

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B22D 11/115 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99813974.2

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1293964C

[22] 申请日 1999.11.2 [21] 申请号 99813974.2

[30] 优先权

[32] 1998.12.1 [33] SE [31] 9804139-5

[86] 国际申请 PCT/SE1999/001967 1999.11.2

[87] 国际公布 WO2000/032333 英 2000.6.8

[85] 进入国家阶段日期 2001.6.1

[73] 专利权人 ABB 股份有限公司

地址 瑞典韦斯特罗斯

[72] 发明人 C·斯万 T·克龙

J·-E·埃里克松 G·塔尔贝克

[56] 参考文献

JP10305353 1998.11.17 B22D11/10

US5722480 1998.3.3 B22D27/02

CN1130364 1996.9.4 B22D11/10

WO9717151A1 1997.5.15 B22D11/04

审查员 韩晓刚

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 郑建晖

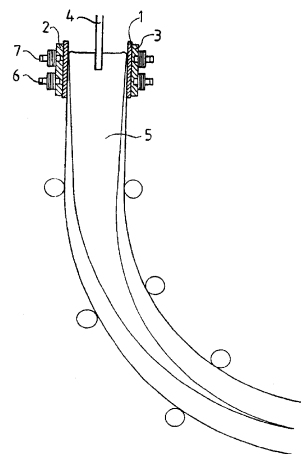
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

连续浇注金属的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及连续浇注金属的方法和设备。在本发明的连续浇注金属的方法中，液态金属作为一股射流被供给到一个已经装有液态金属的结晶器中，其中，利用磁体元件将随时间变化并且被固定在空间中的磁场施加到结晶器中的液态金属上以防止液态金属产生自然振荡，在浇注过程中以不规则的时间间隔施加所述变化磁场。本发明的连续浇注金属的设备包括结晶器和元件，在浇注过程中液态金属通过结晶器，液态金属通过所述元件作为一股射流被供给已装有液态金属的结晶器，该设备包括用于将能随时间变化且被固定在空间中的磁场施加到结晶器中的液态金属上的磁体元件，如此设置磁体元件，即磁体元件能够以不规则的时间间隔产生变化磁场。



1. 连续浇注金属的方法，液态金属作为一股射流被供给已装有液态金属的结晶器（1），利用磁体元件（6，7）将一个随时间变化并且被固定在空间中的磁场施加到该结晶器中的液态金属上以防止所述液态金属产生自然振荡，其特征在于，在浇注过程中以不规则的时间间隔施加所述变化磁场。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，将静态磁场施加到所述液态金属上，将所述变化磁场叠加到所述静态磁场上。

3. 如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述变化磁场的施加是随机的。

4. 如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，在探测到在所述液态金属或者弯月面中的预定的可探测运动时，施加所述变化磁场。

5. 如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述变化磁场具有随机变化的幅值。

6. 如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述变化磁场具有恒定幅值。

7. 如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述变化磁场的变化限定出正弦波。

8. 如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述变化磁场设有一个频率，所述频率为能够产生扰动的所述振荡频率的 10 至 10^3 倍。

9. 连续浇注金属的设备，所述设备包括一个结晶器（1）和一个元件（4），在浇注过程中液态金属通过所述结晶器，该液态金属通过所述元件（4）作为一股射流被供给到所述已经装有液态金属的结晶器中，其特征在于，所述设备包括用于将一个能随时间变化并且被固定在空间中的磁场施加到结晶器（1）中的液态金属上的磁体元件（6，7），以下述方式设置所述磁体元件（6，7），即所述磁体元件（6，7）能够以不规则的时间间隔产生所述变化磁场。

10. 如权利要求9所述的设备，其特征在于，所述磁体元件（6，7）能够产生静态磁场，所述变化磁场叠加到所述静态磁场上。

11. 如权利要求9所述的设备，其特征在于，所述磁体元件（6，7）被布置成随机产生所述变化磁场。

12. 如权利要求9所述的设备，其特征在于，以下述方式设置所述磁体元件（6，7），即在探测到在所述液态金属或者弯月面中的预定的可探测运动时，使所述磁体元件（6，7）产生所述变化磁场。

13. 如权利要求9所述的设备，其特征在于，以下述方式设置所述磁体元件（6，7），即所述磁体元件（6，7）能够产生具有变化幅值的磁场。

14. 如权利要求9所述的设备，其特征在于，以下述方式设置所述磁体元件（6，7），即所述磁体元件（6，7）能够产生具有恒定幅值的磁场。

15. 如权利要求9所述的设备，其特征在于，以下述方式设置所述磁体元件（6，7），即所述磁体元件（6，7）能够产生具有在一定范围内变化的频率的磁场。

16. 如权利要求9所述的设备，其特征在于，所述变化磁场具有一个频率，所述频率为能够产生扰动的液态金属的振荡频率的 10 至 10^3 倍。

17. 如权利要求9所述的设备，其特征在于，所述磁体元件（6，7）包括磁芯（8，9，10，11）和导体绕组（12-15），为所述磁芯（8，9，10，11）和所述导体绕组（12-15）提供随时间变化的直流电以产生所述变化磁场。

连续浇注金属的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种用于连续浇注金属的方法，其中液态金属作为一股射流被供给到一个已经装有液态金属的结晶器中。本发明还涉及一种用于连续浇注金属的设备，所述设备包括一个结晶器和一个元件，在浇注过程中液态金属通过所述结晶器，液态金属通过所述元件作为一股射流被供给到所述已经装有液态金属的结晶器中。

背景技术

在对供给到一个结晶器中的液态金属进行连续浇注的过程中，所述液态金属在结晶器中冷却并且形成一个细长的铸坯。根据横截面的尺寸，所述铸坯可被称为“大方坯”、“小方坯”或“板坯”。热的液态金属的第一液流在浇注过程中被输送到一个受到冷却的结晶器中，金属在所述结晶器中被冷却并且至少部分地凝固成一种细长的铸坯。所述冷却的和部分凝固的铸坯连续地离开所述结晶器。所述结晶器在铸坯离开的位置处具有至少一个以机械形式自支承的凝固坯壳，所述坯壳包围着一个没有凝固的中央部分。从浇注方向看过去，所述冷却的结晶器的两个相对的端部是敞开的并且最好与用于支承所述结晶器的装置以及与用于使所述结晶器和所述支承装置冷却的装置相连。所述结晶器最好由一种具有高导热性能的铜基合金制成。

液态金属从一个浇注容器经过一个延伸到所述结晶器中的管被供给到所述结晶器中。所述管最好延伸到结晶器中并且伸到已经存在于其内的液态金属中。当液态金属从所述管流入到已经存在于所述结晶器内的液态金属中时，它将形成一个所谓的第一液流和一个所谓的第二液流。所述第一液流沿着浇注方向向下流动，而所述第二液流从所述结晶器壁朝向位于其中的金属熔池的表面上下流动。在存在于结晶器中的金属熔池的不同部分中，在浇注过程中会出现周期性的速度振荡。从而，在液态金属流周围以一种公知的形式形成上下环路。由于存在与这种环路的周期性振荡相关的谐振，因此大气泡（例如氩气泡）、来自所述浇注管的氧化物杂质和来自弯月面的熔渣将沿着浇注

方向被向下输送，即向下进入到初始形成在所述结晶器中的铸坯中。这将使杂质和缺陷形成在最终的凝固铸坯中。

结晶器中的振荡流所导致的速度变化能够使弯月面处的压力和弯月面的高度出现变化。在弯月面处的速度较高时，将会导致：（a）使熔渣沉陷；（b）熔渣厚度不均匀；（c）坯壳厚度不均匀；以及（d）形成裂缝的危险。

另外，振荡流动会致使结晶器中向下的流速不均衡。在一些位置处，在一个窄侧的速度可能大大高于在另一侧的速度。这将使低质量熔渣所带来的杂质和气泡被强有力地向下输送。

现有技术中涉及了各种用于分别影响在所述结晶器中的液态金属的第一液流和第二液流的设备和方法。在现有技术中所涉及的这些设备中，在浇注过程中为装在所述结晶器中的液态金属的至少一个部分提供一个大体静态磁场。例如，在已知的瑞典专利公开SE 436 251中，在结晶器处设置了一个静态的直流磁场或永久磁场。或者，也可施加一个频率在1赫兹以下的低频交流磁场。当金属流经所述磁场时，注口射流进入剩余的液态金属发生延迟，经过的液流在浇注过程中受到有利的影响。这种技术已经被改进。例如，可以这样的方式设置用于产生所述磁场的磁体，即，能够在浇注方向上的结晶器不同水平位置处获得一个磁场，从而使液态金属中特殊的局部运动分别受到各个磁场的作用。人们还已经提出，以这样一种方式设置磁体以及将它们连接在一起的磁轭，即，使所述磁场沿着浇注方向延伸而不是沿着与浇注方向垂直的方向。

发明内容

本发明的一个目的在于，提供一种在金属连续浇注过程中能够干扰并减小存在于一个结晶器中的液态金属中的周期性振荡和与其相关的谐振的方法。

本发明的另一个目的在于提供一种设备，利用所述设备能够在金属连续浇注过程中干扰并防止存在于一个结晶器中的液态金属的周期性振荡和与其相关的谐振的产生。

为了实现本发明目的，提供一种连续浇注金属的方法，液态金属作为一股射流被供给到一个已经装有液态金属的结晶器中，利用磁体元件将一个随时间变化并且被固定在所述空间中的磁场施加到结晶器

中的液态金属上以防止液态金属产生自然振荡，其特点是，在浇注过程中以不规则的时间间隔施加所述变化磁场。这样一来，由于所述磁场施加的不规则性，可以避免规则地增强所述液态金属中的某一种有规则的周期性振荡。由于其规则性，所述变化磁场将对在液态金属中的这样规则自然振荡产生影响。

如果周期性地施加所述磁场，则所述周期性能够适应振荡的周期性，对于钢板坯的浇注，所述周期通常在1至30秒。周期性地施加所述磁场是为了在不改变主要流动形态的情况下干扰并消除液态金属中的振荡。所述流动形态是可改变的，例如利用强大的静态磁场或者一个活动磁场。

根据本发明，将静态磁场施加到所述液态金属上，将所述变化磁场叠加到所述静态磁场上。

根据所述方法的另一个优选实施例，所述变化磁场的施加是随机的。随机地施加所述磁场将有效地抵制和干扰所述周期性振荡的产生。随机地施加所述磁场能够使在任何延长的时间段内强化存在于液态金属中的自然振荡的可能性达到最小。

如果以预定的时间间隔进行周期性的磁场施加，则这些时间最好是预先已知的时间，所述时间是在液态金属中的周期性振荡处于某一临界阶段的时间，例如当由于所述自然振荡所导致的谐振开始出现或可能开始出现时。在已知的浇注环境或弯月面变形的测量后，根据实际观察和对液态金属中出现这种临界阶段的时间计算来确定所述预定时间。

根据本发明，可以在探测到在所述液态金属或者弯月面中的预定的可探测运动时，施加所述磁场。

根据另一个优选实施例，所述变化磁场具有随机变化的振幅。因而，在浇注过程中增大了削弱和不增强产生在所述液态金属中的自然振荡的可能性。或者，所述变化磁场具有恒定幅值。

根据另一个优选实施例，所述变化磁场设有一个频率，所述频率为能够在熔体中产生扰动的所述振荡频率的 10 至 10^3 倍。这些通常属于宽带频谱，因此，可获得一种非常可靠的对液态金属中的所述振荡的干扰。所述磁场最好可在所述振荡周期的一个受限制的部分中施加并且能够提供一种安全可靠的干扰影响。

所述变化磁场的变化只好限定出正弦波。

为了实现上述目的，提供一种连续浇注金属的设备，所述设备包括一个结晶器和一个元件，在浇注过程中液态金属通过所述结晶器，该液态金属通过所述元件作为一股射流被供给到所述已经装有液态金属的结晶器中，所述设备包括用于将一个能够随时间变化并且被固定在所述空间中的磁场施加到结晶器中的液态金属上的磁体元件，其特点是，以下述方式设置所述磁体元件，即所述磁体元件能够以不规则的时间间隔产生所述变化磁场。这样，由于它们与存在于液态金属中的周期性振荡反相的可能性很高，因此能够有效地干扰每一个自然振荡的产生。在这里，磁体元件最好被布置成随机施加变化磁场。

如果所述磁体元件被设置成能够在浇注过程中周期性地产生所述变化磁场，则所述周期性能够适应振荡的周期性，对于钢板坯的浇注，所述周期通常在1至30秒。

此外，所述磁体元件最好能够产生静态磁场，所述变化磁场叠加到所述静态磁场上。所述静态磁场最好用于影响结晶器中的液态金属的所谓第一液流和第二液流，这些液流是由供给到其中的液态金属所产生的。现有技术中所涉及的同类型的基本设备已经能够进行上述影响，由于将一个静态磁场和叠加于其上的变化磁场施加到结晶器中的液态金属上，因此可以被使用达到上述组合目的。

根据一个优选实施例，以下述方式设置所述磁体元件，即所述磁体元件能够产生具有变化的幅值或者恒定幅值的磁场。还可以下述方式设置所述磁体元件，即所述磁体元件能够产生具有在给定频率间隔范围内变化的频率（例如是随机变化的频率）的磁场。由于所述磁场的幅值和/或频率或者用于产生所述磁场的电流是变化的，因此能够获得一种非常可靠的对液态金属中的自然振荡的干扰，同时能够有效地避免液态金属中可能产生的自然振荡增强。

还可以以下述方式设置所述磁体元件，即当探测到在所述液态金属或者弯月面中的预定的可探测运动时，使所述磁体元件产生所述变化磁场。

根据所述设备的另一个优选实施例，所述变化磁场设有一个频率，所述频率为能够产生扰动的液态金属的振荡频率的10至 10^3 倍。从而可获得一种非常可靠的对液态金属中的所述振荡的干扰。

另外，所述磁体元件可以包括磁芯和导体绕组，为所述磁芯和导体绕组提供随时间变化的直流电以产生所述变化磁场。

从后面的权利要求书和下面的详细描述中可以看出本发明的其它特征和优点。

附图说明

下面将参照附图结合示例对本发明进行描述。在附图中：

图1是从一个金属连续浇注设备的一侧看过去所得到的一个示意性的截面图；

图2是从图1中所示设备的上部一侧看过去所得到的一个截面图；

图3是从图1和图2中所示设备的上方看过去所得到的一个视图；

图4示出了一个静态磁场或者用于产生这种磁场的直流，其中一个变化磁场叠加在所述静态磁场上；

图5-7示出了根据本发明的不同实施例所得到的可随时间变化的一个变化磁场或用于使这种磁场产生变化的电流；以及

图8是表示仅在一个水平位置处具有磁体元件的设备的示意性横截面图。

具体实施方式

图1-3示出了一个用于连续浇注金属（诸如钢）的设备。所述设备包括一个结晶器，所述结晶器限定了一个由四个相对的壁构成的筒体。所述结晶器最好由一种铜合金或其它具有适合的导热性和热阻的合金制成。在所述结晶器1的至少两个相对的壁的外部设置用于对所述壁进行冷却的元件2、3。所述冷却元件2、3可包括任何类型的支承框架，穿过所述支承框架可设置用于输送冷却介质（诸如水）的冷却通道。所述通道可以这样的方式进行设置，即，使所述冷却介质直接流向所述壁的外表面以对所述壁进行冷却。

所述设备还包括一个元件4，即一种所谓的“浸入式水口（SEN）”，利用该元件能够使一种液体金属从一个容器（未示出）被供给到由所述结晶器所限定的空间内。在浇注过程中，结晶器1中充满金属。所述金属主要是以一种液态金属的形式存在的，但是沿着液态金属与结晶器1的界面形成了一个凝固的或部分凝固外层，即一种所谓的坯壳，所述坯壳在浇注方向上其厚度是逐渐增大的。所述结晶器1还能够在大体竖

直方向上进行振动，同时一个由液态金属和包围所述液态金属的凝固外壳构成的铸坯5被连续地从结晶器1的一端送出。

所述元件4从上方延伸到存在于结晶器1中的液态金属中。更多的液态金属通过所述元件4不断地被供给到结晶器1中。从所述元件4流入到所述结晶器1内的液态金属中的液态金属在已经存在于结晶器1中的液态金属中形成了一个第一液流（由箭头18所示）和一个第二液流（由箭头19所示）。这些自然振荡属于宽带频谱类型的振荡。由于在液态金属中产生这样的振荡会形成谐振，因此可能会将包括气体或熔渣的大气泡向下输送到所述铸坯5中。因此，杂质、含有杂质的气泡或氩气以及来自弯月面的熔渣会存在于最终完全凝固的铸坯5中。结晶器中的振荡液流所导致的速度变化会导致弯月面处的压力变化和弯月面的高度变化。在弯月面处速度较高的情况下，这将导致熔渣沉陷、熔渣厚度不均匀、坯壳厚度不均匀以及带来形成裂缝的危险。另外，所述振荡液流会使结晶器中的金属流速不均衡。在某些情况下，在一个窄壁板侧的速度会大大高于在另一个窄壁板侧的速度。这将使低质量熔渣所带来的杂质和气泡被强有力地向下输送。

为了避免上述问题，所述设备包括第一组磁体元件6，所述第一组磁体元件6能够提供或产生一个穿过所述结晶器1中液态金属（即，在一个与浇注方向垂直的方向上）的变化磁场。在本发明的一个优选实施例中，所述磁体元件能够无规则地（例如，以随机的时间间隔但在给定的时间间隔范围内）产生一个变化磁场，所述变化磁场具有在至少一个预定的振幅范围内的随机振幅。

磁体元件最好可以这样一种方式被设计，即，使所述磁体元件所产生的磁场具有一个随机变化的频率，所述频率处在至少一个预定的频率范围内。但是，最低的频率或者至少平均频率应该大于1赫兹，最好大于10赫兹。或者，磁体元件还可以这样一种方式被设计，即，使所述磁体元件所产生的磁场具有一个预定的幅值和频率，例如，如图6和图7所示可利用一个矩形波或一个正弦波表示的一个磁场。所述设备还可包括用于激励所述磁体元件以便能够以预定的周期产生所述磁场的装置（未示出）。所述激励装置可包括用于探测在所述磁体元件受到激励时所出现的某一种情况（例如液态金属或一个元件4中的液态金属的某一种运动情况）或者能够利用模拟/计算来预测某一种情况是否

出现的装置20以及用于控制所述激励的装置21。从而可以获得一个使其存在的自然振荡所导致的扰动能够适应液态金属运动情况的设备。

所述设备还包括第二组磁体元件7。所述第二磁体元件组7的设置位置与所述第一磁体元件组6相比更靠近结晶器1中液态金属的上表面，所述第二磁体元件组7所处位置基本上与所述元件4向下伸入到液态金属中的部分处于同一水平位置。沿着浇注方向看过去，紧挨着所述元件4设置所述第一磁体组6，在这种情况下，所述第一磁体元件组6在所述元件4的用于使液态金属流出的一个或多个开口的下方。所述第二磁体元件组7能够产生一个与所述第一磁体元件组6所产生的上述任何一个磁场类似的磁场。

图3示出了一组磁体元件6或7，该图是从上方看过去的。从图3中可以明显地看出，磁体元件组6、7包括两对磁芯，最好为铁芯8、9和10、11。在所述磁芯8-11中的每一个上分别设置一个导电绕组12-15。利用一个或几个电源为所述绕组12-15提供电流（最好是随时间变化的直流电）以产生一个穿过结晶器1中的液态金属的磁场。所述每一对磁芯8、9和10、11通过磁轭或支架16、17相互连接在一起。从图3中可以明显地看出，所述磁芯和绕组是以一种已知的方式设置的，但也可利用其它的方式进行设置，并且所设置的磁芯和绕组的数量可多些或少些。这样，可利用另一种方式设置磁轭16、17和磁芯8-11，例如用于在浇注方向上的几个水平位置处产生所述磁场，或者用于产生一个或几个沿着浇注方向延伸的磁场。

根据现有技术，按照从图1-3中明显看出的一种方式设置的磁体元件已经能够产生一个穿过结晶器1中液态金属的稳态或周期性变化的($f < 1\text{ Hz}$)低频磁场以影响在液态金属中所形成的上述第一液流和第二液流，从而使在现有技术中出现的与所述液流相关的问题得到解决。在本发明所涉及的设备中，所设置的磁体元件组6、7最好能够产生一个穿过结晶器1中液态金属的大体稳态磁场以便能够以一种有利于浇注的方式影响所述第一液流和第二液流。由磁体元件组6、7所产生的不同类型的变化磁场叠加在所述静态磁场上。所述静态磁场如图4中所示，而可叠加在所述静态磁场上的不同类型的变化磁场如图5-7中所示。图5-7中所示的变化磁场是按照本发明所产生的磁场类型的示例。

图5中所示的磁场是以随机的时间间隔产生的，具有一个在一给定范围内的随机幅值以及一个在一给定范围内的频率。但图6中所示的磁场具有一个给定的恒定幅值和频率，对于图7中所示的磁场也是如此。图4-7中所示的图表还可示出供给所述用于产生所述磁场的导电绕组12-15的电流。

所述变化磁场的频率最好高于被所述磁场扰动的液态金属的振荡频率。所述磁场的频率最好为所述振荡频率的 10 至 10^3 倍。所述振荡频率的数量级为 $0.01 - 10$ 赫兹。由于所述磁场的频率或平均频率低于或者基本上与所述频率相等，因此应该产生相位与所述振荡相反或者至少不完全相同的磁场。

在一些情况下，例如当具有不同振幅和频率的自然振荡存在于所述液态金属的不同部分中时，所述磁体元件最好能够产生一个或几个适合于出现在液态金属不同部分中的特定振荡环境的磁场，使所述磁场在这些部分中能够被精确地传播。

图8示出了本发明所涉及的设备的另一个实施例，其中仅有一组磁体元件22在浇注方向上设置在结晶器的仅一个水平位置处。所述磁体元件组22设置在所述元件4的一个开口/多个开口的一个下游区域中。

本领域普通技术人员显然能够得到本发明所涉及的设备和方法的多种变型，这些将落在由附属权利要求书所限定的本发明保护范围内。

重要的是，注意所述磁场是固定的或静止的，即所述磁场是不移动的并且搅动液态金属，这是常规搅动器所出现的情况。

应该理解的是，所述元件4可以这样的一种方式被设置，即所述元件4没有伸入到结晶器中的液态金属中，而是利用一个自由式注口接触到液态金属。

还应该注意的是，本发明的目的在于衰减或干扰所述自然振荡，所述自然振荡包括液态金属内的大量运动，即在某一种流动情况下液态金属中的大部分相互或多或少地周期性移动，这对于浇注情况是不利的。

所述变化磁场最好叠加在一个大体静态磁场上，所述静态磁场通常恒定地施加在所述液态金属上。当建立所需的浇注环境时，以脉冲

的形式或周期性地施加变化磁场，可使静态磁场强度至少周期性地稍微减小一些。这对于流动形态和能量消耗是有利的。

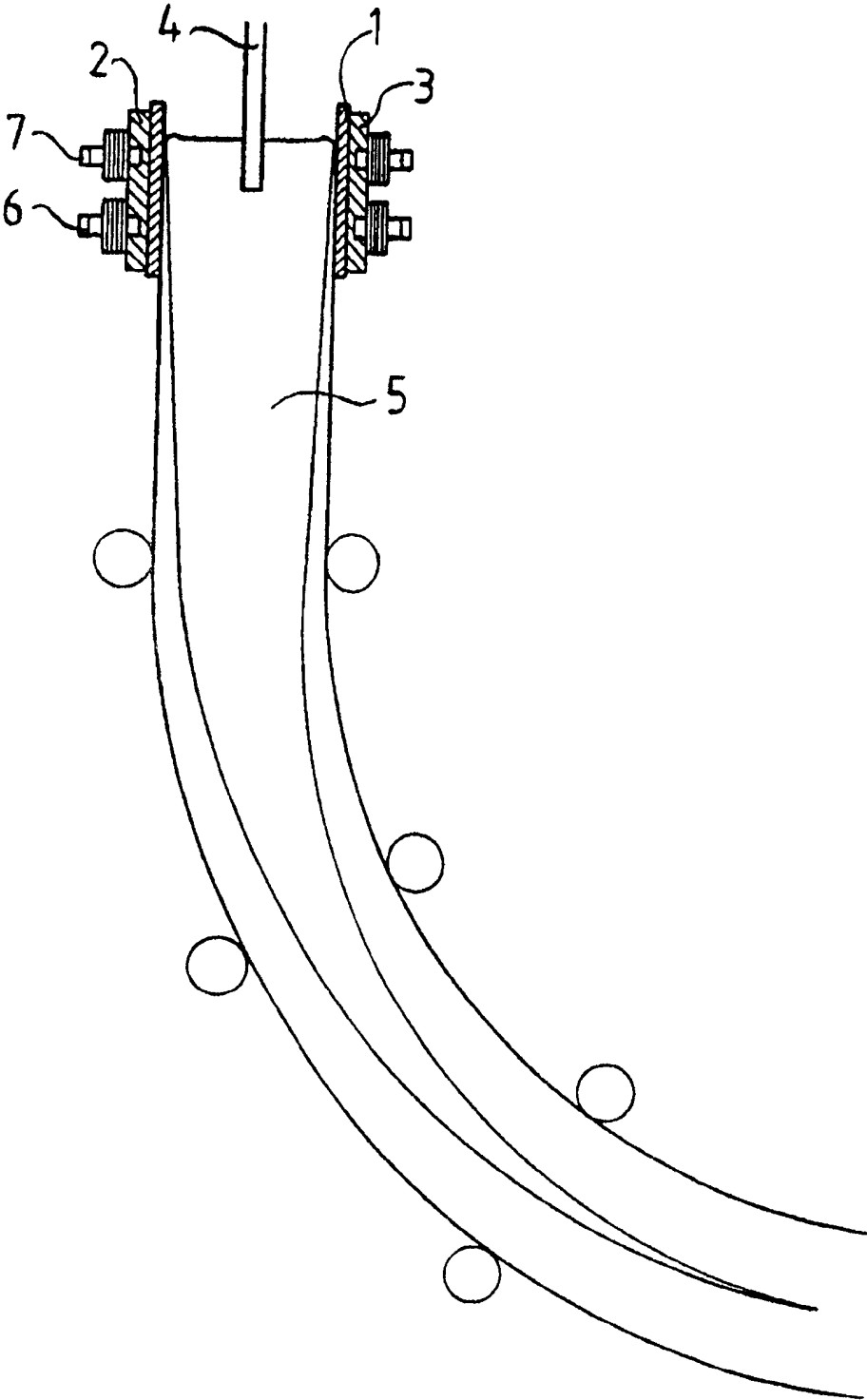


图 1

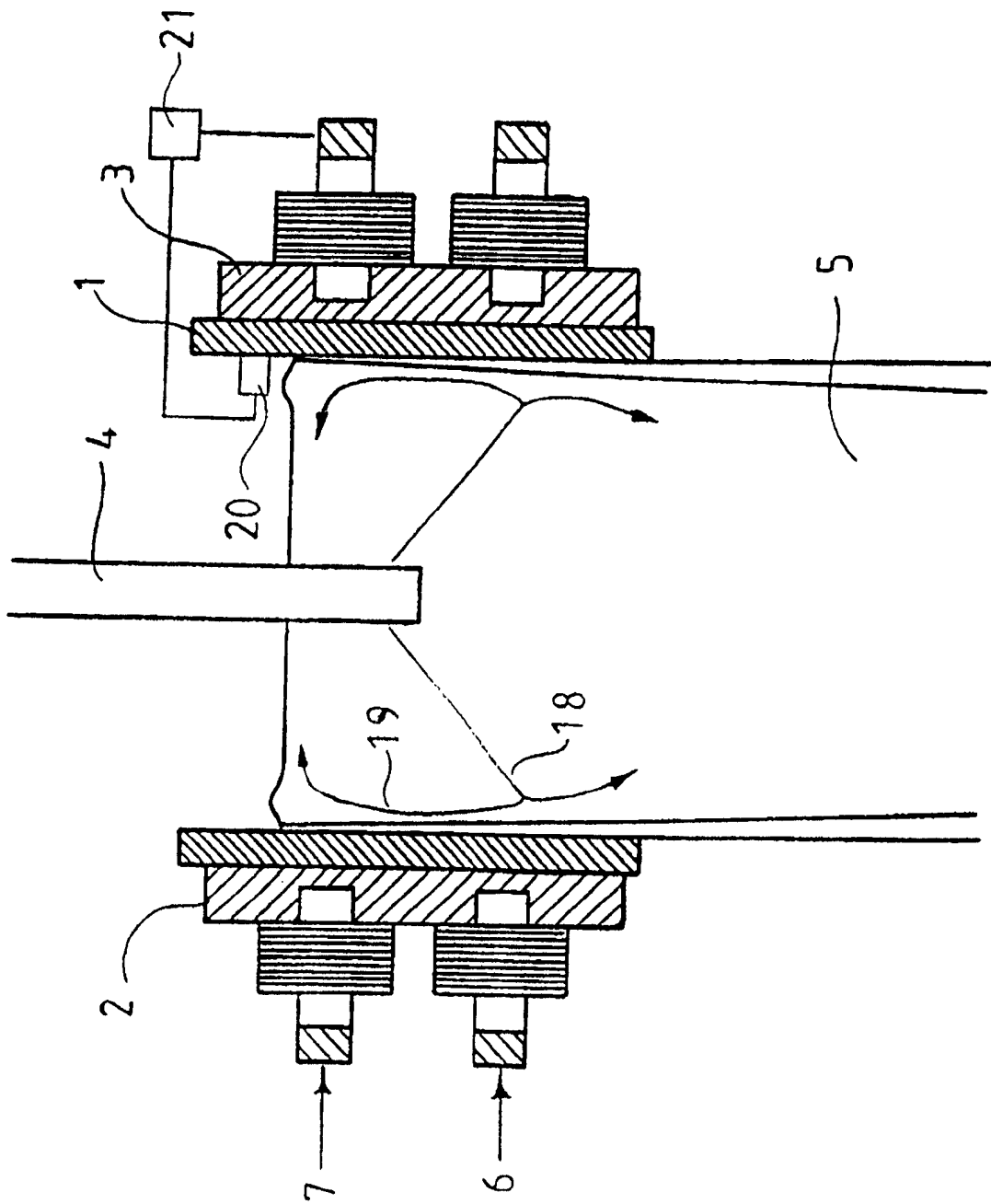


图 2

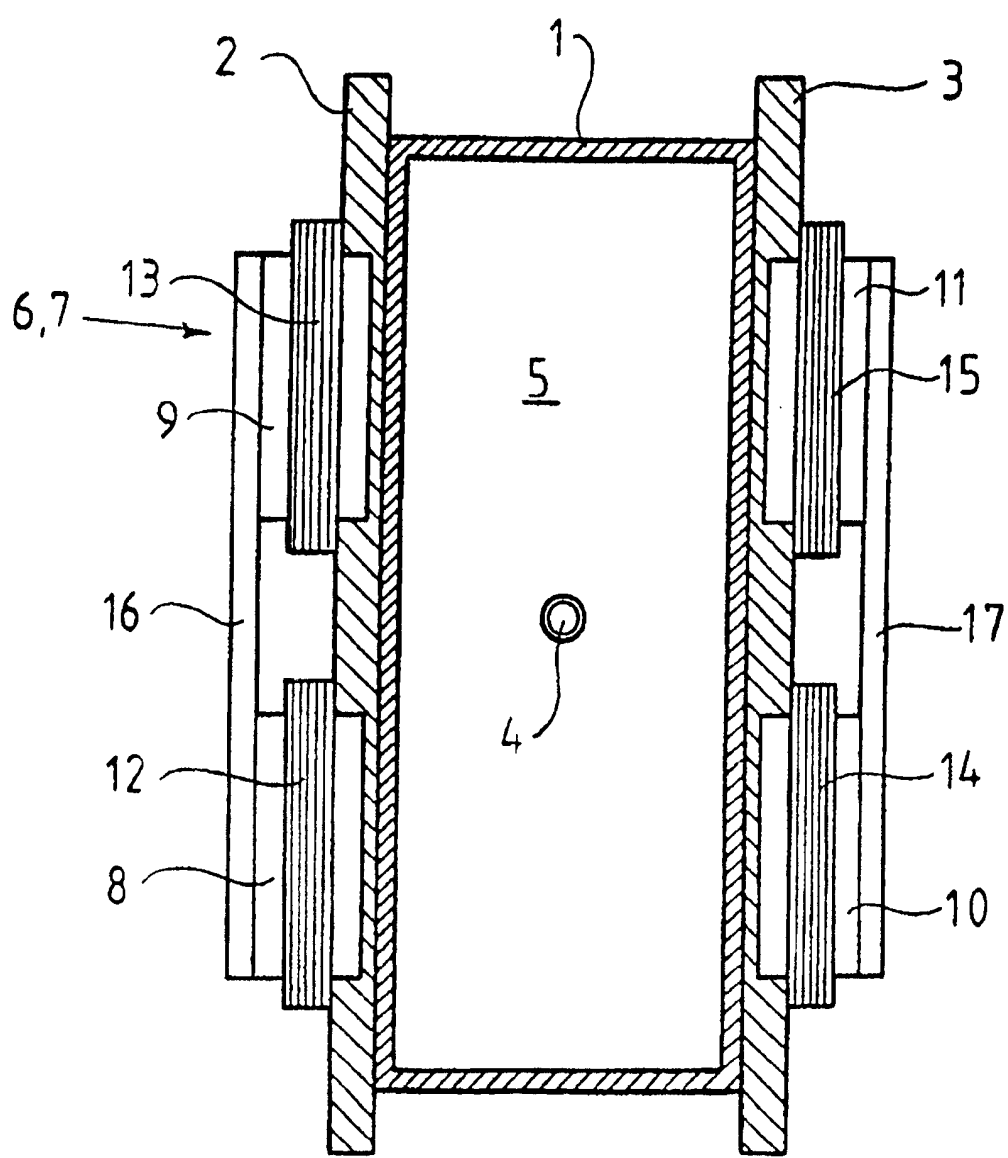


图 3

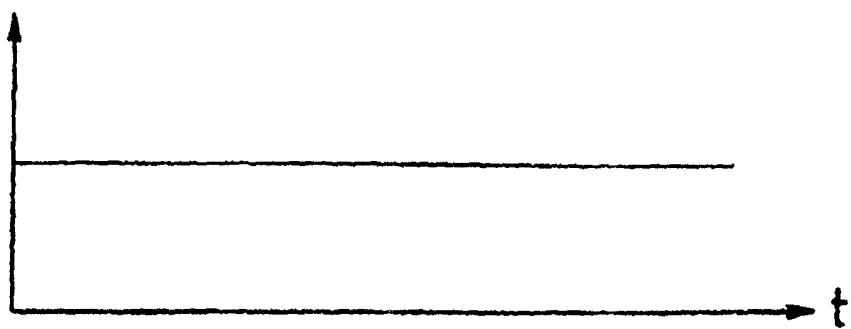


图 4

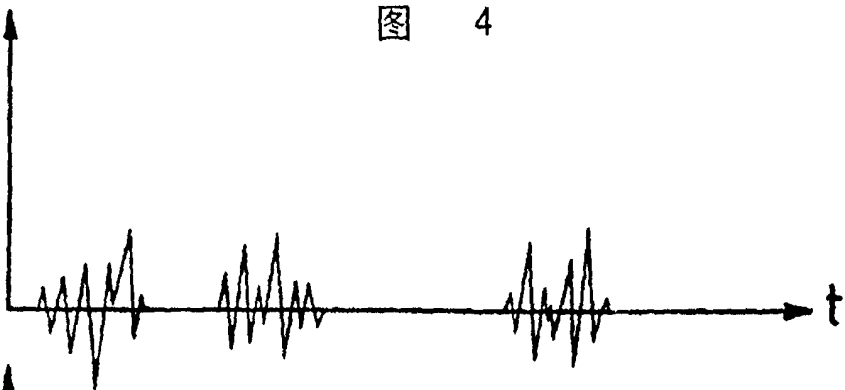


图 5

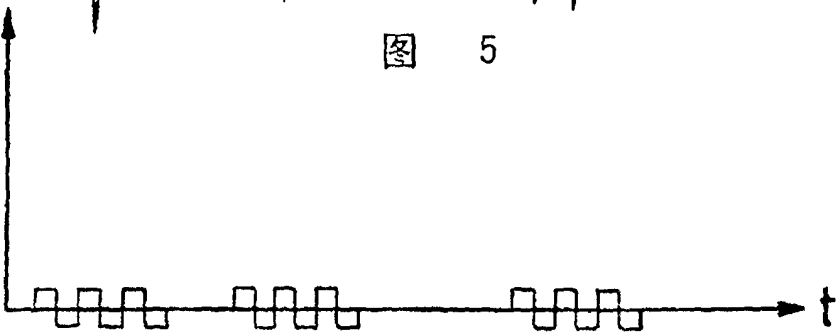


图 6

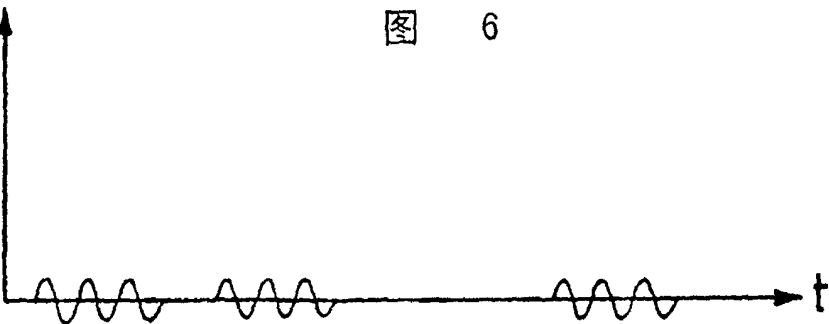


图 7

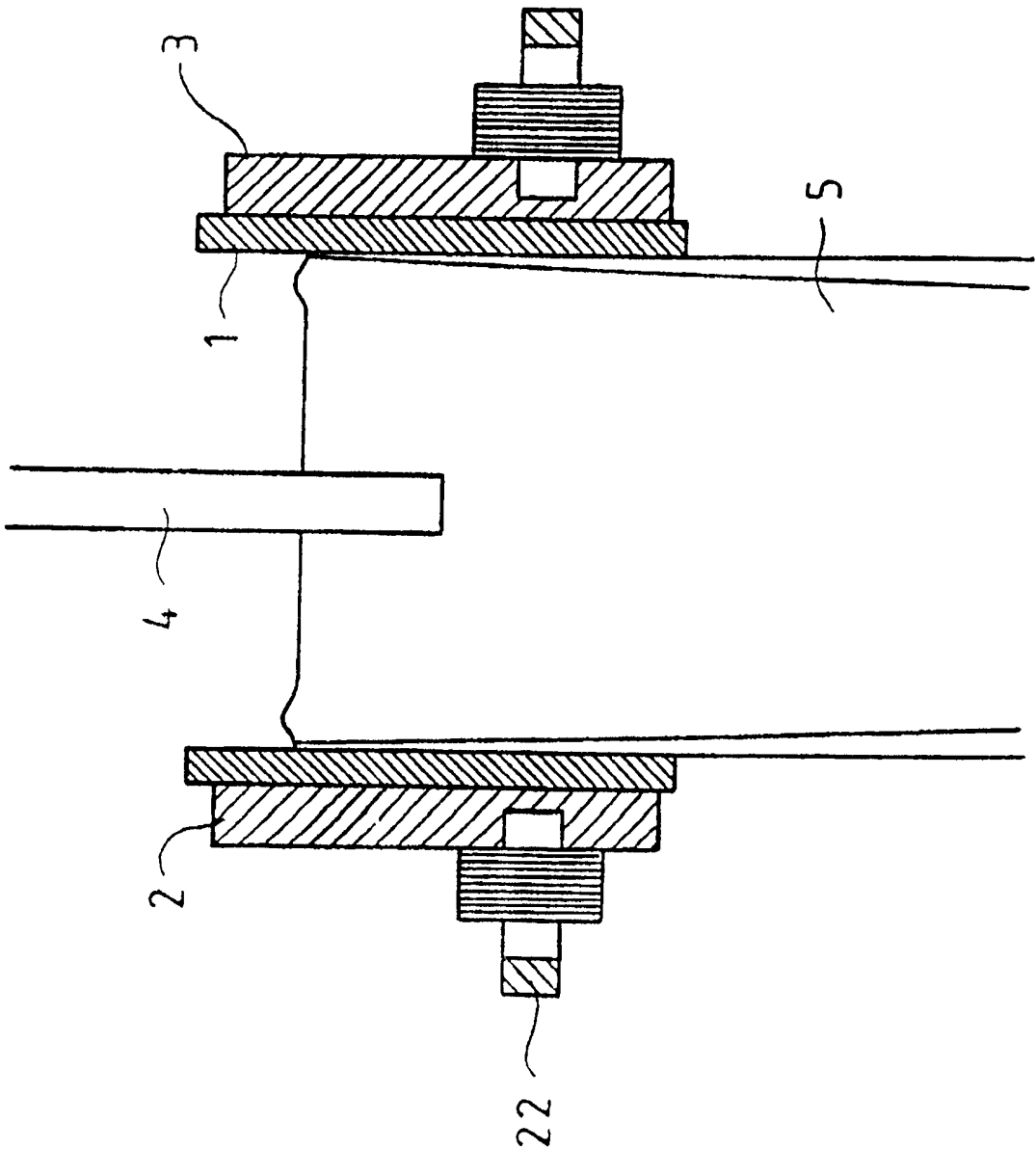


图 8