



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110191612 A

(43)申请公布日 2019. 08. 30

(21)申请号 201810630158.5

(22)申请日 2018.06.19

(30)优先权数据

15/903,465 2018.02.23 US

(71)申请人 广达电脑股份有限公司

地址 中国台湾桃园市

(72)发明人 陈朝荣 陈逸杰 蔡明鸿 陈仁茂

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陈小雯

(51)Int.Cl.

H05K 7/20(2006.01)

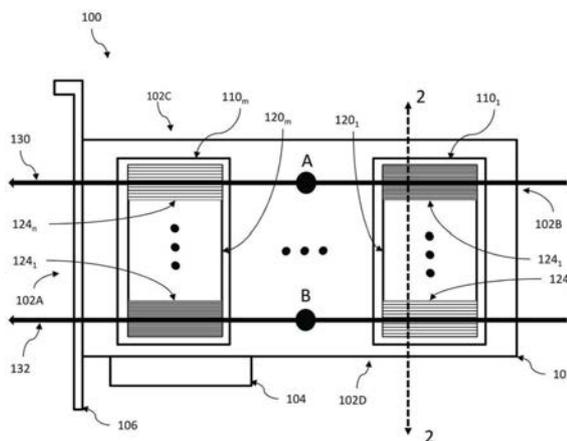
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

电路卡组件与附加处理单元

(57)摘要

本发明公开一种电路卡组件与附加处理单元,该电路卡组件包含电路卡,以阴影布置设置在电路卡的第一表面上的多个元件,以及设置在每个元件上的多个风冷式散热器结构。每一个风冷式散热器结构包含多个阻抗区,阻抗区串联布置且与气流路径实质上垂直。阻抗区包含具有第一空气阻抗的第一阻抗区,和具有小于第一空气阻抗的第二空气阻抗的第二阻抗区。此外,散热器结构中的阻抗区被对准,使得散热器结构中的一个中第一阻抗区相对于气流路径,不与散热器结构中的另一个中的第一阻抗区重叠。



1. 一种电路卡组件,其特征在于,包含:

电路卡;

多个元件,设置在该电路卡上的第一表面,这些元件布置在沿着该电路卡的该第一表面实质上垂直于一气流路径的路径;

多个风冷式散热器结构,每一这些风冷式散热器结构设置在个别的这些元件上;

其中每一这些风冷式散热器结构包含多个阻抗区,这些阻抗区串联布置且与该气流路径实质上垂直,其中这些阻抗区包含具有第一空气阻抗的第一阻抗区和具有小于该第一空气阻抗的第二空气阻抗的第二阻抗区,以及其中这些散热器结构中的阻抗区被对齐,使得这些散热器结构中的一个中的该第一阻抗区沿着气流路径,不与这些散热器结构的另一个中的该第一阻抗区重叠。

2. 如权利要求1所述的电路卡组件,其中每一这些散热器结构包含多个鳍片。

3. 如权利要求2所述的电路卡组件,其中该第一阻抗区中的这些鳍片的一部分的一间隔小于该第二阻抗区中的这些鳍片的一部分的一间隔。

4. 如权利要求1所述的电路卡组件,其中这些散热器结构中的阻抗区被对齐,使得通过这些散热器结构中的每一个中的该第一阻抗区的气流在沿着该气流路径的一第一方向上实质上相等。

5. 如权利要求1所述的电路卡组件,其中这些散热器结构在垂直于该气流路径的一方向上具有实质上相同的宽度。

6. 如权利要求1所述的电路卡组件,其中这些散热器结构沿着该气流路径实质上彼此重叠。

7. 一种附加处理单元,其特征在于,包含:

电路卡;

第一处理器和第二处理器,沿着一气流路径串联布置在该电路卡的第一表面上;

第一散热器结构,设置在该第一处理器上;以及

第二散热器结构,设置在该第二处理器上;

其中每一该第一散热器结构与每一该第二散热器结构包含至少一第一阻抗区和一第二阻抗区,该第一阻抗区和该第二阻抗区被布置为与该气流路径实质上垂直,

其中该第一阻抗区具有第一空气阻抗,且该第二阻抗区具有小于该第一空气阻抗的第二空气阻抗;以及

其中该第一散热器结构中的该第一阻抗区沿着该气流路径,不与该第二散热器结构中的该第一阻抗区重叠。

8. 如权利要求7所述的附加处理单元,其中每一该第一散热器结构和该第二散热器结构包含多个鳍片。

9. 如权利要求7所述的附加处理单元,其中该第一散热器结构和该第二散热器结构在垂直于该气流路径的方向上具有一相同的宽度。

10. 如权利要求7所述的附加处理单元,其中该第一散热器结构和该第二散热器结构沿着该气流路径实质上彼此重叠。

电路卡组件与附加处理单元

技术领域

[0001] 本发明涉及计算系统元件的冷却,并且更具体地是关于用于计算装置中的多个元件的双向和均匀冷却的系统和方法。

背景技术

[0002] 在包含计算装置的电子学领域中,典型的趋势是减小元件的尺寸,同时提供相同或改进的性能。这意味着,在大多数的情况下,装置密度会增加。然而,当装置密度增加时,功率密度也随之提高。相对地,较高的功率密度会导致散热和温度控制问题增加。在某些情况下,温度控制问题可能非常严重。例如,在具有所谓的「阴影」布置(其中元件沿着气流串联布置)的高功率芯片组的计算装置中,这样的情况可能导致过热问题。具体而言,第一上游元件(沿着气流)可以被适当地冷却,但是随后的下游元件(沿着气流)可能不会被适当地冷却。原因是因为一旦空气被第一元件加热,则空气从第二元件吸收热量的能力会被受限。

[0003] 传统上,这问题已经通过使用不同的上游和下游散热器以平衡气流阻抗来解决。具体而言,使用具有低气流阻抗的上游散热器以允许更多的空气到达下游散热器。通过这种方式,到达下游散热器的空气可能具有升高的温度,但仍然具有足够的吸收额外的热量。此外,下游散热器可以配置更高的气流阻抗,以使空气更长久地停留并且吸收更多热量。然而,这样的配置为折衷的,导致以上游元件的冷却效率为代价,提高了下游元件的冷却效率。而且,这样的配置为单向的。因此,实现这种方案的计算装置必须与兼容的通风系统配合以确保气流在正确的方向。

发明内容

[0004] 本发明的实施方式是有关于计算装置中的多个元件的双向和均匀冷却的系统和方法。

[0005] 根据一实施方式,电路卡组件包含电路卡和布置在电路卡的第一表面上的元件,其中元件布置在实质上垂直于沿着电路卡的第一表面的气流路径的路径中。电路卡还包含了风冷式散热器结构,每个风冷式散热器结构设置在元件中的一个上。在电路卡组件中,每一个风冷式散热器结构包含实质上垂直于气流路径的串联布置的阻抗区。阻抗区包含具有第一空气阻抗的第一阻抗区,和具有小于第一空气阻抗的第二空气阻抗的第二阻抗区。此外,散热器结构中的阻抗区被对准,使得散热器结构中的一个中第一阻抗区沿着气流路径,不与散热器结构中的另一个中的第一阻抗区重叠。

[0006] 在一实施例中,多个散热器结构中的每一个可以包含多个鳍片。此外,第一阻抗区中鳍片的一部分的间隔可以小于第二阻抗区中鳍片的一部分的间隔。

[0007] 在一实施例中,多个散热器结构中的多个阻抗区可以被对齐,使得流经散热器结构中的每一个的第一阻抗区的气流在沿气流路径的第一方向上实质上相等。此外,多个散热器结构中的多个阻抗区可以被对齐,使得流经散热器结构中的每一个的第一阻抗区且沿着与第一方向相反的第二方向的另一气流,实质上等于第一方向的气流。

[0008] 在一实施例中,多个散热器结构可以在垂直于气流路径的方向上具有实质上相同的宽度。此外,多个散热器结构可以沿着气流路径实质上彼此重叠。

[0009] 根据另一实施方式,附加处理单元包含电路卡以及沿气流路径在电路卡表面上的第一表面上串联布置的第一处理器和第二处理器。处理单元还包含设置在第一处理器上的第一散热器结构和第二处理器上的第二散热器结构。在处理单元中,第一散热器结构和第二散热器结构包含至少第一阻抗区和第二阻抗区,且第一阻抗区和第二阻抗区布置与气流路径实质上垂直。此外,第一阻抗区具有第一空气阻抗,第二阻抗区具有小于第一空气阻抗的第二空气阻抗。另外,第一散热器结构中的第一阻抗区沿着气流路径,不与第二散热器结构中的第一阻抗区重叠。

[0010] 在一实施例中,第一散热器结构和第二散热器结构中的每一个可以包含多个鳍片。此外,第一阻抗区中的多个鳍片的一部分的间隔可以小于第二阻抗区中的多个鳍片的一部分的间隔。

[0011] 在一实施例中,流经散热器结构中的每一个的第一阻抗区的气流在沿气流路径的第一方向上实质上相等。此外,第一散热器结构和第二散热器结构中的多个阻抗区可以被对齐,使得流经散热器结构中的每一个的第一阻抗区且沿着与第一方向相反的第二方向的另一气流,实质上等于第一方向的气流。

[0012] 在一实施例中,第一散热器结构和第二散热器结构可以在垂直于气流路径的方向上具有实质上相同的宽度。

[0013] 在一实施例中,第一散热器结构和第二散热器结构沿着气流路径实质上彼此重叠。

附图说明

[0014] 图1为各种实施方式的被配置为使用散热器结构的电路卡组件的示意图;

[0015] 图2为图1沿切割线2-2的电路卡组件的剖视图;

[0016] 图3为各种实施方式的电路卡组件的模拟模型图;

[0017] 图4A为具有传统散热器结构的电路卡组件的模拟结果图;

[0018] 图4B为图3的电路卡组件的模拟结果图。

[0019] 符号说明

[0020] 100:电路卡组件

[0021] 102:电路卡

[0022] 102A:前端

[0023] 102B:后端

[0024] 102C:第一纵向边缘

[0025] 102D:第二纵向边缘

[0026] 104:总线连接器

[0027] 106:支架结构

[0028] 110_m:处理器

[0029] 110₁:处理器

[0030] 120_m:散热器结构

- [0031] 120₁:散热器结构
- [0032] 122:基底
- [0033] 124_n:阻抗区
- [0034] 124_{n-1}:阻抗区
- [0035] 124₁:阻抗区
- [0036] 124₂:阻抗区
- [0037] 130:气流路径
- [0038] 132:气流路径
- [0039] 300:电路卡组件
- [0040] 302:电路卡
- [0041] 320₁:散热器结构
- [0042] 320₂:散热器结构
- [0043] 324₁:阻抗区
- [0044] 324₂:阻抗区
- [0045] 402:阻抗区
- [0046] 404:阻抗区
- [0047] 406:阻抗区
- [0048] 408:阻抗区
- [0049] 410:方向
- [0050] 420:方向
- [0051] 2-2:切割线
- [0052] A:点
- [0053] B:点
- [0054] N1:数量
- [0055] N2:数量
- [0056] P1:间距
- [0057] P2:间距

具体实施方式

[0058] 参考附图以描述本发明,其中使用相同的附图编号来表示相似或相同的元件。附图不是按照比例绘制的,并且它们仅用于说明本发明。以下参照用于说明的示例用来描述本发明的几个方面。应当理解的是,阐述了许多具体细节、关系和方法以提供对于本发明的全面理解。然而,相关领域的普通技术人员将容易认识到,可以在没有个或多个具体细节或采用其他方法的情况下实践本发明。在其他情况下,未详细示出众所周知的结构或操作以避免模糊本发明。本发明不受所示的行为或事件的顺序的限制,因为一些行为可能以不同的顺序和/或其他行为或事件同时发生。此外,并非所有示出的动作或事件都需要根据本实施例来实施一种方法。

[0059] 如上所述,在阴影布置中具有高功率芯片组的计算装置的传统冷却技术存在一些问题。各种实施例通过提供与阴影布置中的多个元件一起使用的新式散热器结构来缓解这

些问题。这种相对于传统的散热器装置提供了改进的冷却,同时仍允许多个方向的气流。以下参照图1描述了各种实施例的结构。

[0060] 图1为根据本发明的一或多个实施例中,使用散热器结构的电路卡组件100的示意图。如图1所示,电路卡组件100包含了实质上平面的电路卡102,电路卡102具有前端102A、后端102B、第一纵向边缘102C、第二纵向边缘102D。在电路卡组件100中,纵向边缘102C和纵向边缘102D实质上彼此平行。电路卡102还可以包含自纵向边缘102C和纵向边缘102D中延伸的至少一个总线连接器104。在图1的示例性配置中,总线连接器104从纵向边缘102D延伸,并且实质上平行于电路卡102的平面。电路卡组件100还可以包含附接于电路卡102的支架结构106。

[0061] 图1中的总线连接器104被图示为高速外围组件互连(Peripheral Component Interconnect Express,PCIe)总线,但是各种实施例在这方面不受到限制,而是可以在各种实施例中使用任何其他计算机总线而没有限制。

[0062] 电路卡102可以是,例如根据任何已知制作工艺制造的印刷电路板(printed circuit board,PCB)。然而,各种实施例在这方面不受限制。相对地,可以使用用于形成用于机械支撑和电连接各种电子元件的基板或其他实质上平面结构的任何其他技术来取代印刷电路板。

[0063] 在一些实施例中,将各种实施例关于附加单元将被图示说明。然而,各种实施例在这方面不受限制。相对地,本文讨论的技术可以与任何其他类型的电路卡组件一起使用,包含主机板或用于计算装置中的任何其他类型的电路板。

[0064] 如图1所示,电路卡102被配置为支撑两个或更多个处理器110_i(其中, $i=1\cdots m$ 且其中 $m\geq 2$)。这些可以是图形处理单元(graphics processing units,GPU)或其他任何类型的单元。另外,电路卡组件100可以包含附加元件(未示出),例如开关元件、存储器元件、输入/输出(I/O)连接器以及其他控制元件。然而,根据各种实施例的计算装置不限于上面列出的元件,并且可以比图1中所示的包含更多或更少的元件。

[0065] 除了上面讨论的元件之外,电路卡组件100包含多个散热器结构120_i(其中, $i=1\cdots m$ 且其中 $m\geq 2$)。每一个散热器结构120_i与处理器110_i中的其中一个相关联。在各种实施例中,每一个散热器结构120_i由被动式的风冷式散热器组成。例如,在传统散热器设计中,每一个散热器结构120_i可以包含从基底(图1未示出)延伸的多个鳍片、杆或任何其他类型的冷却构件。在操作中,这样的冷却构件布置成使得空气可以通过冷却构件之间,进而允许空气吸收来自冷却构件的热量。

[0066] 然而,不同于传统的散热器结构,冷却构件的布置被配置为处理器110_i提供冷却的改进。此外,冷却构件的布置还支持多于一个方向以上的气流。图2为沿切割线2-2的电路卡组件100的剖视图。如图1所示,切割线2-2被引导穿过处理器110₁中的第一个和相关联的散热器结构120₁。

[0067] 如图2所示,散热器结构120₁可以包含与处理器110₁热接触的基底122。这可以通过各种方式来实现。例如,在一些特定的实施例中,基底可以是使用粘合剂或一个或多个固定器附接到处理器110₁的高度导热金属或陶瓷材料。然而,用于将散热器结构附接到待冷却元件的任何方法,可以在各种实施例中使用而没有限制。

[0068] 在各种实施例中,冷却构件可以被配置为横跨散热器结构120₁的宽度提供一系列

阻抗区 124_i (其中, $i=1\cdots n$ 且其中 $n\geq 2$)。更具体地,在各种实施例中,每个阻抗区中的冷却构件被配置和布置为使得至少在第一阻抗区和第二阻抗区中,设置有不同的气流阻抗。这可以通过横跨不同阻抗区的散热器结构 120_1 中的冷却构件的尺寸、数量和/或间隔来实现。因此,一些阻抗区可以提供比其他阻抗区更大或更小的气流阻抗。以这种方式,空气可以快速通过散热器结构 120_1 的特定部分并且通过其他部分缓慢地移动。例如,如图2所示,阻抗区 124_1 中的冷却密度可以高于 124_n 中的冷却密度,进而分别提供高气流阻抗和低气流阻抗区。

[0069] 作为冷却构件在不同阻抗区中布置的结果,离开散热器结构 120_1 (并且继续到下一个散热器结构)的空气由具有至少两个不同温度的成分的空气组成。第一部分由通过高气流阻抗部分(例如,阻抗区 124_1)的空气组成。此空气缓慢地通过散热器结构 120_1 并且因此从散热器结构吸收一定量的热量。相应地,此空气在第一高温下(相应于最初进入散热器结构 120_1 的空气)离开散热器结构 120_1 。第二部分由通过低气流阻抗部分(例如,阻抗区 124_n)的空气组成。此空气快速地通过散热器结构 120_1 并且因此从散热器结构 120_1 吸收一定量的热量,但此量小于通过阻抗区 124_1 的空气所吸收的热量。相应地,此空气在第二高温下(相应于最初进入散热器结构 120_1 的空气)离开散热器结构 120_1 的温度低于来自第一阻抗区 124_1 的空气第一高温。用于阴影布置中的其他元件的散热器结构可以类似但是不同地布置,如下更详细地的讨论。

[0070] 所得到的结果来自不同阻抗区的温度差异可以有利地用于提供改进的冷却下游。参考图1,图中示出了气流路径130和气流路径132。如图1所示,气流路径130和气流路径132从电路卡102的后端102B到前端102A,实质上平行于纵向边缘102C和纵向边缘102D。假设沿着气流路径130和气流路径132提供的空气最初处于大约相同的温度下,观察到以下情况。

[0071] 首先,沿着气流路径130的空气被引导通过散热器结构 120_1 的高气流阻抗区 124_1 。同时,沿着气流路径132的空气被引导通过散热器结构 120_1 的低气流阻抗区 124_n 。如上所述,这导致点A处(恰好在散热器结构 120_1 的下游且沿着气流路径130)的空气比点B处(恰好在散热器结构 120_1 的下游且沿着气流路径132)的空气有更高的温度。结果,点B处的空气比点A处的空气具有更大的吸热能力。因此可以利用此结果来冷却下游元件。

[0072] 例如,如图1所示,可以考虑点A处和点B处的空气温度来设计散热器结构 120_m 。也就是说,散热器结构 120_m 可以被配置为使点A处的较热空气比点B处的较冷空气更快速地通过散热器结构 120_m 。这可以通过适当地配置散热器结构 120_m 中的阻抗区 124_i 来实现。特别地,散热器结构 120_m 可以被配置为使得沿着气流路径130设置低气流阻抗区 124_n ,以及沿着气流路径132设置高气流阻抗区。结果,散热器结构 120_m 有效地依赖沿着气流路径132的较冷空气来冷却,而非依赖沿着气流路径132的较热空气。作为这种布置的结果,可以达成元件 110_i 更均匀地冷却,因为至少一些到达散热器结构 120_1 的空气被保留用于下流冷却。结果,至少一些到达散热器结构 120_1 的空气仍然处于比较低的温度,因此具有高吸收热量的能力。

[0073] 尽管图1中所示的配置是描述关于每个散热器结构 120_i 中的单一个高气流阻抗区 124_1 和每个散热器结构 120_i 中的低气流阻抗区 124_n ,这仅仅是为了方便解释。在各种实施例中,每个散热器结构 120_i 可以包含任何数量的高气流阻抗区和任何数量的低气流阻抗区。在这样的配置中,散热器结构 120_1 和散热器结构 120_m 将被配置,使得如果散热器结构 120_1 中

的阻抗区是高气流阻抗区,则散热器结构120_m中的下游阻抗区将是低气流阻抗区。类似地,如果散热器结构120_i中的阻抗区是低气流阻抗区,则散热器结构120_m中的下游阻抗区将是高气流阻抗区。

[0074] 此外,图1中的配置主要是关于具有阴影布置的散热器结构的两种处理器进行讨论。然而,各种实施例在这方面不受限制。相对地,本文讨论的技术可以应用于具有相应散热器结构的任何数量的处理器的布置。在这样的安排下,将采用相同的方法。也就是说,各种散热器结构的阻抗区将被配置为使得沿着任何气流路径,一个散热器结构中将具有一个高气流阻抗区,而另一个散热器结构中的相应阻抗区将具有低气流阻抗区。这可以通过多种方式完成。例如在一些配置中,用于高气流阻抗区的冷却构件可以配置有提供高气流阻抗的第一间隔、数量、和/或尺寸,以及用于所有低气流阻抗区的冷却构件可以配置有提供高气流阻抗的相同的第二间隔、数量、和/或尺寸。

[0075] 或者,可以指定用于每个散热器结构的高气流阻抗区的目标气流阻抗。因此,沿每个气流路径的阻抗区中的冷却构件的构造可以被配置为确保到达目标气流阻抗。在一些情况下,考虑冷却构件的布置将在多个散热器结构之间变化。

[0076] 在一些实施例中,还可以选择每个散热器结构中的布置和构造,以在多个方向上提供实质上相同的冷却性能。例如,回头参考图1,气流路径130和气流路径132被示出为从后端102B指向前端102A。然而,散热器结构中的阻抗区也可以被布置成为从前端102A指向后端102B引导的气流,提供实质上相同的冷却。具体来说,如图1所示,相同的气流路径中的阻抗区可以被对称布置,也就是说,当从前端102A或后端102B观察时,可以观察到相同的阻抗区布置。

[0077] 例如,当从后端102B看电路卡组件100,其如下所示。首先,散热器结构120_i中的高阻抗区124_i之后是散热器结构120_m中的低阻抗区124_n。其次,散热器结构120_i中的低阻抗区124_n之后是散热器结构120_m中的高阻抗区124_i。相对地,当从前端102A看电路卡组件100,其如下所示。首先,散热器结构120_m中的高阻抗区124_i之后是散热器结构120_i中低阻抗区124_n。其次,散热器结构120_m中的低阻抗区124_n之后是散热器结构120_i中的高阻抗区124_i。因此,前端102A或后端102B,阻抗区的排列实质上相同。结果,空气可以在电路卡上以任何方向前进,具有实质上相同的冷却结果。

[0078] 上面的讨论也基于以下假设:被冷却的元件和相关联的散热器结构是相同的并且以阴影布置完全对准。然而,各种实施例在这方面也不受到限制。相对地,本文描述的方法可以应用于部分重叠(沿着气流)的元件的任何布置。在这样的构造中,重叠部分中的阻抗区的相同布置可以如上所述。在非重叠部分中,散热器结构可以根据更多传统的方法配置。因此,在这种布置中的散热器结构可以包含三种或更多类型的阻抗区(低气流阻抗、高气流阻抗和常规气流阻抗)。

[0079] 另一方面,为了确保用于部分重叠的元件的气流阻抗的适当平衡,可以对散热器结构进行过度设计(overdesigned)。也就是说,即使元件部分重叠,相关联的散热器结构也可以延伸,使得至少散热器结构实质上重叠。在这样的配置中,可以如上所述配置阻抗区。

[0080] 还应当要注意的是,图1还示出了元件和相关联的散热器结构的深度(沿着气流路径)实质上相同。然而,在深度变化的情况下,阻抗区的配置可能有所不同。特别地,由于阻抗区的阻抗将根据深度和冷却构件的尺寸、间隔和布置而变化,因此散热器结构中的阻抗

区旨在具有相同尺寸、间隔和冷却构件布置的气流阻抗。此外，基于元件的冷却要求，不同阻抗区中的冷却构件的尺寸、间隔和布置也可以变化。

[0081] 以下示出的范例并不意图限制各种实施例。相对地，它们仅用于说明的目的。

[0082] 为了展示各种实施例的配置的有效性，模拟根据各种实施例配置的电路卡组件的热性能。如下关于图3、图4A和图4B所示。

[0083] 图3示出了用于测试上述的散热器架构的电路卡组件300的模型。特别地，此模型描绘了用于高速外围组件互连通用图形处理单元 (PCIe GPGPU) 附加处理单元的电路卡组件300，其中两个图形处理单元 (GPU) 以并行方式执行计算。如图3所示，此模型示出了布置在电路卡组件300的电路卡302上设置的两个图形处理单元 (由散热器结构320₁和散热器结构320₂覆盖)。如图3所示，电路卡组件300还包含附加元件。

[0084] 为了模拟的目的，散热器结构320₁和散热器结构320₂被配置为每个都包含两个阻抗区324₁和阻抗区324₂。每个散热器结构320₁和散热器结构320₂的布置分别以图3的插图A和B示出。阻抗区324₁和阻抗区324₂分别对应于高气流阻抗区和低气流阻抗区。具体来说，每个散热器结构320₁和散热器结构320₂中的阻抗区324₁由数量N1为18个的间距P1为1.8mm的鳍片组成。相对地，每个散热器结构320₁和散热器结构320₂中的阻抗区324₂由数量N2为14个的间距P2为2.5mm的鳍片组成。

[0085] 模拟的结果在图4A和图4B中示出。图4A示出了具有散热器结构的传统布置的传统电路卡组件的模拟结果。图4A还指示出了气流的方向410。如图4A所示，与第一图形处理单元 (GPU) /散热器结构相关联的阻抗区402的温度和比与第二图形处理单元 (GPU) /散热器结构相关联的阻抗区404的温度更低。这是在传统的散热器结构布置中预期的，新鲜空气在第一阻抗区402中被充分加热，并因此具有较少的冷却能力以冷却第二阻抗区404。

[0086] 图4B示出了根据一个实施例的电路卡组件的模拟结果，如图3所示。图4B还指示出了气流的方向420。如图4B所示，与第一图形处理器/散热器结构相关联的阻抗区406的温度和与第二图形处理器/散热器结构相关联的阻抗区408的温度相似。如上所述，尽管代价是阻抗区406中的温度稍微提高，这是使不同阻抗区配置来提供至少一些冷空气到阻抗区408中的结果。然而，模拟结果表明，尽管阻抗区406中温度有升高，电路卡组件300上的温度更均匀并且避免了诸如图形处理单元的关键元件过热。

[0087] 虽然上面已经描述了本发明的各种实施例，但是应当理解，它们仅是作为范例呈现而非限制。在不脱离本发明的精神或范围的情况下，可以根据本文的揭露内容对揭露的实施例进行许多改变。因此，本发明的广度和范围不应受到任何上述实施例的限制。相对来说，本发明的范围应该根据所附的权利要求以及其等同物来定义。

[0088] 尽管已经对于一个或多个实现方式说明和描述本发明，但是在阅读和理解本说明书和附图后，本领域技术人员将会想到等效的改变和修改。此外，尽管本发明的特定特征已经针对几个执行过程的其中一个而揭露，该特征可以与其他执行过程的一个或多个的其他特征组合，如对于任何给定的或特定的应用可能是被期望的或有利的。

[0089] 本文使用的术语仅用于描述特定的实施例，并不限于本发明。如本文使用的，单数形式「一」和「该」也包含多数的形式，除非上下文另有明确指示。此外，在详细描述和/或权利要求术语「包含」、「包括」、「具有」、「有」、「带有」或其变化的术语，这些术语旨在于将类似于术语「包含」含括在内。

[0090] 除非另外定义,本文使用的所有术语(包含技术和科学术语)具有与本领域普通技术人员一般理解相同含义。此外,诸如常用辞典中定义的术语,应该被解释具有在相关领域的背景下一致的含义,除非本文明确定义,否则不会以理想化或过度形式上的方式来解释。

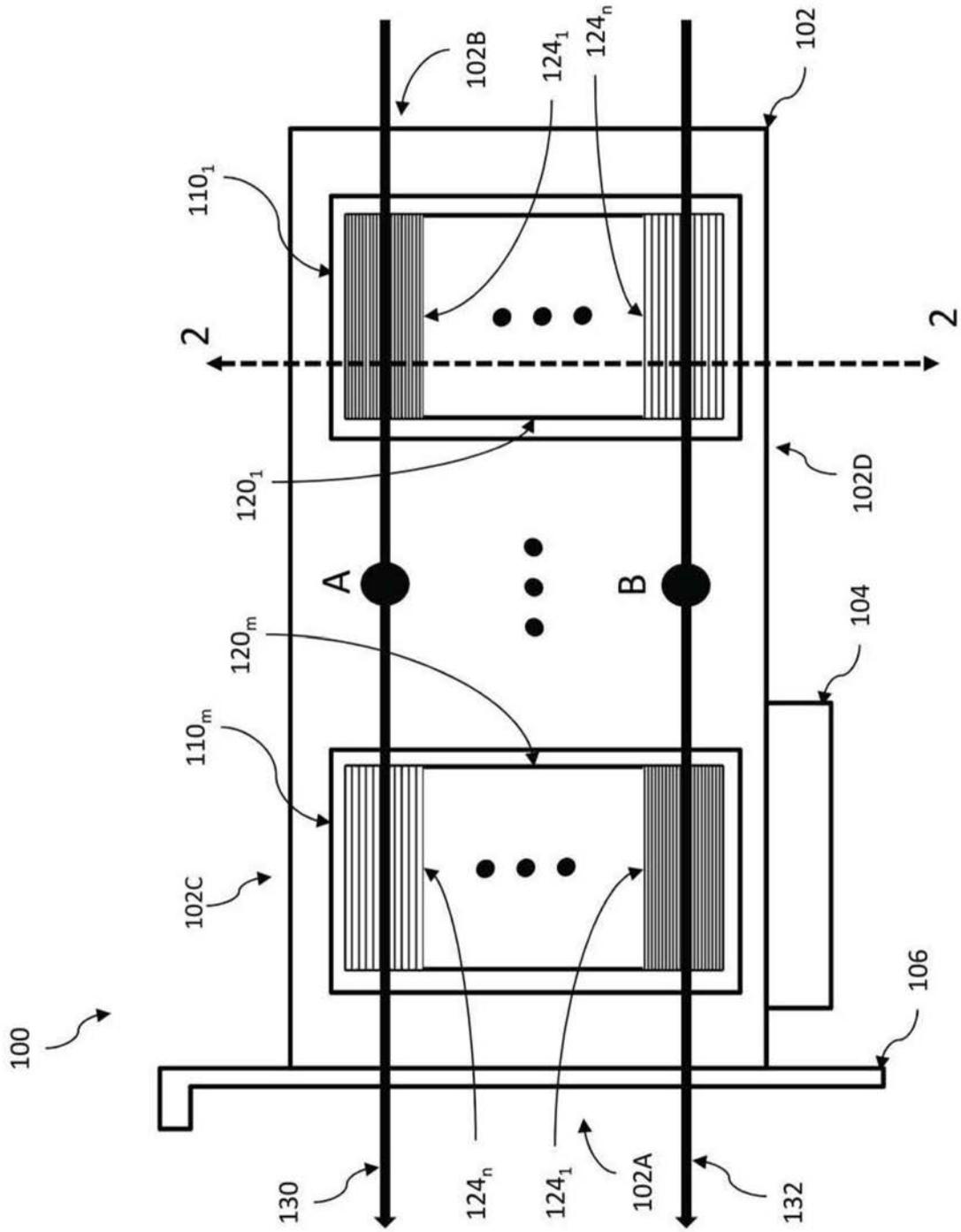


图1

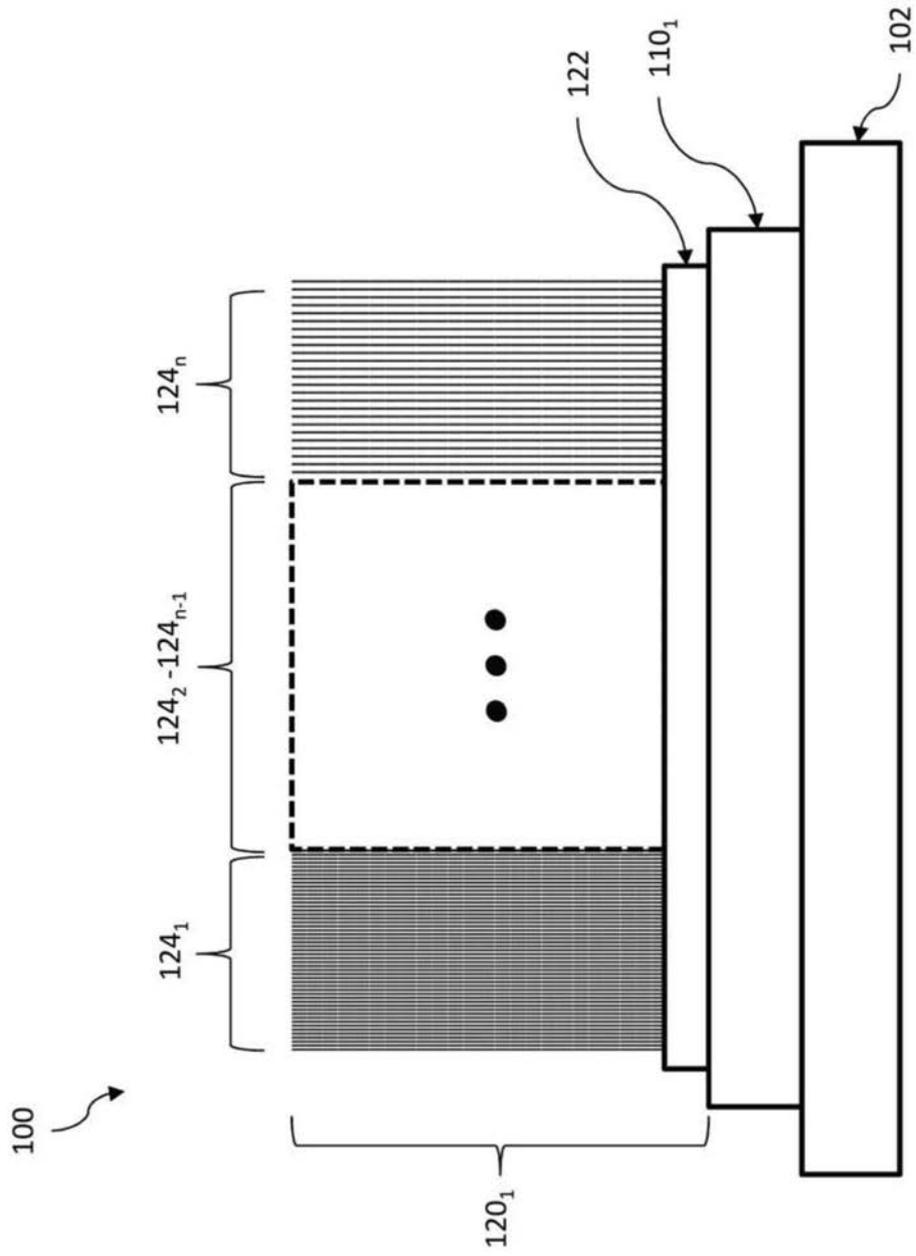


图2

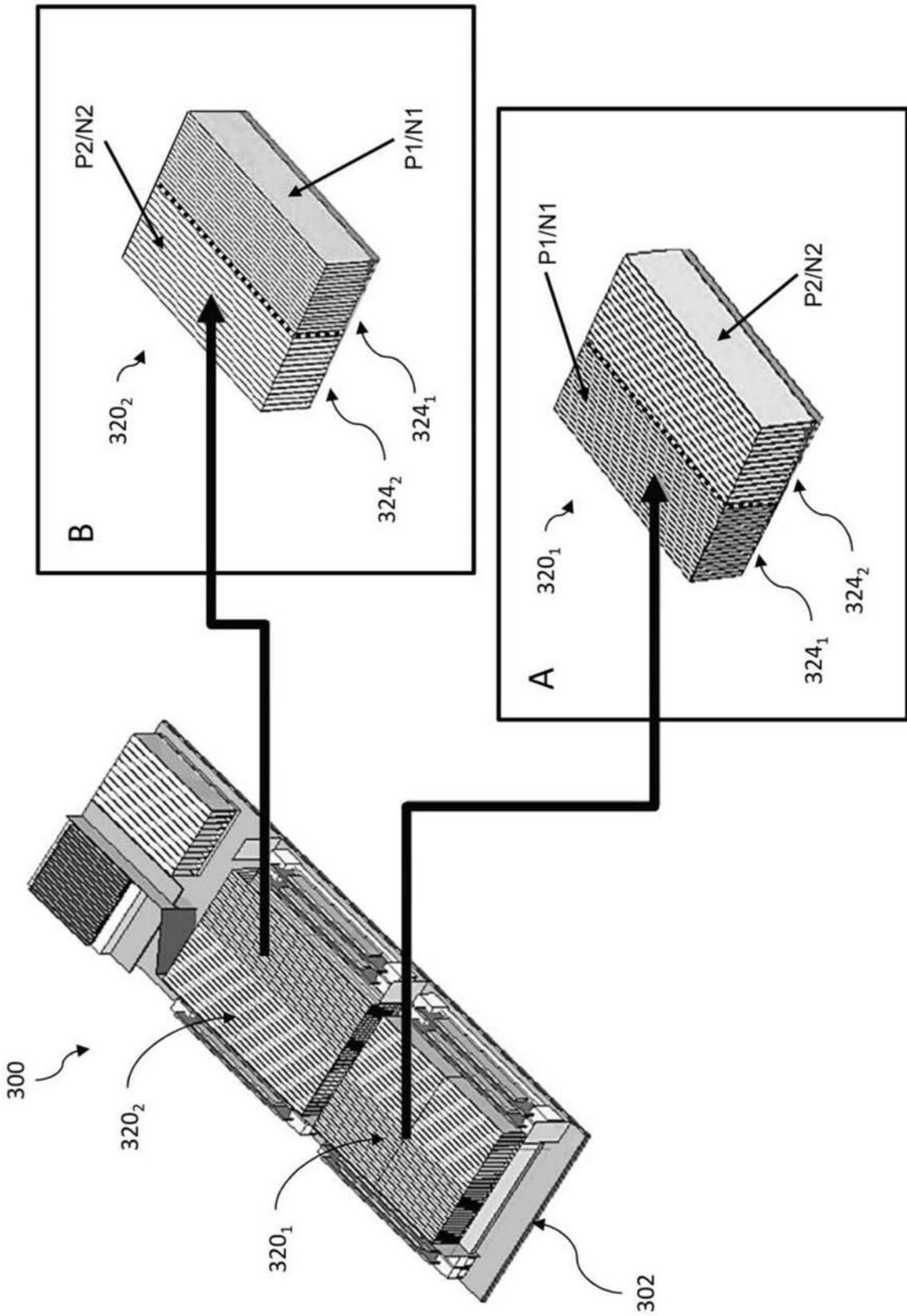


图3

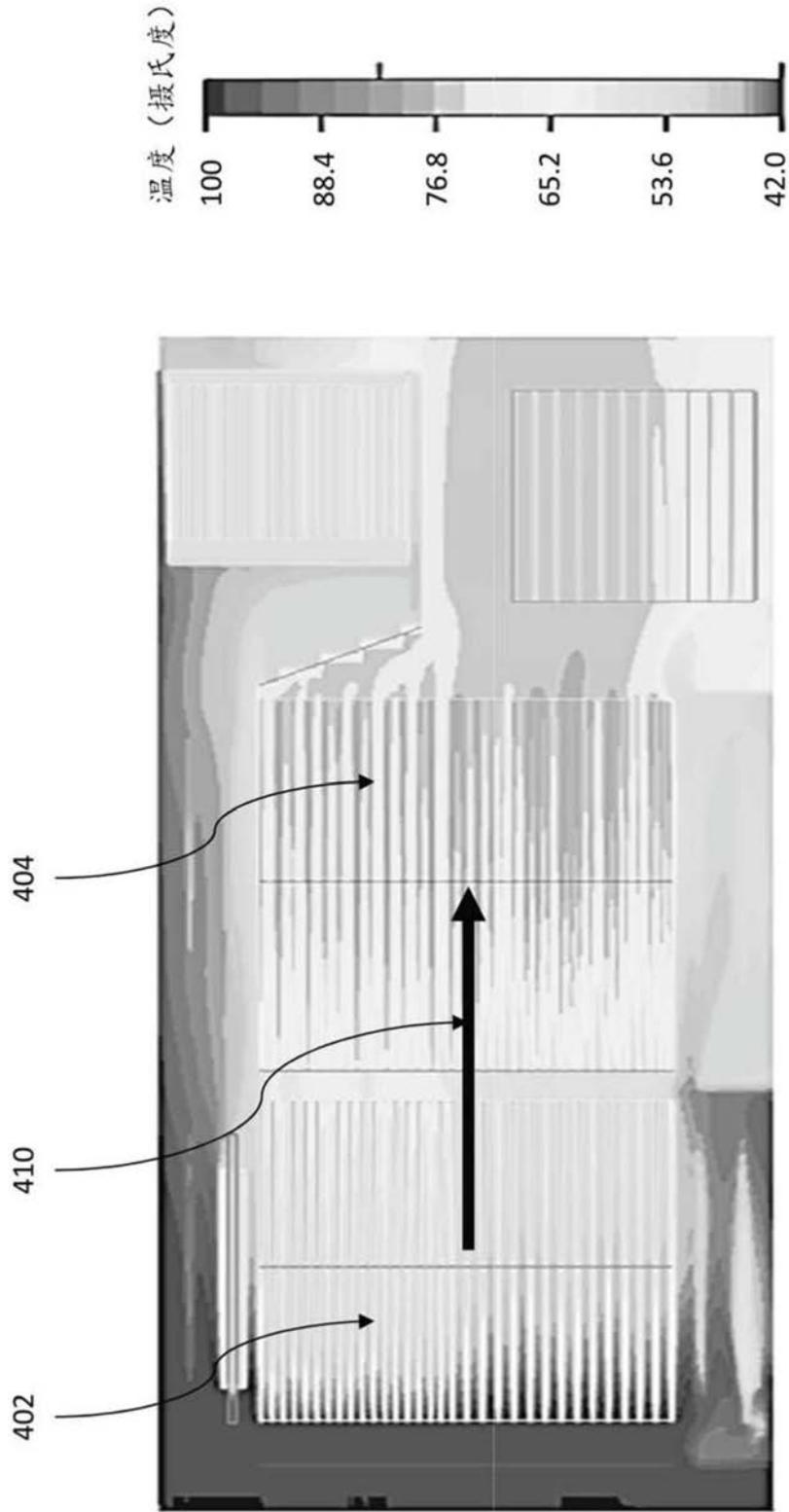


图4A

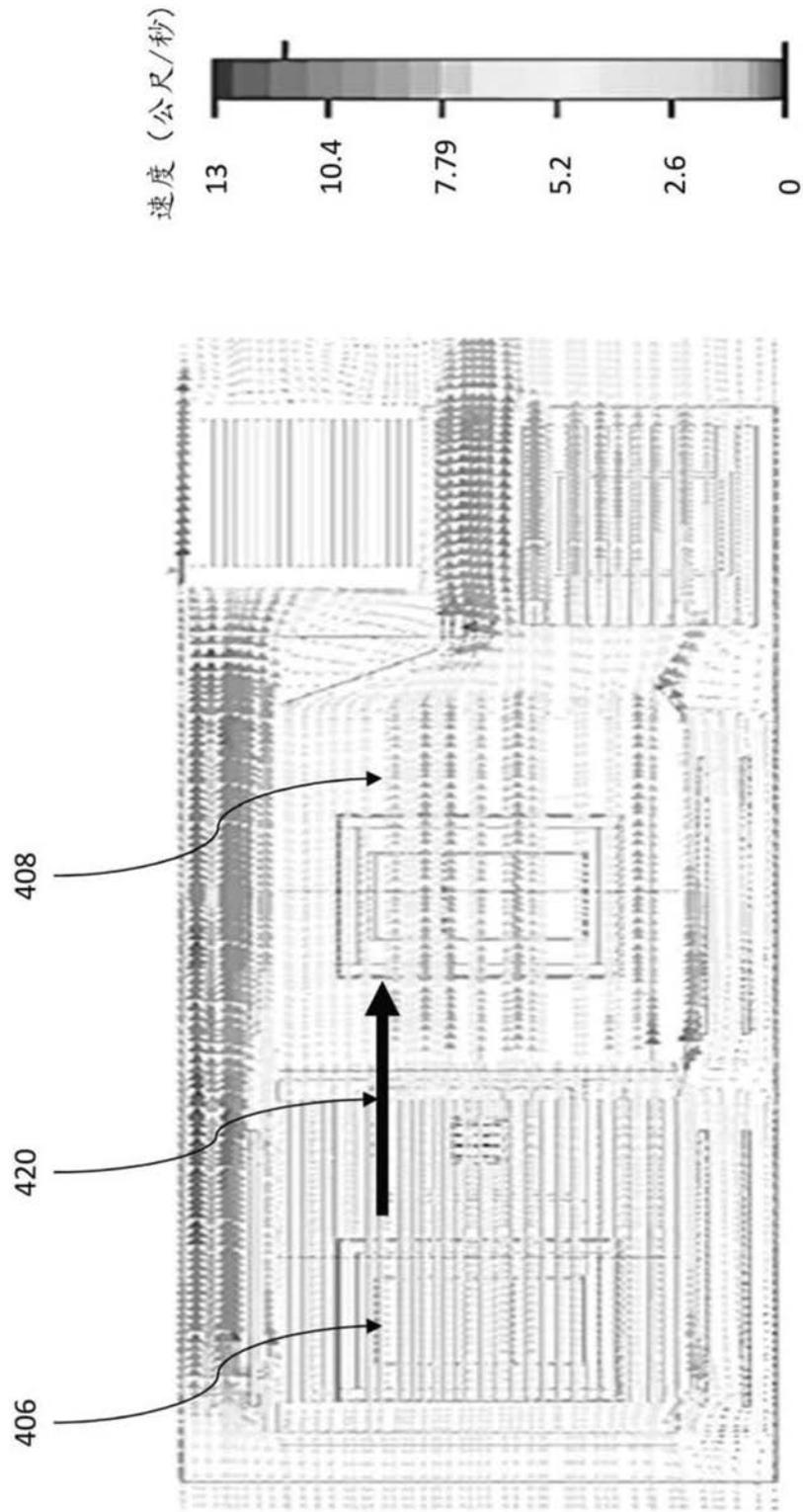


图4B