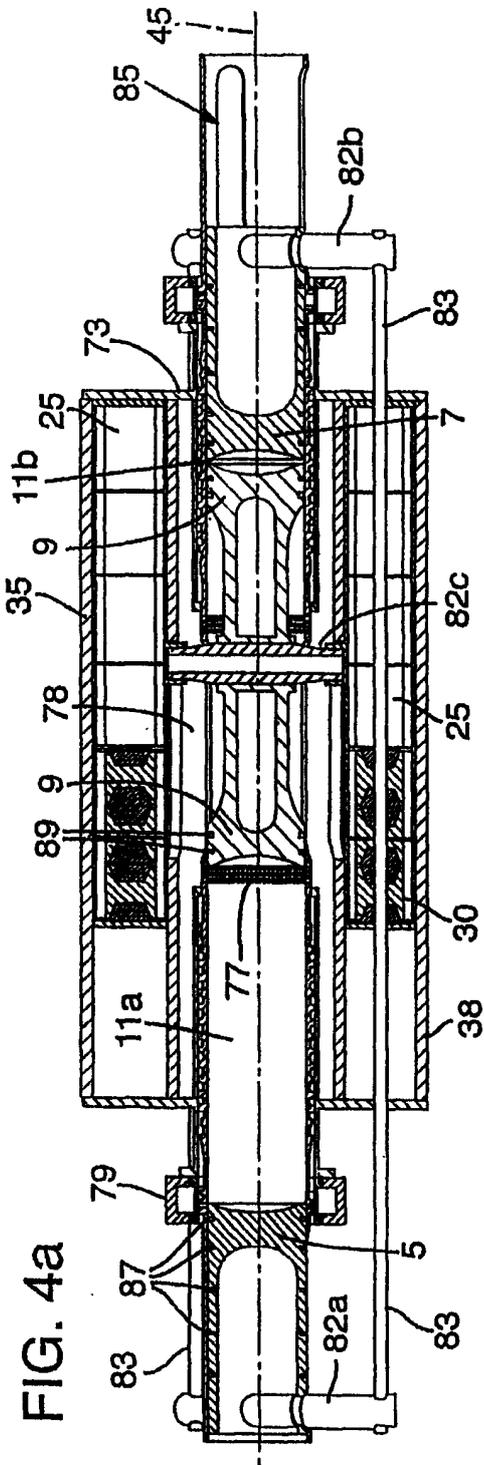


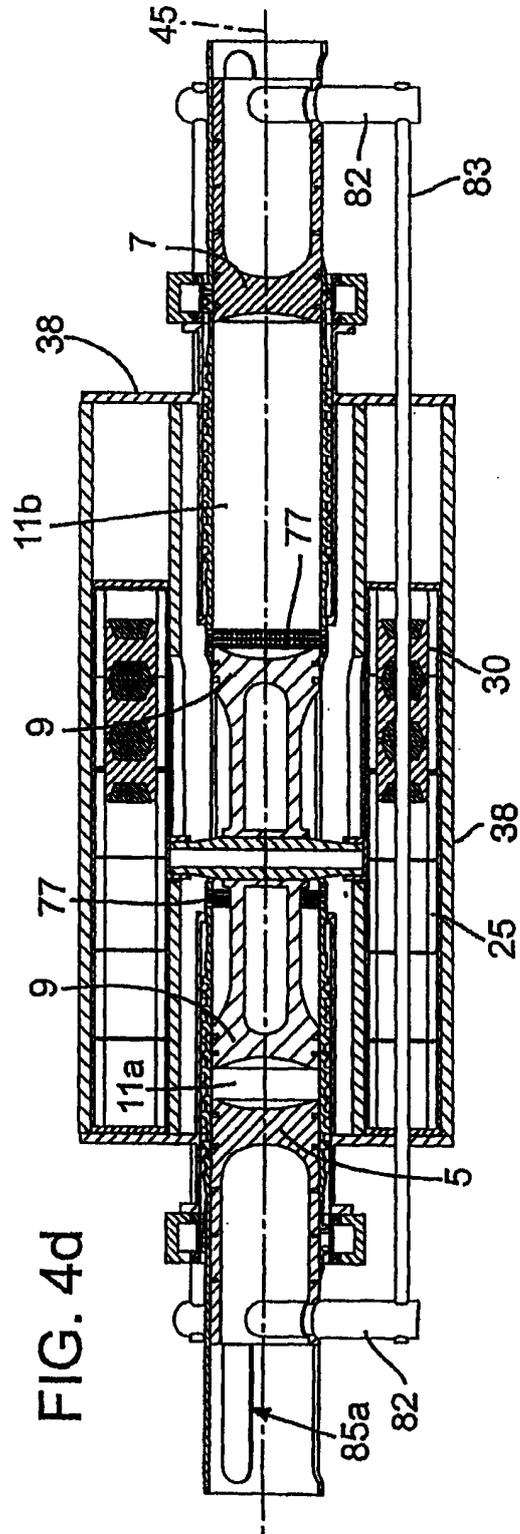
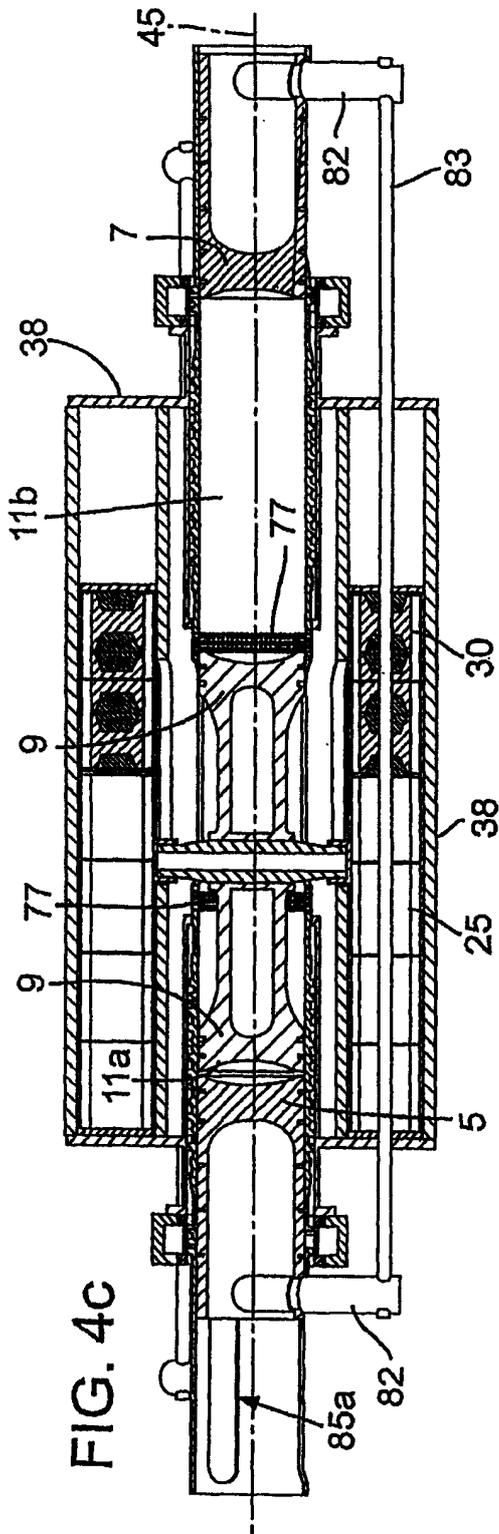
FIG. 2a

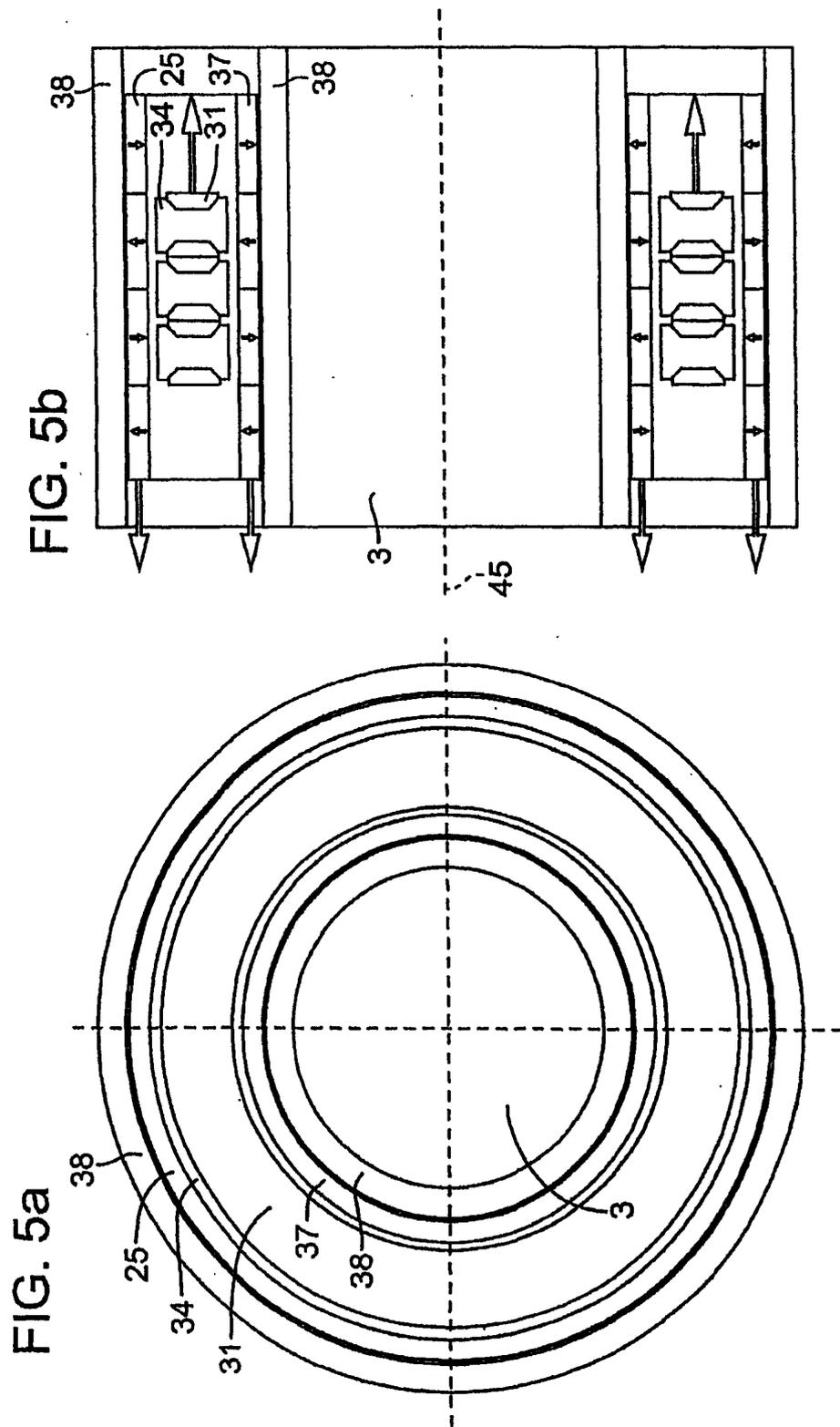


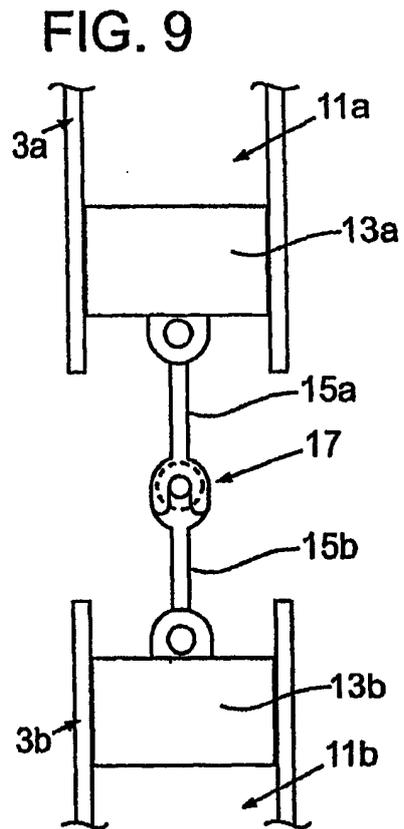
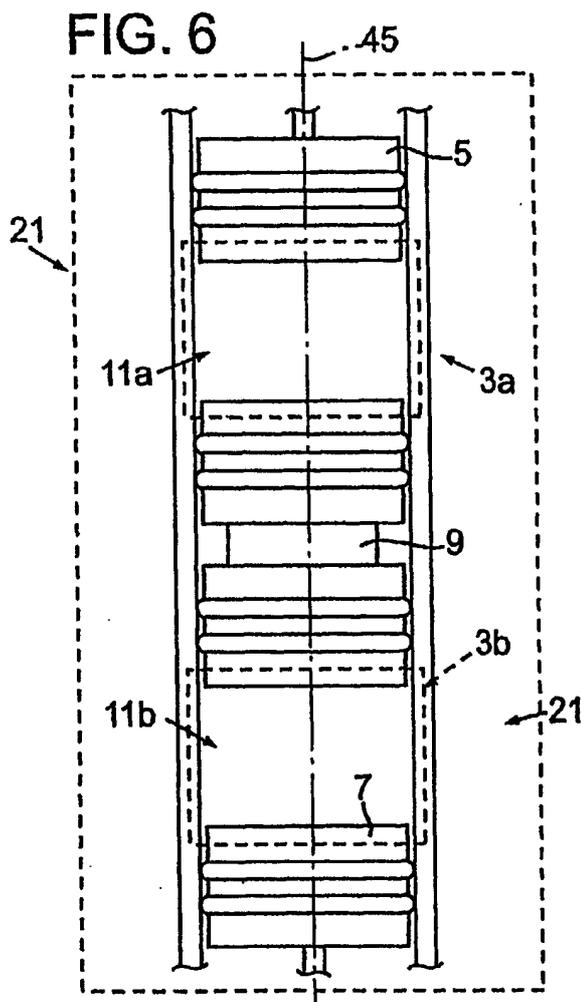












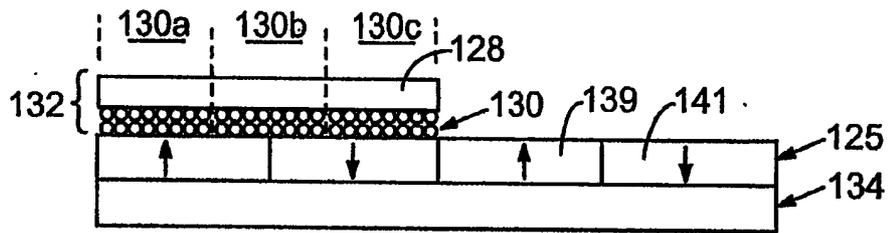


FIG. 7a

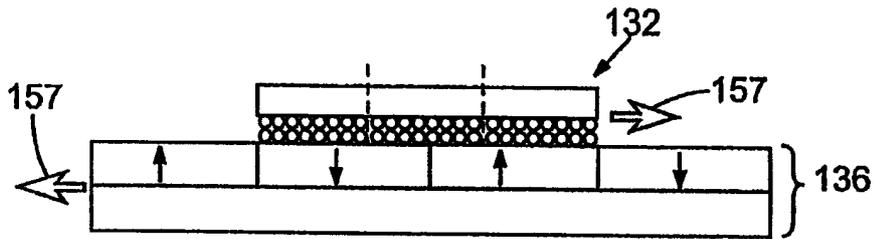


FIG. 7b

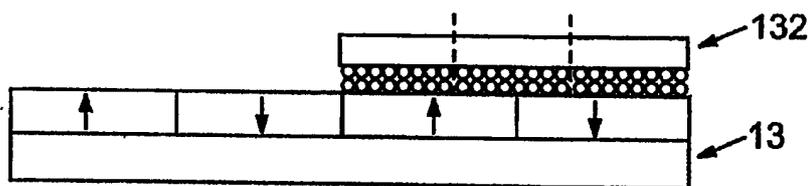


FIG. 7c

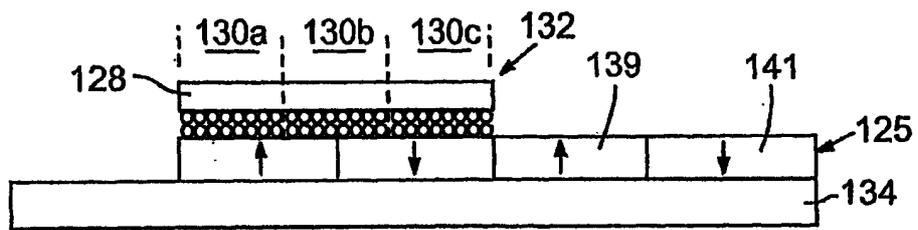


FIG. 8a

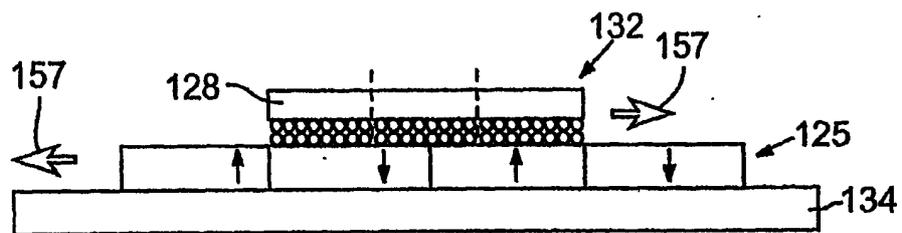


FIG. 8b

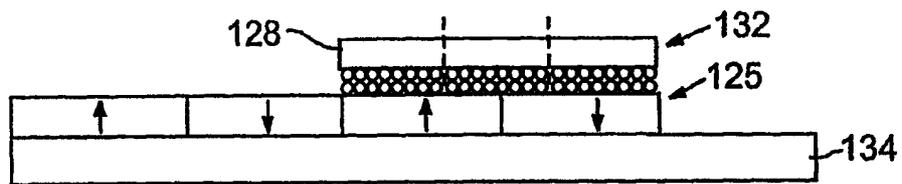


FIG. 8c

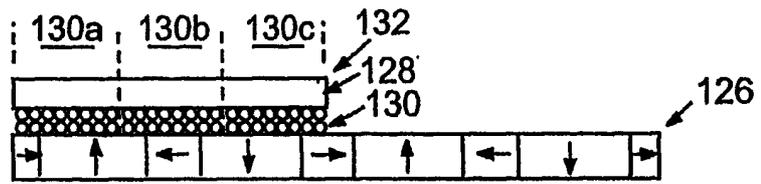


FIG. 10a

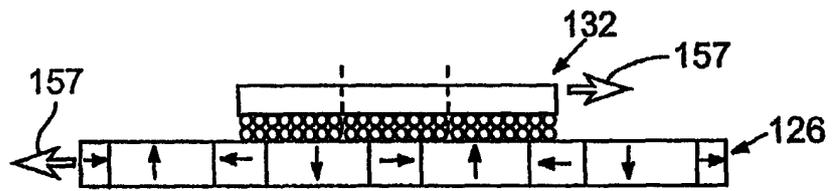


FIG. 10b

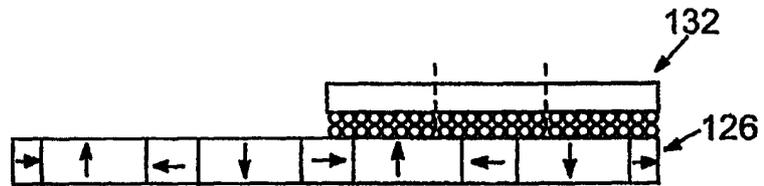


FIG. 10c

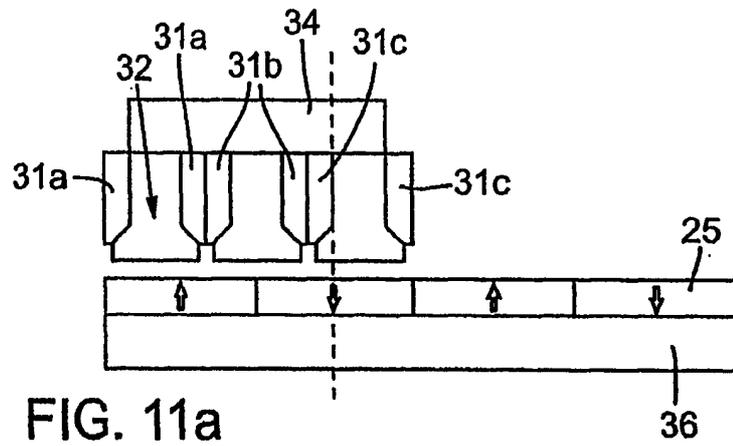


FIG. 11a

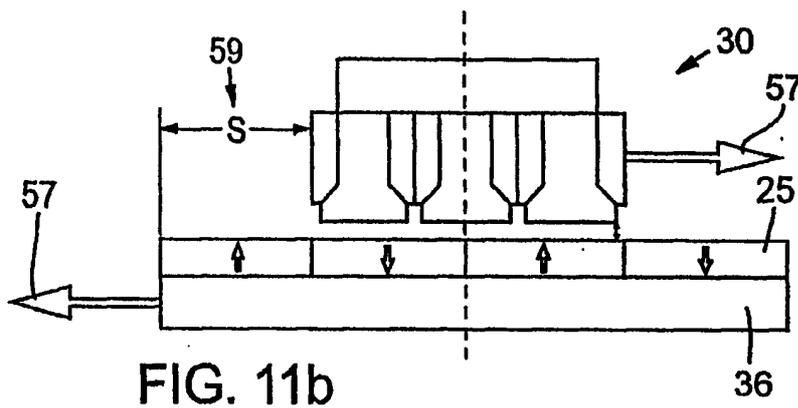


FIG. 11b

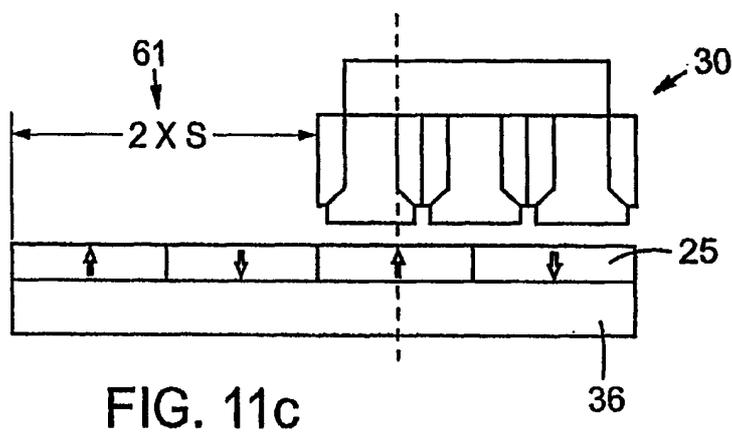


FIG. 11c

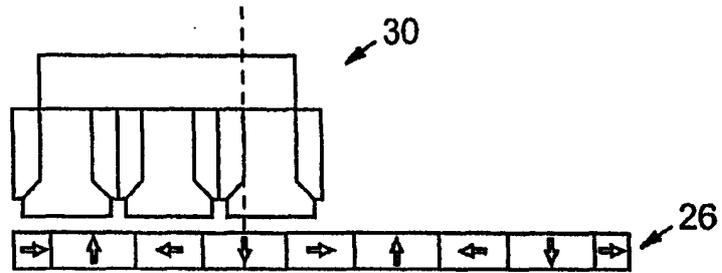


FIG. 12a

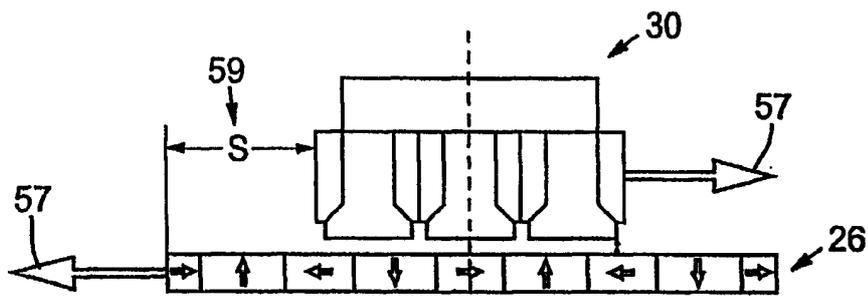


FIG. 12b

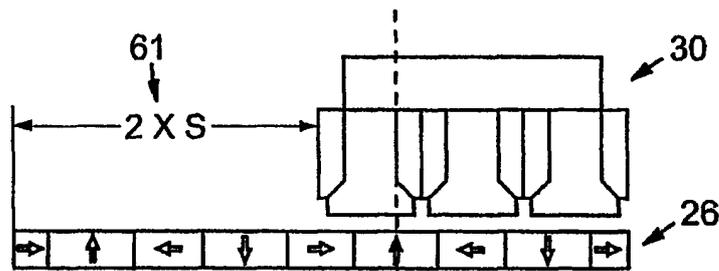
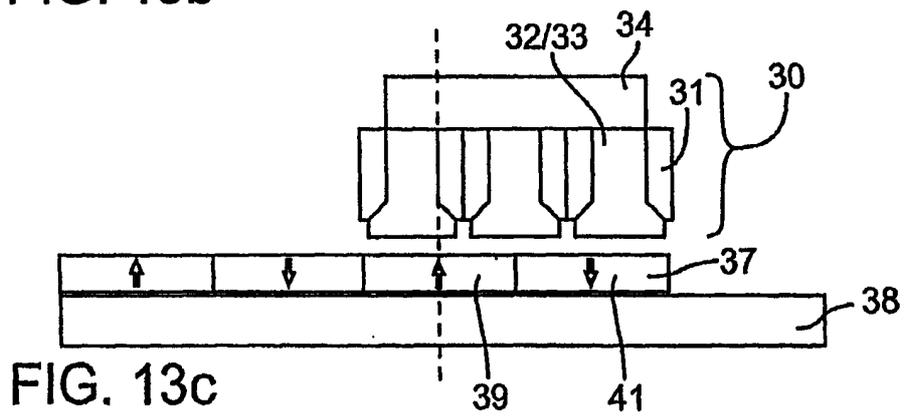
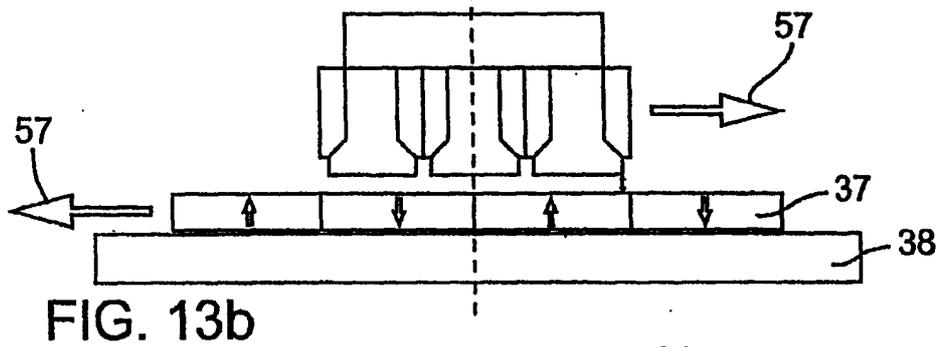
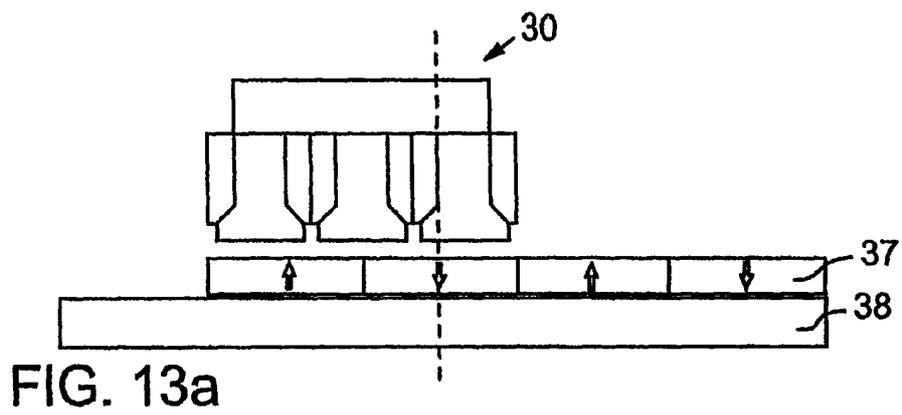
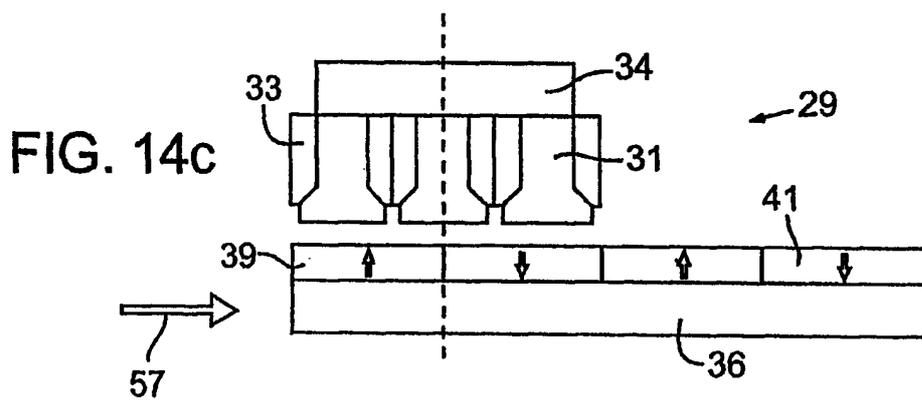
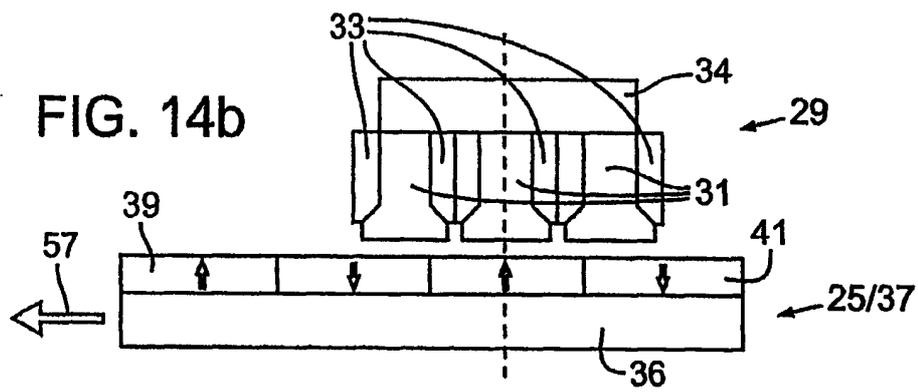
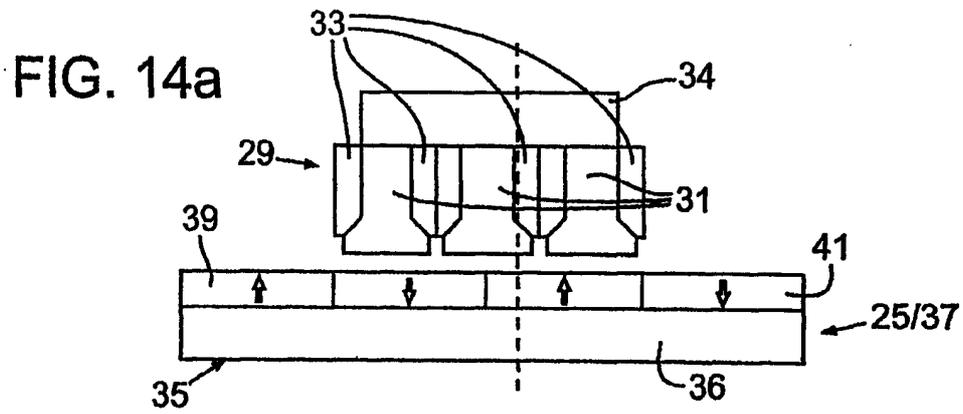
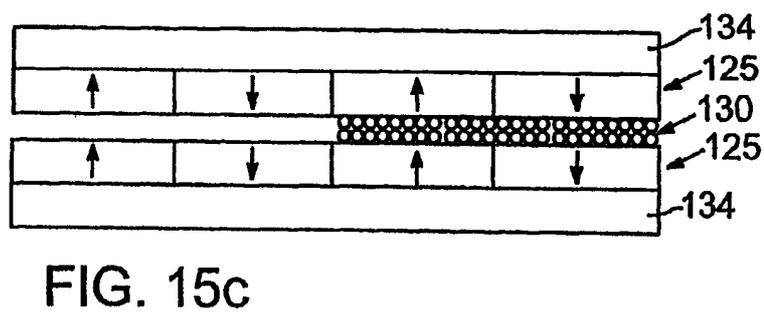
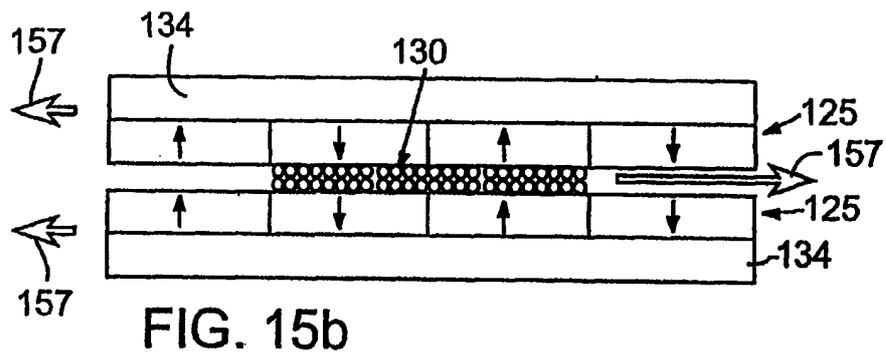
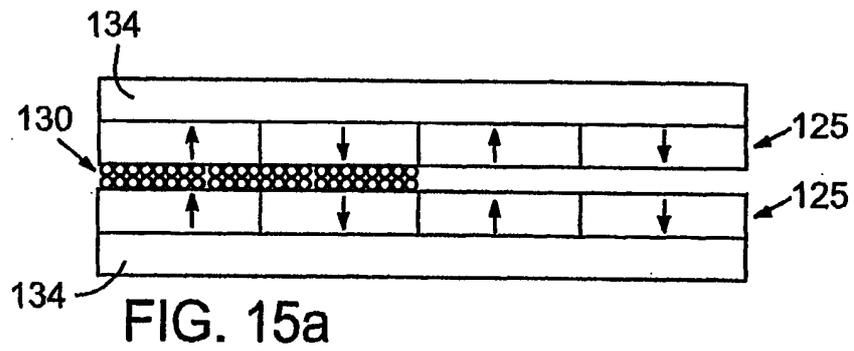


FIG. 12c







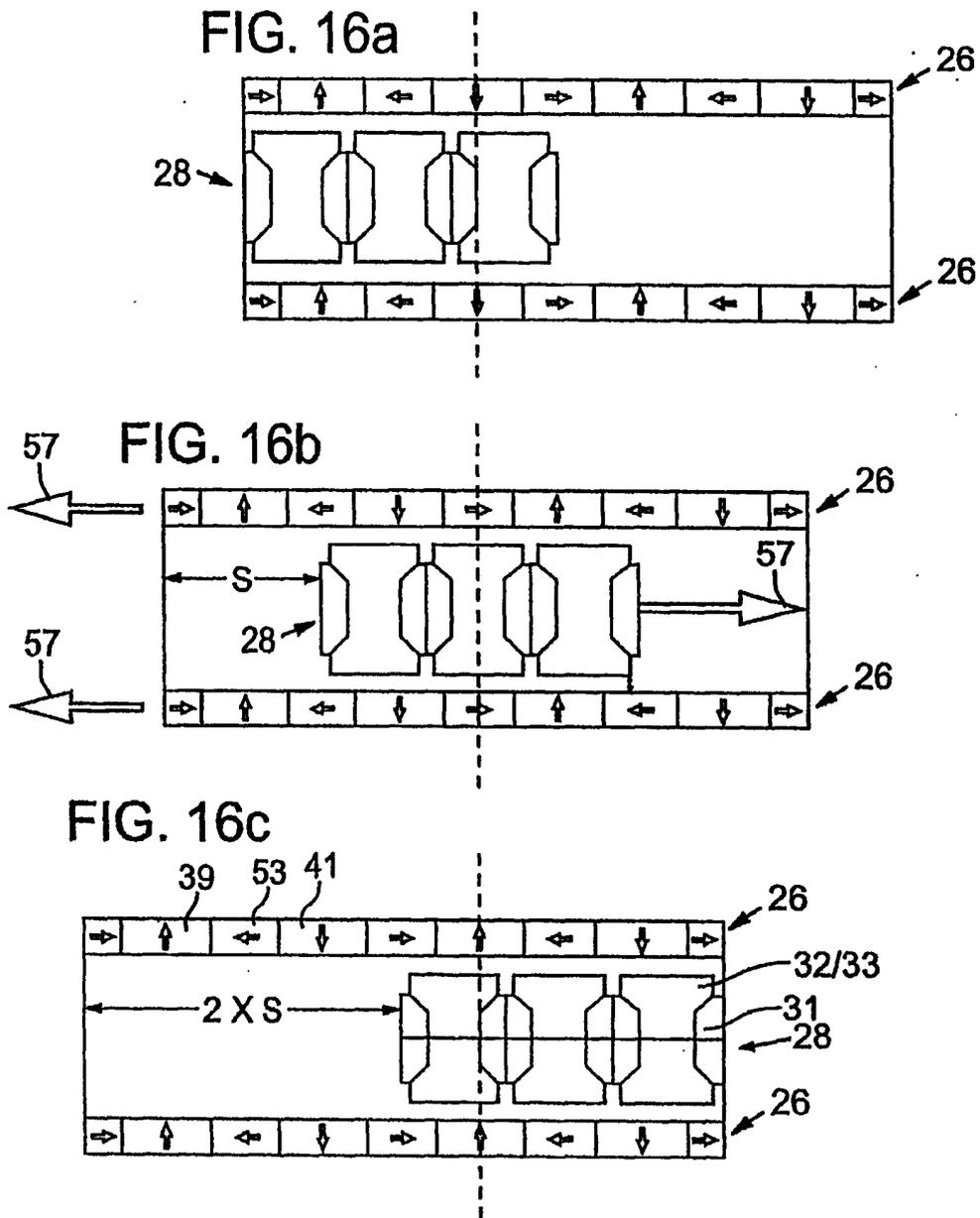


FIG. 17a

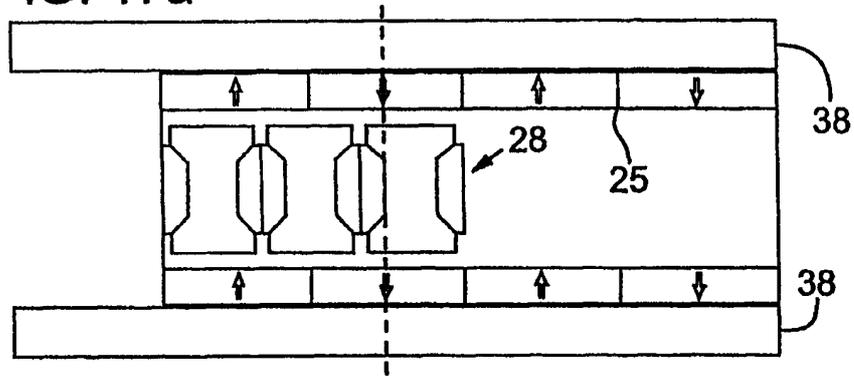


FIG. 17b

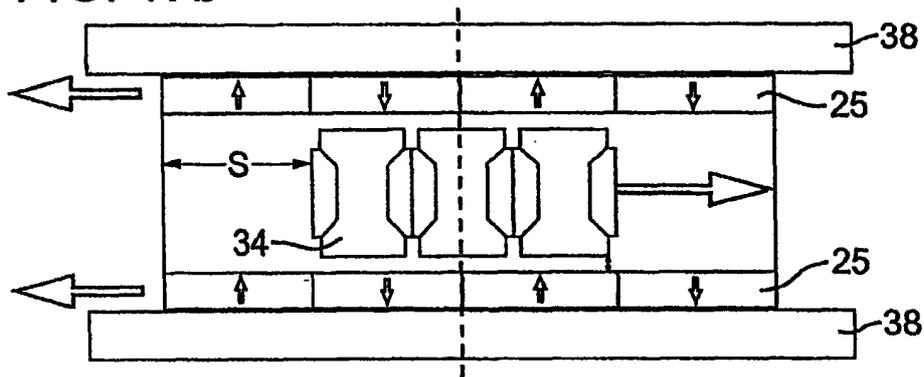
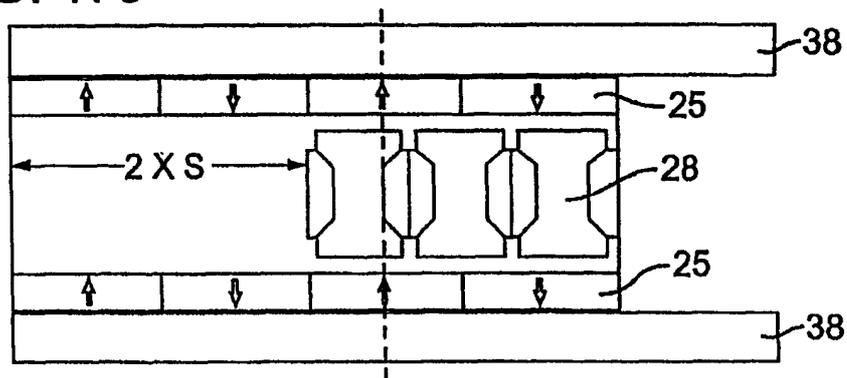
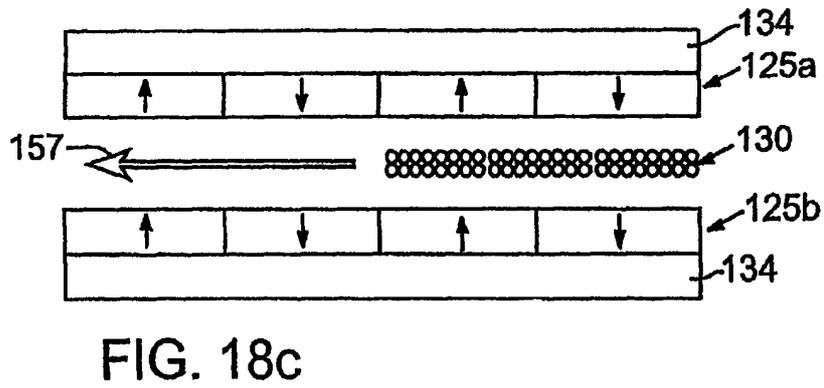
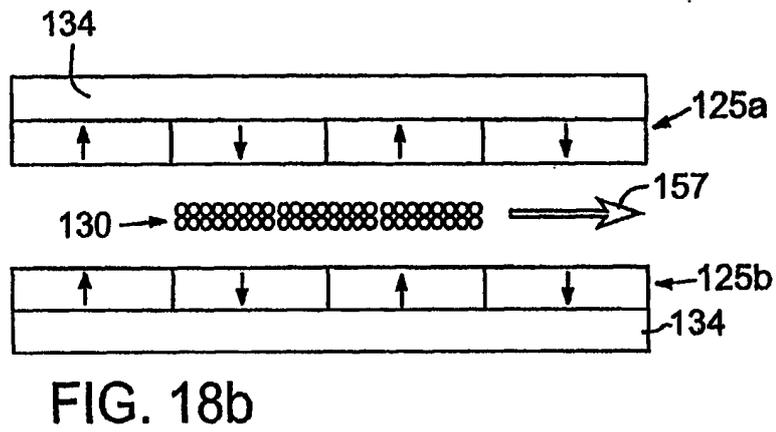
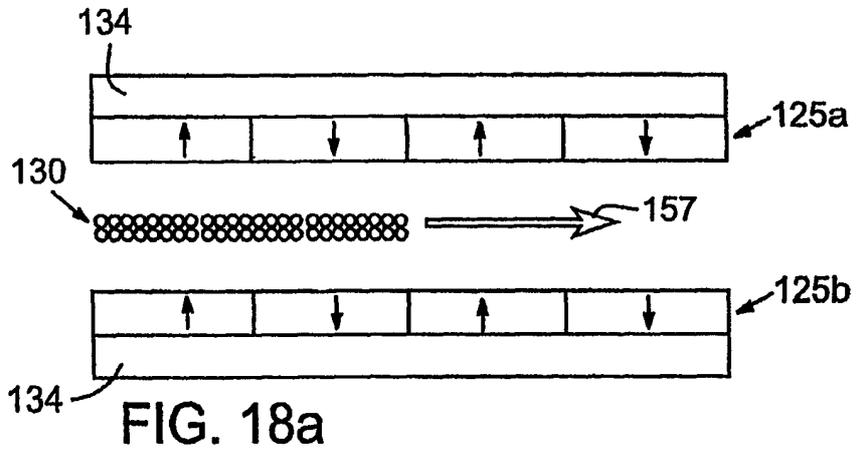


FIG. 17c





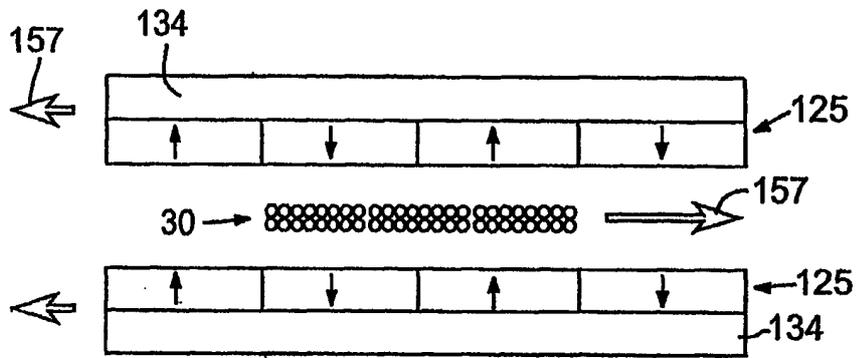


FIG. 18d

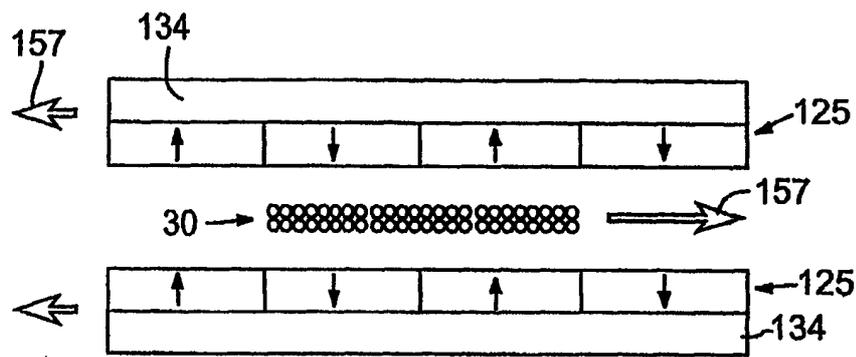


FIG. 18e

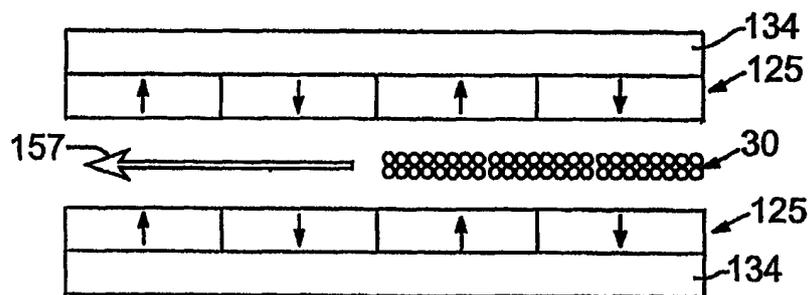
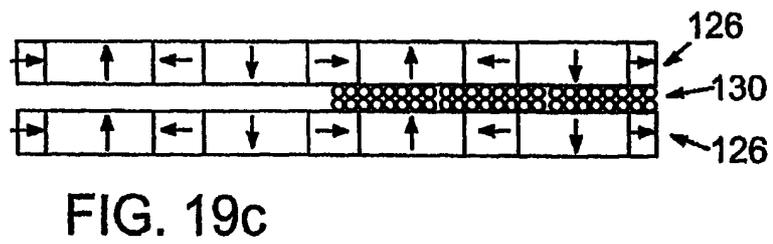
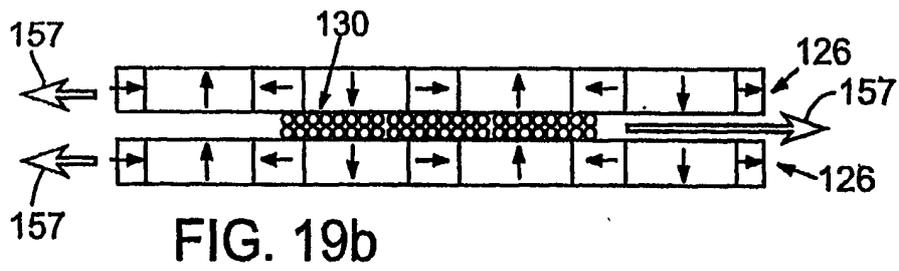
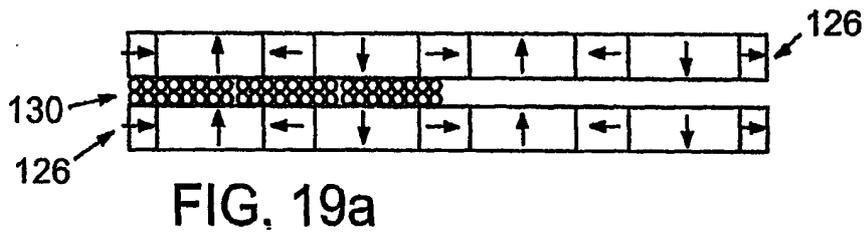


FIG. 18f



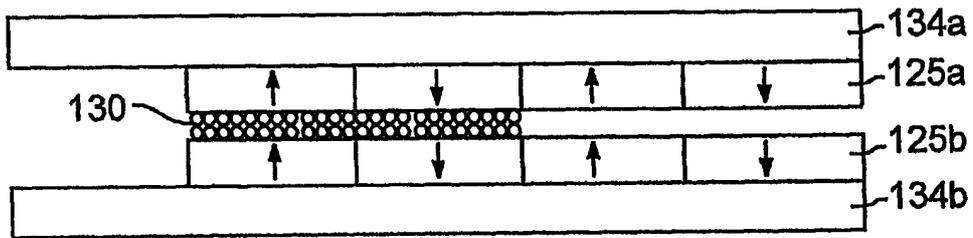


FIG. 20a

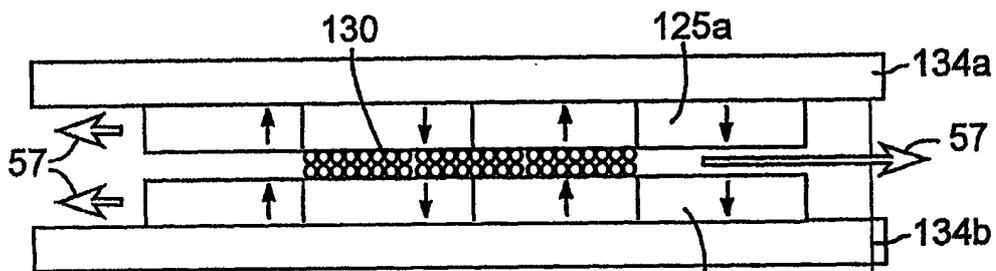


FIG. 20b

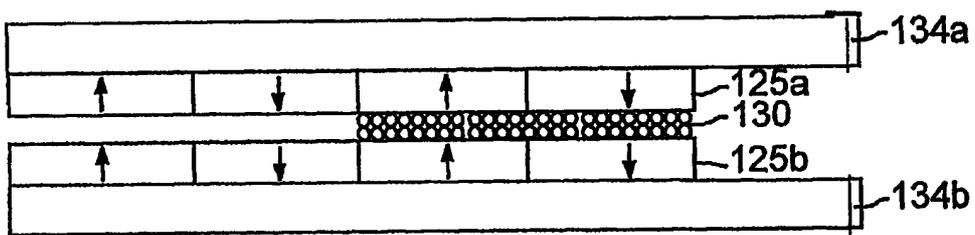


FIG. 20c

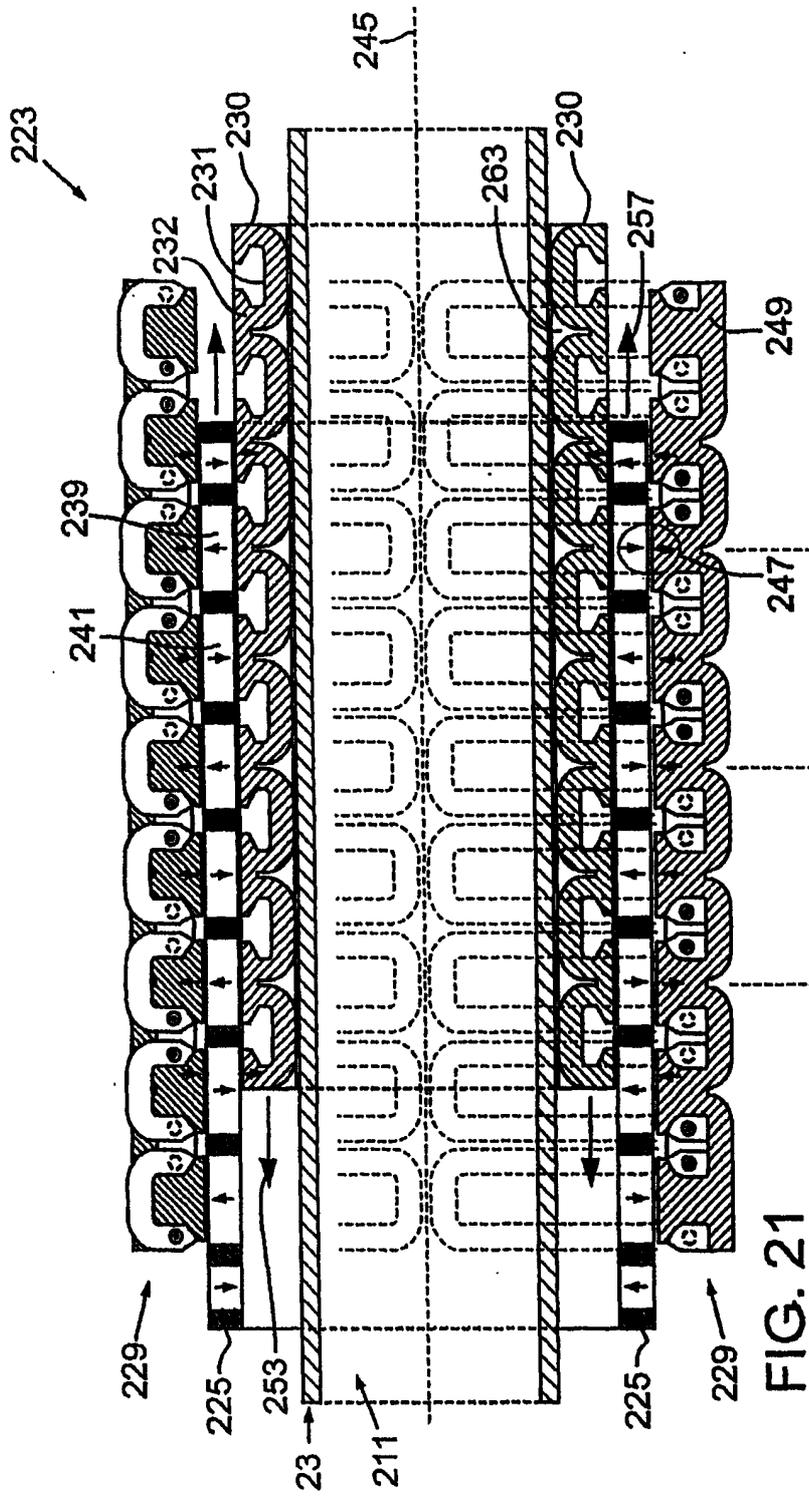


FIG. 21

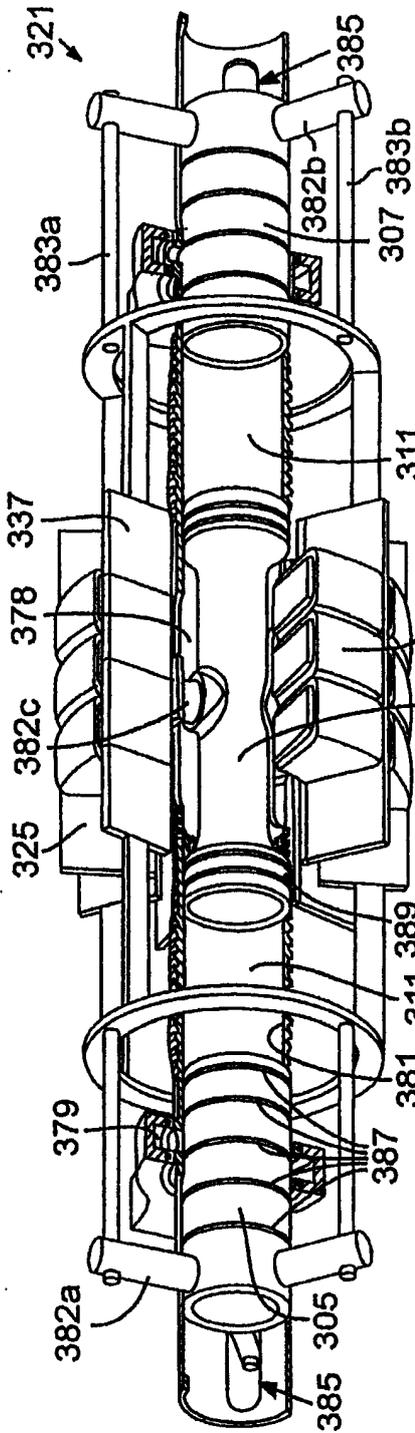


FIG. 22a

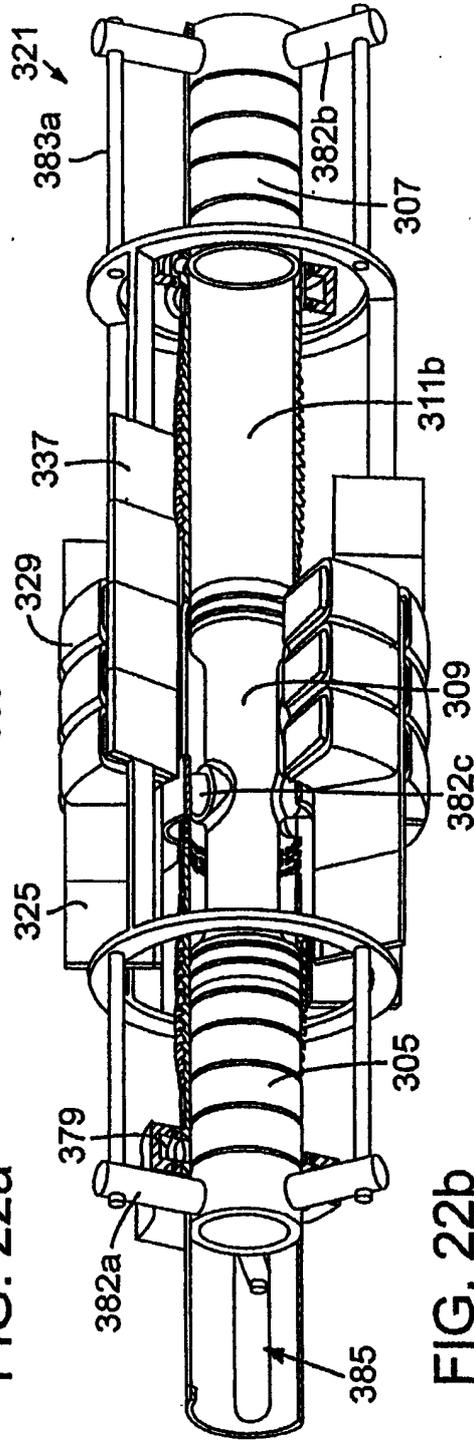


FIG. 22b

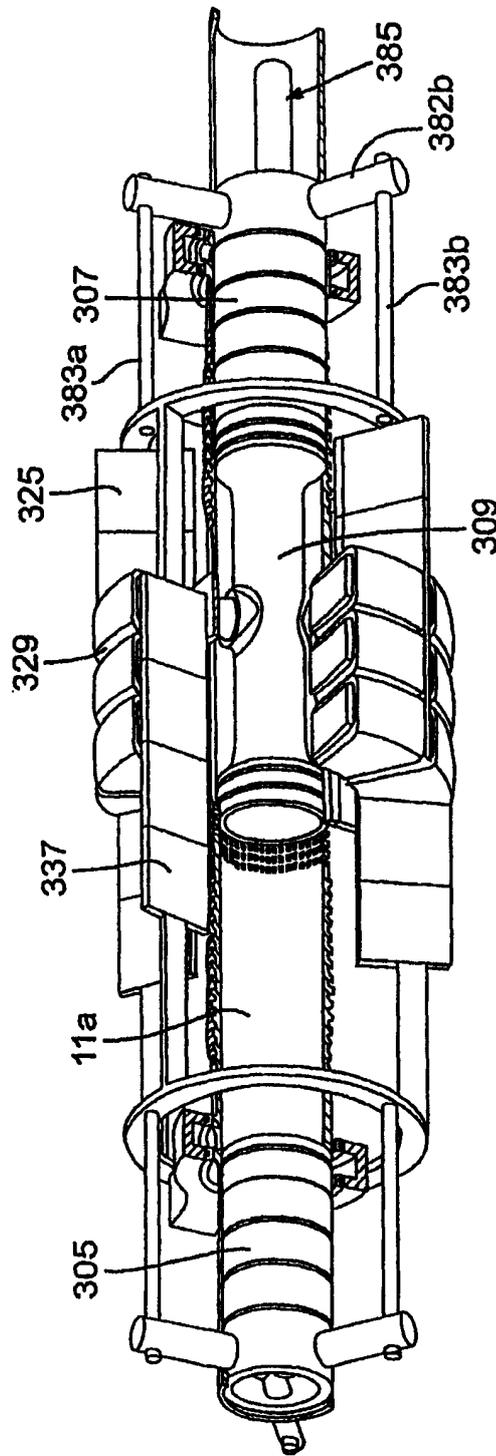


FIG. 22C

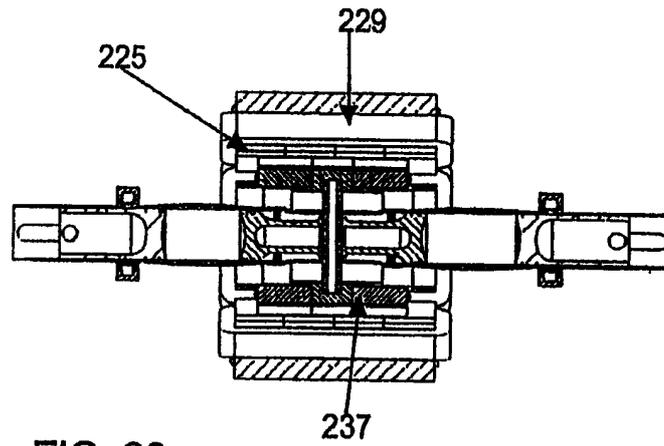


FIG. 23a

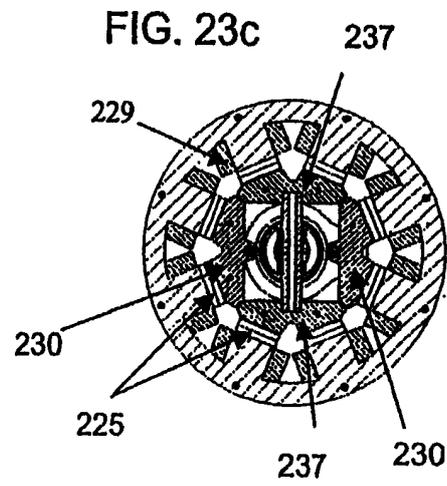


FIG. 23c

