[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
F01N 3/20
B01D 53/94

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 98801972.8

[43]公开日 2000年2月9日

[11]公开号 CN 1244231A

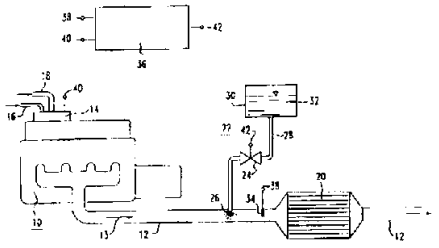
[22]申请日 1998.1.22 [21]申请号 98801972.8
[30]优先权
[32]1997.2.6 [33]DE [31]19704558.8
[86]国际申请 PCT/DE98/00202 1998.1.22
[87]国际公布 WO98/35143 德 1998.8.13
[85]进入国家阶段日期 1999.7.22
[71]申请人 西门子公司
地址 联邦德国慕尼黑
[72]发明人 威兰·马西斯 温弗雷德·多林
洛萨·霍夫曼
[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所
代理人 侯 宇

权利要求书2页 说明书8页 附图页数6页

[54]发明名称 控制燃烧设备和催化地净化废气用的方法和装置及燃烧设备

[57]摘要

一种用于控制燃烧设备和催化排除废气中有害物质的方法和装置及燃烧设备，为了借助于一种计量供入有害物质中的流体(32)从燃烧设备(10)的废 气(13)中催化排除有害物质，为废气(13)中有害物质质量流量(50)预先给定一个额定值以控制此燃烧设备(10)。以此方式显著简化了根据 有害物质的质量流量(50)对要加入的流体(32)的计量。本发明尤其适 用于净化内燃机的废气(13)。



ISSN1008-4274

权　利　要　求　书

1. 一种用于控制燃烧设备(10)和通过往废气(13)内计量加入流体(32)来催化排除燃烧设备(10)所产生的废气(13)内有害物质的方法，其特征在于：为了控制燃烧设备(10)内的燃烧，给定一个有害物质质量流量(50)的额定值，以及，根据此质量流量(50)经计量将流体(32)加入废气(13)内。

2. 按照权利要求 1 所述的方法，其特征在于：燃烧的控制通过影响供入燃烧设备中的空气量和/或燃料量实现。

3. 按照权利要求 1 所述的方法，其特征在于：内燃机的燃烧通过影响点火时刻和/或燃料的供入时刻来控制。

4. 按照权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其特征在于：对于有害物质的质量流量(50)给定一个恒定的额定值。

5. 按照权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其特征在于：对于有害物质的质量流量(50)给定一个额定值，这一额定值与一个表征燃烧设备运行状态的参量成线性关系。

6. 一种用于控制燃烧设备(10)和催化排除燃烧设备(10)废气(13)中有害物质的装置，它有一个用于导引废气(13)的废气通道(12)、一个用于往废气(13)中计量加入流体(32)的装置(22)以及有一个装在废气通道(12)内用于借助于流体(32)转化有害物质的催化剂(20)，其特征在于：包括一个用于确定有害物质质量流量(50)的装置(34)和一个与计量流体(32)的装置(22)及确定质量流量(50)的装置(34)连接并通过控制线可与燃烧设备(10)连接的控制器(36)，此控制器(36)用于根据可预先给定的质量流量(50)额定值调整质量流量(50)、控制燃烧设备(10)的燃烧以及用于根据质量流量(50)计量加入流体(32)。

7. 按照权利要求 6 所述的装置，其特征在于：所述用于确定质量流量(50)的装置(34)设计为一个在废气通道(12)内沿废气(13)流动方向设置在催化剂(20)前面的测量装置。

8. 按照权利要求 6 或 7 所述的装置，其特征在于：所述控制线包括一个用于连接在燃烧设备(10)上和用于调整可供入燃烧设备中的空气量和/或燃料量的耦接元件(40)。

9. 按照权利要求 6 或 7 所述的装置，其特征在于：所述控制线包括一个用于连接在内燃机上和用于影响点火时刻和/或燃料供入时刻的耦接元件

(40)。

10. 一种燃烧设备(10)，尤其是内燃机，其具有一个按照权利要求 6 至 9 中任一项所述的用于催化排除在废气(13)内所含有害物质的装置。

说　明　书

控制燃烧设备和催化地净化废气用的方法和装置及燃烧设备

本发明涉及一种用于控制燃烧设备和从废气内催化排除燃烧设备产生的有害物质的方法和装置，其中有害物质与计量加入废气内的一种流体化学反应。这样一种反应例如是一氧化氮与一种还原剂如氨在所谓 $DeNO_x$ 催化剂上进行的生成氮和水的反应。本发明还涉及一种燃烧设备，尤其是内燃机，这种燃烧设备或内燃机配备有这种装置。

矿物燃料在燃烧设备中燃烧时产生大量有害物质，如氧化氮、碳氢化合物、一氧化碳、氧化硫，以及在适当的燃烧温度下还有二　烯和呋喃，它们会通过燃烧设备的废气进入周围环境中去。这样一种燃烧设备可例如是锅炉组、火力发电厂或内燃机。

由于对限制上述有害物质的排放量提出了严格的法律规范，所以要求对所述燃烧设备的废气进行附加的处理，以便减少废气内含有的有害物质。为此，以往发展了许多催化剂。例如已知已提及的用于减少氧化氮的 $DeNO_x$ 催化剂，它们使废气内含有的氧化氮借助一种适用的还原剂，大多为氨，按照选择的催化还原方法(SCR)，转化为对环境无污染的氮和水。还原剂或还原剂的前身，例如作为氨前身的尿素，沿废气流动方向在催化剂前加入废气内，然后与废气内含有的氧化氮最好均匀混合地进入催化剂中。

为了减少汽油发动机废气中的有害物质，例如已知含贵金属的催化剂，碳氢化合物和一氧化碳与氧化氮在催化剂中转化成二氧化碳、氮和/或水。

此外，目前许多地方致力于发展一种可控制的柴油催化剂，借助于它应能显著降低柴油机废气内的氧化氮含量。但由于废气内高的剩余氧含量，所以它不能用对于汽油发动机熟知的含贵金属的催化剂。为了除去柴油机废气内的氮氧化物可以采用已提及的 $DeNO_x$ 催化剂来替代。然而柴油机，尤其是当它用于牵引时，通常以可变的负荷和转速工作，因而每单位时间产生的氧化氮量在大范围内变动。这当然同样也适用于其他任何在交变的运行状态下使用的燃烧设备。

为了一方面达到高的氧化氮离析率，另一方面防止加入的还原剂漏泄，

必须采取恰当措施按照反应的化学计量法使还原剂的剂量准确地与产生的氮氧化氮量相匹配。再加上采用作为还原剂的氨是有毒的以及在低浓度时对人已经显示有明显的嗅觉负担，所以更增添了困难。在另一些催化净化方法中，在那里有害物质作为第一种成分与附加地加入废气内作为第二种成分的流体反应，也要求准确地计量。

流体的这种准确计量与高的技术性费用相联系，因为除了监测产生的有害物质量外，还必须考虑燃烧设备重要的运行参数如温度和负荷、催化剂重要的工作参数如催化剂温度和储存量以及废气参数如压力和温度。由 EP 0697062 B1 已知一种考虑上述参数以控制向含氮化氮的废气内添加一种流体的方法。不利的是这种为了加入流体所需的计量系统必须设计用于流体大的流量范围并且作高速动力学方面的设计，以便在燃烧设备的任何运行状态都能无可指摘地工作。这种计量系统成本很高，因为它必须适应于具体的设备。

因此本发明的目的是提供一种与现有技术相比在技术上更简单和经济的用于催化净化废气的方法和装置的方案，其中，往废气中计量加入流体。因此可以在流体或流体的次级产物没有明显漏泄的情况下达到高的有害物质离析率。此外，本发明的目的是提供一种配备有此装置的燃烧设备。

本发明有关方法方面的目的是通过一种用于控制燃烧设备和用于从燃烧燃料的燃烧设备废气中催化排除有害物质的方法来实现的，其中，根据有害物质的质量流量确定加入废气中的流体剂量以及为了控制燃烧预先给定有害物质质量流量的额定值。

本发明考虑问题的出发点在于，燃烧时产生的有害物质的质量流量在很大程度上与燃烧时存在的条件例如压力和温度有关。有害物质质量流量定义为有害物质每单位时间的流量，以 kg/s 度量。据此，可按照预定的有害物质质量流量额定值来控制燃烧。当然，通过对燃烧的这种控制也可以调整质量流量，也就是说在以预给的额定值为中心的某个公差范围内调整质量流量值。因为这样一来在燃烧设备交变的运行状况下正好使质量流量不再在大的范围内改变，所以为了催化排除废气内有害物质所需要的流体的计量就可以大大简化，也就是说只要根据有害物质质量流量的额定值设计一个小的流体的流量范围，并针对这一范围进行优化。取消了计量装置的高速动力学方面的设计。

燃烧的控制优选可以通过对参加燃烧的空气量和/或参加燃烧的燃料量施加影响来进行。以此方式控制燃烧时存在的温度，它对于生成有害物质量是一个重要的参数。在燃烧矿物燃料时已知，小量地降低燃烧时存在的温度有十分有效地减少生成的氧化氮量的效果。在内燃机中尤其可通过调整参加燃烧的燃料/空气混合物，达到改变燃烧温度的目的，并在这种情况下不会导致功率下降。在内燃机中，调整燃料/空气混合物可通过一个位于进气装置内的油门在机械上容易地实现。也可以采用电子或机械的途径通过化油器直接调整燃料/空气混合物。

在内燃机中有利的是通过影响点火时刻和/或燃料的供入或喷入时刻来控制燃烧。以此方式可以改变燃烧的起始时间。通常在所谓的上死点前开始燃烧，也就是在活塞的上部折返点之前开始燃烧。若燃烧的起始时间提前，那么燃烧在压缩期间进行，亦即在温度较高和压力较高的条件下进行，其结果是产生大量的氧化氮。反之，若燃烧的起始时间向后推移，那么燃烧在膨胀期间进行，亦即在温度较低和压力较低的条件下进行。这将产生较少的氧化氮。在具有喷油装置的现代化发动机中，这样一种控制不会产生功率损失并且能保持或改善油耗。在自燃的柴油机中，燃烧时刻的调整只能通过调整燃油供入或喷入时刻来实现。在汽油机中则不同，燃烧的控制也可以通过影响点火时刻实现。

对于设计在废气内加入用于催化所必需的流体的计量装置，有利的是为废气内的有害物质质量流量预先给定一个恒定的额定值。在这种情况下计量装置非常简单，也就是说只针对狭窄的流量范围进行设计。以此方式可以便宜地成批生产计量装置。这样一种控制例如在具有发动机电子管理系统的现代化发动机中无疑是可能的。

对于一种由于结构设计或有害物质质量流量的其他边界条件因而不能按一个恒定的额定值进行控制的燃烧设备，比较有利的是为质量流量预定一个与表征燃烧设备运行状况的特征量有线性关系的额定值。表征燃烧设备运行状况的这种特征量可例如是负荷，或在内燃机的情况下可以是发动机转速。因为在不控制要排除的有害物质的质量流量的燃烧设备中，表征运行状况的参数例如温度的小量改变便会导致此质量流量的巨大变化，所以按线性关系调整额定值就已经意味着显著改善了计量装置的设计。还可以设想，对于要排除的有害物质质量流量，预定一个与表征燃烧设备运行状况的多个特

征参数有线性关系的额定值。

本发明有关废气净化装置方面的目的，是通过一种从燃烧设备废气中催化排除有害物质的装置来实现的，它有一个用于导引废气的废气通道、用于将流体计量加入废气中的装置以及一个装在废气通道内用于借助于此流体转化有害物质的催化剂，其中，包括一个用于确定要排除的有害物质质量流量的装置和一个与计量此流体的装置及确定质量流量的装置连接并可通过控制线与燃烧设备连接的控制器，以及，此控制器规定用于调整质量流量、用于相应地控制燃烧设备的燃烧和根据质量流量计量加入流体。

用于确定有害物质质量流量的装置最好设计为一个在废气通道内沿废气流动方向设在催化剂前面测量质量流量的测量装置。但也可以在一电子存储器中储存一个特性曲线族，由该特征曲线族可以得知有害物质质量流量与燃烧设备具体运行状况的关系。在这种情况下，确定质量流量的设备包括一个例如通过测量重要的运行参数如负荷或燃料消耗量，检测运行状况的装置，还包括提及的电子存储器以及用于从此存储器读出特性曲线族的计算单元。

这样一种废气净化装置可以直接连接在燃烧设备现有的排气管道内或直接组合在排气管道内成一整体。

为了储存所获知的有害物质质量流量的测量值，控制器可设有一电子存储器。在此存储器内可以储存质量流量额定值，或在线性关系的额定值的情况下储存预先给定的特征曲线或预先给定的特征曲线族，用于由一个或多个表征燃烧设备运行状态的参数计算出额定值。此外，为了控制燃烧设备，此控制器还可以配备一个微芯片，它由测得的质量流量实际值与要控制的额定值之间的差值，计算出用于燃烧设备的相应的控制信号，或取出储存的数据。控制器适合于根据此经调整的额定值进一步计量为催化排除有害物质需要在废气内相应加入的流体量。

控制线最好包括一个用于连接在燃烧设备上和用于调整可参加燃烧的空气量和/或燃料量的耦合元件。

为了净化按已知的循环进行燃烧的内燃机的废气，比较有利的是控制线包括一个用于连接在内燃机上和用于影响点火时刻和/或燃料供入时刻的耦合元件。这种耦合元件可例如设计为电子控制电缆，在现代化的内燃机中它可以直接与一现存的电子喷油装置连接。

本发明有关燃烧设备的目的是通过一种燃烧设备，尤其是通过一种内燃机来实现的，这种燃烧设备或内燃机配备具有如权利要求 6 至 8 中任一项所述特征的用于催化排除废气内所含有害物质的装置。

下面借助附图进一步说明本发明的实施例，附图中：

图 1 为调整燃烧设备有害物质质量流量的第一种流程图；

图 2 为调整燃烧设备有害物质质量流量的第二种流程图；

图 3 示出连接有一个用于从废气中催化消除氧化氮的装置的柴油机，其中氧化氮的质量流量受到控制；

图 4 示出在不加控制的状态下内燃机废气内氧化氮质量流量作为转速和负荷的函数的变化曲线；

图 5 示出按恒定的额定值控制的内燃机废气内氧化氮质量流量作为转速和负荷的函数的变化曲线；

图 6 示出按与负荷为线性关系的额定值控制的内燃机废气内氧化氮质量流量作为负荷和转速的函数的变化曲线；以及

图 7 示出按与负荷和与转速为线性关系的额定值控制的内燃机废气内氧化氮质量流量作为转速和负荷的函数的变化曲线。

图 1 借助于流程图说明控制燃烧设备有害物质质量流量为恒定的额定值的方法。在方法的第一步 1，通过一个例如配备有测量有害物质浓度和测量废气流速的传感器的测量装置检测用于计算有害物质质量流量的数据。现在可由测得的数据在方法的步骤 2 计算质量流量。同样可以在电子存储器中储存一特征曲线族，由该特征曲线族可以提取有害物质质量流量与燃烧设备有关运行状态的关系曲线。在内燃机的情况下，这种特征曲线族可例如通过在试验台上同时测量表征内燃机运行状况的特征参数如转速、负荷(扭矩)、增压空气温度、进气压力或油耗量以及有害物质质量流量来确定。但质量流量也可以由上述参数和在内燃机废气内有害物质的浓度近似计算。在采用特征曲线族的情况下，在方法步骤 1 中至少测量一个表征燃烧设备运行状态的特征参数，而在方法步骤 2 中借助于特征曲线族由此测量结果确定有害物质质量流量值。质量流量的计算值在方法步骤 3 中作为实际值储存起来。

在方法步骤 4 中，调用相应于燃烧设备预先给定并例如在存储器内自动编码的质量流量额定值。接着在方法步骤 5 中，测得的并已储存的质量流量实际值与调用的质量流量额定值比较。若在测量的实际值与储存的额定值之

间的差值小于预定的公差值，则选择判定 Y(是)并按照方法步骤 7 根据预定的有害物质质量流量额定值往废气中计量加入与有害物质在催化剂处反应的流体。接着重复步骤 1 至 7 。若质量流量的实际值与额定值之差大于预定的公差值，则选择判定 N(否)，并在下一个方法步骤 6 中给燃烧设备发出一个相应的控制信号，以便修正质量流量的值。这种控制信号可例如是一个电子信号，它直接控制内燃机的电子喷油装置以及例如改变点火时刻或喷油时刻。整个方法既可以不连续地也可以连续地执行。

图 2 涉及一种用于将要排除的有害物质质量流量控制到一个与表征燃烧设备运行状态的参数有线性关系的额定值的方法。这样一种表征运行状态的参量可例如是内燃机转速、调节杆行程或负荷。也可以设想其他一些参数。与在图 1 中表示的方法相比，图 2 所示方法的区别仅在于，取消了调用预给定额定值的方法步骤 4 而代之以方法步骤 8 和 9 。在方法步骤 9 中为了确定有害物质质量流量的额定值，例如通过测量获知一个或多个表征运行状态的参量。在方法步骤 8 中根据一条预给的并例如储存在电子存储器内的特征曲线或根据一个特征曲线族计算要控制的质量流量额定值。然后，借助于此总是与实际的运行状态匹配的质量流量额定值，如针对图 1 已说明的那样，在方法步骤 5 中进行测得的质量流量实际值与预给定的质量流量额定值的比较。

图 3 表示了一台柴油机作为燃烧设备 10 ，它设有废气净化装置，用于在控制氧化氮质量流量到一恒定的额定值的情况下排除氧化氮。此柴油机有一个具有燃料输送管 16 和进气管 18 的电子喷射装置 14 。在燃料燃烧时柴油机中产生的废气 13 ，经废气通道 12 和组合在废气通道 12 中的催化剂 20 向外排放。在这里，催化剂 20 设计为一种所谓 $DeNO_x$ 催化剂，它按照已知的 SCR 方法借助于一种还原剂如氨将氧化氮分解为分子氮和水。所需的氨的量通过由计量加入的尿素的水解作用获得。在这种情况下尿素相当于为排除有害物质所需要的并添加在废气 13 中的流体 32 ，它与有害物质化学反应。

为了计量尿素设有一计量装置 22 ，它包括储箱 30 、输入管 28 、计量阀 24 和喷嘴 26 。计量阀 24 可通过接口 42 受电子控制。为了尿素的水解，在废气通道 12 内喷嘴 26 之后附设一图中未示出的水解－催化剂。在此柴油机 10 的废气通道 12 内还有一个测量氧化氮质量流量的测量装置 34 。此测量装置包括检测氧化氮浓度和确定废气流速的传感器。通过接口 38 可获知

由测量装置34测得的数据，用于计算氧化氮的质量流量。

为了控制氧化氮的质量流量设有一控制器36，它通过接口38获知通过测量装置34取得的数据，并由此算出氧化氮的质量流量。该控制器通过接口40为了进一步控制燃烧而与柴油机电子喷射装置14连接。

若算得的氧化氮质量流量实际值超出给定的公差范围且在给定的氧化氮质量流量额定值之上，则通过接口40借助于电子控制信号将柴油机的喷油时刻移入膨胀期间，亦即在时间上向后推移。以此方式，由于减少了压力和降低了温度，因而减少了排出的氧化氮量。反之，若氧化氮质量流量的实际值超出给定的公差范围但在给定的额定值之下，则相应地使喷油时刻在时间上向前移。上述控制方法在具有喷油装置的现代化柴油机中不会有任何功率损失且不可能增加燃油消耗量。

在图4至7中分别表示内燃机废气中氧化氮质量流量50作为内燃机转速51和负荷52的函数关系。图中质量流量50表示为g/h，转速51和负荷52表示为设计值的%。若按图4不控制质量流量50，则可以看出是一种可以在技术上实现但难度大的方法，借助于这种方法应根据未加控制的氧化氮的质量流量往废气中计量加入一种流体。也就是说，由于质量流量50大的波动范围，所以用于确定这种流体在废气流中添加量的计算装置必须按高速动力学设计并设计为必须在内燃机大的运行范围准确工作。此外，根据转速51或负荷52得出的流体剂量不能准确地与质量流量50相配，因为转速51或负荷52小量的改变可能导致质量流量50巨大的变化。

反之，在图5中，所提及的有害物质质量流量50通过控制燃烧设备的燃烧被调整到一个恒定的额定值。与转速51和负荷52无关，有害物质质量流量近似保持常数。可以清楚看出，在这种对于具有喷射装置的内燃机而言在技术上能比较容易实现的控制中，添加流体用的计量装置可以只针对一个小的流量范围并因而能经济地设计。这种计量装置的制造可以廉价地成批生产。

如果一种内燃机由于其结构上的既定条件不可能受控制而将氧化氮质量流量50调节到一恒定的额定值上，那么质量流量50就可被调整到一个与表征运行状态的一个或多个参量有简单线性关系的额定值上。这通常也适用于老式的发动机。在图6中表示了例如质量流量50被调整到一个与内燃机的负荷51有线性关系的额定值上。在图7中表示质量流量50被调整到一个

既与转速 51 又与负荷 52 有线性关系的额定值上。在所表示的这两种情况下计量装置也可以设计得比按照未加控制的质量流量来计量所需流体剂量的装置便宜得多。此外，还可以达到高的计量精度，因为基于线性关系，所以转速 51 或负荷 52 的改变导致质量流量 50 按同样的系数变化。

说 明 书 附 图

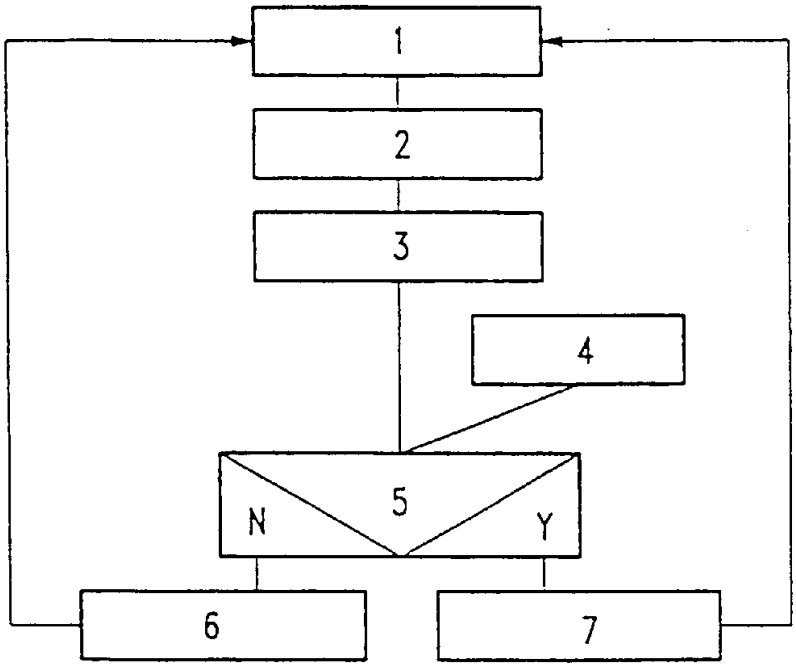


图 1

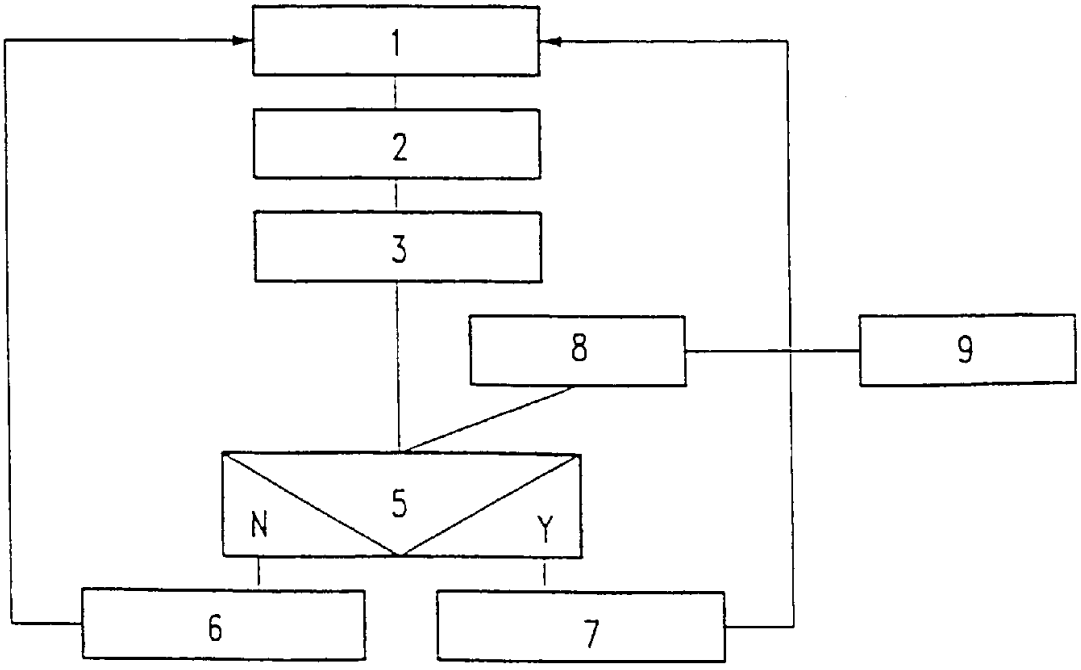


图 2

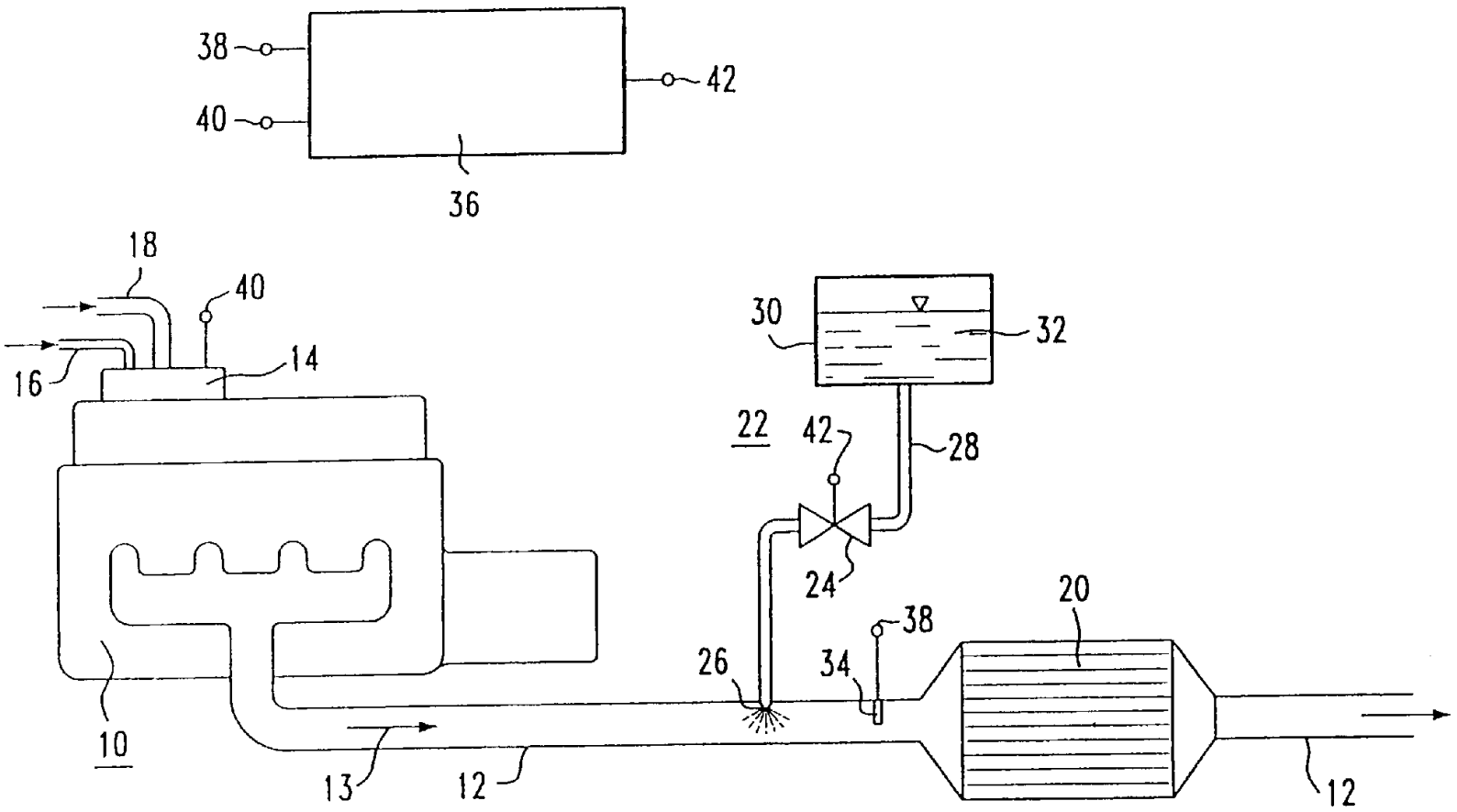


图 3

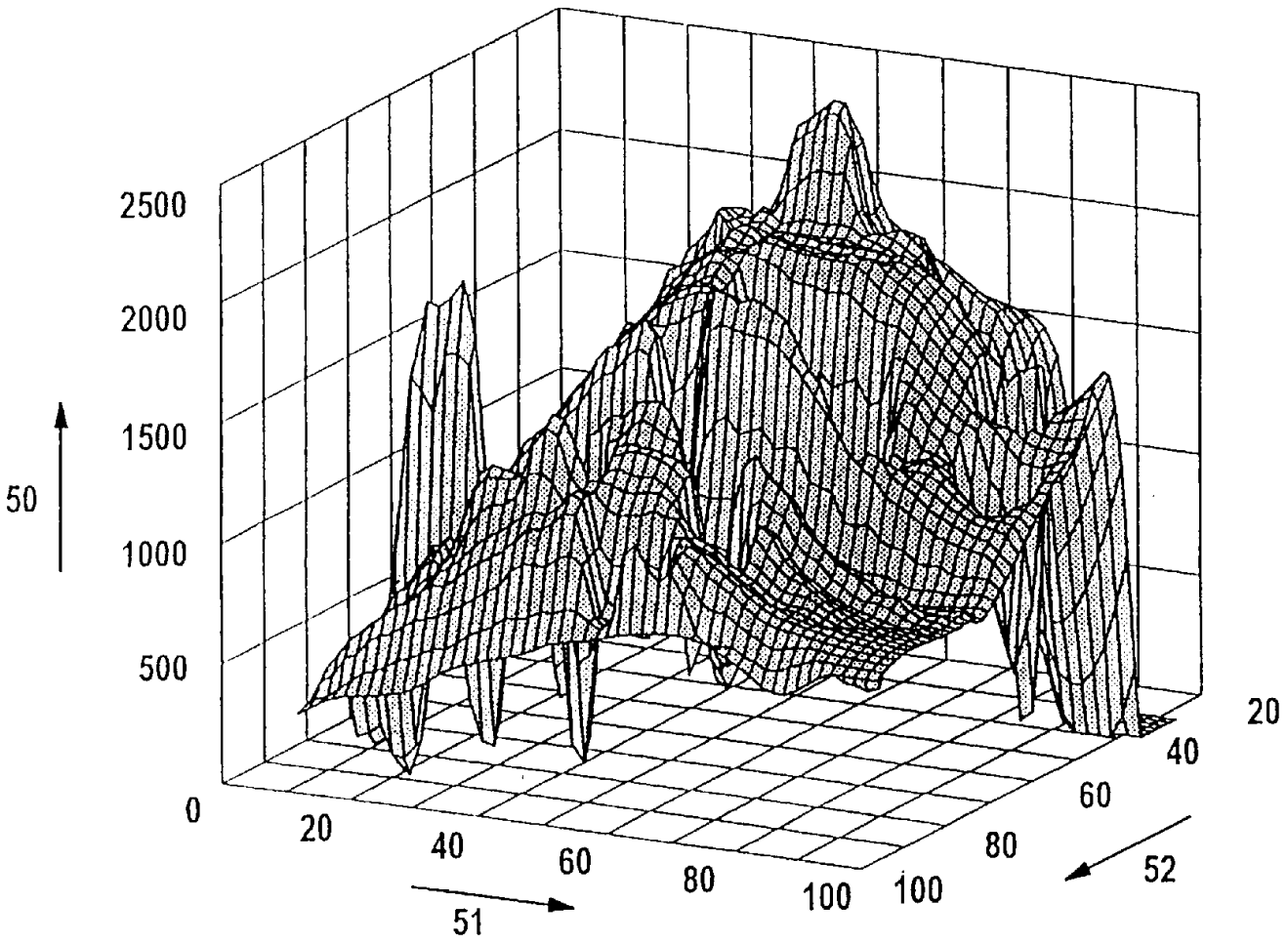


图 4

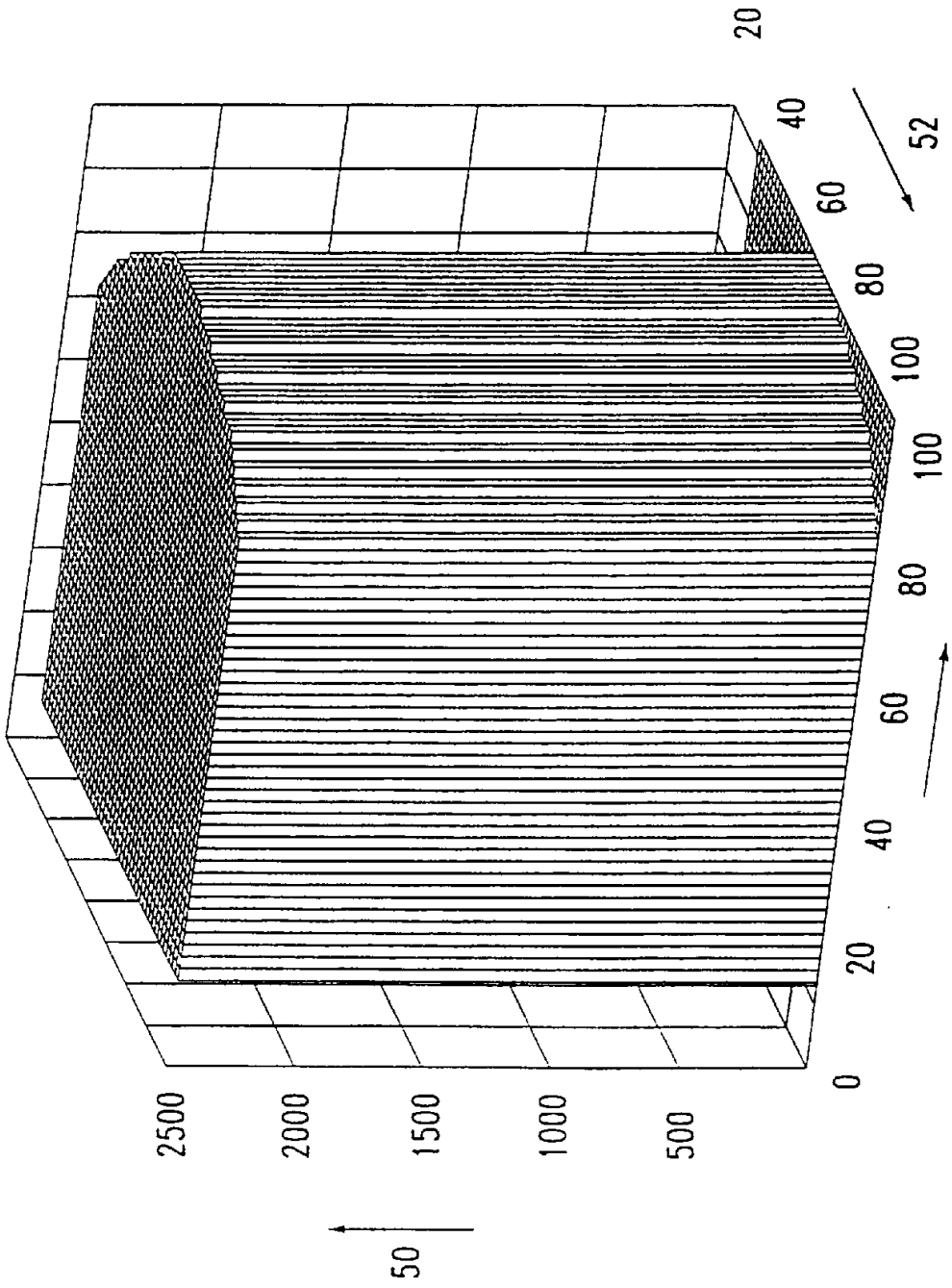


图 5

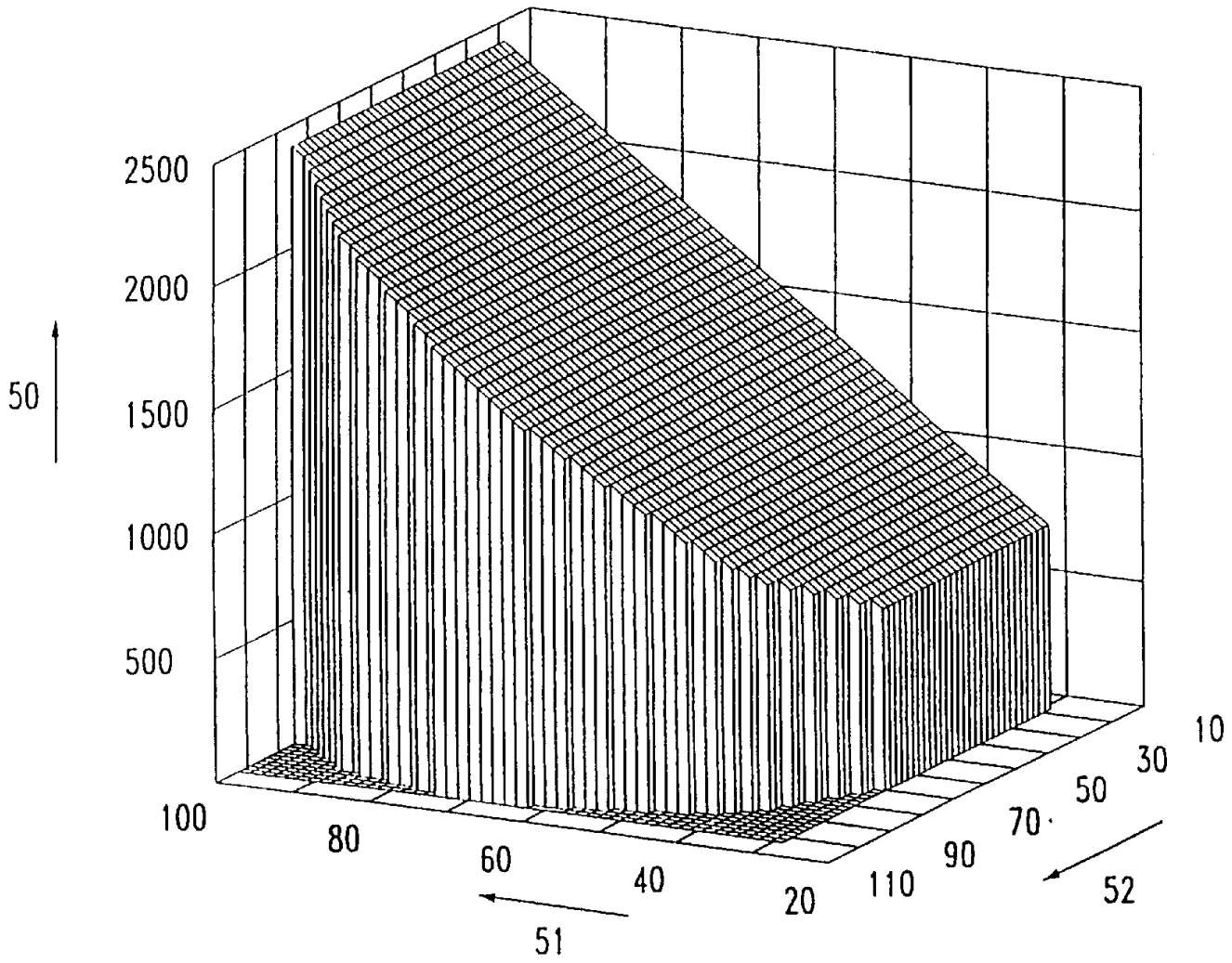


图 6

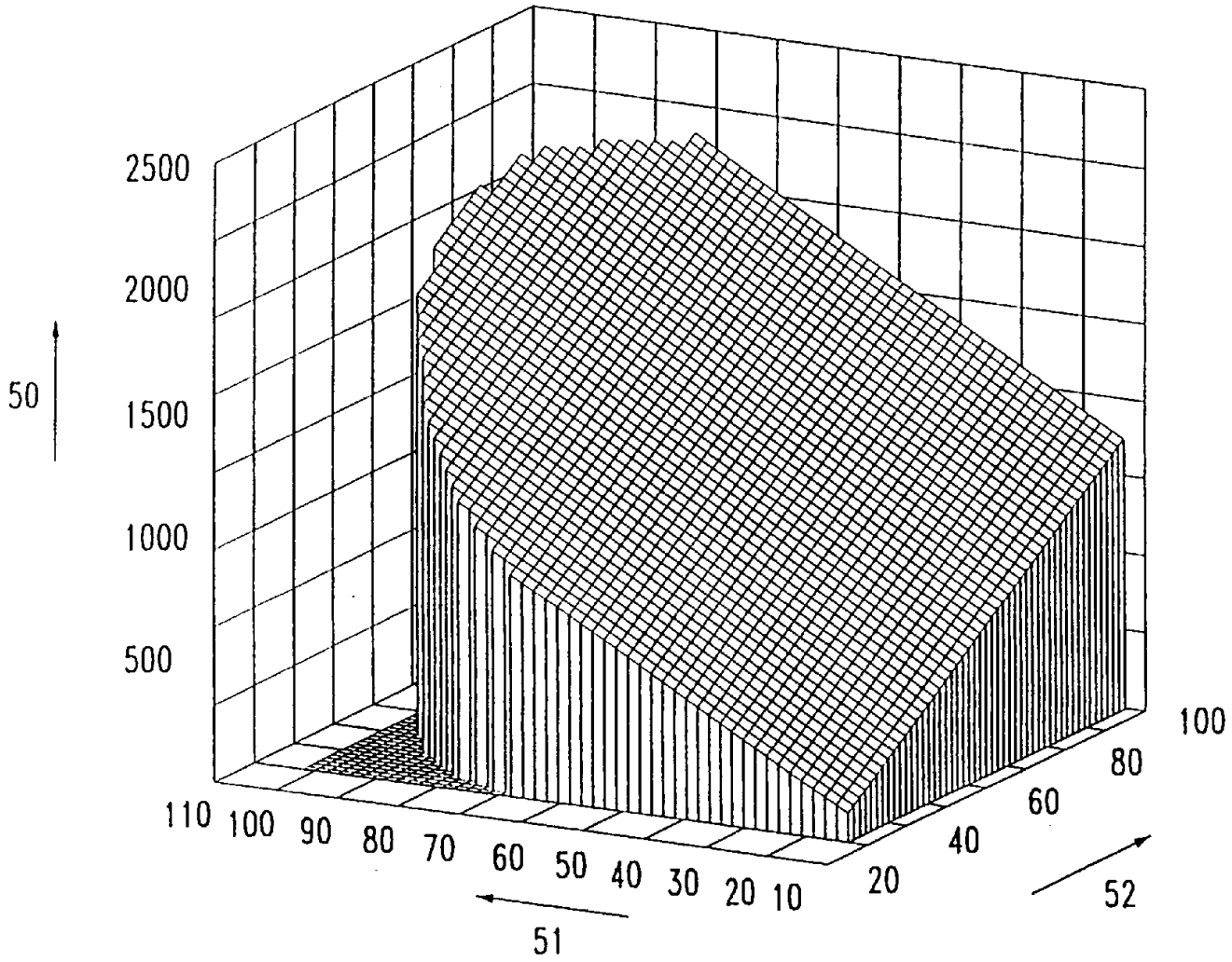

2500
2000
1500
1000
500
50
110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10
51
20 40 60 80 100
52

图 7