



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106662020 B

(45)授权公告日 2020.02.28

(21)申请号 201580038364.1

(22)申请日 2015.07.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106662020 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(30)优先权数据
102014215265.8 2014.08.04 DE
102014222419.5 2014.11.03 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.01.13

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/066192 2015.07.15

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/020160 DE 2016.02.11

(73)专利权人 大众汽车有限公司
地址 德国沃尔夫斯堡

(72)发明人 C.克勒格尔 A.莫克 C.克吕廷
M.许坦赫尔姆 M.魏斯纳

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
代理人 侯宇 孟婧

(51)Int.Cl.
F02D 19/10(2006.01)
F02D 41/00(2006.01)

(56)对比文件
DE 102008001724 A1,2009.11.19,
US 2013338903 A1,2013.12.19,
EP 1255033 A2,2002.11.06,
GB 2402754 A,2004.12.15,
审查员 张广宇

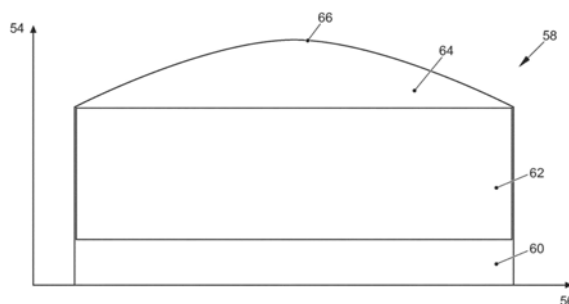
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

用于运行自点火式内燃机的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于运行自点火式内燃机(10)的方法,所述内燃机能够通过第一燃料和/或第二燃料运行。在所述方法中,在一种运行方式中,在可能的载荷-转速-值的第一部分区域(58)中通过由第一和第二燃料组成的混合物基本上按化学计量地运行内燃机。在可能的载荷-转速-值的与第一部分区域(58)不同的第二部分区域(60)中,只通过第一燃料运行内燃机。



1. 一种用于运行自点火式内燃机(10)的方法,所述内燃机能够通过第一燃料和/或第二燃料运行,其中,在一种运行方式中,在可能的载荷-转速-值的第一部分区域(58)中通过由第一和第二燃料组成的混合物运行内燃机,并且在可能的载荷-转速-值的与第一部分区域(58)不同的第二部分区域(60)中,只通过第一燃料运行内燃机,其特征在于,在所述第一部分区域(58)中由第一和第二燃料组成的混合物基本上按化学计量,并且在出现爆震燃烧时降低第二燃料的比例并相应提高第一燃料的比例,其中,将柴油用作第一燃料并且将燃气用作第二燃料。

2. 按权利要求1所述的用于运行自点火式内燃机(10)的方法,其特征在于,在另一种运行方式中,在可能的载荷-转速-值的第一部分区域(58)中只通过第一燃料按化学计量地运行内燃机。

3. 按权利要求1或2所述的用于运行自点火式内燃机(10)的方法,其特征在于,所述第一部分区域(58)和第二部分区域(60)在载荷分界线条处彼此相邻。

4. 按权利要求3所述的用于运行自点火式内燃机(10)的方法,其特征在于,所述第一部分区域(58)由满载线条(66)、载荷分界线条、最小转速线条的延伸区段和最大转速线条的延伸区段限定,并且第二部分区域(60)由最小载荷线条、载荷分界线条、最小转速线条的另一延伸区段和最大转速线条的另一延伸区段限定。

5. 按权利要求1或2所述的用于运行自点火式内燃机(10)的方法,其特征在于,在所述运行方式中,在第一部分区域(58)中输入用于燃烧的所述混合物中的第一燃料的第一比例和第二燃料的第二比例可变,其中,所述第一比例和第二比例互补为100%并且第一比例在100%至10%之间并且第二比例在0%至90%之间。

6. 按权利要求1或2所述的用于运行自点火式内燃机(10)的方法,其特征在于,所述内燃机在第二部分区域(60)中超化学计量地运行。

7. 按权利要求1或2所述的用于运行自点火式内燃机(10)的方法,其特征在于,当在所述运行方式中出现不规则的燃烧现象时,在第一部分区域(58)中将混合物中的第二燃料的比例减少至低于90%。

8. 按权利要求2所述的用于运行自点火式内燃机(10)的方法,其特征在于,在所述另一种运行方式中,在第一部分区域(58)中不使废气再循环和/或当在第二部分区域(60)中运行时使废气再循环。

9. 一种自点火式内燃机,具有包括至少一个计算机和存储器元件的控制装置,其特征在于,在存储器元件中保存有程序,所述程序在至少部分地在计算机上运行时使所述计算机执行按前述权利要求之一所述的用于运行自点火式内燃机(10)的方法。

用于运行自点火式内燃机的方法

[0001] 本发明涉及一种用于运行自点火式内燃机的具有权利要求1的前序部分所述特征的方法。本发明还涉及一种具有权利要求10的前序部分所述特征的自点火式内燃机。

[0002] 化学计量的燃烧方法在自点火式内燃机、尤其是柴油机中实现了对由汽油发动机已知的三元催化器的利用,所述三元催化器具有来自排气设备的最少排放。在系统的耗费和成本方面,三元催化器是在自点火式内燃机中的废气再处理的明显简化。在化学计量的燃烧方法中的缺点是,可能相对于超化学计量的(稀燃)运行产生较高的CO₂和炭黑排放。

[0003] 借助作为传统柴油的备选燃料、优选燃气对化学计量的燃烧的调节提供了降低CO₂和炭黑排放的潜力,同时保持了具有简化的废气再处理的自点火式内燃机的优点。原则上,一般已知借助通过燃气(燃烧气体)、例如沼气、液化石油气(LPG)、压缩天然气(CNG)或者蒸发的液态天然气(LNG)代替新鲜空气对化学计量的混合物的调节。例如在专利文献WO 2011/154028 A1和WO 2011/154027 A1中描述了具有可变的空气燃料比的双燃料式增压发动机,尤其是自点火式发动机,其中优选是指具有氢气混合物运行的外源点火的发动机。

[0004] 在专利文献DE 103 21 793 A1中描述了一种用于运行双燃料内燃机的方法,所述内燃机可以借助如氢气的燃料稀燃地运行。定义与化学计量的空气燃料比相邻的第一稀燃区域和朝向更大的 λ 值与之相连接的第二稀燃区域,其中,在第二稀燃区域中或者在接近化学计量的空气比时进行运行。

[0005] 专利文献WO 02/101214 A1涉及一种双燃料柴油发动机的控制系统,所述柴油发动机在第一运行方式中只通过柴油运行并且在第二运行方式中通过由柴油和甲烷气体构成的混合物运行。

[0006] 在单纯的燃气运行中借助三元催化器的用于内燃机的化学计量的燃烧方法原则上已知并且扩展地用于外部点火的内燃机。在这种情况下,特别值得力求实现没有不期望的甲烷排放的完全燃烧,因为甲烷对温室效应的影响约是CO₂的25倍。单纯的燃气运行的实际限制对于这种内燃机的使用者通过迄今只受限地存在的基础设施给出。最后,燃气可能在接近发动机满载时导致爆震,因此为了避免这一点必须使效率变差地调节点火时间点。

[0007] 在此背景下,本发明所要解决的技术问题在于,提供一种用于运行自点火式的、尤其是双燃料内燃机的方法,其将通过第一燃料的运行方式的优点与通过由第一和第二燃料构成的混合物的运行方式的优点尤其在排放性能方面相结合。

[0008] 该技术问题按本发明通过一种用于运行自点火式内燃机的具有权利要求1所述特征的方法解决。本发明的有利扩展设计在从属权利要求中给出。

[0009] 在按照本发明的用于运行能够以第一燃料和/或第二燃料运行的自点火式内燃机、尤其是双燃料内燃机的方法中,在一种运行方式中,在可能的载荷-转速-值(在特征场中)的第一部分区域中通过由第一和第二燃料组成的混合物基本上按化学计量地运行内燃机。在可能的载荷-转速-值(在特征场中)的与第一部分区域不同的第二部分区域中,只通过第一燃料运行内燃机。

[0010] 按照本发明可以调节按化学计量的混合物,方式为通过第二燃料代替新鲜空气:为了实现按化学计量的混合物,将超出与第一燃料化学反应的化学计量比例的新鲜空气部

分用于按化学计量地燃烧第二燃料。在此按照本发明规定,自点火式内燃机的特征场分布到上述也称为运行区域的部分区域中。

[0011] 由此可以简化对自点火式内燃机的废气再处理并且降低系统成本。尤其可以省去用于减少或者去除氮氧化物的废气再处理部件,例如SCR催化系统和/或氮氧化物存储系统。取而代之,能够以非常高的用于氮氧化物、碳氢化合物、一氧化碳的转化率在自点火式内燃机中使用三元催化器。在按化学计量的运行中,可以提高废气温度以支持废气再处理。以此方式,在具有具体的第一和第二燃料的内燃机的具体设计方案中,可以实现提高的甲烷氧化、提高的炭黑氧化和/或颗粒过滤器的连续再生。以有利的方式,可以基于燃气的改善的H-C比实现CO₂排放或者燃料消耗的过补偿或者减少。由此相对于在燃烧中释放的能量减少了CO₂排放。最后也可以减少炭黑排放和/或减少在废气再处理中颗粒过滤器的装载。

[0012] 优选地,在另一种运行方式中,在可能的载荷-转速-值的第一部分区域中只通过第一燃料按化学计量地运行内燃机。以此有利的方式可以与用于第二燃料的基础设施无关地在整个特征场中运行内燃机。

[0013] 所述第一部分区域和第二部分区域可以在载荷分界线条处彼此相邻。第一和第二部分区域可以互补为整个特征场。在此,第一部分区域优选由满载线条、载荷分界线条、最小转速线条的延伸区段和最大转速线条的延伸区段限定,并且第二部分区域由最小载荷线条、载荷分界线条、最小转速线条的另一延伸区段和最大转速线条的另一延伸区段限定。

[0014] 在按照本发明的用于运行自点火式内燃机的方法的一种优选实施形式中,在所述运行方式中,在第一部分区域中,混合物以其第一燃料的第一比例和第二燃料的第二比例可变地被输送用于燃烧反应。在此,所述第一比例和第二比例互补为100%并且第一比例在100%至10%之间并且第二比例在0%至90%之间。

[0015] 特别有利和优选的是,所述内燃机还在第二部分区域中超化学计量地运行($\lambda > 1$)。

[0016] 在按照本发明的方法的一种有利的扩展设计中,当在所述运行方式中出现不规则的燃烧现象时,在第一部分区域中、在第一部分区域的子区域内将混合物中的第二燃料的比例减少至低于90%。

[0017] 具体地,在所述方法的优选实施形式中,将柴油用作第一燃料并且将燃气、尤其是沼气、液态甲烷、压缩天然气(特别优选)或者液化天然气用作第二燃料。

[0018] 应用按照本发明的方法的自点火式内燃机可以具有至少一个废气再循环装置、高压和/或低压废气再循环装置。对于这种内燃机优选的是,在所述另一种运行方式中,在第一部分区域中不使废气再循环和/或当在第二部分区域中运行时使废气再循环。

[0019] 这种按照本发明的自点火式内燃机需要与所谓的双燃料(Dual-Fuel)发动机区分开。双燃料(Dual-Fuel)发动机是燃气-柴油发动机,它们借助射束点火方式运行。在射束点火方式中不超过柴油燃料的99%由燃气代替。因为燃气具有相对较高的辛烷值,所以需要外源点火。所使用的柴油燃料用作点火油并且点燃空气-燃气-混合物。在此,柴油燃料只提供不超过总能量的1%。在按照本发明的方法中所使用的柴油燃料量更高。借助少量的柴油点燃燃气的射束点火方式在按化学计量的或者超化学计量的运行中例如由以下专利文献已知:EP 964 139 B1、DE 198 26 477 A1、DE 197 54 354 C1、DE 195 05 127 C1、DE 34 04 038 A1和AT 5936 U1。

[0020] 与本发明的理念相关地也涉及一种自点火式内燃机,其优选用于机动车,尤其是无轨的地面车辆,如轿车或者商用车,其具有包括至少一个计算机和(可由计算机读取的)存储器元件的控制装置。按照本发明,在存储器元件中保存有程序,所述程序在至少部分地在计算机上运行时执行具有按照本说明书所述特征或者特征组合的用于运行自点火式内燃机的方法。内燃机优选是可增压进气的。

[0021] 在本说明书中显示的特征可以单独地或者相组合地、以所有的特征或者只以所有特征的集合的一个子集地在按照本发明的方法和/或按照本发明的内燃机中实现。

[0022] 本发明的其它优点和有利的实施形式和扩展设计根据以下参照附图的说明显示。在附图中单独地:

[0023] 图1示出增压进气的柴油发动机的一种实施形式的示意图,其中使用按照本发明的方法;

[0024] 图2示出按照图1的增压进气的柴油发动机针对其柴油-燃气-混合运行的示例性载荷-转速-特征场,按照本发明地划分为第一和第二部分区域,其中,第一部分区域分为两个子区域;并且

[0025] 图3示出按照图1的增压进气的柴油发动机针对其纯柴油运行的示例性载荷-转速-特征场,按照本发明地划分为第一和第二部分区域,其中,所述划分与按照图2的划分相同。

[0026] 在图1中示意性示出的自点火式内燃机10是增压进气的柴油发动机,其具有用于直接将柴油燃料置入燃烧室中的传统的燃料系统。单独的组件在图1中的附图标记的对应关系在以下所附的附图标记清单中列出。借助柴油氧化催化剂28和柴油颗粒过滤器30的废气再处理也可以在备选的実施形式中通过三元催化器代替。流过涡轮增压器18的废气仍包含颗粒,而这些颗粒借助柴油氧化催化剂28和柴油颗粒过滤器30的组合从废气中去除。氮氧化物、未燃烧的碳氢化合物(HC)和一氧化碳在下游借助三元催化器38从废气中去除。换言之,在废气到达废气出口40之前为由柴油氧化催化剂28和柴油颗粒过滤器30组成的废气再处理系统扩展了三元催化器。所述三元催化器也可以备选地代替氧化催化器或者连接在柴油颗粒过滤器之后。发动机还具有废气再循环装置,在本实施形式中设计为高压废气再循环装置24(HD-EGR)和低压废气再循环装置32(ND-EGR)。HD-EGR24可以借助HD-EGR阀26控制。ND-EGR32具有废气冷却器34。ND-EGR同样可以借助阀进行控制。其在三元催化器38上游的废气阀门36之前分支并且在压缩机16上游汇入空气输入装置14中。

[0027] 柴油发动机附加地配设有用于燃气的喷入装置。用于燃气的可能喷入位置作为位置42至52在图1中示出:可以实现进入空气输入装置14的中央喷入(第一至第四位置42、44、46、48)、在压缩机16、增压空气冷却器20和节流阀22之前或者之后,或者特别优选地针对每个气缸单独地进行通道喷入(第五位置50,MPI)。作为对此的备选,可以直接喷入发动机缸体12中的气缸内,在图1中只针对一个气缸显示(第六位置52,DI)。

[0028] 在图2中示出按照图1的增压进气的柴油发动机针对其柴油-燃气-混合运行(第一运行方式)的示例性载荷-转速-特征场和按照本发明的划分。在纵坐标上画出了载荷54并且在横坐标上显示转速56。柴油发动机的特征场分为第一部分区域58和第二部分区域60(运行区域),它们分别具有不同的柴油发动机运行方式。

[0029] 在载荷较小时,发动机在第二部分区域60中超化学计量地以柴油燃料运行($\lambda >$

1)。借助废气再循环装置处理在此出现的氮氧化物排放。从中等载荷开始直至较高载荷,在第一部分区域58的第一子区域62中调节形成按化学计量的柴油-燃气-混合物($\lambda=1$),因此借助三元催化器达到最高的未处理废气转化率。为了调节形成按化学计量的废气,一部分新鲜空气被燃气代替。柴油与燃气之间的比从100%柴油和0%燃气到达约10%柴油和约90%燃气。优选地,这种按化学计量的运行在最佳的燃烧中心位置中实现,具体为A150%,朝上部止点5至15度的曲轴角。

[0030] 在最高载荷中,在第一部分区域58的第二子区域64中直至到达满载线条之前与第一部分区域58的第一子区域62类似地进行。在出现不规则的燃烧时,例如在爆震燃烧时,降低燃气比例并且相应地提高柴油比例。尤其是燃气比例降至90%以下。

[0031] 图3示出按照图1的增压进气的柴油发动机针对其纯柴油运行的示例性载荷-转速-特征场和按照本发明的划分。在纵坐标上画出了载荷54并且在横坐标上显示转速56。柴油发动机的特征场分为第一部分区域58和第二部分区域60(运行区域),它们分别具有不同的柴油发动机运行方式。

[0032] 在这种运行方式中,柴油发动机可以在整个特征场中只通过柴油运行。在载荷较小时,发动机在第二部分区域60中超化学计量地以柴油燃料运行($\lambda>1$)。借助废气再循环装置处理在此出现的氮氧化物排放。从中等载荷开始直至较高载荷66,在第一部分区域58中调节形成按化学计量的混合物($\lambda=1$),因此借助三元催化器达到最高的未处理废气转化率。在这种载荷中不进行废气再循环。为了调节形成按化学计量的废气,优选通过涡轮增压器的可变的涡轮几何形状减少新鲜空气质量。

[0033] 在第一部分区域58与第二部分区域60之间的区别,尤其是载荷分界线条在优选实施形式中的准确位置还将进一步阐述。

[0034] 在第二部分区域60中,柴油发动机通过空气过量运行并且因此具有 $\lambda\approx 1.1-6.0$ 的空气燃料比。为了能够在运行点保持不变的同时调节形成按化学计量的混合物($\lambda=1$),需要减少空气质量并且将品质调节(通过燃料量)转换为量的调节(通过混合物量),其中空气和燃料总是具有相同比例。在特征场的第二部分区域60中的载荷较小时,空气质量已经小到使得为了进行按化学计量的运行($\lambda=1$),空气质量通过压缩机的增压压力借助可变的涡轮几何形状不能进一步降低。增压压力已经是环境压力并且不能进一步降低。与在外源点火的发动机或者汽油发动机中类似地,需要在这个发动机特征场区域中节流,以便得到期望的减少的空气质量。但是节流对效率有负面影响并且因此提高了燃料消耗。因此,发动机应从进气满负荷、无节流的最小进气压力的边界开始才转换至按化学计量的运行。在该边界(载荷分界线条)之下,柴油发动机在第二部分区域60中通过空气过量($\lambda<1$)运行。 NO_x 排放通过废气再循环减少,HC和CO的排放由氧化催化器或者三元催化器转化。从进气满载开始,柴油发动机在第一部分区域58中按化学计量地($\lambda=1$)通过量的调节运行。空气质量优选通过可变的涡轮几何形状调节。 $\lambda=1$ 的空气燃料比实现了三元催化器的使用,所述三元催化器可以转换三种特别不期望的燃烧产物(NO_x 、CO和HC)。

[0035] 然而,柴油发动机的按化学计量的运行具有热动力学缺点,因此燃料消耗升高。此外,由于空气质量相对于按超化学计量的运行较小,所以炭黑排放升高。因为燃气相对于柴油具有更好的H-C比并且几乎不产生炭黑地延烧,所以按照本发明的目的在于在该特征场区域中通过燃气代替一部分柴油燃料。以有利的方式,燃料消耗和炭黑排放可以在通过燃

气-柴油-混合物的 $\lambda=1$ 运行时比通过纯柴油的 $\lambda=1$ 的运行降低。

[0036] 在第一部分区域58的第一子区域62与第一部分区域58的第二子区域62之间的区别,尤其是分界线条的准确位置还将补充地阐述。燃气可以如汽油燃料那样在某些边界条件下自燃,这导致爆震的燃烧。原因主要是较高的气缸压力和气缸温度,如它们在柴油发动机中在满载和接近满载时出现的那样。在汽油发动机中,爆震通过减小压缩比和通过后调点火时间点解决。然而,两者对效率有负面影响,也就是使消耗提高。对于这种情况,在上部特征场范围中将燃气比例减小到在现有的边界条件中不会导致爆震燃烧的量。柴油的量相应地提高。

[0037] 最后说明用于在柴油和燃气之间的燃料分布的例子。燃气和柴油之比针对具体的柴油发动机通过试验确定并且以特征场(与载荷和转速有关的燃气柴油比)的形式保存在发动机控制器中。空气-燃料比 λ 定义为空气质量除以燃料质量和燃料的最小空气需求的积得到的商。

[0038] 这针对在通过燃气和柴油的运行中的分配计算实际表示,分母是分别针对柴油和燃气的质量和最小空气需求的积之和。

[0039] 由此能够在已知柴油质量和空气质量和已知 λ 时确定燃气质量。

[0040] 示例性地,在用于柴油的最小空气需求为每kg柴油14.5kg空气、柴油质量为0.5kg、用于燃气的最小空气需求为每kg燃气16kg空气和空气质量为14.5kg时,在按化学计量的燃烧($\lambda=1$)时的燃气质量为0.453kg。

[0041] 附图标记清单

[0042] 10 自点火式内燃机

[0043] 12 发动机缸体

[0044] 14 空气输入装置

[0045] 16 压缩机

[0046] 18 涡轮机

[0047] 20 增压空气冷却器

[0048] 22 节流阀

[0049] 24 高压废气再循环装置(HD-EGR)

[0050] 26 HD-EGR阀

[0051] 28 柴油氧化催化器

[0052] 30 柴油颗粒过滤器

[0053] 32 低压废气再循环装置(ND-EGR)

[0054] 34 废气冷却器

[0055] 36 废气阀门

[0056] 38 三元式催化器

[0057] 40 废气出口

[0058] 42 用于喷入燃气的第一位置

[0059] 44 用于喷入燃气的第二位置

[0060] 46 用于喷入燃气的第三位置

[0061] 48 用于喷入燃气的第四位置

- [0062] 50 用于喷入燃气的第五位置
- [0063] 52 用于喷入燃气的第六位置
- [0064] 54 载荷
- [0065] 56 转速
- [0066] 58 第一部分区域
- [0067] 60 第二部分区域
- [0068] 62 第一子区域
- [0069] 64 第二子区域
- [0070] 66 满载线条

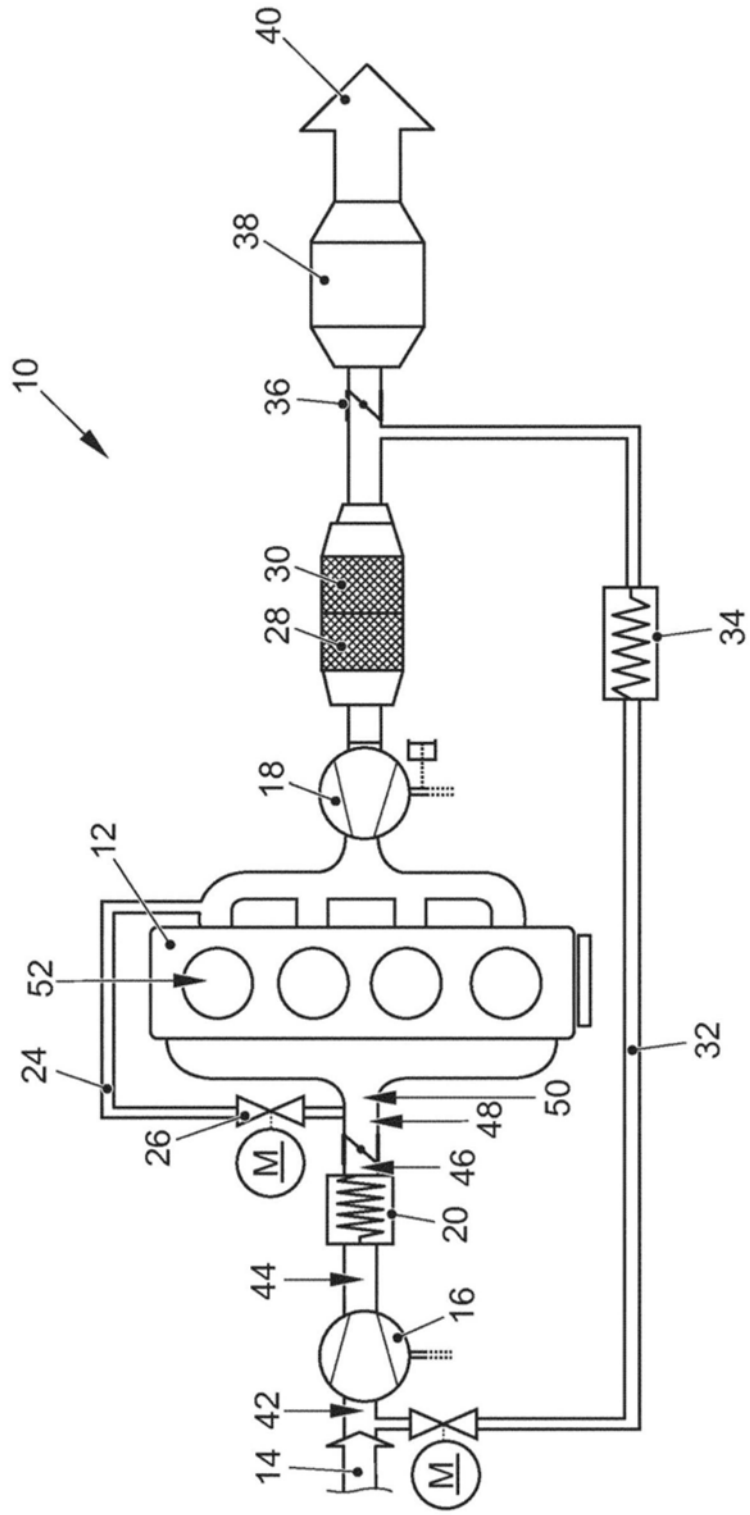


图1

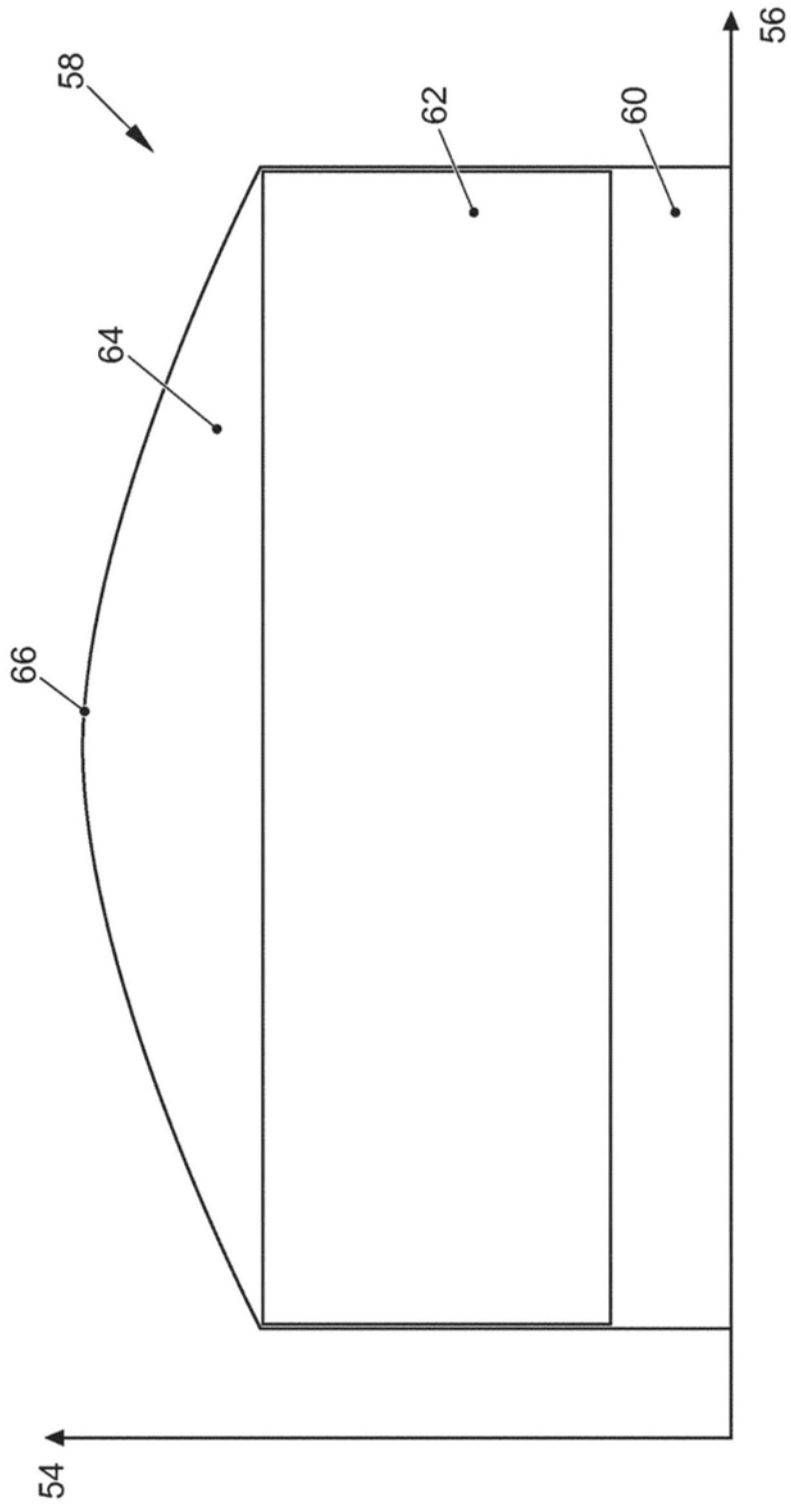


图2

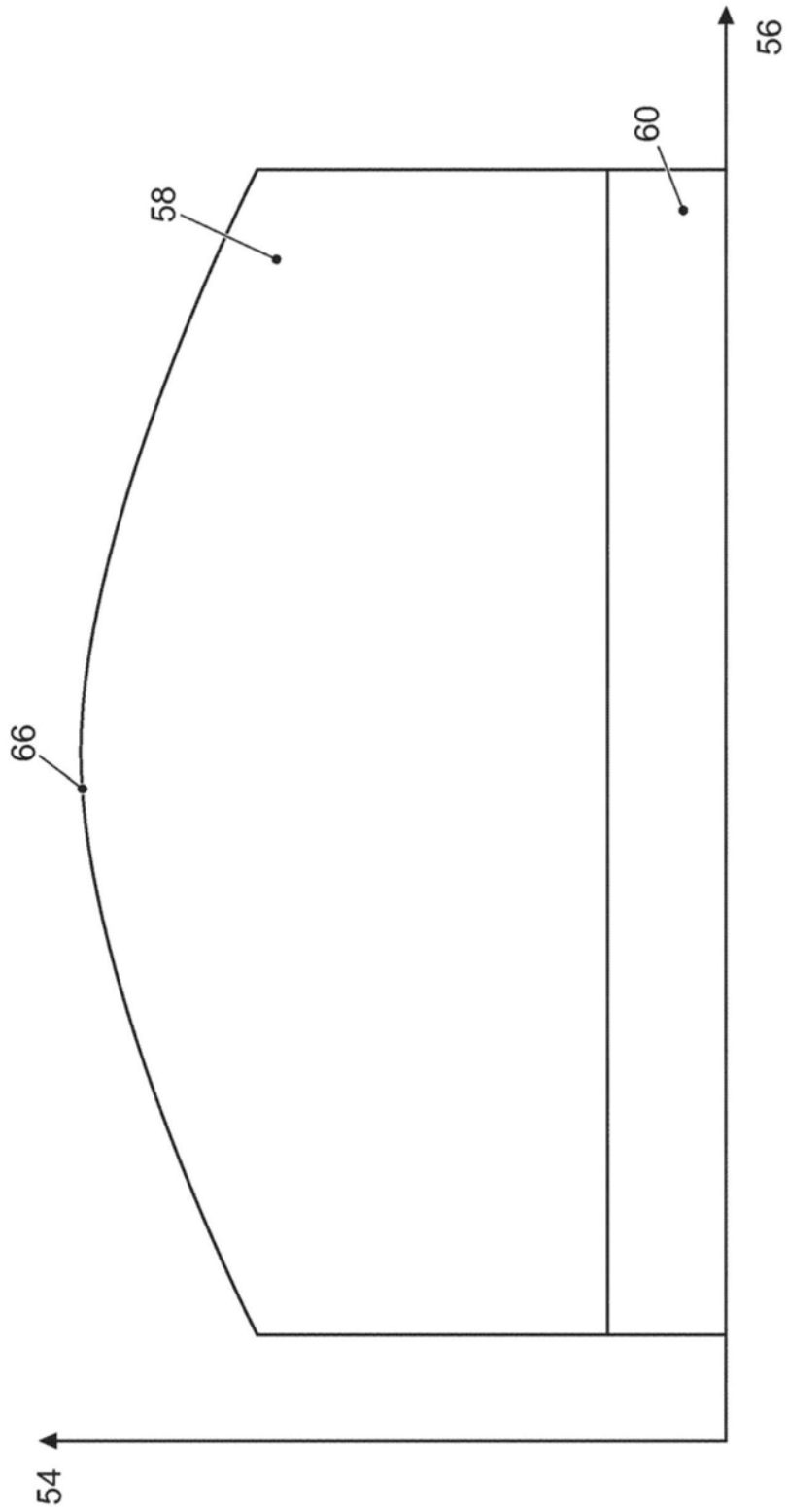


图3