



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103228885 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 31

(21) 申请号 201180045090. 0

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

(22) 申请日 2011. 07. 29

代理人 张涛

(30) 优先权数据

61/369, 489 2010. 07. 30 US

13/194, 364 2011. 07. 29 US

(51) Int. Cl.

F01P 3/22(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 03. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/045985 2011. 07. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02012/016196 EN 2012. 02. 02

(71) 申请人 TAS 能量股份有限公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 K·基茨 T·L·皮尔逊 S·克罗斯

I·施潘斯韦克

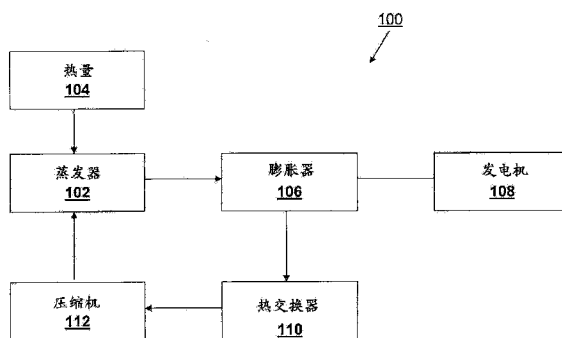
权利要求书4页 说明书13页 附图32页

(54) 发明名称

高性能 ORC 发电设备气冷式冷凝器系统

(57) 摘要

一种用于有机朗肯循环发电设备的气冷式冷凝器系统,包括由多个桁架构件形成的支承结构,所述多个桁架构件以间隔开的取向联接到一起以水平地支承多个并排的冷凝器束。多个风扇由所述桁架构件类似地支承并且设置在所述冷凝器束的上方以将空气抽吸通过所述冷凝器束。每个风扇在至少两个冷凝器束上延伸并且优选地在至少三个束上延伸。空气增压室被设置以建立在每个风扇与其对应冷凝器束之间的最小间隔以便使每个风扇流体联接到至少两个冷凝器束上,而同时使所述系统的空气进口和空气出口断开,从而最大限度地减小再循环。



1. 一种有机朗肯循环(ORC)发电设备,包括:
泵,所述泵可操作以增加有机工作流体中的压力;
第一热交换器系统,所述第一热交换器系统联接到所述泵上并且可操作以向所述有机工作流体供给热量;
所述第一热交换系统的热源,所述热源可以源自于任意废热、任意可再生资源、或通过燃料的直接燃烧;
膨胀器,所述膨胀器联接到所述第一热交换器上并且可操作以使得所述有机工作流体膨胀并且也联接到发电机上以产生电力;以及
气冷式第二热交换器系统,所述气冷式第二热交换器系统联接到所述膨胀器上并且可操作以将热量从所述有机工作流体中释放并且将所述热量传递给流过所述热交换器的空气;所述第二热交换器系统包括:
至少三个细长的热交换器束,每个细长热交换器束沿着纵向轴线设置并且特征在于长度 L 和宽度 W;
支承结构,所述热交换器束安装在所述支承结构上,所述热交换器束安装为使得所述热交换器束中的每一个的纵向轴线基本上彼此平行且基本水平;
基本水平的抽吸风扇,所述风扇特征在于直径 D,所述风扇安装到所述热交换器束上,其中,所述风扇的直径 D 大于所述热交换器束的宽度 W。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述工作流体从由烃类、卤代烃、硅氧烷、包括或结合有前述中的一种或多种的混合物、氨水混合物、氨和二氧化碳所构成的组中选取。
3. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述管还包括外部安装在其上的翅片。
4. 如权利要求 1 所述的系统,还包括空气进口和空气出口,所述空气进口设置在所述热交换器束的下方,所述空气出口设置在所述抽吸风扇的上方,其中,所述空气进口与所述空气出口之间的距离为至少 20 英尺。
5. 如权利要求 1 所述的系统,还包括空气进口和空气出口,所述空气进口设置在所述热交换器束的下方,所述空气出口设置在所述抽吸风扇的上方,其中,所述空气进口与所述空气出口之间的距离为至少 10 英尺。
6. 如权利要求 5 所述的系统,其中,所述空气进口与所述空气出口之间的距离为至少 15 英尺。
7. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述风扇的直径 D 大于宽度 W 的至少两倍。
8. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述风扇的直径 D 大于宽度 W 的 150%。
9. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述风扇在至少三个热交换器束上延伸。
10. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述风扇与所述热交换器束的顶部间隔开至少 5 英尺。
11. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述风扇为直接驱动式风扇。
12. 如权利要求 1 所述的系统,还包括风扇马达,所述风扇还包括:毂,风扇叶片安装在所述毂上;主轴,所述毂附接到所述主轴上并且所述风扇马达直接联接到所述主轴上。
13. 如权利要求 1 所述的系统,还包括风扇马达和齿轮箱,所述风扇还包括:毂,风扇叶片安装在所述毂上;主轴,所述毂附接到所述主轴上,其中,所述齿轮箱附接在所述马达与所述主轴之间。

14. 如权利要求 13 所述的系统,其中,所述风扇经由齿轮箱联接到所述风扇马达的所述输出轴上。

15. 如权利要求 1 所述的系统,还包括在所述风扇与基本水平的所述热交换器束之间形成的增压室,所述增压室形成封闭空气通道,所述通道在间隔开的所述风扇与所述热交换器束之间延伸并且为外部空气进入所述增压室内的阻挡层。

16. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述增压室特征在于高度 H。

17. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述增压室高度 H 为至少 4 英尺。

18. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述增压室高度 H 为至少 8 英尺并且不大于 20 英尺。

19. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述阻挡层为织物材料或柔性聚合物薄膜的外皮。

20. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述阻挡层为柔性材料或柔性金属板的外皮。

21. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述增压室特征在于与所述热交换器束相邻且具有第一周缘长度的下部分和与所述风扇相邻且具有第二周缘长度的上部分,所述第二周缘长度小于所述第一周缘长度。

22. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述增压室特征在于具有设置在所述热交换器束的上方的基本水平的空气进口和设置为与所述风扇相邻的基本水平的空气出口。

23. 如权利要求 22 所述的系统,其中,所述空气出口比所述空气进口小至少 10%。

24. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述支承结构包括多个桁架构件。

25. 如权利要求 24 所述的系统,其中,所述桁架构件通过多个梁构件以间隔开的取向联接到一起以限定支承在任意两个桁架构件之间的热交换器束,其中,所述多个桁架构件中的每一个包括与支承表面相接合的一对腿部。

26. 如权利要求 25 所述的系统,其中,第一组所述桁架构件布置为支承所述热交换器束,第二组所述桁架构件布置为支承所述风扇。

27. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述支承结构包括由较小组的中间结构元件支承的第一组外部结构元件。

28. 如权利要求 27 所述的系统,其中,所述第一组结构元件为至少多个梁、柱、角支架或拱顶中的一种。

29. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述支承结构包括多个基本相同的梁构件,其中,第一组所述梁构件布置为支承所述热交换器束,第二组所述梁构件布置为支承所述风扇。

30. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述风扇马达设置为以小于 250RPM 进行操作并且具有大于 25HP 的功率输出,所述风扇直径 D 大于 15 英尺,所述热交换器束长度 L 大于 40 英尺,所述热交换器束宽度大于 8 英尺。

31. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述风扇马达设置为以小于 200RPM 进行操作并且具有大于 25HP 的功率输出,所述风扇直径 D 大于 20 英尺。

32. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述热交换器束长度 L 大于 40 英尺,所述热交换器束宽度大约 8 英尺。

33. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述热交换器束长度 L 为至少 60 英尺。

34. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述热交换器束宽度 W 为至少 10 英尺。

35. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述热交换器束各自包括基本沿着所述热交换器束的长度纵向延伸的多个外部翅片式热交换器管。

36. 如权利要求 35 所述的系统,其中,所述热交换器束各自包括第一接头,所述第一接头具有与所述管流体连通的第一和第二流体端口。

37. 如权利要求 35 所述的系统,其中,所述热交换器束各自包括第一接头和第二接头,每个接头具有与所述管流体连通的第一和第二流体端口。

38. 一种地热发电设备,包括:

蒸汽拔顶系统,包括:

蒸汽涡轮机;

有机郎肯循环(ORC)触底系统,其包括:

泵,所述泵可操作以增加在有机工作流体中的压力;

第一热交换器系统,所述第一热交换器系统联接到所述泵上并且可操作以向所述有机工作流体供给热量;

地热源,所述地热源可以为分开的蒸汽、从蒸汽涡轮机排放的蒸汽、或者分开的地热卤水;

膨胀器,所述膨胀器联接到所述第一热交换器系统上并且可操作以使得所述有机工作流体膨胀并且也联接到发电机上以产生电力;以及

气冷式冷凝器系统,包括:

第二热交换器系统,所述第二热交换器系统联接到所述膨胀器上并且可操作以通过将热量传递给流过所述热交换器系统的空气而将所述热量从所述有机工作流体中释放,所述第二热交换器系统包括:

至少三个细长的热交换器束,每个细长热交换器束沿着纵向轴线设置并且特征在于长度 L 和宽度 W;

支承结构,所述热交换器束安装在所述支承结构上,所述热交换器束安装为使得所述热交换器束中的每一个的纵向轴线基本上彼此平行且基本水平;

基本水平的抽吸风扇,所述风扇包括风扇叶片和马达,所述风扇安装到所述至少三个热交换器束的上方,其中,所述风扇的直径大于所述热交换器束的宽度。

39. 如权利要求 38 所述的地热发电设备,还包括能够将地热流体分为基本蒸汽的第一流和基本液体的第二流的至少一个分离器。

40. 一种构造和操作 ORC 发电设备的方法,所述方法包括:

设置泵、第一热交换器系统、膨胀器、第二热交换器系统和工作流体;

将至少两个细长的、并排的热交换器束支承在基本水平的位置;

将风扇支承在两个或更多个热交换器束的上方并且支承在与所述两个或更多个热交换器束间隔开的取向上;

利用所述泵增加在所述工作流体的压力;

利用所述第一热交换器系统加热所述工作流体;

使流过所述膨胀器的所述工作流体膨胀;

将膨胀的所述工作流体引导到所述热交换器束内;

利用所述风扇将空气抽吸通过所述至少两个热交换器束,其中空气从所述热交换器束

的下方被抽吸,从而冷却设置在所述热交换器束中的所述工作流体;

将用来冷却所述工作流体的所述空气流过在所述风扇与所述热交换器束之间形成的基本封闭的增压室;

在高于进气口的位置排放用来冷却所述工作流体的空气。

41. 如权利要求 40 所述的方法,其中,所述风扇用来将空气抽吸通过至少三个并排的水平热交换器束。

42. 如权利要求 40 所述的系统,其中,所述驱动步骤通过将马达的轴直接联接到所述风扇的驱动轴上而完成。

43. 一种地热发电设备,包括:

有机朗肯循环(ORC)触底系统,包括:

泵,所述泵可操作以增加在有机工作流体中的压力;

第一热交换器系统,所述第一热交换器系统联接到所述泵上并且可操作以向所述有机工作流体供给热量;

地热源,所述地热源通过从地面直接泵送到所述地热发电设备的加压地热卤水供给;

膨胀器,所述膨胀器联接到所述第一热交换器系统上并且可操作以使得所述有机工作流体膨胀并且也联接到发电机上以产生电力;以及

气冷式冷凝器系统,包括:

第二热交换器系统,所述第二热交换器系统联接到所述膨胀器上并且可操作以通过将热量传递给流过所述热交换器系统的空气而将所述热量从所述有机工作流体中释放,所述第二热交换器系统包括:

至少三个细长的热交换器束,每个细长热交换器束沿着纵向轴线设置并且特征在于长度 L 和宽度 W;

支承结构,所述热交换器束安装在所述支承结构上,所述热交换器束安装为使得所述热交换器束中的每一个的纵向轴线基本上彼此平行且基本水平;

基本水平的抽吸风扇,所述风扇包括风扇叶片和马达,所述风扇安装到所述至少三个热交换器束的上方,其中,所述风扇的直径大于所述热交换器束的宽度。

高性能 ORC 发电设备气冷式冷凝器系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2011 年 7 月 29 日提交的美国实用新型专利申请序列 No. 13/194, 364 的优先权, 该申请要求 2010 年 7 月 30 日提交的美国临时申请序列 No. 61/369, 489 的优先权, 这些申请的全部公开内容通过参引的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本公开整体上涉及工业的、平面线圈的、气冷式热交换器系统, 并且更具体地, 涉及用于有机朗肯循环 (ORC) 发电设备的气冷式冷凝器系统。

背景技术

[0004] 热发电设备常规地利用朗肯 (Rankine) 蒸汽循环以产生电力。尽管多种修改已经在实际应用中用于改进系统的性能, 但是图 1a 中图示的基本朗肯循环 100 为其中工作流体经历至少四个阶段的封闭热力学循环: 在蒸发器 102 中通过吸收热量 104 蒸发, 在膨胀器 106 例如涡轮机中膨胀以驱动发电机 108 以生成电力, 在冷凝器热交换器 110 中热交换以释放热量并且将工作流体从蒸气冷凝为液体, 以及泵吸 112 以将液体的压力从冷凝压力 (较低压力) 增大到蒸发器压力 (较高压力)。朗肯蒸汽循环中的工作流体为水。ORC 系统采用与朗肯蒸汽循环相同的原理。这两个系统之间的不同在于通常与低温热源一起使用的 ORC 系统使用有机工作流体而不是水。工作流体的选择取决于热源属性、工作流体的热力学性质和操作条件。

[0005] 热量 104 可以来自于多个来源。在常规的发电设备中, 热量 104 从煤或其他燃料的燃烧供给。可选地, 热量可以由核反应产生。最近, 热量可以由超热流体例如由从地热库中捕获的蒸汽或卤水供给。

[0006] 多年来已经制造常规的气冷式热交换器例如气冷式冷凝器以用于在蒸汽发电设备中使用。这种气冷式热交换器通常采用 A- 形框架风格结构, 其中一系列风扇迫使空气向上通过以 A 形结构安装的两束冷凝器线圈 (如图 1f 中所示)。对于在 ORC 发电设备中使用的气冷式冷凝器而言, 现有技术已经利用平面冷凝器线圈束, 其中多个紧密连接的风扇专用于每个冷凝器线圈束, 正如图 1b、图 1c、图 1d 和图 1e 中图示的。这些 ORC 气冷式冷凝器利用单个单元的工厂制造的模块, 该模块包括支承单个热交换器线圈束 12 的框架 10 和通过增压室 16 流体连接到线圈束上的一个或多个风扇 14。如所示, 风扇平台通常被支承在冷凝器线圈束的下方并且使用鼓风气流推动空气通过线圈束。风扇也可以位于热交换线圈束的上方并且以抽风构型将空气抽吸通过线圈束。在鼓风或抽风的任一种构型中, 由于框架通常为结构钢, 冷凝器线圈包括金属翅片管和加压室通常由重规格钢构造, 因此这些单个单元模块很重。设计和制造材料选取为部分地耐受用于这些工厂构建风扇 / 线圈模块的运输振动力。此外, 如图 1b 中具体所示, 一个 / 多个风扇的直径限制为不大于冷凝器线圈束的宽度, 使得冷凝器线圈束和一个 / 多个风扇可以作为组装单元进行运输。此外, 一个 / 多个风扇设置为紧密地靠近冷凝器线圈束以便最大限度地减小组件的高度和宽度以用于运

输,并且风扇堆叠通常为方形边且较短,使得它们提供很小的空气动力效率。另外,每平方英尺的线圈表面面积的空气量(线圈面速度)通常较高,以便最大限度地减小用于冷却所需的线圈表面积并且由此最大限度地减小所需的风扇数目。尽管这些高速度降低成本并且改进所排放的热空气的“排放量”以便减小再循环空气的量,但是这种高速度也施加了较高的风电成本。通常,多个这些基本独立的模块通过较重的 I 型钢梁结构联接到一起且支承为高于地面以便容许足够的空气流动循环。显著地,如图 1d 中所示,这导致对很多风扇的需求,特别是由于每个风扇通常紧密联接到其所服务的冷凝器线圈束上。更具体地,图 1d 图示了现有技术的 30 个并排的线圈束,每个束在其宽度上仅具有单个风扇而在其长度上具有三个风扇。该具体示例可以具有大约 14 英尺的束宽度和 60 英尺的长度,而每个束具有 3 个风扇。该示例示出了用于大约 60 英尺 * 420 英尺的总地面尺寸的总共 30 个束。在任意情况下,这种风扇通常由带 18 驱动,本领域的技术人员将理解的是,带 18 需要大量的维护以在不同的操作条件下保持正确的张紧并且必须被定期更换。在抽风构型中,马达 20 通常利用介于带 18 与风扇 14 之间的两个中间轴承安装在线圈的下方。这些轴承为维护费用的另一来源以满足所推荐的润滑时间表。此外,如图 1e 中图示,其中示出了以 20mph 通风的现有技术冷却器阵列的模块化排放增压室的正视图,当来自系统的热输出空气被容易地抽回且再循环时,一个 / 多个风扇经由短的增压室与冷凝器线圈的接近导致效率低下。这种系统减小了线圈的热交换能力,甚至当考虑到在紧密联接设计中通常使用的相当高的面速度(以上提及)时。

[0007] 最近,这些常规的气冷式冷凝器已经同样在 ORC 发电设备中使用。但是,本领域的技术人员将理解,ORC 发电设备通常具有比常规的蒸汽发电设备甚至更大的热管理需求,由此需要更大的气冷式热交换系统。由此,随着对于这些工业系统的热管理需求的继续增长,现有技术的缺点变为甚至更显著和放大。作为示例,地热发电设备具有甚至更大的热管理需求,考虑到从地热库中抽取的地热流体的过热性质。在这种设备中,工作流体可以为从地热库中获取的地热蒸汽和 / 或卤水。用于地热发电设备的气冷式冷凝器系统可能需要 10,000 至 50,000 平方英尺的冷凝器束以满足发电设备的冷却需求。利用现有技术的体积大的维护密集系统来运输、构造和维护这种巨大系统不是最佳的解决方案。

[0008] 因此,期望的是提供用于在工业应用中移除大量热量的改进的气冷式热交换器系统,所述系统减小空气再循环的可能,同时减小所述系统所需的资本成本和风扇功率。还期望的是减小穿过这种系统的线圈的空气中的面速度,而同时改进系统的总效率。

发明内容

[0009] 这些和其它目的通过本发明的系统实现,其中,设有用于工业废热管理系统的气冷式冷凝器系统,所述冷凝器系统包括设置为将风扇和至少两个并排的冷凝器束水平地支承高于地面的支承结构。所述系统的每个风扇安装到至少两个冷却器束的上方并且设置为将空气流抽吸穿过所述两个冷凝器束。优选地,增压室结构设置在每个风扇与其对应的至少两个冷凝器线圈之间。所述增压室结构由轻质外皮形成以防止除了通过所述冷凝器束的所述线圈以外的空气进入。所述增压室的高度选取为将所述风扇的外部空气流与所述冷凝器束断开,从而维持在用于所述冷凝器束的空气进口与所述风扇的空气出口之间的间隔,由此最大限度地减小再循环。所述支承结构优选地基本包括桁架构件,所述桁架构件形成

梁、柱和对角部件以便以并排关系支承所述冷凝器束,并且类似地提供用于所述风扇单元和所述增压室的支承。如所述的支承结构以及增压室为轻质的并且由此容许在工业中心现场地组装所述系统。所述增压室和风扇设计容许比现有技术所实现的在所述风扇与所述冷凝器束的所述线圈之间的更大的空间间隔。此外,这种间隔容许更大风扇直径的更少风扇(相对于现有技术),所述风扇将利用多个热交换器线圈束内部空气流流体联接。

[0010] 在一个实施例中,如上所述的气冷式冷凝器系统与有机郎肯循环(ORC)发电设备相结合地使用。总的 ORC 系统包括:泵,其可操作以增大在液体有机工作流体中的压力;蒸发器,其流体联接到所述泵上并且可操作以向所述有机工作流体供给热量;膨胀器系统,例如涡轮机和发电机,其联接到所述蒸发器上并且可操作以使得所述有机工作流体膨胀并且产生有用的电能或机械功;以及热交换器,其联接到所述膨胀器上并且可操作以将热量从所述有机工作流体中释放,其中,所述热交换器包括气冷式冷凝器系统,所述气冷式冷凝器系统具有设置为将风扇和至少两个并排冷凝器束水平地支承为高于地面的支承结构。所述系统的每个风扇安装到至少两个冷凝器束的上方并且设置为将空气流抽吸穿过所述两个冷凝器束。增压室结构设置在每个风扇与其对应的至少两个冷凝器束之间以维持在所述风扇与所述冷凝器束之间的预定间隔。

[0011] 在另一实施例中,如上所述的用于 ORC 系统的气冷式冷凝器系统与地热发电设备相结合地使用。总的地热发电设备利用地热卤水以将热量从地热卤水中直接释放。所述 ORC 系统包括气冷式冷凝器系统,所述气冷式冷凝器系统具有设置为将风扇和至少两个并排冷凝器束水平地支承为高于地面的支承结构。所述系统的每个风扇安装到至少两个冷凝器束的上方并且设置为将空气流抽吸穿过所述两个冷凝器束。增压室结构设置在每个风扇与其对应的至少两个冷凝器束之间以维持在所述风扇与所述冷凝器束之间的预定间隔。

[0012] 在另一实施例中,如上所述的用于 ORC 系统的气冷式冷凝器系统与地热发电设备相结合地使用。总的地热发电设备包括:分离器,其将地热蒸汽与地热液体例如卤水分离;蒸汽涡轮机,所述地热蒸汽被引导通过所述蒸汽涡轮机;以及一个或多个 ORC 系统,其联接到所述蒸汽涡轮机排气和/或地热卤水上并且可操作以将热量从所述地热蒸汽和/或地热卤水中释放。所述 ORC 系统包括气冷式冷凝器系统,所述气冷式冷凝器系统具有设置为将风扇和至少两个并排冷凝器束水平地支承为高于地面的支承结构。所述系统的每个风扇安装到至少两个冷凝器束的上方并且设置为将空气流抽吸穿过所述两个冷凝器束。增压室结构设置在每个风扇与其对应的至少两个冷凝器束之间以维持在所述风扇与所述冷凝器束之间的预定间隔。

附图说明

[0013] 图 1a 为图示了郎肯循环动力系统的实施例的示意图。

[0014] 图 1b 为现有技术的气冷式冷凝器系统的冷凝器束和风扇构型的俯视图。

[0015] 图 1c 为图 1b 的现有技术的气冷式冷凝器系统的侧视图。

[0016] 图 1d 图示了现有技术的 30 个并排的线圈束,每个束在其宽度上仅具有单个风扇而在其长度上具有三个风扇。

[0017] 图 1e 图示了以 20mph 的通风进行操作的用于现有技术的气冷式系统的循环模式。

[0018] 图 1f 图示了用于蒸汽发电设备的现有技术的气冷式冷凝器。

- [0019] 图 2a 为图示了用于本发明的气冷式冷凝器系统的支承结构的实施例的立体图。
- [0020] 图 2b 为图示了图 2a 的支承结构的实施例的正视图。
- [0021] 图 2c 为图示了图 2a 的支承结构的实施例的侧视图。
- [0022] 图 2d 为图示了图 2a 的支承结构的实施例的俯视图。
- [0023] 图 3a 为图示了与图 2a、图 2b、图 2c 和图 2d 的支承结构一起使用的风扇和风扇罩的实施例的侧视图。
- [0024] 图 3b 为图示了图 3a 的风扇和风扇罩的实施例的俯视图。
- [0025] 图 3c 为图示了图 3a 的风扇和风扇罩的实施例的剖视侧视图。
- [0026] 图 4a 为图示了与图 2a、图 2b、图 2c 和图 2d 的支承结构以及图 3a、图 3b 和图 3c 的风扇一起使用的冷凝器束的实施例的立体图。
- [0027] 图 4b 为图示了图 4a 的冷凝器束的实施例的侧视图。
- [0028] 图 4c 为图示了图 4a 的冷凝器束的实施例的正视图。
- [0029] 图 5a 为图示了用于操作气冷式冷凝器系统的方法的实施例的流程图。
- [0030] 图 5b 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 4a、图 4b 和图 4c 的冷凝器束的实施例的立体图。
- [0031] 图 5c 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 4a、图 4b 和图 4c 的冷凝器束的实施例的正视图。
- [0032] 图 5d 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 4a、图 4b 和图 4c 的冷凝器束的实施例的侧视图。
- [0033] 图 5e 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 4a、图 4b 和图 4c 的冷凝器束的实施例的立体图,其中外皮联接到支承结构上(但是为了清楚起见,端部外皮被去除)。
- [0034] 图 5f 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 4a、图 4b 和图 4c 的冷凝器束的实施例的立体图,其中外皮联接到支承结构上。
- [0035] 图 5g 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 3a、图 3b 和图 3c 的多个风扇以及图 4a、图 4b 和图 4c 的多个冷凝器束的实施例的立体图,其中外皮联接到支承结构上。
- [0036] 图 5h 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 3a、图 3b 和图 3c 的多个风扇以及图 4a、图 4b 和图 4c 的多个冷凝器束的实施例的剖视侧视图,其中外皮联接到支承结构上。
- [0037] 图 5i 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 3a、图 3b 和图 3c 的多个风扇以及图 4a、图 4b 和图 4c 的多个冷凝器束的实施例的正视图,其中外皮联接到支承结构上。
- [0038] 图 5j 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 3a、图 3b 和图 3c 的多个风扇以及图 4a、图 4b 和图 4c 的多个冷凝器束的实施例的剖视俯视图,其中外皮联接到支承结构上。
- [0039] 图 5k 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 3a、图 3b 和图 3c 的多个风扇以及图 4a、图 4b 和图 4c 的多个冷凝器束的实施例的剖视俯视图,其中外皮联接到支承结构上而支承框架联接到风扇中的一个上。

[0040] 图 51 为图示了由图 2a、图 2b 和图 2c 的支承结构支承的图 4a、图 4b 和图 4c 的多个冷凝器束的实施例的侧视图,其中三个冷凝器束流体联接到一个风扇上。

[0041] 图 6a 为本发明的气冷式冷凝器系统的立体图。

[0042] 图 6b 为用于本发明的气冷式系统的模拟空气再循环的端视图。

[0043] 图 6c 为用于本发明的气冷式系统的模拟空气再循环的立体图。

[0044] 图 7a 图示了集成有本发明的气冷式冷凝器系统的 ORC 发电设备。

[0045] 图 7b 图示了集成有本发明的气冷式冷凝器系统的地热 ORC 发电设备。

具体实施方式

[0046] 本发明的一个方面为用来支承风冷式冷凝器系统的风扇和冷凝器束(bundle)的轻质结构。如本文所用,束用来指代布置为承载待冷却工作流体的一个或多个线圈的集合或面板。首先参照图 2a、图 2b、图 2c 和图 2d,这种支承结构 200 被图示。支承结构 200 包括多个桁架构件 202。如本文所用,桁架为包括利用直线和/或弯曲构件构造的一个或多个三角形单元的结构,这些构件的端部在接头或节点处相连。尽管由本发明构想的是任意类型的桁架,包括平面桁架和三维或空间框架桁架,但是在图示实施例中,每个桁架构件 202 为平面桁架。支承结构 200 在图 2b 中图示为具有侧部或腿部桁架 204、上部桁架 206 和下部或中间桁架 208。如在图 2a 和图 2b 中最佳可见的,支承结构 200 的多个腿部桁架 204、上部桁架 206 和下部桁架 208 通过多个梁 210 结合到一起。

[0047] 更具体地,侧部(或腿部)桁架 204 每个具有远端部 204a 和从所述远端部 204a 延伸的直线部分 204b。尽管并非必须,侧部桁架 204 也可以包括从所述直线部分 204b 延伸的弧形部段 204c。本领域的技术人员将会理解,弧形部段 204c 仅仅为一个优选实施例并且侧桁架 204 可以仅仅包括直线部分 204b。在任意情况下,腿部桁架 204 的相应上端部通过在弧形部段 204c 的端部之间延伸的上部桁架 206 结合。中间桁架 208 设置为从位于腿部桁架 204 上的部段在腿部桁架 204 延伸,所述部段优选地在远端部 204a 与弧形部段 204c 的端部之间延伸,正如在图 2b 中图示的,但是在任意情况下,上部桁架 206 与中间桁架 208 间隔开选定的距离(以便容许空气增压室的形成,如下文所述)。多个中间桁架构件 208 通过多个梁 210 联接到一起并且保持为彼此间隔开的取向,使得冷凝器束支承结构 212 被限定在任意两个中间桁架构件 208 之间。类似地,多个上部桁架 206 和在多个上部桁架 206 之间延伸的多个梁 210 形成风扇支承框架 214。尽管桁架构件 202 已经描述和图示为具有特定的结构,但是本领域的技术人员将理解,桁架构件 202 可以具有不同的结构(例如,不同于平面桁架,空间框架桁架)并且可以以不同的方式联接到一起而不偏离于本公开的范围。

[0048] 同样,尽管描述了用于轻质支承结构 200 的具体形状,但是本领域的技术人员将理解,部件的具体取向并非旨在限制。例如,支承结构 200 不需要具有弧形部段 204c。相反,利用多个基本相似的、轻质桁架构件来构造支承系统以用于工业气冷式冷凝器以及冷凝器束和风扇的具体布置代表本发明的一个新的方面。本文所述的支承结构容许相对简单的、成本有效的、现场制造气冷式冷凝器系统,从而最大限度地减少了资本支出。考虑到地热发电设备的尺寸需求,这是特别重要的,地热发电设备可能需要若干英亩的冷凝器束以满足发电设备的需要。

[0049] 现在参照图 3a、图 3b 和图 3c,风扇 300 被图示。风扇 300 包括风扇壳体(也称为

风扇罩或风扇环)302, 风扇壳体 302 具有顶边缘 302a、与顶边缘 302a 相对设置在风扇壳体 302 上的底边缘 302b、以及在顶边缘 302a 与底边缘 302b 之间延伸的侧壁 302c。风扇 300 具有直径 D, 其优选地为风扇壳体 302 的直径。在实施例中, 直径 D 为至少 12 英尺。在另一实施例中, 直径 D 为至少 20 英尺。风扇构件腔体 304 由侧壁 302c 限定并且设置在顶边缘 302a、底边缘 302b 和侧壁 302c 之间。在图示实施例中, 侧壁 302c 的轮廓被设计来提供通过风扇壳体 302 的气动气流, 并且本领域的技术人员将认识到, 多种不同的轮廓和总壳体形状可以被使用而不偏离于本公开的范围。风扇构件 308 至少部分地设置在风扇构件腔体 304 内。风扇构件 308 具有与风扇壳体 302 (并且由此风扇 300) 的直径大致相同的直径。风扇构件 308 包括安装到毂 307 上的一个或多个风扇叶片 305, 毂 307 联接到由马达 306 驱动的主轴 309 上。优选地, 风扇为直接驱动式风扇, 使得马达 306 直接联接到主轴 309 上, 并且由此比带式驱动式风扇需要更少的维护。在可选实施例中, 齿轮箱(未示出)可以设置在马达与主轴之间, 使得主轴 309 经由齿轮箱联接到马达 306 的输出轴上。在实施例中, 马达 306 为变频驱动马达, 其可操作以改变风扇构件 308 的速度。风扇 300 的顶边缘 302a 对应于用于风扇(和用于整体空气冷却系统)的空气出口, 而风扇的底边缘 302b 对应于用于风扇的空气进口。优选地, 在顶边缘 302a 与底边缘 302b 之间的距离为至少 3 英尺。较大的风扇导致定心在管的长度上的较高护罩。这种几何形状具有增大从护罩的顶部的边缘到进入气冷式冷凝器系统的最近点的垂直间隔和水平间隔的双重益处。此外, 相信速度恢复圆筒(例如风扇壳体 302)减小所需的风扇马力。

[0050] 在一个优选实施例中, 每个风扇以小于 250RPM 进行操作并且具有大于 25 马力的功率输出和大于 15 英尺的直径, 这种操作参数是基于对于覆盖多于一个冷凝器束的风扇的空气运动的优选体积而确定。在另一优选实施例中, 每个风扇以大约 110RPM 进行操作并且具有大约 90 马力的功率消耗和大约 30 英尺的直径 D。

[0051] 现在参照图 4a、图 4b 和图 4c, 冷凝器束(也被称为冷凝器面板或冷凝器管束或面板)400 被示出。冷凝器束 400 包括从接头 402 延伸的一个或多个线圈或管 401。冷凝器管束 400 具有顶表面 402a、底表面 402b、近端部 402c、远端部 402d、和一对侧面 402e 和 402f; 表面 402a、b、端部 402c、d 和侧面 402e、f 从而限定用于线圈 401 的范围或界线。在实施例中, 冷凝器束 400 的特征在于为在侧面 402e 与 402f 之间的最短距离的宽度 W 和为在端部 402c、d 之间的最短距离的长度 L。在一个优选实施例中, 宽度 W 为至少大约 10 英尺。在一个优选实施例中, 长度 L 为至少大约 40 英尺。在一个优选实施例中, 长度 L 为至少大约 60 英尺。在另一优选实施例中, 束长度 L 大于 40 英尺而束宽度 W 大于 8 英尺。本领域的技术人员将理解, 前述尺寸的冷凝器束对于由本发明构想的工业废热移除是必要的。就此而言, 这种尺寸的冷凝器束必须被轻易地和容易地支承, 这是本文所述的桁架为本发明的一个方面的原因。

[0052] 接头 402 可以包括与管或线圈 401 流体连通的多个进口和出口 404。在实施例中, 在冷凝器束领域中已知的多个其他结构可以被包括或者形成冷凝器束 400 的一部分但是为了讨论的清楚起见而被省略。在一个实施例中, 例如, 束 400 包括多个线圈或管 401, 优选地基本沿着冷凝器束 400 的长度纵向延伸。在另一实施例中, 线圈 401 可以设有外部安装于其上的翅片。在又一实施例中, 具有流体流动端口的第二接头可以设置在束 400 的远端部 402d 处并且附接到线圈上以容许在它们之间的流体连通。冷凝器束 400 的底表面 402b

对应于用于束(并且用于总的气冷式系统)的空气进口,而冷凝器束 400 的顶表面 402a 对应于用于束的空气出口。

[0053] 本领域的技术人员将理解,除了束的方向以外,本发明并不限于特定构型的线圈或管,并且以上所述仅仅用于进一步描述本发明的说明目的。

[0054] 如上所述,在优选实施例中,风扇 300 设置为将空气抽吸穿过至少两个并排的、基本水平的冷凝器束 400,并且由此,风扇 300 的直径 D 大于束 400 的宽度 W ,使得风扇 300 延伸穿过至少两个束 400 的一部分。优选地,风扇 300 的直径 D 至少等于束 400 的宽度 W 的两倍。换言之,风扇 300 的直径 D 等于或大于束 400 的宽度 W 的两倍。在另一优选实施例中,直径 D 等于或大于宽度 W 的三倍,使得风扇 300 延伸跨过并且操作以将空气抽吸穿过至少三个并排的冷凝器束 400。在另一实施例中,风扇的直径 D 大于束 400 的宽度 W 的 150%。对于整个系统,其可以包括数十个或数百个风扇以及甚至更大数量的冷凝器束,在一个优选实施例中,期望的是具有每个风扇为至少两个冷凝器束的比率,并且优选地在系统中每个风扇为三个冷凝器束。

[0055] 关于在风扇 300 与其相应的束 400 之间的间距,为了确保一个风扇能够将空气抽吸穿过至少两个冷凝器束 400,风扇 300 与冷凝器束 400 的顶表面 402a 间隔开至少 5 英尺。

[0056] 此外,为了最大限度地减少热废气再循环到系统内,位于风扇 300 的顶边缘 302a 处或上方的用于系统的空气出口与位于冷凝器束 400 的底表面 402b 处或下方的用于系统的空气进口间隔开至少 10 英尺。在另一实施例中,间隔为至少 15 英尺,而在另一实施例中,间隔为至少 20 英尺。优选地,空气进口和空气出口各自基本为水平的以进一步最大限度地减小再循环的可能性。

[0057] 现在整体上描述了本发明的气冷式冷凝器系统以及其相应的部件,某些部件和它们的功能关系将被更具体地描述。支承结构 200 被设置并且与支承表面相接合。在一个实施例中,如上参照图 2a、图 2b、图 2c 和图 2d 描述的支承结构 200 具有与支承表面 504a(例如地面或地基或基脚)相接合的腿部桁架 204,正如在图 2a 中图示的。支承结构 200 可以使用在本领域中已知的固定方法固定到支承表面 504a 上。桁架构件 202 优选地预制并且基本上彼此相似。类似地,梁 210 优选地预制并且基本上彼此相似。预制可以设置用于在桁架构件 202 和梁 210 上的联接件,所述联接件容许它们彼此快速且容易地联接。预制也容许桁架构件 202 和梁 210 在它们彼此相联之前进行运输,这是由于它们可以被堆叠并且最大限度地减小它们的运输体积而降低运输成本。桁架构件 202 和梁 210 可以在它们被联接到一起之前运输到工业场地。在一个实施例中,工业场地为包括发电系统例如发电设备的位置。在一个实施例中,发电系统或发电设备可以采用与以上关于图 1 所述的基本郎肯循环 100 相似的郎肯循环或有机郎肯循环(例如,发电设备可以为有机郎肯循环地热发电设备)。在该情况下,桁架构件 202 和梁 210 优选地在发电设备“现场”联接到一起以形成上述支承结构 200 的结构。

[0058] 桁架构件 201 的支承结构 200 形式的另外的益处在于其最大限度地减小进入系统内的空气流的界面。考虑到桁架构件的“敞开”本性,空气能够容易地流过构件而到达进气口。

[0059] 多个冷凝器束(也称为管束或线圈面板)利用支承结构 200 支承。更具体地,以上参照图 4a、图 4b 和图 4c 描述的冷凝器束 400 设置在冷凝器支承结构 212 上,冷凝器支承结

构 212 由支承结构 200 限定并且定向为使得冷凝器束 400 的底表面 402b 向下面对并且基本上平行于支承表面 504a 且与支承表面 504a 间隔开地取向(如图 5b 和图 5c 中图示),从而形成用于本发明的气冷式冷凝器系统的进气口。多个冷凝器束 400 可以通过将那些冷凝器束 400 设置在位于任意两个桁架构件 202 之间的相应的冷凝器支承结构 212 上而由支承结构 200 以相同的方式并排地支承在该取向中,正如图 5d 中图示。冷凝器束 400 可以随后流体联接(例如,通过进口和出口 404)到彼此和 / 或联接到蒸发器、膨胀器和泵(例如,蒸发器 102、膨胀器 104、和泵 112,如上参照图 1 描述的),以便容许待冷却的工作流体穿过冷凝器 400,正如下文进一步详细描述。为了讨论的清楚起见,在冷凝器束 400 与发电系统的其他部件之间的流体联接件没有被图示。在实施例中,冷凝器束 400 可以使用在本领域中已知的固定方法固定到支承结构 200 上。

[0060] 在一个优选实施例中,可以形成在风扇 300 与冷凝器束 400 之间的空气增压室 502。优选地,增压室 502 设置在每个风扇 300 与其对应的至少两个冷凝器束 400 之间并且形成阻挡层以防止空气除了通过冷凝器束的空气进口以外进入系统内。如图 5e 中所示,空气增压室 502 可以通过将外皮固定到桁架构件 202 的在风扇 300 与冷凝器束 400 之间延伸的部分上而构成,其中风扇 300 和冷凝器束 400 均位于在相邻腿部桁架构件 204c 之间的侧面上并且位于支承结构的端部上。更具体地,外皮 508a 联接到支承结构 200 上,使得外皮 508a 在支承结构 200 的相对端部之间延伸,其中第一部段 508b 设置为紧邻上部支承框架 214,而两个第二部段 508c 设置为紧邻位于腿部桁架 204 上的弧形部段 204c,正如图 5e 中图示的。在实施例中,外皮 508a 可以使用在本领域中已知的固定方法固定到支承结构 200 上。在实施例中,外皮 508a 的第一部段 508b 限定以间隔开的取向设置在外皮 608a 的第一部段 608b 上的多个风扇开口 608d。在一个实施例中,外皮 508a 为织物材料。在另一实施例中,外皮 508a 为柔性聚合物薄膜。在另一实施例中,外皮 508a 为增强的聚合物覆盖层。在另一实施例中,外皮 508a 为轻质金属板或其他轻质柔性材料。尽管图 5e 仅仅图示了由支承结构 200 支承的一个冷凝器 400,但是多个冷凝器 400 可以由支承结构 200 支承,正如参照图 5d 图示和描述的。在实施例中,外皮 608a 可以包括联接到支承结构 200 的相对端部上且在第一部段 508b 和第二部段 508c 的端部之间延伸的两个第三部段 508e,正如图 5e 中图示。在实施例中,外皮 508a 还可以内部地设置到支承结构 200 上以形成在相邻风扇之间的阻挡层。换言之,与部段 508e 相似的部段可以设置在结构 200 的内部,使得在相邻风扇之间的空气流动不会纠缠,从而减小在通过系统的空气流动路径中的湍流。在任意情况下,如同支承结构 200 一样,外皮 508a 为轻质的并且容易在构造本发明的气冷式冷凝器系统期间现场安装。就此而言,增压室 502 的外皮 508a 可以在将风扇 300 安装到支承结构 200 上之前或之后进行安装。

[0061] 为了最大限度地减小热空气再循环到系统内,在一个优选实施例中,增压室 502 具有与冷凝器束 400 相邻的第一端部和与风扇 300 相邻的第二端部。增压室 502 的第一端部特征在于第一周缘长度,增压室 502 的第二端部特征在于第二周缘长度。第二周缘长度小于第一周缘长度,使得增压室 502 向下收窄或颈锁,正如在图 5i 中可见的。在实施例中,第一周缘长度为围绕由风扇所服务的并排束的周缘,第二周缘为风扇壳体的周缘,本领域的技术人员将理解,这对应于用于风扇 300 的空气进口,其小于束 400 的空气出口。在一个实施例中,增压室的空气出口比用于增压室的空气进口小 10%。

[0062] 以上参照图 3a、图 3b 和图 3c 描述的多个风扇 300 设置在支承结构 200 上,并且更具体地,由风扇支承空间 214 支承,使得风扇 300 的底边缘 302b 设置为与风扇开口 508d 相邻,正如在图 5g、图 5h 和图 5i 中图示。在实施例中,风扇 300 可以使用在本领域中已知的固定方法固定到支承结构 200 上。在实施例中,如在图 5i 中图示的,每个风扇设置在冷凝器束 400 的底表面 402a 的上方距离 X 处。在实施例中,距离 X 为至少 5 英尺。在另一实施例中,距离 X 为至少 10 英尺并且优选地为 15-20 英尺或更多。在另一实施例中,距离 X 为至少 8 英尺并且不大于 20 英尺。距离 X 选取为容许风扇 300 将空气抽吸穿过其关联的至少两个冷凝器束 400。此外,距离 X 对应于增压室 502 的高度。利用如图 5g 中图示的联接到一起的支承结构 200、冷凝器 300 和风扇 300,气冷式冷凝器系统 510a 被设置。图 5h 和图 5j 图示了气冷式冷凝器系统 510a,其中外皮 508a 的一部分被移除以示出风扇直径 D 为使得每个风扇 300 设置在两个或更多个冷凝器束 400 的至少一部分的上方。换言之,风扇的直径 D 选取为在多个冷凝器束的上方延伸。在图示实施例中,每个风扇 300 设置为高于三个冷凝器束 400 中的每一个的宽度 W 的至少一半。在图 5k 中图示的实施例中,风扇支承框架 510b 联接到和 / 或固定到风扇 300 和 / 或支承结构 200 上以提供用于风扇 300 的另外的支承。为了讨论的清楚起见,风扇支承框架 510b 图示用于仅仅一个风扇 300,但是可以与两个风扇 300 一起使用。

[0063] 已经发现的是,本发明的气冷式冷凝器系统特别适于 ORC 发电设备的较大的热管理需求以容许空气流冷却发电设备的有机工作流体。如上参照图 1 所述,在电力系统中的联接到气冷式系统 510a 上的工作流体可以在被引入到气冷式冷凝器系统 510a 内之前进行泵吸、加热和膨胀。当被引入到气冷式冷凝器系统 510a 内时,加热的工作流体进入冷凝器束 400。如图 5l 中所示,位于风扇 300 中的马达 306 致动风扇构件 308,风扇构件 308 如空气流 A 所示地从支承结构 200 的外侧将空气抽吸到系统内。如上述,支承该系统的腿部桁架的敞开单元属性促进空气流入系统内。一旦在系统内,空气流穿过系统的路径基本为线性的,从而真正通过最大限度地减少湍流而促进更快和更有效的冷却。具体地,空气流 B 被抽吸穿过冷凝器 400 以冷却在冷凝器 400 中的工作流体,从而变为被线性地引导朝向风扇 300 的空气流 C,其随后行进穿过风扇 300 并且变为从系统中排放的空气流 D。外皮 508a 形成有助于引导上述空气流的增压室。风扇壳体 302 的形状可以选取为确保最大量的空气流被引导通过每个冷凝器束 400。此外,在风扇 300 与输入气流 B 之间的间距有助于防止系统中的低效率,该低效率可能在热输出空气再循环回到系统内时被导致。在本质上,增压室的相对较大的高度 X 容许将来自风扇的排放气流与穿过冷凝器束的冷却气流断开,以便最大限度地减小现有技术的再循环问题。在实施例中,马达 306 为直接驱动式马达,其消除对于常规的带驱动的需求,从而减小对于带的维护和更换的需求。

[0064] 图 7a 图示了与 ORC 发电设备集成本发明的气冷式冷凝器系统。如所示,ORC 发电设备 700 包括泵 702,泵 702 可操作以增大在有机工作流体 713 中的压力。第一热交换器系统 704 联接到泵上并且可操作以向有机工作流体供给热量。优选地,有机工作流体从由烃类(例如戊烷和其各异构体、丁烷和其各异构体)、卤化烃(例如 R-134a、R-245fa 和 R1234yf)、硅氧烷、包括或并入前述中的一种或多种的混合物、氨水混合物、氨或二氧化碳所构成的组中选取。在任意情况下,发电设备 700 采用热源 706,热源 706 可以源自于任意废热、任意可再生资源、或通过燃料的直接燃烧以向第一热交换系统 704 提供热量。膨胀

器 708 联接到第一热交换器系统 704 上并且可操作以膨胀有机工作流体。本领域的技术人员将理解,膨胀器 708 又联接到发电机 710 上以产生电力。气冷式第二热交换器系统 510a 联接到膨胀器 708 上并且可操作以将热量从有机工作流体中释放并且将该热量传递给流过热交换器 510a 的空气。在一个实施例中,ORC 发电设备 700 可以形成与具有蒸汽涡轮机 712 的蒸汽拔顶系统相接合的触底系统。

[0065] 图 7b 图示了与 ORC 发电设备集成本发明的气冷式冷凝器系统。如所示,ORC 发电设备 700 包括泵 702,泵 702 可操作以增大在有机工作流体 703 中的压力。第一热交换器系统 704 联接到泵 702 上并且可操作以向高压有机工作流体 703 供给热量,从而产生高压有机工作流体蒸汽 705。发电设备 700 抽吸热源 706,热源 706 在该情况下为加热的地热流体 701 例如从地热库泵吸的蒸汽和 / 或卤水,其向第一热交换器系统 704 提供热量。膨胀器 708 联接到第一热交换器系统 704 上并且可操作以使高压有机工作流体蒸汽 705 膨胀,从而导致离开膨胀器 708 的低压力有机工作流体蒸汽 707。本领域的技术人员将理解,膨胀器 708 又联接到发电机 710 上以产生电力。气冷式第二热交换器系统 510a 联接到膨胀器 708 上并且可操作以将热量从低压力有机工作流体蒸汽 707 中释放并且将该热量传递给流过热交换器 510a 的空气 709。热耗尽的地热流体 711 随后经由注入井被泵送回地热库。

[0066] 现在参照图 5a,用于提供气冷式冷凝器系统的方法 500 被图示。方法 500 开始于方框 502 和 504,其中轻质支承结构被设置并且与支承表面相接合。在实施例中,支承结构与如上参照图 2a、图 2b、图 2c 和图 2d 所述的支承结构 200 相似。方法 500 随后前进到方框 506,其中多个冷凝器束利用支承结构进行支承。冷凝器束与如上关于冷凝器束 400 所述地布置和设置。冷凝器束 400 可以随后流体联接到(例如,通过进口和出口 404)彼此以及蒸发器、膨胀器和泵上以容许工作流体如上述地通过冷凝器 400 进行冷却。方法 500 随后前进到方框 508,其中外皮在多个支承结构桁架构件之间延伸。外皮可以与上述外皮 508a 相似。方法 500 随后前进到方框 510,其中风扇利用支承结构进行支承。风扇支承为使得其在至少两个冷凝器束上延伸,以便流体联接到至少两个冷凝器束上。风扇可以为如上所述的风扇 300。方法 500 随后前进到方框 512,其中空气流被提供给冷凝器以冷却电力系统工作流体。如上参照图 1,位于联接到气冷式冷凝器系统例如系统 510a 上的电力系统中的工作流体在被引入到气冷式冷凝器系统内之前进行泵吸、加热和膨胀。当被引入到气冷式冷凝器系统 510a 内之后,加热的工作流体进入冷凝器束 400,其中空气流从抽吸风扇 300 穿过束以冷却工作流体。一旦进入系统内,空气流动以基本线性的行进路径穿过系统。

[0067] 尽管上述系统有利地与 ORC 发电设备一起使用,但是等同地适于其中需要大量的空气冷却热交换的其他类型的发电设备。这对于地热发电设备是尤其正确的。

[0068] 如上述,本发明的热交换器系统通过将至少三个热交换器束运输到其中热交换器系统将被安装的构造场地而容易地在工业设施现场构造。没有一个热交换器束在风扇附接到其上的情况下被输送,从而使得单独部件的运输和输送更简单。相反,风扇输送作为单独地、独立的部件输送。一旦交付,桁架被布置和固定以用于形成支承结构。热交换器束、即冷凝器束随后以基本水平的、并排关系在桁架结构上布置为高于地面。风扇安装到热交换器束上,使得每个风扇在至少两个且优选地至少三个束的一部分上延伸。最后,为了增强空气流动并且最大限度地减小再循环效果,在风扇与风扇在其上延伸的束之间形成基本封闭

的、细长空气增压室。

[0069] 由此,已经描述了气冷式冷凝器系统,其包括用于预制轻质结构支承部件的选项,但是在所有情况下,使用比常规系统布置为更远离于冷凝器束的更少和更大的风扇。作为示例,现有技术的用于 ORC 发电设备的气冷式冷凝器将具有从冷凝器线圈的进口到风扇增压室的出口的、沿气流的方向(包括大约 2-4 英尺的下全、1-2 英尺的增压室和 1-4 英尺的风扇环)的大约 4 英尺至 9 英尺的高度。本发明的设计通过通常大于加倍现有技术的设计而极大地增大在冷凝器束的进口到风扇增压室的出口之间的这种间隔。例如,在本发明的一个实施例中,冷凝器束进口到风扇出口的间隔为大约 26 英尺(包括 2-4 英尺的线圈、10 英尺的增压室和 14 英尺的风扇环)。预制轻质部件例如桁架构件、梁构件和外皮减小气冷式冷凝器的运输和组装的成本。更少更大风扇的使用(流体联接到多于一个的冷凝器束)连同这些风扇的直接驱动选项提供了用于减小的风扇相关的维护成本。更大的风扇和增压室以及它们相对于冷凝器束的方向提供了穿过冷凝器束的改进的空气流。风扇和冷凝器束的显著间隔防止热排气再循环到系统内。可选的预制桁架构件容许系统被快速和容易地现场制造。

[0070] 当与现有技术的预制单元进行比较时,本发明的另一优点在于其导致少很多的底座和在现场的较少的土建工作。对于常见的项目,本发明的系统可能具有比常见的现有技术的气冷式冷凝器少 25% 的底座。

[0071] 本发明的模拟已经确认,空气再循环率能够被大大减少,并且由此 ORC 发电设备的能力能够被更好地维持而无论风的速度和方向。如上述,图 1d 图示了现有技术的气冷式冷凝器系统。图 1e 图示了来自图 1 的现有技术的冷却器阵列的模拟排气增压室,其中通风以 20mph 吹动。该现有技术的阵列使用 30 个束的常规布置阵列进行模拟,其中每个束具有 3 个风扇,总共 90 个风扇。需要冷却的热流体穿过热交换器的管侧面。同时,大气空气从下方进入管组,在管组的外侧经过,随后通过设置在单元的顶部上的三个风扇离开冷却器。表 1 总结了用于常规阵列模拟的结果。

[0072] 表 1 :常规冷却器阵列的结果的总结

[0073]

风方向	6 mph 风速		20 mph 风速	
	温度 (°F)	再循环(%)	温度 (°F)	再循环(%)
北	52.8	4.7	58.2	35.7
东北	54.3	13.0	52.4	2.3
东	53.0	5.8	52.1	0.7

[0074] 常规冷却器阵列对于所有三个风向经历对于再循环的变化的水平。当风与阵列的长轴线对准时,显著的再循环发生。当风速增大时,再循环的量增大。这显示为当风速增大时保持为更靠近地面的羽流的结果。当风与阵列的长轴线成 45° 和 90° 时,再循环的量在 6mph 风速时高于在 20mph 风速。这表现为将羽流远离于阵列吹动的更高风速的结果,并且更高风速迫使较冷的大气空气进入在冷却器阵列的进口下方的区域内,从而减小排气再循环的量。

[0075] 图 6a 图示了如上所述的本发明的气冷式冷凝器系统,并且具体地,图示了当与图 1d 的现有技术的气冷式冷凝器进行比较时的几何形状。在图 6b 和图 6c 中,本发明的气冷式冷凝器系统的气流的模拟被示出,其中与现有技术的示例相同的 30 个束的阵列被示出。本发明的该示例对于每 3 个束使用单个风扇,从而给出总共正好 10 个风扇。表 2 总结了对于本发明的冷却器阵列的模拟的结果。

[0076] 表 2 :TAS 冷却器阵列的结果的总结

[0077]

风方向	6 mph 风速		20 mph 风速	
	温度 (°F)	再循环(%)	温度 (°F)	温度 (°F)
北	52.0	0.0	52.0	1.2
东北	52.0	0.0	52.0	0.0
东	52.0	0.0	52.0	0.0

[0078] 当风与阵列的长轴线对准,本发明的冷却器阵列在风速为 20mph 时经历一些再循环,但是在风速为 6mph 时没有再循环。当风与阵列的长轴线成 45° 或 90° 时,对于任意风速不存在再循环。

[0079] 由此,在本发明的一个实施例中,用于工业冷却的热交换系统包括:至少三个细长的热交换束,每个细长束沿着纵向轴线设置并且特征在于长度 L 和宽度 W;支承结构,热交换器束安装在其上,所述热交换器束安装为使得所述热交换器束的纵向轴线基本上彼此平行并且基本水平;基本水平的抽吸风扇,其特征而在于直径 D,并且包括风扇叶片和马达,所述风扇安装到所述热交换器束的上方,其中,风扇的直径 D 大于热交换器宽度 W。

[0080] 在本发明的另一实施例中,用于工业冷却的热交换系统包括:至少三个细长的热交换束,每个细长束沿着纵向轴线设置并且特征在于长度 L 和宽度 W;支承结构,热交换器束安装在其上,所述热交换器束安装为使得所述热交换器束的纵向轴线基本上彼此平行并且基本水平;基本水平的抽吸风扇,其特征而在于直径 D,所述风扇安装到所述热交换器束的上方并且配置为在所述管上抽吸空气,其中,风扇的直径 D 大于热交换器宽度 W。

[0081] 在本发明的另一实施例中,用于工业冷却的热交换系统包括至少三个细长的、平直的热交换管束,每个细长束沿着纵向轴线设置并且特征在于长度 L 和宽度 W;支承结构,所述热交换器束安装在所述支承结构上,所述热交换器束安装为使得所述热交换器束的纵向轴线基本上彼此平行并且基本水平;至少两个基本水平的抽吸风扇,每个特征在于直径 D,每个风扇安装到至少两个热交换器束的上方并且配置为在所述管上抽吸空气,其中,每个风扇的直径 D 大于热交换器的宽度 W。

[0082] 在本发明的另一实施例中,用于将热量从一种流体传递给另一种流体的热交换器包括:多个热交换器束,其以彼此并排的关系水平设置;多个抽吸风扇,其以间隔开的关系设置在所述热交换器束的上方,其中,每个热交换器束设有小于一个的风扇。

[0083] 在用于冷却在热交换器系统中的过程流体的方法中,以下步骤被提供:驱动至少一个抽吸风扇;将加热的过程流体输送通过至少三个并排的、基本水平设置的热交换器束;并且利用所述抽吸风扇将空气抽吸穿过至少三个并排的、水平设置的热交换器束,从而冷

却设置在所述热交换器束内的过程流体。

[0084] 可以适于本发明的气冷式冷凝器系统的其他工业过程包括：制冷循环，过程流体从制冷压缩机中排放；炼油厂，其中过程流体为在炼油厂产生的液体或气体；液化天然气处理厂，作为液化或气化过程的一部分。此外，构想的是，用于与所述系统一起使用的所述热交换器可以用来冷却从气体压缩机中的排气；水基液体；来自蒸汽涡轮机的排气中的蒸汽；或者从在有机朗肯循环发电设备中使用的涡轮机的排气、等等。

[0085] 尽管已经示出和描述了说明性实施例，但是较广范围的修改、变化和替换在前述公开中构想，并且在一些实例中，实施例的一些特征可以被采用而没有其他特征的对应使用。由此，合理的是所附权利要求被广泛地理解并且以与本文公开实施例的范围相一致的方式理解。

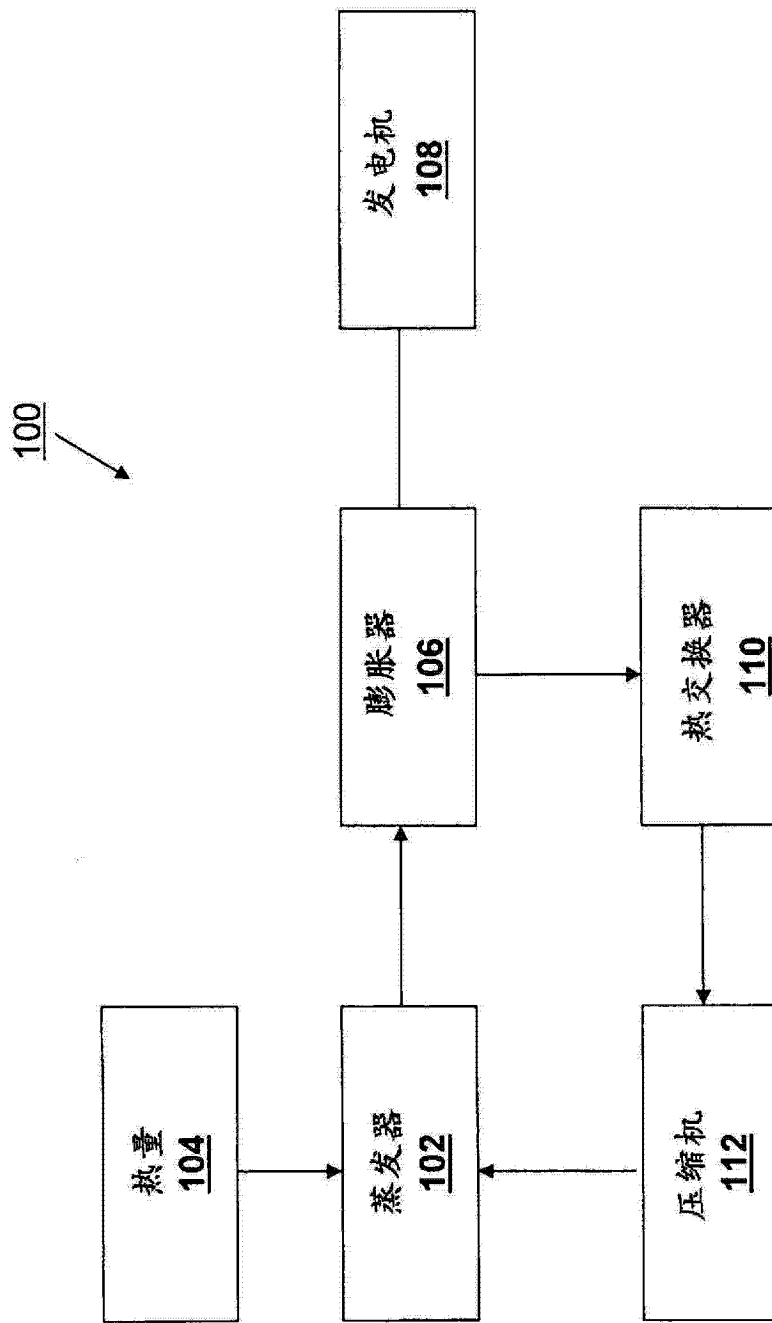


图 1a

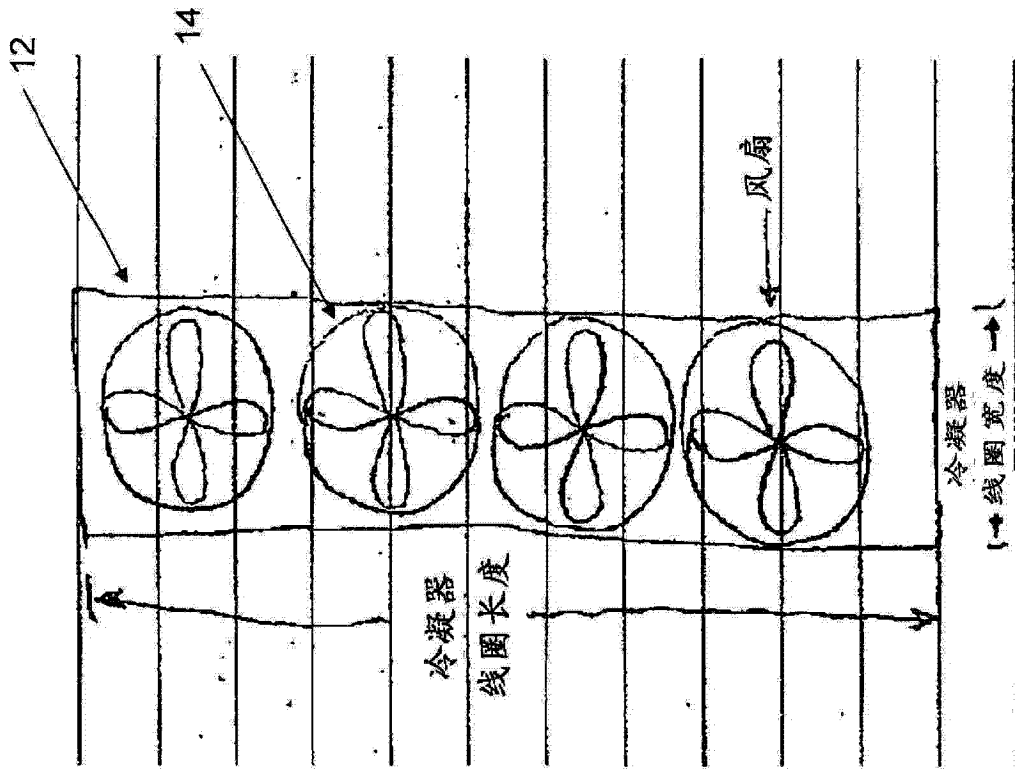


图 1b 现有技术

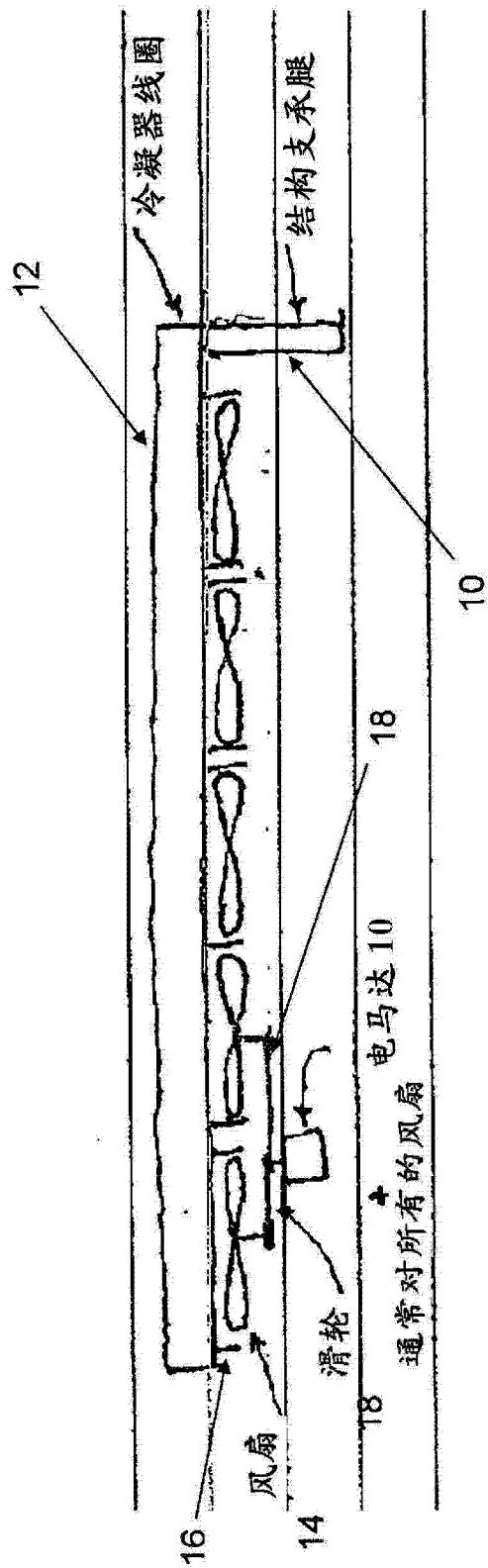


图 1c 现有技术

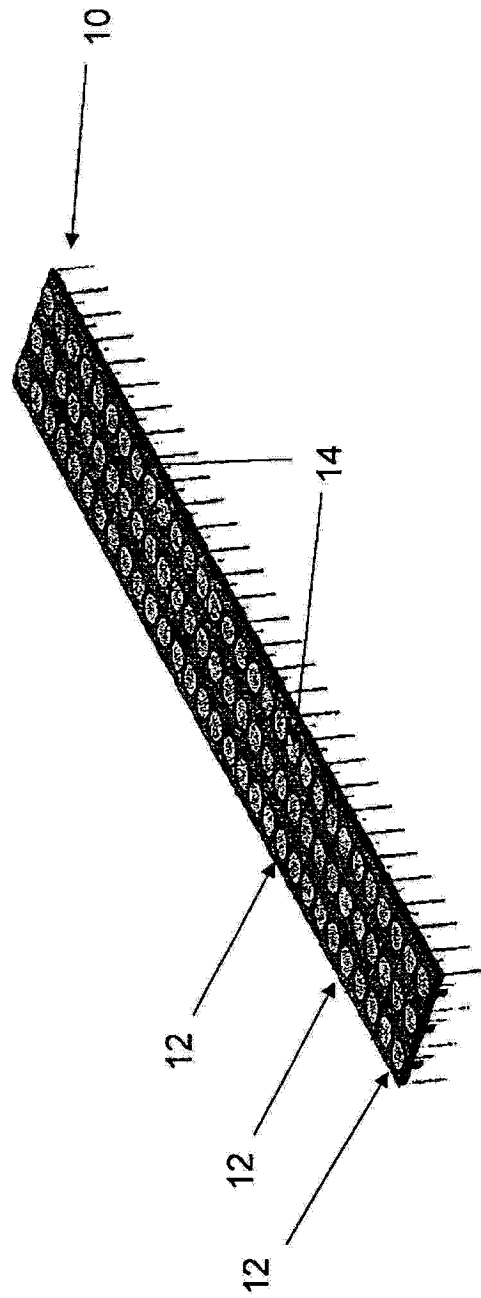


图 1d

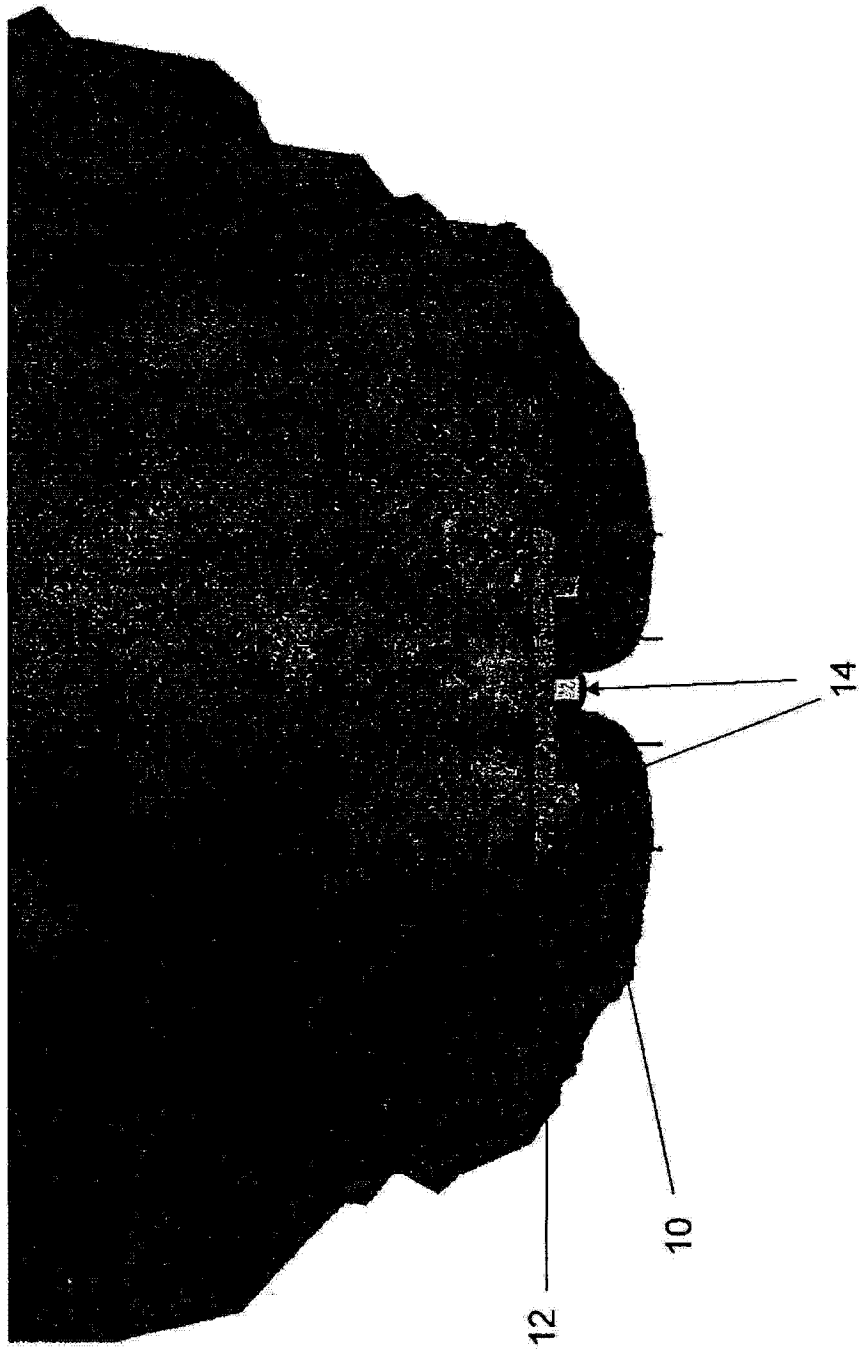


图 1e 现有技术

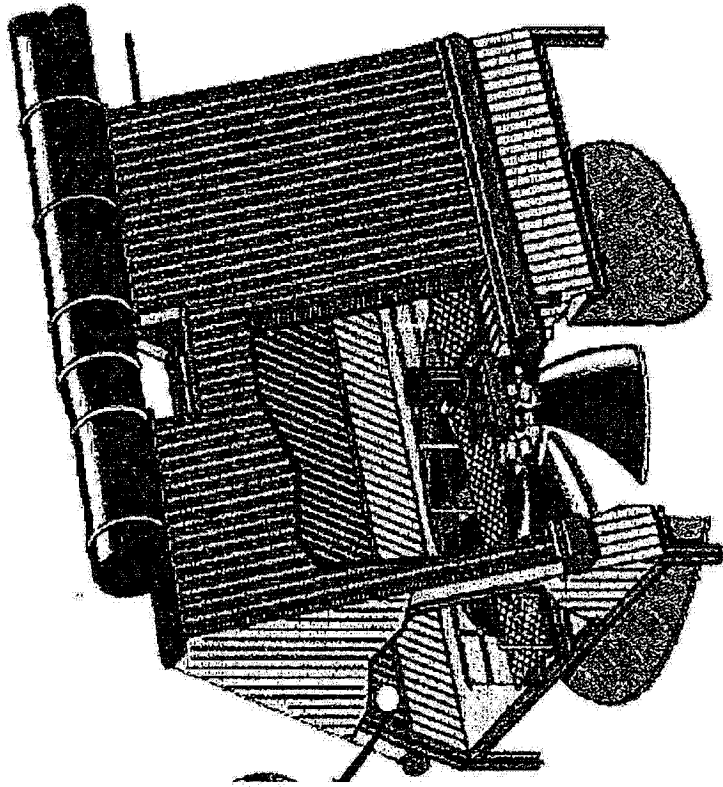


图 1f 现有技术

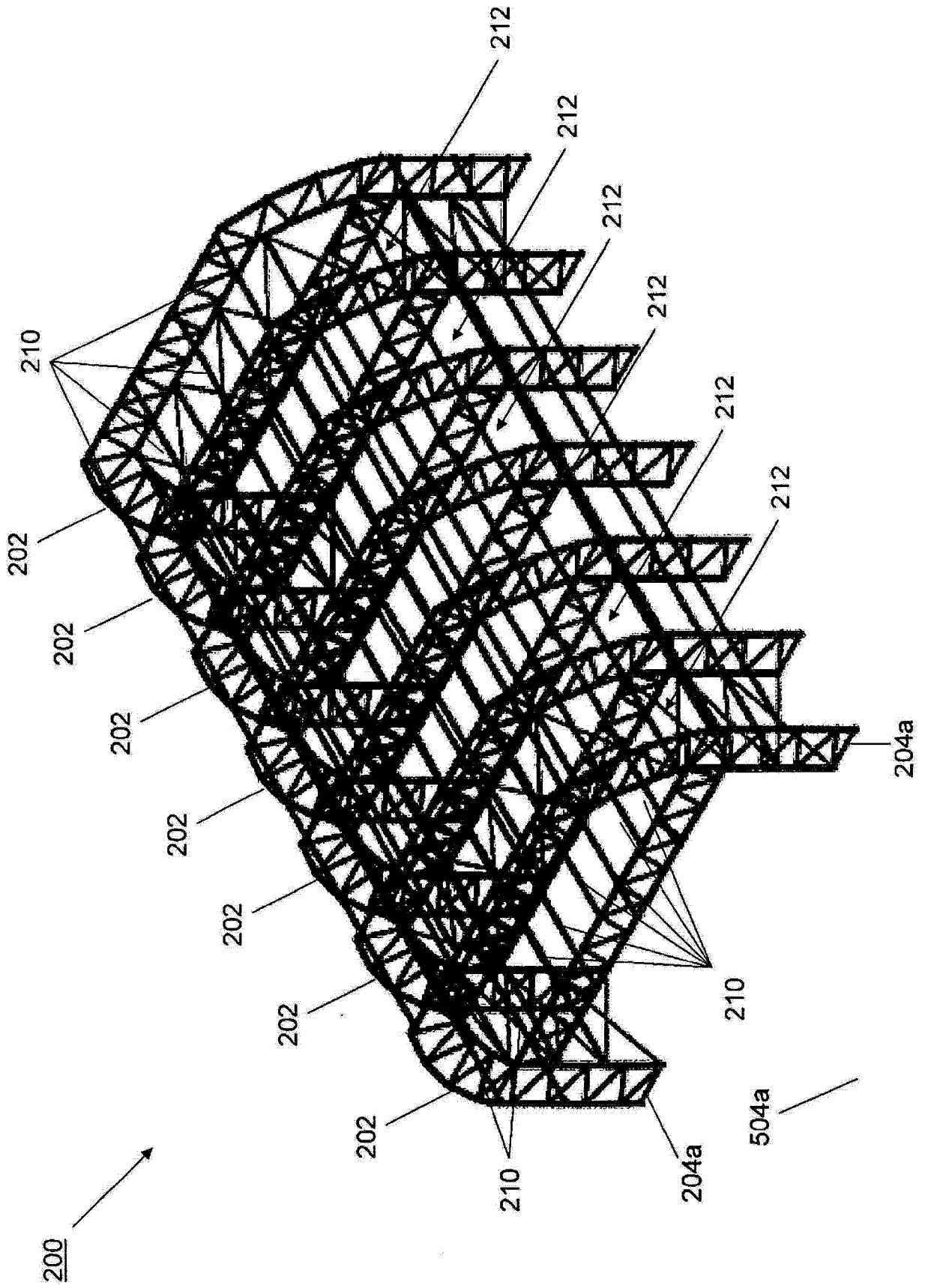


图 2a

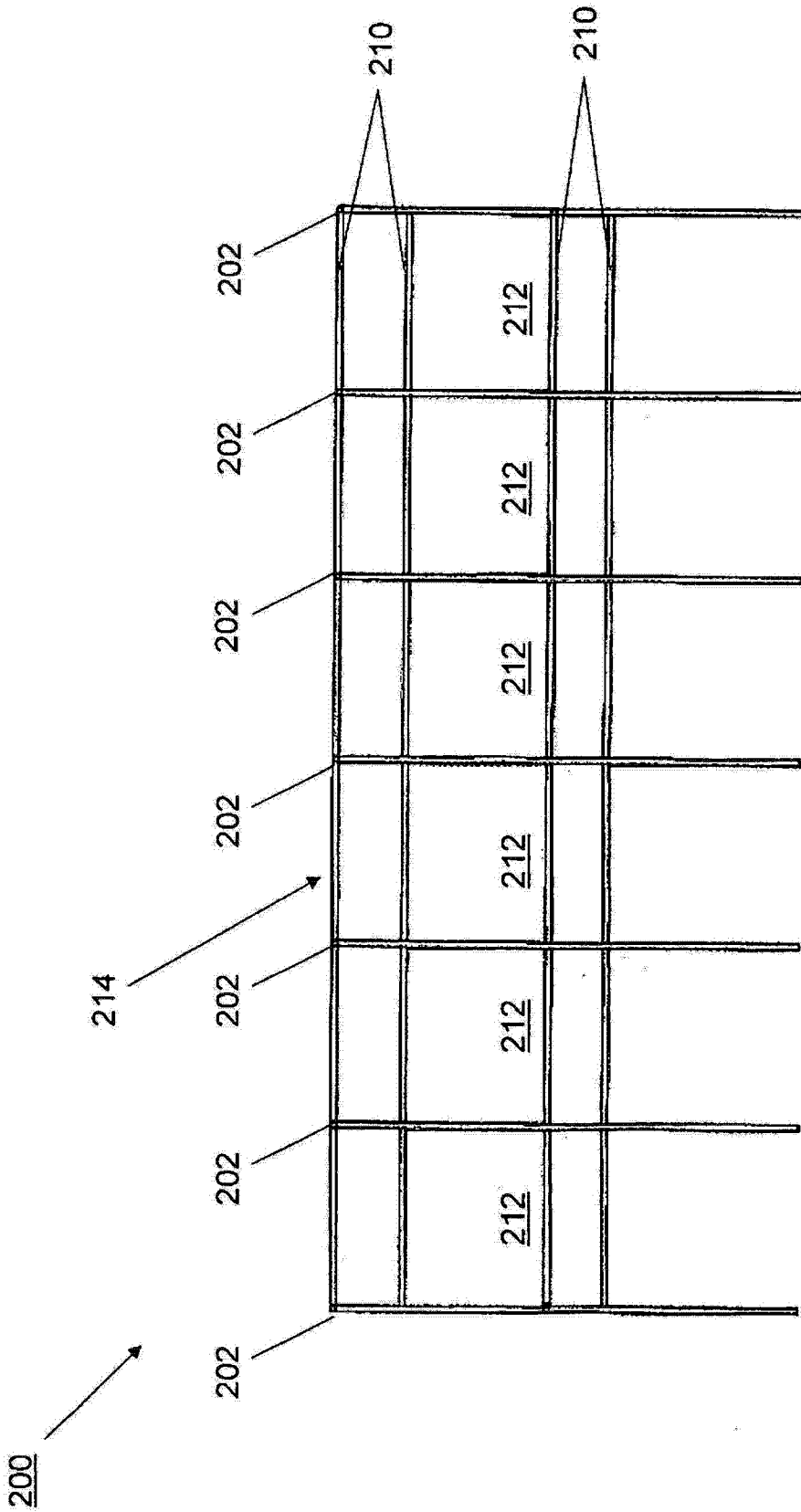


图 2c

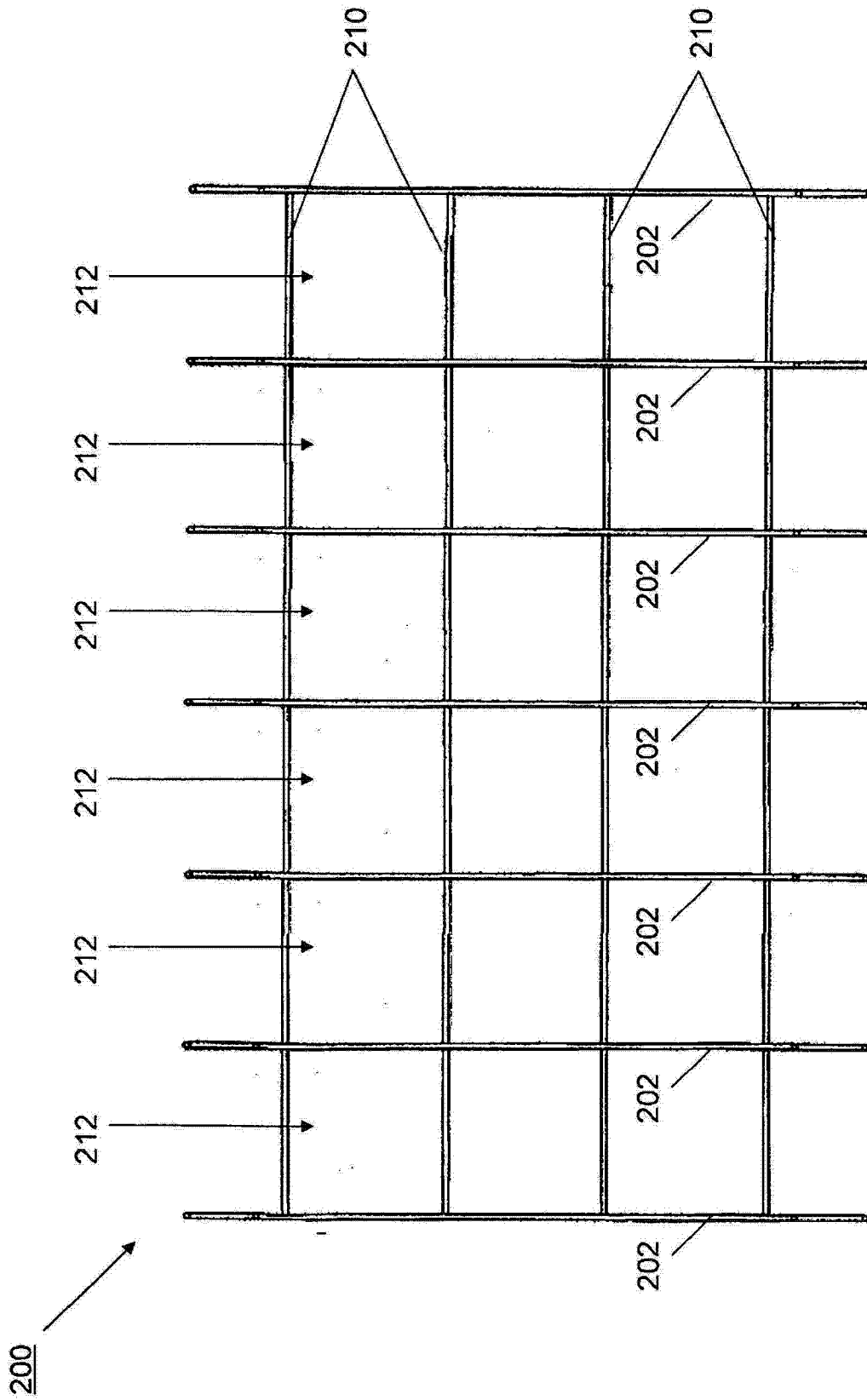


图 2d

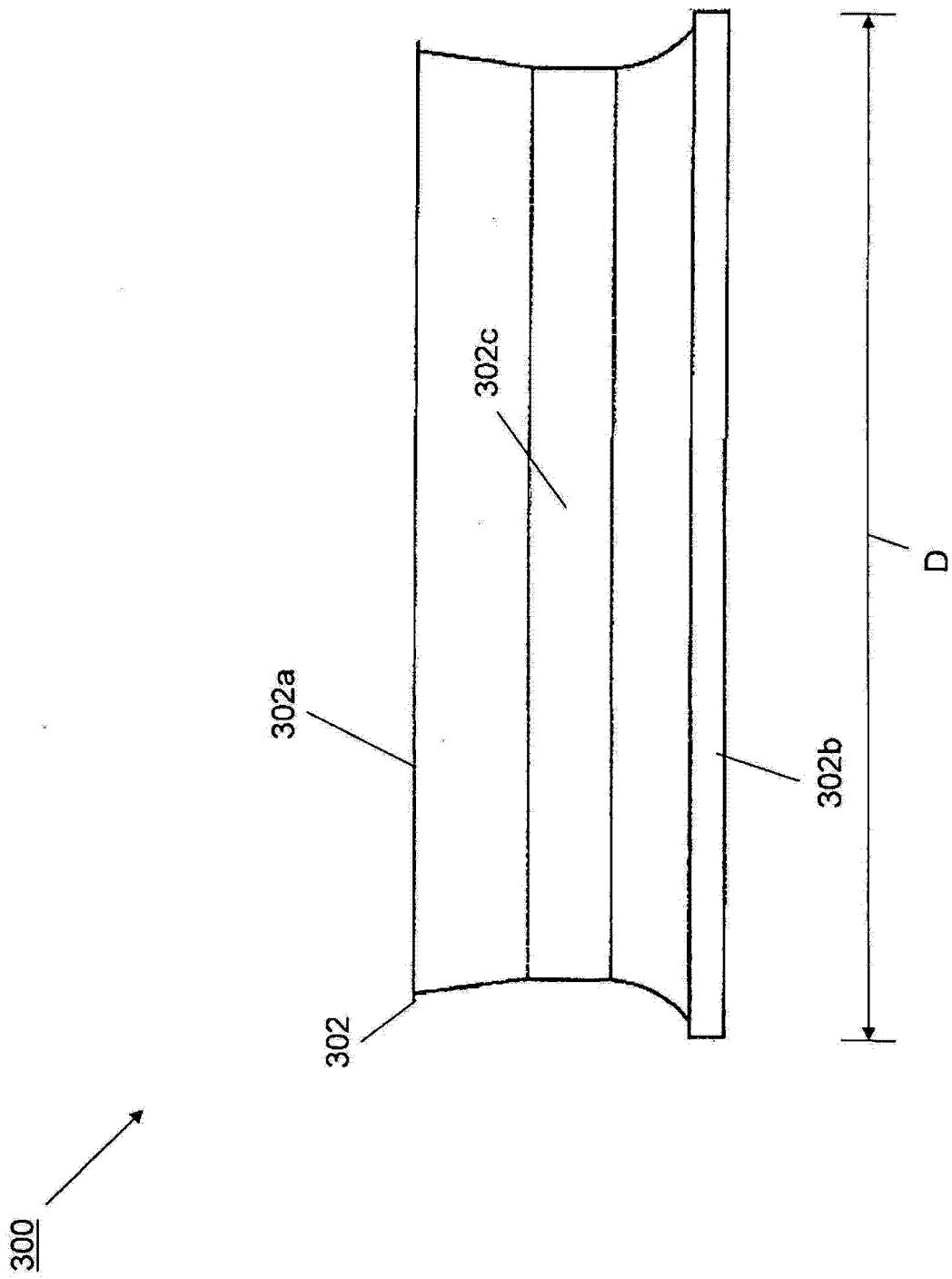


图 3a

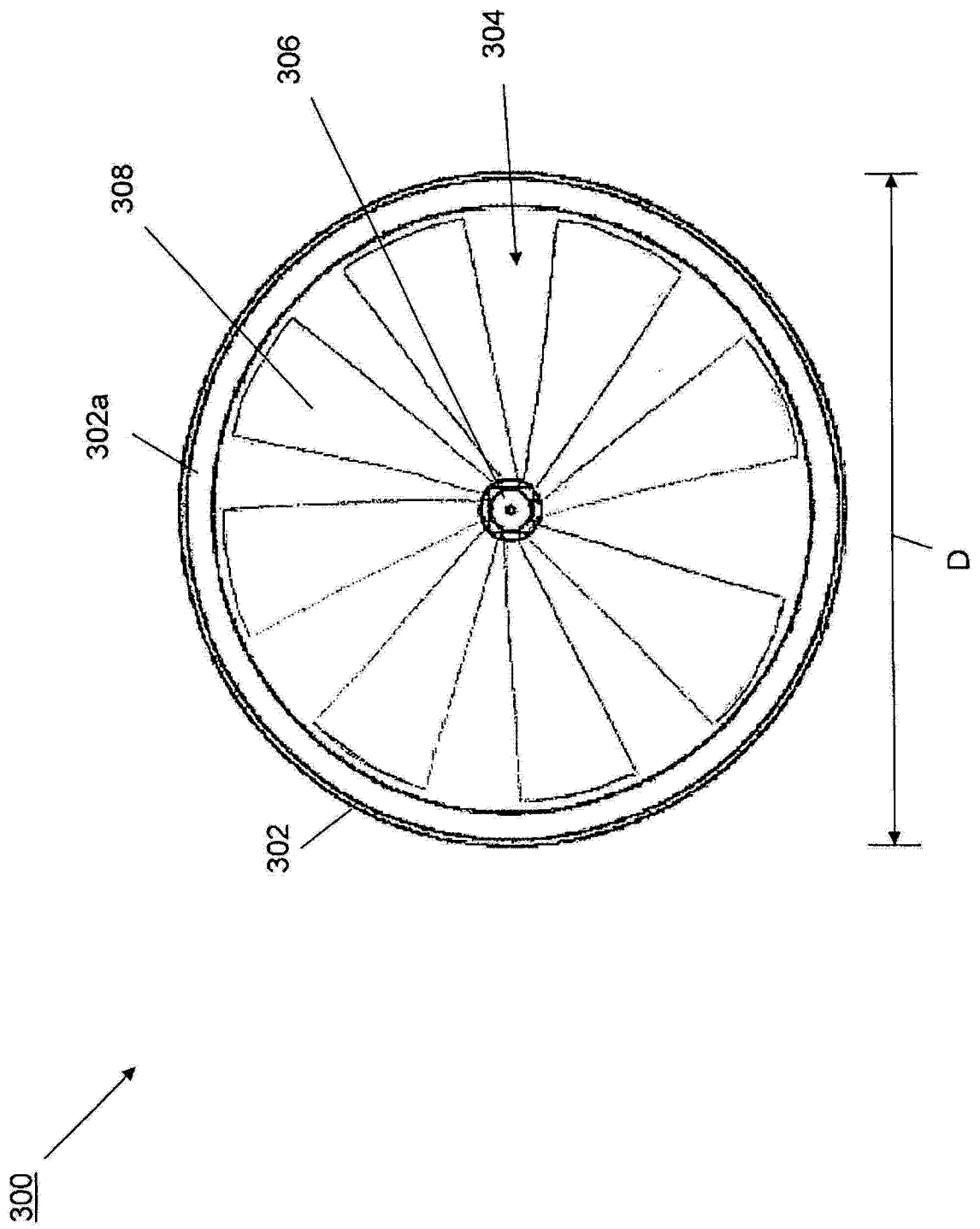


图 3b

300 →

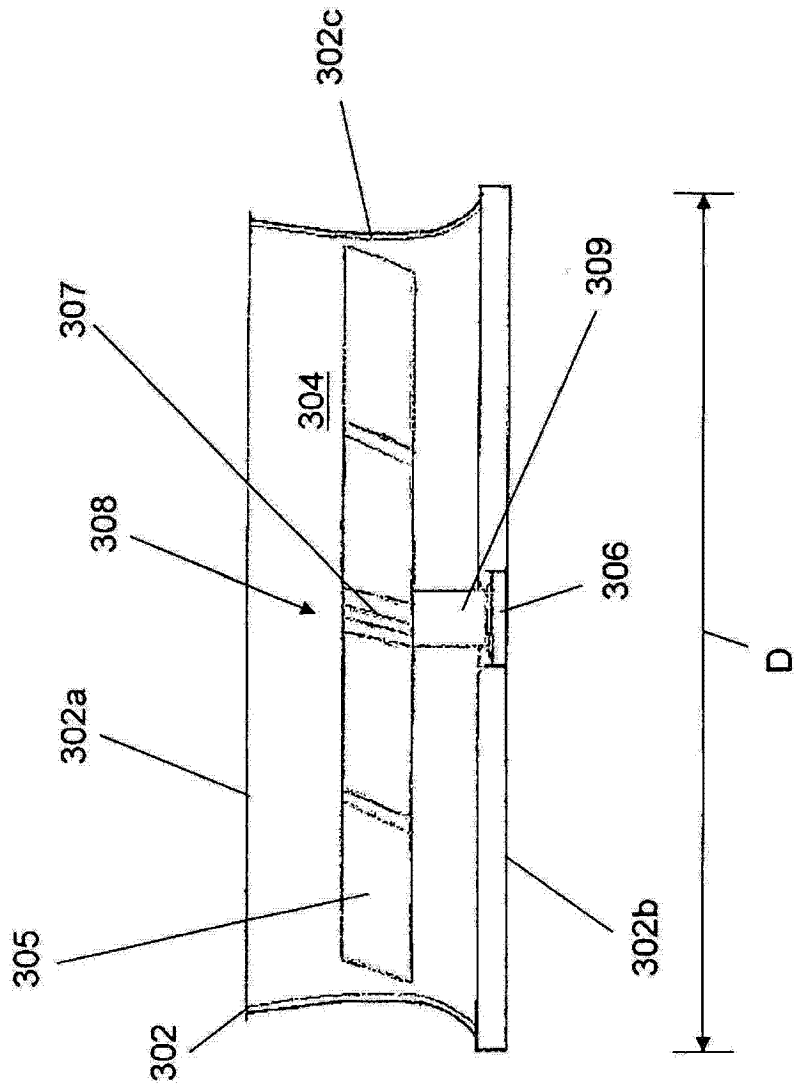


图 3c

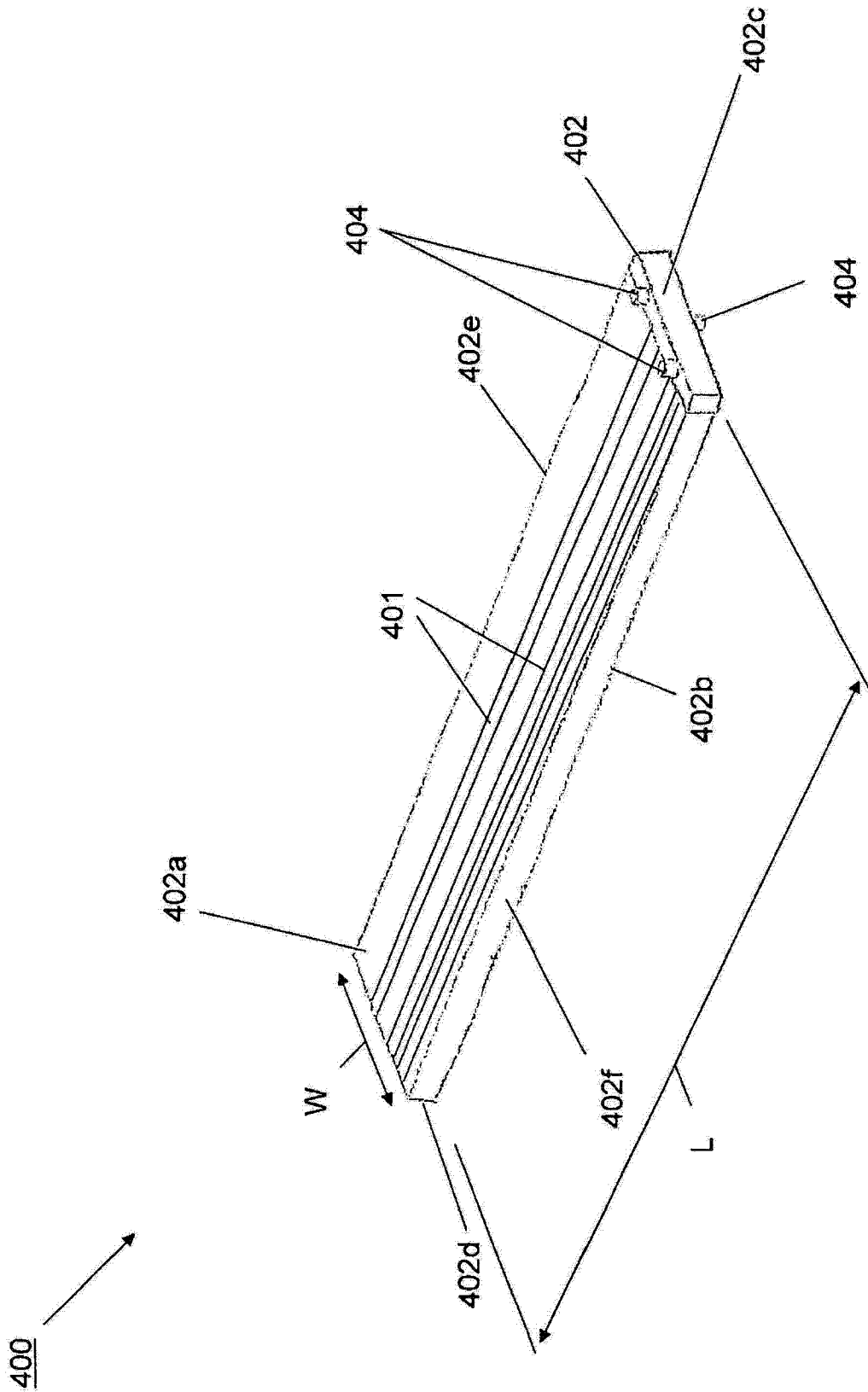


图 4a

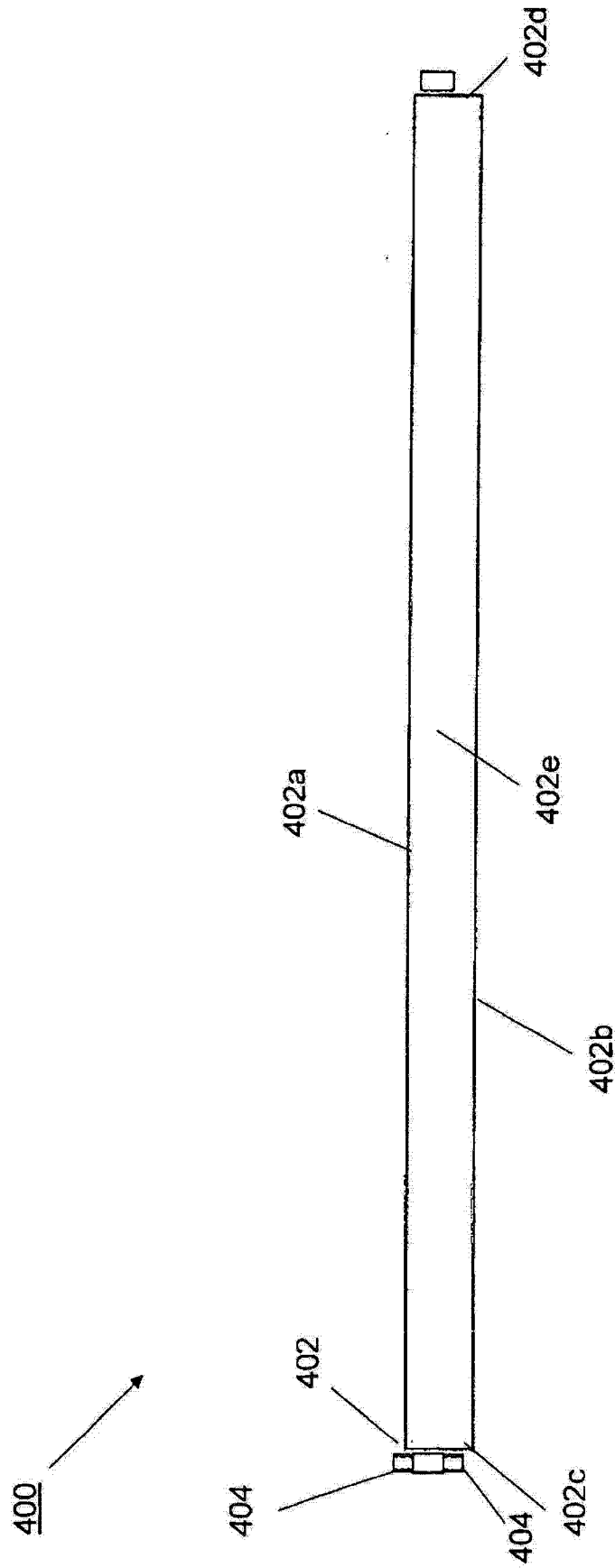


图 4b

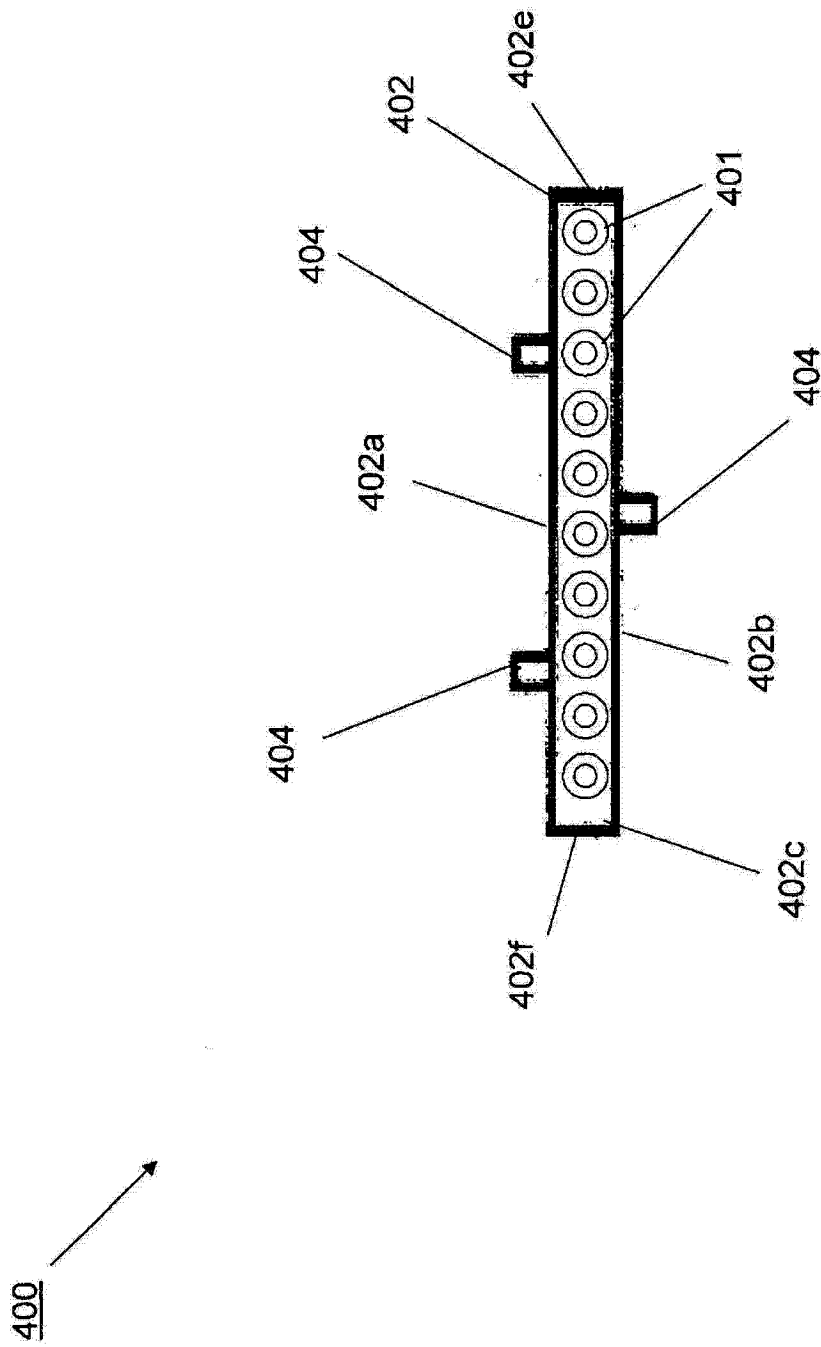


图 4c

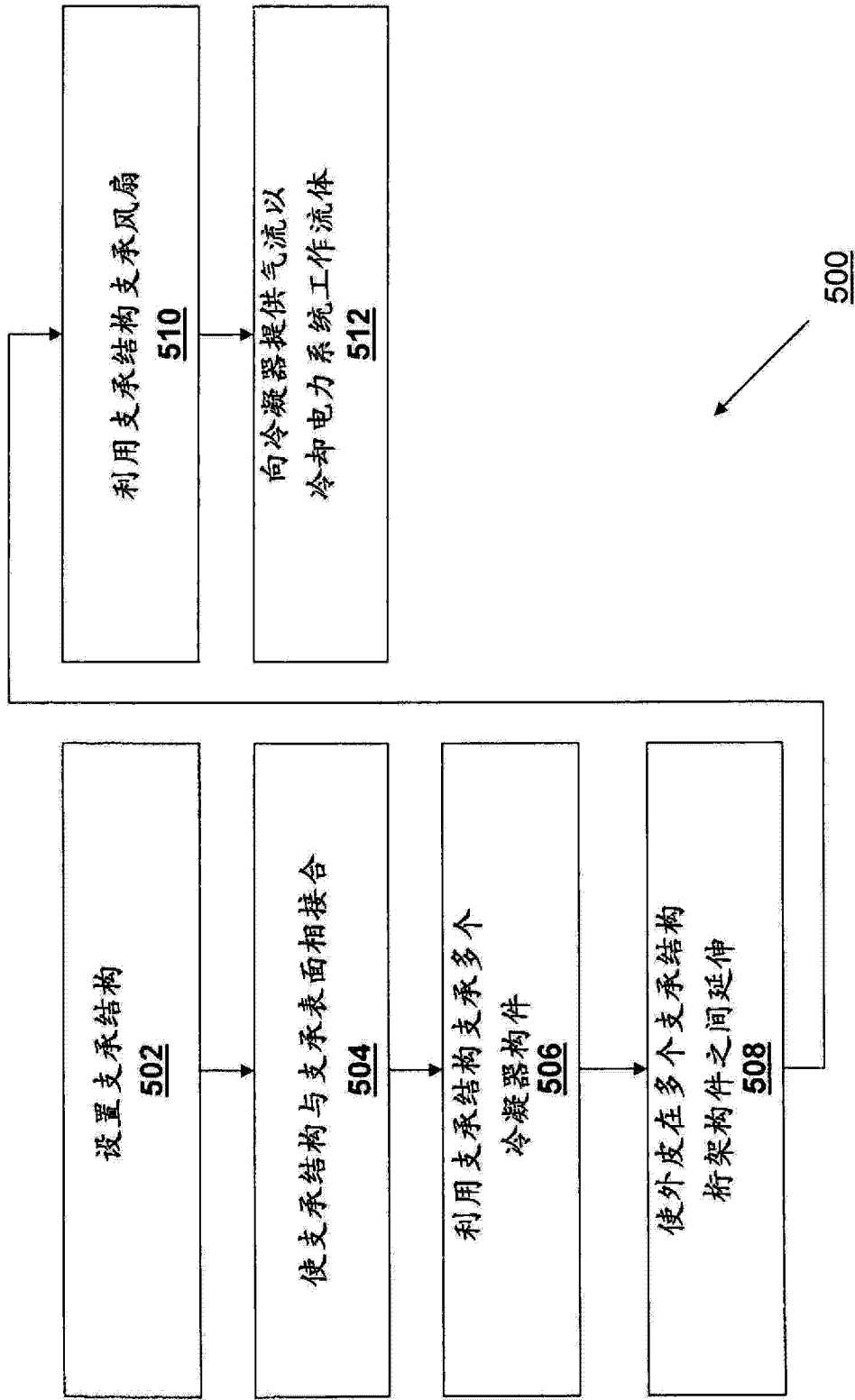


图 5a

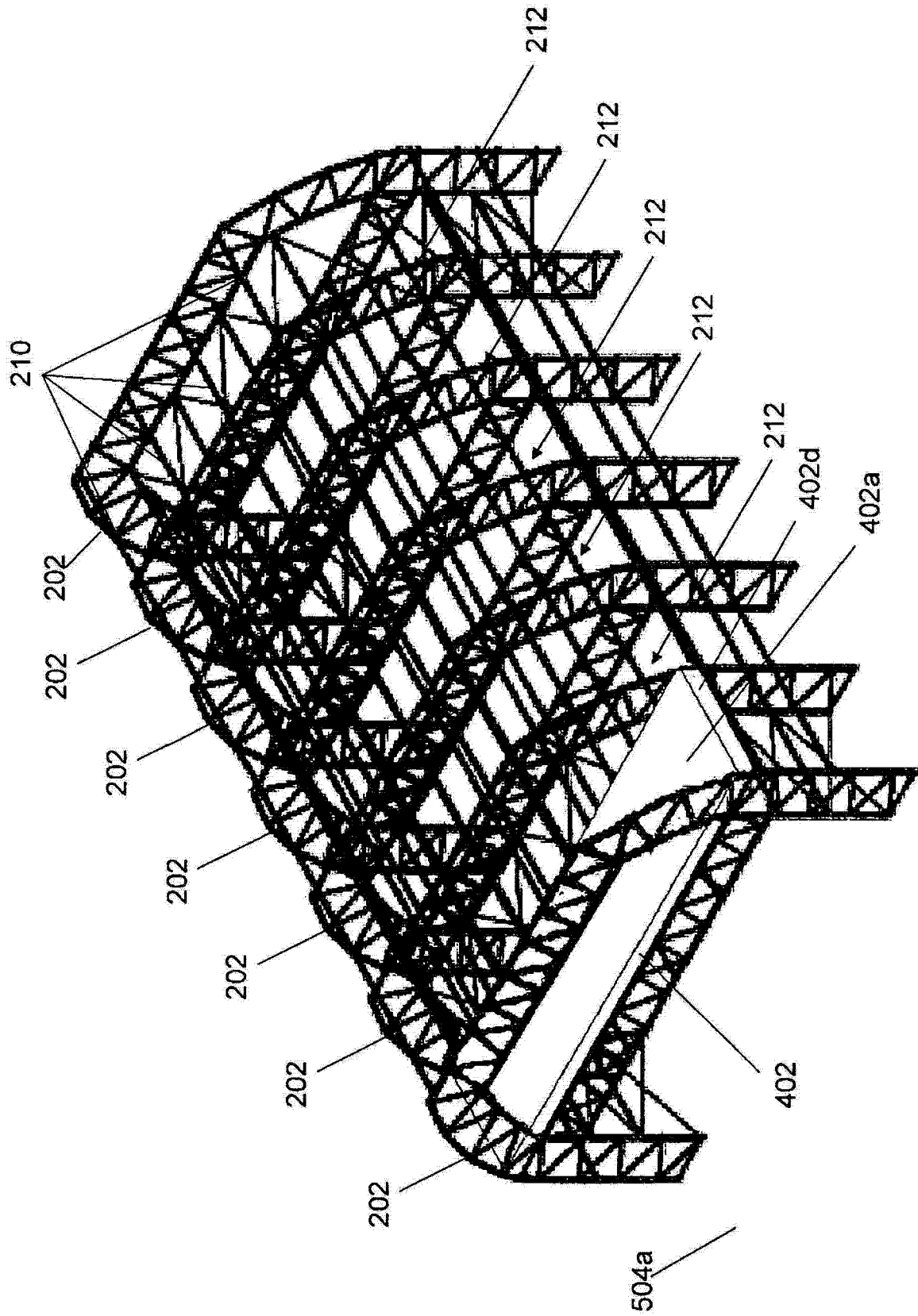


图 5b

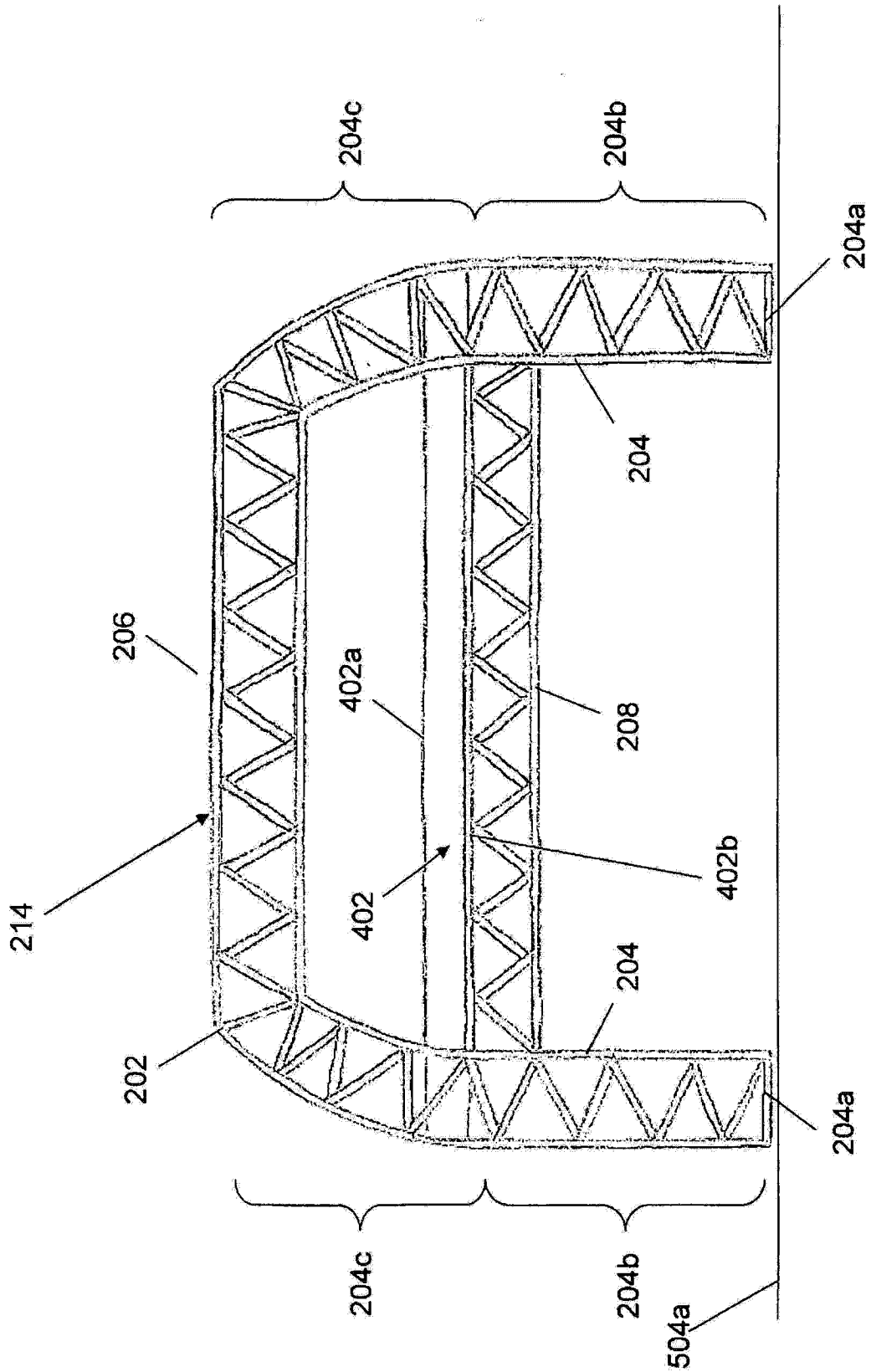


图 5c

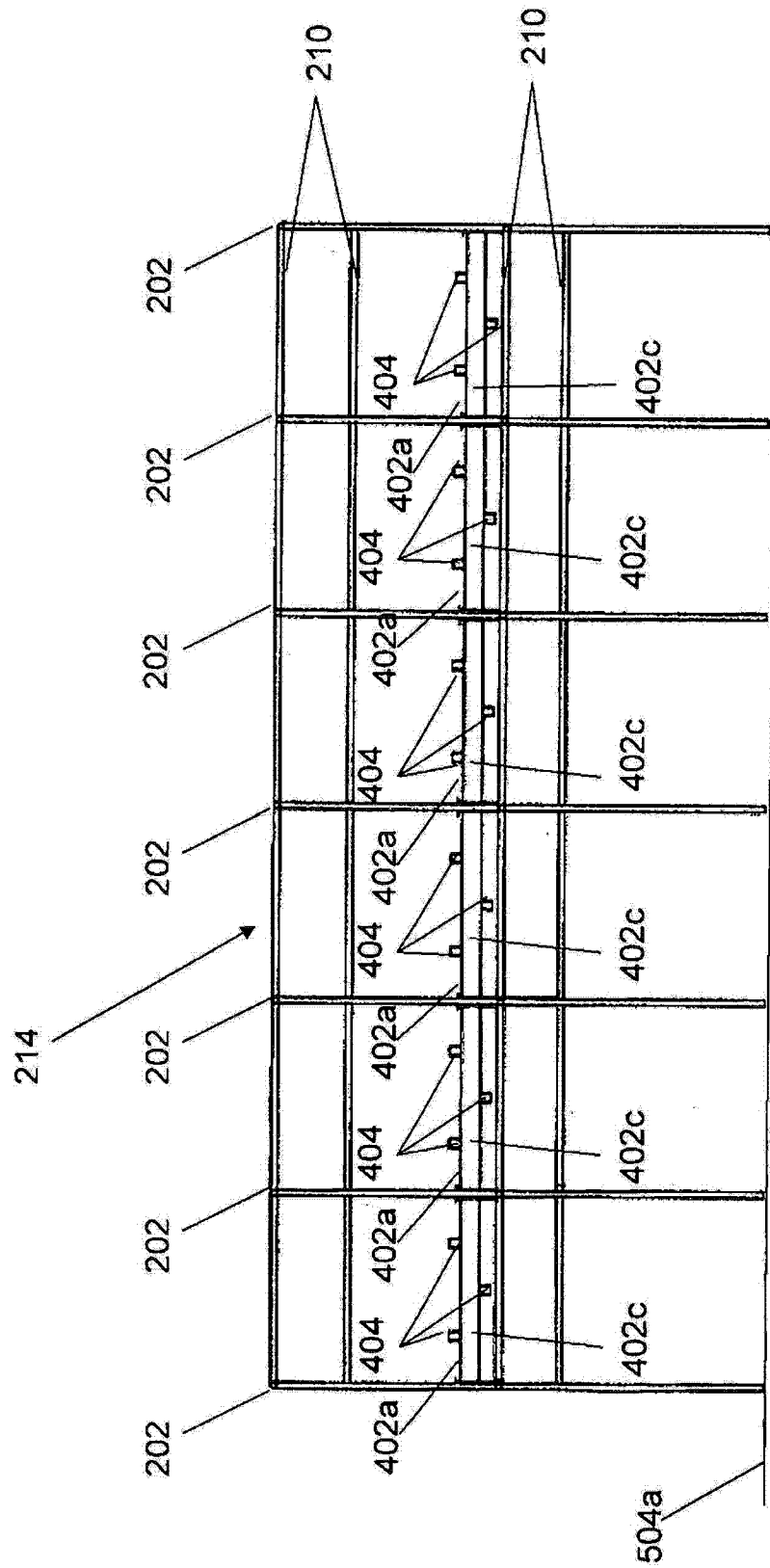


图 5d

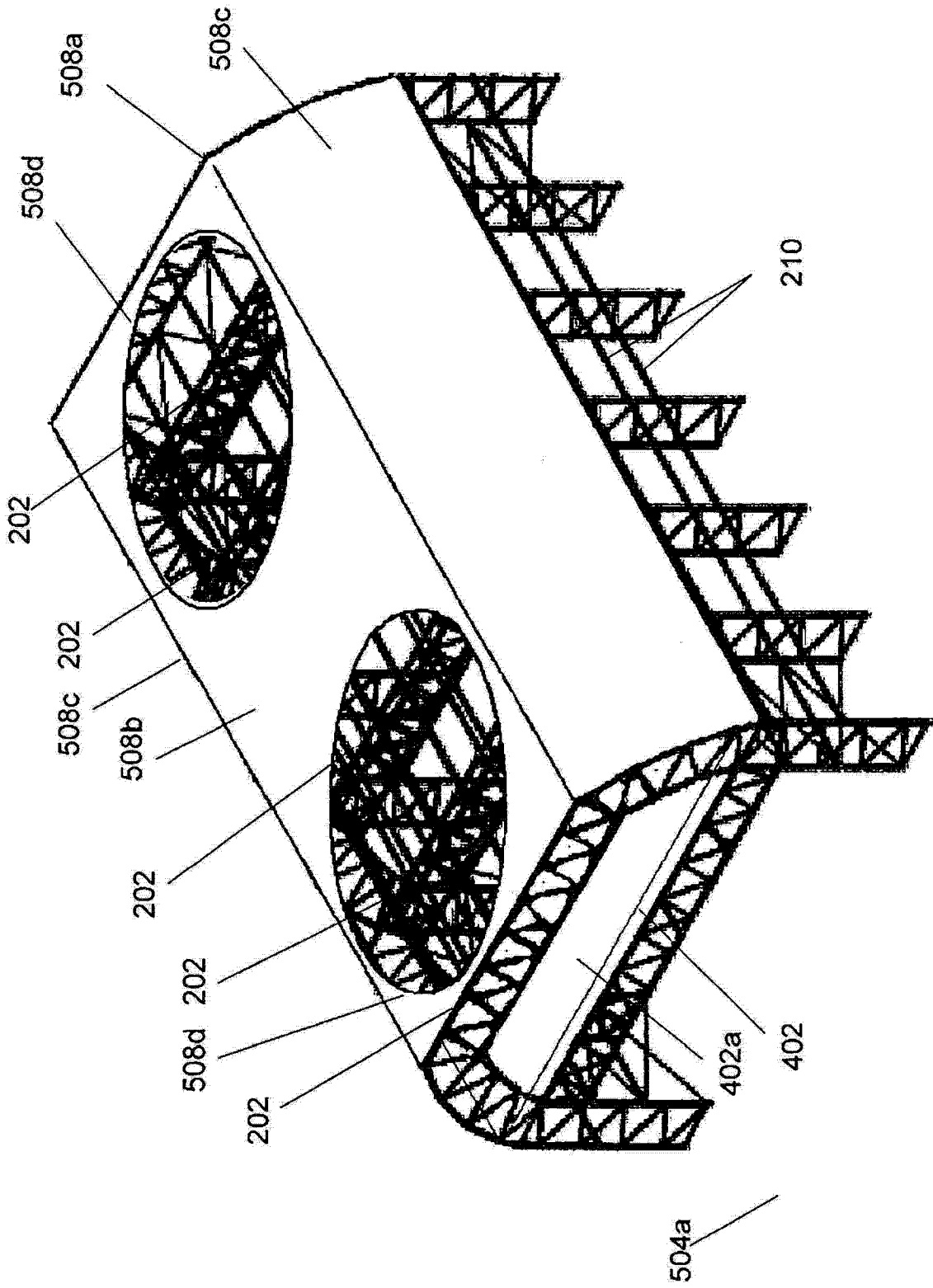


图 5e

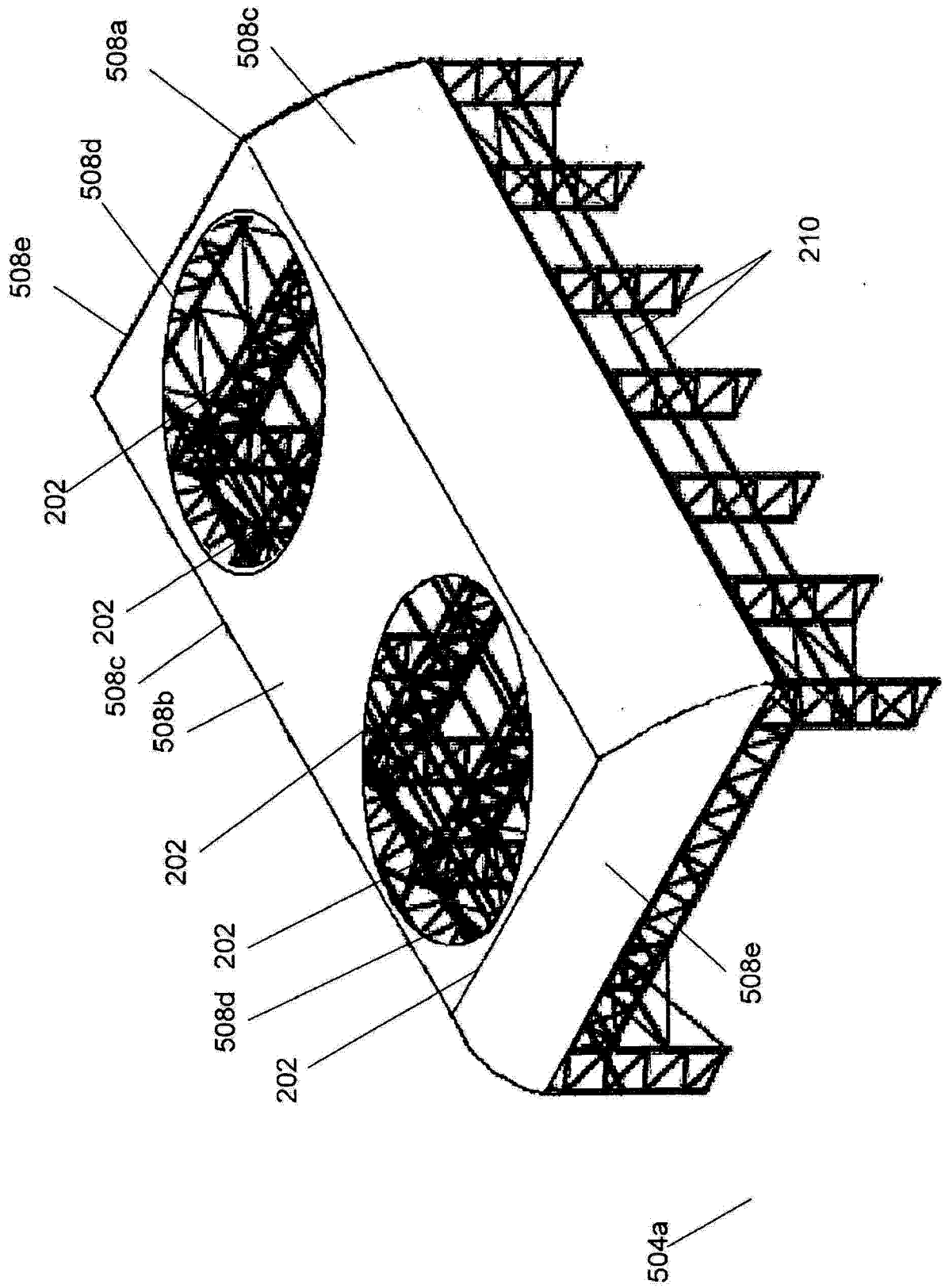


图 5f

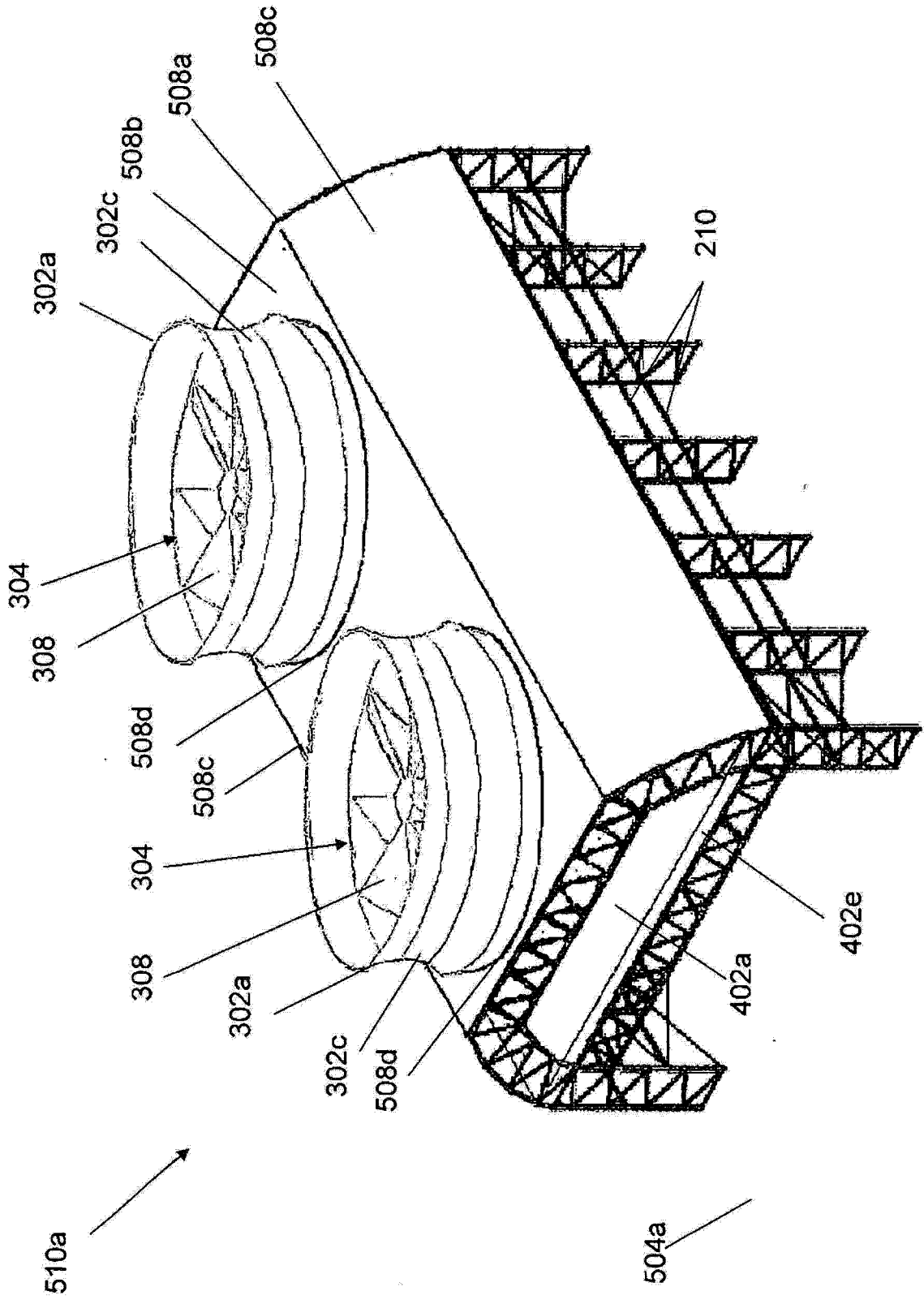


图 5g

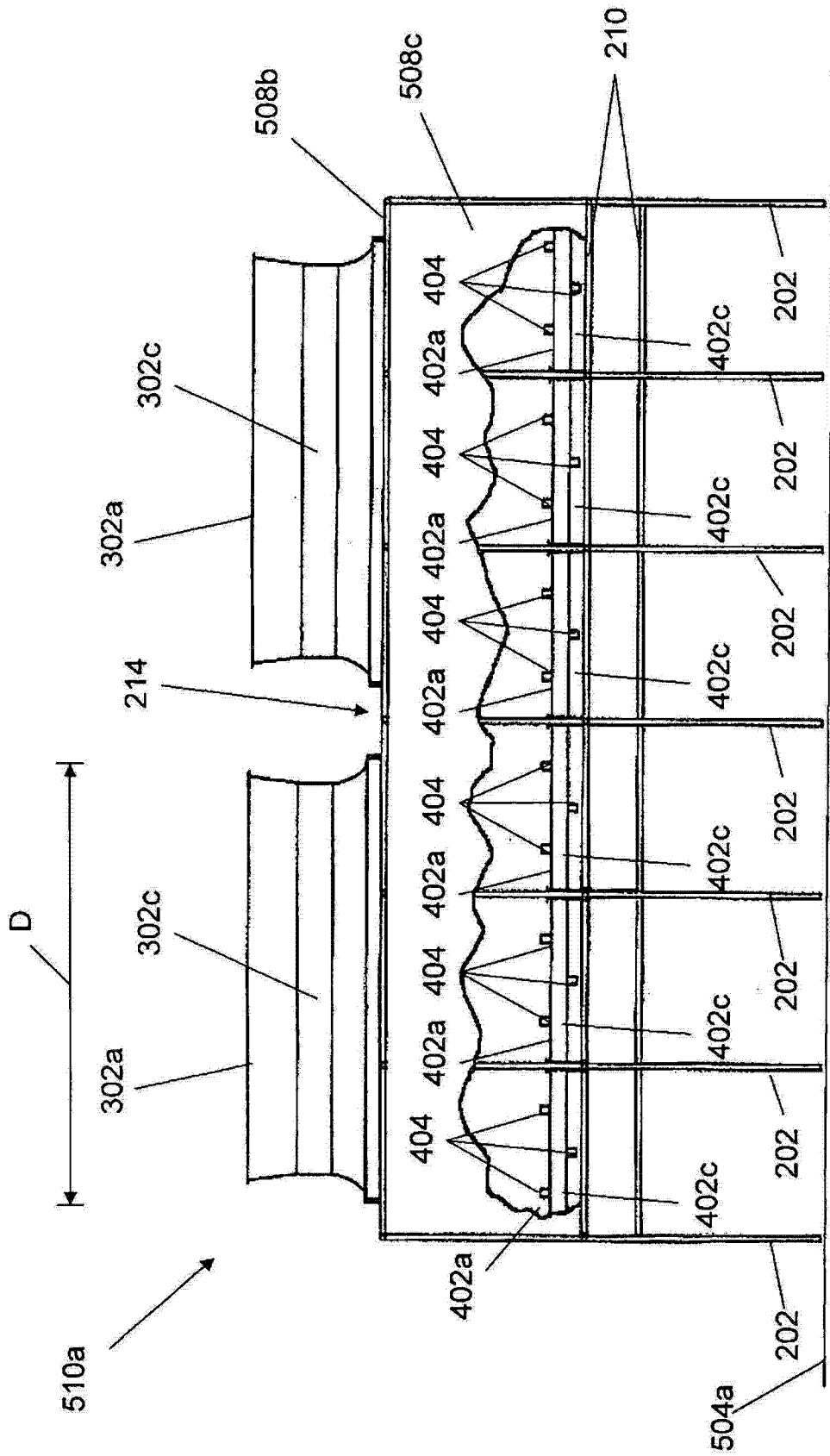


图 5h

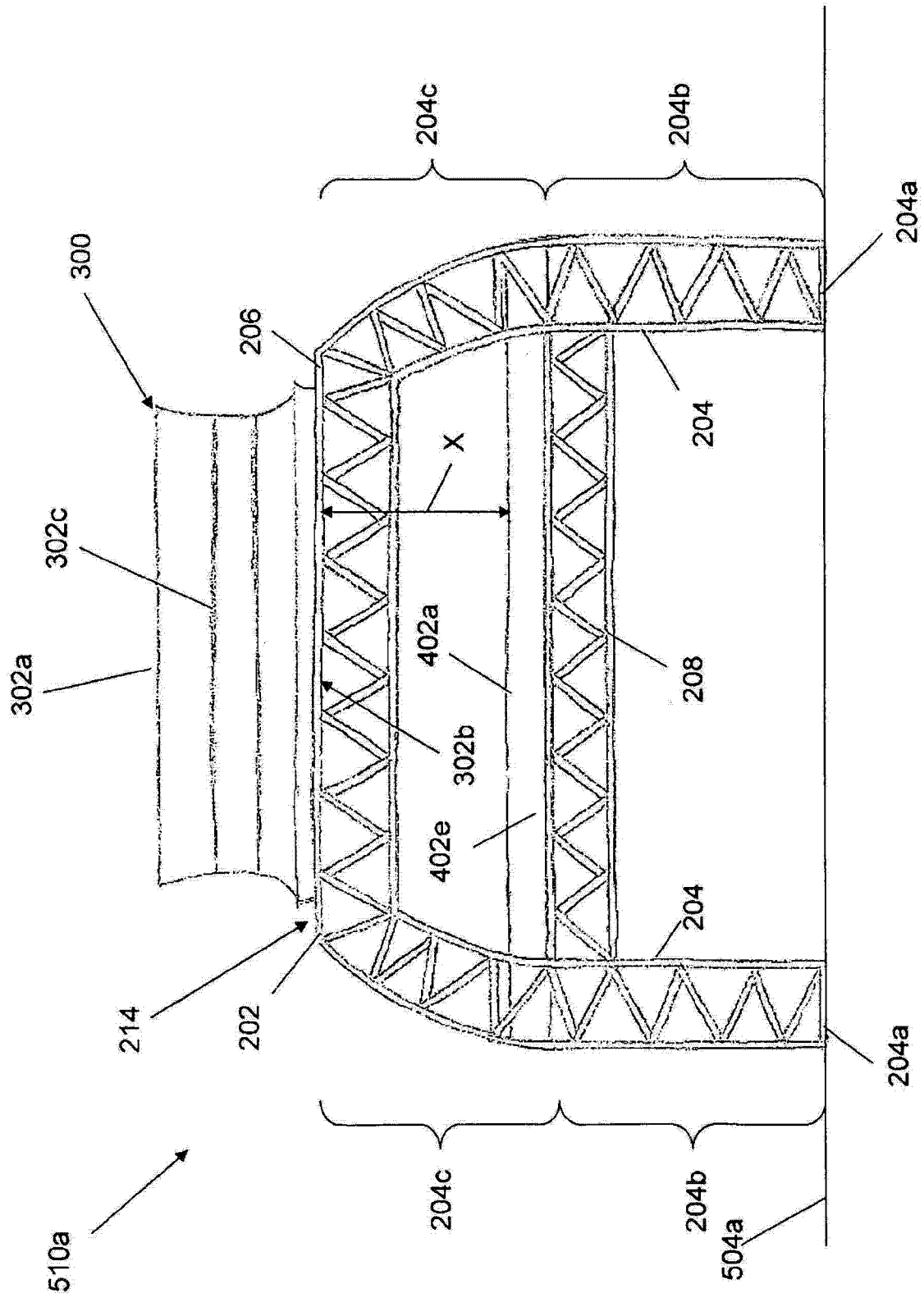


图 5i

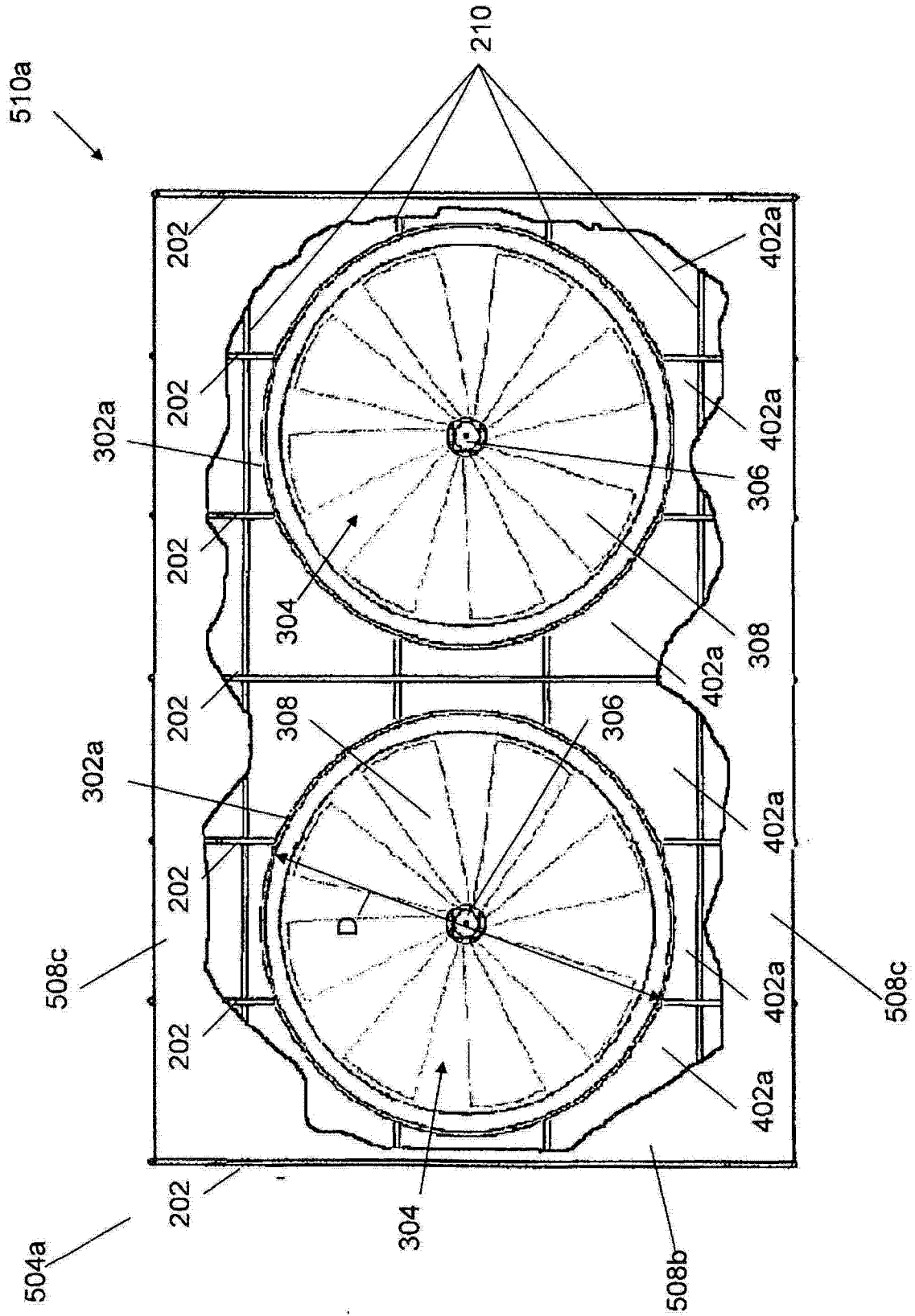


图 5j

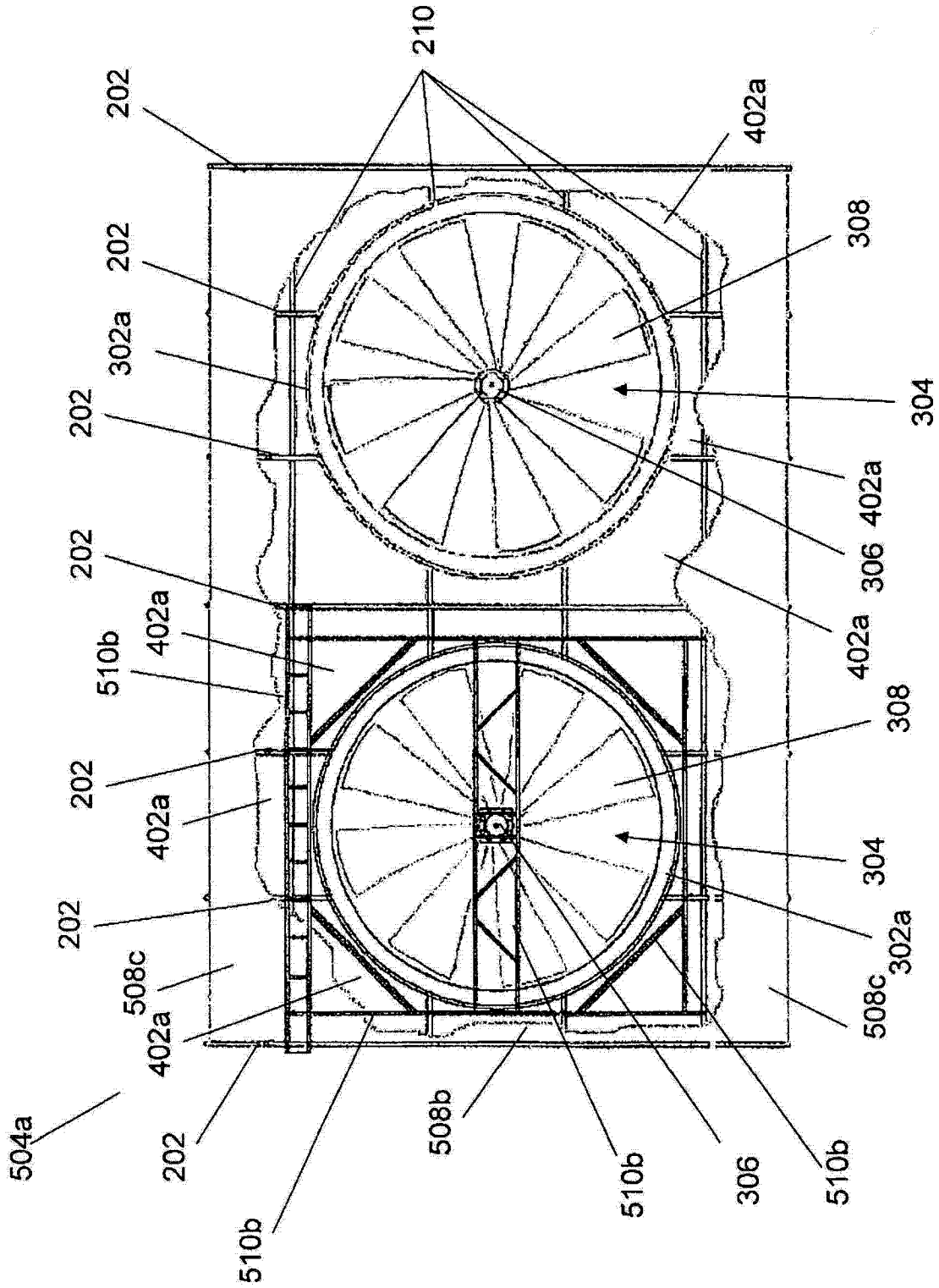


图 5k

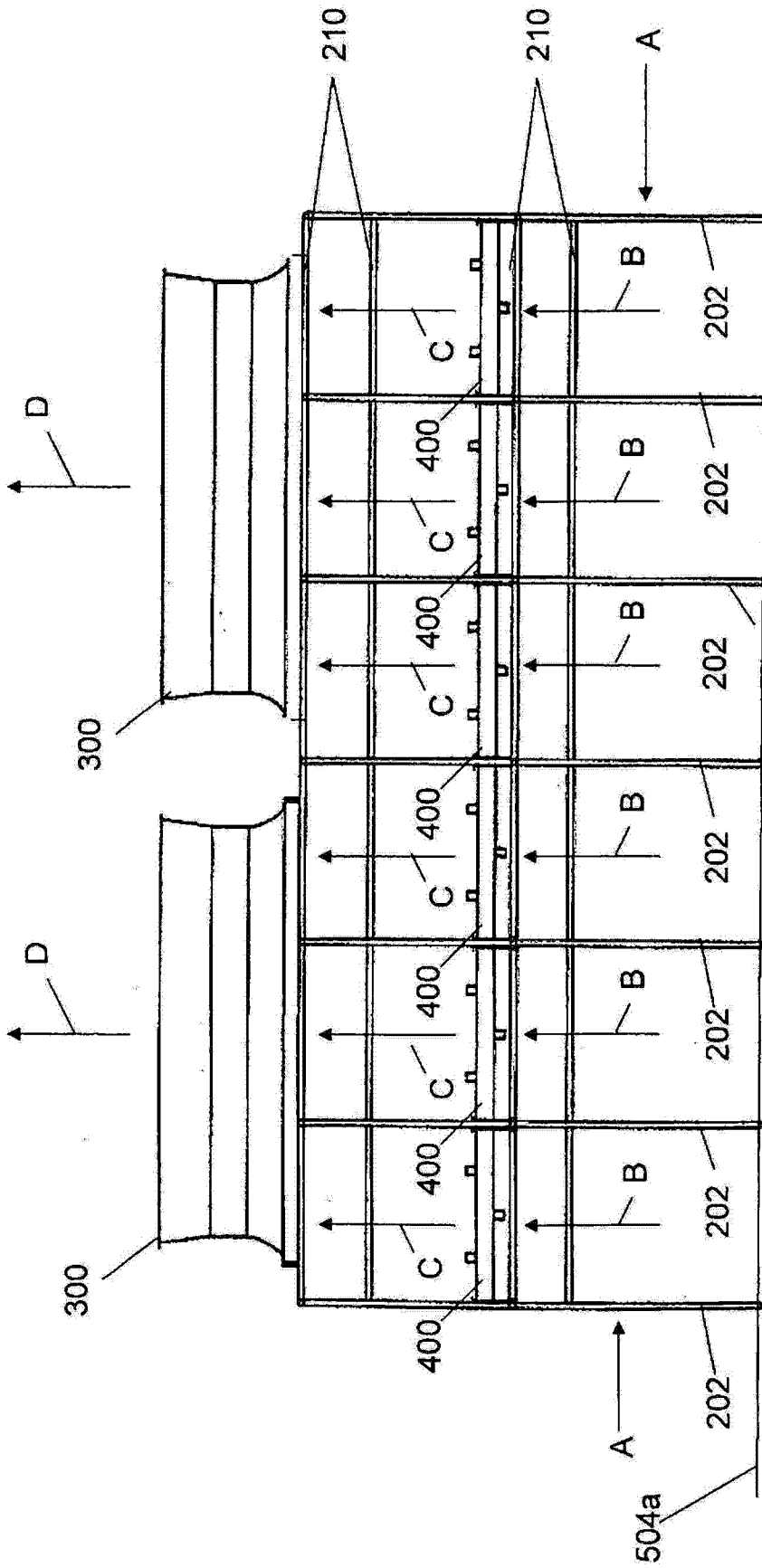


图 51

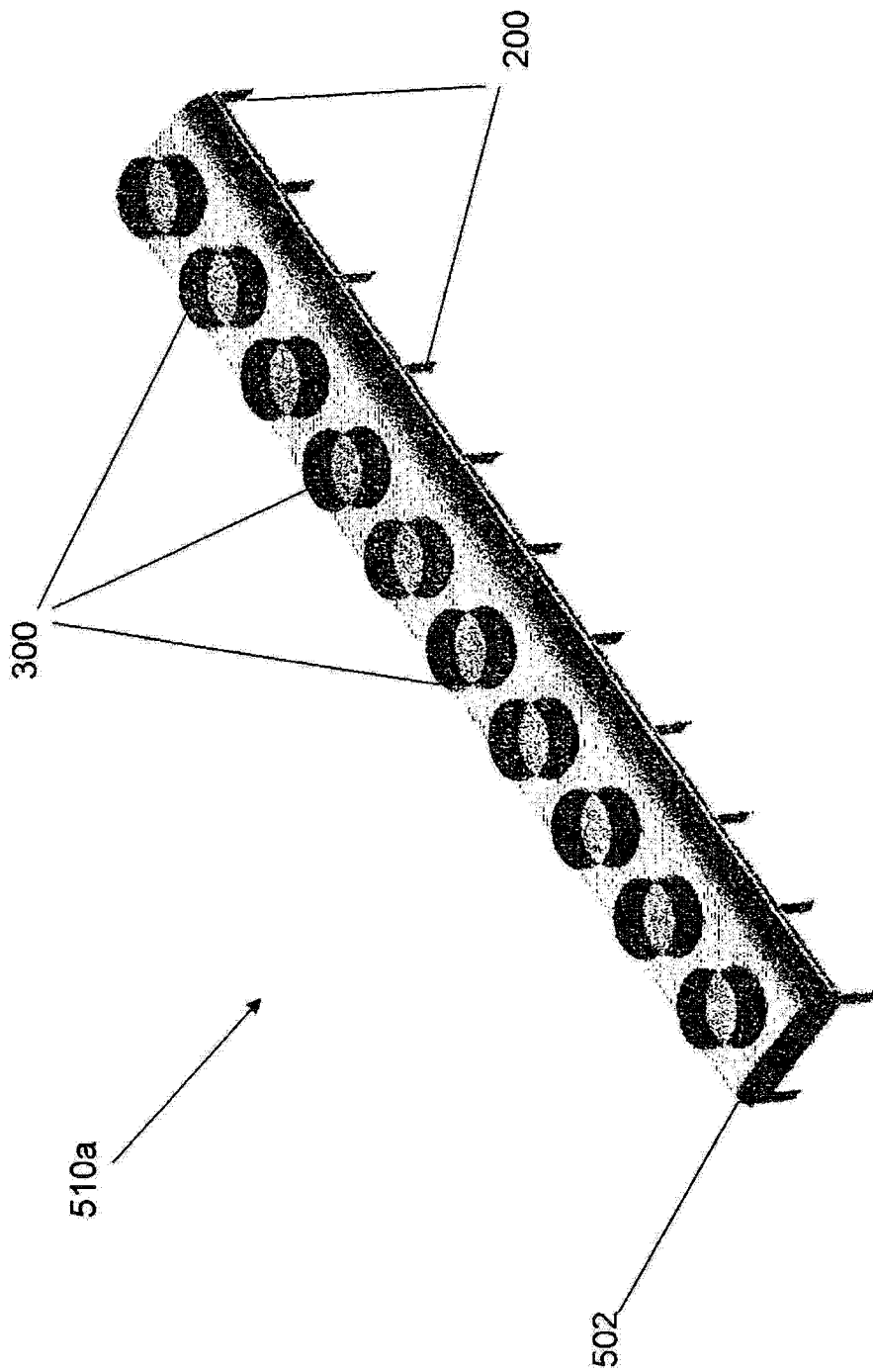


图 6a

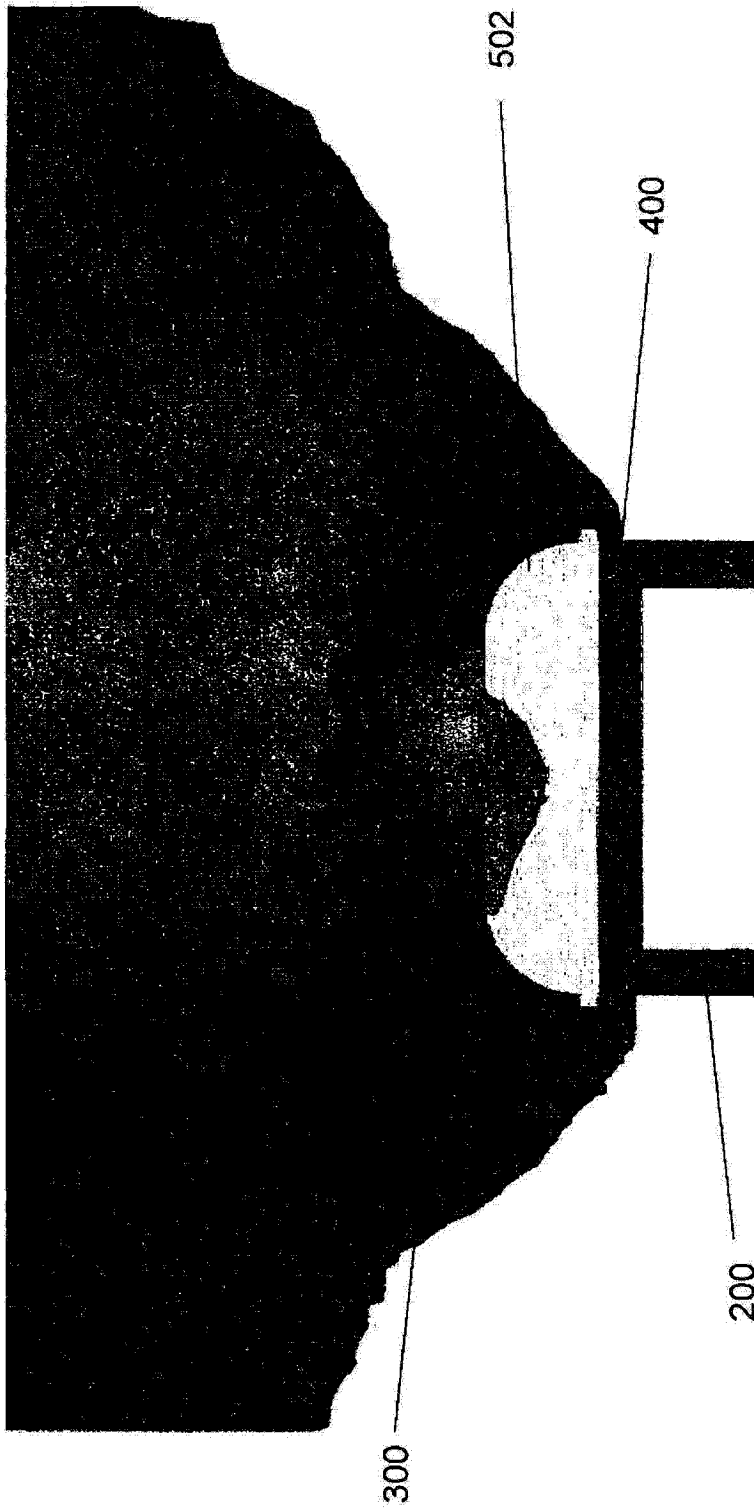


图 6b

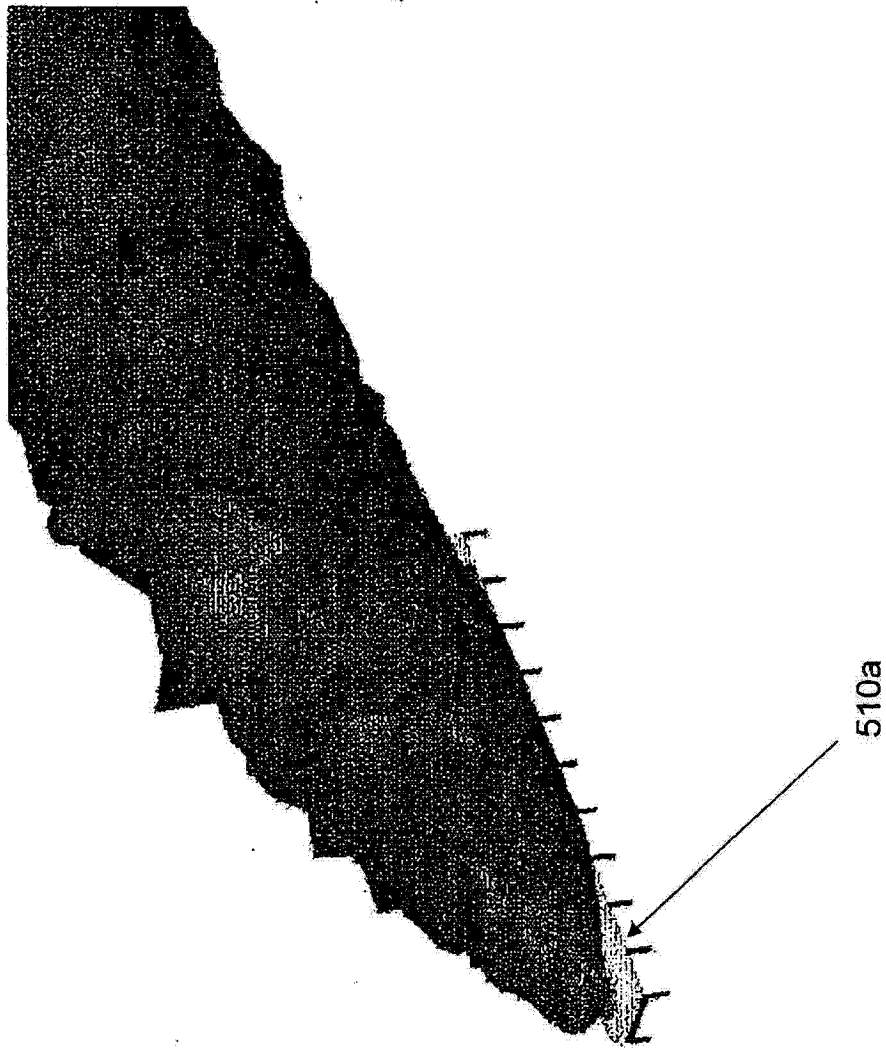


图 6c

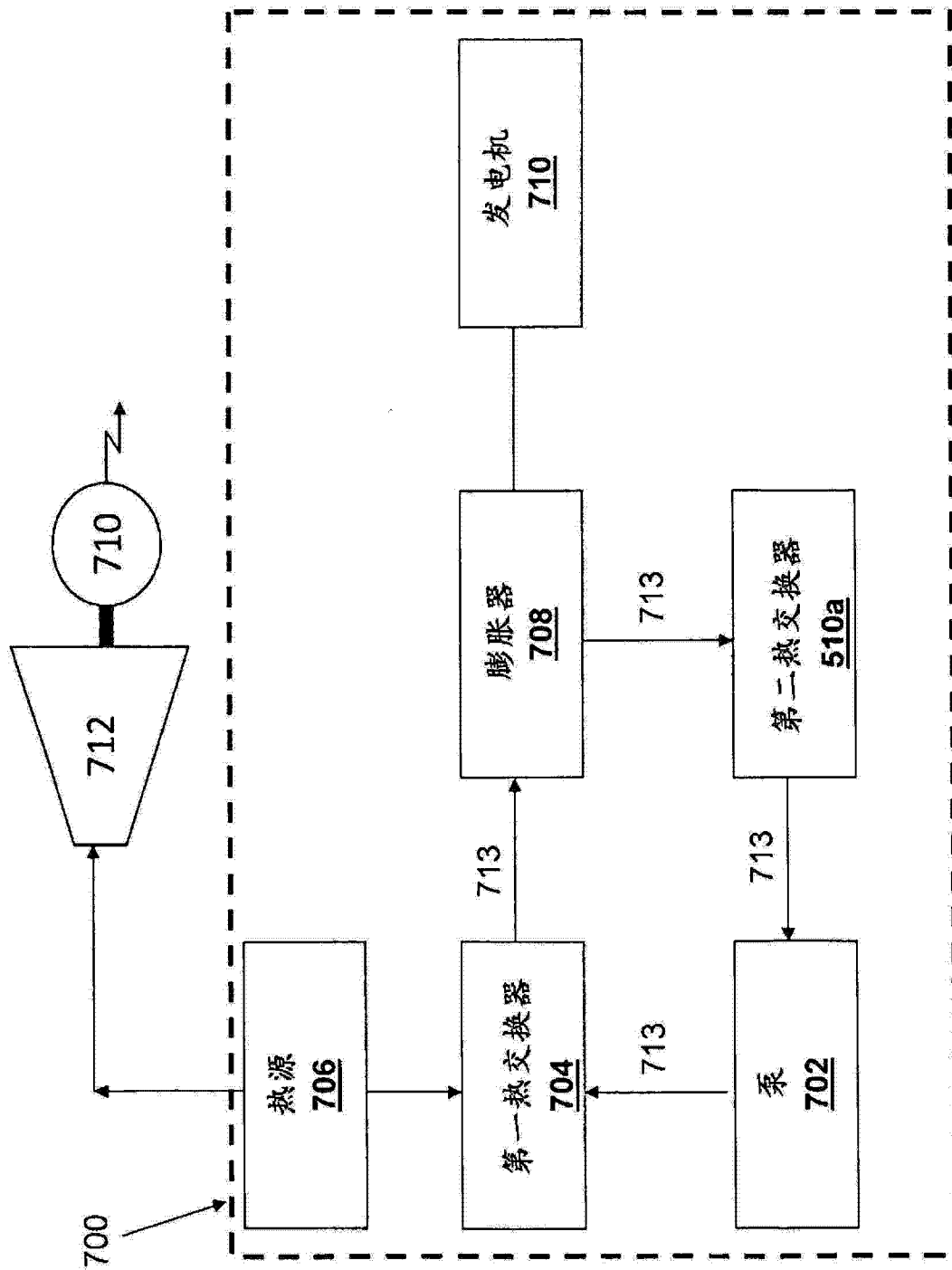


图 7a

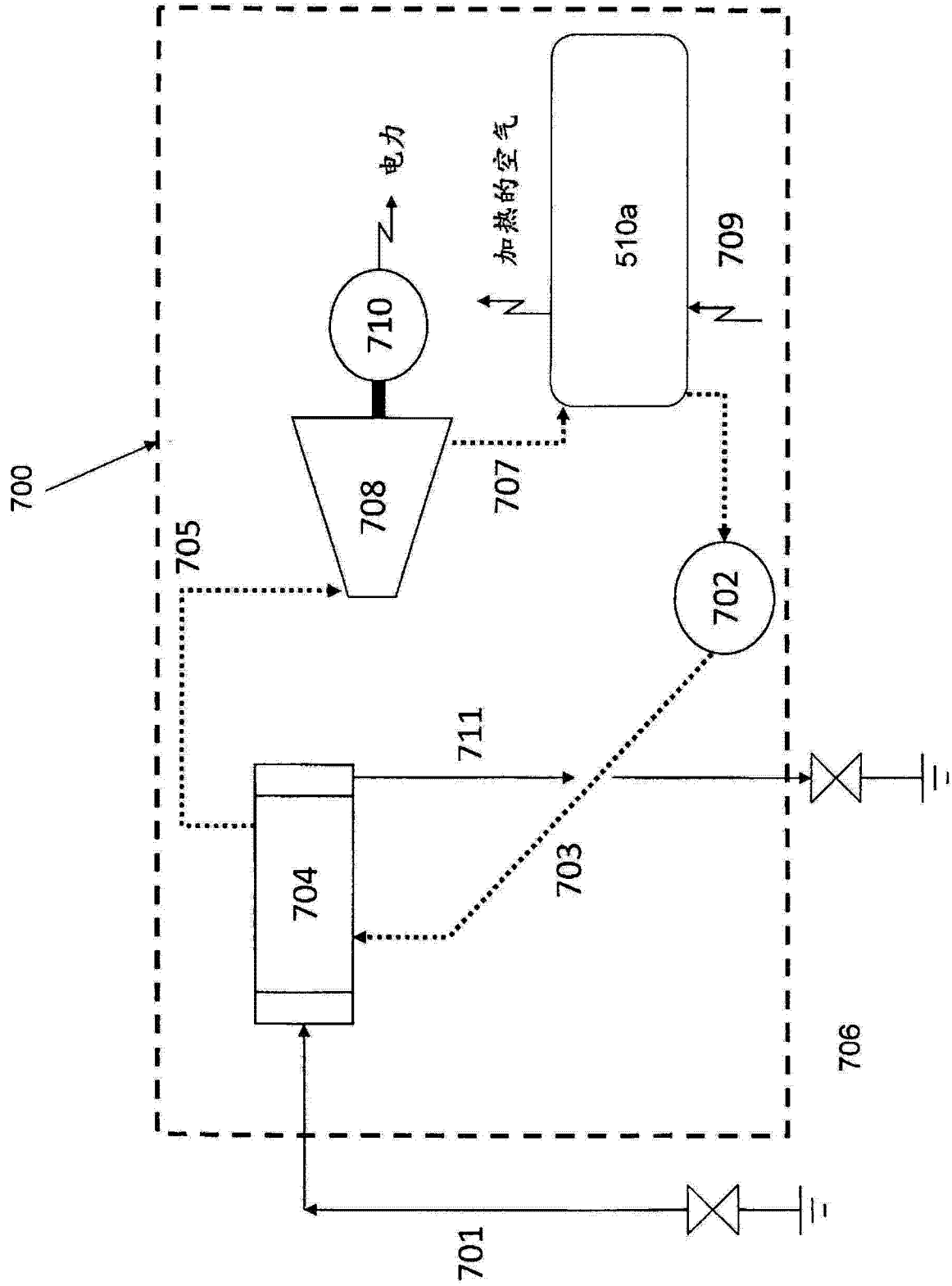


图 7b