



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102114669 B

(45) 授权公告日 2015.01.28

(21) 申请号 201110001419.5

JP 6-304833 A, 1994.11.01, 说明书

(22) 申请日 2011.01.06

[0035]-[0036] 段、附图 1.

(30) 优先权数据

JP 7-314338 A, 1995.12.05, 全文.

2010-001056 2010.01.06 JP

JP 2719218 B2, 1997.11.14, 全文.

(73) 专利权人 信越化学工业株式会社

JP 2007-44806 A, 2007.02.22, 全文.

地址 日本东京

JP 2000-280160 A, 2000.10.10, 全文.

(72) 发明人 土井祐仁 美浓轮武久

审查员 王妍

长谷川孝幸 山口隆治 佐藤孝治

(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

代理人 王会卿

(51) Int. Cl.

B23Q 3/06 (2006.01)

B28D 1/24 (2006.01)

B28D 7/04 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2001-212730 A, 2001.08.07, 说明书

[0019]-[0025] 段、附图 1-6.

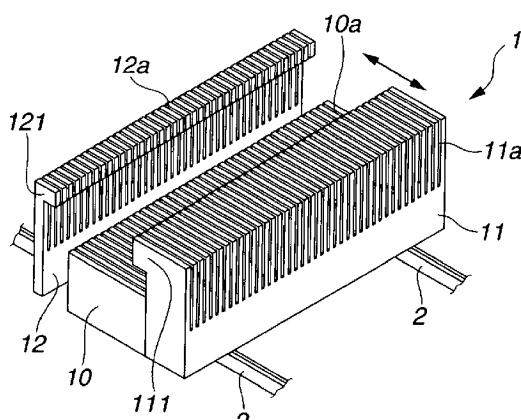
权利要求书1页 说明书16页 附图15页

(54) 发明名称

稀土磁铁保持夹具、切割机和切割方法

(57) 摘要

本发明公开了一种磁铁保持夹具，其包括平台以及设置在平台相对两侧的第一保持座和第二保持座。平台设置有多个通道，保持座是栅状的以便限定多个指部和多个缝隙，所述通道和所述缝隙对准以便限定引导路径，所述引导路径用于允许切割刀片进入其中，并且保持座还构造为指状的钩。保持座钩与安放于平台上的稀土磁铁块接触。在保持座的下部部分处向内推动保持座，以便使第二保持座的每个钩指部在比第一保持座的每个钩指部更高的高度处与磁铁块处于压力邻接，从而在平台上将磁铁块保持就位。



1. 一种夹具, 用于在通过具有多切割刀片的切割机沿横向方向切割稀土磁铁块时将稀土磁铁块保持就位, 所述夹具包括平台、第一保持座和第二保持座,

其中磁铁块安放在所述平台上, 所述平台沿横向方向具有相对两侧,

所述第一保持座设置在平台的一侧并且与平台一体或分离地构造,

所述第二保持座设置在平台的另一侧并且与平台分离地构造,

其中平台的至少顶部部分设置有多个通道, 第一和第二保持座的至少上部部分是栉状的以便限定多个指部和多个缝隙, 所述通道和所述缝隙对准以便一起限定引导路径, 所述引导路径用于允许切割刀片进入其中, 第一和第二保持座的上部部分还构造为指状的钩, 每个指状的钩具有向内凸出的尖端, 平台、第一和第二保持座装配成使得第一和第二保持座的钩尖端与安放于平台上的磁铁块的上部部分接触,

所述夹具进一步包括推动装置, 用于在第一和第二保持座的下部部分处向内推动第一和第二保持座, 第一和第二保持座构造使得其中一个保持座的钩的每个指部的尖端在比另一个保持座的钩的每个指部的尖端更高的高度处与磁铁块处于压力邻接, 从而在平台上将磁铁块保持就位。

2. 一种用于切割稀土磁铁块的机器, 其包括根据权利要求 1 所述的夹具。

3. 根据权利要求 2 所述的用于切割稀土磁铁块的机器, 还包括多刀片式组件, 所述多刀片式组件包括多个切断研磨刀片, 所述切断研磨刀片在沿轴向间隔开的位置处同轴地安装于转动轴上, 每个所述刀片包括呈薄盘或薄油炸圈饼状盘形式的芯部和位于芯部的外周边缘上的周边切割部分。

4. 一种用于使用切割机和根据权利要求 1 所述的夹具切割稀土磁铁块的方法, 包括以下步骤:

通过夹具将磁铁块保持就位,

提供多刀片式组件作为切割机, 所述多刀片式组件包括多个切断研磨刀片, 所述切断研磨刀片在沿轴向间隔开的位置处同轴地安装于转动轴上, 每个所述刀片包括呈薄盘或薄油炸圈饼状盘形式的芯部和位于芯部的外周边缘上的周边切割部分,

在转动切断研磨刀片的同时, 沿磁铁块的横向方向相对地移动夹具和多刀片式组件, 从而机加工磁铁块, 和

重复机加工步骤一次或多次直到将磁铁块切断机加工成多个件,

将磁铁块分成多个件的最后机加工步骤包括: 在具有在较高高度处与磁铁块处于压力邻接的钩指部尖端的一个保持座侧开始机加工, 和继续机加工直到另一个保持座侧。

## 稀土磁铁保持夹具、切割机和切割方法

### 技术领域

[0001] 本发明总体涉及用于对稀土磁铁块进行多切断机加工的多刀片式切割机。更特别而言，本发明涉及一种用于在通过多刀片式切割机进行机加工期间固定地保持磁铁块的夹具。本发明还涉及一种切断机加工方法。

### 背景技术

[0002] 用于制造稀土磁铁的商品的系统包括单部件式系统和多部件式系统，在单部件式系统中，在加压模制阶段生产具有基本上与产品相同形状的部件，在多部件式系统中，一旦模制大块后，通过机加工将该大块分成多个部件。在图1中示意性地示出了这些系统。图1A示出了单部件式系统，其包括加压模制、烧结或热处理、以及精整步骤。模制的部件P101、烧结或热处理的部件P102和成品部件（或产品）P103形状和尺寸基本上相同。在进行正常烧结的范围内，获得接近网状的烧结部件，并且精整步骤的负荷较低。然而，当希望制造小尺寸的部件或者沿磁化方向具有较低厚度的部件时，加压模制和烧结的工艺序列难以形成正常形状的烧结部件，导致制造产率降低，并且在最坏的情况下，不能形成此类部件。

[0003] 相比之下，图1B中所示的多部件式系统消除了上述问题并容许以高生产率和通用性进行加压模制和烧结或热处理步骤。这种多部件式系统现在成为稀土磁铁制造的主流。在多部件式系统中，模制块P101和烧结或热处理块P102的形状和尺寸基本上相同，但是随后的精整步骤需要切割。制造成品部件P103的关键在于如何以最有效和浪费最少的方式将块切断机加工。

[0004] 用于切断机加工稀土磁铁块众所周知的方法包括使用结合于其表面的磨粒的丝线的丝线切割方法、使用外径和内径刀片的外径和内径切割方法。

[0005] 用于切割稀土磁铁块的工具包括两种类型，金刚石砂轮内径（ID）刀片和金刚石砂轮外径（OD）刀片，金刚石砂轮内径（ID）刀片具有结合于薄油炸圈饼状盘的内周边的金刚石砂粒，金刚石砂轮外径（OD）刀片具有结合于作为芯部的薄盘的外周边的金刚石砂粒。当今，使用OD刀片的切断机加工技术成为主流，尤其是从生产率方面来看。使用ID刀片的机加工技术由于单刀片切割模式因而生产率低。在OD刀片的情况下，可以进行多切割。图2示出了一种示例性的多刀片式组件5，其包括利用间隔件（未示出）交替地、同轴地安装于转轴52上的多个切断研磨刀片51，每个刀片51包括呈薄油炸圈饼状盘形式的芯部51b和位于芯部51b外周边缘上的磨粒层51a。这种多刀片式组件5能够进行多切断机加工，即将块一次机加工成多个部件。

[0006] 当通过多刀片式组件机加工稀土磁铁块时，磁铁块通常通过利用蜡或类似粘合剂结合而被紧固至碳基支承物，所述蜡或类似粘合剂在切割以后可被除去。利用蜡的结合通过以下方式实现：加热碳基支承物和磁铁块、在支承物与磁铁块之间施加熔化的蜡并冷却以便固化。在这种情况下，磁铁块被切割成多个件。切割操作之后是加热以便使蜡熔化，容许磁铁件被从支承物除去。因为这时蜡保持附接至磁铁件，所以必须使用溶剂之类除去蜡。

[0007] 除了切割步骤之外，利用蜡紧固磁铁块的粘着方法还包括热结合、热剥除和清洁

的伴随步骤,使得过程非常繁琐。因此,增加了切割过程的成本。这个问题的一种解决方案是用于在不需要蜡的情况下保持磁铁块的装置,特别是一种为栉状的以便在切割期间容许切割刀片通过的保持夹具。

[0008] 例如,JP-A H06-304833 和 JP-A 2001-212730 公开了一种机构,所述机构包括夹具部分,所述夹具部分枢转地安装以用于将工件保持于支承物上。因为夹具可保持的工件的形状和尺寸受到限制,所以必须为工件的特定形状分别地准备夹具。

[0009] 在 JP-A 2007-044806 和 JP-A 2000-280160 中所公开的夹具中,切割方向被设定为竖直。切割距离被限制为切割刀片组件向下运动的距离。这抑制了一种有效设置结构的实现,在这种设置结构中,多个工件沿切割方向串列地设置。

[0010] 大多数上述专利文件涉及用于通过栉状夹具夹紧工件的机构。如针对相应文献所述,它们具有例如磁铁块的形状受限、装载 / 卸载操作繁琐和切分的数量受限之类的问题。事实上,这些机构难以将工件或磁铁块保持就位一直到切割完成。可能发生的是,紧跟切割之后,磁铁件在转动的切割刀片的影响下被吸引地向旁边移动并与夹具分离,且与在切割结束时正在缩回的、处于转动中的切割刀片形成接触。于是磁铁件可能被磨损,导致尺寸降低,并且磁铁件与切割刀片之间的干涉可能引起磁铁件裂纹和 / 或切割刀片损伤。

[0011] 如上所述,本申请引用的专利文献包括:专利文献 1 :JP-AH06-304833 ;专利文献 2 :JP-A 2001-212730 ;专利文献 3 :JP-A2007-044806 ;和专利文献 4 :JP-A 2000-280160。

## 发明内容

[0012] 本发明的一个目的是提供一种夹具,用于在通过多切割刀片将稀土磁铁块切割成多件时将稀土磁铁块保持就位,其能在切割期间和紧接切割之后有效地防止磁铁件向旁边移动,从而在切割之后保持磁铁件的提高的尺寸精度;提供一种包括所述夹具的稀土磁铁块切割机;以及提供一种使用所述夹具的切割方法。

[0013] 发明人发现,如下文所限定的磁铁保持夹具在切割期间防止了工件向旁边移动并且保证了将工件保持就位。所述夹具可有利地用于通过多外径切断研磨刀片切割稀土磁铁块。当在切断研磨刀片的周边切割部分插入引导路径的情况下,多切断研磨刀片转动时,夹具防止工件向旁边移动。这保证了切割操作的高精度和高速度。

[0014] 根据一个方面,本发明提供了一种夹具,用于在通过具有多切割刀片的切割机沿横向方向切割稀土磁铁块时将稀土磁铁块保持就位,所述夹具包括平台、第一保持座和第二保持座,磁铁块安放在所述平台上,所述平台沿横向方向具有相对两侧,所述第一保持座设置在平台的一侧并且与平台一体或分离地构造,所述第二保持座设置在平台的另一侧并且与平台分离地构造。平台的至少顶部部分设置有多个通道,第一和第二保持座的至少上部部分是栉状的以便限定多个指部和多个缝隙,所述通道和所述缝隙对准以便一起限定引导路径,所述引导路径用于允许切割刀片进入其中,第一和第二保持座的上部部分还构造为指状的钩,每个指状的钩具有向内凸出的尖端,平台、第一和第二保持座装配成使得第一和第二保持座的钩尖端与安放于平台上的磁铁块的上部部分接触。夹具进一步包括推动装置,用于在第一和第二保持座的下部部分处向内推动第一和第二保持座,第一和第二保持座构造使得其中一个保持座的钩的每个指部的尖端在比另一个保持座的钩的每个指部的尖端更高的高度处与磁铁块处于压力邻接,从而在平台上将磁铁块保持就位。

[0015] 本发明还提供了一种用于切割稀土磁铁块的机器，其包括上文限定的夹具。典型地，切割机还包括多刀片式组件，所述多刀片式组件包括多个切断研磨刀片，所述切断研磨刀片在沿轴向间隔开的位置处同轴地安装于转动轴上，每个所述刀片包括呈薄盘或薄油炸圈饼状盘形式的芯部和位于芯部的外周边缘上的周边切割部分。

[0016] 根据另一个方面，本发明提供了一种用于使用切割机和上文限定的夹具切割稀土磁铁块的方法，包括以下步骤：

[0017] 通过夹具将磁铁块保持就位，

[0018] 提供多刀片式组件作为切割机，所述多刀片式组件包括多个切断研磨刀片，所述切断研磨刀片在沿轴向间隔开的位置处同轴地安装于转动轴上，每个所述刀片包括呈薄盘或薄油炸圈饼状盘形式的芯部和位于芯部的外周边缘上的周边切割部分，

[0019] 在转动切断研磨刀片的同时，沿磁铁块的横向方向相对地移动夹具和多刀片式组件，从而机加工磁铁块，和

[0020] 重复机加工步骤一次或多次直到将磁铁块切割机加工成多个件，

[0021] 将磁铁块分成多个件的最后机加工步骤包括：在具有在较高高度处与磁铁块处于压力邻接的钩指部尖端的一个保持座侧开始机加工，和继续机加工直到另一个保持座侧。

[0022] 本发明的有益效果包括：当通过多切断研磨刀片切割稀土磁铁块时，能够通过夹具将磁铁块保持就位而不需要蜡结合。本发明的夹具比现有技术的夹具简单，其在切割操作期间防止工件向旁边移动并且保证切割操作的高精度和高速度。本发明的夹具在工业中具有很大的价值。

## 附图说明

[0023] 当参考附图阅读以下详细说明时，本发明的这些及其它特征、方面和优点将得到更好理解，其中在附图中同样的附图标记表示同样的部件，图中：

[0024] 图 1 示意性地示出了包括加压模制、烧结 / 热处理和精整步骤的稀土磁铁件制造过程，示出了部件的形状如何在连续的步骤中改变。

[0025] 图 2 为示出了一种示例性多刀片式组件的透视图。

[0026] 图 3 示出了根据本发明一个实施例的一种示例性磁铁保持夹具，图 3A 为透视图，其中第一和第二保持座正准备待用，图 3B 为透视图，其中第一和第二保持座与磁铁块接触，而图 3C 为图 3B 的侧视图。

[0027] 图 4 为透视图，示出了被拆开的平台、第一和第二保持座。

[0028] 图 5 示出了如何通过夹具保持磁铁块，图 5A 为与磁铁块接触的第一和第二保持座的侧视图，图 5B 为与磁铁块处于压力邻接关系以将磁铁块保持就位的第一和第二保持座的侧视图。

[0029] 图 6 示出了根据本发明的另一个实施例的一种示例性磁铁保持夹具，图 6A 为透视图，其中第一和第二保持座与磁铁块接触，图 6B 为图 6A 的侧视图，而图 6C 为与磁铁块处于压力邻接关系以将磁铁块保持就位的第一和第二保持座的侧视图。

[0030] 图 7 示出了一种示例性多夹具设置结构，其包括沿磁铁块的横向切割方向串列地设置的多个夹具，图 7A 为透视图，其中第一和第二保持座与磁铁块接触，图 7B 为图 7A 的部分侧视图，而图 7C 为与磁铁块处于压力邻接关系以将磁铁块保持就位的第一和第二保持

座的局部侧视图。

[0031] 图 8 示出了根据本发明的另一个实施例的一种示例性磁铁保持夹具,图 8A 为透视图,其中第一和第二保持座与磁铁块接触,而图 8B 为图 8A 的侧视图。

[0032] 图 9 示出了一种示例性切削液给送喷嘴,图 9A 为透视图,图 9B 为平面图,图 9C 为正视图,而图 9D 为图 9A 中的圆 X 的放大图。

[0033] 图 10 示出了另一种示例性切削液给送喷嘴,图 10A 为平面图,图 10B、10C 和 10D 分别为沿着图 10A 中的线 B-B、C-C 和 D-D 剖开的剖视图。

[0034] 图 11 为示出了图 2 的多刀片式组件与图 9 或图 10 的切削液给送喷嘴的组合的透视图,其中切断研磨刀片被插入给送喷嘴中的缝隙中。

[0035] 图 12 为透视图,示出了使用多刀片式组件与切削液给送喷嘴的组合对稀土磁铁块进行切断机加工。

[0036] 图 13 示意性地示出了如何在切割时保持磁铁件,图 13A 示出了在相同高度与磁铁件邻接的保持座钩,图 13B 为沿着图 13A 中的线 X-X 剖开的的剖视图,图 13C 示出了在不同高度与磁铁件邻接的保持座钩,图 13D 为沿着图 13C 中的线 Y-Y 剖开的剖视图。

[0037] 图 14 示意性地示出了切断研磨刀片的转动和移动的方向,这时进而切断机加工磁铁块。

[0038] 图 15 为示出了用于实例和比较实例中的夹具的尺寸的视图。

## 具体实施方式

[0039] 在下面的说明中,单数形式“一个”、“一种”、和“这个(那个)”等包括多个涉及的对象,除非文中清楚地规定并非如此。在这里使用时,例如“上(上部)”、“下(下部)”、“向外”、“向内”等等术语为叙述方便的用词,而不应被认为是限制性术语。例如,在这里使用时,术语“向内”指的是朝向磁铁块的纵向轴线的方向,而术语“向外”指的是背离磁铁块的轴线的方向并且可与“向后”互换。所使用的术语“轴向”是相对于圆形刀片的中心(或轴的轴线)以及与其平行的方向而言,并且所使用的术语“径向”相对于圆形刀片的中心而言。

### [0040] 夹具

[0041] 本发明的磁铁保持夹具用来在通过切割机(例如线锯或 OD 切断研磨轮刀片机)将稀土磁铁块切断机加工成具有所需尺寸的多件时将稀土磁铁块(典型地是烧结的稀土磁铁块)保持就位。沿横向方向切割磁铁块。

[0042] 夹具包括平台、第一保持座和第二保持座。平台为其上安放着磁铁块的基板。当沿磁铁块的横向方向观察时,第一和第二保持座设置在平台的相对两侧上。第一保持座设置在平台的一侧上,并且与平台一体地或分离地构造。第二保持座设置在平台的另一侧上,并且与平台分离地构造。第一和第二保持座沿横向方向从相对两侧夹紧磁铁块以在平台上将磁铁块保持就位。

[0043] 参看图 3 和 4,示出了根据本发明一个实施例的一种示例性磁铁保持夹具。示出的夹具 1 包括平台 10,在平台 10 上安放着待沿由图 3 中的箭头所示的横向方向切割的长方体形状的稀土磁铁块 M。第一和第二保持座 11 和 12 沿横向方向设置在平台 10 的相对两侧上。平台 10、第一和第二保持座 11 和 12 安装于线性引导机构 2 上以便使得在装载或卸载

磁铁块 M 和将磁铁块 M 保持就位时, 它们仅被容许沿横向方向运动, 并且使得第一和第二保持座 11 和 12 不会向前或向后下落。

[0044] 第一和第二保持座的至少上部部分为栉状的以便限定多个指部和多个缝隙。第一和第二保持座的上部部分还构造为指状的钩, 每个指状的钩具有向内凸出的尖端(面向磁铁块)。第一和第二保持座构造造成使得钩的尖端可与平台上的磁铁块的上部部分(上侧表面或顶表面)形成接触。

[0045] 特别是, 在图 3 和 4 的夹具中, 第一和第二保持座 11 和 12 的上部部分构造为具有倒置 L 形横截面的指状的钩 111。值得注意的是, 第一和第二保持座 11 和 12 每个整体上构造为具有倒置 L 形横截面的钩。每个钩 111、121 具有向内凸出的尖端(面向磁铁块), 所述尖端可与箱形磁铁块 M 形成接触(在其侧壁上部部分处)。

[0046] 平台的至少顶部部分设置有多个通道, 而第一和第二保持座的至少上部部分为栉状的以便限定多个指部和多个缝隙, 如上所述。平台中的通道与第一和第二保持座中的缝隙对准以便一起限定用于在切割磁铁块时允许切割刀片进入其中的引导路径。

[0047] 特别是, 在图 3 和 4 的夹具中, 平台 10 的顶部部分沿磁铁块 M 的横向方向设置有预定数目的通道 10a。通道的数目根据由磁铁块切割的磁铁件的尺寸确定。例如, 在图 3 和 4 的实施例中形成 39 条通道, 但是通道的数目并不限于此。包括钩形上部部分和中间部分的第一和第二保持座 11 和 12 为栉状的, 以便形成预定数目的指部(111、121)和在其间限定的缝隙 11a、12a。缝隙 11a、12a 与通道 10a 对准以便限定引导路径。例如, 在图 3 和 4 的实施例中形成 39 条缝隙, 但是缝隙的数目并不限于此。

[0048] 当包括平台和第一和第二保持座的夹具将磁铁块保持就位时, 磁铁块首先安放在平台上。第一和第二保持座设置成使得它们的尖端处的钩可与磁铁块的上部部分接触。在第一保持座构造造成与平台一体的实施例中, 磁铁块安放在平台上以便使得第一保持座在其尖端的钩可与磁铁块的一侧接触, 随后, 移动第二保持座以便使得在第二保持座尖端的第二保持座钩可与磁铁块的相对另一侧接触。

[0049] 夹具还包括推动装置, 用于在第一和第二保持座的下部部分向内推动第一和第二保持座, 从而将第一和第二保持座压在磁铁块上。然后, 第一和第二保持座的钩发生弹性变形并且向后移动或向外弯曲。指状的钩邻接磁铁块。弹性变形产生应力, 由于应力引起的回复力造成指状的钩邻接磁铁块, 从而在平台上将磁铁块保持就位。

[0050] 特别是, 图 3 和 4 的夹具设置成使得第一和第二保持座 11、12 在其尖端处的钩 111、121 与安放于平台 10 上的磁铁块 M 接触。如图 5A 中所示, 设置推动装置(由粗箭头示出)以用于沿横向方向从外部在第一和第二保持座 11 和 12 的下部部分处向内推动第一和第二保持座 11 和 12。然后, 如图 5B 中所示, 使得第一和第二保持座 11 和 12 的钩 111、121 发生弹性变形。第一和第二保持座 11 和 12 的钩 111、121 相对于第一和第二保持座 11 和 12 的下部部分向后移动(或向外弯曲)。指状的钩 111、121 与磁铁块 M 处于压力邻接。弹性变形产生应力, 由于应力引起的复原力造成指状的钩 111、121(特别是, 图 3 和 4 的装置中的第一和第二保持座上的总计 80 个钩指部)向内压磁铁块 M 从而在平台 10 上将磁铁块 M 保持就位。在推动装置开始向内推动第一和第二保持座 11 和 12 之前(在钩与磁铁块形成压力邻接之前), 第一和第二保持座 11 和 12 在其钩尖端处与磁铁块接触, 并且第二保持座 12 与平台 10 间隔开。

[0051] 本发明的夹具特征在于第一和第二保持座构造成使得保持座的钩的尖端在不同高度与磁铁块邻接。特别是,如图3和4中所示,第二保持座12的钩121在比第一保持座11的钩111更高的高度与磁铁块M邻接。在所示实施例中第一和第二保持座11和12之间的比较示出了第一保持座11的钩111在比第二保持座12的钩121更低的高度邻接磁铁块M。第一保持座的钩或第二保持座的钩可在更高的高度邻接磁铁块。与所示实施例相反,第一保持座的钩可在比第二保持座的钩更高的高度邻接磁铁块。无论如何,当致动推动装置以便向内推动保持座时,一个保持座的钩在比另一个保持座的钩更高的高度与磁铁块形成压力邻接。

[0052] 在向内压紧力作用下,保持座的钩发生弹性变形并且向后移动,采取向外歪曲姿势。于是应相信,磁铁块与保持座之间的接触为在钩的尖端表面的下边缘处的线接触或点接触,而非面接触(参见图5B)。考虑到磁铁块表面与保持座表面上的细小凹凸不平,实际接触的范围进一步受限。因为这个原因,如果第一保持座侧和第二保持座侧的接触线的高度(尤其是接触点)相同,就增加了磁铁件绕着连接接触点的轴线旋转的可能性。附图13A和13B示出了在切断机加工结束时从磁铁块切分的磁铁件之一,也标示为M。在磁铁件M被夹紧在第一和第二保持座11和12之间时,磁铁件M仍然保持在平台10上。如果第一和第二保持座11和12的钩在相同高度邻接磁铁件M,如图13A中所示,则连接接触点的直线A变成水平轴线,这产生了使得磁铁件M沿弯曲箭头所示的方向绕着轴线A旋转的可能性。由于磁铁件M安放于平台10上,这种旋转受到限制。然而,磁铁件M可能垂直于轴线A向旁边移动。如果磁铁件M略微向上向旁边移动,它就与平台10间隔开,从而容许旋转。

[0053] 当切断机加工厚磁铁块时,直到磁铁块被完全切分成离散的多件为止,并不发生旋转。紧接磁铁块被分成离散的件之前和之后,可能在任何外力的作用下而产生旋转。磁铁件的旋转可能引起尺寸精度降低。如果磁铁件在切割之后从夹具移开并与切割刀片接触,磁铁件和/或切割刀片可能受到损伤。

[0054] 发明人发现,旋转的自由度是造成磁铁件在紧接切断机加工之后向旁边移动的一个主要因素。在切断机加工的中间阶段,这时正被切割的磁铁件仍然通过磁铁块的未切割的部分连接,它们被整体上看作一个磁铁块。在紧接切断机加工之后,磁铁件变为离散的件。在这个阶段,每个磁铁件被夹紧在夹具中的第一和第二保持座上的指状的钩的相应指部之间。紧接切分之前和之后,由于包括切割刀片的研磨力和在切割操作期间喷射的切削液的压力在内的各种力被施加于磁铁块或磁铁件上,此类外力引起磁铁件旋转。

[0055] 相反,在本发明的夹具中,第一和第二保持座构造成使得保持座的钩在不同高度抵靠磁铁块,特别是,一个保持座的钩的每个指部的尖端在比另一个保持座的钩的每个指部的尖端更高的高度与磁铁块处于压力邻接。如图13C和13D中所示,在磁铁块M被夹紧在第一和第二保持座11和12的同时,在平台10上将磁铁块M保持就位。连接接触点的直线A变成磁铁件可绕着其旋转的倾斜轴线。在旋转轴线倾斜的情况下,在磁铁件能够旋转之前,磁铁件M不仅必须要沿竖直方向向上而且还要水平地(即沿横向方向或垂直横向方向的方向)大范围向旁边移动,以便使磁铁件M脱开平台10的约束并与平台10间隔开。就是说,倾斜轴线防止了磁铁件旋转。这使磁铁件从夹具的移动减至最小,使得能够实现高精度切割工艺。

[0056] 优选地,第一和第二保持座的钩指部尖端之间的高度差至少为待切割磁铁块高度

的 10%，由此可获得防止磁铁件旋转的错开邻接效果。由于在第一和第二保持座的钩都在磁铁块的上部部分与磁铁块邻接时可获得更强的保持力，钩之间的高度差更优选上限为磁铁块高度的 20%。更优选地，一个保持座的钩的高度上限为另一个保持座的钩的高度的 2/3，所述高度从磁铁块的底部测量。

[0057] 对于夹具来说可接受的是，在推动装置启动之前，第一和第二保持座 11 和 12 只有某些钩指部（111、121）（图 3 和 4 的实施例中的 80 个钩指部中的一些）与磁铁块接触。然后，向内推动第一和第二保持座 11 和 12 以便向后移动钩 111、121，使得所有钩指部（111、121）与磁铁块 M 形成压力邻接以便将磁铁块 M 保持就位。

[0058] 推动装置可为气压缸或凸轮夹紧装置，但是并不限于此。它也可为用于维持压紧力的使用螺旋接合的机构或者使用气压或液压的柱塞。

[0059] 如上所述，夹具设计成使得通过由在保持座的上部部分上形成的钩的向后运动所产生的压紧力将磁铁块保持就位。在向内推动第一和第二保持座以便使钩与磁铁块产生压力邻接之前，第一和第二保持座除了钩尖端之外并不与磁铁块保持接触。另外，在向内推动第一和第二保持座之前，在第一保持座与平台一体构造的实施例中，使第二保持座与平台间隔开，或者，在第一保持座与平台分离构造的实施例中，使第一和第二保持座中的一者或两者都与平台间隔开。平台与保持座之间的间距使得当朝向平台推动保持座时，保持座的上部部分中的钩可向后移动为将磁铁块保持就位所需要的预定量。

[0060] 推动装置向内推动保持座的位置使得保持座的上部部分中的钩可向后或向外移动。特别是，必须从外部推动保持座的下部部分，更特别而言，保持座的除钩以外的一部分。必须采取措施以使得即使当向内推动保持座的下部部分时，保持座自身不会倾翻。为此目的，例如，将保持座构造成使得，当将保持座的上部部分中的钩向后移动为将磁铁块保持就位所需要的预定量时，保持座可与平台形成压力邻接（即保持座与平台之间的间距可变为零）。另外，如果必要的话，可在保持座与平台之间设置预定长度的间隔件。

[0061] 替代地，将第一和第二保持座限制成使得它们仅可沿磁铁块的切割横向方向运动。例如，如图 3 和 4 中所示，第一和第二保持座 11 和 12 安装在线性滑动机构 2 上以便使得它们仅可沿磁铁块的切割横向方向运动。当在第一和第二保持座 11 和 12 的下部部分推动第一和第二保持座 11 和 12 时，滑动安装防止第一和第二保持座 11 和 12 倾翻，即使第一和第二保持座 11 和 12 与平台 10 间隔开。滑动安装还使得夹具能够应用于不同尺寸的磁铁块并且便于装卸磁铁块。如果磁铁块沿横向方向具有大尺寸，则将平台替换为一个更宽的平台，或者将两个或更多平台组合以便使得平台的尺寸可与磁铁块的尺寸相对应。

[0062] 在一个优选实施例中，第一和第二保持座中的一者或者两者都由具有  $5 \times 10^3$  MPa 至  $1 \times 10^5$  MPa 杨氏模量的材料形成。当通过在保持座的钩之间夹紧磁铁块而将磁铁块保持就位时，相应的钩发生弹性变形并且向后移动（或向外弯曲），如图 5B 中所示。如果钩的弹性变形太大，则钩的弯曲或倾斜变大，并且沿横向方向从钩至磁铁块的压紧力变得不足，容许磁铁块在切割操作期间从夹具松开。

[0063] 相反地，如果保持座由基本上不容许弹性变形的刚性材料形成，则存在夹具不能适应不同尺寸的磁铁块并且不能提供所需保持作用的风险。如上所述，保持座的钩发生弹性变形并且向后移动，采取向外弯曲姿势。于是应相信，磁铁块与保持座之间的接触为在钩的尖端表面的下边缘处的线接触或点接触，而非面接触。考虑到磁铁块表面与保持座表面

上的诸多细小凹凸不平，实际接触的范围进一步受限。

[0064] 在磁铁块上的不同位置之间，磁铁块或工件可具有约为至少若干微米的尺寸偏差，即使磁铁块已经进行尺寸精整。如果保持座的钩由能够适当弹性变形的材料形成，则指状的钩的指部可与磁铁块形成压力邻接，以便将磁铁块保持就位，同时能适应磁铁块的尺寸偏差。即使当磁铁块具有尺寸偏差时，夹具也能良好地发挥作用，因为推动装置推动保持座以使钩弹性变形并且使它向后移动（或使它向外歪曲），从而使得相应的钩指部与磁铁块处于压力邻接，同时适应磁铁块的尺寸偏差。由于由指状的钩的相应指部的弹性变形的应力所产生的复原力，所有钩指部可与磁铁块形成压力邻接。

[0065] 相反地，如果保持座的钩由基本上不容许弹性变形的刚性材料形成，则只有一些指状的钩的指部与磁铁块形成接触，或者只有一些指状的钩的指部与磁铁块形成压力邻接，而剩余的指部并不充分地邻接磁铁块。甚至在这种情形中，指状的钩的一些指部将整个磁铁块保持就位，直到磁铁块被切割成多个件。然而，紧接磁铁块被通过切割分离成多个磁铁件之前与之后，尽管需要保持离散的磁铁件，但与并不和磁铁块接触的剩余指部相对应的那些磁铁件并不处于压力邻接或者并不被充分地加压。于是，在切割操作期间，例如，在喷射到磁铁块的切削液压力下，那些磁铁件可能向旁边移动或者从夹具移开。磁铁件的任何变动都可能引起尺寸精度降低。如果在切割之后从夹具移开的磁铁件与切割刀片接触，磁铁件和 / 或切割刀片可能受到损伤。

[0066] 形成第一和第二保持座的材料应优选地具有充分高的屈服强度或试验应力，以便使得保持座的钩紧密地夹紧磁铁块以将其保持就位并且钩的通过弹性变形的向后运动的距离足够。特别是，考虑到磁铁块上的不同位置之间的上述尺寸偏差，当推动保持座以使得指状的钩的所有指部与磁铁块处于压力邻接时，甚至经受最大变形的那些指部也应当被保持在弹性变形区域范围内。低屈服强度或试验应力是不希望的，因为一旦钩发生大变形，由于从弹性变形区域到塑性变形区域的转变的原因，它们被保持变形。于是，将磁铁块保持就位所需要的复原力并不能实现。因此，第一和第二保持座中的一者或两者都优选地由具有至少  $2 \times 10^2 \text{ MPa}$  的屈服强度或试验应力的材料形成。从夹具重复使用的观点来看，第一和第二保持座中的一者或两者都优选地由具有至少  $8 \times 10^1 \text{ MPa}$  疲劳强度的材料形成。

[0067] 尽管对形成保持座的材料并无特别限制，但优选高强度工程塑料和金属或合金材料，例如铁、不锈钢、铝和黄铜。

[0068] 从磁铁块上的不同位置之间的尺寸偏差的观点来看，当切割已经进行尺寸精整的磁铁块时，保持座优选地形成为使得弹性变形可在钩的向后运动（或向外歪曲）之前和之后被维持在一变形量范围内，该范围为从 0.01mm 到 1mm，优选地从 0.01mm 到 0.1mm，作为第一和第二保持座的总量计算。特别是，该变形量可由与磁铁块邻接的钩沿横向方向的运动的距离表示。

[0069] 当具有较大尺寸偏差的磁铁块在紧接烧结之后且在尺寸精整之前进行切割时，保持座优选地形成为使得弹性变形可在钩向后运动（或向外歪曲）之前和之后维持在一变形量范围内，该范围为从 0.1mm 到 2mm，优选地为从 0.5mm 到 1.5mm，作为第一和第二保持座的总量计算。为了将弹性变形维持在该指定范围内，选择保持座尤其是钩的材料物理性能，并且适当地确定保持座尤其是钩的高度或宽度（沿钩的向外歪曲的方向）。

[0070] 值得注意的是，变形量的设置和钩形状的设计还可通过总体线性的静态分析进

行。适当的变形量为与磁铁块的尺寸偏差相对应的量。变形量可稍大于与磁铁块的尺寸偏差相对应的量,只要其并不超过钩形成材料的屈服强度或试验应力即可。超过该水平的额外变形是不必要的,因为过大变形产生的应力超过屈服强度或试验应力,导致对钩的破坏。

[0071] 第一和第二保持座的钩之一(特别是在更高的高度与磁铁块邻接的一个保持座的钩)优选地构造成比另一钩通过弹性变形经受更多向后歪曲的形状和/或尺寸。当一个保持座更易发生弹性变形时,该保持座提供足够的弹性变形量以适应磁铁块或工件的尺寸偏差,而提供较少弹性变形量的另一保持座用作用于保持的支承点。这使得能够在切割磁铁块之前和之后在任何阶段都一贯地将磁铁块保持就位。

[0072] 夹具设置有用于接收切割刀片的引导路径。当使用外径切断研磨轮刀片时,例如,引导路径设置成与切断研磨刀片的外周部分对准。切断研磨刀片被以直的、平行的关系插入引导路径中。相应地,引导路径的宽度被构造成与切断研磨刀片的研磨部分的宽度相对应的宽度。

[0073] 在切割磁铁块期间,给送切削液。切削液与切断研磨刀片的外周部分接触,被夹带于切断研磨刀片的表面(外周部分)上,被引入夹具中的引导路径中,被运输至磁铁块上并被输送至切断机加工的位置。于是,引导路径具有的宽度必须大于切断研磨刀片的宽度(即外侧切割部分的宽度W)。如果引导路径具有太大的宽度,则切削液不会被有效地送到切断研磨刀片。如果切断研磨刀片的周边切割部分具有宽度W(mm),夹具中的引导路径的宽度(即钩指部之间的间距)优选地大于W mm,更优选地为从(W+0.1)mm至(W+6)mm。

[0074] 当从被夹具保持就位的磁铁块测量时,引导路径沿横向方向的长度优选地在1mm至100mm的范围内,更优选地3mm至100mm。如果引导路径具有少于1mm的长度,则当切削液被输送至工件或磁铁块时,引导路径在防止切削液散射或容纳切削液方面效率较差。如果引导路径具有大于100mm的长度,则输送切削液至机加工区域的效果不再被增强,并且整个机加工设备变得具有大尺寸而没有优点。每个引导路径的深度根据磁铁块的高度适当选择。因为磁铁块必须被切穿,优选地,在夹具部件中形成的引导路径比由夹具保持的磁铁块的下表面略微更深,特别是到至少1mm的深度,更特别而言至少5mm。

[0075] 每个钩指部的宽度(垂直于磁铁块的横向方向的尺寸)小于或等于从磁铁块切割的每个磁铁件的宽度。钩指部宽度与磁铁件宽度之间的差优选地上限为1mm,更优选上限为0.5mm。该差优选地尽可能地小,因为更小的差能有效防止切断研磨刀片发生轴向跳动。至于每个钩指部的高度(即保持座的高度),因为通过在钩之间在更高位置夹紧磁铁块可以更有效地实现保持作用,钩指部可具有足够高的顶部,但在切割操作期间不接触切断刀片组件的转轴。磁铁块优选地通过具有设置成稍微比磁铁块高度更长的可能切割距离(从转动轴到外周边的距离)的切断研磨刀片切割,因为这种设置能更有效地防止切断研磨刀片在切割操作期间发生轴向跳动。因此,钩指部(或保持座)的顶部的高度等于磁铁块的高度或在相对于磁铁块的高度±10mm的范围内。

[0076] 可预形成夹具部件中的引导路径。替代地,它们可在切断机加工的第一循环中通过切断机加工磁铁块或模型工件而形成,该磁铁块或模型工件被正确地保持直到在保持座和平台中形成凹槽为止,该过程被称为共机加工(co-machining)。

[0077] 在夹具中,第一和第二保持座两者中的至少一个优选地设置有止动装置,所述止动装置用于在钩发生弹性变形和进行向后移动时限制钩的向后运动(或向外歪曲),以便

使得弹性变形的应力不会超过形成保持座的材料的屈服强度或试验应力。止动装置应当构造成与钩相比更不易发生弹性变形的形状和 / 或尺寸。

[0078] 止动装置可在钩下方形成于第一和第二保持座中的一者或两者中。特别是,如图 6A 中所示,例如,第二保持座 12 在高于磁铁块 M 的底表面的位置处设置有钩 121,具有基本上倒置 L 形横截面的钩 121 包括上部部分或头部 121a 和下部部分或柱部 121b。第二保持座 12 还在位于钩 121 下方的位置处设置有止动器 122,以便使得当钩 121 的尖端与磁铁块 M 接触时(在推动保持座之前且在钩弹性变形之前),止动器 122 与磁铁块 M 间隔开。在此,第二保持座 12 整体上横截面基本上为 U 形。止动器 122 沿横向方向的宽度略微短于与磁铁块 M 接触的钩 121 的头部 121a 的宽度,并且钩的柱部 121b 的宽度更小。

[0079] 图 6 示出的夹具中,第一和第二保持座 11 和 12 的钩 111、121 在其尖端与安放于平台 10 上的磁铁块 M 接触。在这种情形中,如图 6B 中所示,在第一和第二保持座 11 和 12 的下部部分向内推动第一和第二保持座 11 和 12 以便沿横向方向从外部加压磁铁块 M。于是,如图 6C 中所示,第一和第二保持座 11 和 12 的钩 111、121 发生弹性变形,钩 111、121 相对于第一和第二保持座 11 和 12 的下部部分向后移动或向外歪曲,并且由于弹性变形的应力引起的复原力向内压钩 111、121 以便使其尖端邻接磁铁块 M,从而在平台 10 上将磁铁块 M 保持就位。如果钩 121 通过弹性变形而向后移动(或向外歪曲)预定量,则止动器 122 与磁铁块 M 形成接触,如图 6C 中所示。因为止动器 122 的宽度大于钩 121 的柱部 121b 的宽度,所以止动器 122 构造成比钩 121 的柱部 121b 更不易发生弹性变形。于是,止动器 122 基本上不经受弹性变形。当止动器 122 与磁铁块 M 形成接触时,止动器 122 防止钩 121 进一步向后运动。

[0080] 通过设置止动器以便限制钩的进一步向后运动,防止了钩的变形从弹性变形区域转变到塑性变形区域。因此,止动器有效地防止了破坏保持座和将任何过大压紧力施加至磁铁块的问题。

[0081] 在另一个优选实施例中,多个夹具沿磁铁块的横向方向串列地设置以便构造多夹具设置结构,其中每个夹具包括如上文所限定的平台、第一保持座和第二保持座。在该实施例中,当钩发生弹性变形并向后移动预定量时,两个相邻夹具的钩的后侧彼此形成邻接从而限制钩的向后运动,以便使得弹性变形的应力不会超过形成钩(或保持座)的材料的屈服强度或试验应力。

[0082] 示于图 7A 中的此类多夹具设置结构包括沿磁铁块 M 的横向方向串列地设置的多个夹具 1(图 7A 中为五个夹具,但不限于此)。如图 7B 中所示,从多夹具设置结构的相对外侧在位于多夹具设置结构相对两端的第一和第二保持座 11 和 12 的下部部分处向内推动所述第一和第二保持座 11 和 12。然后,如图 7C 中所示,位于多夹具设置结构相对两端的第一和第二保持座 11 和 12 的钩 111、121 发生弹性变形。钩 111、121 相对于第一和第二保持座 11 和 12 的下部部分向后移动(或向外歪曲)。由于弹性变形的应力引起的复原力迫使钩 111、121 的尖端向内邻接磁铁块 M,从而在平台 10 上将磁铁块 M 保持就位。

[0083] 在图 7 中所示的多夹具设置结构中,预定厚度的间隔件 21 设置在两个相邻夹具 1 之间并与保持座的下部部分邻接。间隔件 21 用来在两个相邻夹具之间提供预定间距并采取措施以在推动时防止保持座发生倾翻。于是,除了位于多设置结构相对两端的夹具的那些钩以外的钩 111 和 121 也发生弹性变形并向后移动预定量。当钩 111 和 121 向后移动时,

如图 7C 中所示,两个相邻夹具的毗邻的钩 111 和 121 的后表面彼此邻接。这种相互邻接限制了钩 111 和 121 的进一步向后运动。调节间隔件 21 的厚度以便使得弹性变形的应力不会超过形成钩(或保持座)的材料的屈服强度或试验应力。在本实施例中,因为两个相邻夹具的毗邻的(背靠背的)钩用作彼此的止动器,所以并不发生钩从弹性变形区域到塑性变形区域的变形的转变。这防止了破坏保持座,并且也防止了将任何过大压紧力施加至磁铁块的问题。

[0084] 在此类多夹具设置结构中,夹具可设置成使得第一保持座彼此毗邻或第二保持座彼此毗邻。然而,优选第一和第二保持座交替地设置的设置结构,因为能通过相等的力保持多个磁铁块并且止动器能施加等同的功能。

[0085] 在应用止动器的功能的情况下,有利地,第一保持座钩和第二保持座钩之一构造成能够比另一保持座钩通过弹性变形向后移动(或向外弯曲)更多的形状和/或尺寸。如果一个保持座比另一个更易发生弹性变形,则可在更宽的范围内设置可允许钩向后移动一直到钩的向后移动被止动器限制为止的距离。在多夹具设置结构的情况下,较不易发生弹性变形的另一个保持座能用作该一个保持座的止动器。这样是有利的,因为在将磁铁块切割成多个磁铁件之后,沿横向方向切割的相邻磁铁件的保持状态没有显著影响。

[0086] 本发明的夹具能保持的磁铁块并不限于上述实施例中所示的长方体磁铁块。磁铁块可为图 8 中所示的具有弯曲表面的基本上半管状(横截面为弓形)、或圆柱形或半圆柱形、或多边棱柱形例如三棱柱。另外,如图 8 中所示,每个保持座钩的与工件形成接触的一部分可构造成与工件的表面形状相配。

[0087] 特别是,当待切割的磁铁块的上表面为弯曲或倾斜表面而非如图 8 中所示基本上半管形磁铁块实施例中的水平表面时,例如,第一和第二保持座构造成使得第一和第二保持座的钩与工件的上表面接触。这样产生牢固的保持作用。

[0088] 应当理解,在图 6 至 8 中,夹具的除了上述部件以外的部件与图 3 中相同,故在此省略对其的说明。

[0089] 在现有技术中,当通过多刀片式组件将稀土磁铁块机加工成多个磁铁件时,通常通过利用能在切割之后除去的蜡或类似粘合剂进行结合而将磁铁块保持至碳基支承物。相反,本发明使用适于通过在保持座之间夹紧磁铁块而保持磁铁块的夹具,消除了现有技术方法的结合、剥除和清洗步骤,并且省除了这些费劲的操作。当通过夹具保持磁铁块时,夹具在切割操作期间防止磁铁块向旁边移动,实现了精确的切断机加工。

[0090] 这种磁铁保持夹具非常适合于在通过磁铁切断机切断磁铁块时保持磁铁块。

[0091] 当将稀土磁铁块机加工成多个磁铁件时,多刀片式组件与夹具结合使用。首先,通过夹具将磁铁块保持就位。设置多刀片式组件以便将切断研磨刀片插入引导路径中。然后使切断研磨刀片与磁铁块形成接触。相对地移动刀片组件和磁铁块(或夹具),由此将磁铁块切割成多件。

[0092] 多刀片式组件

[0093] 本发明的夹具有利地用于在使用多刀片式组件对稀土磁铁块进行多切断机加工时保持稀土磁铁块。典型的多刀片式组件包括多个切断研磨刀片,所述切断研磨刀片在沿轴向间隔开的位置处安装于转动轴上,每个所述刀片包括呈薄盘或薄油炸圈饼状盘形式的芯部和位于芯部外周边缘上的周边切割部分。当切断研磨刀片转动时,多刀片式组件相对

于磁铁块移动,实现多切断机加工。

[0094] 任何现有技术中众所周知的多刀片式组件都可用于多切断机加工工艺中。如图 2 中所示,一种示例性的多刀片式组件 5 包括转动轴 52 和多个切断研磨刀片或 OD 刀片 51, 这些切断研磨刀片或 OD 刀片 51 同轴地安装于轴 52 上, 利用间隔件(未示出)相间隔而交替, 即处于沿轴向间隔开的位置。值得注意的是, 在图 2 的实施例中, 切断研磨刀片的数目为 19, 并且通常处于 2 至 100 的范围内, 但不限于此。每个刀片 51 包括呈薄盘或薄油炸圈饼状盘形式的芯部 51b 和位于芯部 51b 的外周边缘上的周边切割部分或磨粒结合部分 51a。切断研磨刀片 51 的数目通常等于夹具中的引导路径的数目(例如, 在图 3 和 4 中所示的具有 39 条引导路径的夹具的情况下为 39)。

[0095] 对芯部的尺寸没有特别地限制。优选地, 芯部具有 80 至 200mm 的外径, 更优选 100 至 180mm, 并且具有 0.1 至 1.0mm 的厚度, 更优选 0.2 至 0.8mm。呈薄油炸圈饼状盘形式的芯部具有孔, 该孔具有优选地为 30 至 80mm 的直径, 更优选 40 至 70mm。

[0096] 周边切割部分或磨粒结合部分沿芯部的厚度或轴向方向具有宽度 W, 如果芯部具有厚度 T, 则该宽度 W 为从  $(T+0.01)$  mm 至  $(T+4)$  mm, 更优选  $(T+0.02)$  mm 至  $(T+2)$  mm。从芯部的外周边缘沿径向向外凸出的周边切割部分或磨粒结合部分的外侧部分具有一凸出距离, 根据待结合的磨粒的尺寸而定, 该凸出距离优选地为 0.1 至 10mm, 更优选 0.3 至 8mm。在芯部上沿径向延伸的周边切割部分或磨粒结合部分的内侧部分具有优选地为 0.1 至 10mm, 更优选 0.3 至 8mm 的覆盖距离。

[0097] 切断研磨刀片之间的间距可根据切割之后磁铁件的厚度进行适当地选择, 优选地设置为略微大于磁铁件的厚度(例如大 0.01 至 0.4mm)的距离。

[0098] 为进行机加工操作, 切断研磨刀片优选地以 1000 至 15000rpm 的速度转动, 更优选 3000 至 10000rpm。

[0099] 当将稀土磁铁块机加工成多个磁铁件时, 多刀片式组件与夹具结合使用。首先, 通过夹具将磁铁块保持就位。设置多刀片式组件以便将切断研磨刀片的周边切割部分插入引导路径中。在给送切削液的同时, 操作多刀片式组件以便使得转动的切断研磨刀片的周边切割部分与磁铁块形成接触。使刀片组件和磁铁块(或夹具)沿磁铁块横向方向(其可为磁铁块的宽度或纵向方向)相对地移动, 由此将磁铁块切割成多件。

[0100] 更特别而言, 在通过夹具将稀土磁铁块保持就位之后, 多刀片式组件和夹具中的或者一者或者两者都沿磁铁块的横向方向相对地运动。在转动多刀片式组件的同时, 通过切断研磨刀片的外周边部分切割磁铁块。多刀片式组件进一步运动至与磁铁块脱离接触的位置, 垂直于横向方向移动, 然后相对于夹具移动以便实现沿横向方向进行切断机加工。这种机加工操作可重复一次或多次。

[0101] 在以高速度转动的切断研磨刀片周围, 产生空气流。空气流形成为围绕切断研磨刀片的周边切割部分。因此, 如果朝向切断研磨刀片的周边切割部分直接喷射切削液, 则切削液与空气流碰撞并且由此散射开。就是说, 空气层阻碍切削液与切割部分接触并且因此阻碍切削液的有效供应。相反, 在切断研磨刀片的外周边部分插入夹具中的引导路径中的设置中, 空气流被夹具本体(限定缝隙的指部)阻挡因此切削液可与切断研磨刀片的外周边部分接触而不受到空气层阻碍。

[0102] 相应地, 已与切断研磨刀片的外周边部分接触的切削液被正在转动的切断研磨刀

片的表面（外周边表面，以及侧表面的径向外侧部分）夹带，并且，在由于切断研磨刀片的转动引起的离心力作用下，被朝向切断研磨刀片的周边切割部分运送。随着切断研磨刀片转动，已经到达周边切割部分的切削液被运送至磁铁块上的切断机加工位置。这保证了切削液被有效地输送至切断机加工位置。而这又允许降低所给送的切削液的量。另外，能够有效地冷却机加工的区域。

[0103] 参看图 14，描述了切割机相对于磁铁块的移动和转动方向。示出了多刀片式组件的切断研磨刀片 5 之一。切断研磨刀片 5 绕着轴转动并且相对于磁铁块 M 水平地移动，所述磁铁块 M 被夹紧于第一和第二保持座 11 和 12 之间并且在平台 10 上保持就位。刀片 5 的水平移动和转动的方向并不限于图 14A 中所示。就是说，刀片可向右或向左水平地移动和顺时针或逆时针绕着轴转动。在最后的机加工步骤中，这时磁铁块被完全地切分成离散的件，如图 14B 中所示，机加工优选地在具有在较高高度处与磁铁块处于压力邻接的钩指部尖端的一个保持座侧开始，并且机加工继续直到另一个保持座侧。

[0104] 在切断机加工磁铁块的过程中，剩余未切割的块的最后部分易于在紧接切割之前产生裂纹，留下毛刺。如果毛刺与在转动的同时向前运动的切割刀片接触，切割刀片沿与刀片的转动方向相同的方向对磁铁件施加转动力。为了克服此类力的问题，延长用于限制磁铁件旋转的保持座钩上的两个接触点之间的距离，并且远离待切割的最后部分的接触点被离可能形成毛刺的待切割的最后部分很远设置。于是，增加了两个接触点之间的距离，因此更有效地防止磁铁块旋转。如图 14B 中所示，在最后的机加工步骤中，这时磁铁块被完全地切分成离散的件，机加工优选地在具有在较高高度处与磁铁块 M 处于压力邻接的钩指部尖端的第二保持座 12 侧开始，并且机加工继续直到第一保持座 11 侧，亦即在第一保持座 11 侧进行最后机加工。待切割的最后部分（即更靠近转动力作用点的钩上的接触点）变得比在反向切割运动的情况下更近。磁铁件的旋转得到更有效地限制。

[0105] 在另一个优选实施例中，保持座被构置成的形状和 / 或尺寸使得一个钩比另一个钩通过弹性变形向后移动更多，并且切断研磨刀片沿图 14B 的（逆时针）方向转动以便使得第二保持座 12 的钩被迫向下。在这种情况下的机加工保证了更不易发生弹性变形的第一保持座 11 的钩限制磁铁件的旋转。

#### [0106] 流体给送喷嘴

[0107] 在稀土磁铁块的多切断机加工期间，切削液通常被送到切断研磨刀片以便于机加工。为此目的，本发明的一个优选实施例使用切削液给送喷嘴，其具有在一端的切削液入口，并具有形成在另一端的多个缝隙，且所述多个缝隙与所述多个切断研磨刀片相对应，以便使得每个切断研磨刀片的外周边部分可插入相应的缝隙中。

[0108] 如图 9 和 10 中所示，切削液给送喷嘴 6 包括中空喷嘴壳体 6a 和侧向管道 6b。管道 6b 的一端敞开以便限定用于切削液的入口 62，而另一端附接至中空喷嘴壳体 6a 的一侧以便提供与壳体 6a 的中空内部或流体分配容器的流体连通。中空喷嘴壳体 6a 的与该一侧（或管道 6b）相对的一部分设置有多个缝隙 61。缝隙的数目与切断研磨刀片的数目相对应并且通常等于多刀片式组件中的切断研磨刀片的数目。对缝隙的数目并无特别限制，但是缝隙的数目通常处于 2 到 100 的范围。为了控制通过缝隙喷射的切削液的量，缝隙的数目可大于刀片的数目，以便使得在喷嘴操作期间，当刀片插入缝隙中时，一些外部缝隙保持敞开。

[0109] 给送喷嘴 6 与多刀片式组件 5 组合以便使得每个切断研磨刀片 51 的外周边部分可插入给送喷嘴 6 中的相应缝隙 61 中。于是,以与切断研磨刀片 51 之间的间距相对应的间距设置缝隙 61,并且缝隙 61 直地、彼此平行地延伸。

[0110] 每个切断研磨刀片的被插入位于给送喷嘴中的相应缝隙中的外周边部分用于使得与切断研磨刀片形成接触的切削液被夹带在切断研磨刀片的表面(外周边部分)上,并且被运送至磁铁块上的切断机加工位置。于是,缝隙具有的宽度必须大于切断研磨刀片的宽度(即外侧切割部分的宽度 W)。通过具有太大宽度的缝隙,切削液可能不会被有效地送到切断研磨刀片并且更多的切削液可能从缝隙流走。如果切断研磨刀片的周边切割部分具有宽度 W(mm),则给送喷嘴中的缝隙优选地具有从大于 W mm 至 (W+6) mm 的宽度,更优选地为从 (W+0.1) mm 至 (W+6) mm。

[0111] 给送喷嘴 6 的缝隙部分 61a 由具有一定厚度的壁限定。薄壁具有低强度,因此缝隙可能由于与刀片接触之类而容易变形,不能稳定供应切削液。如果壁太厚,则喷嘴内部对于限定流路而言可能变得太狭窄,并且切断研磨刀片的插入缝隙中的外周边部分可能不会与给送喷嘴内的切削液形成充分接触。于是,给送喷嘴 6 的缝隙部分 61a 具有的壁厚根据其制造材料改变,并且当壁由塑料制造时,优选地为 0.5 至 10mm,而当壁由金属材料制造时,优选地为 0.1 至 5mm。

[0112] 缝隙具有的长度使得当切断研磨刀片的外周边部分插入缝隙中时,外周边部分可与给送喷嘴内的切削液形成充分接触。通常,缝隙长度优选地为切断研磨刀片的芯部的外径的大约 2% 至 30%。还优选的是,当切断研磨刀片的外周边部分插入缝隙中时,缝隙基本上被刀片阻塞,但是缝隙并不与刀片接触。为了将部分切削液直接喷射至切断研磨刀片、正在机加工的磁铁块和磁铁保持夹具,缝隙可具有一定长度以使得当切断研磨刀片的外周边部分插入缝隙中时,缝隙的近端部分保留不阻塞状态。

[0113] 给送喷嘴 6 与图 11 和 12 中所示的多刀片式组件 5 组合,以便使得切断研磨刀片 51 的外周边部分被插入给送喷嘴 6 中的缝隙 61 中。在这种情形中,通过入口 62 将切削液引入给送喷嘴 6 中并通过缝隙 61 喷射切削液,并且转动切断研磨刀片 51。于是,由刀片 51 的周边切割部分 51a 切断磁铁块 M。给送喷嘴可与磁铁块相对,而切断研磨刀片介于其间。替代地,给送喷嘴可设置在磁铁块上方,以便使得切断研磨刀片可向下或向上竖直地穿过给送喷嘴中的缝隙。应当指出,图 11 和 12 中的多刀片式组件 5 的构造与图 2 中相同,利用同样的附图标记标示同样的部件。

[0114] 在多刀片式组件、给送喷嘴和磁铁块按照上述方式设置的设置方式中,在切断研磨刀片转动时,在切割部分保持与磁铁块接触的情况下,与给送喷嘴组合的多刀片式组件和磁铁块两者中的或者一者或者两者相对地移动(沿磁铁块的宽度或纵向方向),由此机加工磁铁块。当按这种方式机加工磁铁块时,由于缝隙用于限制转动的切断研磨刀片的任何轴向跳动,可以实现高精度的切断机加工。

[0115] 在切断研磨刀片的外周边部分被插入切削液给送喷嘴的缝隙中的设置方式中,当意欲使周边部分与喷嘴内部的切削液形成接触时,由给送喷嘴壳体(限定缝隙的部分)阻塞空气流,以便使得切削液可与切断研磨刀片的周边部分接触而不被空气层阻碍。当既使用切削液给送喷嘴又使用磁铁保持夹具时,它们的配合作用确保了将切削液输送至切断机加工位置。

[0116] 在使用切削液给送喷嘴的情况下,给送喷嘴和夹具优选地组合以在给送喷嘴中的缝隙与夹具中的引导路径之间提供流体连通。至于给送喷嘴中的缝隙与夹具中的引导路径之间的距离,较短距离有利于通过在切断研磨刀片的表面上夹带而输送切削液。然而,太近的距离可能成为对多刀片式组件和磁铁块的运动、切削液的喷射和排放等等的阻碍。于是,在切割操作结束时,当在给送喷嘴与夹具顶部或磁铁块顶部之间测量时,给送喷嘴中的缝隙与夹具中的引导路径之间的优选距离为1mm至50mm(例如,在切割操作结束时,给送喷嘴位于夹具顶部上方1至50mm处)。

[0117] 此处意欲进行切断机加工的工件为稀土磁铁块,通常为烧结的稀土磁铁块。尽管对作为工件的稀土磁铁并无特别限制,但适当的稀土磁铁包括R-Fe-B系的烧结的稀土磁铁,其中R是至少一种稀土元素,包括钇在内。

[0118] 适当的R-Fe-B系的烧结的稀土磁铁为按重量百分比包含5%至40%的R、50%至90%的Fe和0.2%至8%的B以及任选地一种或多种添加剂元素的那些磁铁,所述添加剂元素选自C、Al、Si、Ti、V、Cr、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Zr、Nb、Mo、Ag、Sn、Hf、Ta和W,以便提高磁性性能和抗腐蚀性。所添加的添加剂元素的量为常规的量,例如上限为30%重量百分比(wt%)的Co和上限为8%的其它元素。如果添加超量,则添加剂元素给磁性性能带来相当不利的影响。

[0119] 例如,适当的R-Fe-B系的烧结的稀土磁铁可通过以下方式制备:称量源金属材料,熔化,铸成合金锭,将合金细分成平均粒度为1至20微米的颗粒,即烧结的R-Fe-B磁铁粉,在磁场中压实粉末,在1000至1200°C下烧结压实物0.5至5小时,以及在400至1000°C下进行热处理。

[0120] 对稀土磁铁块(工件)的尺寸并无特别限制。适当的块具有10至100mm的宽度(沿横向或切割方向)、10至100mm的长度(垂直于切割方向)和5至50mm的厚度。

#### [0121] 实例

[0122] 下方给出实例和比较实例以进一步举例说明本发明,但是本发明并不限于此。

#### [0123] 实例1

[0124] OD刀片(切断研磨刀片)通过以下方式制造:提供一具有120mm外径、40mm内径和0.35mm厚度的、由硬质合金构成的油炸圈饼状盘芯部(由90%重量百分比的WC/10%重量百分比的Co组成),并且通过树脂结合方法将金刚石磨粒结合至芯部的外周边缘,以形成包含25%(按体积)的金刚石颗粒的研磨部分(周边切割部分),所述金刚石颗粒的平均粒度为150微米。研磨部分从芯部的轴向延伸长度为在每侧0.05mm,亦即,研磨部分具有0.45mm的宽度(沿芯部的厚度方向)。

[0125] 使用OD刀片,在工件上进行切割试验,所述工件为烧结的Nd-Fe-B磁铁块。试验条件如下。通过利用介于OD刀片之间的间隔件以2.1mm的轴向间距在轴上同轴地安装39个OD刀片而制造多刀片式组件。间隔件各具有80mm的外径、40mm的内径和2.1mm的厚度。多刀片式组件设计成使得磁铁块被切割成多个具有2.0mm厚度的磁铁件。

[0126] 工件为烧结的Nd-Fe-B磁铁块,其长度为100mm、宽度为30mm且高度为17mm,通过竖直双盘抛光工具以±0.05mm的精度进行抛光。通过多刀片式组件,将磁铁块横向地切割成多个2.0mm厚的磁铁件。特别是,一个磁铁块被切割成38个磁铁件,因为不包括两个最外的件。

[0127] 通过图 3 中所示的夹具将该工件（即烧结的 Nd-Fe-B 磁铁块）保持就位。第一和第二保持座的部件的尺寸示于图 15A 中。保持座由具有  $7.30 \times 10^4 \text{ MPa}$  杨氏模量和  $4.12 \times 10^2 \text{ MPa}$  试验应力的铝合金形成。保持座构造成使得第二保持座的钩比第一保持座的钩更易发生弹性变形。

[0128] 向内推动第一和第二保持座。在通过螺栓将第一保持座牢固地固定至轨道的同时，致动气压缸以向内推动第二保持座。因此，从夹具的相对两侧压磁铁块。增加气压缸的压力以便使得第一和第二保持座的钩变形至 0.05mm 的总变形量，由此将磁铁块保持就位。

[0129] 为了进行切断机加工操作，以 30 升 / 分的流速给送切削液。首先，将多刀片式组件置于第二保持座上方，并且朝向磁铁块下降，直到切断研磨刀片的周边切割部分被从刀片周边插入相应引导路径中 2mm 的距离。在从给送喷嘴给送切削液并且以 7000 rpm 转动切断研磨刀片的同时，以 100mm/min 的速度朝向第一保持座移动多刀片式组件，以便沿横向方向切断机加工磁铁块。在该行程结束时，将组件移回至第二保持座侧而不改变其高度。按这种方式，在磁铁块中形成 2mm 深的切断通道。

[0130] 接着，将位于第二保持座上方的多刀片式组件朝向磁铁块下降 16mm 的距离。在从给送喷嘴给送切削液并且以 7000 rpm 转动切断研磨刀片的同时，以 20mm/min 的速度朝向第一保持座移动多刀片式组件以便沿横向方向切断机加工磁铁块。在该行程结束时，将组件移回至第二保持座侧而不改变其高度，完成将磁铁块切断机加工成预定数目的磁铁件。应当指出，通过沿使得第二保持座的钩被迫向下的方向转动多刀片式组件而进行机加工。在 5 个位置（即矩形切割剖面的中心和四角）测量磁铁件的厚度。计算最大和最小厚度之间的差并记录为尺寸偏差，结果示于表 1 中。

### [0131] 实例 2

[0132] 除了夹具相对于多刀片式组件的定向被反向并且通过从第一保持座侧向第二保持座侧移动多刀片式组件且使其从第二保持座侧移回到第一保持座侧而进行机加工以外，通过与实例 1 中相同的程序将磁铁块切割成多件。类似地估算尺寸偏差。结果也示于表 1 中。

### [0133] 比较实例 1

[0134] 根据现有技术的方法，通过利用蜡结合而将磁铁块固定至碳板。然后通过与实例 1 中相同的程序将磁铁块切割成多件。类似地估算尺寸偏差。结果也示于表 1 中。

### [0135] 比较实例 2

[0136] 除了第一和第二保持座的部件的尺寸示于图 15B 中以外，通过与实例 1 相同的程序将磁铁块切割成多件。类似地估算尺寸偏差。结果也示于表 1 中。在此第一和第二保持座的钩在相同高度与磁铁块处于压力邻接。

### [0137] 表 1

### [0138]

|                        | 实例 |    | 比较实例 |     |
|------------------------|----|----|------|-----|
|                        | 1  | 2  | 1    | 2   |
| 尺寸偏差 ( $\mu\text{m}$ ) | 36 | 38 | 42   | 146 |

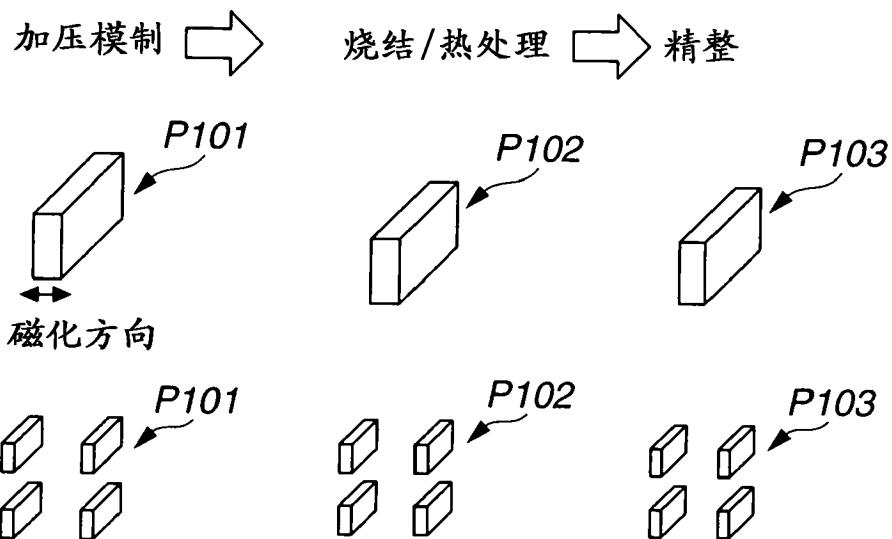


图 1A

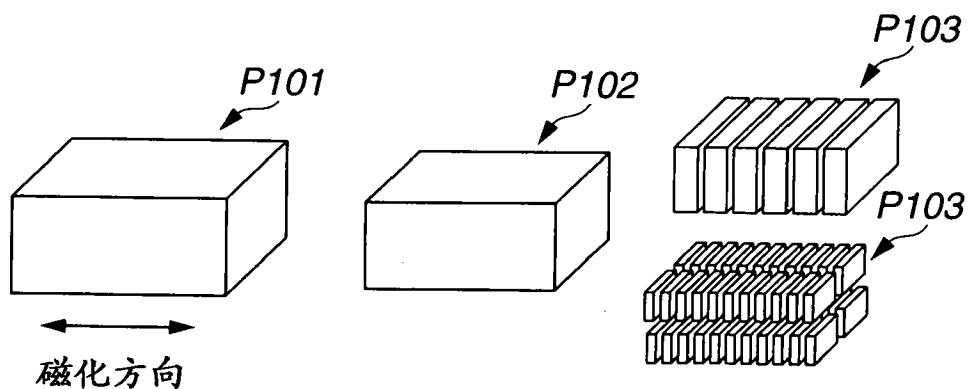


图 1B

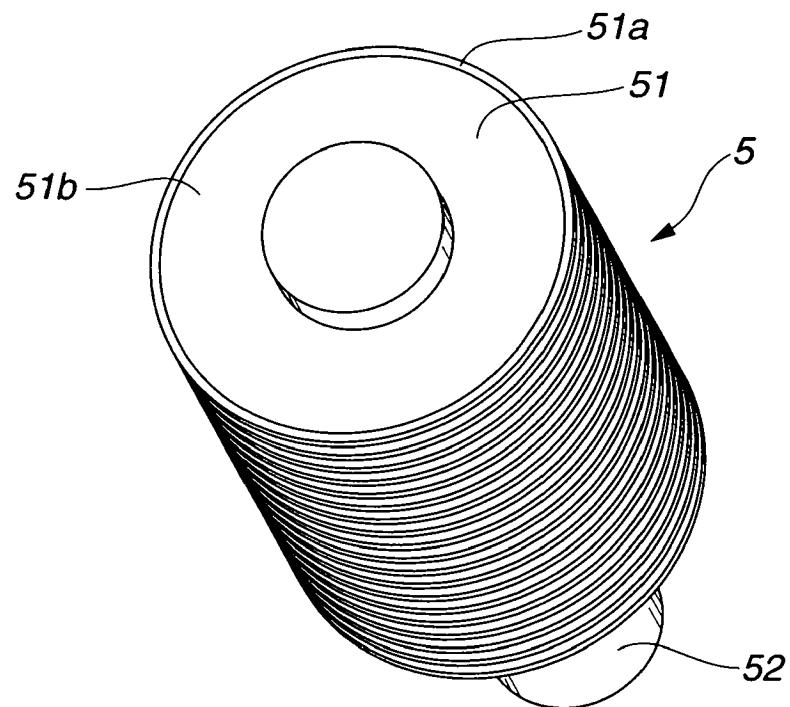


图 2

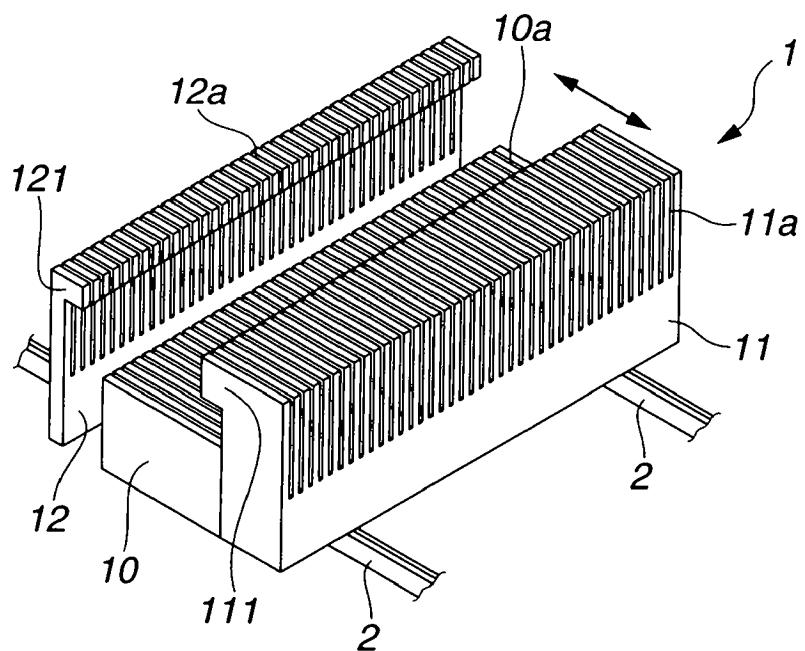


图 3A

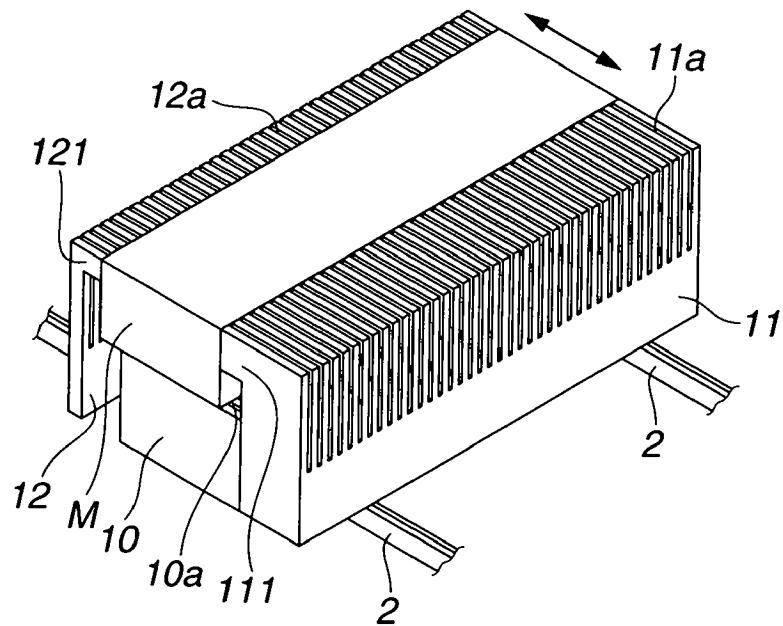


图 3B

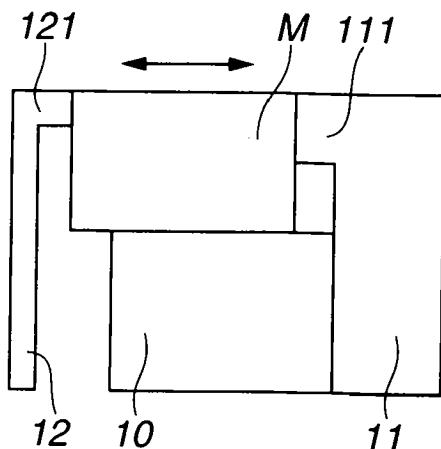


图 3C

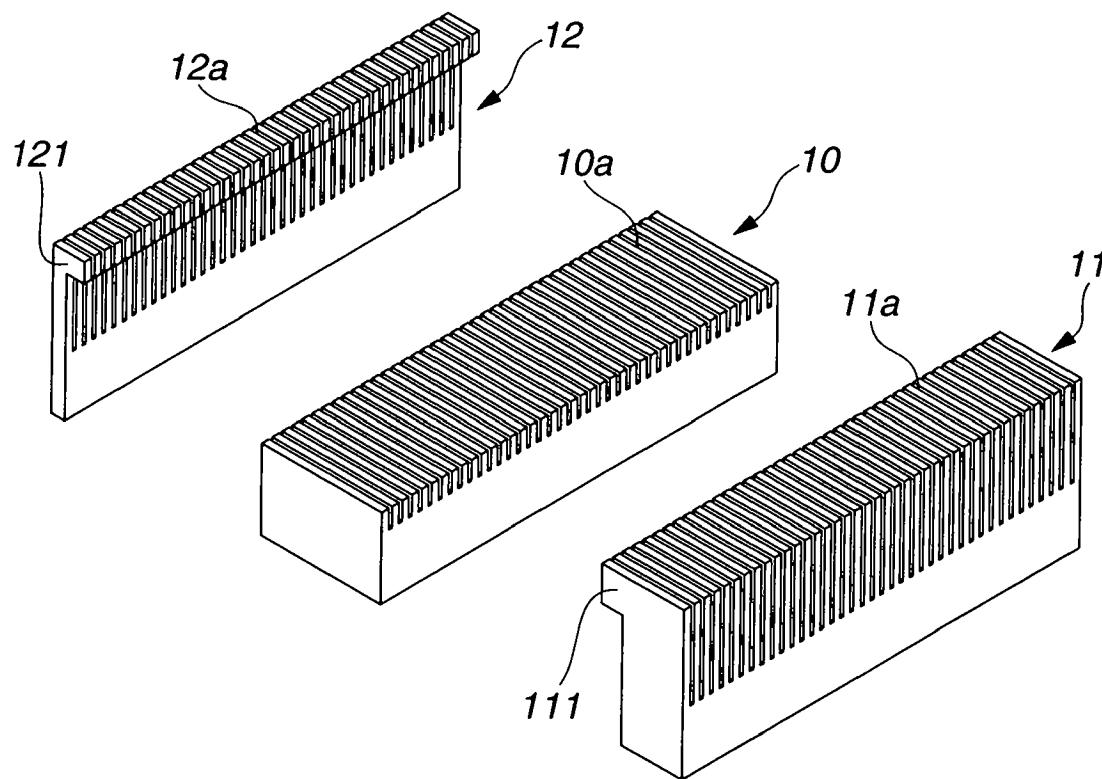


图 4

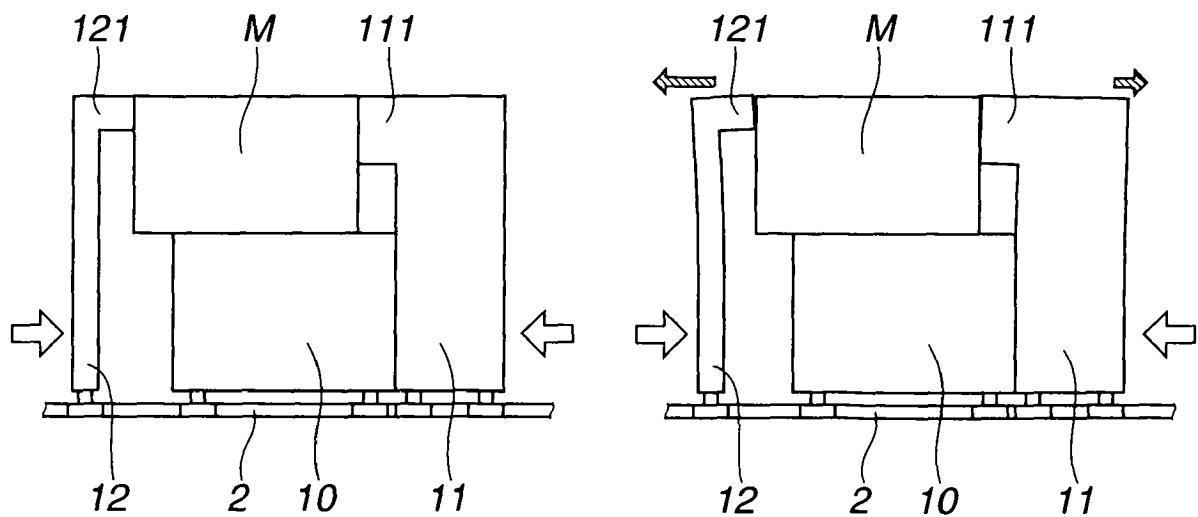


图 5A

图 5B

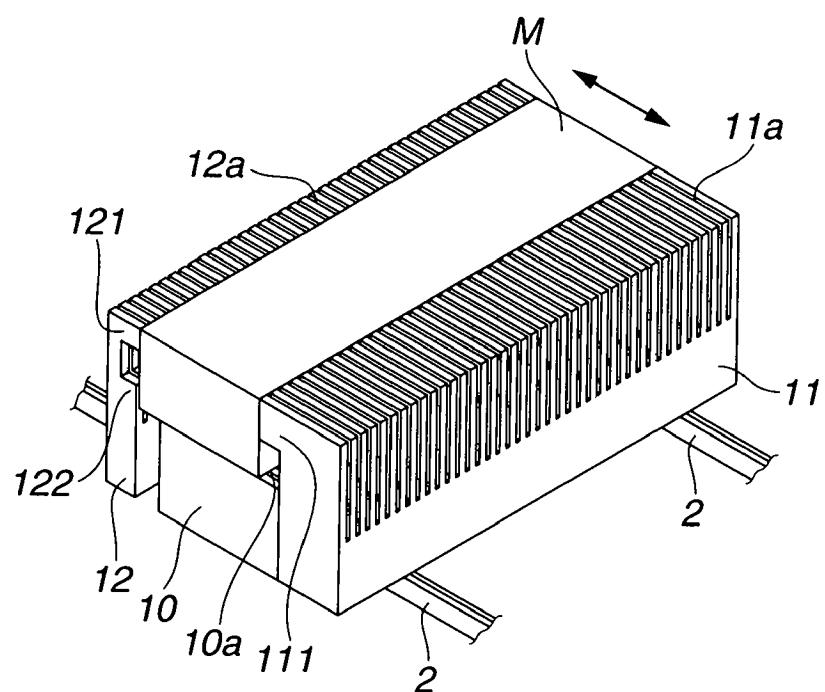


图 6A

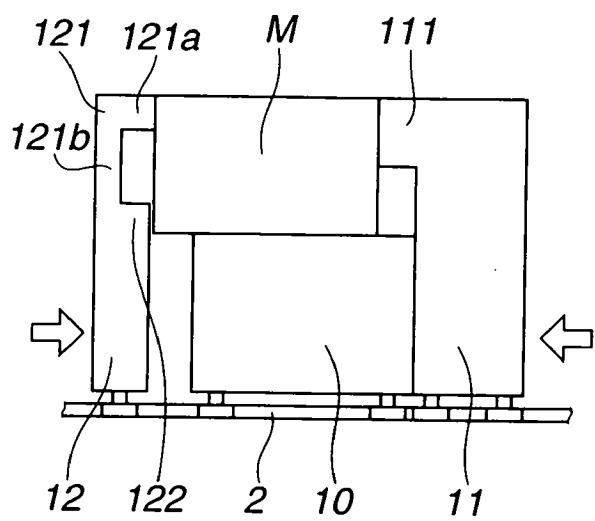


图 6B

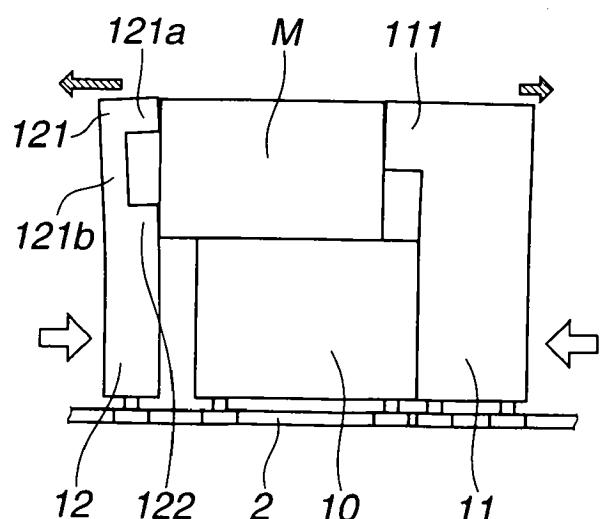


图 6C

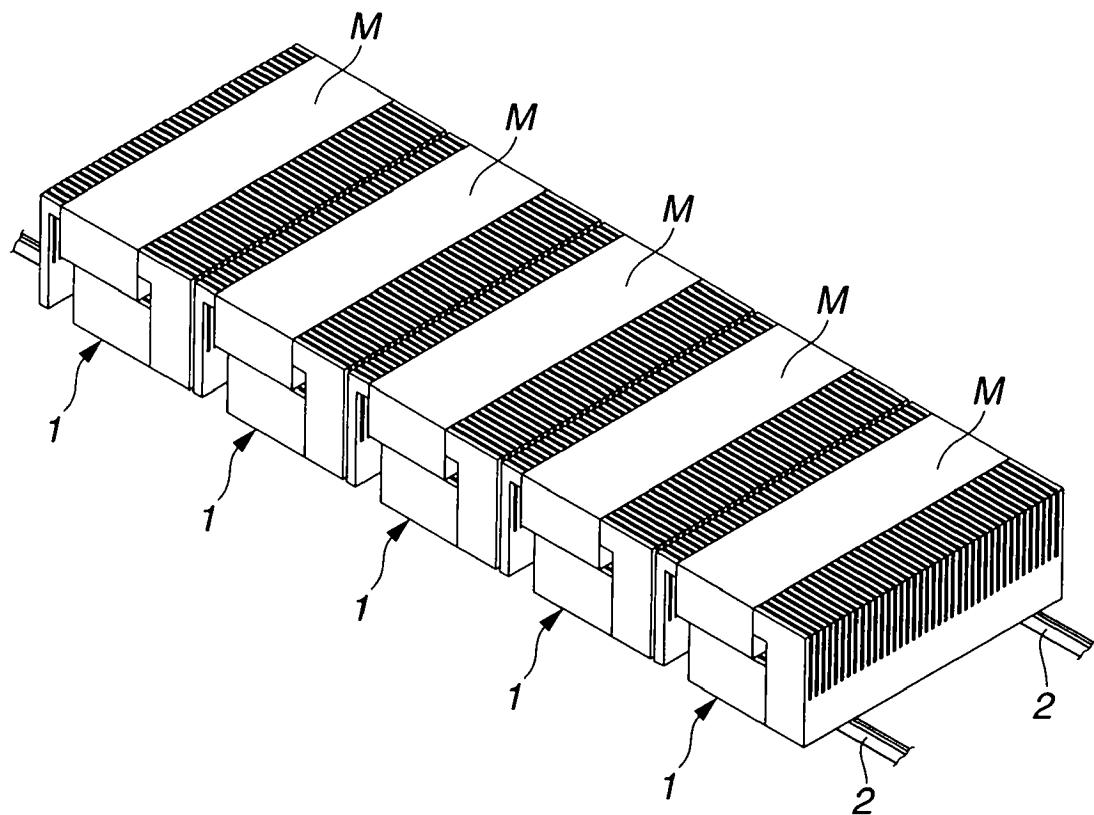


图 7A

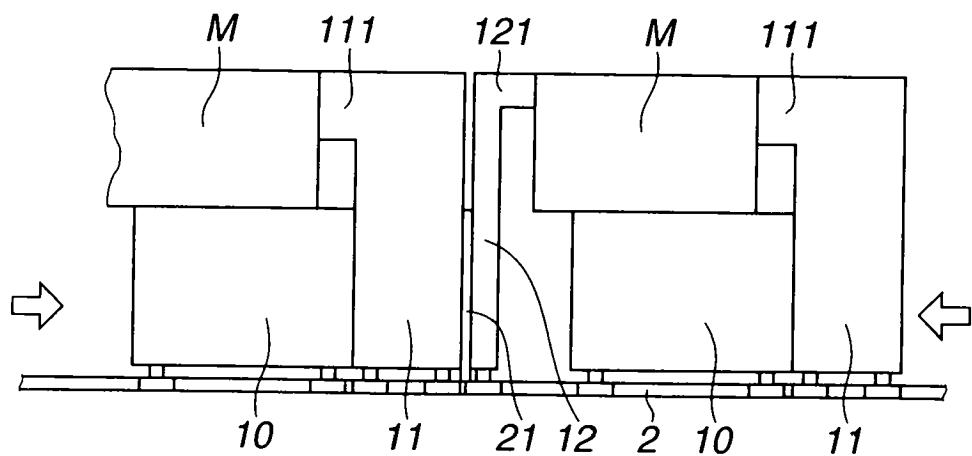


图 7B

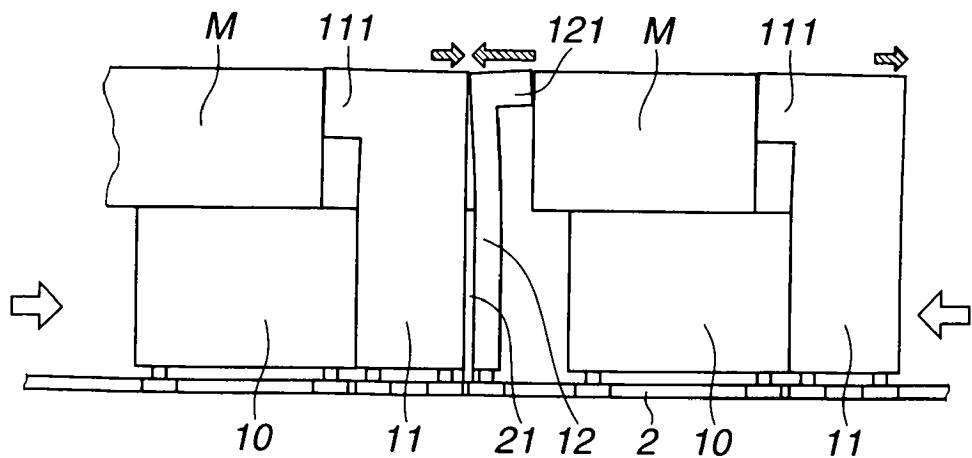


图 7C

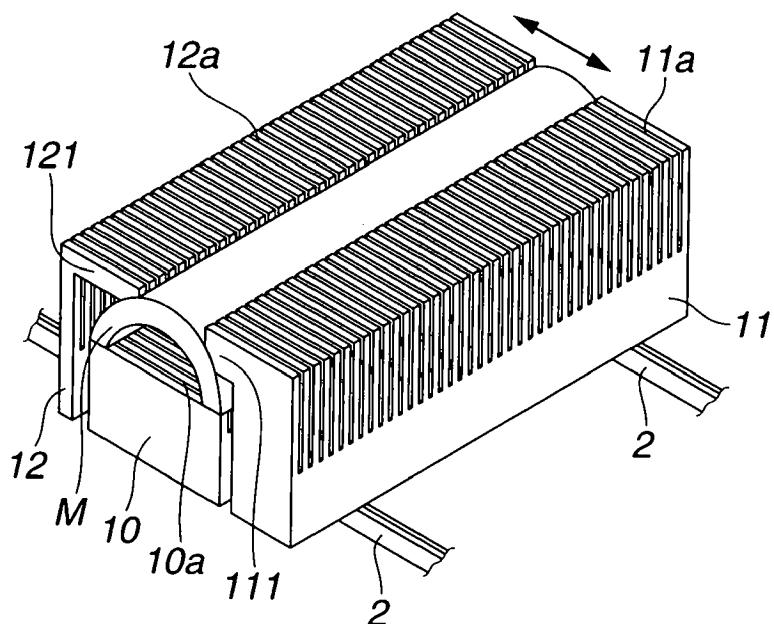


图 8A

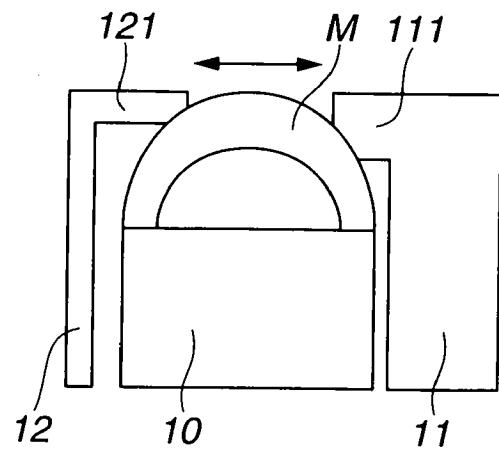


图 8B

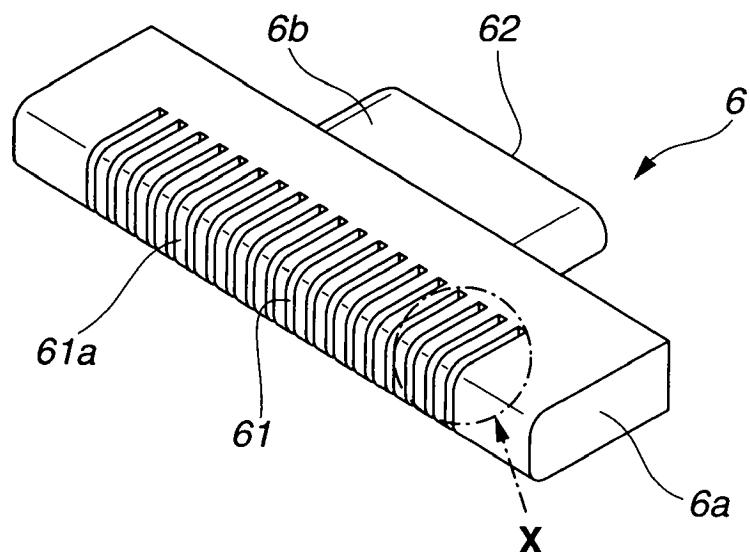


图 9A

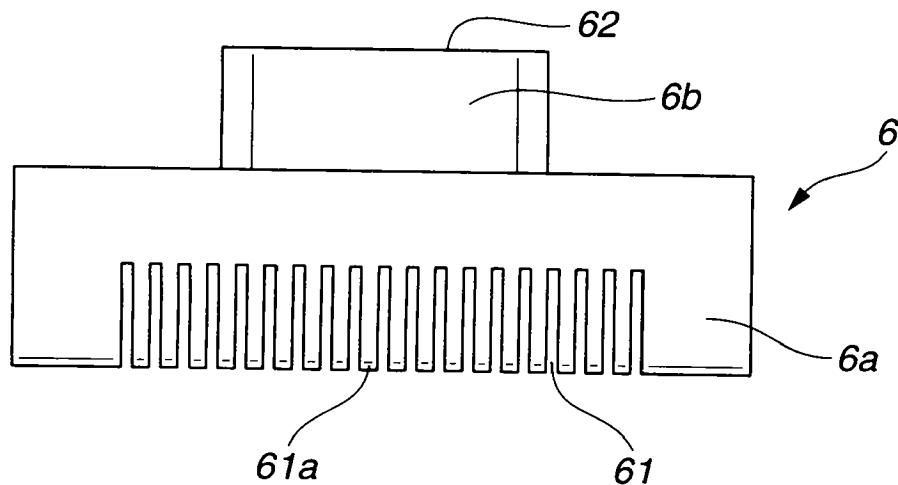


图 9B

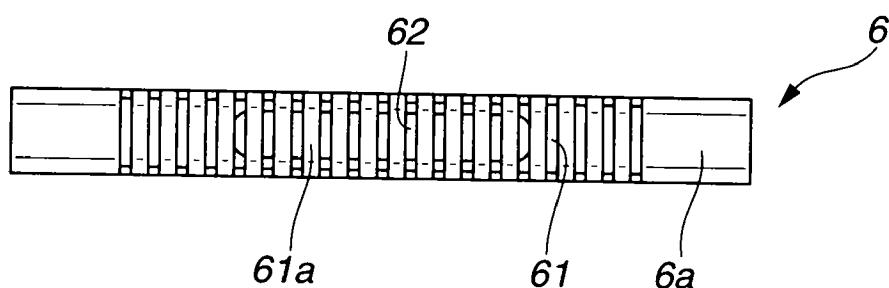


图 9C

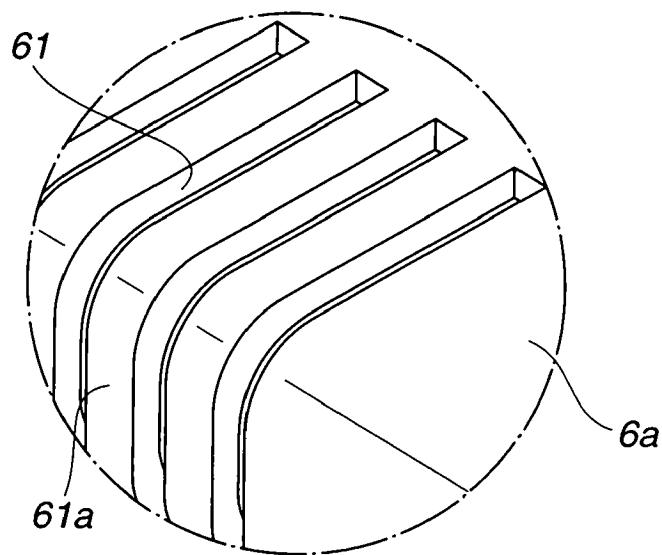


图 9D

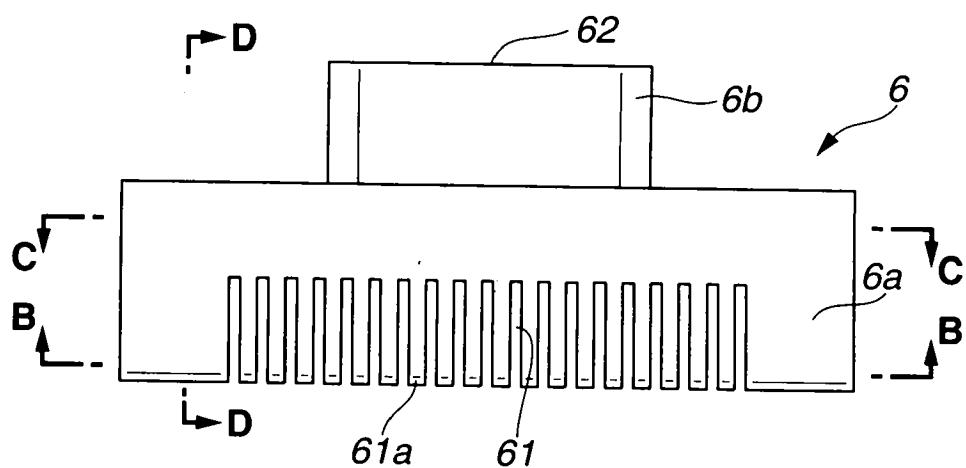


图 10A

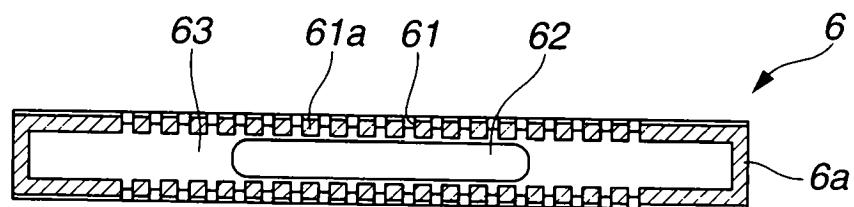


图 10B

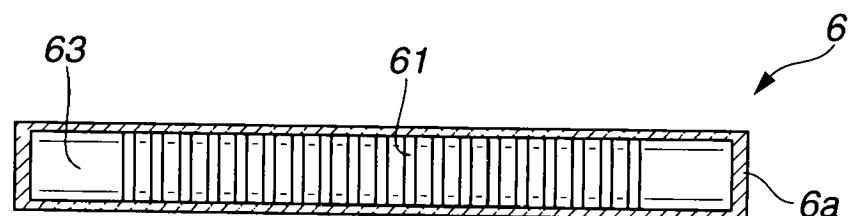


图 10C

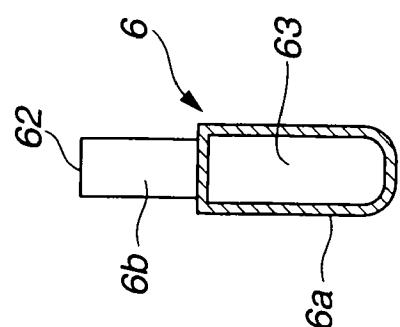


图 10D

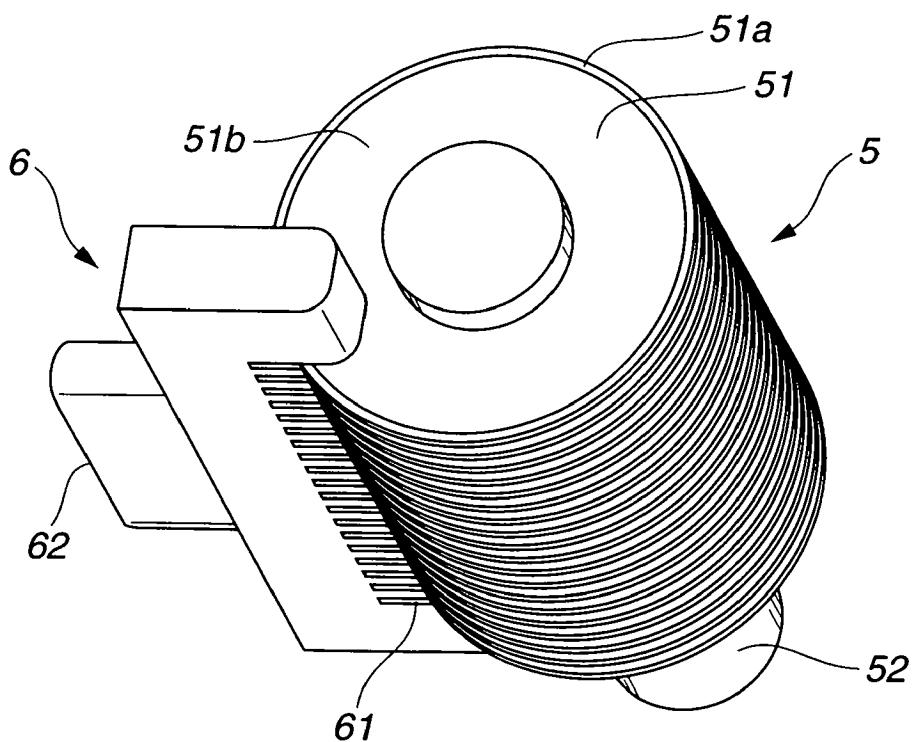


图 11

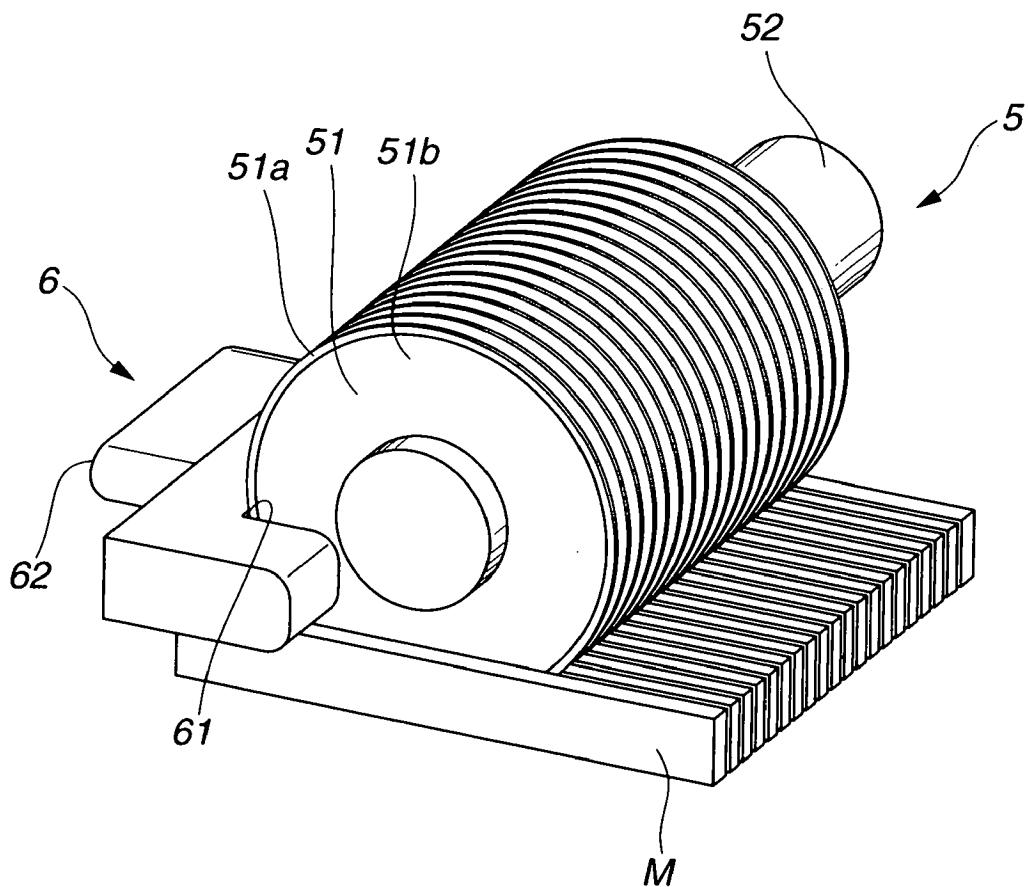


图 12

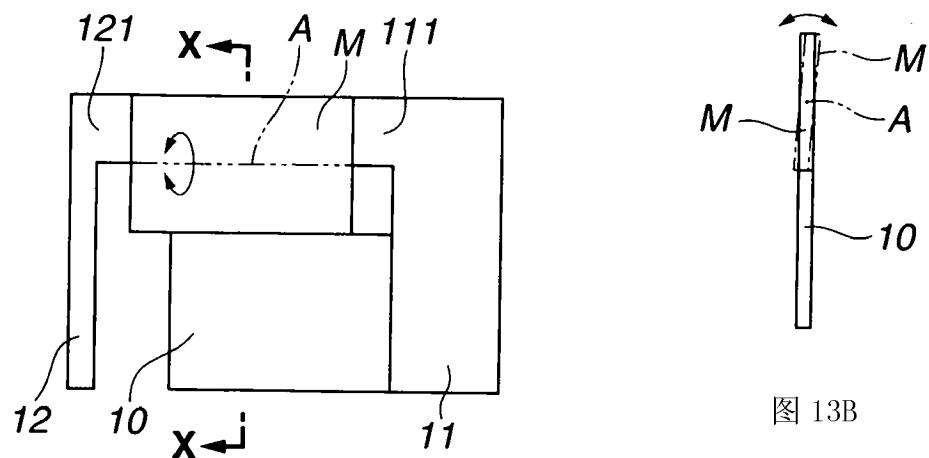


图 13B

图 13A

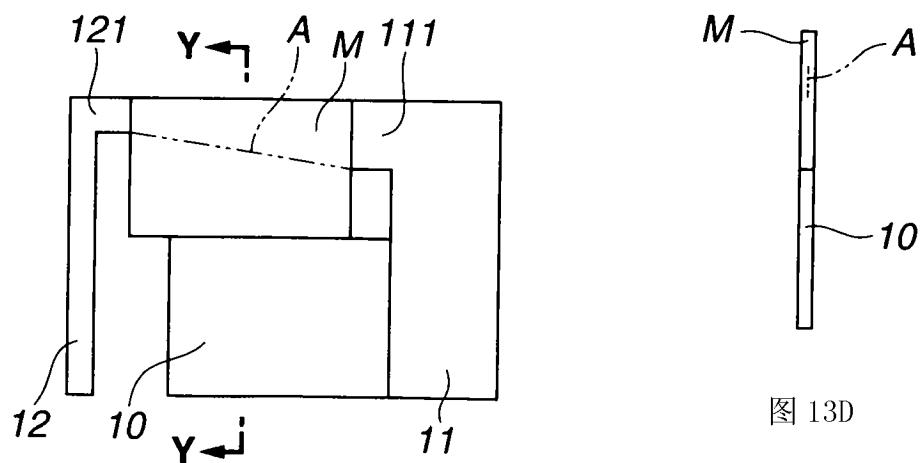


图 13D

图 13C

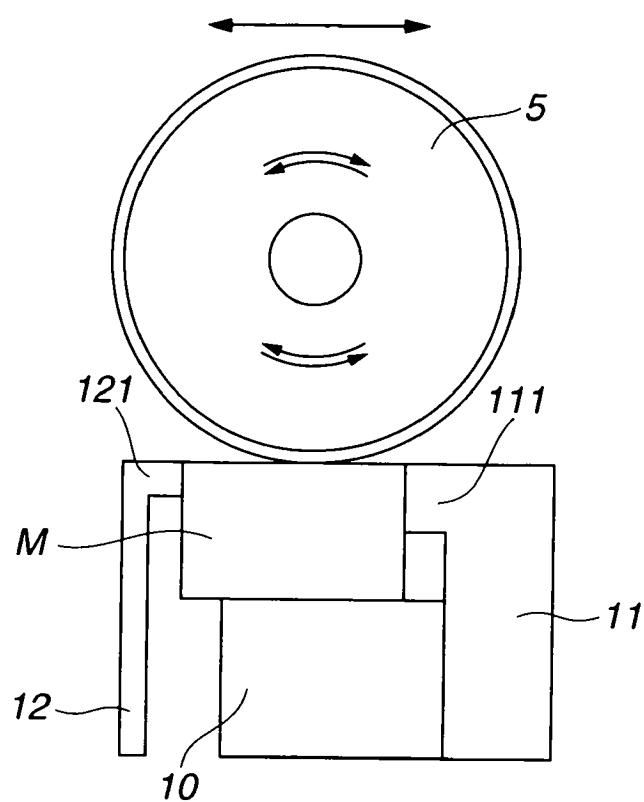


图 14A

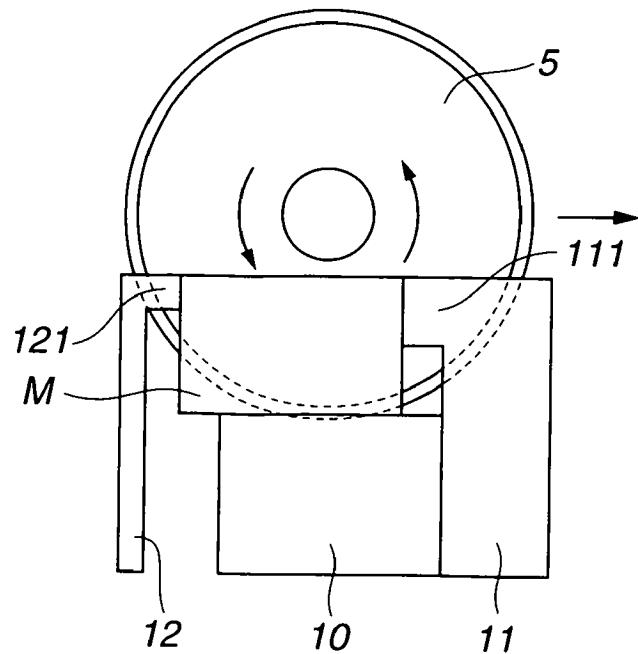


图 14B

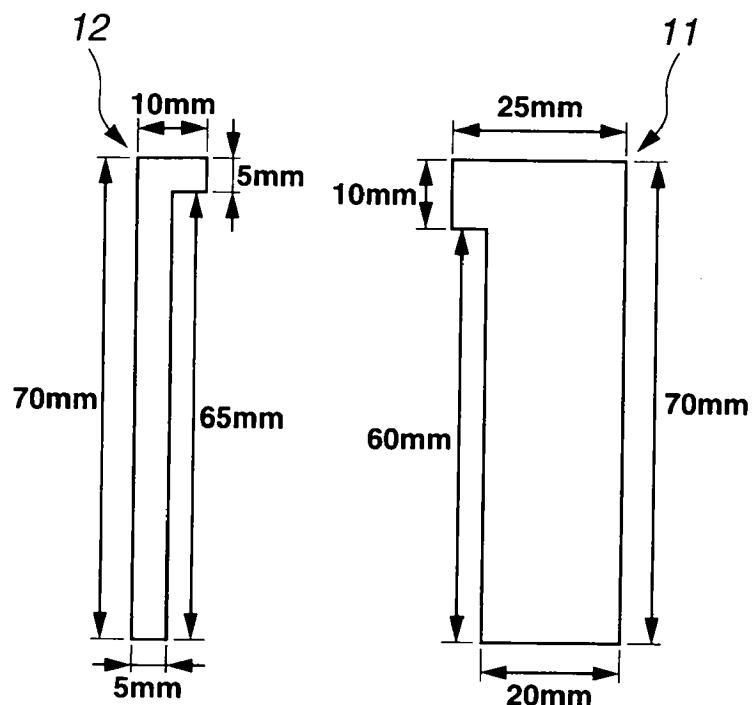


图 15A

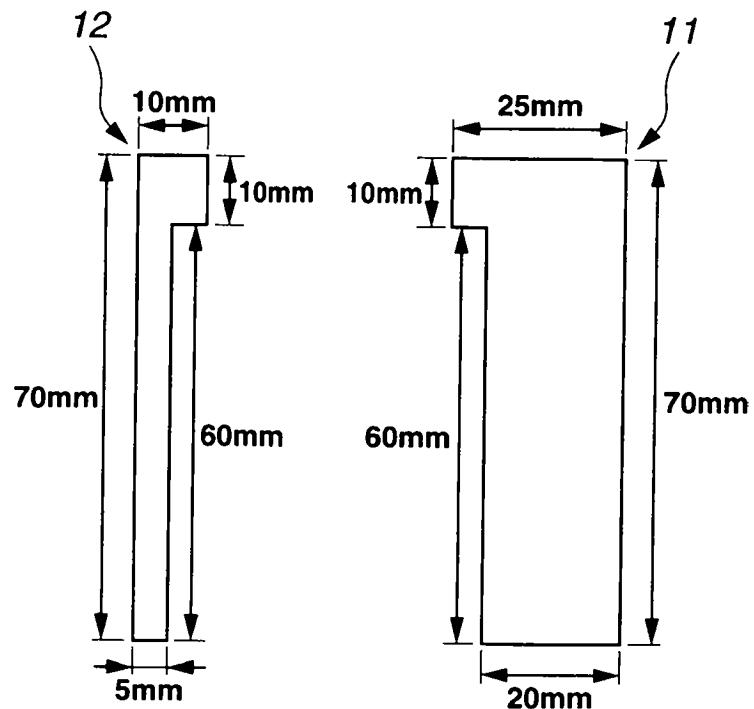


图 15B