

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 23/367

H01L 23/467



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03147248.6

[43] 公开日 2004 年 5 月 12 日

[11] 公开号 CN 1495889A

[22] 申请日 2003.7.10 [21] 申请号 03147248.6

[30] 优先权

[32] 2002.9.10 [33] US [31] 10/238144

[71] 申请人 惠普开发有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 S·赫奇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

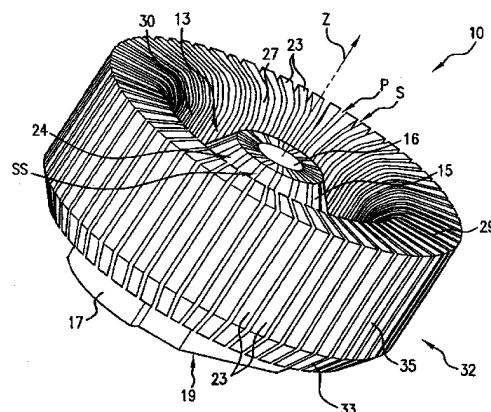
代理人 肖春京

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 17 页

[54] 发明名称 具有导管的高性能被动冷却装置

[57] 摘要

本发明披露了一种用于除去来自元件(50)的废热的被动冷却装置(10)。所述被动冷却装置(10)包括：热体(11)和从所述热体向外延伸的芯柱(13)，并包括在芯柱(13)内形成的多个散热片(24)。芯柱(13)包括多个芯柱散热片(24)，在其间形成芯柱槽 SS。围绕芯柱(13)形成有包括散热片(23)的多个叶片(21)，它们限定一个室(30)。导管(90)使叶片(21)的顶面(29)和气流源(70)相连，气流源(70)产生通过室(30)、芯柱散热片(24)、散热片(23)和叶片(21)的气流 F，从而耗散来自热体(11)的热量。气流源(70)可以提供正气流 F_p 和负气流 F_N 。



ISSN 1008-4274

1. 一种被动冷却装置(10)，用于从元件(50)消散热量，它包括：

热体(11)；

5 和所述热体(11)连接的并向热体(11)的外部延伸的芯柱(13)，所述芯柱围绕所述热体(11)的轴线Z被对称地设置，所述芯柱(13)包括转向器表面(15)，端面(16)和多个芯柱散热片(24)，芯柱散热片(24)被分隔开，从而在相邻的芯柱散热片之间限定一个芯柱槽SS，所述的芯柱槽向着热体(11)延伸；

10 一个导热底座(17)，其与热体(11)相连，并且包括适用于将所述热体(11)和元件(50)热连接的安装表面(19)；

多个叶片(21)，它们和热体(11)相连，并被分隔开，从而在相邻的叶片之间限定一次槽P，所述一次槽向着热体(11)延伸，每个叶片(21)中还包括至少一个二次槽S，其通过叶片(21)的一部分延伸，从而在每个叶片(21)内限定多个散热片(23)；

15 每个叶片(21)还包括顶面(29)和内壁(22)，所述内壁包括第一非平面部分(25)，其从所述芯柱(13)延伸出，并终止于第一中间部分(26)，所述第一中间部分(26)向着终止于顶面(29)的第二非平面部分(27)延伸。所有叶片(21)的内壁(22)限定一个包围着芯柱(13)的室(30)，并且所述的室(30)包括在第一非平面部分(25)和芯柱(13)之间的气穴部分C1，以及

20 外壁(32)，其包括第三非平面部分(33)，第三非平面部分(33)从底座(17)延伸并终止于第二中间部分，第二中间部分(35)终止于顶面(29)；

25 用于产生气流F的气流源(70)；以及

用于在气流源(70)和被动冷却装置(10)之间引导气流F的导管(90)，所述导管(90)包括和顶面(29)相邻的第一开口(91)，以及适用于和气流源(70)相连的第二开口(93)，以及

30 其中来自元件(50)的热量通过从热体(11)、芯柱(13)、芯柱散热片(24)、散热片(23)和叶片(21)上经过，并流经芯柱槽SS、一次槽P和二次槽S的气流F耗散。

2. 如权利要求1所述的被动冷却装置(10)，其中气流F是负气

流 F_N ，其可以通过操作在气穴部分 C1 产生第一低压区，所述第一低压区引起通过一次槽 P 和芯柱槽 SS 的第一吸入气流 N1，负气流 F_N 通过操作在芯柱槽 SS 内产生第二低压区，其使第一吸入气流 N1 流过芯柱槽 SS，并且负气流 F_N 通过操作引起通过一次槽 P 和二次槽 S 的第二吸入气流 N2。

3. 如权利要求 2 所述的被动冷却装置 (10)，其中所述的负气流 F_N 基本上是和 Z 轴一致的层流气流 L。

4. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中气流 F 是正气流 F_P ，其通过操作在气穴部分 C1 内产生第一高压区，正气流 F_N 引起通过一次槽 P 和二次槽 S 的第一气流 P1，偏离第二非平面部分 (27) 并且通过一次槽 P 流出的第二气流 P2，进入室 (30) 并通过一次槽 P 流出的第三气流 P3，偏离转向器表面 (15) 并通过一次槽 P 流出的第四气流 P4，以及通过芯柱槽 SS 并从一次槽 P 流出的第五气流 P5，并且其中第一、第二、第三、第四和第五气流 (P1, P2, P3, P4, P5) 的一部分通过第一低压区。

5. 如权利要求 4 所述的被动冷却装置 (10)，其中正气流 F_P 是基本上和 Z 轴一致的基本上是层流的气流 L。

6. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中通过在安装表面 (19) 和元件 (50) 之间的直接连接实现热体 (11) 和元件 (50) 的热连接。

7. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，还包括热连接材料 (60)，其和安装表面 (19) 相连，并用于使热体 (11) 和元件 (50) 实现热连接。

8. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中第一非平面部分 (25)，第二非平面部分 (27)，和第三非平面部分 (33) 中选择一个或几个包括从由弓形，斜面形，以及弓形和斜面形的组合构成的组中选择的形状。

9. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中内壁 (22) 的第一中间部分 (26) 和外壁 (32) 的第二中间部分 (35) 中选择一个或几个包括从由基本上平面形，斜面形，弓形，以及基本上平面形、弓形和斜面形的组合构成的组中选择的形状。

10. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中气流源 (70)

是从由专用风扇，系统风扇，专用吹风器和系统吹风器构成的组中选择的气流源。

11. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中芯柱槽 SS 和少于全部的叶片 (21) 的一次槽 P 并合。

5 12. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中所述芯柱槽 SS 和叶片 (21) 的所有的一次槽 P 并合。

13. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中芯柱 (13) 的端面 (16) 相对于叶片 (21) 的顶面 (29) 具有从下列组中选择的位置：基本上和叶片 (21) 的端面 (29) 齐平的位置、凹陷在叶片 (21) 10 的顶面 (29) 的下方的位置和延伸超过叶片 (21) 的顶面 (29) 的位置。

14. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中端面 (16) 具有从由基本上平面形、斜面形和弓形构成的组中选择的形状。

15. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中芯柱 (13) 15 包括芯柱腔体 (18)，其围绕 Z 轴被对称地设置，并朝向端面 (16) 的内部延伸，并且包括在端面 (16) 附近的孔 18'，芯柱槽 SS 和芯柱腔体 (18) 并合，并且芯柱腔体 (18) 通过操作可以减少对于通过芯柱槽 SS 的气流 F 的阻力。

16. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中散热片 (23) 20 的二次槽 S 朝向热体 (11) 延伸。

17. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中芯柱槽 SS 相对于 Z 轴具有从由基本上和 Z 轴一致的方位 (24a) 以及与 Z 轴成 θ 角的方位构成的组中选择的方位。

18. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中所述一次槽 P 25 和二次槽 S 相对于 Z 轴具有从由基本上和 Z 轴一致的方位 K 和与 Z 轴具有一个角度 (β , Δ) 的方位构成的组中选择的方位。

19. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中所述导管 (90) 的第一开口 (91) 和外壁 (32) 的部分 d 接触。

20. 如权利要求 1 所述的被动冷却装置 (10)，其中所述热体 (11)， 30 底座 (17)，芯柱 (13)，芯柱散热片 (24)，叶片 (21) 和散热片 (23) 是一个均质地形成装置。

具有导管的高性能被动冷却装置

技术领域

- 5 本发明一般涉及一种被动冷却装置，其用于消散来自和其相连的元件的热量。更具体地说，本发明涉及一种被动冷却装置，其用于消散来自和其相连的元件的热量，并且包括用于引导在气流源和被动冷却装置之间的气流的导管。

背景技术

- 10 在电子器件领域，使散热器和电子器件接触，从而使由电子器件工作产生的废热被热传递到散热器上，借以冷却电子器件，这是公知的。随着高的时钟速度的电子器件例如微处理器（ μP ）、数字信号处理器（DPS）和专用集成电路（ASIC）的出现，由这些电子器件产生的废热的量和这些电子器件的操作温度与时钟速度成正比。因此，
15 较高的时钟速度使得产生的废热增加，这又随之增加电子器件的操作温度。然而，电子器件的高效的操作要求废热被连续、高效地除去。

- 散热器装置被普遍采用作为一种用于消散如上所述的电子器件产生的废热的优选的装置。在一般的应用中，要被冷却的元件被安装在PC板上的连接器承载着。例如通过使用夹持件或紧固件把散热器连
20 于连接器上，以便把散热器安装在元件上。另一种方案是，散热器被安装在承载着电子器件的PC板上，其中使用紧固件或其类似物通过在PC板中钻出的孔把散热器连接在承载着电子器件的PC板上。

- 一般地说，和现有高速电子器件结合使用的散热器包括安装在散热器的顶上的或者安装在由散热器的冷却散热片/叶片形成的腔体内的电风扇。冷却散热片能够增加散热器的表面积，并使从散热器到包
25 围散热器的环境空气的热传递最大。风扇使空气在冷却散热片的上方及周围循环，借以从冷却散热片向环境空气传递热量。

- 如上所述，随着时钟速度的不断增加，由电子器件产生的废热的量也增加。因而，要充分冷却这些电子器件，需要较大的散热器与
30 /或较大的风扇。增加散热器的尺寸可以得到可以散热的较大的热体和较大的表面积。较大的风扇能够增加通过冷却散热片的气流。

增加风扇和散热器的尺寸具有一些缺点。首先，如果散热器的尺

寸沿垂直方向（即沿垂直于PC板的方向）增加，则散热器较高，使得在许多应用中，例如台式计算机的机箱中，可能无法装在垂直的空间内。第二，如果PC板具有垂直的方位，则高而重的散热器可能使PC板与/或电子器件受到机械应力，因而导致器件或PC板的故障。

- 5 第三，高的散热器需要在散热器和含有散热器的机箱之间的附加的垂直间隙，以便使得具有足够的气流从风扇流入和流出。第四，如果散热器尺寸沿水平方向增加，则在PC板上可用于安装其它电子器件的面积被减少。第五，当散热器具有由散热片构成的圆柱形状时，通常不能相互靠近地安装几个这种散热器，这是因为进出散热片的气流会被相邻的散热器阻挡，因而使冷却效率降低。

10 最后，通过增加风扇的尺寸来增加冷却能力通常使得由风扇产生的噪声增加。在许多应用（例如台式计算机或便携计算机）中，非常需要使产生的噪声最小。在依靠电池供电的便携计算机中，较大的风扇增加了功率消耗，使其成为不能接受的除去废热的方法。

- 15 在上述的具有冷却散热片的散热器中，把风扇安装在由冷却散热片形成的腔体内具有另外的缺点。首先，散热器的热体的大部分被风扇局部地阻挡，这是因为风扇被直接地安装在热体上，因此阻挡可以从热体散热的通路，这是因为来自风扇的空气不在热体的被阻挡部分的上方循环。

- 20 第二，如果没有风扇，则散热片的深度可以沿各个方向朝向热体的中心延伸；然而，散热片的深度和表面积因风扇的直径而减小，这是因为风扇被安装在具有略大于风扇的直径的腔体内，以便提供用于风扇叶片的间隙。因而，散热器的热体必须制造得较宽，以便补偿减少的散热片的表面积。较宽的热体增加散热器的尺寸、成本和重量。

- 25 第三，减少散热片的深度使得散热片容易弯曲而被破坏。弯曲的散热片导致的一个可能的结果是，散热片接触和破坏风扇的叶片并且/或者使风扇停止，从而破坏风扇或使风扇出故障。第四，因为风扇被安装在由散热片构成的腔体内，风扇的电源引线必须通过散热片之间的空间布线。散热片的尖的边沿可以切割电源引线或者引起电短路。在每种情况下，其结果都是引起风扇故障。第五，一般使用黏胶把风扇安装在散热器上，而黏胶可以进入风扇内从而引起风扇故障。
- 30 上述的任何一种故障方式都可能导致散热器被设计用于冷却的电子器

件的故障，因为由风扇产生的空气循环对于从电子器件高效地消散废热至关重要。

最后，风扇本身一般和散热器的散热片相连，或者被设置在散热片之间的腔体内。因此，散热器和产生流经散热片的气流的风扇直接相连，从而使散热器被主动冷却。因为风扇和散热片靠近，而空气流是湍流，因而除去由风扇本身的操作产生的噪声之外，所述湍流也产生噪声。

因而，需要提供一种被动冷却装置，其能够克服上述与现有的借助于风扇的主动冷却的散热器相关的缺点。此外，需要一种被动冷却装置，其从与其不直接相连的气流源接收气流。最后，需要一种被动冷却装置，所述冷却装置适用于接收能够以低的噪声高效地消散废热的层流气流。

发明内容

广义地说，本发明以一种被动冷却装置来实施，其用于耗散来自要被冷却的元件的热量。所述被动冷却装置包括热体，和所述热体连接的并向热体的外部延伸的芯柱。所述芯柱围绕所述热体的轴线被对称地设置，所述芯柱包括转向器表面，端面和多个芯柱散热片，芯柱散热片被分开，从而在相邻的芯柱散热片之间限定一个芯柱槽。所述的芯柱槽向着热体延伸。一个导热底座和热体接触，并且包括适用于所述热体和元件热连接的安装表面。

多个叶片，它们和热体相连，并被分开，从而在相邻的叶片之间限定一次槽。所述一次槽向着热体延伸。每个叶片中还包括至少一个二次槽，其通过叶片的一部分延伸，并在每个叶片内限定多个散热片。

每个叶片还包括终止于顶面上的内壁。所有叶片的内壁限定一个包围着芯柱的室。内壁和芯柱的一部分限定一个气穴部分。每个叶片还包括也终止于顶面上的外壁。

被动冷却装置还包括用于产生气流的气流源，以及用于在气流源和被动冷却装置之间引导气流的导管。所述导管包括和顶面相邻的第一开口，以及适用于和气流源相连的第二开口。来自元件的热量通过越过芯柱、芯柱散热片、散热片和叶片，并流经芯柱槽、一次槽和二次槽的气流耗散，使得从元件导出的并进入热体的热量被传递到气流中。

因为气流源不直接和被动冷却装置相连，风扇叶片便不会被弯曲的散热片破坏。导线，例如风扇的电源引线，将不会被叶片切割或短路，因为电源引线不需要通过叶片布线，并被设置在离开叶片的位置。

此外，本发明的叶片可以延伸到热体的深部，因为风扇不和热体接触，并且不位于叶片之间，使得热体不会被风扇阻挡。结果，和现有技术5 的散热片的设计相比，可以增加叶片的表面积，并且所述增加的表面积改善了热体的热耗散。

本发明还减少了上述的和风扇噪声以及空气湍流相关的问题，因为在导管中的气流减小了由空气湍流产生的噪声，并因为风扇叶片定位成离开叶片和散热片，因而进一步减少空气湍流噪声。10

从下面结合附图进行的本发明的详细说明，可以更加清楚地看出本发明的其它方面和优点，其中的附图用于以举例方式说明本发明的原理。

附图说明

- 15 图 1 是按照本发明的被动冷却装置的外观图；
图 2 是按照本发明的被动冷却装置的底部外观图；
图 3 是按照本发明的被动冷却装置的顶部外观图；
图 4 是按照本发明的被动冷却装置的侧视平面图；
图 5 是按照本发明的被动冷却装置的沿图 4 的 A-A 线取的截面
20 图；
图 6a 是朝向按照本发明的被动冷却装置的腔室内部看的顶视平面图；
图 6b 是图 6a 的 E-E 详细截面图；
图 7a, 7b 是用于按照本发明的被动冷却装置的导管和气流源的外
25 观图；
图 7c 是用于按照本发明的被动冷却装置的导管和气流源的侧视平面图；
图 7d 是按照本发明的用于引导气流的导管的截面图；
图 8 表示通过按照本发明的被动冷却装置的负向气流的截面图；
30 图 9 表示通过按照本发明的被动冷却装置的正向气流的截面图；
图 10a 是按照本发明的被动冷却装置的顶视平面图；
图 10b 是沿着图 10a 的 C-C 线取的被动冷却装置的截面图；

图 11a 是用于表示按照本发明的并合预定数量的一次槽的芯柱槽的顶视平面图;

图 11b 是图 11a 的 F-F 截面的放大的顶视平面图;

图 12a 是表示按照本发明的并合所有的一次槽的芯柱槽的顶视平面图;

图 12b 是图 12a 的 G-G 截面的放大的顶视平面图;

图 13a 是包括按照本发明的芯柱腔体的被动冷却装置的顶视平面图;

图 13b, 13c 是沿图 13a 的线 C-C 取的被动冷却装置的截面图;

图 14 是表示通过具有按照本发明的芯柱腔体的被动冷却装置的负向气流的截面图;

图 15 是表示通过具有按照本发明的芯柱腔体的被动冷却装置的正向气流的截面图;

图 16a, 16b, 16c 是表示按照本发明的呈基本上平面的、斜面的和弓形的端面的截面图;

图 17a, 17b 是用于表示按照本发明的具有基本上和轴线对准的芯柱和与轴线成一定角度的芯柱槽的侧视图;

图 18 是用于表示基本上和按照本发明的被动冷却装置的轴线对准并成一定角度的一次槽和二次槽的侧视图。

具体实施方式

在下面的详细说明和附图中, 相同的元件用相同的标号表示。

如用于说明本发明的附图所示, 本发明以一种被动冷却装置来实施, 其用于耗散来自要被冷却的元件的热量。所述被动冷却装置包括热体, 和所述热体连接的并向热体的外部延伸的芯柱。所述芯柱围绕所述热体的轴线被对称地设置, 所述芯柱包括转向器表面, 端面和多个芯柱散热片, 它们被分开, 从而在相邻的芯柱散热片之间限定一个芯柱槽。所述的芯柱槽向着热体延伸。一个导热底座和热体接触, 并且包括适用于所述热体和元件热连接的安装表面。

多个叶片, 它们和热体相连, 并被分开, 从而在相邻的叶片之间限定一次槽。所述一次槽向着热体延伸。每个叶片中还包括至少一个二次槽, 其通过叶片的一部分延伸, 并在每个叶片内限定多个散热片。

每个叶片还包括顶面和内壁, 所述内壁包括第一非平面部分, 其

从所述芯柱延伸出，并终止于第一中间部分，所述第一中间部分向着终止于顶面的第二非平面部分延伸。所有叶片的内壁限定一个包围着芯柱的室，并且所述的室包括在第一非平面部分和芯柱之间的气穴部分。每个叶片还包括一个外壁，外壁包括第三非平面部分，其从底座延伸并终止于第二中间部分，第二中间部分终止于顶面。

被动冷却装置还包括用于产生气流的气流源，以及用于在气流源和被动冷却装置之间引导气流的导管。所述导管包括和顶面相邻的第一开口，以及适用于和气流源相连的第二开口。来自元件的热量通过越过芯柱、芯柱散热片、散热片和叶片，并流经芯柱槽、一次槽和二次槽的气流耗散，使得从元件导出的并进入热体的热量被传递到气流中。

在图 1 到图 7d 中，用于耗散来自元件（未示出）的热量的被动冷却装置 10 包括热体 11 和与热体 11 相连的芯柱 13。芯柱 13 朝向热体 13 的外部延伸，并对称地围绕热体 11 的轴线 Z 被设置。芯柱 11 包括转向器表面 15，端面 16，以及多个芯柱散热片 24，它们被分开，从而在相邻的芯柱散热片 24 之间限定芯柱槽 SS。芯柱槽 SS 朝向热体 11 延伸。导热底座 17 和热体 11 相连，并且包括适用于连接元件和热体 11 的安装表面 19。

多个叶片 21 和热体 11 相连，并被分开从而在相邻的叶片 21 之间限定一次槽 P。一次槽朝向热体 11 延伸。每个叶片 21 包括至少一个二次槽 S，其通过叶片 21 的部分延伸，用于在每个叶片 21 中限定多个散热片 23。每个叶片 21 还包括顶面 29 和内壁 22，所述内壁包括第一非平面部分 25，其从芯柱 13 延伸，并终止于第一中间部分 26，所述第一中间部分 26 朝向终止于顶面 29 的第二非平面部分 27 延伸。所有叶片 21 的内壁 22 限定包围着芯柱 13 的室 30。室 30 包括在第一非平面部分 25 和芯柱 13 之间的气穴部分 C1（见图 5，6b，8，9，14，15）。

气穴部分 C1 由通过室 30 的气流（即进出室 30 的气流）产生，而不由限定室 30 的叶片 21、散热片 23 和芯柱 13 的物理形状产生。由于在第一非平面部分 25 和芯柱 13 之间的敞开的空间，分别响应负气流和正气流在气穴部分 C1 内产生一个低压区或高压区。随着这些气流进入气穴部分 C1，则发生气穴现象，气流在热体 11，芯柱 13、叶

片 21 的表面上方循环, 从而增加这些表面和气流之间的热传递。

每个叶片 21 还包括外壁 32, 其包括第三非平面部分 33, 所述第三非平面部分 33 从底座 17 延伸, 并终止于顶面 29 的第二中间部分 35 上, 所述第二中间部分终止于顶面 29。

5 第一非平面部分 25, 第二非平面部分 27, 和第三非平面部分 33 可以具有弓形的形状, 如图 8 和图 9 所示, 斜面形状, 或者弓形和斜面形状的组的形状。

10 内壁 22 的第一中间部分 26 和外壁 32 的第二中间部分 35 可以具有基本上为平面的形状, 如图 8 和图 9 所示, 斜面形状, 或者弓形和斜面形状的组的形状。

这里定义的斜面形状和基本上为平面的形状的区别在于, 基本上为平面的形状基本上平行于轴线 Z, 而斜面的形状与轴线 Z 成一定角度。

15 在图 7a-7d 中, 被动冷却装置 10 包括用于产生气流 F 的气流源 70, 和用于在气流源 70 和被动冷却装置 10 之间引导气流 F 的导管 90。导管 90 包括第一开口 91, 其和叶片 21 的顶面 29 相邻, 以及适用于和气流源 70 相连的第二开口 93。

20 来自元件 (未示出) 的热量通过越过热体 11、芯柱 13、芯柱散热片 24、散热片 23 和叶片 21 并流经芯柱槽 SS、一次槽 P、和二次槽 S 的气流 F 耗散。

25 在图 7d 中, 沿着线 N-N 的截面图表示来自气流源 70 的气流 F, 其通过导管 90 或者以正向气流流动, 其中空气被强制沿着从顶面 29 到底座 17 的轴 Z 的方向被强制通过被动冷却装置 10 (即气流 F 通过顶面 29 进入室 30), 或者以负向气流流动, 空气被强制沿着从底座 17 到顶面 29 的 Z 轴的方向被抽出被动冷却装置 (即气流 F 通过顶面 29 离开室 30)。

30 在本发明的一个实施例中, 如图 8 所示, 气流 F 是负气流 F_N 。在这个实施例中, 空气沿着从底座 17 到顶面 29 的方向通过被动冷却装置 10 被抽出或者被拉出 (即气流源 70 以抽气方式操作)。负气流 F_N 可以通过操作在气穴部分 C1 产生第一低压区。第一低压区由负气流 F_N 除去在气穴部分 C1 中的自由空气而形成, 使得第一低压区是对气流具有最小阻力的一个通路。当空气运动到气穴部分 C1 之外时, 第一

低压区被通过一次槽 P 和二次槽 S 引入气穴部分 C1 的空气替换。这些气流在热体 11、叶片 21、散热片 23、芯柱槽 SS 和芯柱 13 上经过，从这些表面带走热量。

因而，第一低压区引起通过一次槽 P 和芯柱槽 SS 的第一吸入气流 N1。第一吸入气流 N1 通过第一低压区，然后通过室 30 和芯柱槽 SS。第一吸入气流 N1 耗散来自叶片 21、芯柱 13 和热体 11 的热量。此外，通过操作负气流 F_N 还能引起通过一次槽 P 和二次槽 S 的第二吸入气流 N2。第二吸入气流 N2 从热体 11、叶片 21、散热片 23 和芯柱 13 带走热量。

10 负气流 F_N 的一个优点在于，第一低压区增加流经叶片 21 的一次槽 P 和芯柱 13 的芯柱槽 SS 的气流，因而增加了从叶片 21、芯柱 13 和热体 11 除去的废热。

此外，负气流 F_N 还在芯柱槽 SS 内产生第二低压区 C2，其导致第一吸入气流 N1 流过热体 11、芯柱 13，并通过芯柱槽 SS，从而进一步从这些部分的表面带走热量。

在本发明的一个实施例中，如图 7d 所示，负气流 F_N 基本上是层流气流 L，其基本上和轴线 Z 一致。基本上是层流的气流 L 不必在整个导管 90 内处处是层流。基本上是层流的气流 L 只需要是这样的层流，在其通过顶面 29 从室 30 流出之前基本上和 Z 轴一致。负气流 F_N 在导管 90 内壁产生一个低压区。负气流 F_N 流向低压区，并成为基本上是层流的气流 L。

基本上是层流的气流 L 的优点在于，其减少空气湍流，随之减少气流通过被动冷却装置 10 时产生的噪声。在计算机中，减少由强制空气冷却的散热器产生的噪声是非常需要的，这是因为其能够减少在家庭和在工作场所的噪声值。

如图 9 所示，在本发明的另一个实施例中，气流 F 是正气流 F_p 。在这个实施例中，空气沿着从顶面 29 到底座 17 的方向被推动或强制通过被动冷却装置 10。正气流 F_p 在气穴部分 C1 内产生第一高压区。气穴部分 C1 是这样一个区域，其中正气流 F_p 以最小的阻力流动，并且转向器表面 15 和第二非平面部分 27 使正气流 F_p 的一部分转向进入气穴部分 C1。结果，在第一高压区产生气穴现象，因而正气流 F_p 在热体 11、芯柱 13、和叶片 21 的上方循环，从这些部分的表面带走热

量。第一高压还增加通过一次槽 P 和芯柱槽 SS 的正气流 F_p ，从而增加从叶片 21、芯柱 13 和热体 11 除去的废热。

正气流 F_p 分裂成多个通过被动冷却装置 10 的气流，包括第一气流 P1，第二气流 P2，第三气流 P3，第四气流 P4 和第五气流 P5。第一气流 P1 通过一次槽 P 和二次槽 S。第一气流 P1 从叶片 21、散热片 23 和热体 11 带走热量。第二气流 P2 被偏离第二非平面部分 27，流经室 30，并通过一次槽 P 流出。第二气流 P2 从叶片 21、散热片 23 和热体 11 带走热量。第三气流 P3 进入室 30，并通过一次槽 P 流出。第三气流从叶片 21 和热体 11 带走热量。第四气流 P4 进入室 30，并被偏离芯柱 13 的转向器表面 15，通过一次槽 P 流出。第四气流 P4 从叶片 21、芯柱 13 和热体 11 带走热量。第五气流 P5 通过芯柱槽 SS，并通过一次槽 P 流出。第五气流 P5 从芯柱 13、芯柱散热片 24、叶片 21 和热体 11 带走热量。正气流 F_p (P1, P2, P3, P4, P5) 的一部分在通过一次槽 P 流出之前通过气穴部分 C1 的低压区。

通过使散热片 23 的二次槽 S 向着热体 11 延伸，如图 8 和图 9 所示（见虚线 S1），可以增加通过被动冷却装置 10 的气流 F 与/或从热体 11 除去的废热。通过朝向热体 11 延伸二次槽 S1，通过二次槽 S1 的气流从热体 11 上经过，因而增加从热体 11 除去的废热。气流 F 可以是负气流 F_N 或正气流 F_p 。虽然所示的二次槽 S1 只在 Z 轴的一侧朝向热体 11 延伸，但是实际上二次槽 S1 在 Z 轴的两侧朝向热体 11 延伸，只是为了清楚地表示负气流 F_N 和正气流 F_p ，在图 8 和图 9 中分别省略了在 Z 轴另一侧延伸的二次槽 S1。

在本发明的一个实施例中，如图 7d 所示，正气流 F_p 基本上是层流气流 L，其基本上和 Z 轴一致。基本上是层流的气流 L 不必在整个导管 90 内是层流。基本上是层流的气流 L 只需要是这样的层流，其在通过顶面 29 进入室 30 之前基本上和 Z 轴一致。当正气流 F_p 离开气流源 70 时，正气流 F_p 是湍流。当正气流 F_p 通过导管 90 前进时，湍流被减弱，并在进入室 30 之前转变为基本上是层流的气流 L。此外，通过使导管 90 弯曲 90 度（图 7a-7d），可以改善基本上是层流的气流 L。90 度的弯曲减少了在正气流 F_p 中的湍流，使得气流更接近层流。

如上所述，基本上是层流的气流 L 的优点在于，减少空气湍流，随之减少气流通过被动冷却装置 10 时产生的噪声。

在图 7d 中,基本上是层流的气流 L (正气流 F_p 或负气流 F_n) 可以通过相对于导管 90 的第一直径 D1 增加第一长度 L1 来实现。增加第一长度 L1 能够减少湍流,使得气流更接近层流。

导管 90 可以由包括金属和塑料的任何材料制成。选择的材料应当
5 和预期的被被动冷却装置 10 冷却的元件产生的热量的温度范围相匹配。因为第一开口 91 可以位于顶面 29 附近,或者和外壁 32 接触,所以用于第一开口 91 与/或导管 90 的材料应当能够承受热传递给被动冷却装置 10 的任何废热。

导管 90 可以有弯曲或者肘状的部分,或者也可以是直的。导管 90
10 可以具有圆形的、矩形的或者其它形状的截面。本发明不限于导管 90 的上述形状和结构。此外,导管 90 可以是一个元件或者是彼此相连的多个元件。

第一和第二开口 91, 93 的形状应当这样选择,使得能够实施导管的形状和被动冷却装置 10 的形状以及气流源 70 的形状。例如,如果
15 气流源 70 是具有矩形截面的风扇,而导管 90 具有圆形的截面,则第二开口 93 应当被设计成能够实现这些截面形状。类似地,第一开口 91 应当被设计使得能够实现顶面 29 与/或外壁 32 以及导管 90 的截面形状。

在图 7c, 7d 中,导管 90 的第一开口 91 和外壁 32 的部分 d 接触。
20 例如,第一开口 91 的内部尺寸可被设计成能够和外壁 32 的外部尺寸合适地配合。最好是,部分 d 在顶面 29 附近,并且只盖住第二中间部分 35 的一小部分,使得第一开口 91 不会阻挡叶片和散热片 (21, 23) 的一次槽和二次槽 (P, S),从而使气流 F 可以通过一次槽和二次槽 (P, S) 进出。例如可以使用例如 O 形环或垫圈等材料实现在第一开口 91 和外壁 32 之间的密封。此外,可以使用摩擦配合或夹紧配合使第一开口 91 和外壁 32 相连。
25

例如,导管 90 可以由柔性材料制成,例如橡胶材料,并且可以使用夹子或其类似物使第一开口 91 和外壁 32 相连。可以使用适用于接收紧固件并适用于和外壁 32 相连的安装环,通过所述紧固件使第一
30 开口 91 和安装环相连。在散热片 23 上形成的缺口 31 (图 6b) 可以和第一开口 91 内的指状物 (未示出) 配合,并具有互补的形状,从而使得导管 90 和外壁 32 正确地对准,并阻止第一开口 91 在安装在

外壁 32 上之后转动或扭曲。

在图 7d 中，可以选择第二开口 93 和风扇叶片的直径匹配（图 7b 的标号 77），可以选择导管 90 的第二直径 D2 具有光滑的和逐渐减小的和第二开口 93 的尺寸互补的直径。第一和第二直径 D1 和 D2 不必彼此相等。可以选择导管 90 的第二长度 L2 和第二直径 D2 使得有助于第二开口 93 和气流源 70 的配合。例如，第二长度 L2 和第二直径 D2 可被选择和气流源 70 上的一个互补配合装置匹配，例如具有和第二开口 93 的内径匹配的外径的环。第二长度 L2 也可以增加，从而减少当气流进出气流源 70 时气流 F 中的湍流。第一和第二长度 L1、L2 不必彼此相等。

气流源 70 可以是任何类型的气流产生源，包括但不限于专用风扇、系统风扇、专用吹风机和系统吹风机。在图 7a 到图 7c 中，气流源 70 是专用风扇，即专用于提供通过被动冷却装置 10 的气流 F 的和导管 90 的第二开口 93 相连的风扇。所述风扇包括用于冷却电子设备的风扇的一些共同特征，例如包括多个和其相连的风扇叶片 77 的轮轴 79，风扇壳体 73 和适用于接收用于使气流源 70 和第二开口 93 相连的紧固件的安装孔 75。也可以使用其它的紧固装置例如夹子或其类似物使气流源 70 和第二开口 93 相连。风扇也可以是无护罩的风扇。用于连接气流源 70 和交流电源或直流电源的电源线（未示出）可以和气流源 70 相连。

本发明的一个优点是，风扇叶片 77 和电源线与被动冷却装置 10 分开，从而消除了风扇叶片 77 和散热片 23 或叶片 21 接触而使气流源 70 失速的危险，还消除了和电源线被散热片 23 或叶片 21 切断或短路的危险。此外，通过使风扇叶片 77 和顶面 29 护罩室 30 分开，减少了由风扇叶片 77 产生的噪声，能够得到上述的好处。

系统风扇是这样一种风扇，其中风扇提供通过被动冷却装置 10 的气流 F 和用于承载着所述系统风扇的系统的单独的气流。例如，所述系统可以是计算机，例如 PC，其中系统风扇提供用于冷却 PC 中的元件的气流，并且也提供通过和系统风扇相连的导管 90 的气流 F。

专用吹风机是和上述的专用风扇类似的气流源，其不同之处在于，吹风机一般包括和轴向安装的风扇叶片相对的叶轮叶片。类似地，系统吹风机是和上述的系统风扇类似的一种气流源，其不同之处在于，

其包括叶轮叶片。使用的气流源 70 的类型和由气流源 70 产生的气流 F 的量和应用有关。

在每种情况下，可以设计第二开口 93 使其适用于将气流源 70 安装到导管 90 上。例如，导管 90 可以由塑料制成，第二开口 93 可以是一个整体的或单独的元件，其形状能够和气流源 70 的壳体相配合。例如，如果使用吹风机作为气流源 70，则导管 90 可以是没有 90 度拐弯的直的部分。

此外，使气流源 70 离开被动冷却装置 10 的另一个优点是，芯柱 13 的端面 16 可以相对于叶片 21 的顶面 29 具有这样一个位置（见图 5 的虚线 T），所述位置包括和顶面 29 齐平的位置，在顶面 29 的下方凹入的位置，或者延伸超过顶面 29 的位置。如果端面 16 延伸超过顶面 29（即在虚线 T 的上方），则把气流源 70 设置在远方使得端面 16 和芯柱 13 的一部分能够延伸进入导管 90，而没有和风扇叶片 77 接触的危险，并且可以增加芯柱 13、芯柱散热片 24 和芯柱槽 SS 的表面积，因而增加可用于除去废热的表面积。

芯柱 13 的端面 16 可以具有这样的形状，包括但不限于，基本上平面形（图 16a），斜面形（图 16b），和弓形（图 16c）。

在图 10b 中，热体 11 和元件 50 通过在安装表面 19 和元件 50 的直接接触在内部进行热传递。即，元件 50 和安装表面 19 相连。此外，在图 13b 中，热连接材料 60 和安装表面 19 接触，元件 50 和热连接材料 60 接触。热连接材料 60 在操作上用于使热体 11 和元件相连。在一些应用中，通过使用热连接材料，希望增加在元件 50 和热体 11 之间的热传递效率。

用作热连接材料 60 的合适的材料包括但不限于，导热膏，导热油脂，硅酮，石蜡，石墨，镀铝的箔，相转变材料和碳纤维。热连接材料 60 可以被粘贴、胶黏或者丝网印刷到安装表面 19 与/或元件 50 上。

通过被动冷却装置 10 的气流 F 和从热体 11 除去的废热可以通过预先选择的和叶片 21 的一次槽 P 并合的芯柱槽 SS 的数量被增加或减少。在图 11a、11b 中，芯柱槽 SS 不和全部的一次槽 P 并合。仅仅为了说明的目的，在图 11a 和 11b 中的芯柱槽 SS 和一次槽每隔一个并合一个。在另一方面，在本发明的另一个实施例中，如图 12a, 12b 所示，芯柱槽 SS 和所有的一次槽 P 并合。通过增加芯柱槽 SS 的数量，

可以增加和气流 F 接触的表面积，从而增加从芯柱 13、芯柱散热片 24 和热体 11 除去的热量。可以在芯柱 13 中形成的芯柱槽 SS 的数量取决于使用的制造工艺。例如，如果利用切削工艺形成芯柱槽 SS，则可以在芯柱 13 上切割的芯柱槽 SS 的数量具有一个上限，以便和一次槽 P 匹配。

在图 13a - 13c 中，芯柱 13 可以包括一个芯柱腔体 18，其围绕轴线 Z 被对称地设置，并且朝向端面 16 的内部延伸（图 13c）。芯柱腔体 18 包括和端面 16 相邻的孔 18'。芯柱槽 SS 和芯柱腔体 18 并合，并为通过芯柱槽 SS 和孔 18' 进出芯柱腔体 18 的气流 F 提供一个通路，从而使芯柱腔体 18 减少对通过芯柱槽 SS 的气流 F 的阻力（见图 13c 的标号 20）。芯柱腔体 18 的直径可以这样选择，使得消除端面 16，并且使孔 18' 和转向器表面 15 融合（图 13a, 13b）。

在图 14 中，芯柱腔体 18 的一个优点是，其在芯柱腔体 18 和芯柱槽 SS 内产生第三低压区 $C3$ 。负气流 F_N 在操作时引起通过一次槽 P 和芯柱槽 SS 的第三吸入气流 $N3$ ，其通过芯柱槽 SS，并通过芯柱腔体 18 流出。第三吸入气流 $N3$ 从叶片 21、散热片 23 和芯柱 13 带走热量。

负气流 F_N 引起通过一次槽 P 的第二吸入气流 $N2$ 。第二吸入气流 $N2$ 通过气穴部分 $C1$ 中的第一低压区，并从室 30 流出。第二吸入气流 $N2$ 从芯柱 13 和热体 11 带走热量。负气流 F_N 在操作时还引起通过二次槽 S 的第一吸入气流 $N1$ 。第一吸入气流 $N1$ 通过室 30 和叶片 21 的顶面 29 流出。第一吸入气流 $N1$ 从热体 11、叶片 21 和散热片 23 带走热量。

在图 15 中，芯柱腔体 18 改变上面参照图 9 所述的正气流 F_p ，因为第五气流 $P5$ 在通过一次槽 P 流出之前通过芯柱槽 SS。第五气流 $P5$ 从芯柱 13、芯柱散热片 24、叶片 21 和热体 11 带走热量。第五气流 $P5$ 的一部分在通过一次槽 P1 流出之前通过气穴部分 $C1$ 内的第一高压区。芯柱腔体 18 增加第五气流 $P5$ ，因而增加从芯柱 13、热体 11 和叶片 21 带走的热量。

在图 17a, 17b 中，芯柱槽 SS 可以具有一个相对于 Z 轴的方位。在图 17a 中，芯柱槽 SS 具有一个基本上和 Z 轴一致的方位，如线 24a 所示，其基本上和芯柱槽 SS 以及 Z 轴平行。

与此相对，在图 17b 中，芯柱槽 SS 和 Z 轴成一个角度 θ ，如线 24b 所示，其基本上平行于芯柱槽 SS，并和 Z 轴成一个角度 θ 。

使芯柱槽 SS 和 Z 轴一致的优点是，可以减少气流噪声，并且当正气流 F_p 基本上是层流气流 L 时，能够进一步减少气流噪声。在另一方面，当芯柱槽 SS 和 Z 轴成一个角度 θ 时，从芯柱槽 SS 到一次槽 P 以及二次槽 S 对于正气流 F_p 的阻力被减小。对正气流 F_p 的阻力的减小
5 还能够减小气流噪声和湍流，并且增加从芯柱散热片 24、叶片 21 以及散热片 23 除去的热量。

在图 18 中，一次槽 P 和二次槽 S 可以具有一个相对于 Z 轴基本上和 Z 轴一致的方位，如线 K 所示。使一次槽 P 和二次槽 S 与 Z 轴一致的一个优点是，气流 F（正气流 F_p 或负气流 F_N ）通过一次槽 P 和二次槽 S 时受到的阻力最小。因而，可以减少气流噪声。
10

在另一方面，一次槽 P 和二次槽 S 可以具有一个相对于 Z 轴和 Z 轴成一定角度的方位，如线 21a 所示，一次槽 P 具有一个角度 β ，对于二次槽 S，如线 23a 所示，具有一个角度 Δ 。角度 β 和 Δ 可以相同（ $\beta = \Delta$ ），或者不相等（ $\beta \neq \Delta$ ）。一次槽 P 和二次槽 S 与 Z 轴成一定角度的一个优点是，可以增加可用于气流 F（正气流 F_p 或负气流 F_N ）的表面积，以便增加从叶片 21、散热片 23 和热体 11 除去的热量。例如，利用 DELTA AFB0812VHD 风扇，角度 β 和 Δ 大约是 12 度到 14 度。在使一次槽 P 和二次槽 S 成一定角度时，可能需要找到在减少气流噪声和由于增加表面积而导致增加散热之间的平衡。角度 β 和 Δ 的实际值和应用有关。
15
20

底座 17 的安装表面 19 可以和 Z 轴成一个角度 α 。最好是，所述角度 α 垂直于 Z 轴（即 $\alpha = 90$ 度），以便有助于元件 50 的安装。底座 17 可以有选择地包括一个插入部分 18，和一对相对的平面 28（图 2，图 4），以便有助于将被动冷却装置 10 安装到例如底板 101 等结构上（图 7a, 7b）。底板 101 可以包括孔 103，用于使底板 101 和 PC 板或者夹具载体（未示出）相连。紧固件例如螺丝可以通过孔 103 插入，用于使底板 101 和 PC 板或夹具载体相连。底板 101 定位和元件 50 接触的安装表面 19，使得在元件 50 中的热量热传递到热体 11 中。如前所述，可以选择地和安装表面 19 与/或元件 50 结合使用热连接材料
25
30 60。

用于被动冷却装置 10 的合适的材料包括但不限于铝，铜，青铜，银，硅衬底，MONEL® 或者上述材料的合金或者它们的组合。导管 90

可以由以下材料制成，包括但不限于，金属，橡胶，塑料，石棉、硬纸板和赛尔马煤 (Therma coal)。

5 用作气流源 70 的合适的元件包括但不限于市场上可得到的无护罩直流轴流风扇，微型吹风器和直流弱 (Slim) 吹风器。以每分立方英尺 (CFM) 表示的气流源 70 的输出和由气流源 70 输出的气压根据要耗散的由元件 50 产生的热能的总量确定。元件 50 可以是任何需要散热的器件，包括但不限于电子器件例如 ASIC 的微处理器等。

10 被动冷却装置 10 可以使用许多工艺来制造。例如，如果被动冷却装置 10 由铝制成，则可以通过计算得到一定量的铝，然后进行铸造而形成被动冷却装置 10 的外形。被动冷却装置 10 可被机加工而形成底座 17 和安装表面 19。接着，被动冷却装置 10 被夹在一个分度头上，并使用圆盘锯来形成叶片 21，散热片 23 和芯柱散热片 24。圆盘锯的直径、圆盘锯的位置和圆盘锯的倾斜角度根据叶片 21 的根部直径和其相对于轴 Z 的角度确定。在切割处理之后，被动冷却装置 10 可被
15 去毛刺和脱脂。如果需要使用底板 101 (图 7a, 7b) 用来安装被动冷却装置 10 和元件 50，则可以在底座 17 上压制合适的底板 101。可以使用压力配合或摩擦配合使底板 101 和底座 17 固定地相连，或者安装表面 19 可以是有褶皱的。此外，在被动冷却装置 10 安装到元件 50 上之前，可以在安装表面 19 与/或元件 50 上涂覆热连接材料 60。

20 此外，被动冷却装置 10 可以由棒材加工，接着进行铜焊处理。叶片 21 和芯柱 13 可以在其和热体 11 连接之前被预先制造，并且二次槽 S 可以被预先在叶片 21 中形成，从而在铜焊处理之前确定散热片 23。

25 最好是，被动冷却装置 10 的热体 11，底座 17，芯柱 13，芯柱散热片 24，叶片 21 和散热片 23 是一种均质地形成的装置。

虽然说明了本发明的几个实施例，但是本发明不限于这些特定的实施例，本发明的范围只由权利要求限定。

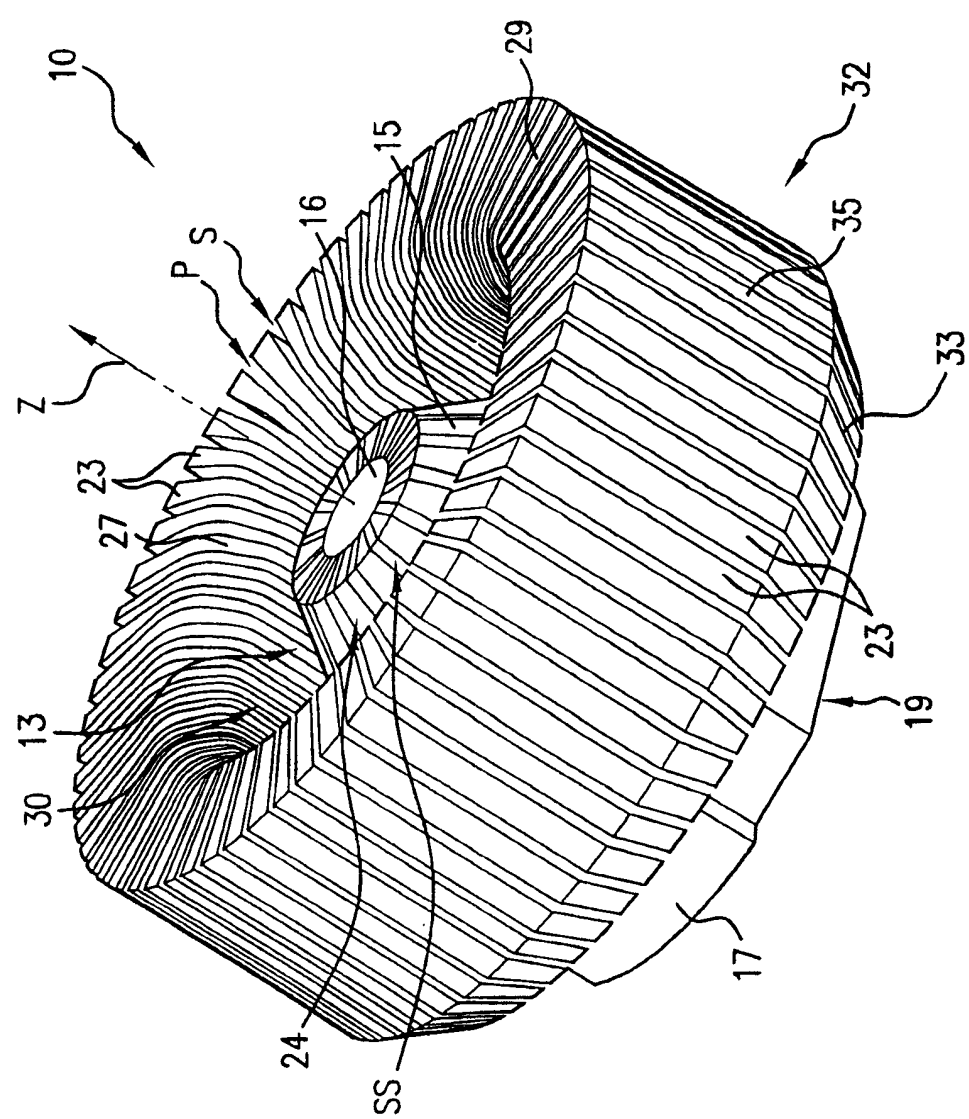


图 1

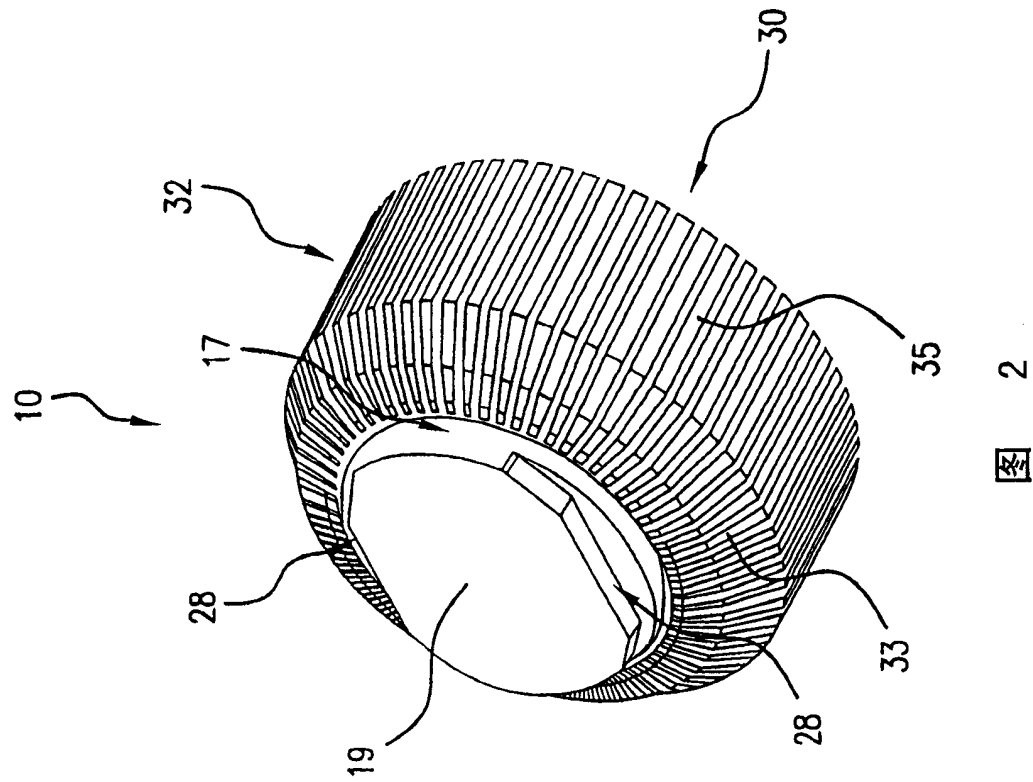


图 2

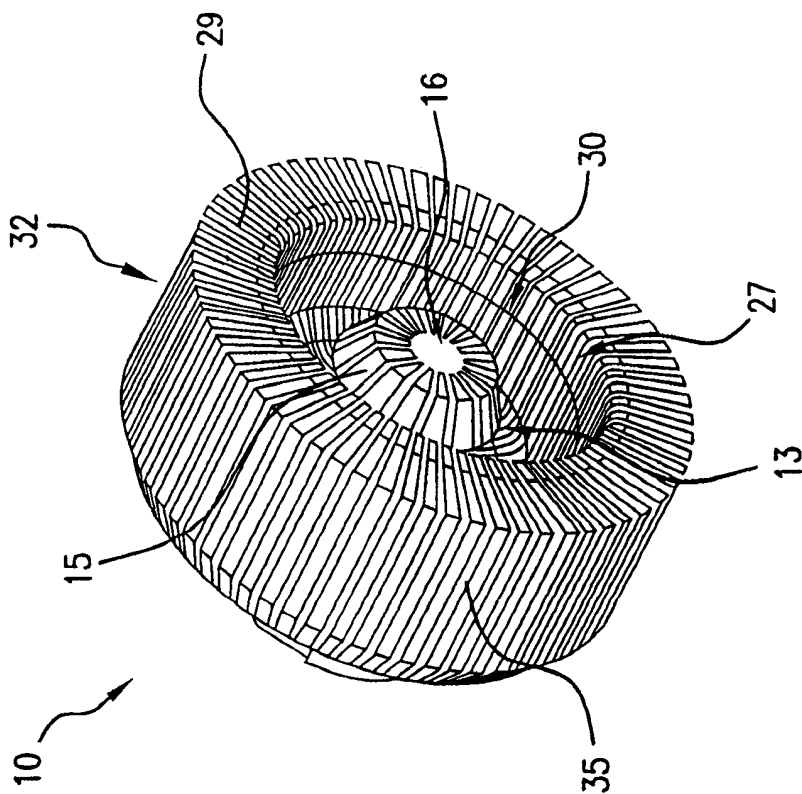


图 3

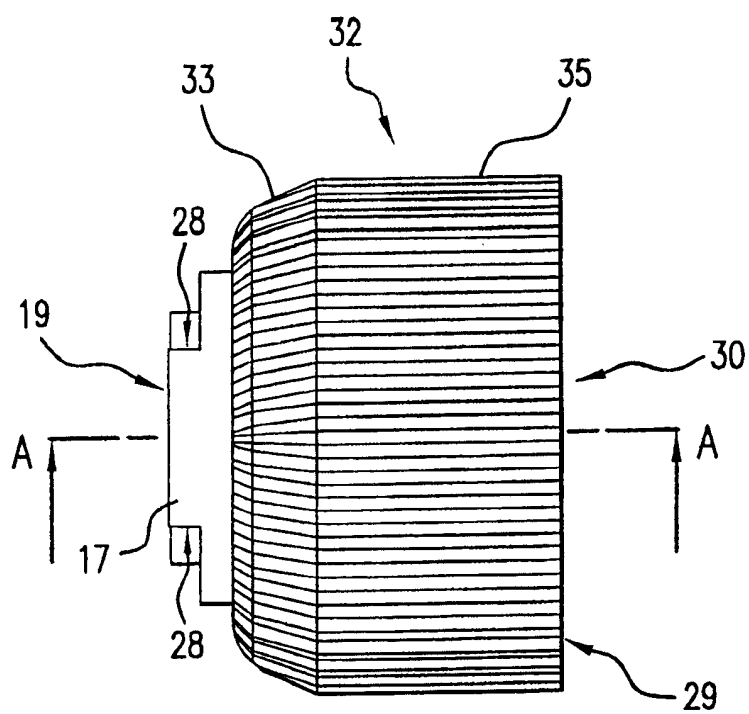


图 4

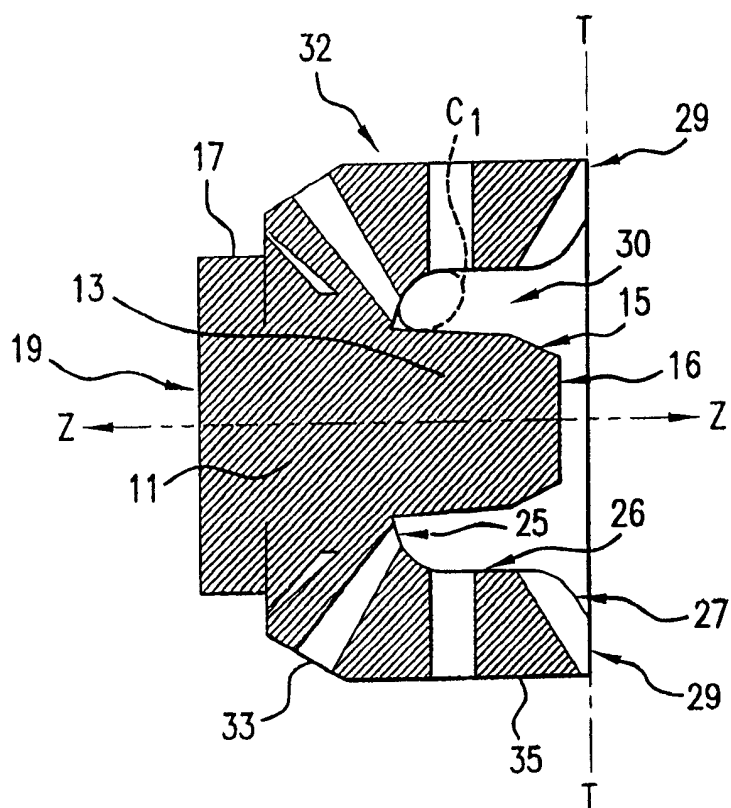
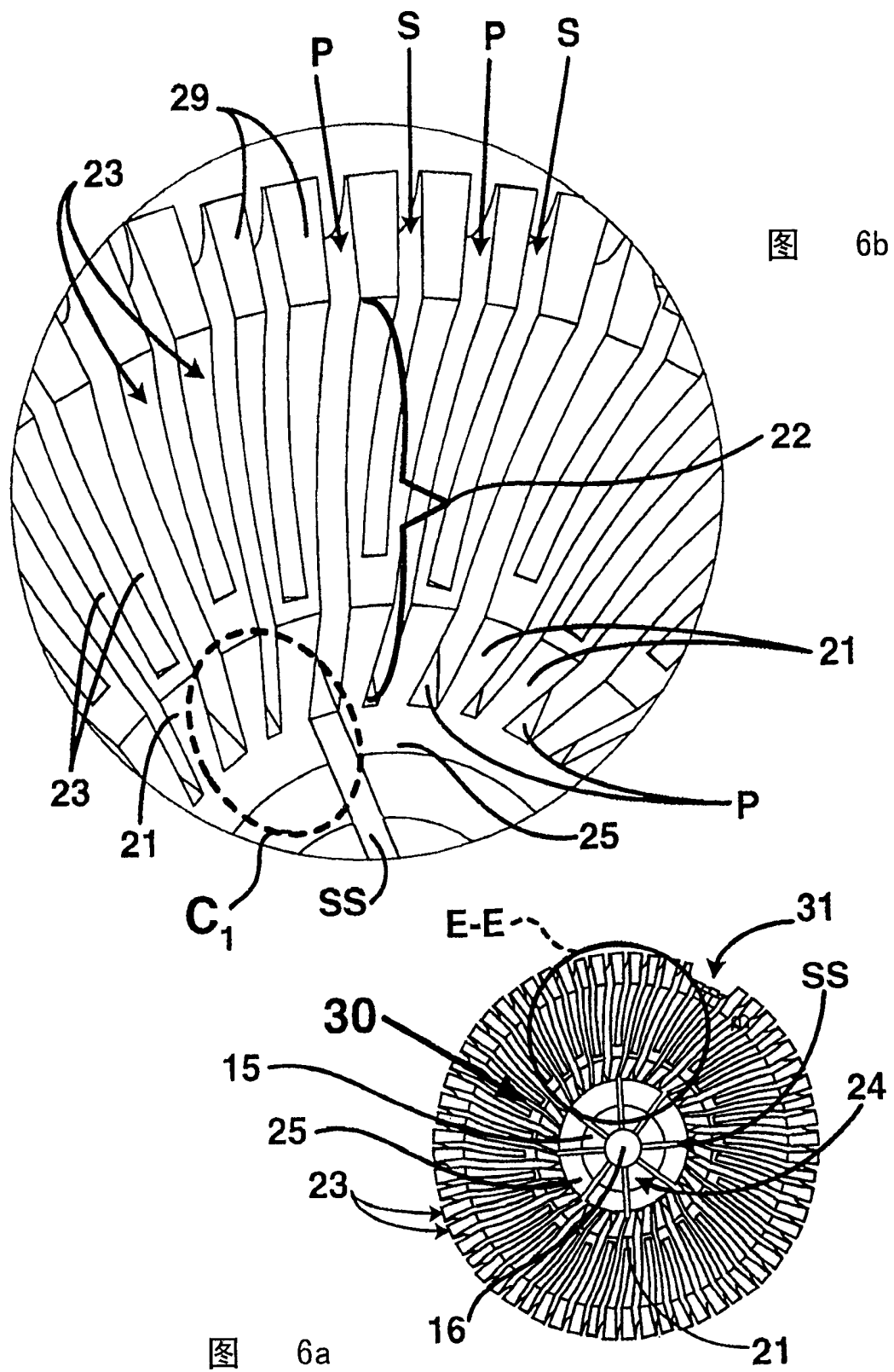


图 5



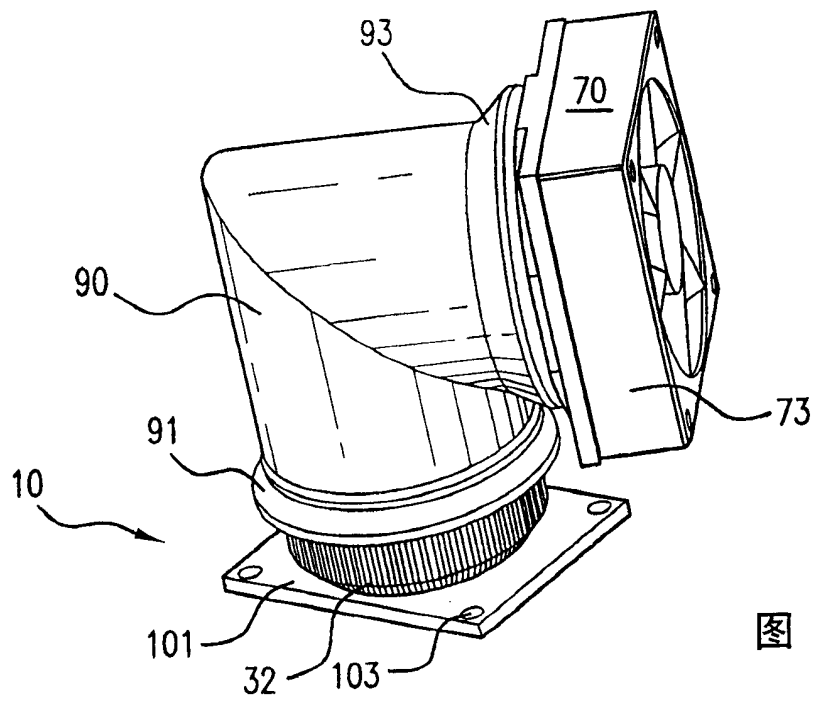


图 7a

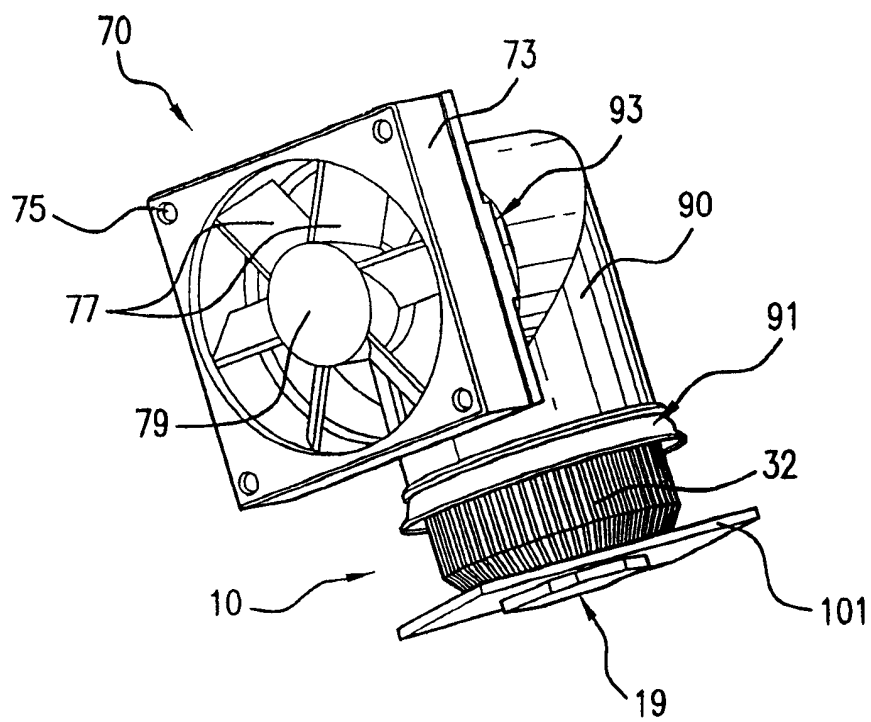


图 7b

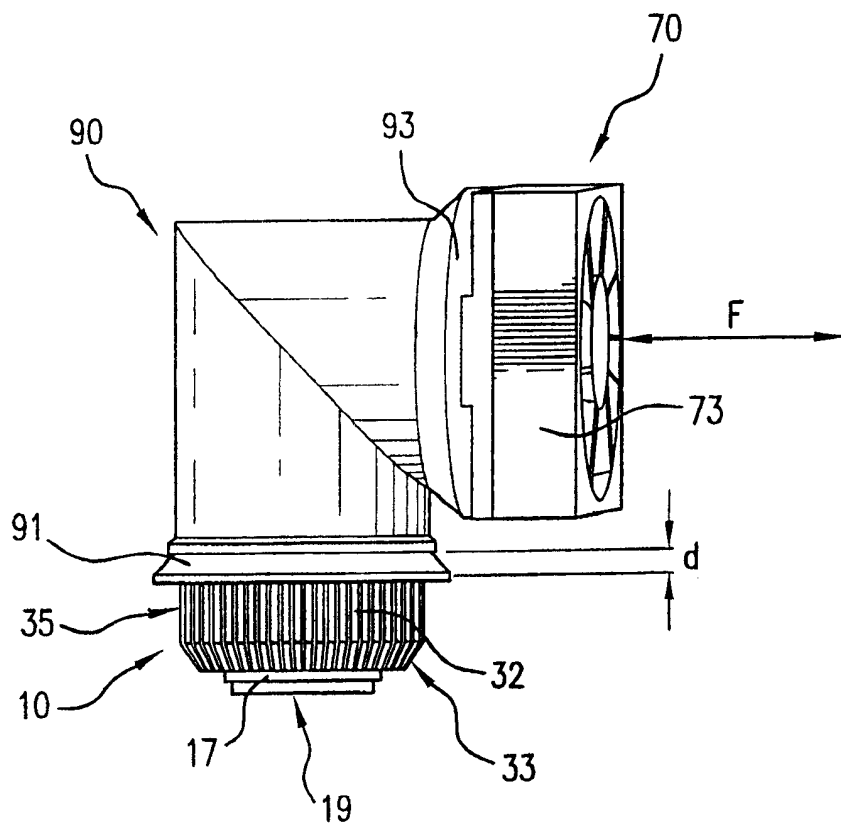


图 7c

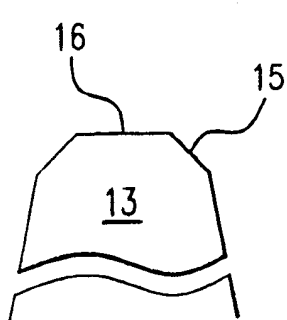


图 16a

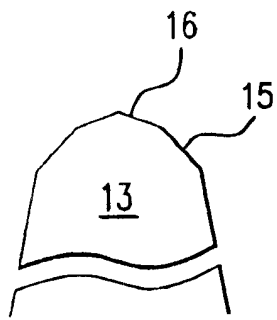


图 16b

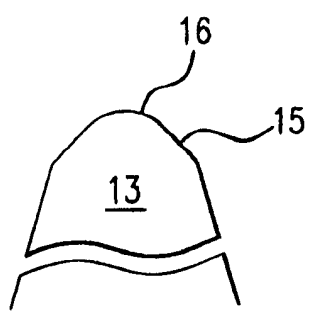


图 16c

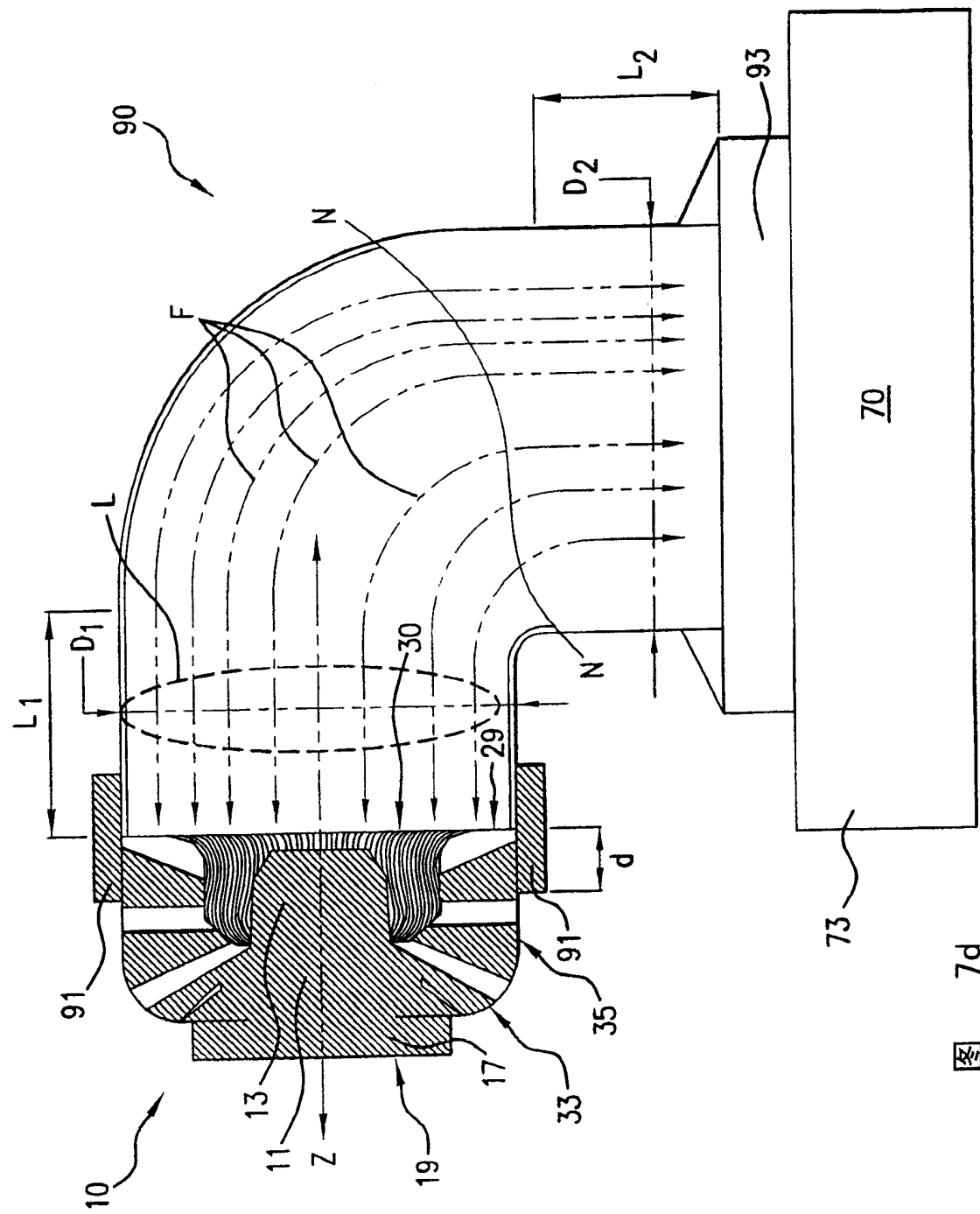
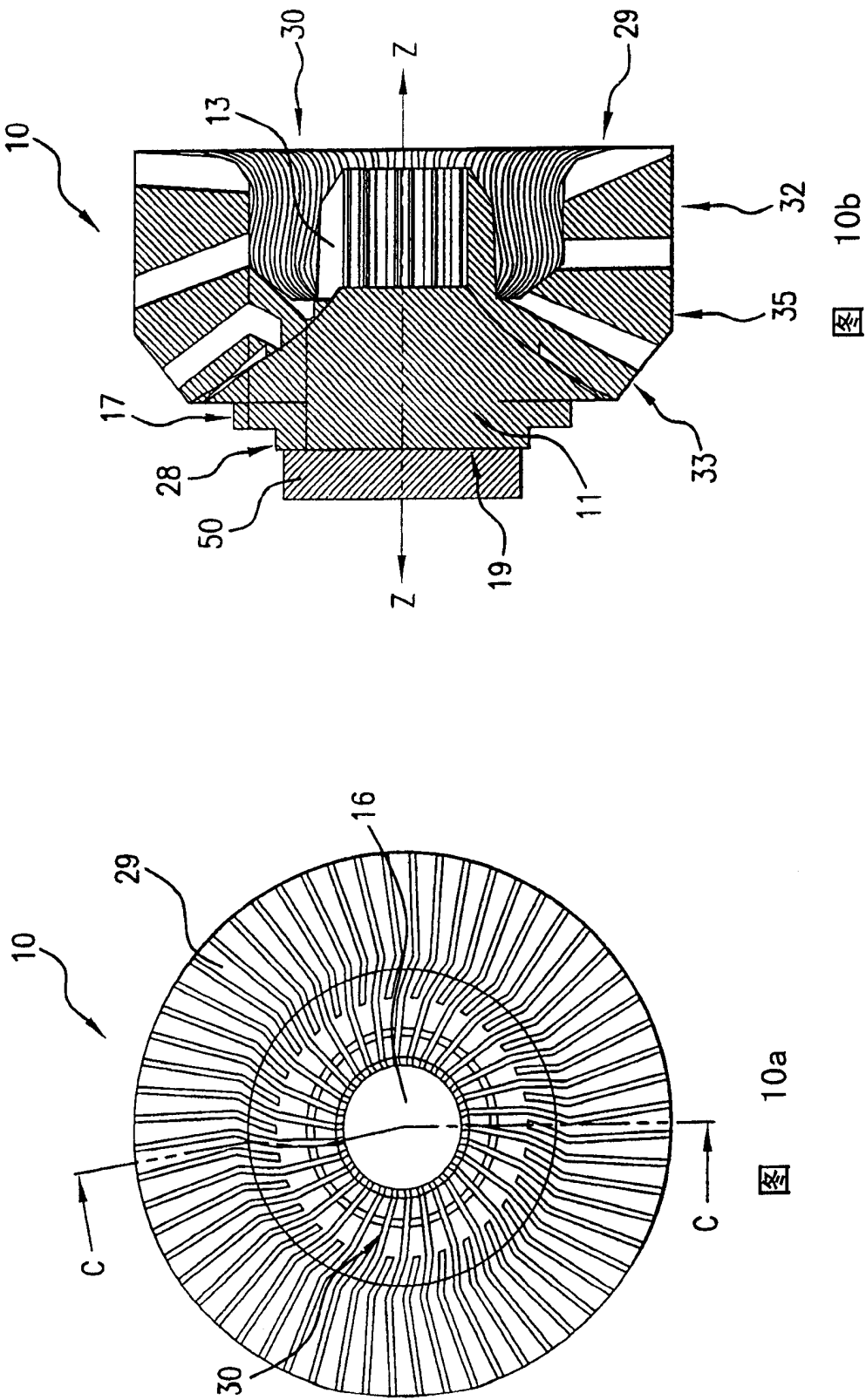


图 7d



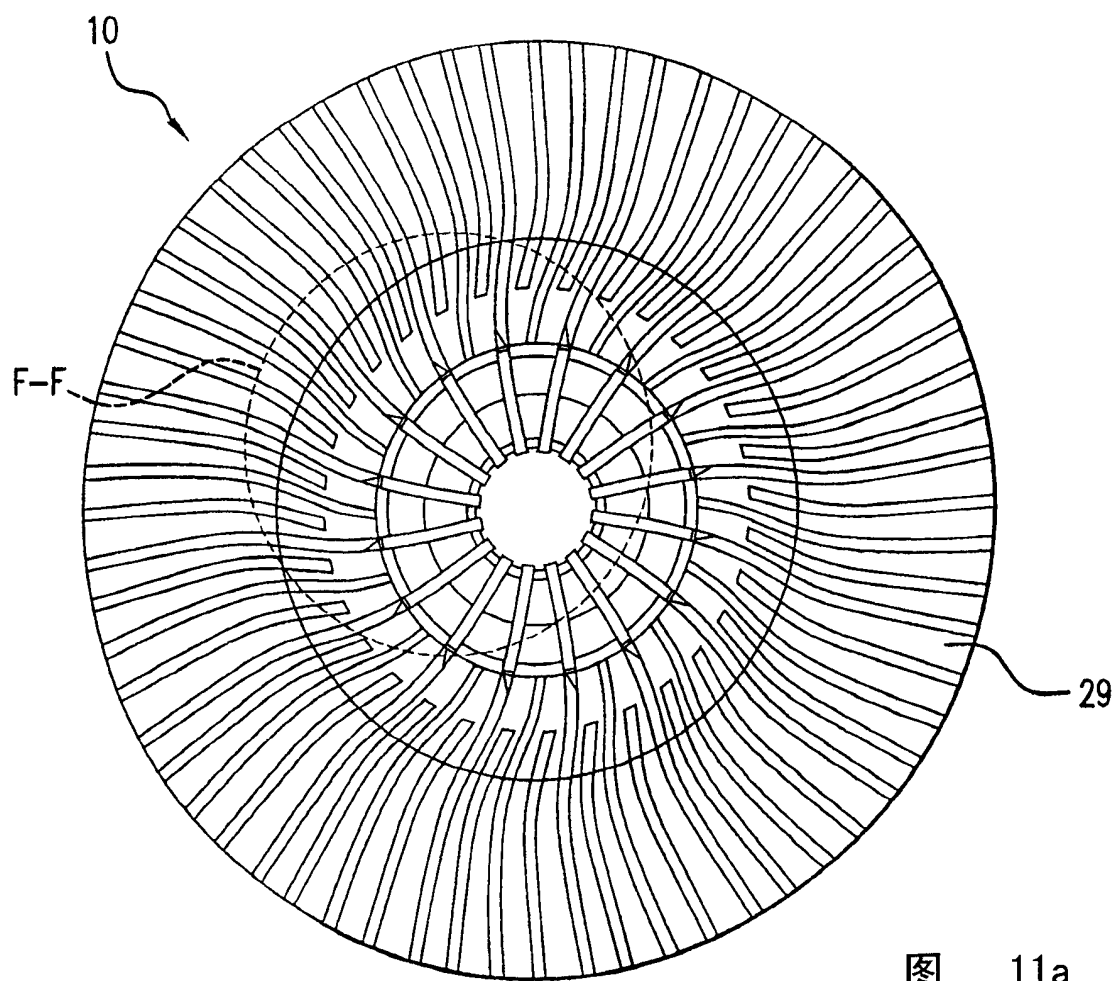


图 11a

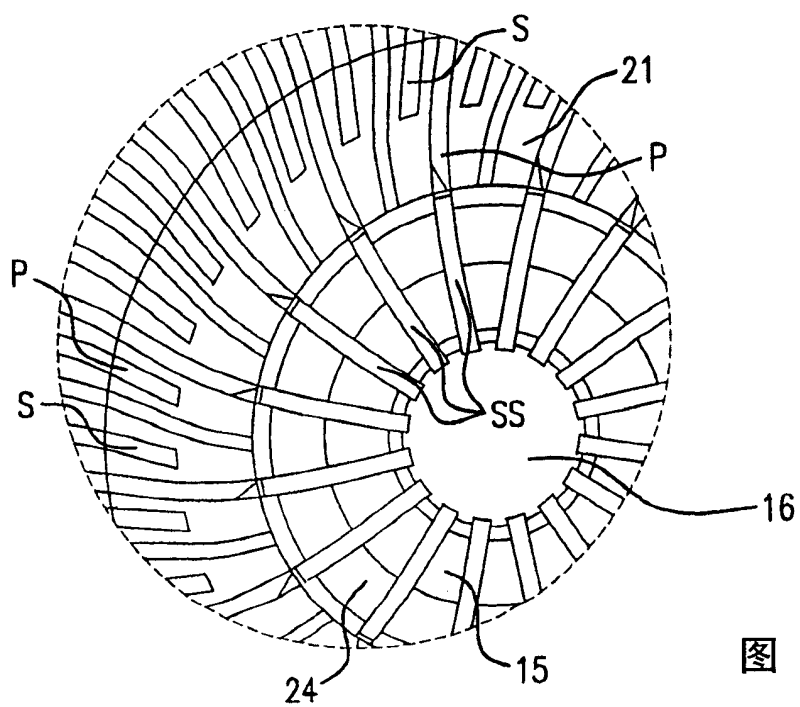


图 11b

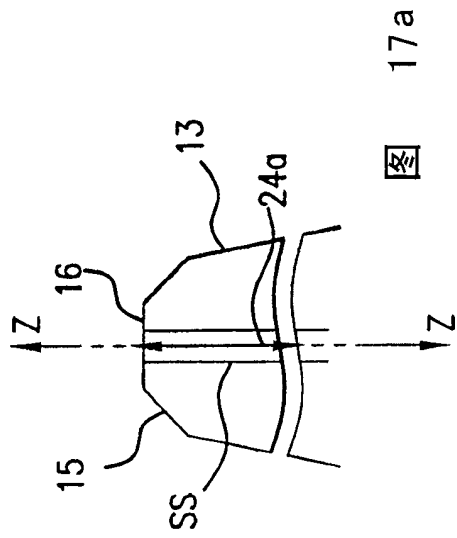


图 17a

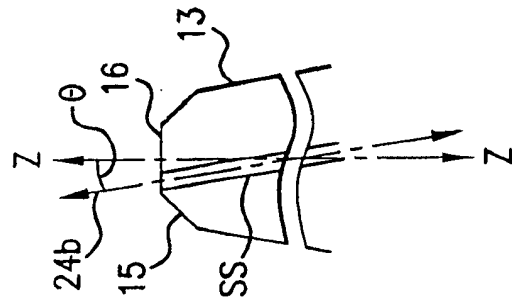


图 17b

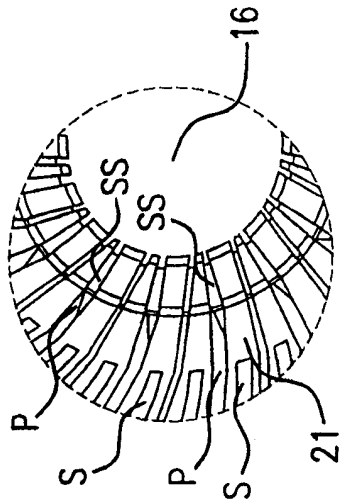


图 12b

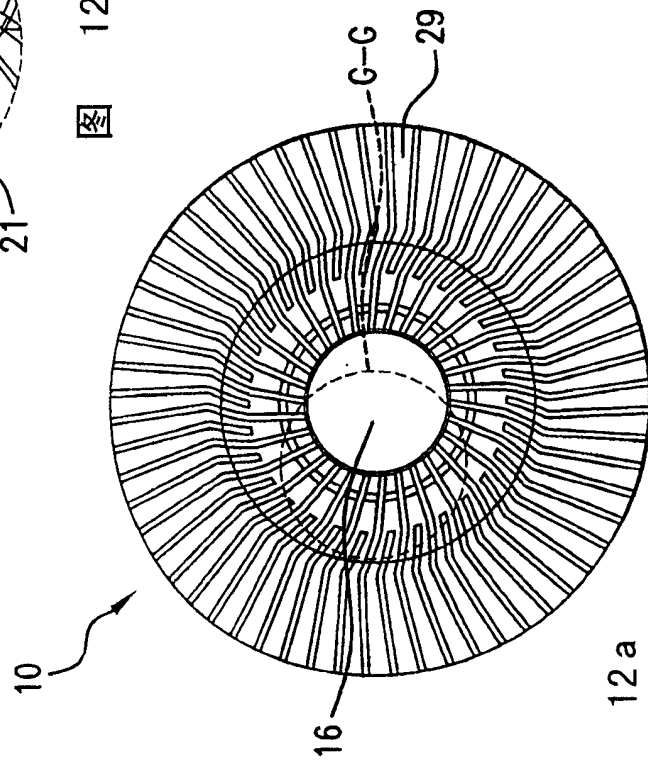
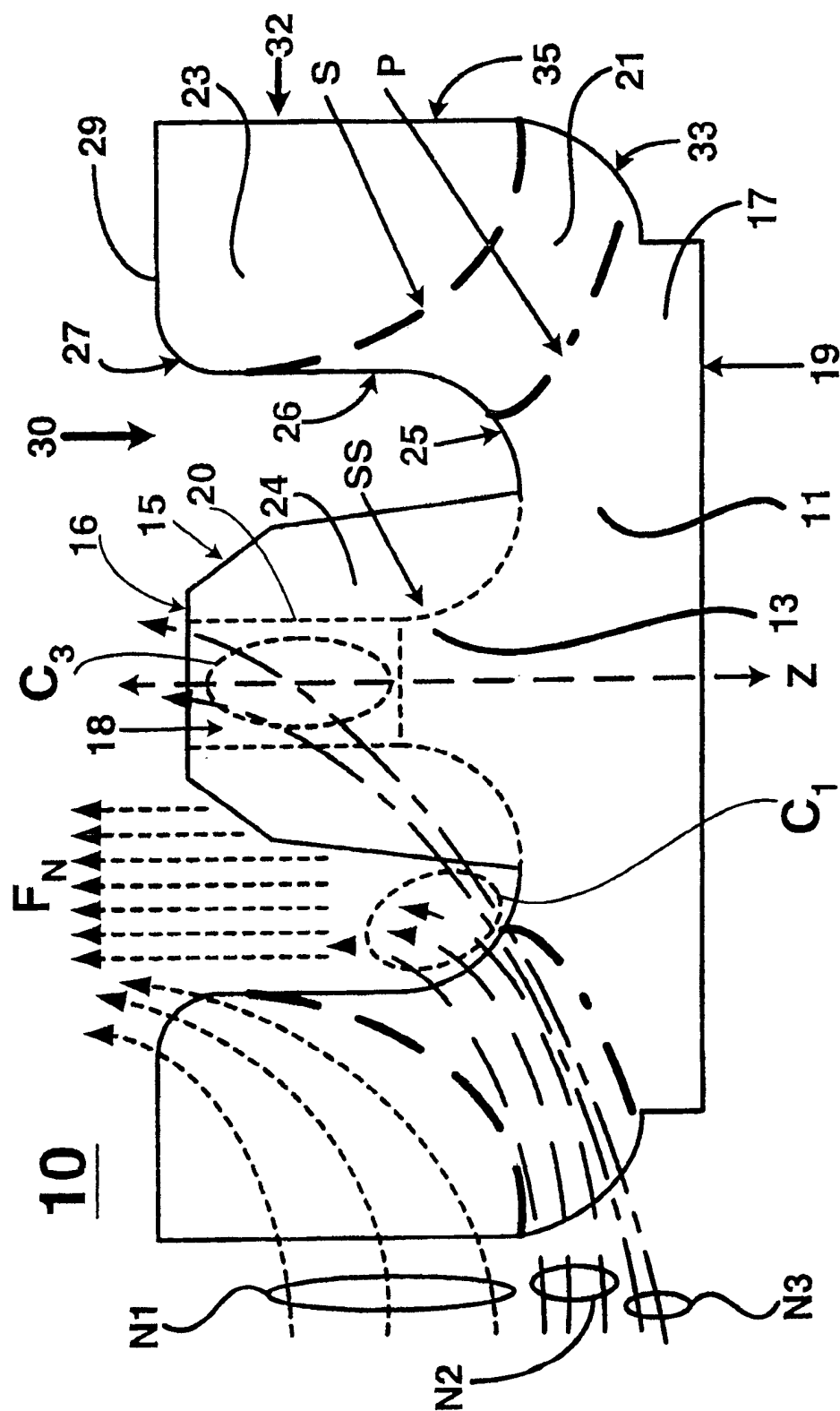


图 12a



14

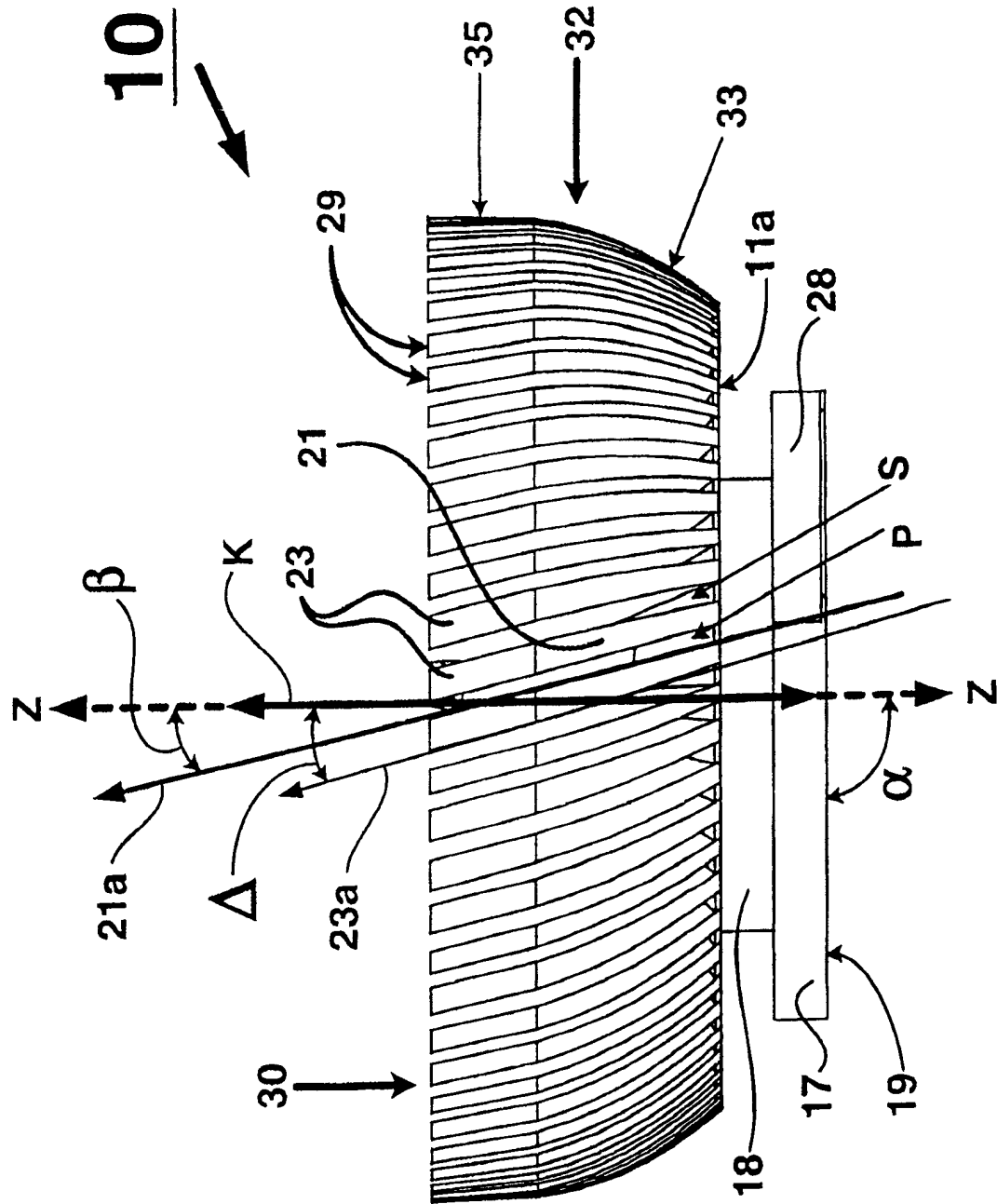


图 18