

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F28D 1/053 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580041675.X

[45] 授权公告日 2009年12月23日

[11] 授权公告号 CN 100573017C

[22] 申请日 2005.10.5

[21] 申请号 200580041675.X

[30] 优先权

[32] 2004.10.7 [33] DE [31] 102004049108.9

[32] 2005.5.19 [33] DE [31] 102005023795.9

[86] 国际申请 PCT/EP2005/010718 2005.10.5

[87] 国际公布 WO2006/040053 德 2006.4.20

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.5

[73] 专利权人 贝洱两合公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 约尔格·迪格尔 彼得·格斯克斯
克劳斯·伊姆勒 弗兰克·冯吕茨奥

[56] 参考文献

DE10140988A1 2002.11.14

US20030234009A1 2003.12.25

US6213105B1 2001.4.10

CN1128344A 1996.8.7

US6223812B1 2001.5.1

EP0677715A 1995.10.18

审查员 陈玉阳

[74] 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

代理人 邓琪

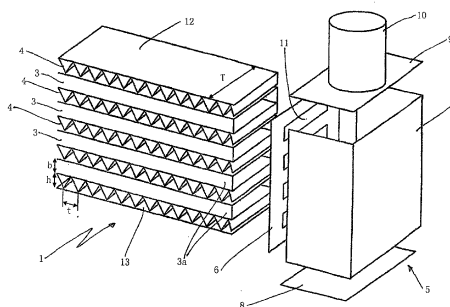
权利要求书 6 页 说明书 12 页 附图 11 页

[54] 发明名称

气冷式废气热交换器、特别是汽车废气冷却器

[57] 摘要

本发明涉及风冷式废气热交换器，包括用于汽车的废气冷却器，具有可被内燃机的废气穿流的管道或废气管道，在管道之间布置着用于空气冷却的翅片，按照本发明在于，废气管道以管、尤其是扁平管(3)的形式构成，与翅片(4)一起形成管片式芯体(2)，并且管(3)具有管端(3a)，它们固定在废气的集流箱(5)中。



1. 风冷式废气热交换器，用于汽车，具有可被内燃机的废气穿流的管道，在管道之间布置着用于空气冷却的翅片，其特征在于，废气管道以扁平管（3）的形式构成，与翅片（4）一起形成管片式芯体（2），并且管（3）具有管端（3a），管端（3a）固定在废气的集流箱（5）中；废气热冷却器（51）和增压空气冷却器（52）相互连接成一个热交换器模块（50）。

2. 根据权利要求1所述的废气热交换器，其特征在于，集流箱（5）具有带开口（11）的管板（6），管端（3a）焊接或钎接到这些开口中。

3. 根据权利要求2所述的废气热交换器，其特征在于，扁平管（3）由优质钢制成。

4. 根据权利要求3所述的废气热交换器，其特征在于，翅片（4）由优质钢或由有色金属制成。

5. 根据权利要求4所述的废气热交换器，其特征在于，所述有色金属是铜。

6. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，翅片为波纹翅片（4），并具有鱼鳞片；所述鱼鳞片是在波纹翅片材料中切开而成的。

7. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，翅片为板翅片。

8. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，管（3）具有涡流衬层、钎接的内部翅片或小翼。

9. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，沿气流方向看，管（3）为多列布置。

10. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，管片式芯体（2）具有侧盖板（12、13）。

11. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，废气的集流箱（5）由优质钢或塑料制成。

12. 根据权利要求10所述的废气热交换器，其特征在于，侧盖板（12、13）由不可被穿流的扁平管形成，并与最外部的翅片层形成材料配合的连接。

13. 根据权利要求12所述的废气热交换器，其特征在于，所述材料配

合的连接是钎接。

14. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器,其特征在
于,空气侧的翅片具有高度 h ,其有效尺寸的范围为: $2 \leq h \leq 10$ mm。

15. 根据权利要求14所述的废气热交换器,其特征在在于,所述高度 h
的有效尺寸的范围为 $4 \leq h \leq 6$ mm。

16. 根据权利要求15所述的废气热交换器,其特征在在于,翅片高度 h
 $= 5$ mm。

17. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器,其特征在
于,扁平管(3)具有管高 b ,其有效尺寸的范围为 $2 \leq b \leq 15$ mm。

18. 根据权利要求14所述的废气热交换器,其特征在在于,扁平管(3)
具有管高 b ,其有效尺寸的范围为 $2 \leq b \leq 15$ mm。

19. 根据权利要求18所述的废气热交换器,其特征在在于,所述管高 b
的有效尺寸范围为 $3 \leq b \leq 10$ mm。

20. 根据权利要求19所述的废气热交换器,其特征在在于,管高 $b =$
 4.5 mm。

21. 根据权利要求18所述的废气热交换器,其特征在在于,管高 b 与翅
片高度 h 之比的范围为 $0.5 \leq b/h \leq 1.5$ 。

22. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器,其特征在
于,管(3)之间的翅片(4)的翅片密度为20到80翅片/dm。

23. 根据权利要求22所述的废气热交换器,其特征在在于,管(3)之
间的翅片(4)的翅片密度为30到50翅片/dm。

24. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器,其特征在
于,管(3)具有水力直径 d_h ,它的范围为 $2 < d_h \leq 20$ 。

25. 根据权利要求24所述的废气热交换器,其特征在在于,水力直径 d_h
范围为 $3 \leq d_h \leq 10$ mm。

26. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器,其特征在
于,沿气流方向测量,管片式芯体(2)的深度 T 为 $20 \leq T \leq 100$ mm。

27. 根据权利要求26所述的废气热交换器,其特征在在于,沿气流方向
测量,管片式芯体(2)的深度 T 为 $30 \leq T \leq 70$ mm。

28. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器,其特征在
于,管片式芯体(2)具有高度 H 和长度 L ,并且高度 H 与长度 L 之比为0.1

$\leq H/L \leq 0.8$ 。

29. 根据权利要求 28 所述的废气热交换器，其特征在于，高度 H 与长度 L 之比为 $0.2 \leq H/L \leq 0.4$ 。

30. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 所述的废气热交换器，其特征在于，所述的废气热交换器与冷却液冷却器、冷凝器和增压空气冷却器紧凑地组成一个冷却模块；所述废气热交换器和增压空气冷却器在冷却模块中相互叠置。

31. 根据权利要求 30 所述的废气热交换器，其特征在于，废气热交换器和增压空气冷却器集合成为一个共同的热交换器（34、40），它在一次侧可被增压空气和废气穿流，在二次侧可被空气冷却。

32. 根据权利要求 31 所述的废气热交换器，其特征在于，废气和增压空气可通过共同的进气接管（39）或独立的进气接管（41、42）输入到共同的热交换器（34、40）中。

33. 根据权利要求 32 所述的废气热交换器，其特征在于，废气热交换器在废气出口侧具有冷凝液排出口。

34. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 所述的废气热交换器，其特征在于，为废气热交换器（61）在废气侧设有旁通（69、73），它可由废气热交换器（61）上的废气进口（62）和废气出口（63）之间的压差 $\Delta P = P1 - P2$ 控制。

35. 根据权利要求 34 所述的废气热交换器，其特征在于，旁通为具有废气输入管道（67）和废气再循环管道（68）的差压阀（69），这两个管道可由阀关闭机构（75）分隔和中断。

36. 根据权利要求 35 所述的废气热交换器，其特征在于，废气输入管道（67）与废气热交换器（61）的进口（62）相连，废气再循环管道（68）与废气热交换器（61）的出口（63）相连。

37. 根据权利要求 35 所述的废气热交换器，其特征在于，阀关闭机构（75）可由闭锁弹簧（74）加载。

38. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 所述的废气热交换器，其特征在于，在废气侧为废气热交换器（61）设有旁通（69），它可根据废气热交换器（61）的过流断面由外部控制。

39. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，为废气热交换器（54）的废气管道设有至少一个可导热的冷却液管道（57、57a）。

40. 根据权利要求39所述的废气热交换器，其特征在于，至少一个冷却液管道（57）为蛇形，并具有与废气管道平行的笔直的管道段（57a）。

41. 根据权利要求39所述的废气热交换器，其特征在于，冷却液管道（57）可与内燃机的冷却回路相连。

42. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，废气管道和/或翅片设有电加热装置（60）。

43. 根据权利要求42所述的废气热交换器，其特征在于，电加热装置（60）具有电热丝，它们可导热地布置在废气管道的外侧。

44. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，百叶窗、优选为阀门式百叶窗片（45）沿气流方向布置在废气热交换器（44）之前。

45. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的废气热交换器，其特征在于，废气管道和翅片设有可移动的、带有纵向槽（50a、50b、50c.....）的覆盖装置（48）。

46. 根据权利要求45所述的废气热交换器，其特征在于，纵向槽（50a、50b、50c.....）与废气管道平行。

47. 根据权利要求45所述的废气热交换器，其特征在于，覆盖装置（48）在纵向槽（50a、50b、50c.....）之间具有腹板（49a、49b、49c.....），这些腹板覆盖废气热交换器（47）的翅片（51a、51b、51c.....）。

48. 根据权利要求45所述的废气热交换器，其特征在于，覆盖装置（48）垂直于废气管道可移动。

49. 根据权利要求1所述的废气热交换器，其特征在于，废气在出口侧与增压空气分离，并穿过或绕过出口侧的空气箱（57、61、65）。

50. 根据权利要求49所述的废气热交换器，其特征在于，在进口侧的集流箱的上游和/或在出口侧的集流箱（55、64）的下游，废气在一个独立的管道中流动（59、62、66）。

51. 根据权利要求 50 所述的废气热交换器, 其特征在于, 独立的管道 (59、62、66) 布置在出口侧的增压空气箱 (57、61、65) 之中或之外。

52. 根据权利要求 51 所述的废气热交换器, 其特征在于, 独立的管道 (59) 由增压空气箱 (57) 中的间壁 (58) 形成。

53. 根据权利要求 49 所述的废气热交换器, 其特征在于, 用于废气的独立的管道 (62、66) 是由塑料、橡胶或钢制成的管或软管, 或者是吹塑件。

54. 根据权利要求 52 所述的废气热交换器, 其特征在于, 废气和增压空气可在增压空气箱 (57、61、65) 下游的混合区内混合。

55. 根据权利要求 54 所述的废气热交换器, 其特征在于, 从测地学的角度来说, 混合区的深度大于增压空气箱 (57、61、65) 的增压空气出口。

56. 根据权利要求 55 所述的废气热交换器, 其特征在于, 废气可被增压空气通过一个按照已知的文丘里原理工作的装置吸入。

57. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 所述的废气热交换器, 其特征在于, 废气热交换器 (16) 具有废气的旁通管道 (17), 所述旁通管道 (17) 带有旁通阀 (18)。

58. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 所述的废气热交换器, 其特征在于, 废气热交换器 (16) 设有废气的旁通管道 (17), 并且废气热交换器 (16) 具有压降 ΔP_{Ak} , 旁通管道具有压降 ΔP_{By} , 其中, 在畅通的废气热交换器上, $\Delta P_{By} > \Delta P_{Ak}$, 而在部分或完全阻塞的废气热交换器上, $\Delta P_{By} < \Delta P_{Ak}$ 。

59. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 所述的废气热交换器, 其特征在于, 废气热交换器在废气出口侧具有冷凝液排出口。

60. 在带有内燃机 (23) 的汽车中的废气再循环系统的布置, 包括进气管路 (29)、废气管路 (24) 及带有废气冷却器的 AGR 管路 (31), 其特征在于, 废气冷却器为根据前面的权利要求中任一项所述的废气热交换器 (33)。

61. 根据权利要求 60 所述的布置, 其特征在于, 废气冷却器 (32) 布置在 AGR 管路 (31) 中的废气热交换器 (33) 之前, 所述的废气冷却器 (32) 由冷却液、特别是内燃机 (23) 冷却回路中的冷却液冷却。

62. 根据权利要求 60 或 61 所述的布置, 其特征在于, 废气热交换器 (33) 布置在发动机舱中的任意位置, 但不布置在冷却模块上。

63. 根据权利要求 60 或 61 所述的布置, 其特征在于, 为了输送冷却空气, 在废气热交换器 (33) 之前或之后布置着自带的风机。

64. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 所述的废气热交换器, 或者根据权利要求 62 或 63 所述的布置, 其特征在于, 废气热交换器 (1) 或共同的热交换器 (34、40) 具有集成的 AGR 阀。

65. 根据权利要求 63 所述的废气热交换器, 或者根据权利要求 62 或 63 中的至少一项所述的布置, 其特征在于, 废气热交换器 (1) 或共同的热交换器 (34、40) 具有集成的 AGR 阀。

66. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 所述的废气热交换器, 其特征在于, 在废气热交换器或共同的热交换器之前布置着氧化催化器。

67. 根据权利要求 66 所述的废气热交换器, 其特征在于, 氧化催化器布置在用于废气的进口侧集流箱之内或之外。

气冷式废气热交换器、特别是汽车废气冷却器

技术领域

本发明涉及一种气冷式废气热交换器、特别是汽车废气冷却器，以及废气再循环系统的布置。

背景技术

在当今的汽车、特别是商用车中，在废气再循环系统（AGR 系统）中为了冷却再循环的废气，采用了废气冷却器。根据法律规定，废气再循环系统用于降低内燃机的燃油消耗，并减少内燃机废气中的有害物质（尤其是 NO_x ）。目前装在汽车中的废气冷却器由冷却液冷却，它来自内燃机的冷却回路。这种已知的液冷式废气冷却器很有效率，但具有以下缺点：废气的冷却取决于冷却液温度，其温度为 80 到 100℃。这样只有废气冷却器后面的废气出口温度达到大约 120 到 150℃才行。

由 DE 199 07 163 A1 的申请人所公开的优质钢结构的废气热交换器，由可被废气穿流的管束和可被冷却液穿流的壳体组成。废气管焊接到管板中，管板与壳体焊接。所有的焊缝优选通过激光焊形成。

由 DE 102 03 003 A1 的申请人所公开的废气热交换器，包括集成式旁通和集成式旁通阀，在不需要对废气冷却的时候，它们使废气热交换器可被绕开。

EP 0 677 715 A1 的申请人公开了汽车废气冷却器的不同实施形式，其中，一种实施形式公开了一种气冷式废气冷却器，它的结构为板片式热交换器，在板片之间布置着用于气冷的波纹翅片。形成废气管道的板片分别由两个半体板片组成，它们沿周边相互钎接，并通过相互叠置的进口和出口相互连接。在废气管道或板片中布置着所谓的小翼，即呈 V 形布置的凸耳或翅片，它们使废气流中出现湍流，从而防止碳黑沉积。

由 EP 916 837 B1 的申请人所公开的液冷式废气冷却器，包括集成式废气再循环（AGR）阀，它控制再循环的废气量，这样就在 AGR 管路中取消了

独立的AGR阀。

发明内容

以现有技术、特别是一种风冷式废气热交换器为基础，本发明的目的是改善这种开头所述的废气热交换器的结构及与之相关的、在汽车中的可装配性。本发明的目的还在于，改善废气再循环系统的布置，从而能更明显地降低废气温度。此外，还应避免冷凝液在废气热交换器中结冰。

本发明的目的由具有以下特征的废气热交换器实现。按照本发明，废气热交换器一方面具有管片式芯体，即由废气管和用于气冷的翅片组成的芯体，另一方面还具有与废气管相接的集流箱。集流箱优选地通过焊接或钎接形成，并具有管板，废气管的管端钎接或焊接、优选通过激光焊接到管板中。废气管和集流箱的材料优选采用优质钢。对于废气管外侧的翅片，可以使用由优质钢或有色金属制成的波纹翅片。为了提高空气侧的热交换，翅片、特别是波纹翅片具有鱼鳞片，它们是通过已知的加工方法在翅片材料中切开而成的。也可以用所谓的板翅片（Stegrippen）取代波纹翅片，特别是与已知的风冷式增压空气冷却器相同。与此相反，带有鱼鳞片的波纹翅片在冷却液冷却器上是已知的。通过本发明的废气冷却器的这种风冷结构实现了以下优点，即再循环的废气被冷却后的温度低于通过冷却液冷却（液冷）方式所达到的温度，这提高了内燃机的功率。此外，本发明的结构形式使得废气冷却器可与其它的气冷式热交换器组成组件，即所谓的冷却模块，它由冷却液冷却器、增压空气冷却器和/或冷凝器组成。具有优点的是，本发明的废气冷却器可以布置在冷却液冷却器或冷凝器之前，在这里，它只占据了一部分端面。端面的其它部分可被增压空气冷却器覆盖。由此形成了冷却模块的特别紧凑的结构形式。

按照本发明的另一个优选实施形式，废气热交换器的集流箱由塑料制成，其中，塑料箱与金属管板机械连接，例如通过法兰连接及装入密封件。使用塑料的优点在于受到废气腐蚀的可能性降低。选择塑料材料时，要选择能承受由废气的压力和温度所造成的机械应力的材料。金属热交换器芯体，由管、翅片和管板组成，分别通过钎接或焊接制成。然后再装上塑料箱。

其它优选的实施形式包括确定翅片高度、管高度、管高度与翅片高度之比、翅片密度及管的水力直径时的尺寸说明或尺寸范围。通过这些尺寸形成了一个为介质如废气和空气而优化的废气热交换器。

在本发明的另一个优选实施形式中，废气冷却器具有旁通管道，它优选地由旁通阀控制。这样实现了以下优点，即避免了在外界温度低的情况下冷凝液在冷却器中结冰；此外，还可以使发动机更快地加热。

在本发明的另一个优选实施形式中，为废气热交换器设有旁通管道—不带旁通阀门，其中，通过废气管道和废气热交换器中的不同压降来控制废气管道中的穿流。旁通管道的结构要使得在高于冰点的外界温度下它的压降低于废气热交换器的压降，这可以通过例如旁通管道进口区域的挡板实现。在废气管道结冰的情况下，废气热交换器中的压降高于旁通管道中的压降，从而使废气从旁通管道中流过。这样实现了以下优点，即在废气冷却器结冰的情况下，废气可被再循环。这样就取消了常出现问题的旁通阀门。

在本发明的另一个优选实施形式中，为废气热交换器设有旁通，它通过由压差控制的阀开启和关闭。一旦冷凝液在废气管道中结冰而使废气热交换器中的压降上升，压差也上升，这将打开阀关闭机构，并因而打开了废气输入管路和循环管路之间的旁通。这样实现了以下优点，即在出现结冰时可以绕开废气冷却器，并保持废气的再循环。阀关闭机构也可以从外部进行控制。

在本发明的另一个优选实施形式中，为了加热废气热交换器、特别是它的废气管道，设有冷却液管道、特别是旁通管道，它将热量传给受到冷凝液结冰威胁的废气管道。这样的优点在于，可以防止冷凝液在废气热交换器中结冰。

在本发明的另一个优选实施形式中，为废气热交换器设有电加热装置，它对废气管道进行加热，并同时防止结冰。

在本发明的另一个优选实施形式中，百叶窗片、特别是阀门式百叶窗片布置在废气冷却器的管片式芯体之前。这样的优点在于，在温度很低的情况下，避免冷凝液在废气冷却器中结冰，并确保发动机的较快加热。

在本发明的另一个优选实施形式中，可移动的覆盖装置沿气流方向布置在废气热交换器之前，这个装置覆盖了布置在废气管道之间的冷却空气管

道，并因而可以阻止冷却的发生。这样的优点在于，防止冷凝液在废气管道中结冰，并保持废气的再循环。覆盖装置可优选地通过调温器例如膨胀元件操纵。

在本发明的另一个优选实施形式中，废气冷却器和增压空气冷却器相互连接组成一个模块，其中，流出的废气穿过在增压空气冷却器的出口箱中的一个独立的废气管道。这样可以节省空间。在增压空气冷却器的出口箱中，废气和增压空气必须分离，以避免废气冷凝液对通常由铝制成的增压空气冷却器造成腐蚀。这个废气管道是这样形成的：将一个厚的铝壁（间壁）装在增压空气冷却器的出口箱中，这个间壁由于较厚在长时间内可以耐抗酸性的废气冷凝液的腐蚀。可考虑的替代方案是在增压空气冷却器的出口箱中装入塑料管道或优质钢管道，废气在这个管道中流动。这个管道也可装在增压空气冷却器的出口箱的外部（作为附加零件），或装在出口箱的凸出部分中。具有优点的是，增压空气和废气在增压空气冷却器的下游足够远的位置混合，以使冷凝液无法回流到增压空气冷却器中。增压空气和废气的混合点可以是文丘里喷嘴的形式或相似的装置，从而使废气部分地从废气冷却器中吸出。这样就可以继续提高废气流的规模。

在本发明的另一个优选实施形式中，废气冷却器和增压空气冷却器集成为一个共同的冷却器，即具有共同的集流箱，具有共同的管片式芯体，它的管既被废气也被增压空气或者被废气和增压空气的混合物穿流。废气和增压空气的输入要么通过共同的进气接管进行，这具有可将两股气流混合的优点，要么通过独立的进气接管进行。相对于两个独立的热交换器，共同的热交换器可以带来成本和重量上的优点。此外还有以下优点，即由于废气的高温 and 腐蚀性而优选由优质钢制成的冷却器也可以耐抗更高的增压空气压力。目前的发动机的开发正是沿着这个方向，也就是说，趋向于更高的增压，而目前的铝结构的增压空气冷却器却无法适应这一要求。

按照本发明的另一个优选实施形式，在废气热交换器之前设有氧化催化器。其优点在于，减少废气所流经的管中的碳黑沉积。同样具有优点的是，氧化催化器布置在进口侧的集流箱中。

本发明的目的也由AGR系统的布置实现，在这个系统中，传统的液冷式废气冷却器布置在本发明的气冷式废气冷却器之前。这样就可再在废气再循环

时对废气进行两级冷却，从而可以降低气冷式废气冷却器的进口温度。这样也使废气和增压空气的温度达到了平衡，这对于使用共同的废气和增压空气热交换器的情况特别有利。通过两级冷却，废气在再循环进入到内燃机的吸气管中时的温度更低，从而可以提高气缸的充气系数，并因而提高发动机的功率。

附图说明

下面通过实施例和附图对本发明进行详细说明。其中，

图 1 是本发明的气冷式废气冷却器的爆炸图，

图 2 是本发明的废气冷却器的一个视图，

图 3 中是带有旁通管的本发明的废气冷却器，

图 4 中是具有两级废气冷却的 AGR 系统，冷却通过液冷和气冷式废气冷却器进行，

图 5 中是热交换器模块，由废气和增压空气冷却器组成，并包括独立的废气管道的第一个实施形式，

图 6a 中是增压空气冷却器出口箱中的独立废气管道的第二个实施形式，

图 6b 中是增压空气冷却器出口箱外侧的独立废气管道的第三个实施形式，

图 7a 中是组合在一起的废气和增压空气冷却器的第一个实施形式，

图 7b 中是组合在一起的废气和增压空气冷却器的第二个实施形式，

图 8a 中是具有闭合的百叶窗片的废气冷却器，

图 8b 中是具有敞开的百叶窗片的废气冷却器，

图 9a 中是具有可移动的、闭合的覆盖装置的废气冷却器，

图 9b 中是具有可移动的、敞开的覆盖装置的废气冷却器，

图 10 中是具有冷却液旁通管的废气冷却器，

图 11 中是具有电加热装置的废气冷却器，

图 12 中是具有旁通阀的废气冷却器。

具体实施方式

图 1 是本发明的废气冷却器 1 的爆炸图，即零件或组件被分解。废气冷却器 1 用于为汽车内燃机的废气再循环系统冷却废气，这个系统将在后面的图 4 中详细说明。本发明的废气冷却器 1 具有一个管片式芯体 2，它由扁平管 3 和布置在扁平管之间的波纹翅片 4 组成。波纹翅片 4 与扁平管钎接或焊接，从而形成紧凑的芯体 2。波纹翅片 4 被周围空气穿流，并且具有用于提高与空气间的热交换的鱼鳞片（图未示），这些鱼鳞片与已知的冷却液散热器的波纹翅片上所具有的一样。可由也是图未示的所谓板翅片（Stegrippen）替代波纹翅片 4，这种翅片是呈弯曲状的翅片，并具有错开布置的法兰。通常来说，板翅片的热交换效率较低。管 3 被废气穿流，并具有在本文开头所述的现有技术中的小翼（图未示）。举例来说，这种小翼可以在扁平管 3 上扁平的一侧形成，例如通过体积成形（Massivumformung）。这样将改善热传递，并减少碳黑沉积。可替代的方法是在管中布置也是图未示的内部翅片并钎接。此外，本发明的废气冷却器 1 具有至少一个集流箱 5，它由管板 6、盖板 7，端壁 8 和另一个带有接管 10 的端壁 9 通过材料配合连接组成。上述零件优选地由优质钢制成，与废气管 3 和波纹翅片 4 相同。在管板 6 中设有与扁平管 3 的横断面相同的矩形开口 11。管端 3a 插入到管板的开口 11 中，并与管板 6 焊接，优选通过激光焊。这样就形成密封和固定的管板连接。另一个图未示的集流箱设在管片式芯体 2 的另一侧，这样，所有的废气管 3 就被平行地沿同一方向穿流。周围空气和废气流因而形成交叉流。管片式芯体 2 在上部和下部被侧盖板 12、13 封闭，它们与最外面的一层翅片钎接。管片式芯体 2 沿气流方向的深度由 T 表示。波纹翅片 4 的高度由 h 表示，扁平管 3 的高度由 b 表示，波纹翅片的节距由 t 表示。节距 t 是翅片密度的倒数：节距 t 越大，翅片密度越小，这里的翅片密度是每 dm 的翅片数量。在图示的实施例中，管片式芯体 2 为单列，但是两列或多列的管片式芯体也是具有优点的，这就是说，芯体具有在气流方向（在深度方向 T ）上较短的管。这样废气管就可以具有更高的抗内压强度。

按照本发明的一个优选实施例，为了优化废气冷却器 1 或管片式芯体 2 的尺寸而设定了以下的尺寸范围：翅片高度 h 为 2 到 10 mm，优选为 4 到 6 mm，特别优选为 5 mm。管高度 b 为 2 到 5 mm，优选为 3 到 10 mm，特别

优选为 4.5 mm。管高度 b 与翅片高度 h 的比例关系为 0.5 到 1.5。翅片密度为 20 到 80 翅片/dm，优选为 30 到 50 翅片/dm，特别优选为 35 翅片/dm。按照定义，管的水力直径为总过流断面与湿周之比的四倍。管的水力直径为 2 到 20 mm，优选为 3 到 10 mm。管片式芯体 2 的深度 T 为 20 到 100 mm，优选为 30 到 70 mm。

图 2 是本发明的废气冷却器 1 的一个视图，其中，相同的零件使用相同的附图标号。图中所示是管片式芯体 2，即它的端面 2a，它具有长度 L 和高度 H 。管片式芯体 2 的两侧布置着集流箱 5、14，它们分别带有废气接管 10 和废气接管 15，这些接管分别作为废气的进气接管或排气接管。管片式芯体 2 的管一在图中为水平一被相互平行地穿流。当然也可以采用与图示的穿流不同的方式，例如在集流箱中出现 U 形的折流。

按照本发明的一个优选实施例，高度 H 与长度 L 之比为 0.1 到 0.8，优选为 0.2 到 0.4。这样，冷却器就被拉得相当长，从而在其长度上可以与冷却模块或冷却液冷却器的长度相匹配。这里具有优点的是，增压空气冷却器布置在废气冷却器之上，从而至少局部地覆盖住了端面的剩余部分。

布置在废气冷却器的废气出口侧的冷凝液排放口未在图中显示，在这里，冷凝液要么直接向外排放，要么排放到废气管（排气管）中。

同样未在图中显示的是废气再循环阀，即所谓的 AGR 阀，它不是布置在进口区域，就是布置在出口区域，即可以布置在废气接管 10、15 处。AGR 阀调节被分流的、再循环的废气量。AGR 阀布置在废气出口区域的优点在于，在那里的废气温度低于进口处的温度—就这点而言，AGR 阀就可以由塑料制成。

图 3 中是本发明的改型实施例，即废气冷却器 16 具有旁通管 17 和旁通阀 18，其中，旁通管 17 在进气接管 19 和排气接管 20 之间与管片式芯体 21 平行延伸。通过旁通阀 18 可以使整个废气流穿过旁通管 17，这样废气流就不会被冷却。举例来说，这对在热机状态下温度还较低的内燃机是有益的。

图 4 是废气再循环系统的部件布置图，即所述的汽车 AGR 系统 22。内燃机即柴油机 23 具有废气管路 24，它通向用于驱动空气压缩机 26 的废气涡轮机 25。增压空气管路 27 从涡轮增压器 26 通向增压空气冷却器 28，从那里经过进气管 29 通向发动机 23。增压空气冷却器 28 是气冷式，它将在

空气压缩机 26 中变热并被压缩到增压压力的空气冷却到一个较低的温度水平，以提高发动机气缸的充气系数。在废气管路 24 中，即在发动机 23 和涡轮机 25 之间设有一个分支点 30，废气循环管路 31 从这个点分出，并通向发动机 23 的进气区域。在 AGR 管路 31 中布置着第一废气冷却器 32，它为液冷式并通过接口 32a、32b 与图未示的发动机 23 的冷却回路相连。沿废气流动方向，在第一废气冷却器 32 之后布置着第二废气冷却器 33，它是按照本发明的气冷式废气冷却器。在第二废气冷却器 32 中冷却的废气进入到进气管 29 中，即与已冷却的增压空气混合。这样，通过 AGR 管路 31 再循环的废气经过了两级冷却，其中，在第一级被废气冷却器 32 冷却到大约 120 到 150 ° C。而在第二级，废气被第二废气冷却器 33 进一步冷却到一个比环境温度高 5 到 50 ° C 的温度。

在图中，气冷式废气冷却器 33 和增压空气冷却器 28 相互叠置。这与发动机舱中的实际布置大致相符，其中，两个冷却器 28、33 沿气流方向布置在一个图未示的冷却模块之前，这个模块由冷却液散热器和冷凝器组成。所有的热交换器，即冷却液散热器、冷凝器、增压空气冷却器和本发明的气冷式废气冷却器可以紧凑地组成一个组合部件，即所谓的冷却模块，并布置和固定在汽车前部的发动机舱中。同时要保证有足够的周围空气穿过它们。

当然，本发明的气冷式废气冷却器也可以布置在另一个位置，而不是布置在发动机舱中的冷却模块上，这样，在必要时可以为它配备专门的风扇。

图 5 中是热交换器模块 50，它由在图中位于下部的废气冷却器 51 和位于前者之上的增压空气冷却器组成，其中，周围空气平行地吹过两个热交换器 51、52。废气冷却器 51 在进口侧具有带废气进气接管 54 的箱 53，和在出口侧具有箱 55。这两个废气箱 53、55 出于防腐蚀的原因由塑料制成，即由一个塑料箱构成，这个塑料箱通过图未示的机械连接与一个图未详细显示的金属管板相连。增压空气冷却器 52 在进口侧具有空气箱 56，在出口侧具有空气箱 57。空气箱 56、57 优选地由铝材料制成，可与图未示的管板焊接在一起。在出口侧的空气箱 57 中布置着间壁 58，它形成一个独立的管道 59。出口侧的废气箱 55 通过接管 60 与废气管道 59 相连，这样就在废气箱 55 和管道 59 之间形成流体连接。由此，废气从出口侧废气箱 55 流入到独立的管道 59 中并穿过出口侧的空气箱 57，同时保证了废气和增压空气的分

离。废气和增压空气在一个在空气箱 57 的下游并与它相隔足够距离的混合区相互混合。这样将避免废气冷凝液回流到增压空气冷却器 52 中。可以通过适当的密封件使接管 60 相对于空气箱 57 密封。废气冷却器 51 和增压空气冷却器 52 可以通过图未示的法兰或支架相互通过螺栓连接。

图 6a 中是如图 5 所示的热交换器模块的废气管道形成的另一个实施例。在图未示的增压空气冷却器的出口箱 61 中，布置着独立的废气管道 62，它由耐腐蚀的材料特别是塑料或优质钢制成。废气管道 62 通过连接管 63 与图未示的废气冷却器的出口箱 64 相连。这样，通过这种方法也实现了在增压空气冷却器的出口箱 61 中穿流的废气与增压空气的分离。

图 6b 中是废气管道布置和形成的另一个实施例，其中，在这里只显示了增压空气冷却器的出口箱 65 和废气管道 66 的横断面。出口箱 65 在其外部的纵向侧具有凹处 67，这与废气管道的椭圆形的横断面 66 相匹配，从而使管道可以埋入到凹处 67 中。作为附加零件固定在出口箱 65 上的废气管道 66 可由优质钢、铝或塑料制成。

图 7a 中是作为本发明的另一个实施例的组合热交换器 34，它由气冷式废气冷却器和气冷式增压空气冷却器（见图 3：冷却器 28、33）集合而成。所述的组合冷却器 34 具有管片式芯体 35、进口箱 36 和带有排气接管 38 的出口箱 37。进口箱 36 具有进气接管 39，它带有废气输入管 39a 和增压空气输入管 39b。这样，废气流和增压空气流就在进气接管 39 中汇合、预混合，然后进入到进口箱 36 中，在那里整个气流被分配到管片式芯体 35 的管（图未示）中。组合冷却器 34 与图 4 所示相似的方式装入到 AGR 系统中，即代替那里所示的冷却器 33、28。冷却后的气流从共同的排气接管 38 进入到发动机的进气管中。

图 7b 中是改型的组合冷却器 40，它带有独立的废气进气接管 41 和独立的增压空气进气接管 42。两个接管进入到一个共同的集流箱 43 中。管片式芯体和出口箱与图 7a 中所示的实施例相同。在第一个实施例中，废气和增压空气在进气接管 39 中就已经预混合，这也使两股气流的温度平衡。在带有独立的进气接管 41、42 的第二个实施例中，两股气流的混合基本上实在集流箱 43 中进行。

在图 8a 和 8b 显示了废气热交换器 44，它带有布置在前面的百叶窗片 45，它们由各可转动的活片或叶片 45a、45b、45c.....45f 组成。图 8a 中是废气热交换器 44，它带有闭合的百叶窗片 45，即废气热交换器 44 在空气侧被加载的整个端面由叶片 45a 到 45f 覆盖。图 8b 中是废气热交换器 44，它带有处于打开位置的百叶窗片 45，即叶片 45a 到 45f 与气流方向 L 平行，并因此让冷却空气通过。在这里，叶片 45a 到 45f 分别沿气流方向布置在不可见或图未示的废气热交换器 44 的废气管道之前，这样在废气管道之间的翅片 46a、46b、46c.....被暴露在穿流的空气之下。这样，在如图 8b 所示的百叶窗片所处的位置下，在废气热交换器 44 中穿流的废气被冷却，而在如 8 所示的百叶窗片处于闭合的位置时，没有发生由空气流所进行的冷却。特别是在低温时如果出现冷凝液在废气管道中结冰的危险，百叶窗片 45 则会闭合。这样就可以最大限度地防止结冰，从而保证废气的再循环。

图 9a 和 9b 中是本发明的另一个实施形式，用于可被冷却空气流屏蔽的废气冷却器 47。沿气流方向在废气冷却器 47 之前布置着可移动的覆盖装置 48，它由腹板 49a、49b、49c.....及布置在腹板之间的纵向槽 50a、50b、50c.....组成。腹板 49a、49b、49c.....可通过合适的驱动机构垂直于图未示的废气管道的纵向移动，这样，废气冷却器 47 的端面可局部敞开或被闭合。图 9a 中是废气冷却器 47，它带有闭合的覆盖装置 48，即腹板 49a、49b、49c.....覆盖住了这里看不见的冷却空气管道，而槽 50a、50b、50c.....沿气流方向则处于废气管道之前。这样在覆盖装置 48 处于闭合状态时，没有发生空气冷却。在图 9b 中是带有打开的覆盖装置 48 的废气冷却器 47，在这里，在废气管道之间的、带有翅片 51a、51b、51c.....的冷却空气管道被露出。腹板 49a、49b、49c.....则处于废气管道之前。覆盖装置 48 可以是格栅结构（格栅式百叶窗片），其中，各格栅条可以折叠或相互之间移动，这样就可以加大或缩小被空气流加载的端面面积。而这种覆盖装置 48 也适合于防止冷凝液在废气管道中结冰，而保持废气的再循环。覆盖装置 48 的控制，即它的横向运动可以通过合适的驱动机构例如受温度影响的膨胀元件、真空执行器或其它电机进行。

图 10 中是本发明的另一个实施例，其包括所述的组合冷却器 52，这个冷却器由增压空气冷却器 53 和废气冷却器 54 组成，这两个冷却器被冷却空

气加载。废气冷却器 54 具有由空气翅片 55 和不可见的废气管道组成的芯体 56，从气流方向看，在其之前布置着蛇形的冷却液管道 57，它可与图未示的汽车内燃机的冷却回路相连。冷却液管道 57 具有笔直段 57a，它们在端部由弯管 57b 连接。这样，冷却液管道 57、57a、57b 就形成蛇形管，其中，笔直段 57a 布置在不可见的废气冷却器 54 的废气管道之前，也就是说，形成冷却空气管道的空气翅片 55 完全暴露在冷却空气流下。蛇形管 57 的笔直段 57a 与废气管道处于热传递连接—无论是通过导热还是通过热辐射—从而在外部温度较低的情况下防止冷凝液在废气管道中结冰而导致堵塞。这样，即使在外部温度低的情况下，废气再循环也可以由于在蛇形管 57 中穿流的冷却液温度较高而得到保持。冷却液优选地来自发动机回流即冷却回路的冷却器进口管。用于在蛇形管 57 中穿流的热冷却液的提取可以通过图未示的阀控制。蛇形管 57 优选地覆盖了整个废气管道，至少是覆盖了部分废气管道。

图 11 中是本发明的另一个实施例，其包括气冷式的废气冷却器 58，它具有被冷却空气加载的端面 59。沿气流方向，在废气冷却器 58 的端面 59 之前布置着可电加热的加热格栅 60，格栅由多个电热丝组成，这些电热丝与不可见的废气管道及布置在管道之间的空气翅片处于热传递连接。可电加热的加热格栅 60 将它的热量—也通过在加热格栅 60 中穿流的空气流—传递给废气管道和空气翅片，从而使它们在外部温度低的情况下得到加热。这样可以防止冷凝物在废气冷却器 58 中结冰。加热的启动可以是手动也可以是自动，例如取决于环境温度或废气冷却器 58 后面的废气出口的温度。

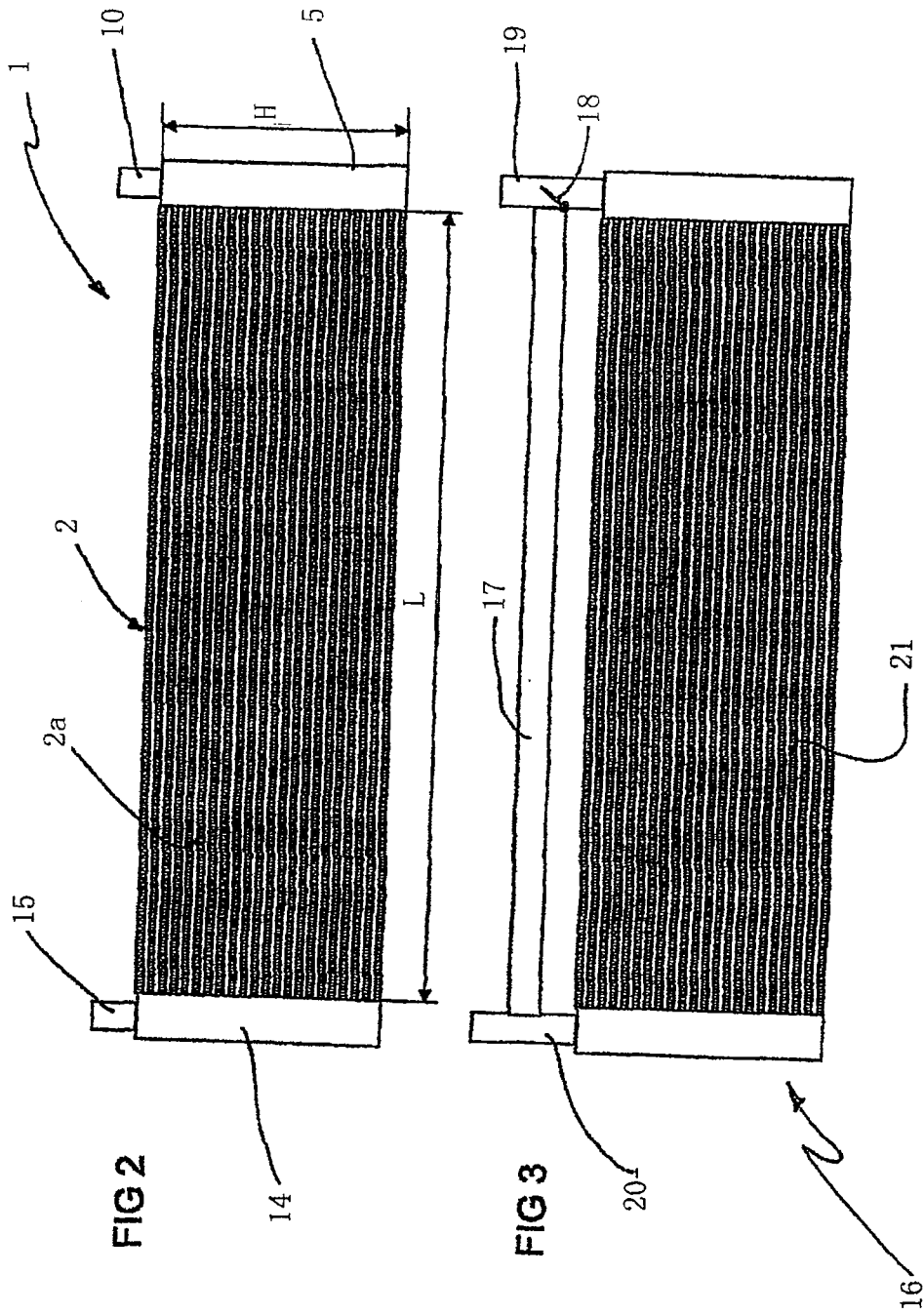
图 12 中是本发明的另一个实施例，它包括气冷式废气冷却器 61，它具有废气侧的进口箱 62 和废气侧的出口箱 63，在它们之间布置着由废气管道 64 和散热翅片 65 组成的废气芯体 66。进口箱 62 与废气输入管路 67 相连而出口箱 63 与废气循环管路 68 相连。阀 69 对应于废气冷却器 61，这个阀具有两个由间壁 70 分出的阀箱 71、72。在间壁 70 中布置着阀孔 73，它由被阀关闭弹簧 74 加载的阀关闭机构 75 控制。阀箱 71 被废气输入管路 67 穿过，而阀箱 72 则被废气循环管路 68 穿过。只要阀关闭弹簧 74 的力大于作用在阀关闭机构 75 上的压力，阀孔 73 就会一直被阀关闭机构 75 关闭。在阀箱 71 中的压力为 P_1 ，它等于废气冷却器 61 的进口侧废气压力，而阀箱

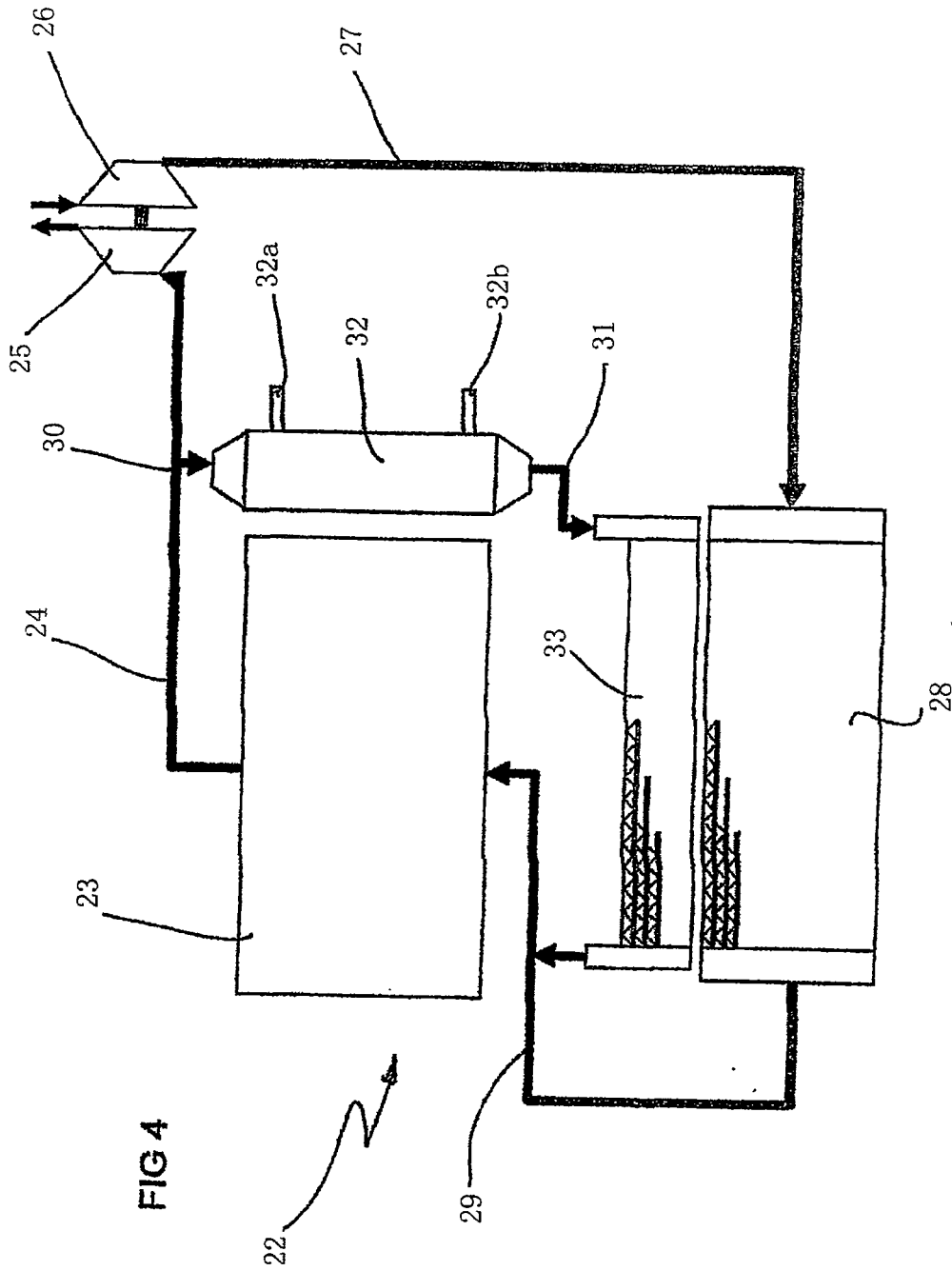
72 中的压力 P_2 等于废气冷却器 61 的出口侧废气压力。这样，等于废气冷却器 61 中的废气侧压降 (P_1 减去 P_2) 的压差 ΔP 作用在盘形的阀关闭机构 75 之上。只要废气管 64 畅通无阻，废气热交换器 61 就具有相对小的压降 $\Delta P = P_1 - P_2$ 。但是，如果在外部温度低的情况下，废气管 64 由于冷凝液的结冰而出现局部或全部堵塞，这时，废气冷却器 61 中的废气侧压降就会上升，而作用在阀关闭机构 75 上的压差增加： P_2 变小， P_1 则变大，直到由压差所形成的力大于阀关闭弹簧 74 的力，然后阀关闭机构 75 打开，开启阀孔 73，这个孔就作为废气输入管路 67 和废气循环管路 68 之间的旁通。由于旁通 73 的打开，废气冷却器 61 就被完全或部分绕开。这样就保证在环境温度低而在废气冷却器 61 中的冷凝液结冰堵塞管 64 的情况下，废气仍可再循环。此外，也可以根据压力和温度从外部对阀 69 进行电气或气动驱动。

本发明的另一个图未示的实施例涉及一种气冷式废气热交换器，它包括废气的旁通管道，与图 3 所示的实施例大致相同，但没有废气旁通阀门。这样就可以保证，即使在外界温度低、冷凝液在冷却器中结冰而废气冷却器在废气侧被局部或全部关闭（“堵塞”）的情况下，废气仍可再循环。废气旁通管道、特别是它的进口在结构上，要使旁通管道中的压力损失首先大于废气冷却器中的废气侧压力损失（即在未结冰的状态下，即废气侧的过流横断面最大时）。在这个状态下，下列关系适用：

$$\Delta P_{By} > \Delta P_{Ak},$$

其中， P_{By} 为旁通管道中的压降， P_{Ak} 为废气冷却器中压降。当废气冷却器中的冷凝液结冰时，废气冷却器中压降上升，直到它达到并超过旁通管道中的压力损失。那么，首先会是部分的废气气流经过旁通，而在废气冷却器完全堵塞的情况下，全部的废气流将会流经旁通。在设计旁通管道的形状和尺寸时，要使冷凝液不能在旁通管道中结冰；旁通管道优选为圆管或矩形管，并根据气流量具有足够大的横断面。这种通过压力损失自行控制的旁通的优点是，不需要旁通阀门及对这个阀门的其它驱动。





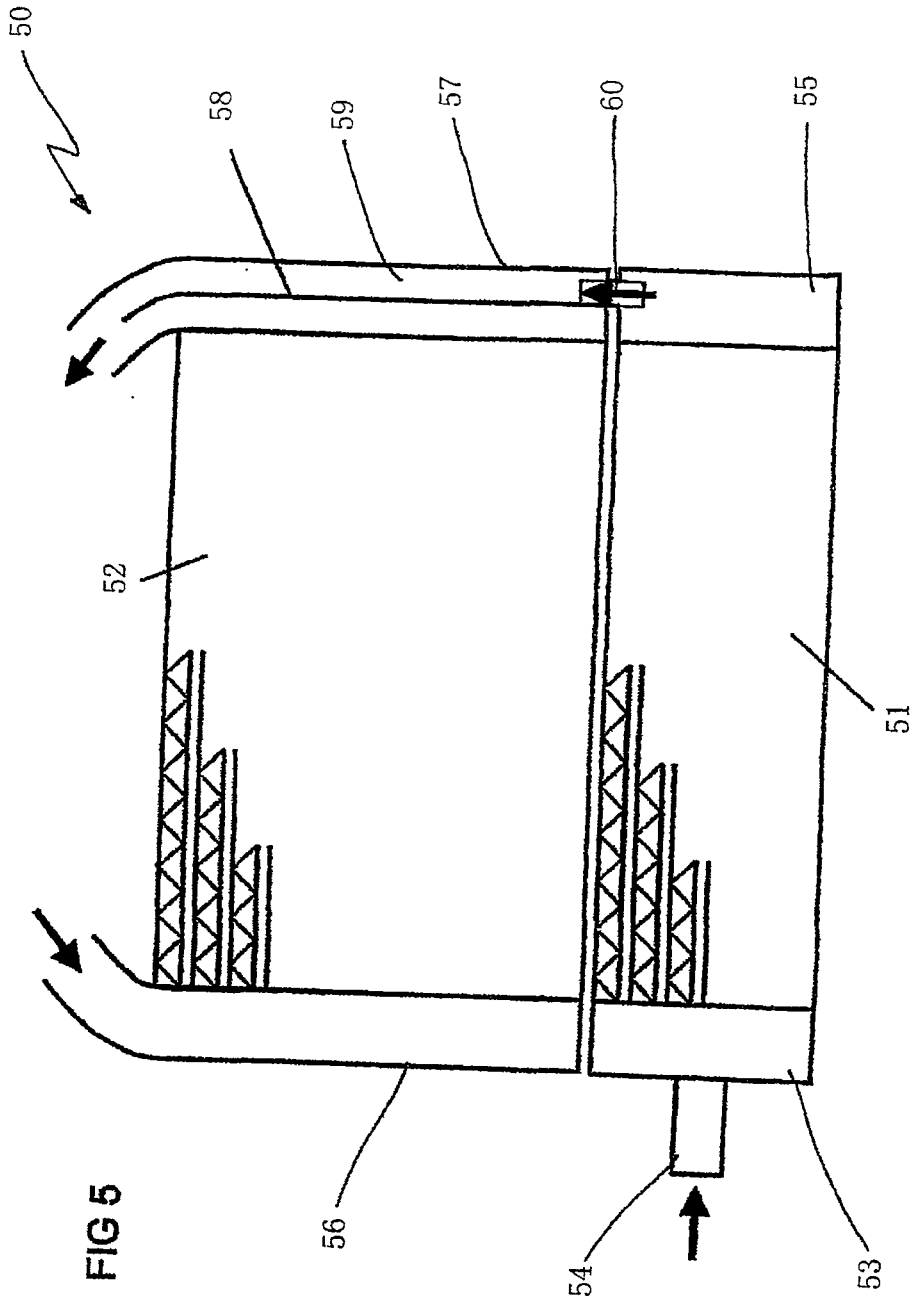


FIG 5

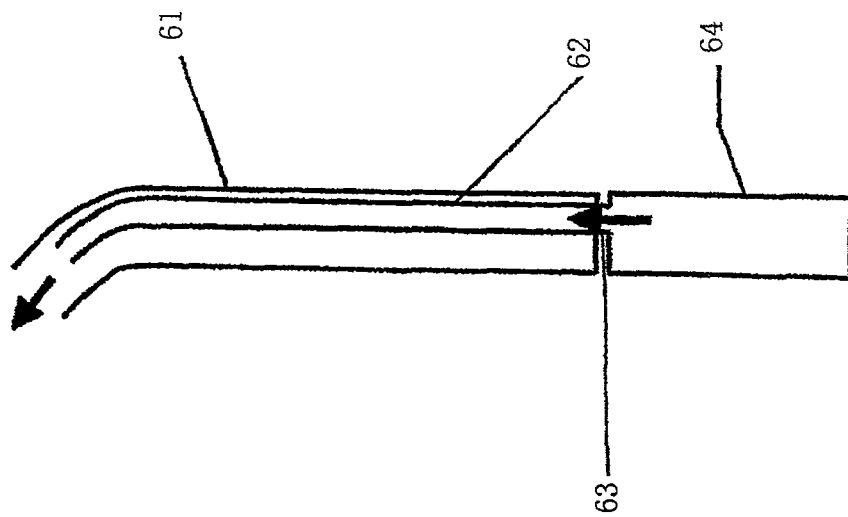


FIG 6a

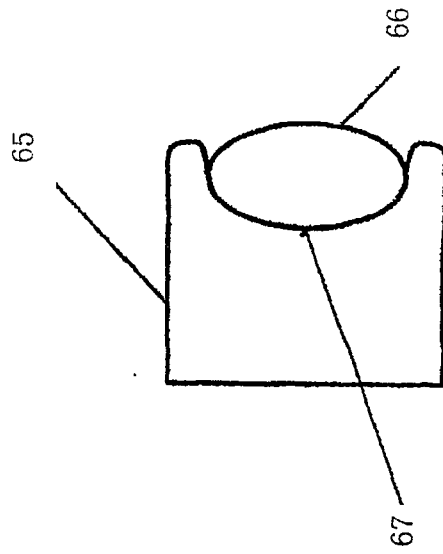
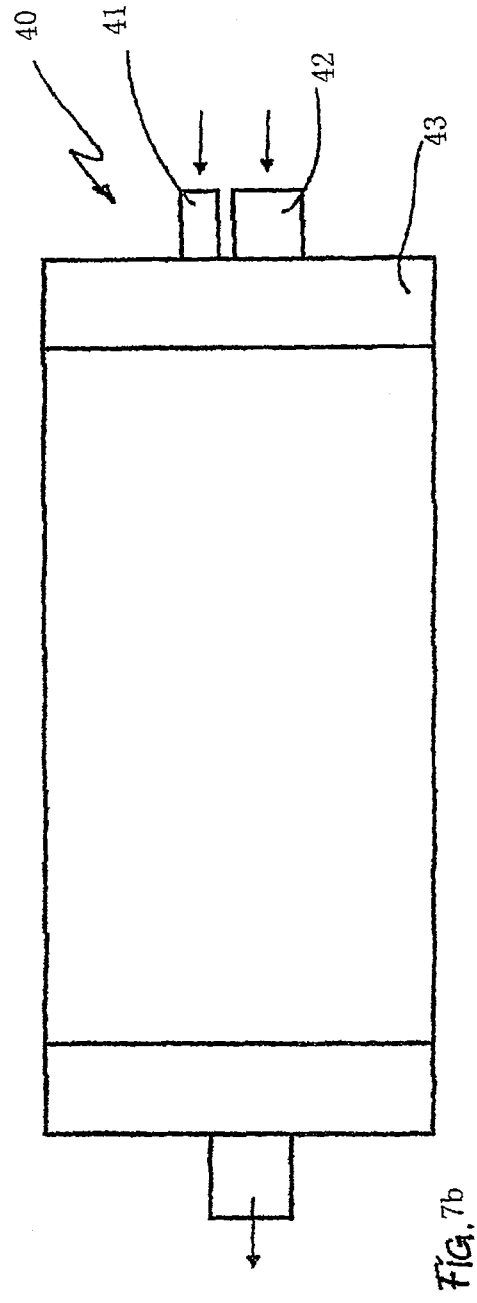
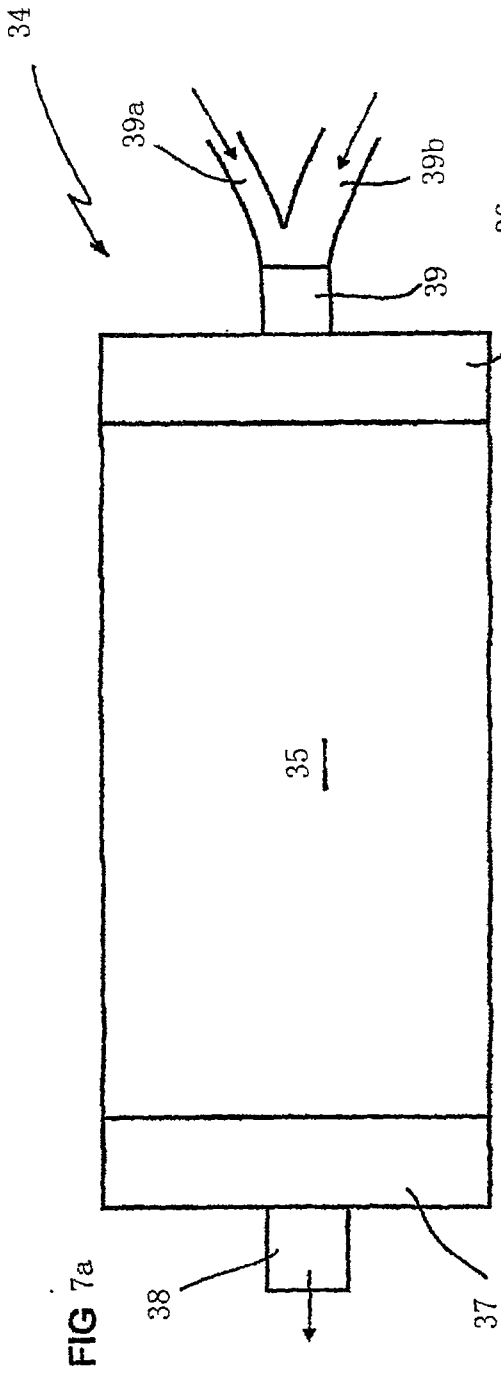
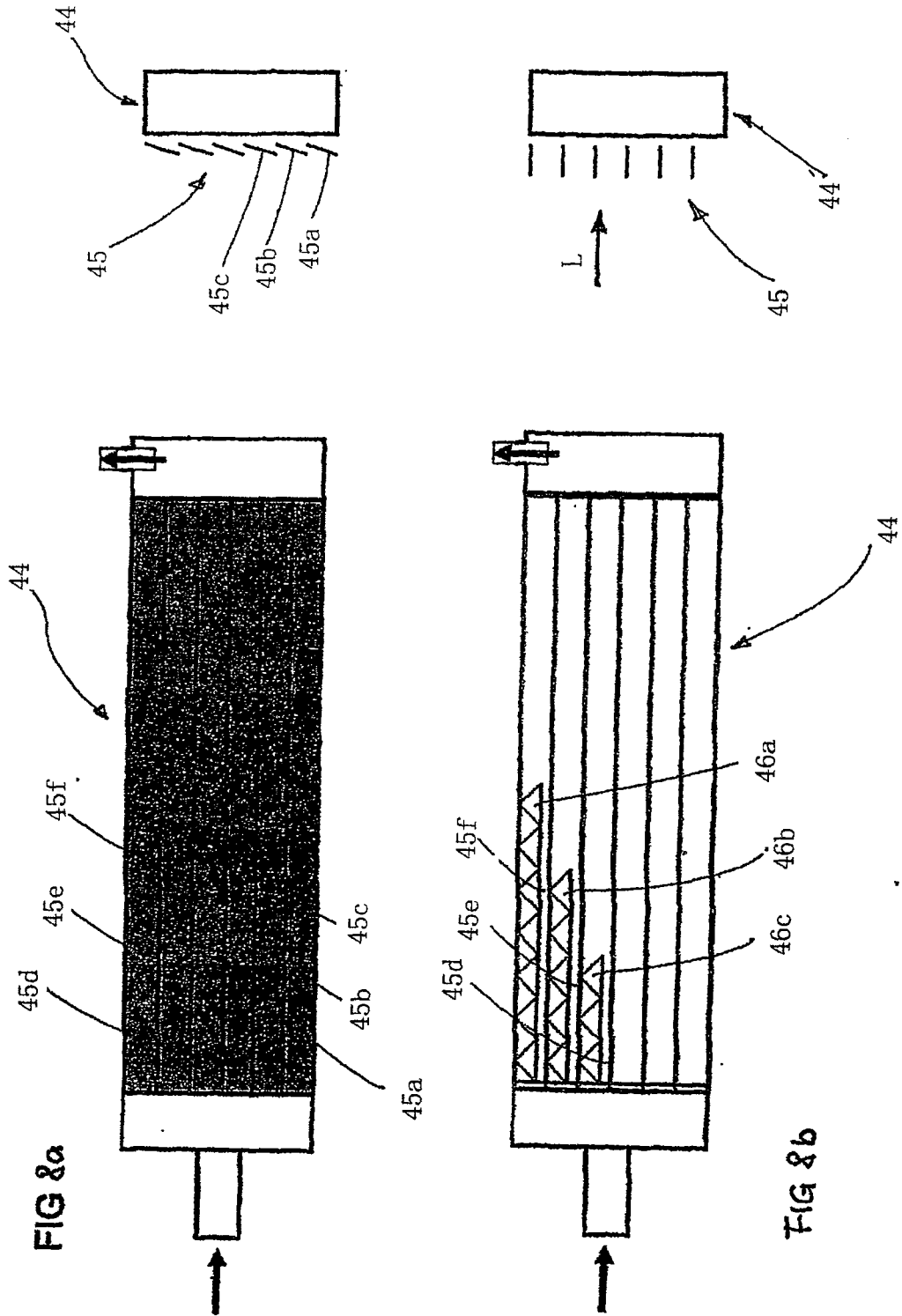


FIG 6b





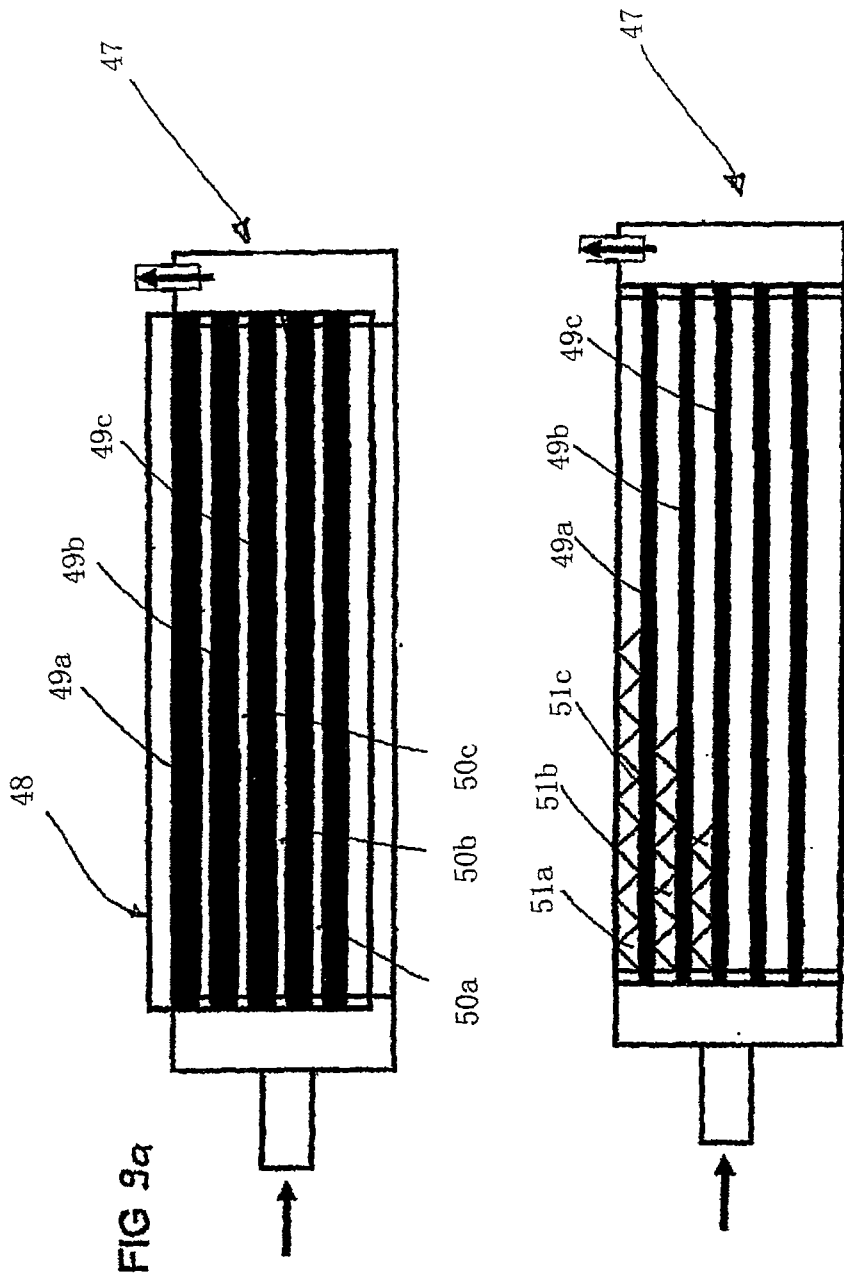
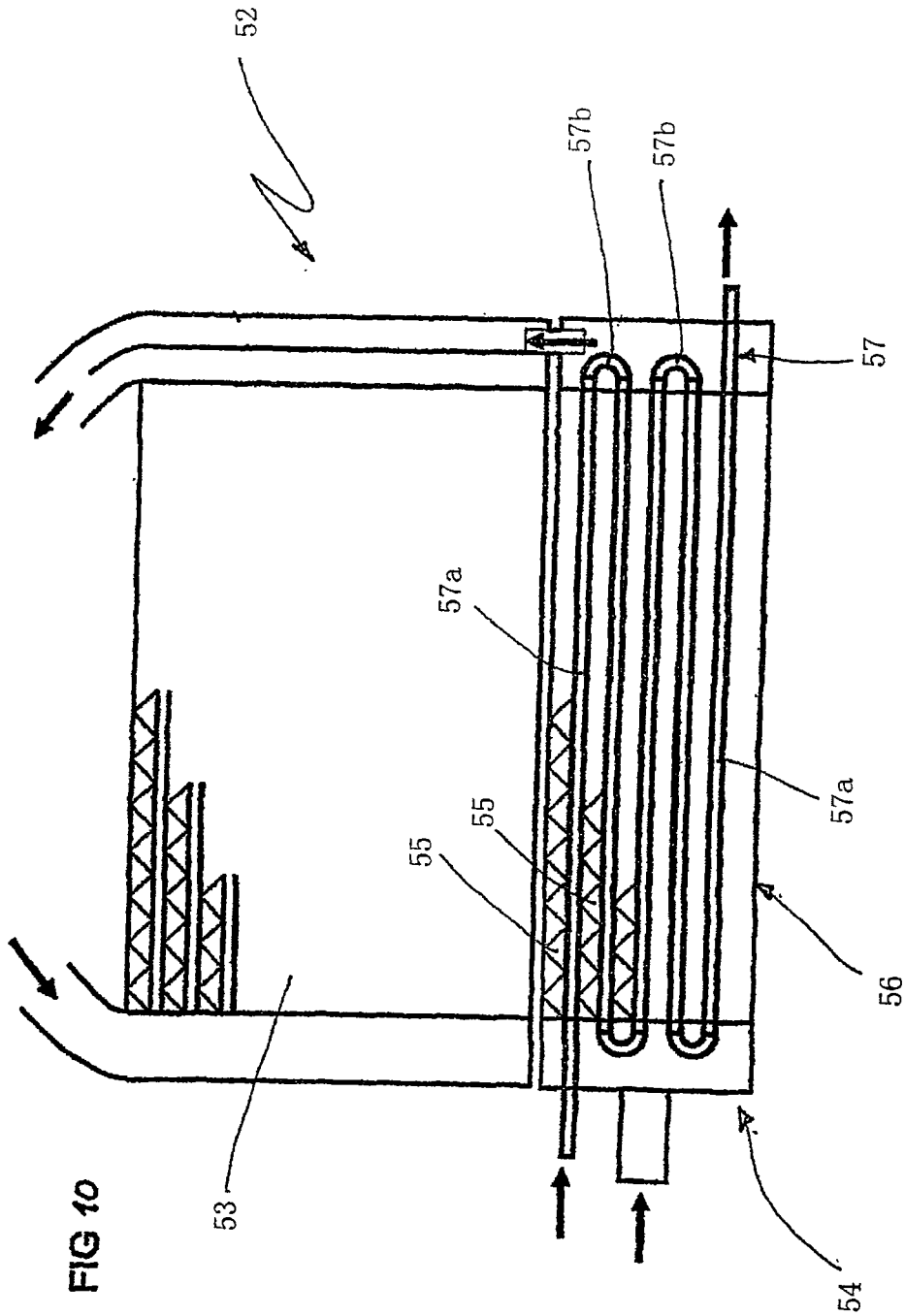
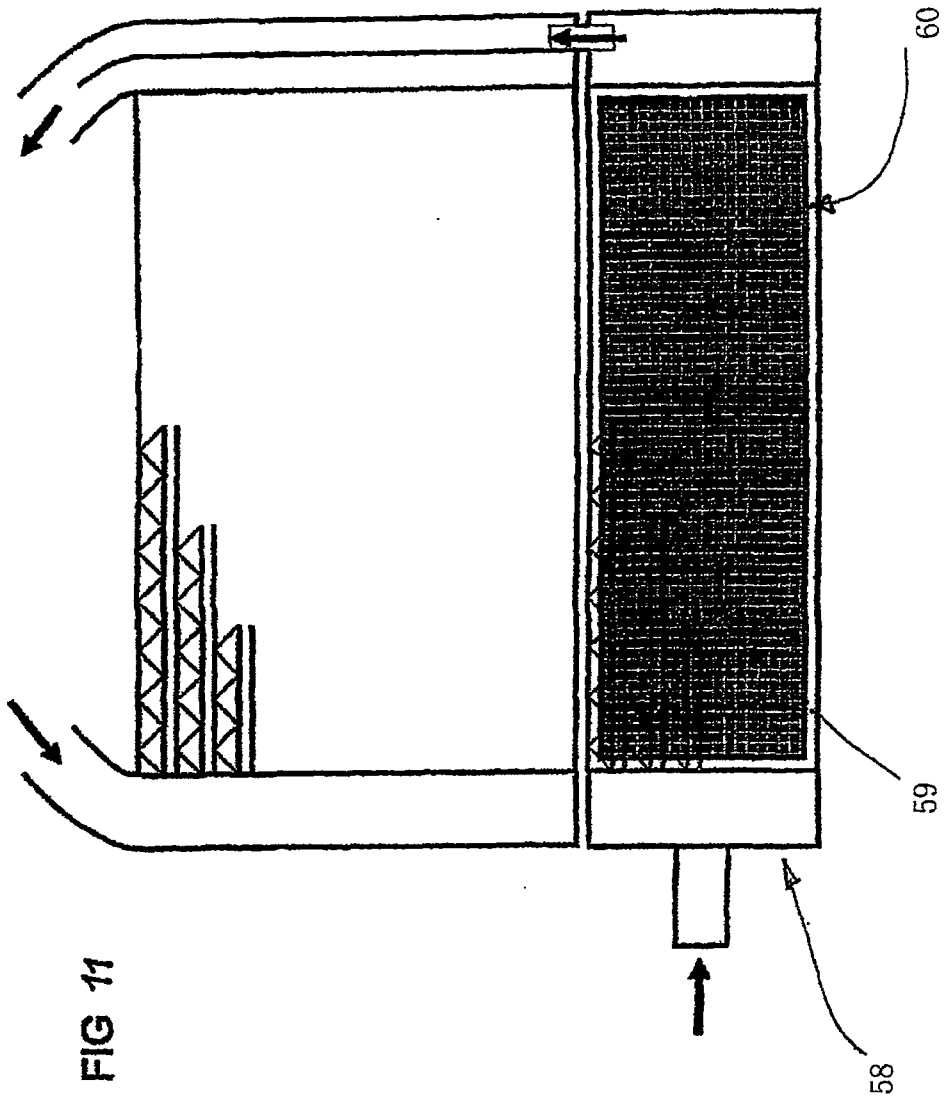


FIG 9a

FIG 9b





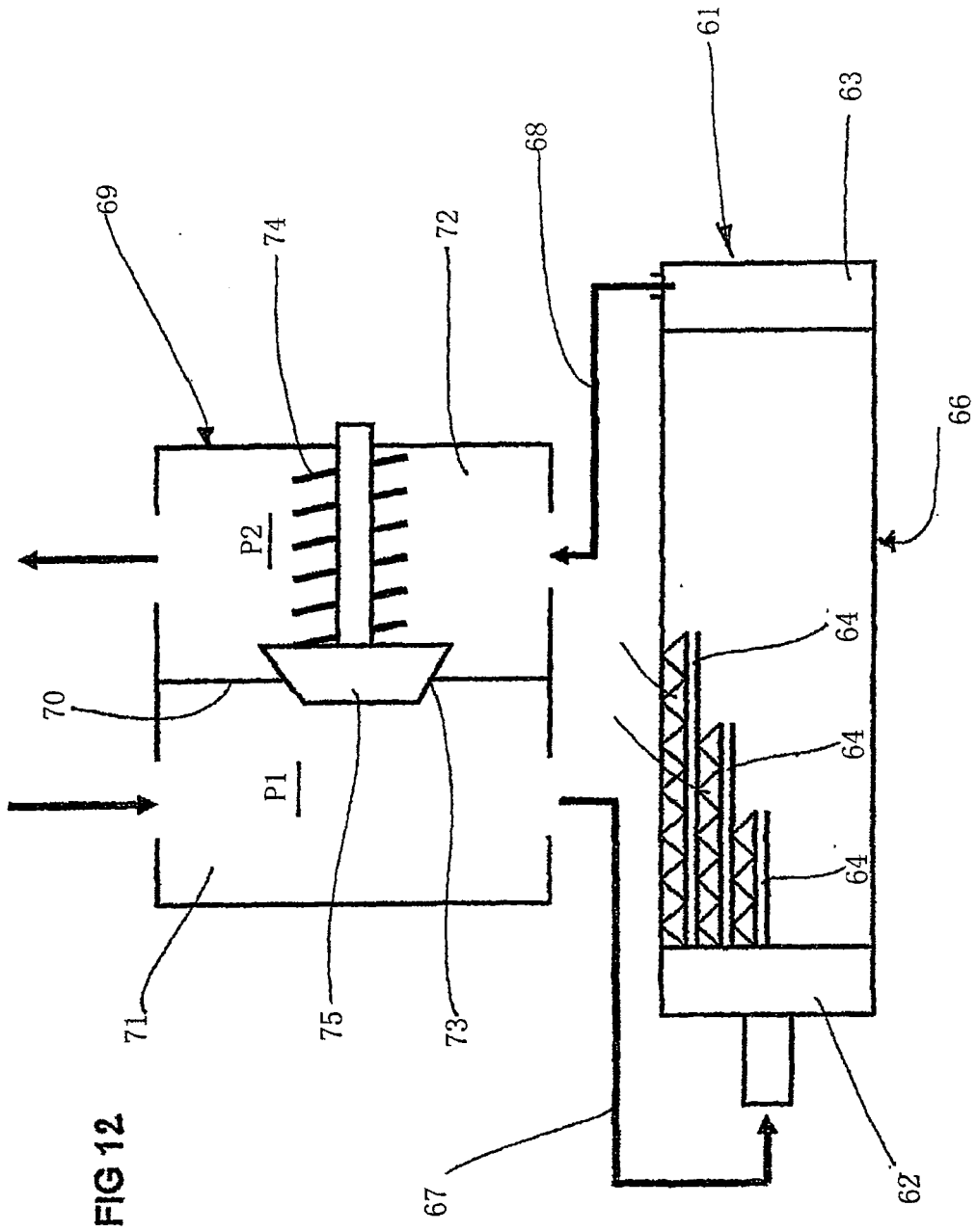


FIG 12