



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98812345.2

[45] 授权公告日 2003 年 6 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1112264C

[22] 申请日 1998.12.1 [21] 申请号 98812345.2

[30] 优先权

[32] 1997.12.17 [33] FR [31] 97/15984

[86] 国际申请 PCT/FR98/02577 1998.12.1

[87] 国际公布 WO99/30856 英 1999.6.24

[85] 进入国家阶段日期 2000.6.16

[71] 专利权人 罗泰莱克公司

地址 法国巴尼奥莱

[72] 发明人 西博·孔斯特赖希

马里耶-克罗德·诺夫

[56] 参考文献

EP40383 1981.11.25 B22D11/10

GB1558526 1980.01.03 B22D11/10

US4178979 1979.12.18 B22D11/10

WO9212814 1992.08.06 B22D11/10

审查员 魏屹

[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

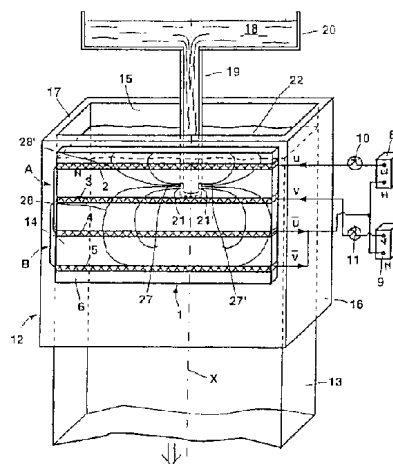
代理人 郑修哲

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称 在连续铸造产品中用电磁方式制动  
熔融金属的装置和方法

[57] 摘要

一种电磁制动装置，包括一个电源及如装在相对铸造产品一面的“带滑动磁场的线性电动机的多相定子”的带多相线圈的电磁感应器，感应器尤其装在浇铸钢板坯(12)的模具的大壁(14)上，还包括与电源相连的线圈(A, B)。电源包括多个绕直流电的基本电源(8, 9)，各设有调节电流强度的装置(10, 11)，各线圈(A, B)与一个电源(8, 9)相连。本装置可在任何时刻，甚至浇注时不改变感应器的位置就可把制动作用限制在模具的某个区域。



1. 一种在连续铸造产品中用电磁方式制动熔融金属的装置，包括一个电源，与所述电源相连的不少于一个的“动磁场多相定子”型的电磁感应器(1)，该电磁感应器固定在与浇铸产品的一面相对的铸造设备上，所述的感应器包括两或三相线圈(A, B)，其特征是所述的电源(29)包括两个或三个基本直流电流(8, 9)，每个基本电源都可单独调节电流强度，所述的每一个基本电源与感应器的所述线圈(A, B)之一且仅此一个相连。

2. 如权利要求1所述的装置，其特征在于所述的电磁感应器(1)安装在铸造设备的模具(12)中。

3. 如权利要求1或2所述的装置，其特征是包括至少两个电磁感应器(1)，在铸件两侧相对地安装在铸造设备上。

4. 如权利要求1或2所述的装置，其特征是包括至少两个感应器(1a, 1b)，并排在铸件一侧的宽度上或高度上安置。

5. 如权利要求1或2所述的装置，其特征是包括安装在铸造设备上的至少一个感应器(1)，其导电杆(2...5)的取向垂直于浇铸轴线(X)。

6. 如权利要求1或2所述的装置，其特征是包括安装在铸造设备上的至少一个感应器(1)，其导电杆(2...5)的方向平行于浇铸轴线(X)。

7. 如权利要求4所述的装置，其特征是包括安装在铸造设备上的多个感应器，所述的感应器带有导电杆，从这个感应器到另一个感应器的导电杆的方向是不同的。

8. 如权利要求1所述的装置，其特征是所述的基本电源(8, 9)包括一个单独的有两相或三相的多相电源，在可调节电流频率设为零的情形下工作。

9. 一种在连续铸造产品中用电磁方式制动液态金属的方法，其特征在于，作用于液态金属的一个永磁场用于制动金属流动，所述的磁场由权利要求1所述的制动装置产生，包括一个“动磁场多相定子”型的多绕组电磁感应器(1)和一个基本直流电源(8, 9)，该直流电源可以单独调节，根据浇铸条件，为了达到调节，所述的感应器(1)的磁极位置而不移动感应

器，流过所述感应器的所述线圈的电流强度  $I_i$  用系数  $\varphi$  调节，其变化范围在  $0 \sim \pi$  [sic]，这样，在任何时刻，当感应器(1)有两个线圈(A, B)时， $I_1 = K \cos \varphi$ 、 $I_2 = K \sin \varphi$ ，当感应器(1)有三个线圈时， $I_1 = K \sin \varphi$ 、 $I_2 = K \sin(\varphi + 2\pi/3)$ 、 $I_3 = K \sin(\varphi + 4\pi/3)$ ， $K$  是一个常数，表示感应器(1)磁极所在位置上的要求的制动力，和  $K$  的最大值是受每个基本电源(8, 9)输出电流的最大电流强度限制。

## 在连续铸造产品中用电磁方式制动熔融金属的装置和方法

### 技术领域

本发明涉及金属，尤其是钢的连续铸造。更具体地，涉及在连续铸造产品中用电磁方式制熔融金属的装置和方法。

### 背景技术

现已知道注入模具的熔融金属流在模具中产生流体扰动，据对轧制后的铸件的观察表明，该流体扰动常常会带来缺陷。另一方面，金属流夹带着非金属夹杂物向深处进入正在浇铸的铸件的液态中心，这些夹杂物靠自然悬浮在弯液面(模具中熔融金属的自由面)是很难除去的。这种普遍现象在弯曲或半弯曲型的铸件中尤为突出，在具有宽的横断面的铸件如铸造板坯中，其内部组织的结晶前沿会阻碍堆积在此处的非金属杂质的上升。另一方面，模具中钢液流引起液态金属的环流，特别导致上升的涡流随机地扰动弯液面，而且，浇铸速度越高，约为 1.5m/min 以上，则这种现象越激烈。这些表面的不稳定导致在模具周边的铸件第一层壳凝固的不规则，已经知道，这最终引起铸件成品中不符合要求的甚至无法接受的气泡，剥离等缺陷。

面对由于钢液流的液压波动引起的这些问题，目前炼钢工人有两种解决办法，每种办法都是采用可从适于连续铸造的磁流体力学获得的工具。其中一种更象是“治疗”方法，旨在减小对获得的产品的冶金质量的影响，即用电磁对流(或搅拌)。另一种是从预防角度抵消这个波动，即电磁制动。

电磁制动在于用强制的铸造金属液流冲洗结晶前沿，例如带着非金属夹杂朝着弯液面向上运动，否则这些非金属夹杂物会卷在结晶前沿。这个液态金属流是由平行且正对模内铸板的宽面(BF 2358222 和 BF 2358223)的多相式(两相或三相)线性电机的定子型的多线圈感应器产生的移动磁场作用产生的。这类感应器一般包括电感线圈，这些线圈的导体是一些间隔开的平行的棒或金属丝线圈，放置在磁轭的齿内，并成对的反相串联

在一起。每一线圈均与多相(即两相或三相)电源的一个不同相连接, 连接顺序提供沿着感应器并垂直于导电杆的移动磁场。这类多绕组感应器通过与多相电源耦合产生移动的磁场, 在电力工程著作中有广泛介绍。

另一方面, 本发明涉及的“电磁制动”技术在于其直接作用于进入模具的一个或多个钢液流。这样, 其目的是限制钢液流的透入深度, 和减弱所引起的液态金属回流运动, 从而形成尽可能平的未发生搅动的弯液面。这种制动方式遵循公知的涡流制动原理; 当移动的液态金属(更一般地是导电的液体)通过一静磁场时, 会受到由于电磁场而产生的反作用力, 该反作用力的强度根据磁场的强度和液态金属的速度而变化。

应用在连续制造板坯模具中的电磁制动已经众所周知, 主要包含两个正对着的显极电磁铁, 这两个电磁铁位于大的模具壁两侧和有相反的极性, 从而可以在两极之间产生移动的磁力线。电磁铁放置在模具上方用来在液态钢液流进入模具时对钢液流进行阻拦。需要强调的是, 严格地说, 液态金属进入模具和处于该区域时实际上并没有被制动, 而是在附近尽可能大的体积区重新取向和分配。这是因为铸造金属的整体流动速度不由这种制动调节, 因此金属的铸造速度, 幸运地也不是由这种制动所调节的。事实上, 这就象一个流动分配器, 使在模具上方的流动速度图更加均衡。因此, 严格地讲, “电磁制动”一词并不正确, 但为了方便在下文中使用和与一般惯例相一致, 在本文加以继续引用。例如 EP-A-0,040,383 说明了这种制动, 该文献推荐使用四个电磁铁, 将它们两两配对并且反接放置在连续式铸造板坯的模具壁上, 每组均放置在有两个侧口的注口两侧, 这两个侧口对准模具侧壁是用来进料用的。

PCT WO92/12814 提出通过用一根横跨模具宽度的磁棒来代替在大模具壁的两个电磁铁, 这根磁棒与浇注口的侧口同高, 从而当钢液流沿模具侧壁离开浇注口的每个侧口扩展时, 磁棒均可以对它产生永久的制动作用。

最近, PCT WO 96/26029 提出放置在各个模具壁设两根磁棒, 而不是一根, 而且是在不同高度上, 在注口出口处各侧其中一个磁棒位于另一个的下方, 这样就在钢液流区域形成一个磁封闭区从而使该区域与模具中

的其他大部分液态金属隔离开。然而，众所周知，液态金属在模具内的流动状态在不同的浇铸批次中显著不同，甚至在同一浇铸批次中由于不同的浇铸参数如浇铸速度、注口浸没深度、提供钢液流方向的出口的的形状以及模具的宽度，如果该模具属于宽度可调节类型的等等而使流动状态不同。因此，如果希望根据这些参数使模具中磁场的作用区域最优化，不沿着大的模具壁移动感应器是达不到这点的。而移动感应器在实践中是不可能实现的。

### 发明内容

本发明的目的是为炼钢工人提供一种在连续式铸模中能更容易和快捷地调节电磁制动作用区域的方法，使它能仅仅通过调整电源参数，而将位置持久地与即将进行的或正在进行的浇铸批次中的条件精确地配合，因此无需干扰铸造设备的工作，特别是不需要调节感应器的位置或感应器。

为了达到上述目的，本发明的主题是一种以电磁方式在连续浇铸产品，特别是板坯中制动液态金属的装置，包括一个电源，与上述电源相连接的至少一个“移动磁场多相定子”型电磁感应器，装配在位于正在浇铸产品一面的正对面的铸造装置上，其包含两相或三相线圈，在该装置中电源包括两个、或三个基本直流电源，每个电源均可单独调节电流强度，而且每个基本直流电源只和感应器中的一个线圈相连接。

可以明白，本发明在于将“移动磁场线性发动机定子”型感应器和一组单独的直流电源相连接，这种感应器的设计和结构已经为广泛知晓很长时间，其在连续浇铸板坯中，作为一种在模具中水平移动液态金属的方法使用亦为广泛知晓(参见，例如 GB1,507,444 和 1,542,316)，而连接的电源中每个直流电源均可以被单独调节，并且每个均与而且只与感应器的一组线圈相连接，这样可以产生一个静磁场，该磁场能根据沿大模具壁高度和宽度上的位置(当然也可以根据强度)进行调节的(就此而言，更多情况下是选沿冶金高度上的任一点，但是须假设在这一点，铸体中心仍然包含一定数量的未凝固液态金属)，这些调节是仅仅通过调节这些基本电源的操作参数，即实际上是调整电源所产生的电流强度来选择性地激励感应器的

线圈。这些调节能够很快捷地被完成，如果需要，可远离铸机操作，从而对于操作者来说完全安全和透明的，就是说无需干扰，甚至是最低限度地干扰浇铸操作的正常过程。

这样，本发明的主题是在连续铸造产品中用电磁制动液体金属的方法，根据本发明作用在液体金属的一个永磁场用来制动金属流，所述的磁场是由制动装置产生的。该制动装置有一个“动磁场多相定子型”的多绕组电磁感应器和基本直流电源耦合，根据上面所述的装置电源可以单独地进行调节，其中，为了达到此目的，主要依赖于浇铸条件调节电源，所述感应器的磁极的位置不需移动，流过感应器的线圈的电流强度  $I_1$  用系数  $\varphi$  调节，它在  $0$  到  $\pi$  间变化，这样，在感应器有两个线圈的情况下，在每一时刻， $I_1=K\cos\varphi$ ， $I_2=K\sin\varphi$ ，在感应器有三个线圈的情况下， $I_1=K\sin\varphi$ ， $I_2=K\sin(\varphi+2\pi/3)$ ， $I_3=K\sin(\varphi+4\pi/3)$ ， $K$  表示在感应器磁场所在的位置上的要求的制动力度的一个常数， $K$  的最大值是受每个基本电源所能输出电流的最大电流强度限制。

#### 附图说明

通过下面的非限制性举例说明，参照附图，对本发明会更易理解，而且对本发明的其它方面和其优点也会更清楚，附图中：

图 1 图解示出一个已知的用于搅拌浇入连续铸模中金属的双相电磁感应器及一些将在制动装置中再示出元件；

图 2 图解示出一个在双相线圈实施例中的本发明的电磁制动装置，该实施例和图 1 的双相搅拌感应器的实施例相类似；

图 3 示出根据图 2 的感应器用于本发明的制动装置，示出该装置被安装在用于连续铸造钢坯的模具内，使用第一种调节产生制动作用的高度的方法；

图 4 示出图 3 装置的一种替代形式，其中制动感应器的结构在模具宽度上是分开的；

图 5a 和 5b 说明本发明制动装置用在不同的感应器的实施例中的方法；

图6是一个图3的装置穿过图3中铸造轴线X的纵垂直剖面部的简图,说明了调节该装置的一个方法;

图7与图6类似,但说明另一种调节本发明制动装置的方法;

图8与图3类似,示出一种本发明的制动装置,安装在用于连续铸造钢坯的模具内,使用第二种在模具的宽度上调节制动作用的方法;

图9是沿图8中A-A面剖切的横断面的俯视图,说明调节图8中所示的制动装置的方法;

图10与图9是相同的布置,说明另一种调节该装置的方法;

图11示出该发明的电源的一种替代形式;

图12和图8、图4类似,示出一种安装在连续铸造钢板坯的模具上的本发明的制动装置,使用第三种在模具的宽度和高度上调节共轭制动作用的方法。

### 具体实施方式

在这些图中,相同的零件使用相同的标记。

图1中所示的搅拌感应器1的操作以及它对液态金属流动的影响完全不同于本发明中的制动装置的操作及其对液态金属流动的影响,但是,它可以作为构成该装置结构的框架。因此搅拌感应器和制动装置在结构上十分相似。另外,关于对该装置及其操作的一些提示使得更容易理解本发明。

这种动磁场静电感应器的主要工作部件包括导电体,在该例中是一些直的铜棒2、3、4、5,安装在磁轭6中均匀分布的,平行的V形槽口(或齿形槽)内。这些棒的放置使其相互之间平行,并且均匀地间隔一定距离分开,以便可以限制感应器的磁极间距。

在上述的例子中,感应器是一种两相定子型的。为此,该感应器包括四个导电杆,其中每两个之间是连在一起通电的,即成反向串联的两对,也就是,将导电杆都位于感应器的同侧(图中是在右侧)的端部连接成使得电流在导电杆中流过的方向是相反的。每对导电杆2-4或3-5形成自由端部(图中是在左侧)以图中所示的顺序连到两相电

源 7 的接线柱上的一个线圈，电源的两相通常用 U、V 表示，中线用 N 表示。这些自电端也都用给它们供电的电源相同样的标记 U、V 表示，根据一般的习惯，电流输入端与电流输出端采用在输出端字母上加一横线以作区别。可以看出，这些线圈是“重叠型”的，因为形成一个线圈的一对导电杆并不是相邻的，而是由另一个线圈的一个导电杆分隔开。这样，杆 2 连到杆 4 形成线圈 A，杆 3 连到杆 5 形成线圈 B。在感应器是三相定子型的情况下可以看到同样的安排，并获得相互重叠的三个线圈，如已知的那样，是在一对导电杆之间的分隔有一个跨接，该分隔不是间隔一根杆，而是隔开两根杆，两根中的每一根属于另外两个线圈之中的一根杆或另一根杆。

当感应器 1 由交流电源供电时，其电路图如图 1 所示。流过导电杆 2、3、4、5 的电流产生一个磁场，该磁场垂直图面，从一根杆到另一根杆并垂直于杆的方向，（杆的方向在图中用箭头  $V_B$  表示），也就是从上向下，这是在这样的频率（也就是电流频率）下，在该频率下从杆 2 到杆 5 随电源的电流强度逐渐达到最大。图中左手侧的小插图，利用三角循环，示出两相的动态结构，可简单的理解在绕着该圆顺时针移动时说明的问题。这种搅拌感应器也可以方便地放置在连续铸模中（如用于铸造板坯），在许多文献，尤其是专利申请中描述了这方面使用。

现在将讲述的本发明很好地相应上面所述的感应器结构、形成感应线圈的成对导电杆以及将感应器装进连铸机的组合。

为了构成根据本发明（如图 2 所示）的电磁制动装置，必须修改图 1 中的感应装置使其不再产生一个动磁场而产生一个位于感应器选定位置上的永久静磁场，并且可以随意修改。因而这种静磁场将由直流电源产生。这个静磁场与连续铸模中已知的电磁制动装置产生的磁场类似，但是就模具的高度上（或宽度上，这依赖采用的设定）位置言，它作用的区域可进行调节，而不需对铸机进行任何改变。

在图 2 中可以看出，这种修改包括用两个相互独立的直流电源 8 和 9 代替两相电源 7，它们单个公共点可作为他们的中线 N，这通常是方便起见。这些电源都设有调节其输出电流的强度的装置。这些调

节装置本身是已知的而且在此领域中都是标准件，在图中简单地用相应的元件 10 和 11 表示。感应器 1 一直在任何方面都没有变化，限定线圈 A 和 B 的导电杆之间的连接保持不变。

一当各感应器 1 的线圈 A 和 B 和两个基本电源之一连接，而且仅和其中的一个相连，根据本发明的装置就处于操作状态。在图 2 所示的例子中，线圈 A 连到电源 8 上，线圈 B 连到电源 9 上。

这样的装置用在连续铸模上会产生要求的制动效果，减小钢液流穿透深度以及其对完全冷却后的铸件的内部质量的不良影响。而且，应该注意本发明的制动装置事实上也可安装在模具的下方并更通常地可以使用，在连续铸造产品如钢板，这时钢板内部一定仍处于液态下。

说明书的这部分参见图 3，图 3 示出根据本发明的制动装置的感应器，固定在用于浇注钢板坯 13 的连续铸模 12 的大的模壁上。当然，模具的两个相对的大的模壁上都可以安装上感应器，使用两个相同的感应器相对地安在铸造产品的两侧而且沿着模具的整个宽度设置。说明书的其余部分将示出根据相对一个面对的感应器对一个感应器的极性的选择，可以导出通过铸件厚度方向(所谓的正交场结构)的制动效果，或者将其只定位在壳体附近(所谓的纵向磁场结构)。

已经知道，用于连续铸造板坯的模具主要包括四个铜或铜合金制成的纵向板组件，包括两个大板 14, 15, 称为“大的模壁”，还有两个封闭端部的端板 16 和 17, 称为“侧壁”。这些板围在一起形成一个浇注熔融金属 18 无底的浇铸空间，熔融金属 18 是从这些板上方的中间包 20 底部的注口 19 流进该空间的。它们由外部强大的水循环进行冷却，以抽取与板相接触凝固形成金属壳必须散走的热量，而且金属壳的厚度足以使铸件在正常的操作条件下被抽拉出来。熔融金属是由注口 19 浇入模具中的，注口 19 的底端设有侧向出口 21, 21'，该浇口底端浸入在已经在浇注过程中被浇在模具中的熔融钢水中。每一个侧向出口放出熔融金属钢液流 27 和 27' 指向模具的侧壁，在该侧壁附近又分离成一支向下的主流 28 和一支向上的液流 28'，向下的液流 28 导致深度方向上带走非金属夹杂物，向上的液流 28' 使弯液

面扰动。本发明的制动装置就作用在这些钢液流 27, 27' 上。

在图 3 所示的例子中, 上述的感应器 1 被安装成使其面对模具的大的模壁 14, 其方向使导电杆 2 和 5 是水平的, 铸造轴线 X 是纵向的。在这些条件下, 如果再参见图 2, 以便仅考虑电源 8, 输出给线圈 A 的直流电(其电流强度可以使用其调节装置 10 设定)在感应器 1(以及模具)的上半部形成一个电流回路, 电流在导电杆 2 中从左向右流过, 然后在导电杆 4 中从右向左流过。这样在这个电流回路区限定的区域中产生一个静磁场  $B_u$ , 所说的静磁场垂直于线圈面, 在图示情形下, 这个面也就是图面。应该知道, 在模具上端而且是模具的整个宽度上形成一个静磁场  $B_u$ , 该磁场垂直于浇注轴线 X, 并且垂直于金属钢液流 27, 27' 的传播速度分布面, 磁场最大强度是在线圈 A 的中心, 也就是在线圈 B 的无电源的杆 3 的高度位置。如果我们以同样方式考虑电源 9 和供给电的线圈 B, 可获得和前面磁场  $B_u$  相同的磁场  $B_v$ , 但其最大强度大是在线圈 A 的无电源杆 4 的水平位置。

如果两个电源同时给各自的线圈输出电流, 那么磁场  $B_u$  和  $B_v$  同时出现, 在杆 2 和 3 之间的区域有一个重叠区域, 这也就是由于线圈 A 和 B 重叠放置的事实引起, 这些磁场在此区域是叠加的。如果供电电流有同样的电流强度, 在中心区域的中心会获得最大的电磁感应, 从而得到最大的制动效果。另一方面, 如果电源 9 不工作, 则在线圈 A 的中心获得最大的磁场(见图 5a); 或者在电源 8 不工作时, 在线圈 B 的中心获得最大的磁场(见图 5b), 或者, 简单地使用调节装置 10 和 11, 在两个都工作的相连的电源 8 和 9 之间有目的地设定一个不平衡电流, 则在上述两个极端位置之间某个可能的位置的无限远处获得最大的磁场(图 2)。为了简化, 我们把空间的某点(在本实施例中是设有一个制动感应器的模具的大的模壁之一)称为“磁极”, 该处制动磁场是最大的。

这样, 该感应器可以用已知的电磁制动装置的方式, 作为一个制动器作用于进入模具的熔融金属液流。然而, 在本实施例中, 其明确地利于可随时调节制动场的磁极在模具高度上的位置, 不必移动感应

器的任何部件，而只需简单地调节电源。

已经阐明，在模具上部的制动场的磁极精确的位置事实上在一定浇注条件下是最优的，但实际证明如果铸造参数，如注口 19 的浸入深度，弯液面 22 在模具中的水平高度，浇铸速度等等从一次浇铸批次到另一浇注批次中或在浇铸批次中的改变都使得该位置不很合适。那么有必要能够进行在模具高度上磁极位置的改变。正如上面所看到的，使用本发明的装置就使上述改变十分容易，因为只是调节电源的电流操作参数的问题。

在图 4 中可以看到，模具的大的模壁可以不用在整个宽度上包覆一个感应器而是包覆三个功能相同的感应器 1a, 1b, 1c, 三个感应器在模具的大的模壁的宽度上并排放置，这样可以在大的模壁的中心位置或侧面调节对浇铸金属不同的电磁制动作用。

将可理解，根据本发明的制动感应器不用覆盖模具的整个宽度，只须覆盖宽度上的一小部分。例如，可以是只覆盖注口 19 中的部分，或者是注口 19 一侧的侧向部分或是如结合图 4 所述，用几个并联的感应器形成紧接着的独立的作用区来覆盖整个宽度上的部分。那么可以仅通过简单地使用在形成的各感应模件中的不同强度的电流根据铸造板坯的宽度不同地调节磁极的制动作用的强度。同样，也可以把磁制动磁极设在不同的高度水平上，该高度依感应器在模具的大的模壁的中心或是侧面而定。同样，在各种模式的模具中使电磁制动场作用的区域适合于铸件的宽度成为可能。

一般而言，代表每个感应器的磁极处的要求制动力的选定常数用符号“K”表示，该值的最大值是由基本电源 8, 9 等所能输出的最大电流强度限制，要求的磁极的位置可以通过操作调节装置 10, 11 等来改变，只要调节参数 $\varphi$ 在 0 和  $\pi$  弧度[sic]之间改变该参数作用是在将基本电源连在一起，使得通过线圈的电流的电流强度  $I_1$  在该装置有两个基本电源（每个感应器有两个线圈）的情况下由公式  $I_1=K\cos\varphi$ ,  $I_2=K\sin\varphi$  给出，在该装置有三个基本电源（每个感应器有三个单独的线圈）的情况下，由公式  $I_1=K\sin\varphi$ ,  $I_2=K\sin(\varphi+2\pi/3)$ ,  $I_3=K\sin(\varphi+4\pi$

/3)给出。

下面也将提到根据本发明的制动装置的感应器 1 或 1' 可以安装成使得面向模具的每一个大的模壁。那么可以同时改变在铸造板坯两侧工作线圈的极性来提高铸件中心的制动作用或将制动作用集中在壳体附近。这种安排形成图 6 和图 7 的主题, 其中为了区别安装在模具上一个大模壁上的感应器与在另一个大的模壁上的相同的感应器, 前者用下标“a”表示, 后者用下标“b”表示。在两个相对的感应器内的相同取向的磁场在横向上相互加强; 从而在铸造金属的中心增强了制动作用, 因此相对的两个磁场在金属的中心相互抵消和将制动作用集中在铸造金属的周边上, 必要可采用一种“纵向磁场型”的构形, (见图 7)。

不用说, 本发明不受上述实施例的限制, 而只要限定在后面附的权利要求书范围内, 本发明可扩展到许多变型或等同物。

如图 8 所示, 感应器  $1_{a1}$  可以安装在模具上, 其导电杆 2...5 的方向和浇铸轴线 X 平行, 也就是说竖直的, 而不是水平的。在已给出的竖直方向上, 可以在浇注口 19 的出口 21 流出的金属 27 钢液流传播方向上用要求的精度在铸造产品半宽度的范围调节磁场的制动作用。通过使用安装在注口 19 两侧的大的模具壁上, 并带有两个竖直的导电杆的感应器  $1_{a1}$  和  $1_{a2}$ , 有完全的自由度可精确地将电磁制动极的位置设定在离浇注口的出口 21 和 21' 距离要求的合适的地方。另外, 还可在另一个大的模具壁上使用两个相同的感应器放宽选择, 因为, 如在前面已看到, 这样可以将磁场的作用集中在铸造产品厚度上的一个选定点, 也就是集中在中心处而不是在圆周处, 反之亦然。

图 9 示出调节一种带有两对此类型感应器的装置的方法, 感应器对铸造产品 13 的整个厚度提供了制动作用。可以看出, 这种调节的原理是十分简单的。在相互面对的工作着的线圈内, 所需要的是电流以相同方向流过铸造产品两侧相对的导电杆。因为, 在这种情况下, 由铸造液态金属液中的线圈产生的磁场是叠加的; 磁力线基本垂直于模壁不偏离其在感应器中的原始路径穿过铸造产品。这种情况是所谓的

“正交磁场”结构，其在铸件的厚度方向尤其在中心产生一个制动效果。应该理解，在这种情况下更利于激活最靠近注口 19 的出口 21 和 21' 的线圈，因为当钢液流 27 和 27' 离开注口时更有力而且限制更紧密从而当它们喷向模具的侧壁时更分散，更开放。

图 10 示出相同的装置，但设置正好相反，使其在铸件壳体的制动作用最大。可以看出，为此目的所需要的是将两个面对的工作线圈中的一个的电流方向反向，以使这两个线圈产生的磁场也是反向。这种情况是一种“纵向磁场”结构，即磁感应铸造产品的中心最小，因为在铸件的中心的中间面的磁力线相对于其在感应器的原始方向弯曲  $90^\circ$ 。因为只有垂直于钢液流 27 和 27' 线的磁性元件才作用于钢液流，在对着准确位于感应器的工作线圈对面的液态的结晶前沿，制动作用最大。

作为一个变型，如图 12 所示，可以用在大的模具壁宽度上并联的感应器，感应器之间的导电体有不同的方向。在图中的例子中，肩并肩放置着三个感应器，1c 在浇注口 19 的中心区域，另外两个 1a, 1b 在中心导电杆 1 两侧的侧向位置。中间的导电体是水平的，也就是说垂直于浇铸轴线 X，这样在高度方向上可以调节磁制动极的位置使其与浇铸金属进入模具的那点齐平。另一方面，侧向感应器的导电杆是竖直方向的，在大的模具壁的宽度上调节磁制动极的位置使其位于模具侧壁的附近。当然，这种相对的布置也可以反过来，在高度上调节位置使其在侧壁附近，在宽度上调节使其靠近金属进入模具的位置。

另外，在整个说明书中都将其当做该发明的主要特征之一的“基本直流电源”应该理解为不仅是指一种结构上除独立的单个电源，如参照前面图中的直至目前仍使用的那些电源，还指有两相或三相的单个频率可调的多相电源，将其设在零频率可获得直流电。这种多相电源是众所周知的。它们通常给带有旋转或移动磁场的电动机提供能源。如图 11 所示，这种电源包括一个带有一个可调节变化临界值的转换器 28，这种转换器一般都由一个整流器 29 整流的电流供电，整流器 29 通过变压器 31 和开关 32 送到旋转发电机组 30 的输出端。

电源(实例中为三相电源)的每一相 U、V、W 都是以这种方式构成的。转换器确保在发电机组 30 产生的相之间的相转换受到重视,电源的所有相通过设有中线 N 的连接箱 33 就可使用。

根据本发明,将电源投入工作以便给所示的制动装置 34 的线圈提供电流,每一个线圈有一相。该操作包括将转换器 28 设在频率为 0 的位置,在选定时刻进行调节,以使各相的电流强度在那个时刻是在连接到这些相的线圈中得到的要求的电流强度。

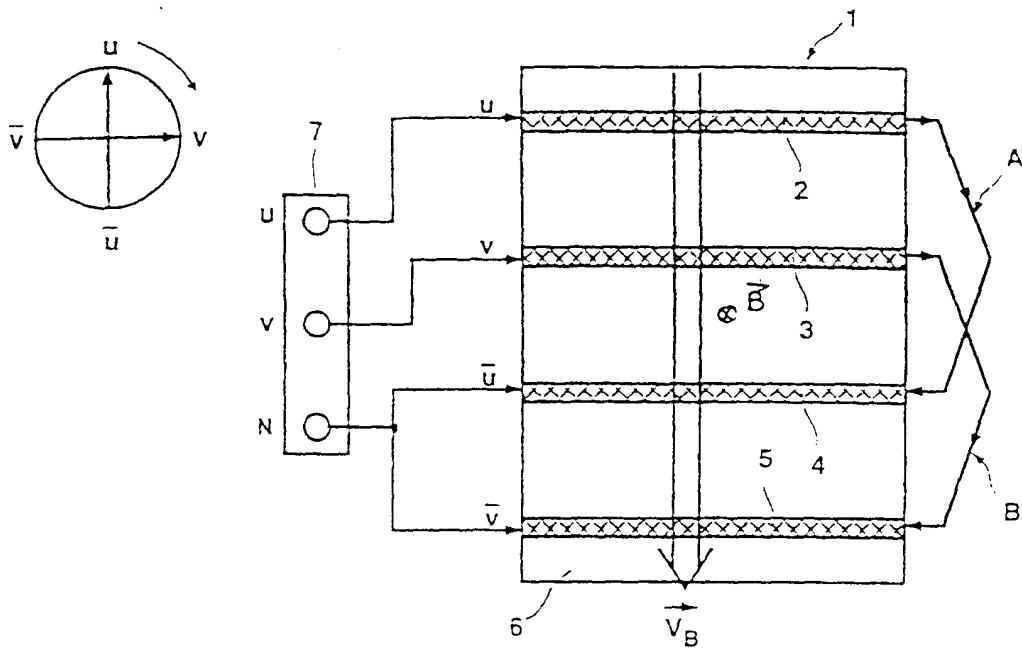


图 1

(现有技术)

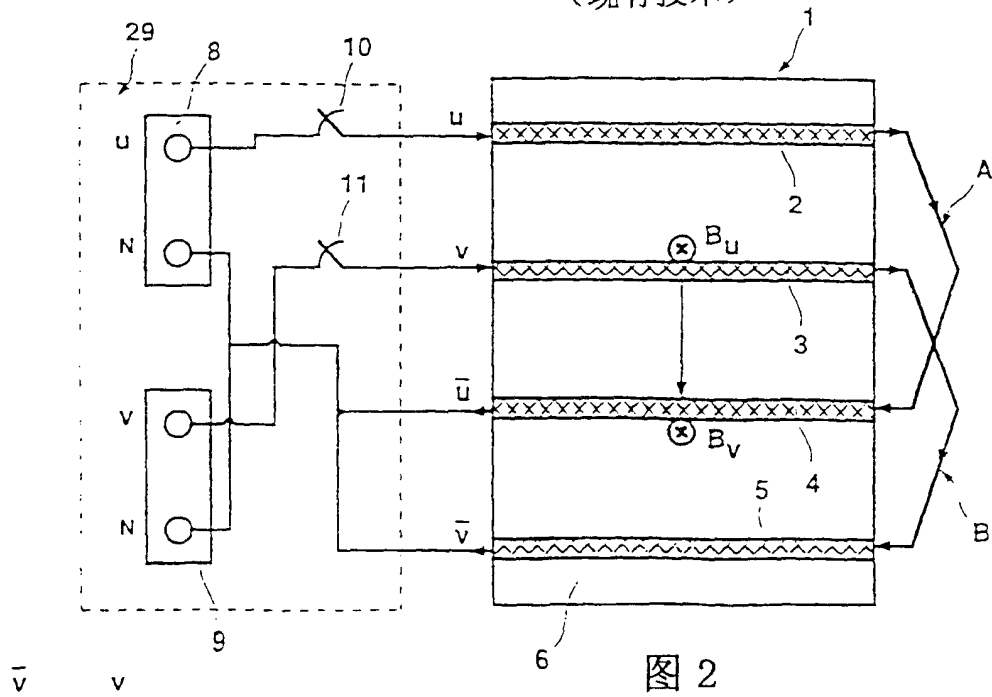


图 2

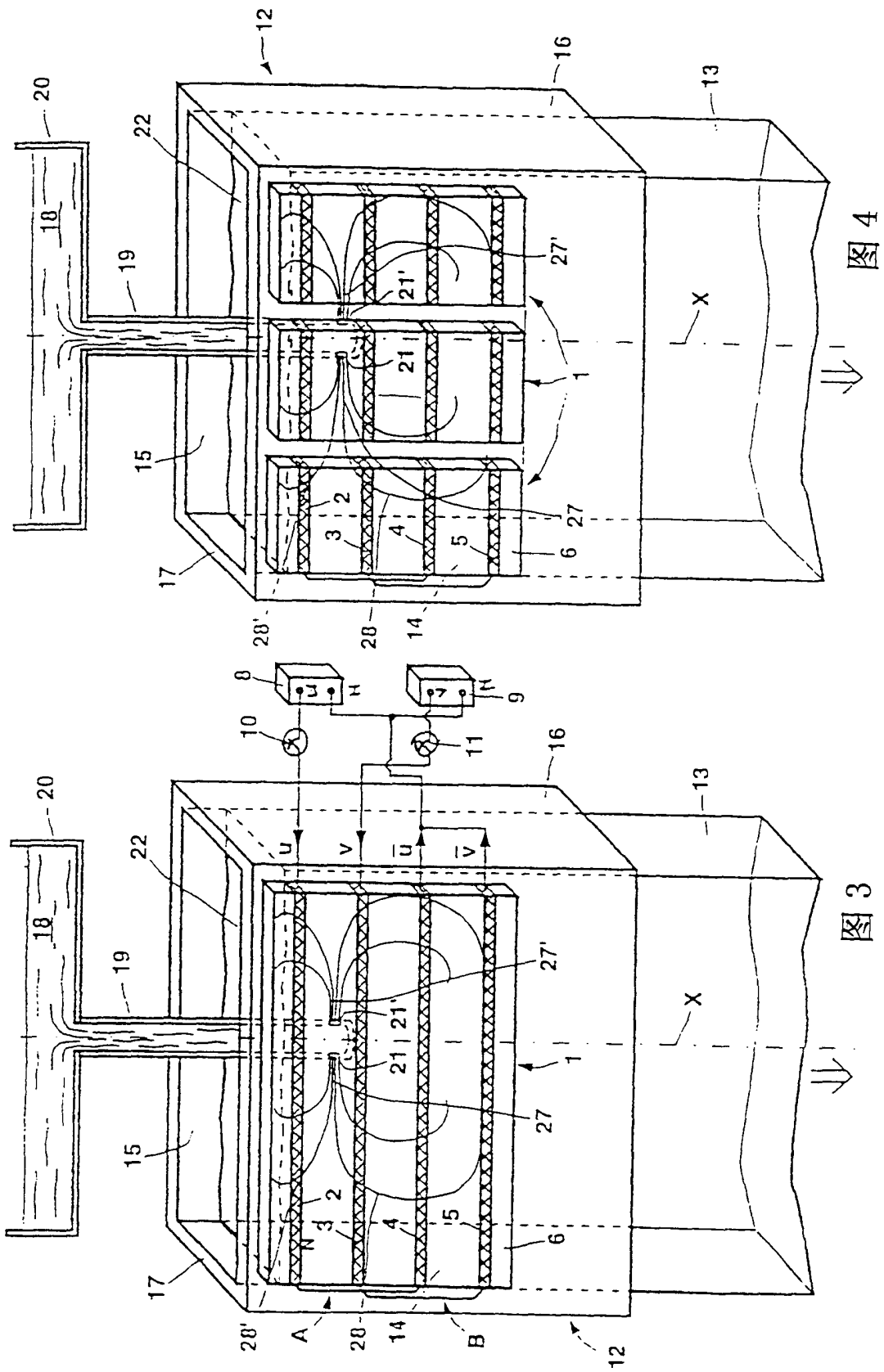
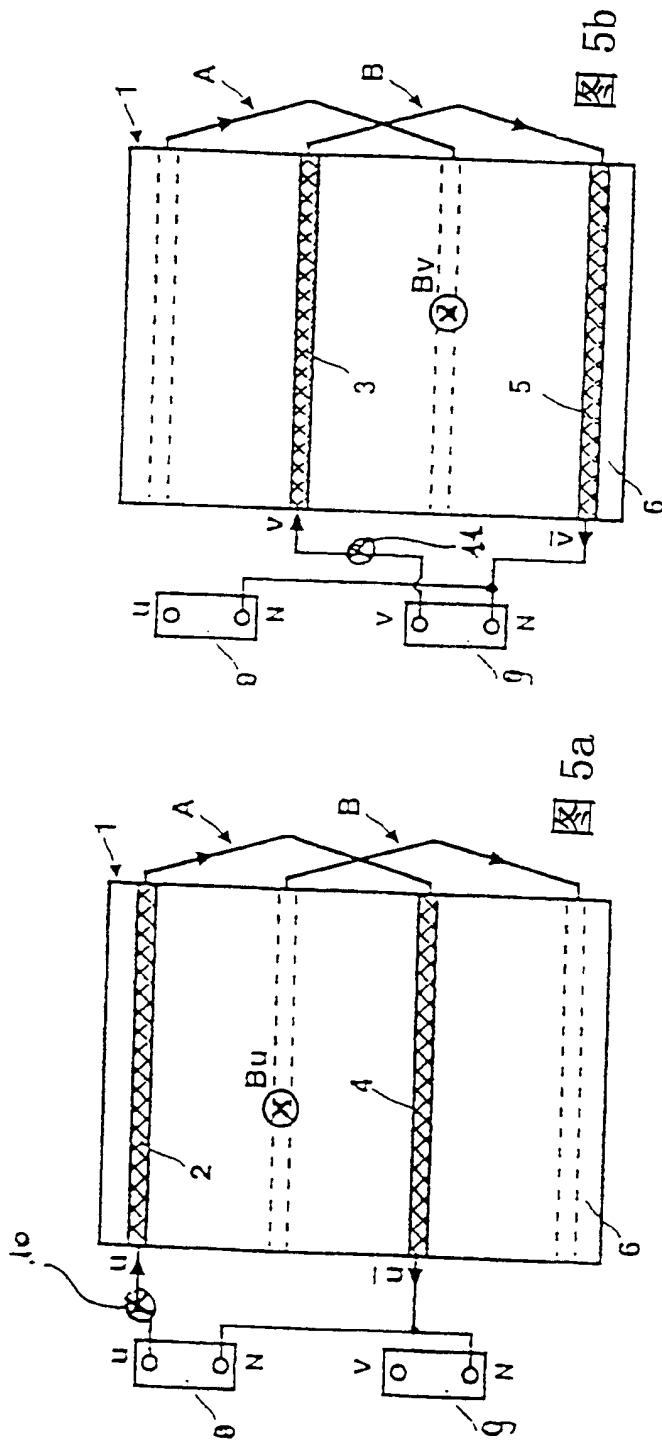


图 4

图 3



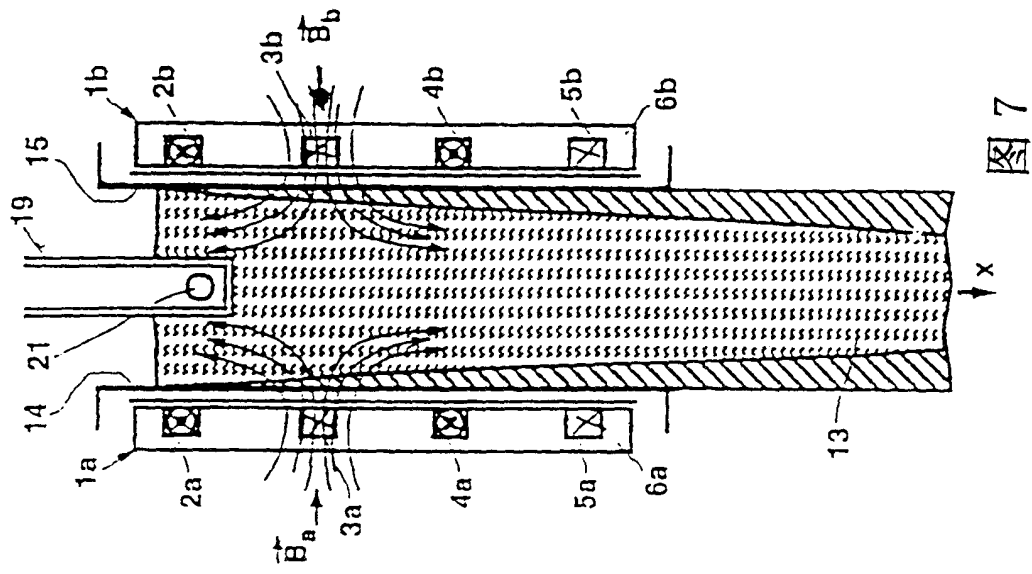


图 7

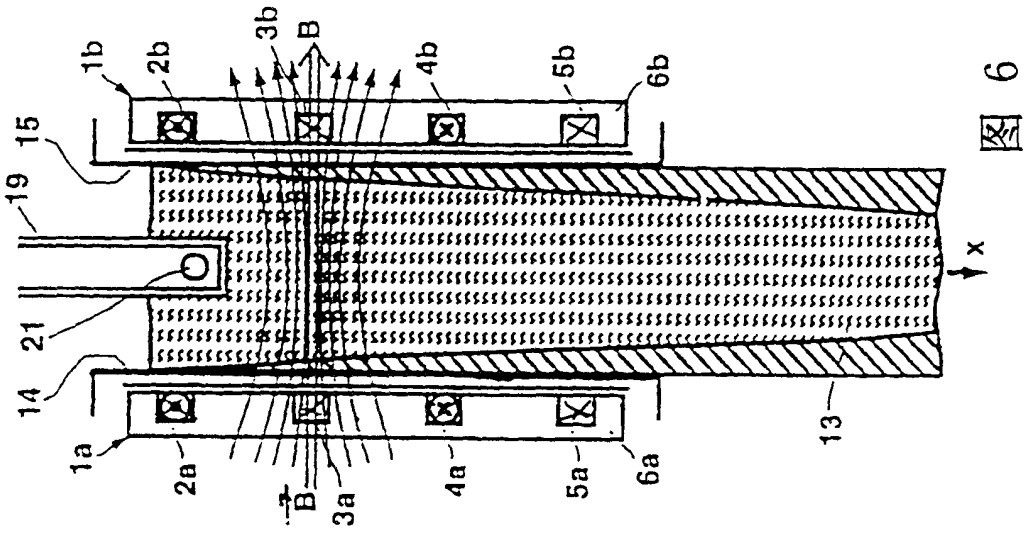


图 6

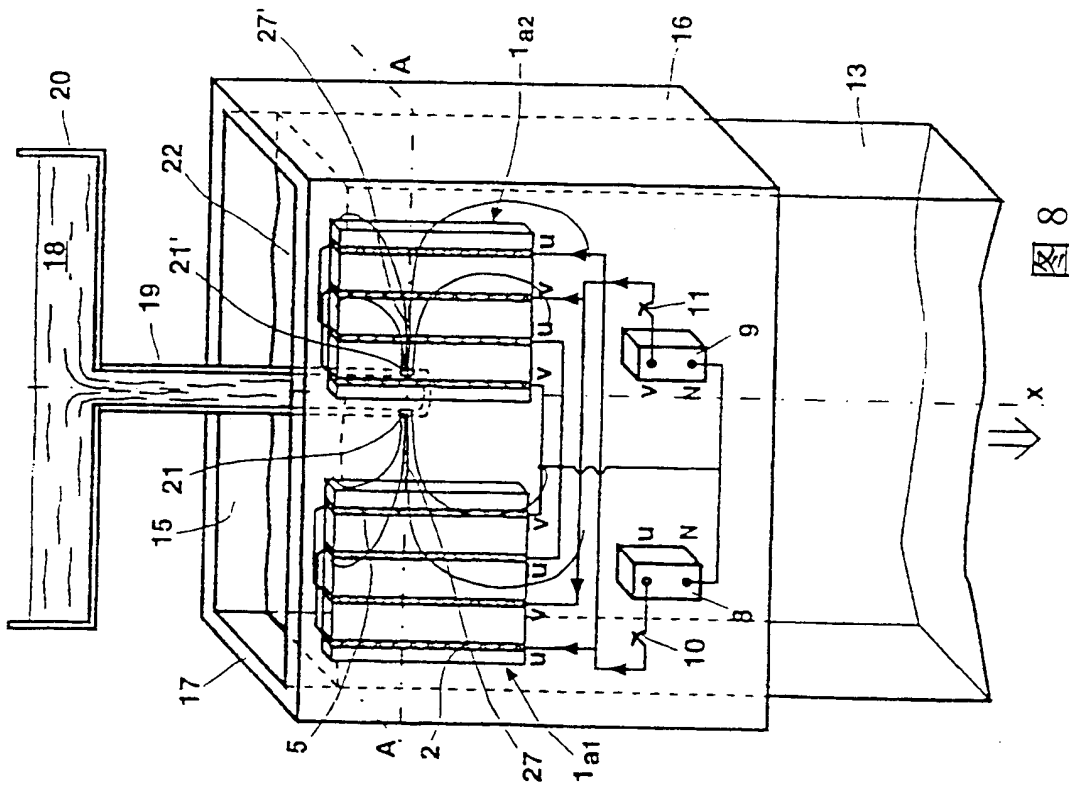


图 8

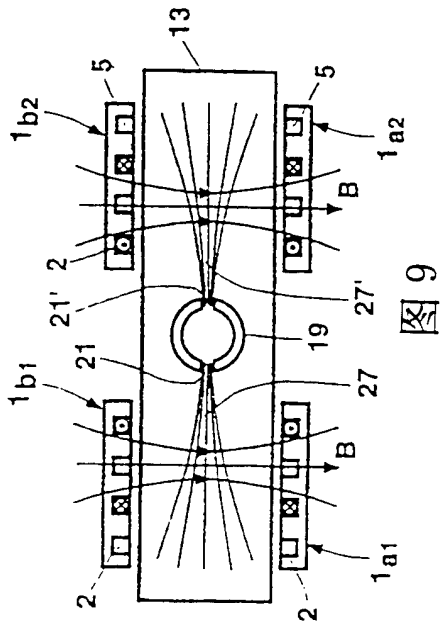


图 9

(AA 剖面)

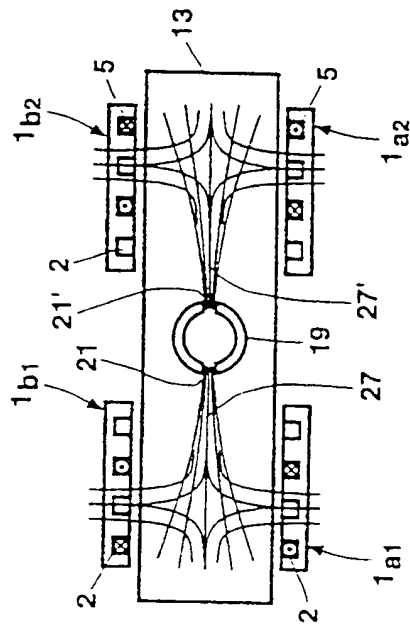


图 10

(AA 剖面)

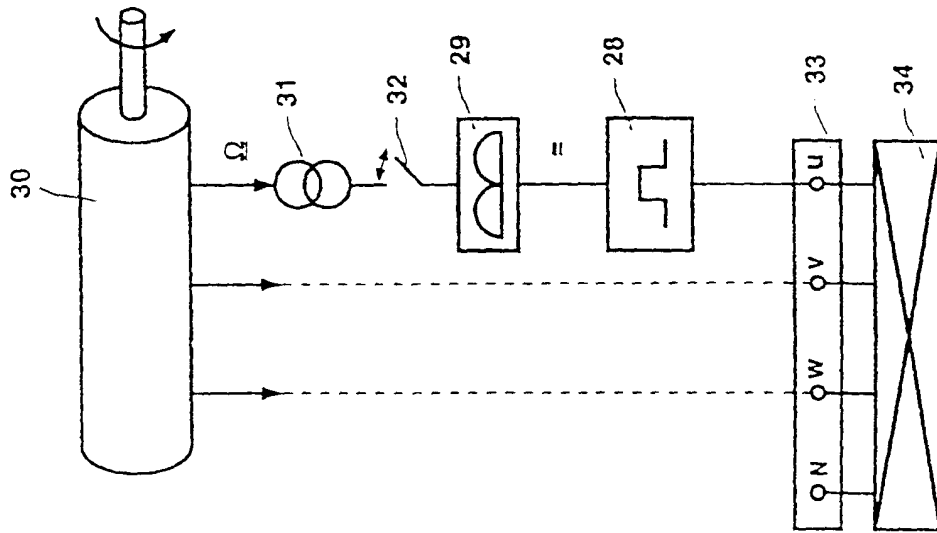


图 11

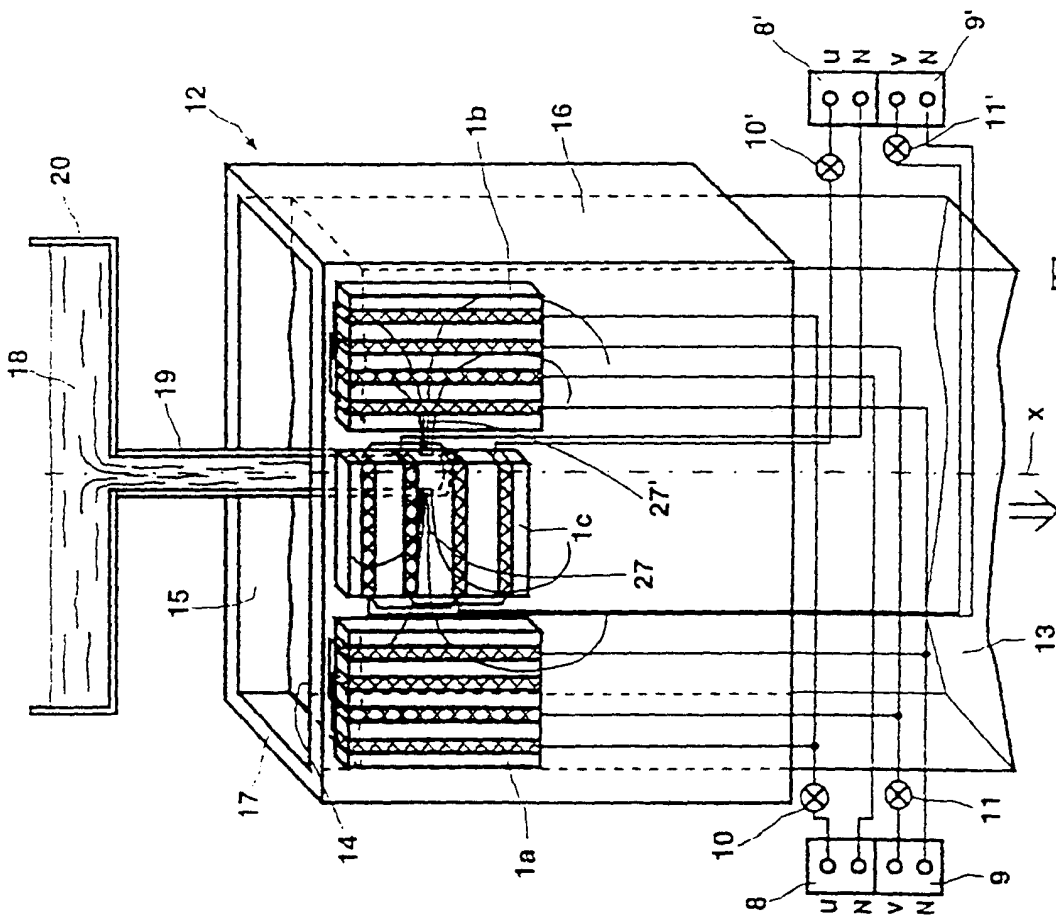


图 12