

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02C 7/08 (2006.01)

F28D 9/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410002982.4

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100472044C

[22] 申请日 2004.1.21

[21] 申请号 200410002982.4

[30] 优先权

[32] 2003.1.21 [33] US [31] 10/348561

[73] 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 R·P·查乔尔

[56] 参考文献

US4379109A 1983.4.5

CN1735783A 2002.12.2

CN1196107A 1998.10.14

DE3225764A1 1984.1.21

EP0637727A2 1995.2.8

审查员 刘 薇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 周备麟 蔡民军

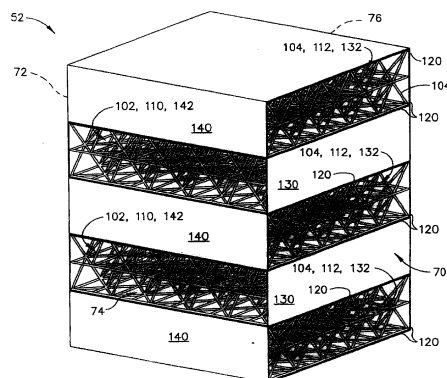
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

热交换的方法和装置

[57] 摘要

一种在第一流体与第二流体之间进行热交换的方法，该方法包括制备一种具有至少由两个支承构件层构成的堆叠构件的热交换器，其特征在于，每个支承构件层由支承件的格架组成，采用至少一个隔板将上述的至少两个支承构件层密封地隔开，从而使每个构件层成为流体通道。上述方法还包括导引第一流体流流过第一流体通道，并导引第二流体流流过与上述第一流体通道邻接的第二流体通道，以促使第一流体与第二流体之间进行热交换。



1. 一种用于在第一流体与第二流体之间进行热交换的热交换器，所述热交换器具有：

一个至少具有两个支承构件层的堆叠构件，其中，每个上述的支承构件层由支承件的格架组成，该格架包括多个连接在一起的支承件，使得该支承件构成多个呈三维排列均匀堆叠的四面体；

至少一个隔板（120、130），与上述的至少一个支承构件层连接，使得使该至少一个隔板密封隔开至少两个上述支承构件层，从而使每一上述构件层限定一条流体通道，上述的至少一个隔板的形状做成引导第一流体流过第一流体通道和引导第二流体流过与上述第一流体通道毗邻的第二流体通道，使得第一流体和第二流体通过第一流体的温度增加和第二流体的温度减小进行热交换。

2. 一种用以在燃气轮机压气机排出空气和燃气轮机排气之间进行热交换的燃气轮机热交换器，所述热交换器包括：

一个至少有二支承构件层的堆叠构件，其中每一所述支承构件层包括：

一个支承构件的格架，包括多个联接在一起的支承构件，使所述支承构件形成多个均匀呈三维排列的堆叠的四面体；

至少一个与至少一个所述支承构件联接的隔板，使所述至少一个隔板密封地隔开至少二个所述支承构件层，使每一所述层限定一条流体通道，所述至少一个隔板的构形便于当引导燃气轮机压气机排出空气引导通过所述第一流体通道并引导该燃气轮机排气通过邻近所述第一流体通道的所述第二流体通道时，该燃气轮机压气机排出空气和该燃气轮机排气之间的热交换。

3. 一种按照权利要求2所述的燃气轮机热交换器，其特征在于所述堆叠构件包括多个二层，所述热交换器包括多个所述隔板，每一所述隔板被联接在所述堆叠构件内的相邻所述层之间，将多条所述流体通道限定在所述堆叠构件内。

4. 一种按照权利要求3所述的燃气轮机热交换器，其特征在于还包括一个第一侧和一个第二侧，所述第一侧包括至少一个与所述多条流体通道中的至少一条成流体连通的开口，所述第二侧包括至少一个与所述第二侧联接的隔板，所述第二侧隔板在一个开口之上联接于

所述多条流体通道中至少一条，当引导燃气轮机压气机排出空气经过多条所述流体通道中的第一通道而引导燃气轮机排气经过多条所述流体通道中的第二通道时，所述多个隔板有利于该燃气轮机压气机排出空气和该燃气轮机排气之间的传热。

5. 一种按照权利要求2所述的燃气轮机热交换器，其特征在于所述至少一个隔板有利于提高该压缩空气的温度，并降低该燃烧气体的温度。

6. 一种燃气轮机，包括：

至少一个压气机；

至少一个在所压气机下游并与之成充体连通的涡轮组件；

所述涡轮组件包括至少一个排气口；和

一个热交换器，包括：

一个至少有二支承构件层的堆叠构件，其中每个所述支承构件层包括：

一个支承构件的格架，包括多个联接在一起的支承构件，使所述支承构件形成多个呈三维排列的基本上均匀堆叠的四面体；和

至少一个与至少一个所述支承构件层联接在一起的隔板，使所述至少一个隔板基本上密封地隔开至少二个所述支承结构层，使每一所述层限定一条流体通道，所述至少一个隔板有利于当引导压缩空气经过所述第一流体通道并引导所述第二流体经过邻近所述第一流体通道的所述第二流体通道时，自所述至少一个压气机排出的压缩空气和第二流体之间的热交换。

7. 一种按照权利要求6所述的燃气轮机，其特征在于所述第二流体包括自所述至少一个涡轮排气装置排出的燃烧气体，所述至少一个隔板有利于当引导压缩空气经过所述第一流体通道时提高压缩空气的温度，并当引导燃烧气体经过所述第二流体通道时，降低燃烧气体的温度。

8. 一种按照权利要求6所述的燃气轮机，其特征在于所述至少一个隔板有利于降低被引导经过所述第一流体通道的压缩空气的温度，并有利于提高被引导经过所述第二流体通道的第二流体的温度。

热交换的方法和装置

技术领域

本发明总的涉及热交换，更具体地说，涉及燃烧气体涡轮发动机内进行热交换的方法和装置。

背景技术

燃烧气体涡轮发动机通常具有一个用于对空气加压的压气机，压缩过的空气与燃油混合，并流入燃烧室，燃油/空气混合物在燃烧室内点火燃烧而产生热燃烧气体。该燃烧气体进入上述涡轮，涡轮吸收燃烧气体中的能量带动压气机旋转，并产生有用功推进飞行中的飞机，或者作为一种载荷例如发电机的动力。

至少有一些公知的燃烧气体涡轮发动机应用热交换器来提高燃烧气体涡轮发动机的效率，例如通过提高从压气机排出的空气的温度或降低用于冷却涡轮的空气的温度来达到上述目的。至少有一些公知的燃烧气体涡轮发动机还应用热交换器来降低从涡轮排出的燃烧气体的温度。热交换器通常具有许多内含第一流体并悬浮在第二流体的横向流中的小直径管子。当第一流体流过上述管子而第二流体在管子表面区流过时，第一与第二流体之间便进行热交换。但是，这种热交换器是复杂的，并包含有许多钎接接头，因此制造颇为困难，此外，管子的钎接接头或其他区域可能在载荷作用下发生破裂，从而可能使第一流体与第二流体相混合。

发明内容

本发明提供一种用于在第一流体与第二流体之间进行热交换的热交换器，所述热交换器具有：

一个至少具有两个支承构件层的堆叠构件，其中，每个上述的支承构件层由支承件的格架组成，该格架包括多个连接在一起的支承件，使得该支承件构成多个呈三维排列均匀堆叠的四面体；

至少一个隔板（120、130），与上述的至少一个支承构件层连接，使得使该至少一个隔板密封隔开至少两个上述支承构件层，从而使每

一上述构件层限定一条流体通道，上述的至少一个隔板的形状做成引导第一流体流过第一流体通道和引导第二流体流过与上述第一流体通道毗邻的第二流体通道，使得第一流体和第二流体通过第一流体的温度增加和第二流体的温度减小进行热交换。

本发明还提供一种用以在燃气轮机压气机排出空气和燃气轮机排气之间进行热交换的燃气轮机热交换器，所述热交换器包括：

一个至少有二支承构件层的堆叠构件，其中每一所述支承构件层包括：

一个支承构件的格架，包括多个联接在一起的支承构件，使所述支承构件形成多个均匀呈三维排列的堆叠的四面体；

至少一个与至少一个所述支承构件联接的隔板，使所述至少一个隔板密封地隔开至少二个所述支承构件层，使每一所述层限定一条流体通道，所述至少一个隔板的构形便于当引导燃气轮机压气机排出空气引导通过所述第一流体通道并引导该燃气轮机排气通过邻近所述第一流体通道的所述第二流体通道时，该燃气轮机压气机排出空气和该燃气轮机排气之间的热交换。

本发明进一步提供一种燃气轮机，包括：

至少一个压气机；

至少一个在所压气机下游并与之成充体连通的涡轮组件；

所述涡轮组件包括至少一个排气口；和

一个热交换器，包括：

一个至少有二支承构件层的堆叠构件，其中每个所述支承构件层包括：

一个支承构件的格架，包括多个联接在一起的支承构件，使所述支承构件形成多个呈三维排列的基本上均匀堆叠的四面体；和

至少一个与至少一个所述支承构件层联接在一起的隔板，使所述至少一个隔板基本上密封地隔开至少二个所述支承结构层，使每一所述层限定一条流体通道，所述至少一个隔板有利于当引导压缩空气经过所述第一流体通道并引导所述第二流体经过邻近所述第一流体通道的所述第二流体通道时，自所述至少一个压气机排出的压缩空气和第二流体之间的热交换。

本发明的一方面，提供一种在第一流体与第二流体之间进行热交

换的方法，该方法包括制备一种具有由至少两个构件层组成的堆叠构件的热交换器，其特征在于，每个支承构件层由支承件的格架构成，并用至少一个隔板基本上密封隔开上述的至少两个构件层，从而使每层都成为一个流体通道。上述方法还包括导引第一流体流过第一流体通道，并导引第二流体流过与上述第一流体通道邻接的第二流体通道，从而促使第一与第二流体之间进行热交换。

本发明的另一方面，提供一种用于在第一流体与第二流体之间进行热交换的热交换器。该热交换器具有一个至少由两个支承构件层组成的堆叠构件（其中，上述的构件层由支承件的格架构成），和至少一个与上述的至少一个构件层相连接的隔板，该至少一个隔板基本上密封隔开上述的至少两个构件层从而使每一层成为一个流体通道。上述的至少一个隔板做成可在第一流体流过第一流体通道和第二流体流过与第一流体通道相邻接的第二流体通道时促使第一流体与第二流体之间进行热交换。

本发明的又一方面，提出一种具有至少一个压气机和至少一个位于压气机下游并与压气机流体连通的涡轮组件的燃烧气体涡轮发动机。上述涡轮组件具有至少一个排气口。上述发动机还具有一个热交换器，该热交换器具有一个由至少两个支承构件组成的堆叠构件（其中每个构件层由支承件的格架构成），和至少一个与上述的至少一层构件层相连接的隔板，该至少一个隔板基本上密封隔开上述的至少两层构件层从而使每一层成为流体通道，上述的至少一个隔板设置成当压缩空气流过第一流体通道和第二流体流过与上述第一流体通道相邻接的第二流体通道时，促使上述的从至少一个压气机排出的压缩空气与第二流体之间进行热交换。

附图说明

图 1 简单示出示例性的燃烧气体涡轮发动机；

图 2 是和燃烧气体涡轮发动机（例如图 1 所示的发动机 1）一起使用的示例性热交换装置的透视图；

图 3 是和图 2 所示热交换装置一起使用的示例性热交换器的透视图；

图 4 是图 3 所示热交换器的局部的透视图；和

图 5 是图 3 所示的热交换器的另一个局部的透视图。

具体实施方式

虽然本文结合燃烧气体涡轮发动机来说明和示出本发明，但是应当明白，本发明一般可用于任何系统以及燃烧气体涡轮发动机内的任何部位的热交换。因此，本发明的应用并不局限于燃烧气体涡轮发动机和下面所述的具体实施例。

图 1 示出一种具有低压压气机 12、高压压气机 14 和燃烧室 16 的燃烧气体涡轮发动机 10，该发动机 10 还具有高压涡轮 18 和低压涡轮 20。压气机 12 与涡轮 20 由第一传动轴 24 连接，压气机 14 与涡轮 18 由第二传动轮 26 连接。发动机 10 具有进气口或者说上游侧 28 和排气口或者说下游侧 30。在一个实施例中，发动机 10 是在商业上可从 General Electric Power System, Schenectady, New York 购买的涡轮发动机。

工作时，空气流通过低压压气机 12 和高压压气机 14 到达燃烧室 16，压缩过的空气在燃烧室 16 与燃油混合并点火燃烧而产生热的燃烧气体，该燃烧气体从燃烧室 16 排入包含多个喷嘴（图 1 未示出）的涡轮喷嘴组件（图 1 未示出），并用来驱动涡轮 18 和 20，涡轮 20 又带动低压压气机 12 转动，涡轮 18 则带动高压压气机 14 转动。

图 2 是燃烧气体涡轮发动机例如图 1 所示的发动机 10 用的示例性的热交换装置 50 的透视图。该热交换装置 50 具有一个热交换器 52、一条用于通入第一流体 56 的进气管道 54、一条用于通入第二流体 60 的进气管道 58、一条排出第一流体 56 的出气管道 62 和一条排出第二流体 60 的出气管道 64。热交换器 52 承接来自进气管道 54 的第一流体 56，并承接来自进气管道 58 的第二流体 60。管道 52、58、62 和 64 可按任何合适的方式分别与发动机 10 的相应部分（未示出）相连接。正如下面所述，当流体 56 和 60 流过热交换器 52 时，流体 56 与 60 之间发生热交换。在一个实施例中，来自进气管道 54 的第一流体 56 的温度高于来自进气管道 58 的第二流体 60 的温度。在另一个实施例中，来自进气管道 58 的第二流体 60 的温度高于来自进气管道 54 的第一流体 56 的温度。另外，在一个实施例中，出气管道 62 的第一流体 56 的温度高于出气管道 64 的第二流体 60 的温度，而在另一个实施例中，

出气管道 64 的第二流体 60 的温度高于出气管道 62 的第一流体 56 的温度。在又一个实施例中，出气管道 62 和 64 的相应的第一和第二流体 56 和 60 的温度基本相等。

第一流体进气管道 54 与热交换器 52 相连接，而对热交换器 52 的第一侧面 70 供给第一流体 56。第一流体出气管道 62 与热交换器 52 相连接，而承接来自热交换器 52 的第二侧面 72 的第一流体 56。第二流体进气管道 58 与热交换器 52 相连接而对热交换器 52 的第三侧面 74 供给第二流体 60，第二流体出气管道 64 与热交换器 52 相连接，而承接来自热交换器 52 的第四侧面 76 的第二流体 60。

在一个实施例中，第一流体进气管道 54 与一个将来自压气机 14 的空气流供入进气管道 54 的气源（未示出）流体连通，第二流体进气管道 58 则与一个将来自涡轮 20 的废流体供入进气管道 58 的气源（未示出）流体连通。在另一个实施例中，第一流体进气管道 54 与一个将来自压气机 14 的空气流供给进气管道 54 的气源（未示出）流体连通，热交换器 52 利用来自第二流体进气管道 58 的另一股流体冷却来自压气机 14 的空气流。

图 3 是图 2 所示的热交换器 52 的透视图。图 4 是构成热交换器 52 的一部分的格架块形构件 100 的透视图，图 5 是作为格架块形构件 100 之一部分的透视图。热交换器 52 具有多个组成格架块形构件 100 的构件层 102 和 104，该构件层 102 和 104 互相堆叠而成构件 100。具体地说，每个构件层 102 叠置在相邻的至少一层构件层 104 上，而每个构件层 104 则与相邻的两个构件层 102 相叠置。构件 100 的每层 102 由单个支承件 106 在相应的支承点 108 上互相连接而成的格架所制成。在该示例性实施例中，由支承件 106 构成多个呈三维阵排的基本均匀叠置的四面体而形成构件层 102 和 104，然后总的构成构件 100。但是应当明白，支承件 106、构件层 102 和 104、构件 100 和热交换器 52 的具体尺寸、几何形状和布局都将随热交换装置 50 的具体用途之不同而变化。

在热交换器 52 工作过程中，格架块形构件 100（更具体地说是支承件 106）机械支承着热交换器 52 的结构。在一个实施例中，构件 100（更具体地说是支承件 106）由细钢丝段（连续的钢丝线切成的小段）制成。在另一个实施例中，构件 100 由一种基片制成。在又一个实施

例中, 构件 100 按注塑法制成。在再一个实施例中, 构件 100 用铸造方法制成。另外, 在一个实施例中, 支承件 106 用金属材料例如 (但不限于) IN718 合金钢, 铝, 或铜来制造, 并要根据其工作温度及所要求的抗腐蚀性能来选用。在一个实施例中, 构件 100 采用由美国 MA, Wilmington, 01887 的 JAM 公司出售的材料制造。

在相邻的构件层 102 与 104 之间由多个第一隔板 120 相连接, 从而将相邻构件层 102 与 104 密封隔开。第一隔板 120 将相邻的构件层 102 与 104 密封隔开, 便在相邻的构件层 102 与 104 内形成相应的通道 110 和 112, 使流体不会在相邻构件层 102 与 104 之间 (更具体地说是相邻的通道 110 与 112 之间) 漏泄。在该示例性实施例中, 上述隔板 120 做成一个单片式部件。在一个实施例中, 每个构件层 102 的支承件 106 与相应的第一隔板 120 相连接, 它又与相邻构件层 104 的支件 106 相连接, 因此, 第一隔板 120 完全隔开了相邻的构件层 102 与 104, 并在相邻的构件层 102 与 104 之间形成机械连接。

热交换器第一侧壁 70 具有多个与之相连接的第二隔板 130, 每个第二隔板 130 在开口 132 上方与相应的层通道 110 相连接, 第二隔板 130 在开口 132 上方连接, 从而使第二隔板 130 基本上阻止第一流体 56 进入层通道 110。热交换器第二侧壁 72 也具有多个与之相连接的第二隔板 130, 其中, 每个第二隔板 130 连接到第二侧壁 72 内的通向相应通道 110 的开口 (未示出) 上, 所以第二隔板 130 便于基本阻止第一流体 56 进入层通道 110 内。

在一个实施例中, 第一隔板 120 由一种导热性基本良好的材料制成。另外, 在一个实施例中, 第一隔板 120 钎接到支承件 106 上。

热交换器第三侧面 74 具有多个与之相连接的第三隔板 140。每个第三隔板 140 在开口 142 上方与相应的层通道 112 相连接, 第三隔板 140 在开口 142 上方连接, 使第三隔板 140 基本上阻止第二流体 60 进入层通道 112 内。热交换器第四侧面 76 也具有与之相连接的第三隔板 100, 其中, 每个第三隔板 140 连接在第四侧面 76 上通向相应通道 112 之开口 (未示出) 上, 所以该第三隔板 140 便于基本阻止第二流体 60 流入层通道 112 内。上述第二隔板 130 也便于在通道 110 内容纳第二流体 56, 第三隔板 140 也便于在通道 112 内容纳第一流体 56。

下面参看图 1-5。在工作过程中, 第一进气管道 54 承接第一流体

56 (在该示例性实施例中就是来自压气机 14 的压缩空气 56), 第二进气管道 58 承接第二流体 60 (在该示例性实施例中, 就是来自涡轮 20 的温度高于压缩空气 56 的废燃烧气体 60)。第二隔板 130 和进气管道 54 导引压缩空气 56 通过开口 132 并进入构件层 104 的通道 112。压缩空气通过第二侧面 72 内的通向通道 112 的开口从通道 112 流出, 然后流过第一出气管道 62。第三隔板 140 和进气通道 58 导引废流体 60 流过开口 142 并进入构件层 102 的通道 110 内, 废流体 60 通过第四侧面 76 上的与通道 110 相通的开口从通道 110 流出, 然后流过第二出气管道 64。当废流体 60 流过通道 110 时, 废流体 60 将热量转移到第一隔板 120 (更具体地说, 是第一隔板 120 的邻接通道 112 的表面区), 当压缩空流体 56 流过通道 112 时, 该空流体 56 吸收来自隔板 120 的邻接通道 112 的表面区的热量。因此, 废流体 60 与压缩空流体 56 通过压缩空流体 56 的温度升高和废流体 60 的温度降低而进行热交换。热交换器 52 工作过程中, 格架块形构件 100 (具体地说是支承件 106) 机械地支承着热交换器 52 的其他各个部件, 并总体上支承热交换器 52 的结构, 这有利于保护热交换器 52 使之不受由于流体 56 和 60 的压力以及热交换器 52 正常工作所产生的应力的影响。

上述的热交换装置对于增进尤其是燃烧气体涡轮发动机内的两股流体之间的热的交换是成本效益高且安全可靠的。更具体地说, 上面所述的热交换装置, 部分地由于用于构成该装置的格架块形构件的结构刚性和重量以及装置内的焊接接头数目减少而有利于提高热交换装置的强度又使该装置的重量减轻。另外, 由于格架块形构件层间设置隔板, 故当热交换装置内出现缺陷和/或故障 (更具体地说是热交换装置内的格架块形构件和焊接接头由于制造问题或工作中出现的缺陷和/或故障) 时, 各层内独立的流体不会互相混合。因此, 热交换装置的效率在规定时间之外都降低很少, 这也可提高燃烧气体涡轮发动机的效率。结果, 上述的热交换装置有利于两股流体之间的高效、经济而又安全可靠的热交换。

上面详细说明了热交换装置的示例性实施例。这些装置不限于上面所述的具体实施例, 而是可以独立地并可与所述的其他部件分开地使用每种装置的部件, 每个热交换装置的部件也可与其他的热交换装置的部件组合使用。

虽然上面按各种具体实施例说明了本发明，但是，熟悉本技术的人们将会明白，可以在所附权利要求书的精神和范围内加以改型而实施本发明。

零部件表

10 燃烧气体涡轮发动机	64 第二流体的流出管道
12 低压压气机	70 热交换器的第一侧面
14 高压压气机	72 热交换器的第二侧面
16 燃烧室	74 热交换器的第三侧面
18 高压涡轮	76 热交换器的第四侧面
20 低压涡轮	100 格架块形构件
24 第一传动轴	102 构件层
26 第二传动轴	104 构件层
28 进气侧	106 支承件
30 排气口	108 支承点
50 热交换装置	110 通道
52 热交换器	112 通道
54 进气管道	120 第一隔板
56 第一流体	130 第二隔板
58 进气管道	132 通道开口
60 第二流体	140 第三隔板
62 第一流体的流出管道	142 通道开口

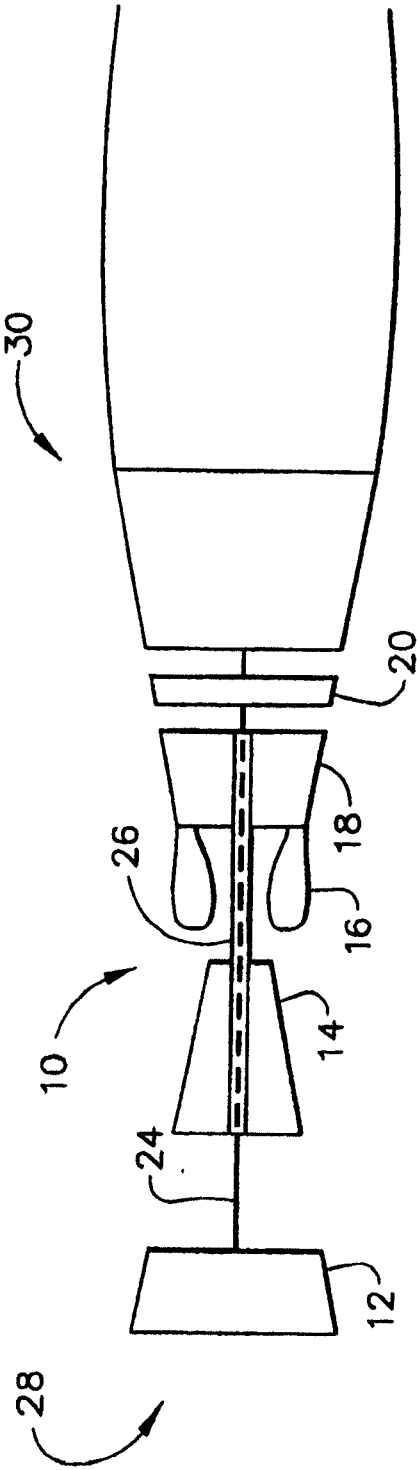


图 1

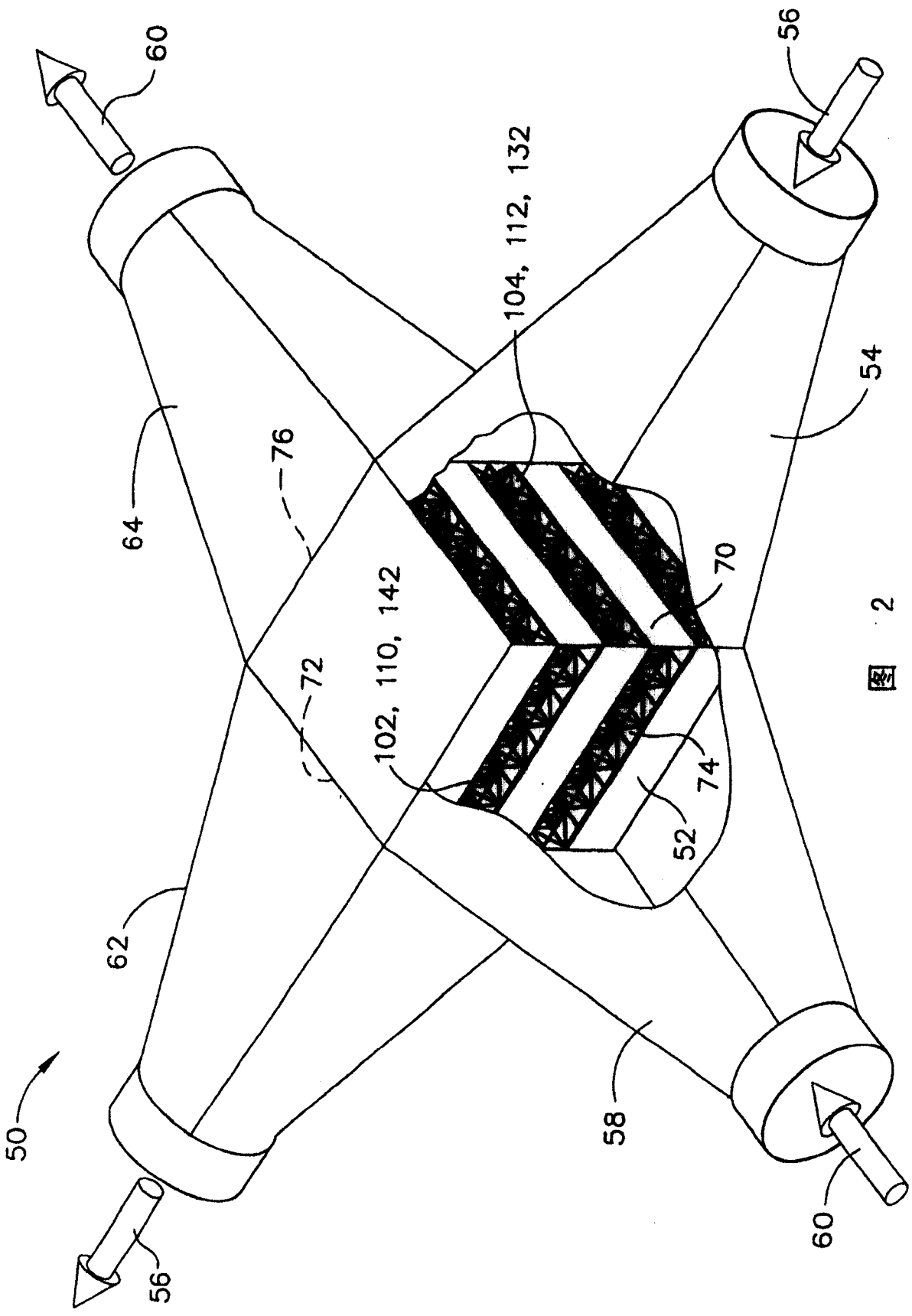


图 2

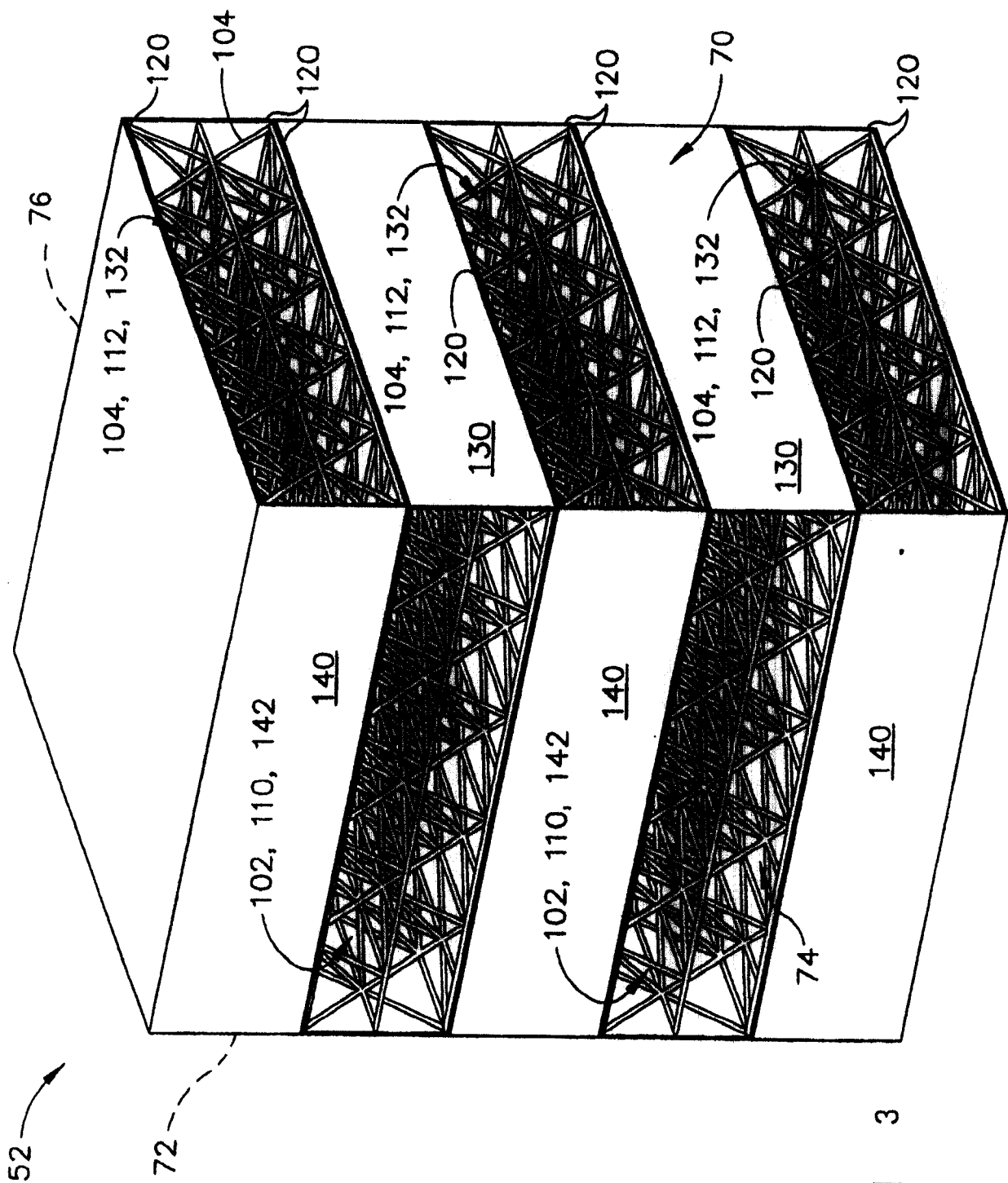
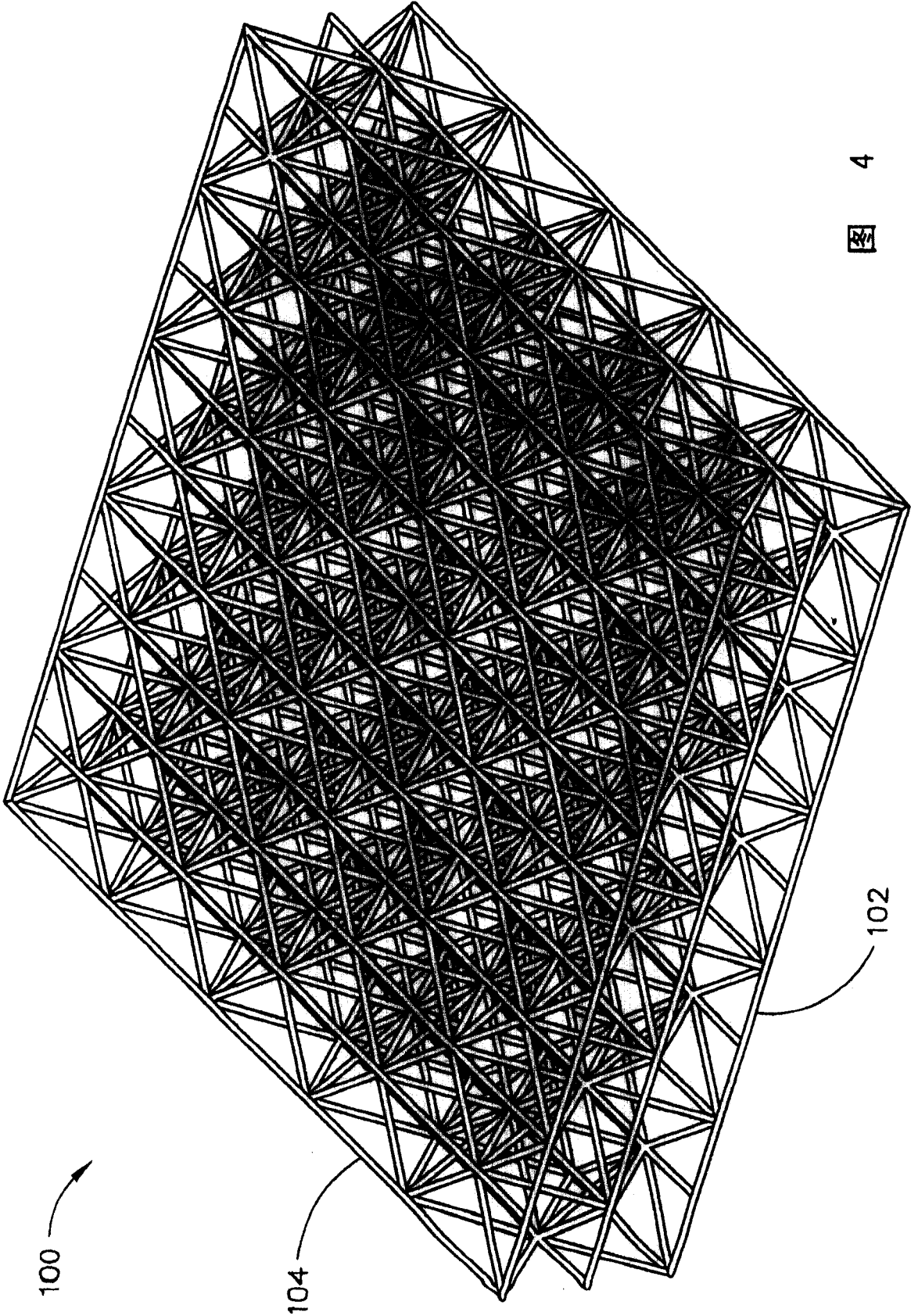


图 3



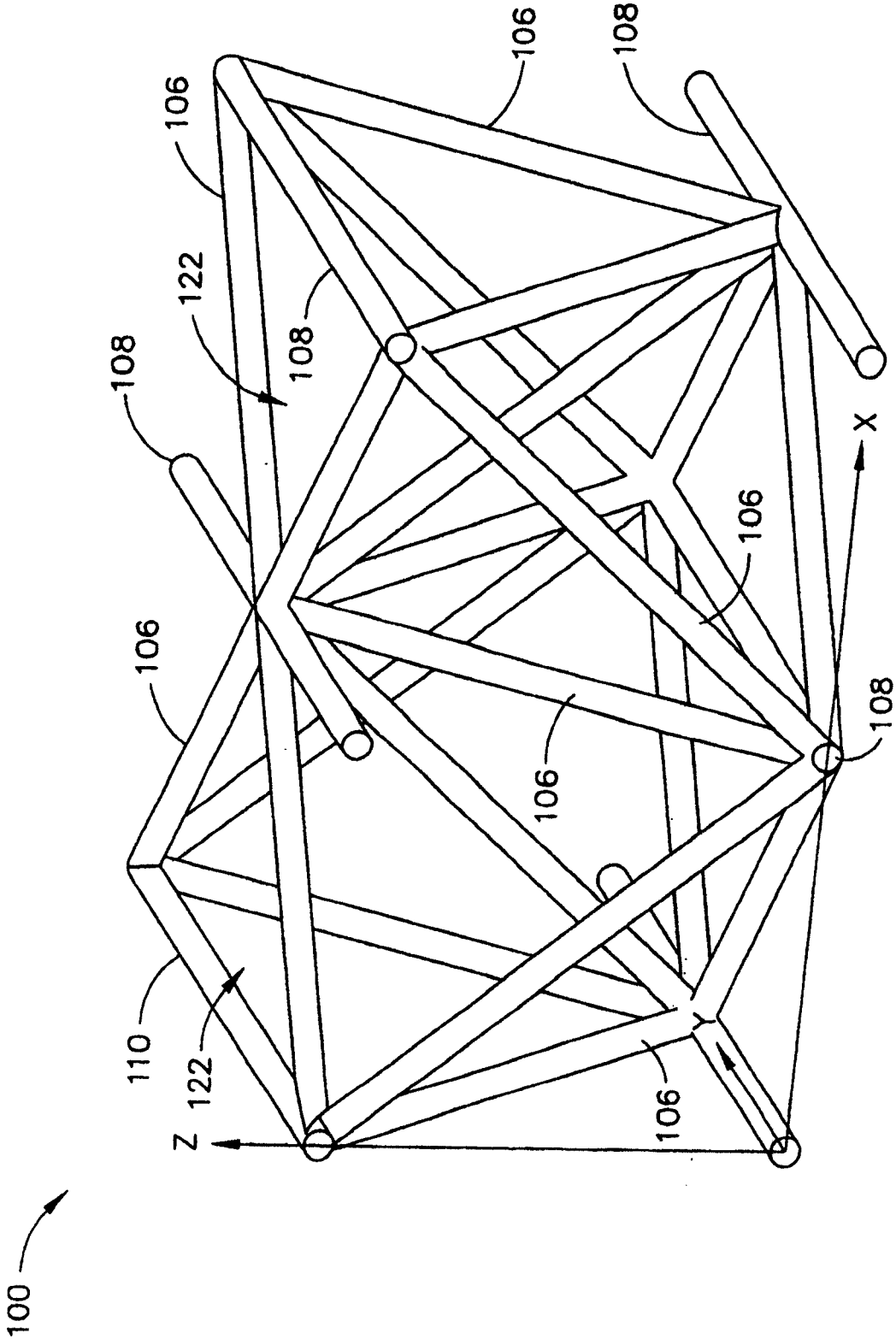


图 5