

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610072638.1

[51] Int. Cl.

F04C 25/02 (2006.01)

F04C 23/00 (2006.01)

F04C 28/00 (2006.01)

F04B 37/14 (2006.01)

F04B 49/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 11 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100559028C

[22] 申请日 2006.4.5

[21] 申请号 200610072638.1

[30] 优先权

[32] 2005.4.5 [33] FR [31] 0503352

[73] 专利权人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

[72] 发明人 让·吕克·里瓦尔

[56] 参考文献

US2004/0247465A1 2004.12.9

JP2004-150329A 2004.5.27

CN1112649A 1995.11.29

CN1032382A 1989.4.12

JP9-137786A 1997.5.27

EP0730093A1 1996.9.4

审查员 杨桂全

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 易咏梅

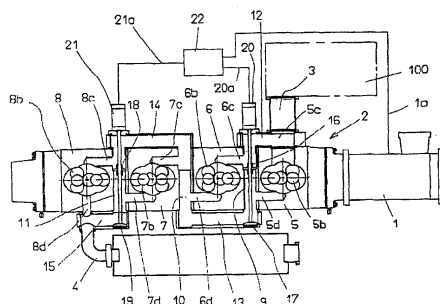
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 9 页

[54] 发明名称

在限制能耗的同时能迅速抽空的外罩

[57] 摘要

本发明的真空泵吸装置包括用于驱动多段干式机械泵的马达，其中这些段按照多个连续结构连续并联然后串联连接，选择每个结构来优化在当前压力范围中的泵吸速度。这使之能够迅速降低在外罩内的压力，同时与其速度足以获得相同快速泵吸的传统泵相比，使该泵的体积和由该泵所消耗的能量降低了大约 40%。



1. 一种使用多段干式机械泵来降低在外罩内的压力的真空泵吸方法，其中该泵的多个段在多个连续结构中相互连接，以从其中在第一泵吸步骤期间这些段至少成对并联的第一结构变为其中这些段在最后泵吸步骤期间串联连接的最后结构，并且经由至少一个中间结构，选择每个结构来优化在当前压力范围中的泵吸速度，在所述中间结构中，至少一个进气段与至少一个其它进气段并联连接，并且至少一个出口段与至少一个其它出口段串联连接，响应于所述外罩中的气压变化或者由所述泵的电机所消耗的能量变化来完成从一种结构向下一结构的转变。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，当所述外罩中到达需要的压力状态时，降低所述电机的转动速度以便提供压力保持泵吸。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中当所述外罩内到达需要的压力状态时，将附加的低速泵吸段连接到出口上以便保持压力。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中在最后泵吸步骤期间，该泵的速度可以暂时增大至高于其标称速度。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述泵的所述多个段为四个段，这四个段在泵吸期间按照以下连续的结构连接：

a) 在第一结构中，在第一泵吸步骤期间，所述四个段中第一和第二段相互并联连接从而形成第一对段，所述四个段中的第三和第四段相互并联连接从而形成第二对段，并且所述第一对段和第二对段在气流通道上串联连接；

b) 在第二结构中，在中间泵吸步骤期间，所述四个段中的第一和第二段保持相互并联连接，同时所述四个段中的第三和第四段相互串联连接，并且由第一和第二段构成的第一对段与由第三和第四段构成的第二对段串联连接；并且

c) 在第三结构中，在最后泵吸步骤期间，所有四个段相互串联连接。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述泵的所述多个段为五个段, 这五个段在泵吸期间按照以下连续的结构连接:

a) 在第一结构中, 在第一泵吸步骤期间, 所述五个段中的第一、第二和第三段并联连接从而形成一组段, 第四和第五段相互并联连接从而形成一对段, 并且该组段和该对段在气流通道上相互串联连接;

b) 在第二结构中, 在第一中间泵吸步骤期间, 所述五个段中的第一和第二段相互并联连接从而形成第一对段, 所述五个段中的第三和第四段相互并联连接, 从而形成第二对段, 并且第一和第二对段相互串联连接并且与所述五个段中的第五段串联连接;

c) 在第三结构中, 在第二中间泵吸步骤期间, 所述五个段中的第一和第二段相互并联连接从而形成一对段, 并且所述五个段中的第三、第四和第五段相互串联连接并且与所述一对段串联; 并且

d) 在第四结构中, 在最后泵吸步骤期间, 所有五个段相互串联连接。

7. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述泵的所述多个段为六个段, 这六个段在泵吸期间按照以下连续结构连接:

a) 在第一结构中, 在第一泵吸步骤(E1)期间, 所述六个段中的第一、第二和第三段并联连接从而形成第一组段, 所述六个段中的第四、第五和第六段并联连接从而形成第二组段, 并且第一和第二组段在气流通道上相互串联连接;

b) 在第二结构中, 在第一中间泵吸步骤期间, 所述六个段中的第一、第二和第三段并联连接从而形成一组段, 所述六个段中的第三和第四段相互并联连接, 从而形成一对段, 并且这组段和这对段相互串联连接, 并且与所述六个段中的第六段串联连接;

c) 在第三结构中, 在第二中间泵吸步骤期间, 所述六个段中的第一、第二和第三段并联连接从而形成一组段, 所述六个段中的第四、第五和第六段相互串联连接, 并且与该组段串联连接;

d) 在第四结构中, 在第三中间泵吸步骤期间, 所述六个段中的第一和第二段相互并联连接从而形成一对段, 并且所述六个段中的第

三、第四、第五和第六段相互串联连接，并且与该对段串联连接；并且

e)在第五结构中，在最后泵吸步骤期间，所有六个段都相互串联连接。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述泵的所述多个段为六个段，这六个段在泵吸期间按照以下连续结构连接：

a)在第一结构中，在第一泵吸步骤期间，所述六个段中的第一、第二和第三段并联连接从而形成第一组段，所述六个段中的第四、第五和第六段并联连接从而形成第二组段，并且第一和第二组段在气流通道上串联连接；

b)在第二结构中，在第一中间泵吸步骤期间，所述六个段中的第一和第二段相互并联连接从而形成第一对段，所述六个段中的第三和第四段相互并联连接从而形成第二对段，所述六个段中的第五和第六段相互并联连接从而形成第三对段，并且第一、第二和第三对段相互串联连接；

c)在第三结构中，在第二中间泵吸步骤期间，所述六个段中的第一和第二段相互并联连接从而形成第一对段，所述六个段中的第三和第四段相互并联连接从而形成第二对段，并且所述六个段中的第五和第六段相互串联并且与第一和第二对段串联连接；

d)在第四结构中，在第三中间泵吸步骤期间，所述六个段中的第一和第二段相互并联以形成一对段，并且所述六个段中的第三、第四、第五和第六段相互串联连接，并且与该对段串联连接；并且

e)在第五结构中，在最后泵吸步骤期间，所有六个段相互串联连接。

在限制能耗的同时能迅速抽空的外罩

技术领域

本发明涉及能够在外罩内建立并且保持适当真空的真空泵吸装置。

背景技术

通常要在外罩中建立真空，在制造半导体的工业过程中尤为如此，其中需要在真空中进行一些制造步骤。

在这些过程中，将基板设置在一装载腔室(被称为负荷固定舱(load lock))中，它与一真空泵吸装置连接，以便将装载腔室内的压力降低至适合用于随后将半导体基板转移到其中存在适用于制造目的的真空的处理腔室中。

可以理解，每个基板装载和卸载操作需要将装载腔室中的气压降低然后升高，因此需要真空泵吸装置频繁参与。

还要理解的是，在泵吸腔室中不是瞬时建立真空，因此所花费的时间对制造过程的整体速度构成一个限制。

当基板尺寸较大时，这种限制尤为显著。在这些情况中，尤其对于制造平板TV或显示屏而言，装载腔室必须具有适用于容纳一块或多块平板屏幕的体积。

例如，目前用于制造平板屏幕的装载腔室具有较大的容积，通常大约为500升(L)至1000L并且有时超过5000L，并且这些腔室需要尽可能快地被抽空。

目前用于将这种大容积装载腔室快速抽空的解决方案是使用配备有大电机的大型泵。因此，这些泵和其电机构成笨重而又昂贵的元件，并且这些元件消耗了大量能量。

本发明所提出的问题是迅速将大容积外罩抽空以便在外罩内

迅速达到合适的真空，同时减小真空泵吸装置的尺寸，并且限制了为了达到令人满意的真空而所消耗的能量。

本发明是鉴于如下观察做出的，即给定的真空泵吸装置通常具有这样一个特征，根据真空泵吸装置的体系结构，速度是作为在某些给定压力范围内具有最大值的压力的函数，特定的压力范围针对最大速度。

本发明利用了这种观察的优点来设计出几何形状可变的真空泵吸装置，其中使该装置的几何形状在一种或多种情况下变化，以便在每个泵吸段期间即在所抽空的外罩内的各个连续压力范围期间优化泵吸装置的速度。

因此本发明通过使用多段干式机械泵来实现所期望的结果，采用按照串联和并联模式将各个段智能连接的方案，也可以结合对泵速度的控制。

因此连续使用用于多个泵吸段的多个结构，这些结构在进气压力降低时相互连续，并且所选的结构始终是为泵吸装置提供最大泵吸速度的结构。

实际上，根据适用于所要抽空的体积的定时，或者根据泵电机的瞬时电能消耗，或者根据从用来测量所要抽空的外罩内的压力的压力计获得的压力信息，从一个结构切换到下一个结构。

因此，尺寸相对较小的泵能够以更高的速度泵吸，因此避免了需要使用由更大电机驱动并且消耗更多能量的更大的泵。

在泵吸装置容量和能耗方面可以节省约 40%那么多。

发明概述

为了实现这些目的和其它目的，本发明提供了一种用于降低外罩压力的真空泵吸装置，该装置包括用于驱动多段干式机械真空泵的马达，每个段具有一进气口和一出气口，并且该泵包括用于使在用于将气体从外罩抽出的回路中的段相互连接的管道。该装置包括流体流动连接部件，它使这些段相互连接，以便从其中这些段在第一泵吸步骤

期间至少成对并联连接的第一结构变成其中这些段在最后泵吸步骤中串联连接的最后结构，并且经过至少一个中间结构，在中间泵吸步骤期间，在每个当前压力范围中优化泵吸速度，并且其中至少一个段与至少一个其它段并联连接，同时至少一个段与至少一个其它段串联连接。

实际上，流体流动连接部件优选包括由电子控制部件控制并且插入在这些管道中的阀门。

在本发明的一个实施方案中，电子控制部件促动这些阀门响应于在外罩内的气压变化从一个结构变为下一个结构。在外罩内的气压为在其当前结构中的真空泵吸装置的泵吸能力的可靠指示器，并且可以比较各种结构的速度曲线以便总是选择呈现最好泵吸能力的结构。

可选的是，电子控制部件促动这些阀门以响应于在由泵电机消耗的能量变化从一个结构变为下一个结构。实际上，由该电机消耗的能量也是合适的参数，它给出了有关这些段的当前结构的最佳或非最佳状态的指示，因为在已经到达速度曲线的最大值之后由泵吸装置消耗的能量增大至超过一些极限值。

在另一个可能性中，电子控制部件可以促动这些阀门在作为所抽空的外罩体积的函数的预定持续时间之后从一个结构变为下一个结构。对于所抽空的外罩的给定容积，通过反复试验可以确定必须从一个结构切换到另一个的时刻，以便连续保持优化真空泵吸装置的速度结构。

优选的是，在真空泵的主体中，这些阀门和段间管道成一体。

在第一泵吸步骤期间，在外罩内的压力仍然较高时，选择其中这些段并联的第一结构。在最后泵吸步骤期间，在外罩内的压力较低时，选择其中这些段串联的最后结构，以便增大压缩比并且因此在外罩内到达甚至更低的压力。另外，在最后泵吸步骤期间，电子控制部件可以有利地增加电机的速度，并且因此增加泵的速度，超过其标称速度，已经观察到，可以超过标称速度而不会超过能量极限，因为作为限制能量的段的低压段在该步骤期间处于低压缩区域中。

一旦在外罩内已经到达所期望的压力状态，则电子控制部件可以通过降低其电机的转动速度以便提供压力保持泵吸或者通过使呈现低速的附加泵吸段与出气口连接以便同样保持压力，从而使真空泵吸装置进入操作的低成本模式。

在本发明的第一实施例中，该装置具有四个段，这些段在泵吸期间按照以下连续的结构连接：

a)在第一结构中，在第一泵吸步骤期间，第一和第二段相互并联连接从而形成第一对段，第三和第四段相互并联连接从而形成第二对段，并且这两对段在气流通道上串联连接；

b)在第二结构中，在中间泵吸步骤期间，第一和第二段保持相互并联连接，同时第三和第四段相互串联连接，并且由第一和第二段构成的第一对段与由第三和第四段构成的第二对段串联连接；并且

c)在第三结构中，在最后泵吸步骤期间，所有四个段相互串联连接。

在第二实施例中，该装置具有五个段，这些段在泵吸期间按照以下连续的结构连接：

a)在第一结构中，在第一泵吸步骤期间，第一、第二和第三段并联连接从而形成一组段，第四和第五段相互并联连接从而形成一对段，并且所述一组段和所述一对段在气流通道上相互串联连接；

b)在第二结构中，在第一中间泵吸步骤期间，第一和第二段保持相互并联连接从而形成第一对段，第三和第四段相互并联连接，从而形成第二对段，并且第一和第二对段相互串联连接并且与第五段串联连接；

c)在第三结构中，在第二中间泵吸步骤期间，第一和第二段相互并联连接从而形成一对段，并且第三、第四和第五段相互串联连接并且与那对段串联；并且

d)在第四结构中，在最后泵吸步骤期间，所有五个段相互串联连接。

在本发明的第三实施例中，该装置具有六个段，它们在泵吸期间

按照以下连续结构连接:

a)在第一结构中,在第一泵吸步骤期间,第一、第二和第三段并联连接从而形成第一组段,第四、第五和第六段并联连接从而形成第二组段,并且第一和第二组段在气流通道上相互串联连接;

b)在第二结构中,在第一中间泵吸步骤期间,第一、第二和第三段并联连接从而形成一组段,第三和第四段相互并联连接,从而形成一对段,并且这组段和那对段相互串联连接,并且与第六段串联连接;

c)在第三结构中,在第二中间泵吸步骤期间,第一、第二和第三段并联连接从而形成一组段,第四、第五和第六段相互串联连接,并且与那组段串联连接;

d)在第四结构中,在第三中间泵吸步骤期间,第一和第二段相互并联连接从而形成一对段,并且第三、第四、第五和第六段相互串联连接,并且与那对段串联连接;并且

e)在第五结构中,在最后泵吸步骤期间,所有六个段都相互串联连接。

在本发明的第四实施例中,该装置具有六个段,它们在泵吸期间按照以下连续结构连接:

a)在第一结构中,在第一泵吸步骤期间,第一、第二和第三段并联连接从而形成第一组段,第四、第五和第六段并联连接从而形成第二组段,并且第一和第二组段在气流通道上串联连接;

b)在第二结构中,在第一中间泵吸步骤期间,第一和第二段相互并联连接从而形成第一对段,第三和第四段相互并联连接从而形成第二对段,第五和第六段相互并联连接从而形成第三对段,并且第一、第二和第三对段相互串联连接;

c)在第三结构中,在第二中间泵吸步骤期间,第一和第二段相互并联连接从而形成第一对段,第三和第四段相互并联连接从而形成第二对段,并且第五和第六段相互串联并且与第一和第二对段串联连接;

d)在第四结构中,在第三中间泵吸步骤期间,第一和第二段相互

并联以形成一对段，并且第三、第四、第五和第六段相互串联连接，并且与那对段串联连接；并且

e)在第五结构中，在最后泵吸步骤期间，所有六个段相互串联连接。

在另一个方面中，本发明提供了一种使用多段干式机械泵来降低在外罩内的压力的真空泵吸方法，其中该泵的这些段在多个连续结构中相互连接，以从其中在第一泵吸步骤期间这些段至少成对并联的第一结构变为其中这些段在最后泵吸步骤期间串联连接的最后结构，并且经由至少一个中间结构，选择每个结构以优化在当前压力范围中的泵吸速度。在这个或每个中间结构中，至少一个进气段与至少一个其它进气段并联连接，并且至少一个出口段与至少一个其它段串联连接。

在这种方法中，可以在第一泵吸步骤期间使这些段至少成对并联连接，在最后泵吸步骤期间使段串联连接，任选地，在中间泵吸步骤期间使进气段保持并联同时出口段串联。

另外，在最后泵吸步骤期间，该泵的速度可以暂时增大至高于其标称速度。

附图说明

从结合附图给出的以下具体实施方案说明中将了解本发明的其它目的、特征和优点，其中：

图 1 为示意图，显示出用于真空泵吸装置的现有技术结构，其中多段泵为 Roots 类型，它具有四个串联的泵段；

图 2 为在本发明一实施例中的真空泵吸装置的示意图，它也包括 Roots 类型的四个泵段，这些泵段按照第一结构相互连接；

图 3 为显示出局部打开的图 2 真空泵吸装置的透视图；

图 4 为一流程图，显示出这些泵段如何在图 2 的第一结构中相互连接；

图 5 为处于第二结构中的在图 2 中的实施例中的真空泵吸装置的

示意图;

图 6 为一流程图, 显示出这些泵段在图 5 的第二结构中相互连接的方式;

图 7 为一流程图, 显示出这些泵段在第三结构中如何相互连接;

图 8 为一曲线图, 绘制出作为在正在被抽空的外罩中的压力的函数的图 2 至 7 的装置的泵吸速度的曲线;

图 9 为一曲线图, 绘制出在降低在外罩中的压力的同时图 2 至 7 的真空泵吸装置的电能消耗的曲线;

图 10A 至 10D 为在本发明一实施例中的真空泵吸装置的示意图, 它包括 Roots 类型的五个泵段, 在降低腔室内的压力的同时呈现为四个连续的结构;

图 11A 至 11E 为在本发明一实施例中的真空泵吸装置的示意图, 它包括 Roots 类型的六个泵段, 在降低腔室内的压力的同时呈现为五个连续的结构;

图 12B 和 12C 显示了与图 11B 和 11C 分别对应的替换实施例。

具体实施方式

首先对在图 1 中所示的现有技术泵吸装置的结构进行说明。

这种装置包括用来驱动多段 Roots 类型泵 2 的电机 1, 该泵借助进气口 3 从外罩 100 吸入气体并且借助出气口 4 排出气体。

在所示的实施例中, 该泵 2 包括四个连续泵段 5、6、7 和 8, 每个都具有一定子段 5a、6a、7a 和 8a 和一双转子段 5b、6b、7b 和 8b。

每个段具有其自身的进气口 5c、6c、7c 和 8c 及其自身的出气口 5d、6d、7d 和 8d。

在那种现有技术装置中, 这些连续段通过相应的两段间管道 9、10 和 11 一个接一个串联连接。在那种现有技术泵中的每个两段间管道 9-11 将前面一个段的出气口与下一个段的进气口连接。例如, 两个段之间的管道 9 将出气口管道 5d 与进气口 6c 连接。该连接在泵吸过程期间不会改变。

现在参照图 2, 该图显示出在本发明的一实施例中的真空泵吸装置。

该实施例其总体结构与在图 1 中所示的那种传统多段 Roots 泵相同, 但是进行了改进, 能够改善在这些段之间的连接。因此, 在图 2 中, 可以发现其主要元件与在图 1 的泵中相同, 并且这些元件由相同的附图标记表示。

因此, 可以看到具有其相应的进气口 5c-8c、其相应的出气口 5d-8d 和段间管道 9-11 的四个段 5-8。

段间管道 9 使出气口 5d 与进气口 6c 连接; 段间管道 10 使出气口 6d 与进气口 7c 连接; 并且段间管道 11 使出气口 7d 与进气口 8c 连接。

在本发明, 还设有位于进气口 5c 和段间管道 9 之间的第一旁通管道 12; 位于段间管道 9 和段间管道 10 之间的第二旁通管道 13; 位于段间管道 10 和段间管道 11 之间的第三旁通管道 14; 以及位于段间管道 11 和出气口 8d 之间的第四旁通管道 15, 如在该图中可以看到的一样。

最后, 在图 2 中, 可以看到四个阀门 16、17、18 和 19。阀门 16 布置成让进气口 6c 选择性地与旁通管道 12 或与段间管道 9 和出气口 5d 连通。阀门 17 布置成选择性地关闭旁通管道 13。阀门 18 布置成使进气口 8c 选择性地与旁通管道 14 或段间管道 11 和出气口 7d 连通。最后, 阀门 19 布置成选择性地关闭旁通管道 15。

在图 2 中所示的实施例中, 阀门 16 和 17 通过接合在段间管道 9 中并且由促动器 20 驱动的纵向促动杆相互机械连接。同样, 阀门 18 和 19 在由促动器 21 驱动的纵向杆上相互机械连接。

在该泵吸装置的第一结构中, 在第一泵吸步骤 E1 期间, 促动器 20 和 21 下降, 并且阀门 16-19 如在图 2 中所示那样下降。第一和第二段 5 和 6 相互并联连接, 从而形成第一对段, 并且第三和第四段 7 和 8 相互并联, 从而形成第二对段。这两对段在位于进气口 3 和出气口 4 之间的气流通道的串联连接。

促动器 20 和 21 由电子控制器 22 控制, 它们通过导线 20a 和 21a

与之连接。电子控制器 22 例如包括与存储器相连的处理器，这些存储器包含有用于给促动器 21 和 21 适当供能并且确保在由该装置实施的各个操作步骤期间使阀门 16-19 适当地定位的程序，如下面所述一样。

电机 1 的速度也由电子控制器 22 控制，并且它通过导线 1a 连接在其上，并且在电机 1 的外面或里面或者在电子控制器 22 中设有一速度控制器。

图 3 显示出与图 2 相同的元件，但是以三维表示的方式显示出。因此可以看到电机 1 和泵 2 及其进气口 3 和其出气口 4。还可以看到两个促动器 20 和 21、阀门 16 和 18 以及各个段 5、6 和 7 的 Roots 类型转子 5b、6b 和 7b。出气口段 8 不能看到。

图 4 显示出图 2 的各个段的结构，因此在进气口 3 和出气口 4 之间可以看到彼此并联的两个段 5 和 6，并且其各自的进气口 5c 和 6c 通过旁通管道 12 相互连接，并且其相应的出气口 5d 和 6d 通过旁通管道 13 相互连接。段 7 和 8 同样并联，其相应的进气口 7c 和 8c 通过旁通管道 14 相互连接，并且其相应的出气口 7c 和 8c 通过旁通管道 15 相互连接。这两对 5-6 和 7-8 在气体从进气口 3 到出气口 4 所经过的通道上由段间管道 10 相互串联。

在图 2 至 4 中所示的具有两对并联段的这种第一结构对应于在抽空外罩的第一步期间提供该装置的第一结构。

在图 5 和 6 中，在中间泵吸步骤 E2 期间对该系统提供第二结构。第一和第二段 5 和 6 或“进气口”段保持相互并联，同时第三和第四段 7 和 8 或出口段相互串联连接。由第一和第二段 5 和 6 形成的第一对段与第三和第四段 7 和 8 串联连接。为此，促动器 20 保持下降，同时促动器 21 上升至一个上部位位置。

最后，在图 7 中所示的第三或最后结构中，为了在最后泵吸步骤 E3 期间使用，所有四个段 5、6、7 和 8 在气流通道中相互串联连接。为此，两个促动器 20 和 21 都下降。

下面通过计算模拟来说明本发明的优点。

假设外罩100具有1000L的容积V，并且期望经过45秒的持续时间t将它抽空；实际上，例如期望使外罩内的压力从1大气压的压力 p_1 降至0.1毫巴(mBar)的压力 p_2 。

通过比较，最初假设采用传统的泵。传统泵的平均速度S在应用以下公式中需要大约为700立方米/小时(m^3/h):

$$S=(V/t)\ln(p_1/p_2)$$

用来从0.1mBar将气流S驱动至1大气压所需的电能由下式给出:

$$P_w=(p_1-p_2)S$$

其中 P_w 单位为瓦特(W)， p_1 和 p_2 单位为帕斯卡(Pa)，并且S的单位为立方米/秒(m^3/s)，这在当前实施例中给出:

$$P_w=19.5 \text{ 千瓦(kW)}$$

设定所抽吸的能量从泵吸开始逐渐增大的方式，则排空所述体积所需的平均电能大约为13kW(参见图9)。

下面通过计算说明本发明使用最初设计用于 $400m^3/h$ 的最优速度的泵，在三个连续步骤中能够获得接近 $700m^3/h$ 的速度。

假设段5具有 $400m^3/h$ 的速度 S_1 ，段6具有 $300m^3/h$ 的速度 S_2 ，段7具有 $300m^3/h$ 的速度 S_3 ，并且段8具有 $200m^3/h$ 的速度 S_4 。下面显示出平均能耗保持低于10kW。

在抽空外罩100的第一步骤期间，在外罩内的气压从1大气压下降至压力 p_1 。然后真空泵吸装置处于如在图2和4中所示的其结构中。

所期望的泵的速度: $S=K(S_1+S_2)$

$$K=K_0(K_0-1+(S_1+S_2)/(S_3+S_4))=0.93, \text{ 并且在大气压下 } K_0=5$$

K_0 为泵在零速度下的压缩比。

$$S=650m^3/h$$

$$P_w=700(p'-p_2(in))+500(p(ref)-p')$$

通过流量守恒定理， p' =中间压力= $p_1(in)(S_1+S_2)/(S_3+S_4)$ 。

在高压段能耗更大。在每个段中功率增加，而压力 $p_1(in)$ 降低。

确定 $p_1(in)$ 从而避免超过 $P_w=10kW$ 。

如果通过共享在两个段之间的工作来针对 $p_1=300mBar$ 计算能耗，

则 $p'=420\text{mBar}$ ，并且：

$$P_w=700\text{m}^3/\text{h} \times 120\text{mBar}+500\text{m}^3/\text{h} \times 580\text{mBar}=10.3\text{kW}$$

采用这些泵段的这种新结构并且在该压力范围中，能量再次降低，并且泵吸速度接近 $700\text{m}^3/\text{h}$ 。

现在参照图8，该图绘制出作为在所抽空的腔室中的压力的函数的泵吸速度的曲线。在步骤E1期间，在第一结构中的本发明真空泵吸装置的速度遵循代表最大值的曲线A。

在到达压力 p_1 时，该系统切换成下面的结构。

图9绘制出作为在外罩中的压力的函数的用于机械驱动该泵转动的能耗。在步骤E1期间，能耗遵循曲线B规则地增大，然后在装置切换成其第二结构中时在压力 p_1 处突然下降。

在图5和6中所示的第二结构中，在外罩内的压力从压力 p_1 变为压力 p_2 。

在 p_1 处，并行出口段7-8分成串，以便降低由高压段消耗的能量。

泵的所期望速度： $S=K'(S_1+S_2)$

$K'=0.78$ ，并且在 $S=550\text{m}^3/\text{h}$ 时 $K_0=5$ 。

对于 $p_2=50\text{mBar}$ 所消耗并且假设在三个段之间存在以下压力分布： $50 \rightarrow 100 \rightarrow 550 \rightarrow 1000$ 的能量：

为 $P_w=700 \times (100-50)+300 \times (550-100)+200 \times (1000-550)$ ，即 $P_w=7.2\text{kW}$ 。

在图8中，可以看到，在压力 p_1 和 p_2 之间的步骤E2期间，本发明的装置的速度 S 的特征遵循表示最大值的曲线C。在图9中，可以看出，在该相同步骤E2期间，该装置的能量特征遵循曲线D。

下面，再次改变装置的结构以使外罩内的压力从压力 p_2 降低至压力 p_3 。该结构然后如在图7中所示一样，并且所有四个段5-8串联。

在压力 p_2 处，串联的这些段的这个结构使得压缩比能够增大。

为了保持 $700\text{m}^3/\text{h}$ 的高速，必须通过增大转动速度来增大标准抽吸速度。

该速度以系数 K_n 增大。

所期望的速度 $S=400 \times K_n$ 。

假设 $S=700\text{m}^3/\text{h}$ ，则将 K_n 选择为 $7/4$ 。

对于 $p_3=1\text{mBar}$ 并且假设这些段的压缩比作为所用压力的函数的能耗如下：

段5从 1mBar 到 10mBar ($K_0=10$)工作，段6从 10mBar 到 50mBar ($K_0=5$)工作，段7从 50mBar 到 250mBar 工作，段8从 250mBar 到 1000mBar 工作($K_0=4$)。

$$P_w = K_n(400 \times 9 + 300 \times 40 + 300 \times 200 + 200 \times 750)$$

$$P_w = 10.9\text{kW}.$$

在图8中，可以看出增大泵速度的影响：在恒定速度下，速度特征遵循曲线E，即该速度比在步骤E1和E2期间所获得的速度下降。但是，通过增大速度，速度特征遵循曲线F，这在相当大的压力范围上保持接近最大速度的泵吸速度。

从在图8中的示意图中，可以看出曲线A、C和F表征了以接近 $700\text{m}^3/\text{h}$ 进行抽吸(曲线G表示在 $700\text{m}^3/\text{h}$ 下操作的理想泵)，而该泵的最大段只提供 $400\text{m}^3/\text{h}$ 。

在图9中，可以看出遵循连续的曲线B、D和H驱动该泵所需的能量局限于大约 10kW ，而具有 $700\text{m}^3/\text{h}$ 的速度的传统多段泵将需要由曲线I表示的 19.5kW 的能量。

本发明因此提供了40%至45%的最大电能节约，并且平均能耗节约20%至25%。

还考虑的是，本发明使泵的标称尺寸节约了大约40%。

所述的实施例涉及一种具有四段Roots类型干式机械泵的抽吸装置。当然，根据具有一些其它数量段的干式机械泵，本发明可以按照相同的方式应用于抽吸装置，段的数量大于或等于四个。

图10显示出对于具有五个段的装置在压力降低时本发明抽吸装置的连续结构的一个实例。

在图10A中，可以看到在进气口100和出气口101之间，三个段102、103和104并联，其各自的进气口102c、103c和104c通过旁通管道105

相互连接，其各自的出气口102d、103d和104d通过旁通管道106相互连接。这些段107和108同样并联，其各自的进气口107c和108c通过旁通管道109相互连接，其各自的出气口107d和108d通过旁通管道110相互连接。这两个组102-103-104和107-108在位于进气口100和出气口101之间的气流通道上通过段间管道111相互串联连接。

如在图10A中所示的这个第一结构构成在抽空外罩的第一步骤E1期间提供给该装置的结构。

在图10B中，在中间泵吸步骤E2中提供给该系统第二结构。第一和第二段102和103与第三和第四段104和107一样相互并联。由第一和第二段102和103形成的第一对段与由第三和第四段104和107形成的第二对段串联连接，并且也与第五段108串联。

在图10C中显示出用在中间泵吸步骤E3中的第三结构。第一和第二段102和103相互并联，并且第三、第四和第五段104、107和108与由第一和第二段102和103形成的第一对段串联连接。

最后，在图10D所示的第四或最后结构中，最后泵吸步骤E4其所有五个段102、103、104、107和108在气流通道上相互串联连接。

图11显示出用于本发明的泵吸装置的连续结构的实施例，同时在该装置具有六个段时压力正在降低。

在图11A中，可以看到在进气口200和出气口201之间可以看到三个并联的段202、203和204，其各自的进气口202c、203c和204c通过旁通管道205相互连接，并且其相应的出气口202d、203d和204d通过旁通管道206相互连接。这三个段207、208和209同样并联，并且其各自的进气口207c、208c和209c通过旁通管道210相互连接，其各自的出气口207d、208d和209d通过旁通管道211相互连接。这两个组202-203-204和207-208-209在位于进气口200和出气口201之间的气流通道上通过段间管道212相互串联连接。

在图11A中所示的第一结构构成在抽空外罩的第一步骤E1中提供该装置的结构。

在图11B中，在中间泵吸步骤E2中提供赋予该系统第二结构。这

三个第一段202、203和204保持并联。第四和第五段207和208相互并联。组202-203-204、对207-208和第六段209串联连接。

在图11C中显示出用于中间泵吸步骤E3的第三结构。三个第一段202、203和204仍然并联。第五、第五和第六段207、208和209相互串联，并且与组202-203-204串联。

在图11D中显示出用于中间泵吸步骤E4的第四结构。第一和第二段202和203相互并联连接。第三、第四、第五和第六段204、207、208和209相互串联连接，并且与由第一和第二段202和203形成的第一对段串联连接。

最后，在用于最后泵吸步骤E5的图11E中所示的第五或最后结构中，所有六个段202、203、204、207、208和209在气流通道上相互串联连接。

图12显示了可以采用具有六个段的本发明泵吸装置的可选结构的实例。第一结构如在图11A中所示一样，并且构成在抽空外罩的第一步骤E1期间提供泵吸装置的结构。

在图12B中，在中间泵吸步骤E2中提供该系统第二结构。在进气口300和出气口301之间，存在并联的两个第一段302和303，其相应的进气口302c和302c通过旁通管道304相互连接，其各自的出气口302d和303d通过旁通管道305相互连接。接下来的两个段306和307同样并联，其各自的进气口306c和307c通过旁通管道308相互连接，同时其相应的出口307d和308d通过旁通管道309相互连接。最后，最后两个段310和311同样并联，其各自的进气口310c和311c通过旁通管道312相互连接，同时其各自的出气口310d和311d通过旁通管道313相互连接。这三对302-303、306-307和310-311在位于进气口300和出气口301之间的气流通道上分别通过段间管道314和315相互串联。

在图12C中显示出用于中间泵吸步骤E3的第三结构。这两个第一段302和303并联连接。第三和第四段306和307也并联连接。最后两个段310和311与这些对302-303和307-308串联连接。

第四和第五结构与在图11D和11E中所示的结构类似。

本发明不限于明确所述的这些实施例，并且它包括对于本领域普通技术人员显而易见的许多变型和概括。

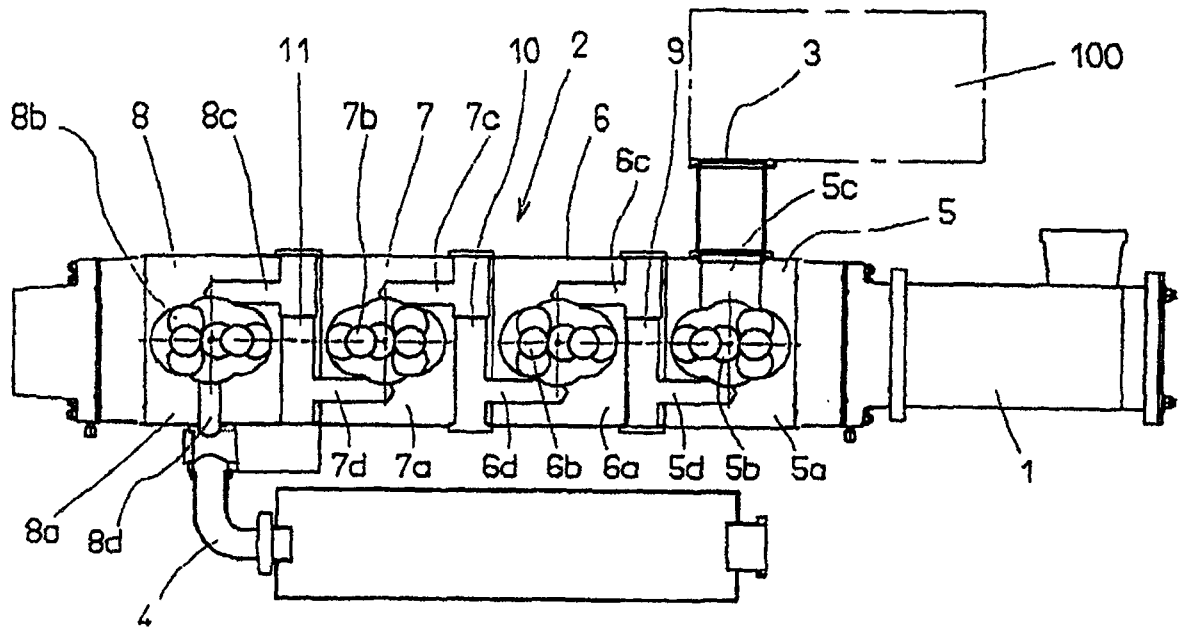


图 1

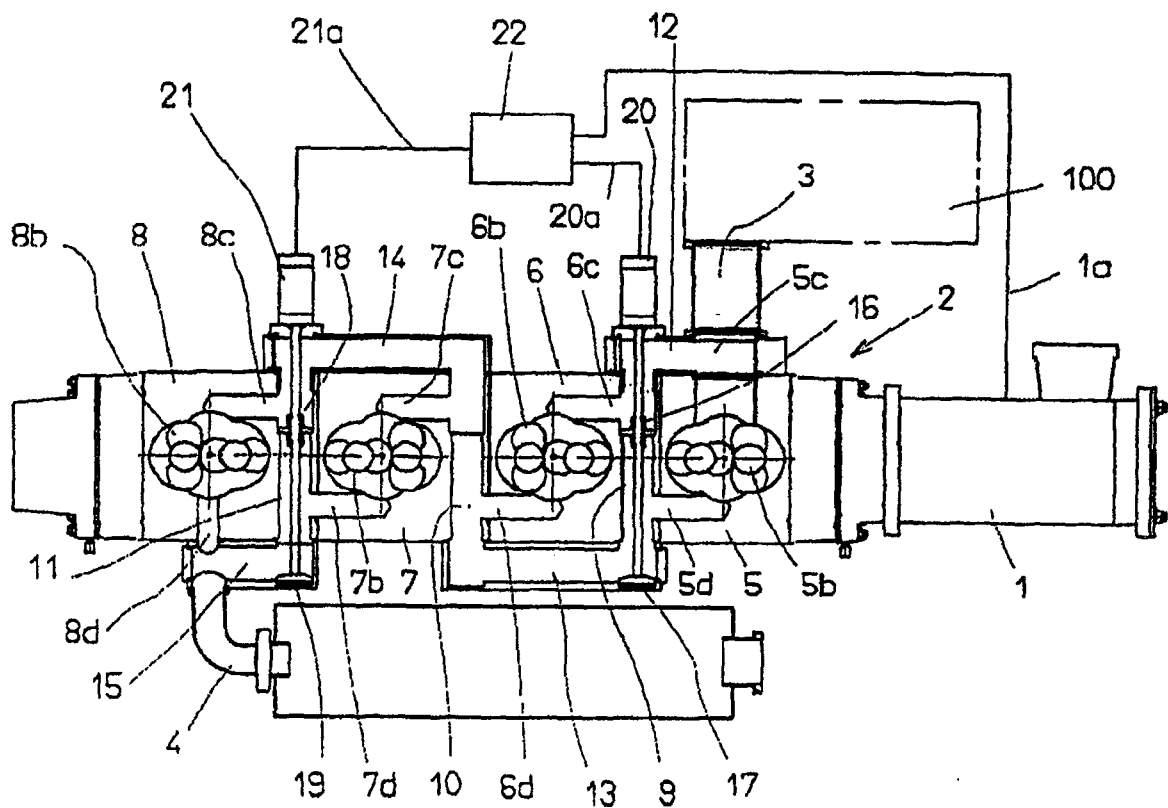


图 2

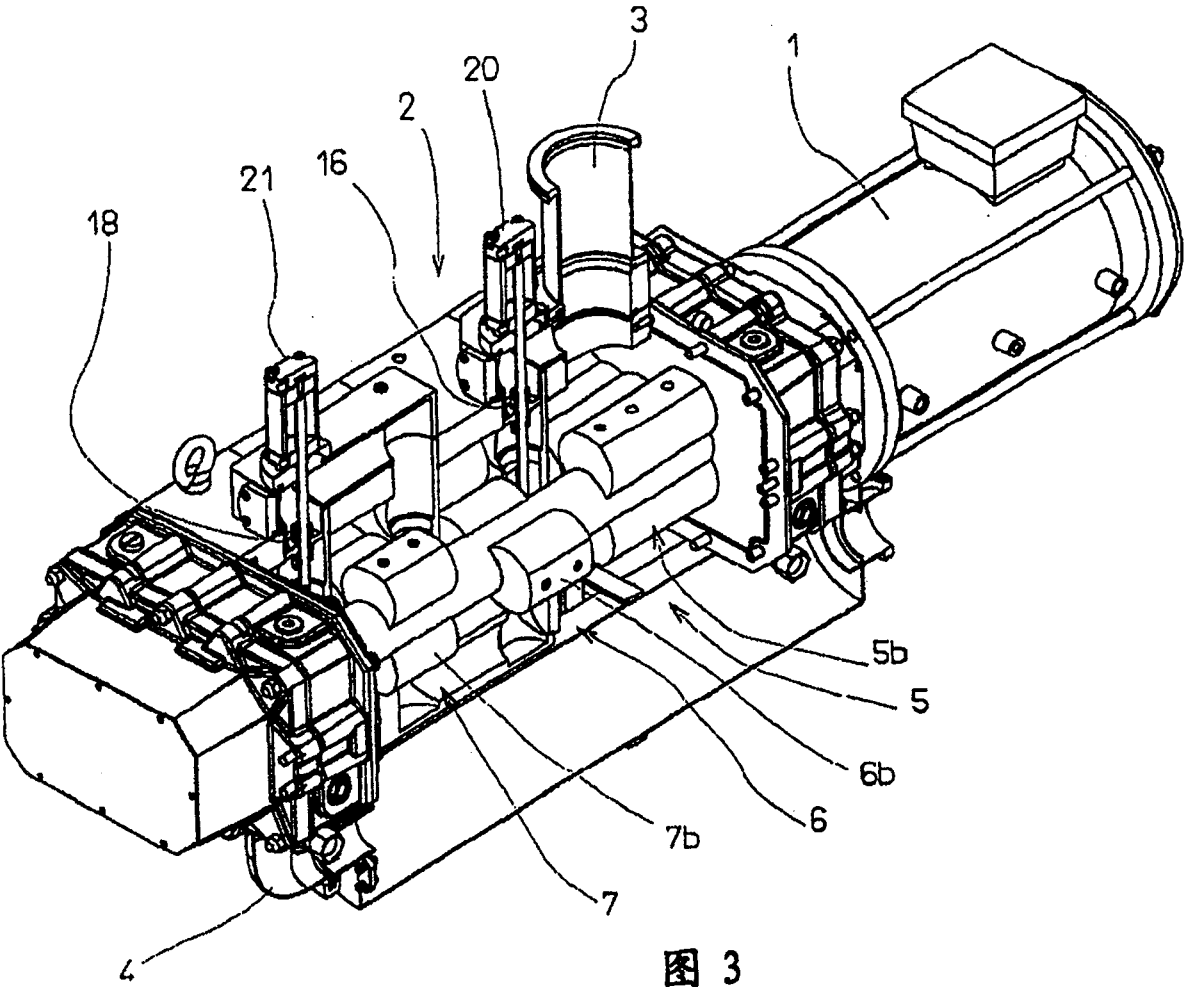


图 3

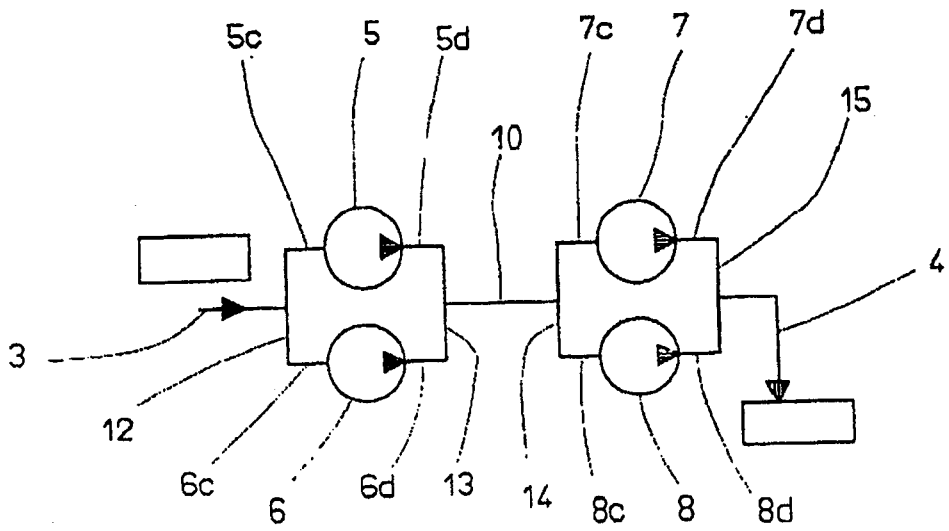


图 4

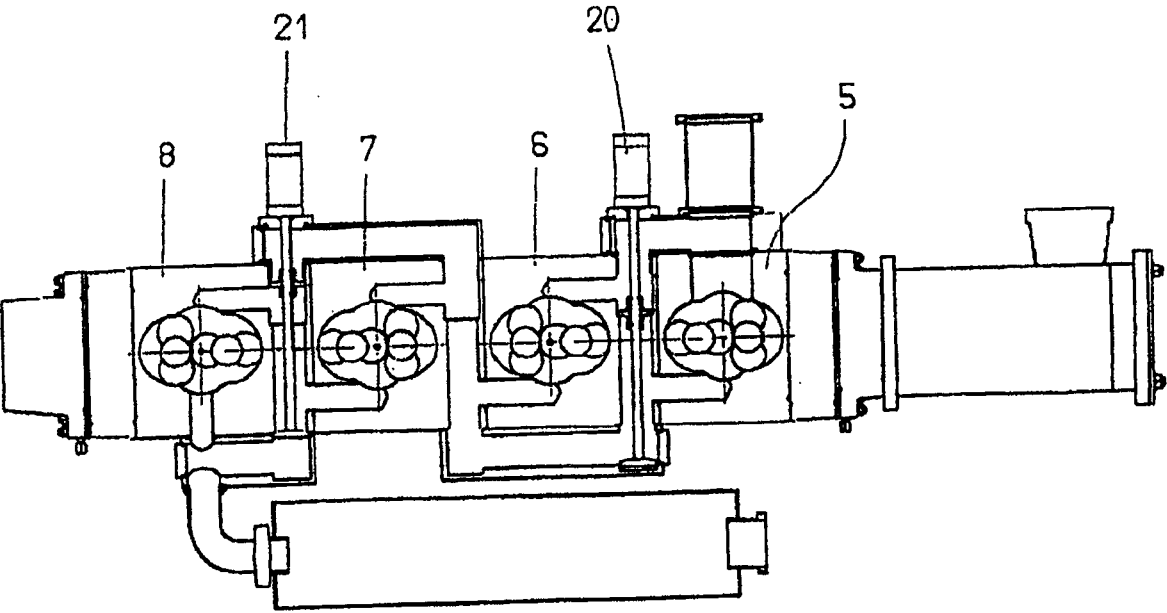


图 5

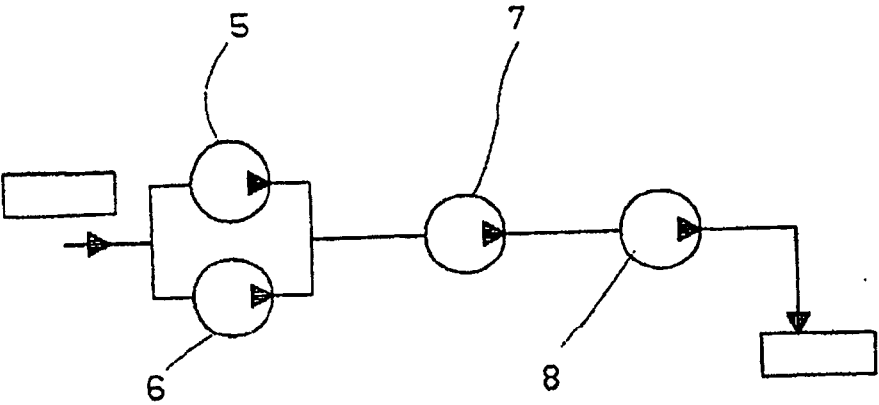


图 6

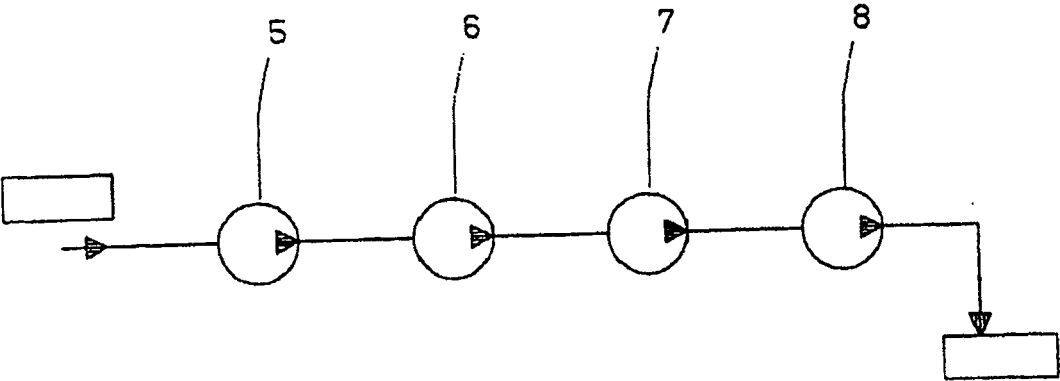


图 7

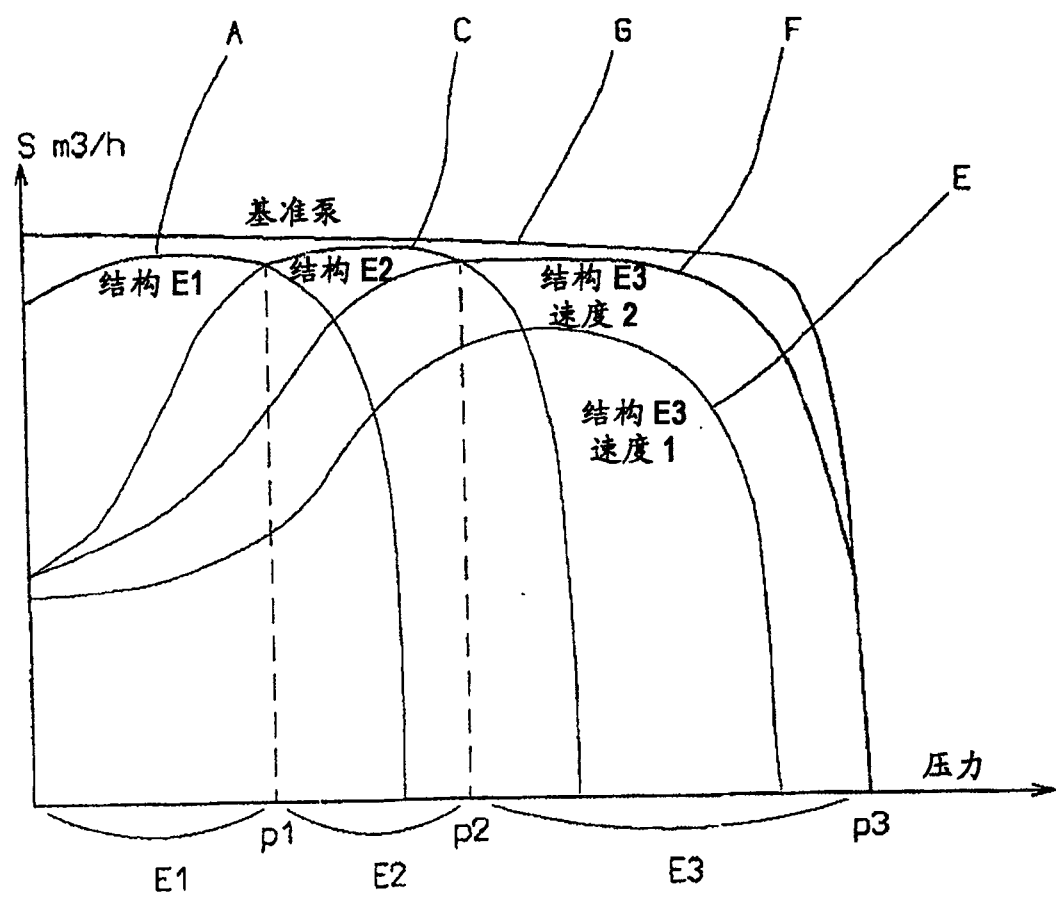


图 8

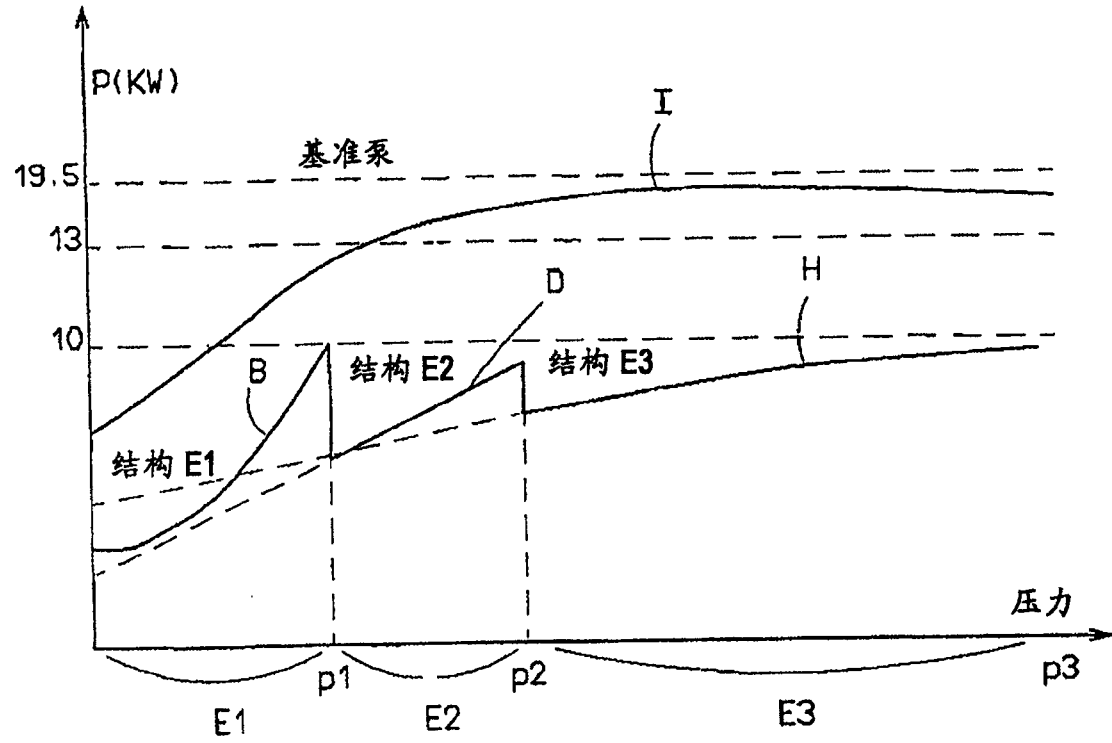


图 9

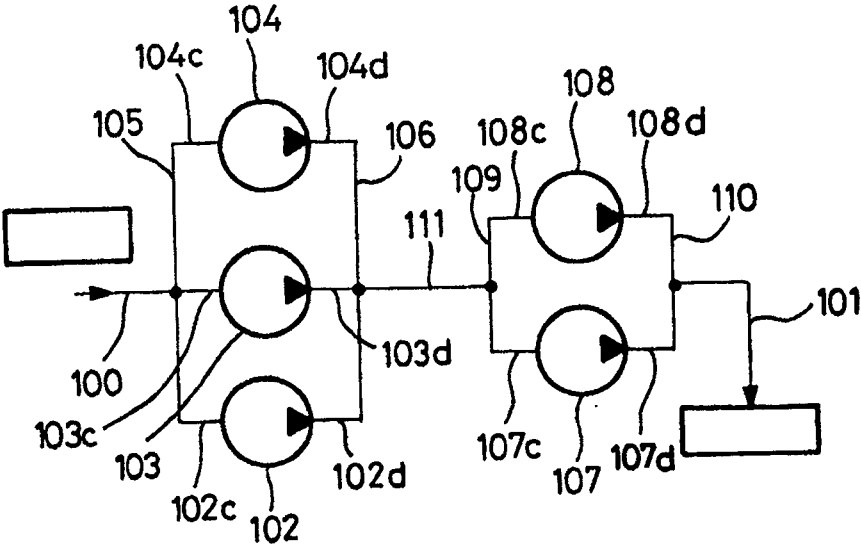


图 10A

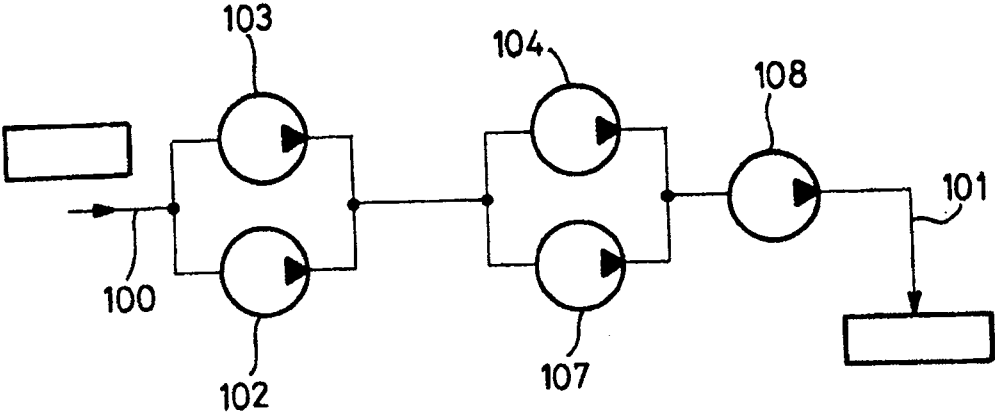


图 10B

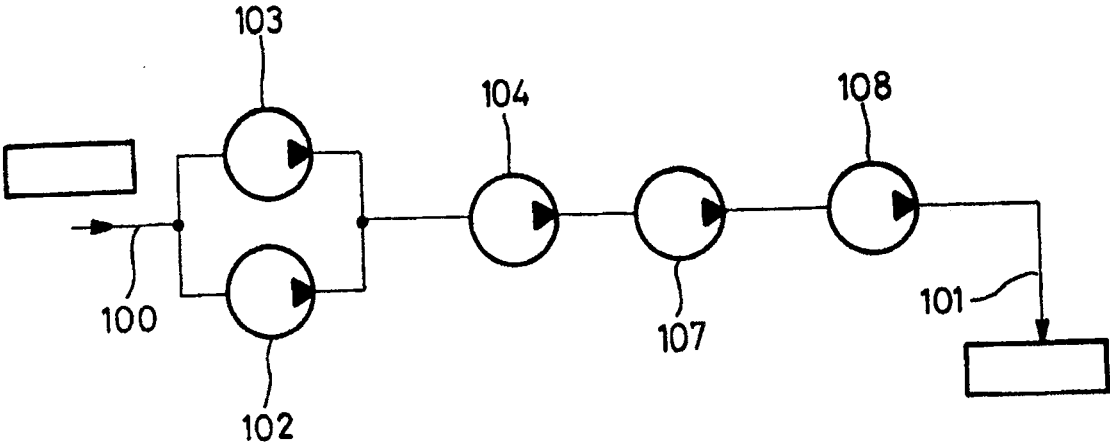


图 10C

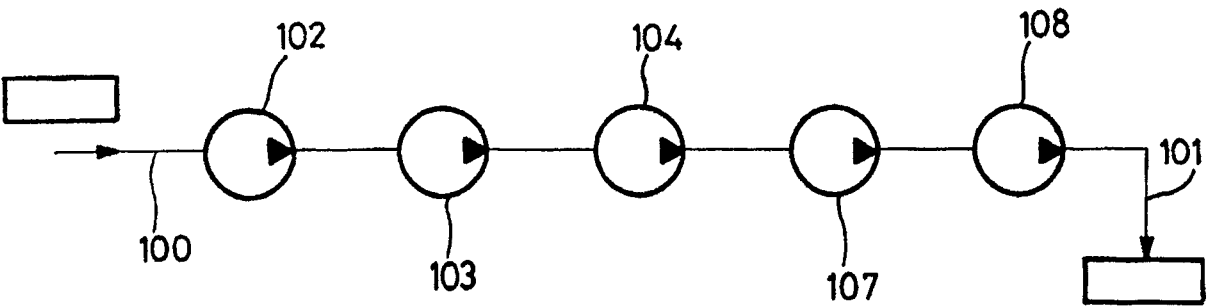


图 10D

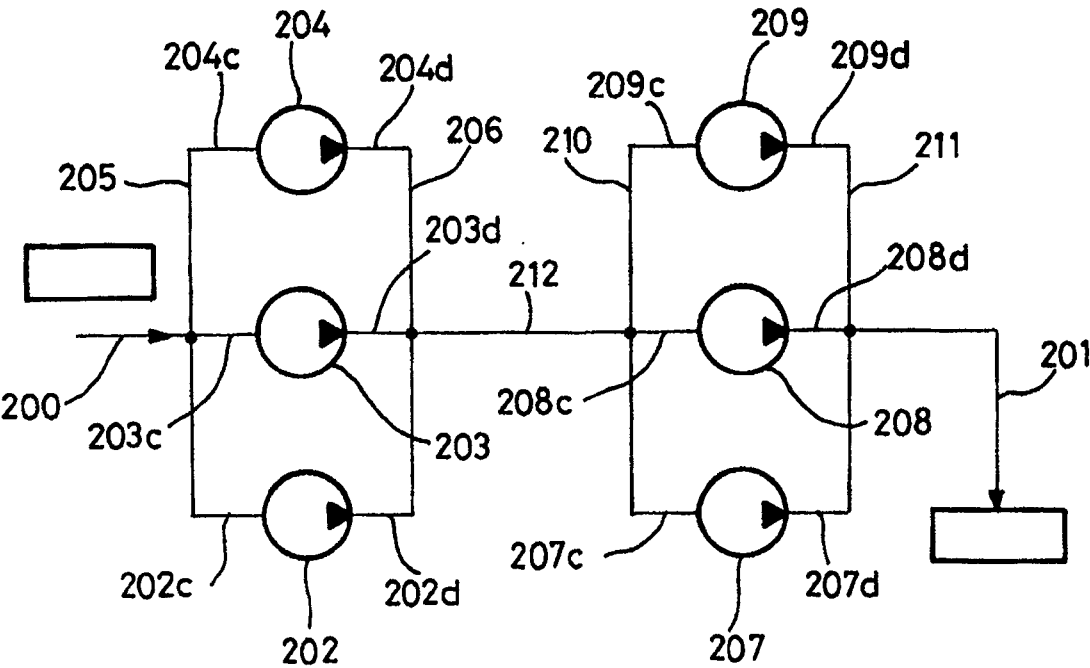


图 11A

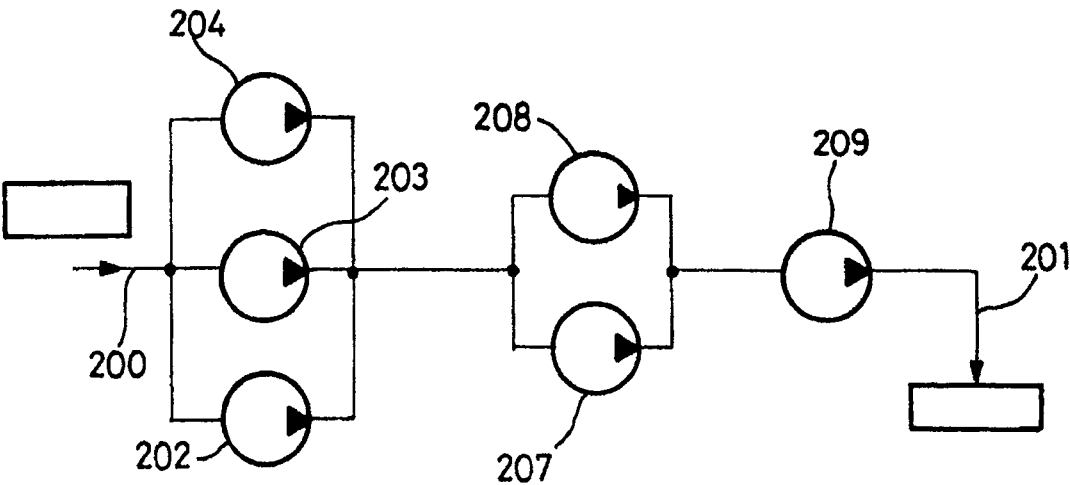


图 11B

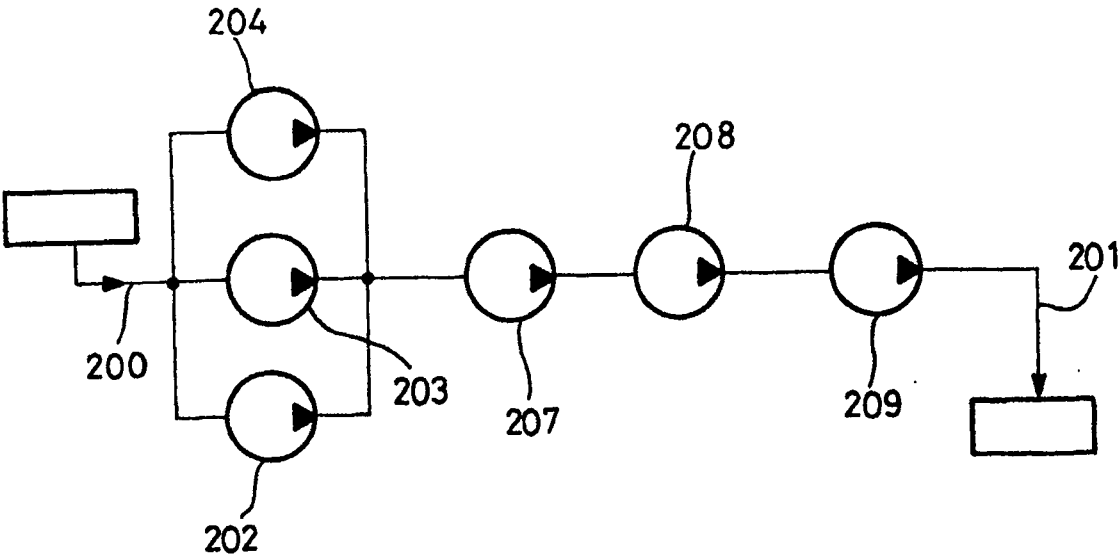


图 11C

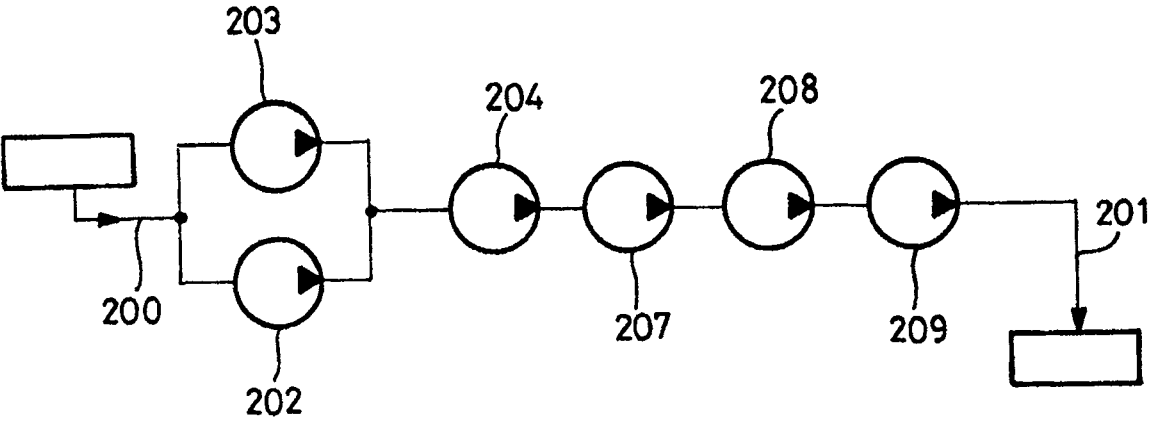


图 11D

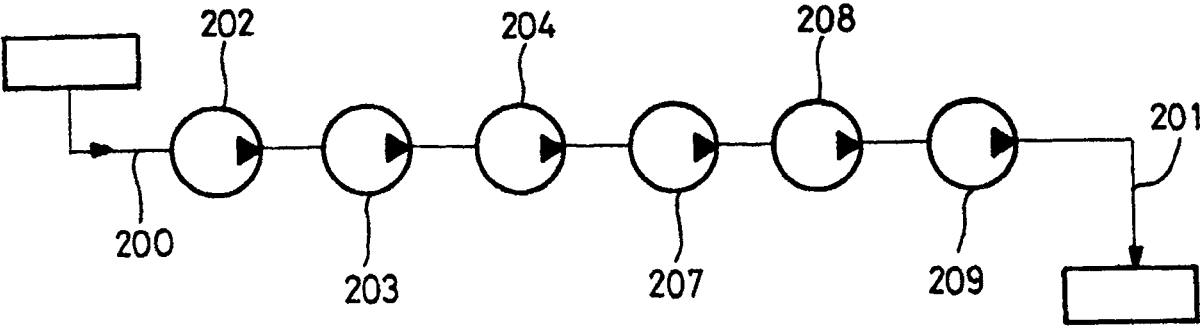


图 11E

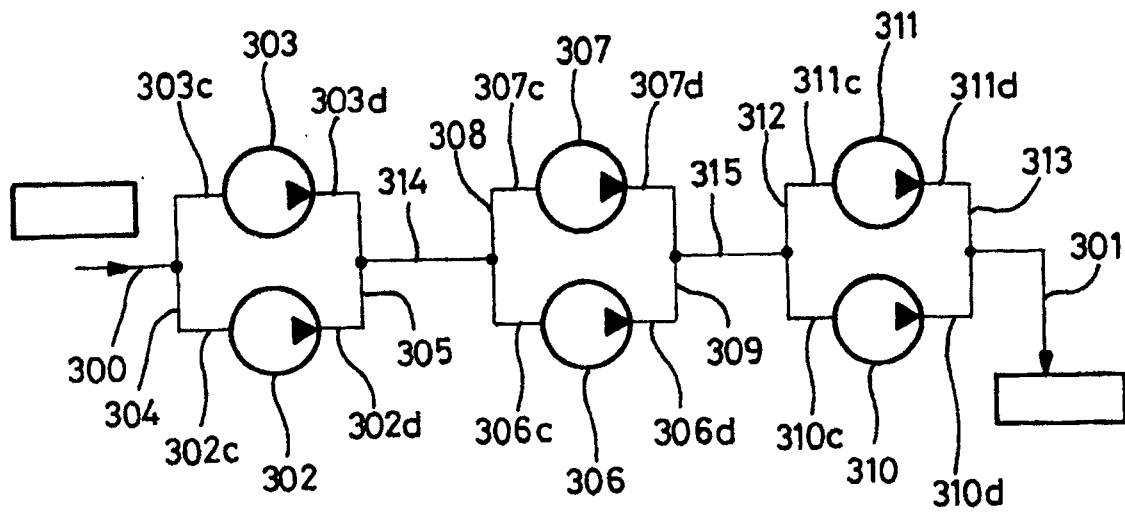


图 12B

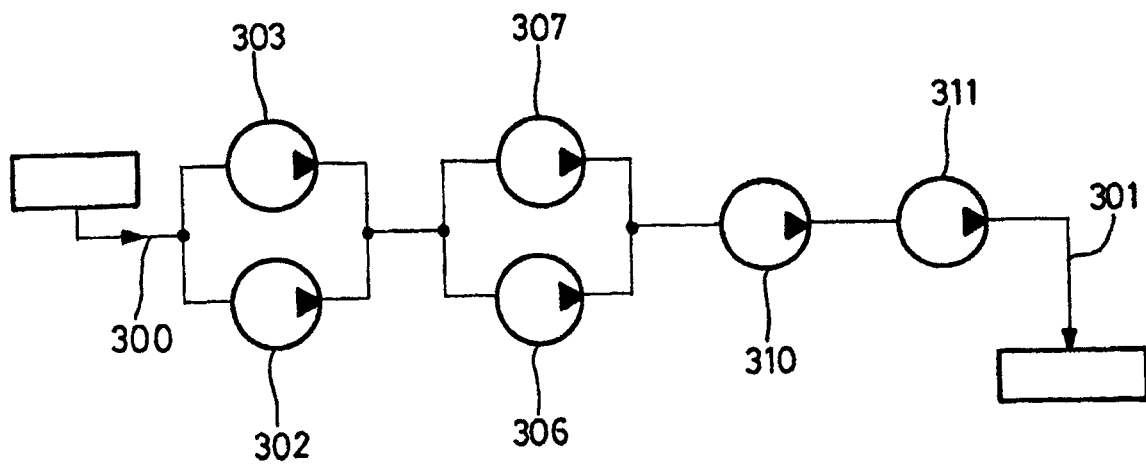


图 12C