

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00804168.7

[51] Int. Cl.

H02K 3/28 (2006.01)

H02K 1/24 (2006.01)

H02K 1/18 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008年7月16日

[11] 授权公告号 CN 100403625C

[22] 申请日 2000.3.3 [21] 申请号 00804168.7

[30] 优先权

[32] 1999.5.26 [33] DE [31] 19923925.8

[86] 国际申请 PCT/EP2000/001882 2000.3.3

[87] 国际公布 WO2000/074210 德 2000.12.7

[85] 进入国家阶段日期 2001.8.23

[73] 专利权人 A·沃本

地址 德国奥里希

[72] 发明人 A·沃本

[56] 参考文献

US 4318019 1982.5.2

审查员 陆水如

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 程伟 彭益群

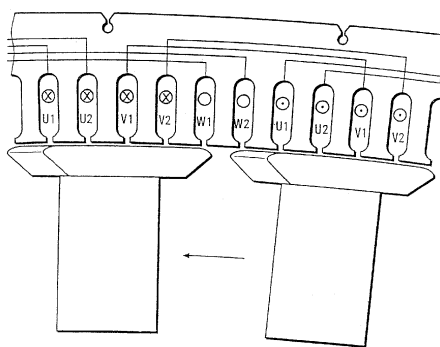
权利要求书2页 说明书5页 附图11页

[54] 发明名称

同步电机

[57] 摘要

长久以来即存在不同类型的同步电机。无论作为发电机运行还是作为电动机运行时，在短路——例如连接接头或者还有定子线圈中短路——情况下，本类型的同步电机都会产生非常高的短路转矩。该非常高转矩的峰值可达这一同步电机系统额定转矩的六到八倍。因此在同步电机系统的机械结构中，必须考虑到这种极少发生的短路以及相应的非常高短路转矩的出现。本发明的目的在于简化同步电机系统的结构并避免上述缺点。本发明还涉及一个同步电机系统，它包括一个转子和一个定子，而这个定子至少有两个独立的交流电(三相)线圈，这些线圈在电气上和/或空间上彼此隔离。



1. 一种带有一台同步电机的风力设备，其中所述同步电机具有一个转子和一个定子，其特征在于：所述定子有至少两套独立的、彼此电气上隔离的三相系统，其中所述的同步电机具有短路转矩限定装置，所述短路转矩限定装置将定子线圈在短路情况下产生的短路转矩限制在最大四倍于额定转矩之内。

2. 根据权利要求 1 的风力设备，其特征在于：所述短路转矩限定装置将定子线圈在短路情况下产生的短路转矩限制在两倍于额定转矩。

3. 根据权利要求 1 或 2 的风力设备，其特征在于：所述转子没有阻尼栅或阻尼线圈。

4. 根据权利要求 1 所述的风力设备，其特征在于：所述短路转矩限定装置设计为将短路转矩小于两倍的额定转矩。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的风力设备，其特征在于：所述转子具有箭头型结构的极靴。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述带有一台同步电机的风力设备，其特征在于：所述转子和定子由同一个轴颈所支承，并且定子通过一个凸缘安装座直接安装到所述轴颈上。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的风力设备，其特征在于：所述定子由一个支架所支承，同步电机的转子和该支架由一个静止的轴颈所支承，并且支架和轴颈为整体的一体化结构。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的风力设备，其特征在于：所述同步电机为一台同步发电机，并且/或者定子支架及轴颈是一个整体的一体化铸钢部件。

9. 根据权利要求6所述的风力设备，其特征在于：在定子和轴颈之间没有在短路时脱开定子的安全销联结器式机械安全部件。

10. 根据权利要求1或2所述的风力设备，其特征在于：第一个三相系统相对于第二个三相系统以 30° 电气角度移位。

11. 根据权利要求1或2所述的风力设备，其特征在于：所述风力设备具有至少100 kW功率的同步电机。

12. 根据权利要求11所述的风力设备，其特征在于：所述风力设备具有500 kW到10 MW功率的同步电机。

同步电机

技术领域

本发明涉及同步电机，尤其是关于限制同步电机短路转矩的技术。

背景技术

同步电机(synchronization system))以许多不同类型而久已为人所知。作为发电机运行以及作为电动机运行时，在短路——例如连接接头或者还有定子线圈中短路——情况下，这些同步电机产生非常高的短路转矩。在这点上，这种非常高的转矩的峰值可达同步电机额定转矩值的六到八倍。因此，在同步电机系统的机械结构上，必须考虑到这种极少发生的短路情况以及伴生的非常高的短路转矩的出现。

上述类型的同步电机长久以来就用于 Enercon 公司制造的风力设备上。在这些类型的风力设备中，同步电机为环形发电机的形式，其中，发电机转子在发电机定子中旋转而且发电机转子以凸缘安装座直接安装到风力设备的叶轮上。在发电机转子以凸缘安装座直接安装到驱动设备的情况下，短路时会产生非常高的短路转矩，而为避免重大损坏，其结构就关联到很高的成本和很高水平的维护。

因此，在一种——例如用于 Enercon 所制造的 E-40 型风力设备上的那种——同步电机中，开发并在其中应用了一种安全销联结器(shearing pin coupling)形式的机械安全装置。在该例中，承载定子(发电机的静止部件)的所谓定子承载架或支架(支架)以安全销的方式联接到同样静止的轴颈或短轴上。在发电机短路的情况下销子切断并使得定子也绕轴颈旋转。通过这种方式，传递转矩被限制为最大四倍于额定转矩，而且确保在发电机短路情况下保护驱动装置。

DE 197 29 034 公布了一种带有一台同步发电机的风力设备，该发电机有一个有着定子线圈的发电机定子和一个可相对于定子运动的发电机转子。在一个实施例中，该定子有 6 相定子线圈。同步发电机的这 6 相连接到同一个整流电路。

WO 88/07782 公布了一种带有一台发电机——它有一个转子和一个定子——的风力设备。该定子有若干匝，这些匝可通过适当的开关装置以不同的方式连接在一起，以产生所需的输出信号。

DE 40 32 492 公布了一种用于能量转换器运行、包括一个可换路多相定子线圈的电机，它也可用于风力设备上。该例中的定子线圈被分为类似的、各自有 m 相线圈的系统，这些系统电气上隔离并固定地连接于一种星形或多边形结构中。配备了特殊开关部件以在线圈上转换。

本发明的目的是在其结构上简化同步电机并避免上述的缺点。

发明内容

为达到上述技术目的，本发明提供一种带有一台同步电机的风力设备，其中所述同步电机具有一个转子和一个定子，其特征在于：所述定子有至少两套独立的、彼此电气上隔离的三相系统，其中所述的同步电机具有短路转矩限定装置，所述短路转矩限定装置将定子线圈在短路情况下产生的短路转矩限制在最大四倍于额定转矩之内，最好限制在两倍于额定转矩。通过说明书结合附图将更加清楚本发明有益的改进。

本发明基础在于实现了当最大短路转矩被限制在现在一般最大短路转矩的若干分之一时、特定的安全部件——例如安全销联结器——即是不必要的。最好在根据本发明的同步电机中，短路转矩总小于额定转矩的两倍。

为限制短路转矩，定子有至少两个独立的三相线圈，它们在电气上和/或空间上彼此隔离。这就使发电机的功率被分为两个不同的三相系统。在两个独立的三相系统情况下，每一系统仅包含额定功率的 50%。这些系统以 30° 角移位。这意味着这两个三相系统在电气上和机械上（空间上）隔离。然而以这种方式，电抗 X_d 也大体上加倍并从而使短路电流减半。这提供了特殊优点，即在系统中短路情况下，仅产生一半的短路功率。因此就可能使最大短路转矩（两相短路——例如 U_1 和 V_1 ）相对于此前一般的单系统结构来说，减少 50%。

减少短路转矩的另一措施是略去阻尼栅（damper cage），特别是

随电抗 X_d'' 和 X_d' 确定动态短路电流分布。通过略去阻尼栅——亦即使用没有阻尼线圈的凸极电机——可将最大短路转矩减少大约 30%。

作为减少相关转矩的进一步措施，建议转子的极头 (pole head) 具有大体为箭头型的结构。在两个三相系统中的一个发生短路情况下，励磁磁极 (exciter pole) 上的磁通量即会在旋转方向上迅速偏离。这使励磁磁通量与定子磁通量在槽中软 (soft) 动态退耦。短路电流就会在每磁极宽度上、仅流过总共六个槽中的两个。这种励磁磁通量的动态退耦又进一步减小了短路转矩。

附图说明

下面将以一个用附图加以说明的实施例的方式、更详细地描述本发明，附图中：

图 1 是一个根据本发明的风力设备舱的断面方向视图，它具有根据本发明的同步发电机，

图 2 为一个具有现有同步发电机的现有风力设备舱的断面方向视图，

图 3a 为根据本发明的一个同步发电机的部分视图，

图 3b 为各相导体分布的示意图，

图 3c 是现有发电机的部分视图，

图 4a 是一个箭头型极头的透视图，

图 4b 是一个箭头型极头的平面图，

图 5 表示在没有短路时的磁通量分布，

图 6 表示在短路时的磁通量分布，

图 7 和 8 表示在部分负载或全负载时，短路情况下的测量记录。

具体实施方式

图 1 表示带有一个转子的风力设备舱的一部分，转子支承在轴颈或短轴上。这个转子不经传动装置而直接联接到一个同步发电机的发电机转子上。发电机转子装在发电机定子内，发电机定子通过一个凸缘安装座直接安装到轴颈上。而轴颈——就像安装其上的整个驱动装置一样——由设备支架所支承。转子轴套 5 和轴承 6 也示于图中，所

述同步电机为一台同步发电机和/或定子支架及轴颈具有一个整体铸钢部件的形态。

图 2 表示带有一个现有同步发电机的风力设备舱，其中发电机定子由定子承载架或支架所支承，而这个定子承载架又安装在轴颈上并以安全销联结器加以紧固。

在——例如连接接头上或者还有定子线圈（未示于图中）内——短路的情况下，这个同步发电机中即产生非常高的短路转矩。必须以相关的机械结构来顾及这种非常高的转矩峰值——它们可达这一同步电机系统额定转矩的六到八倍。对图 2 所示的 Enercon 制造的 E-40 型风力设备来说，该机械结构具体化为一种安全销联结器形式的机械安全装置。在发电机短路情况下，销子切断(pin shear)并使得定子也绕轴颈旋转。这就使传送转矩限制为最大四倍于额定转矩。从而确保了在发电机短路情况下驱动装置的安全。

图 3a 为一台根据本发明的同步电机（同步发电机）的部分断面视图。在本例中，转子在定子内旋转而且这个转子凸极电机没有阻尼栅（阻尼线圈）或短路环。

另外在定子中配置了两套相互独立的三相线圈 U1、V1、W1 和 U2、V2、W2。这样，发电机功率就分配在这两套三相线圈（三相系统）中，从而使每个三相系统都仅涉及额定功率的 50%。这两个三相系统以 30° 电气角度移位，从而彼此在电气上和机械上（空间上）隔离。而这也意味着电抗 X_d 大体上加倍并从而使短路电流减半。其优点在于当一个三相系统短路时，仅出现一半的短路功率。这使得最大短路转矩（两相短路——例如 U1 和 V1）相对于（工艺现状的）系统结构来说，减少 50%。图 3b 在较大的定子区域上、更好地表示了这两个不同的三相系统中各相的结构。

图 3c 为一台现有的同步发电机（具有阻尼栅的全极电机形式的同步电机）（E-40 型）的部分断面视图，其中，发电机转子配备有阻尼栅并且发电机功率仅由一个三相系统 U、V、W 所承受。图示为：磁极铁心 9，短路环 10，阻尼条 11，定子极板 12。

极靴(pole shoes)或称极头装在转子的磁极铁心上——如图 3a 所示——具有如图 4 所示的箭头型结构。

本例中，极头——参见图 4b——在一个对着朝向气隙的平面的平面图上看，具有箭头的形状。在转子运动方向上——如图 3a 中以箭头所示——前缘的边缘有两个侧面部分，它们彼此形成角度并构成尖端，它们相对于转子——从而还有极头——的运动方向倾斜。侧面部分配置为相对于转子运动方向成大约 150° 角。在转子运动方向上是后缘的极头边缘同样也有相对于转子的运动方向倾斜的侧面部分。

图 5 表示根据本发明（转子→定子）、在没有短路时发电机的磁通量图。本例中，磁通量均匀地在各槽之间、从极头直接穿到定子。

短路——发生于图 6 中以 U2 标识的槽——情况下，磁力线（磁通量 Φ ）必定偏移。极头的箭头形状使得这种偏离在磁极内朝向右和左，从而磁通量即可分布到其它邻近的槽区。励磁磁极内磁通量在旋转方向上的偏移使得励磁磁通量与定子磁通量在槽中软动态退耦。在每个磁极宽度上，短路电流仅仅流过全部六个槽中的两个。这种励磁磁通量的动态退耦又进一步减小了短路转矩。

根据本发明的风力设备，其具有至少 100 kW 功率的同步电机，最好具有 500 kW 到 10 MW 的功率。图 7 和 8 以示例方式，表示了一个 1.5 MW 同步发电机（Enercon 所制造的 E-66 型）在部分负载（1200 kW）和全负载（1500 kW）以及人为发电机短路情况下，对转子转矩、功率及转速按时间所作的系列测量。这些测量表明，在所有运行状态下，由于两相发电机短路而产生的最大转矩均显著低于额定转矩的两倍。

如各种测量的组合所表明的，至少两个独立的三相系统、无阻尼栅、箭头型极头使得短路转矩大幅降低，这特别对应用于风力设备的发电机来说有显著优越性。连同短路转矩的减小，还因为整体定子支架结构——见图 1——可相对于现有设计结构——见图 2——明显简化而可能取得简化的设备设计。

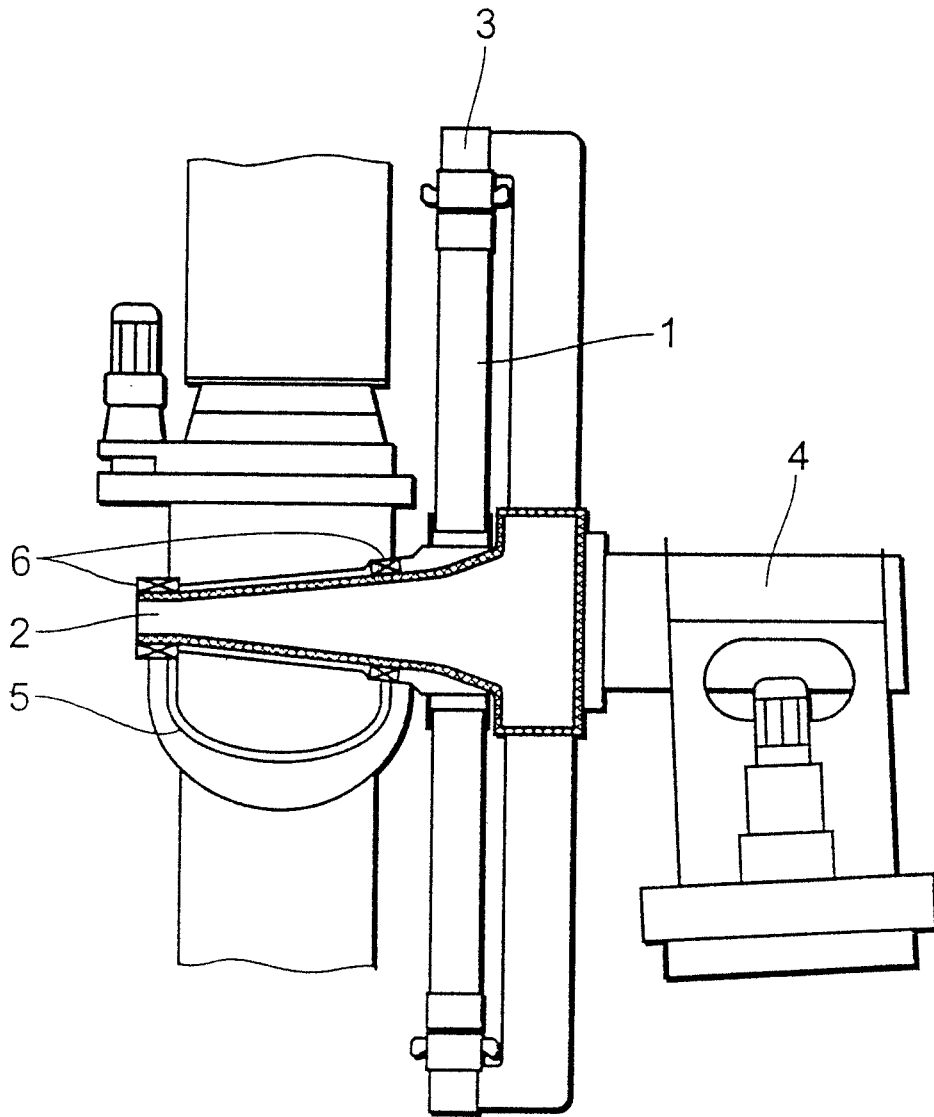


图 1

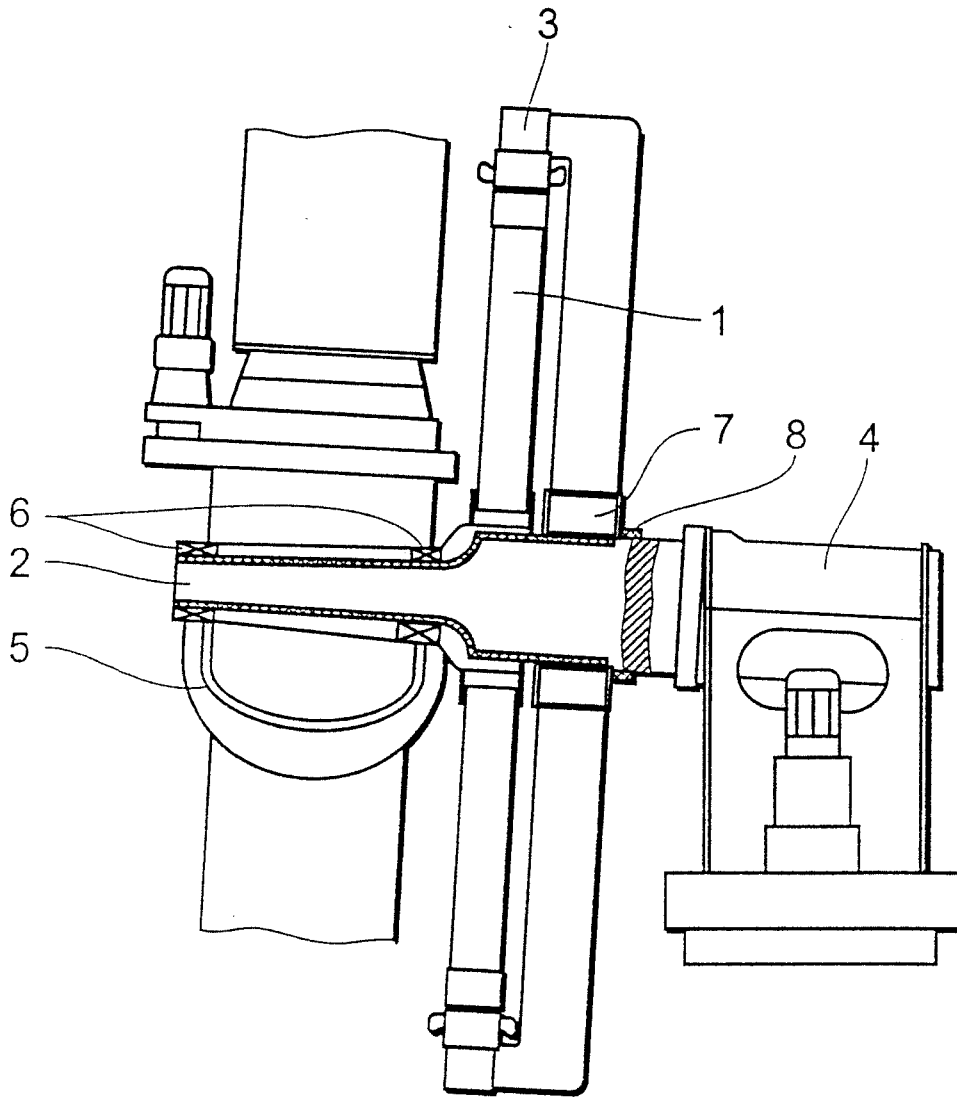


图 2

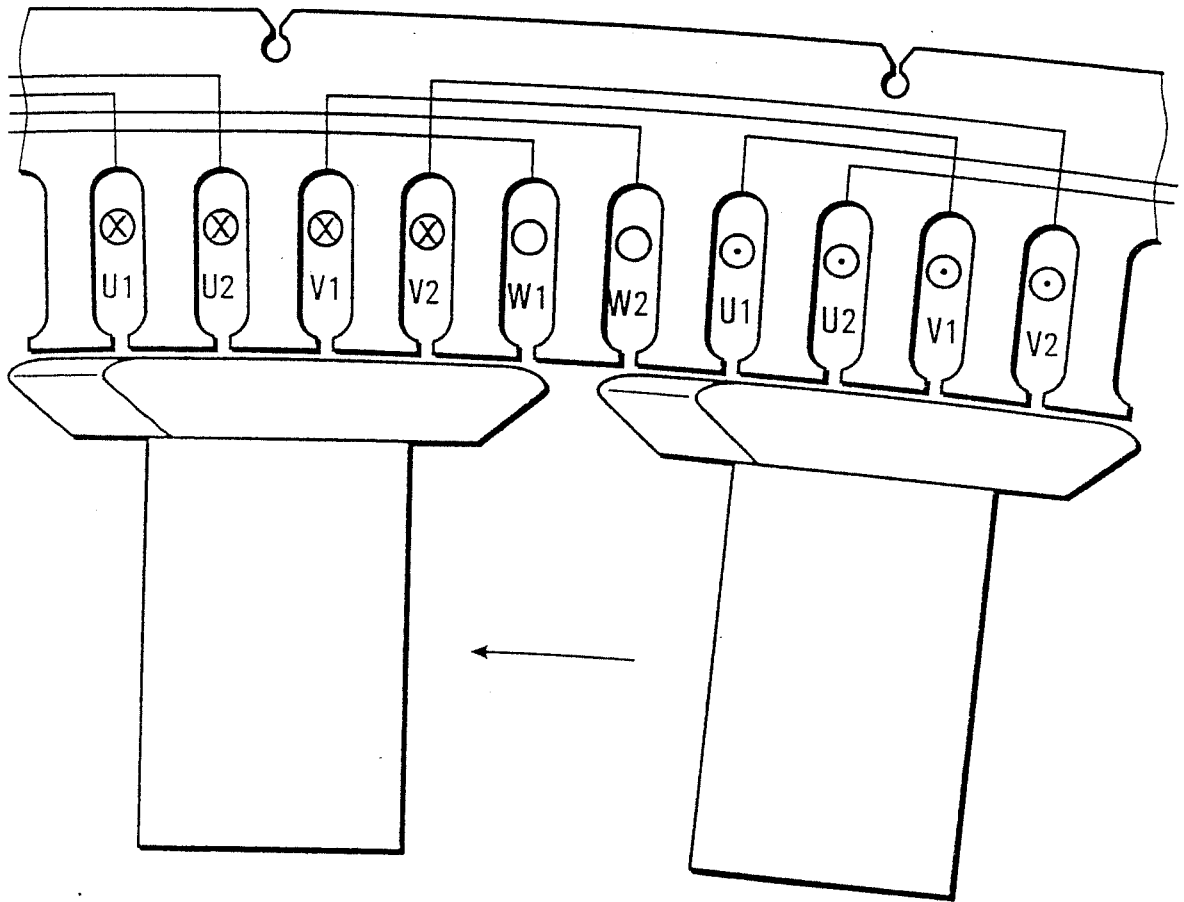


图 3a

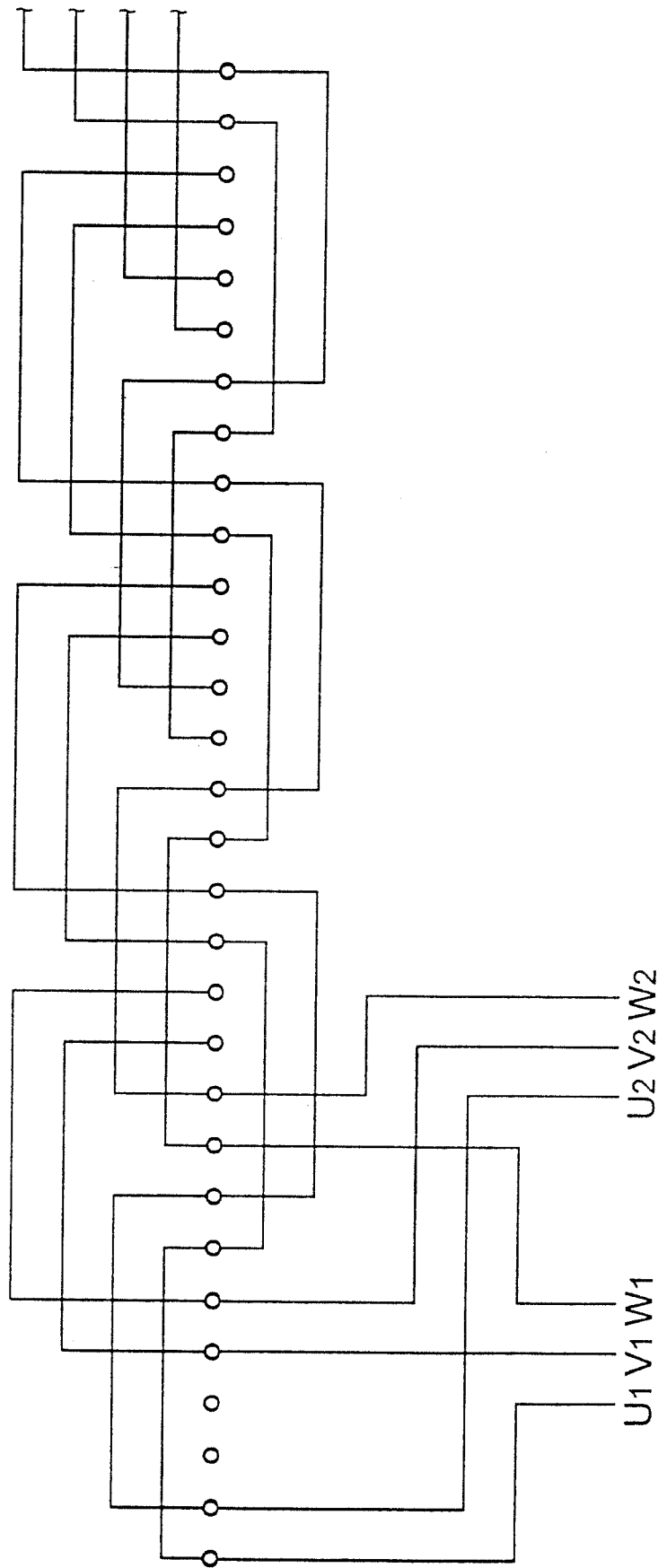


图 3b

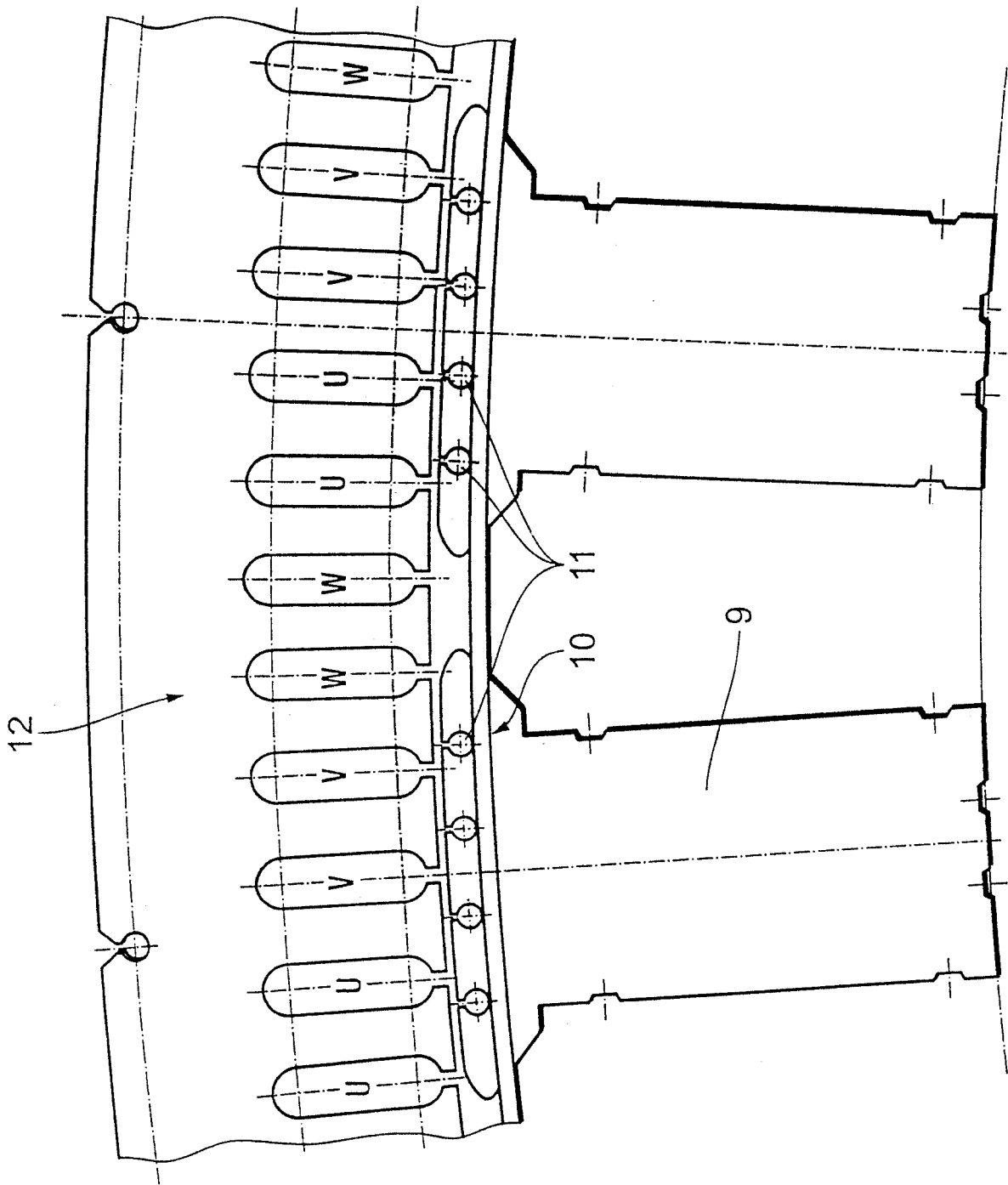


图 3c

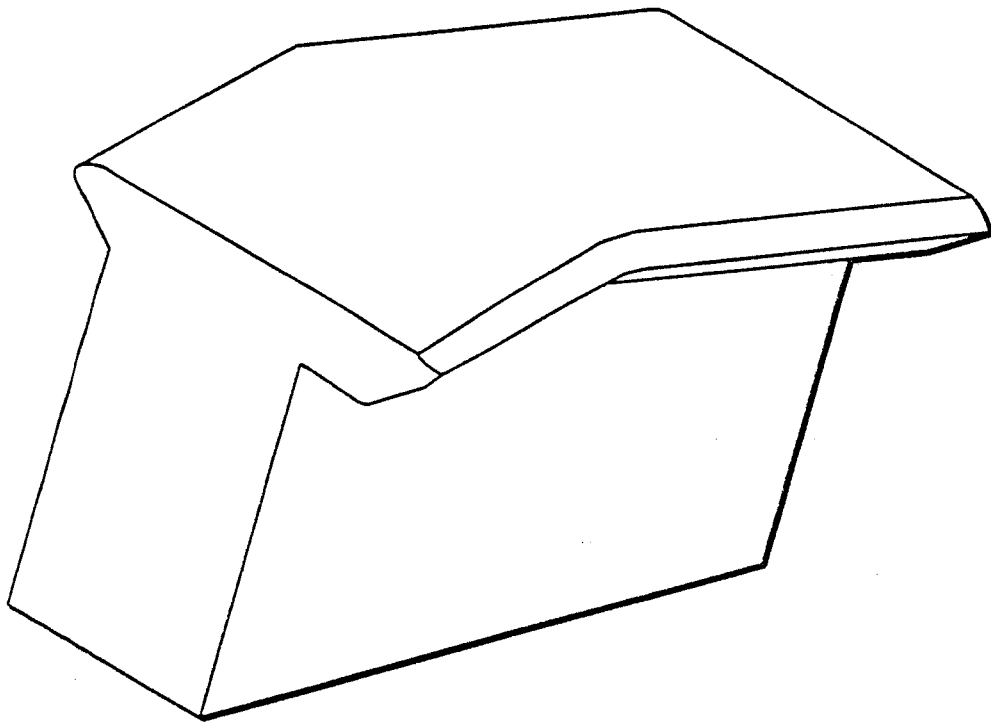


图 4a

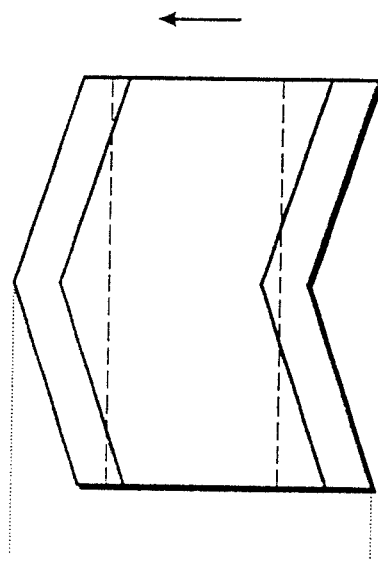


图 4b

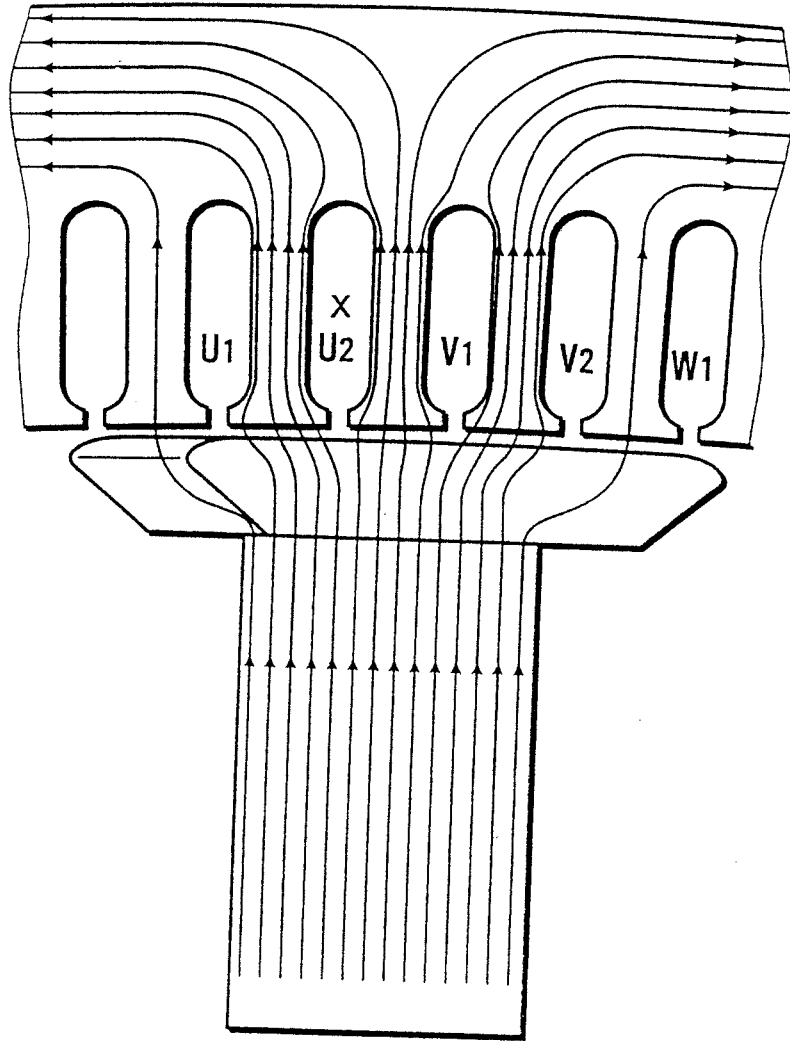


图 5

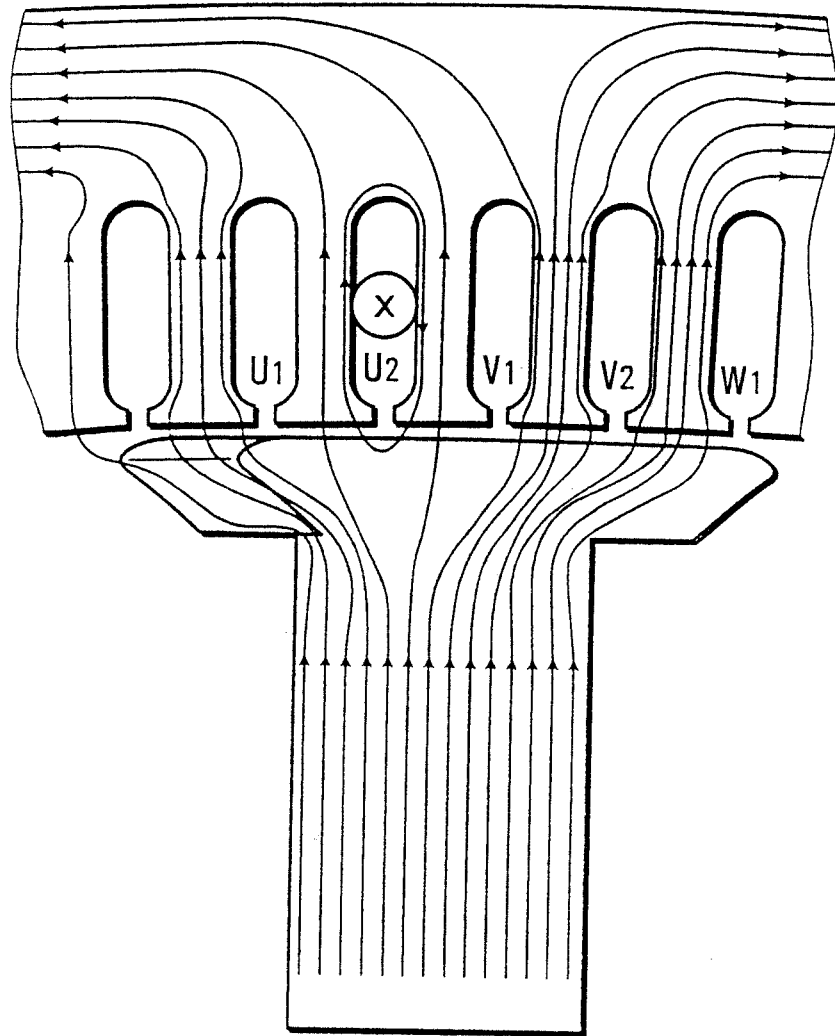


图 6

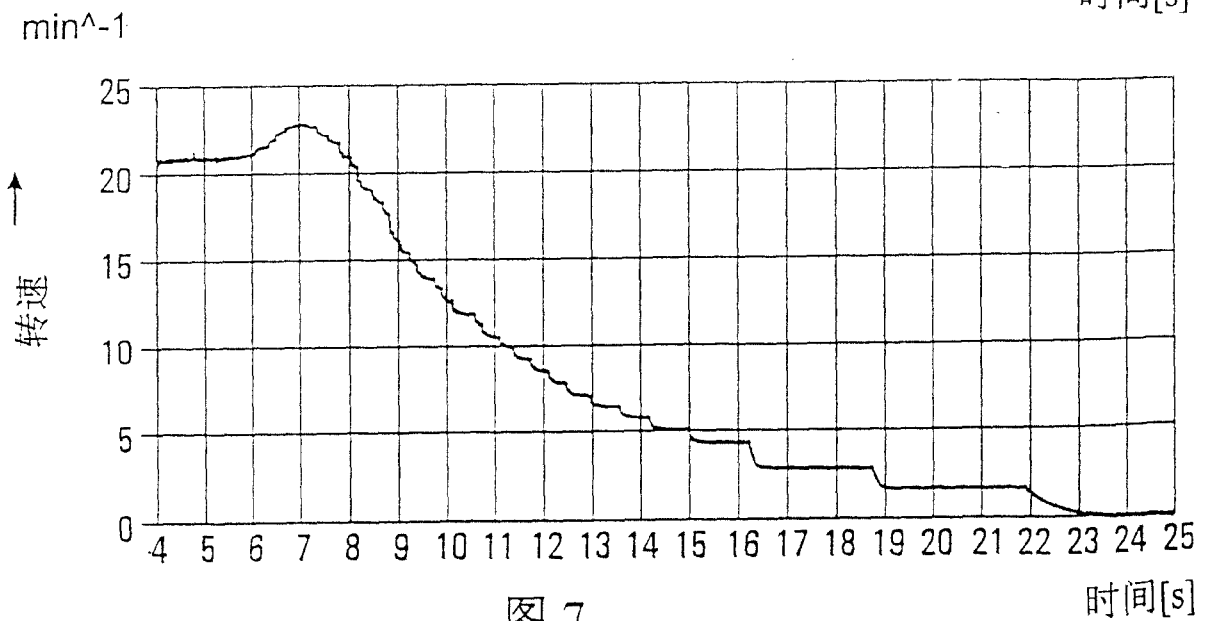
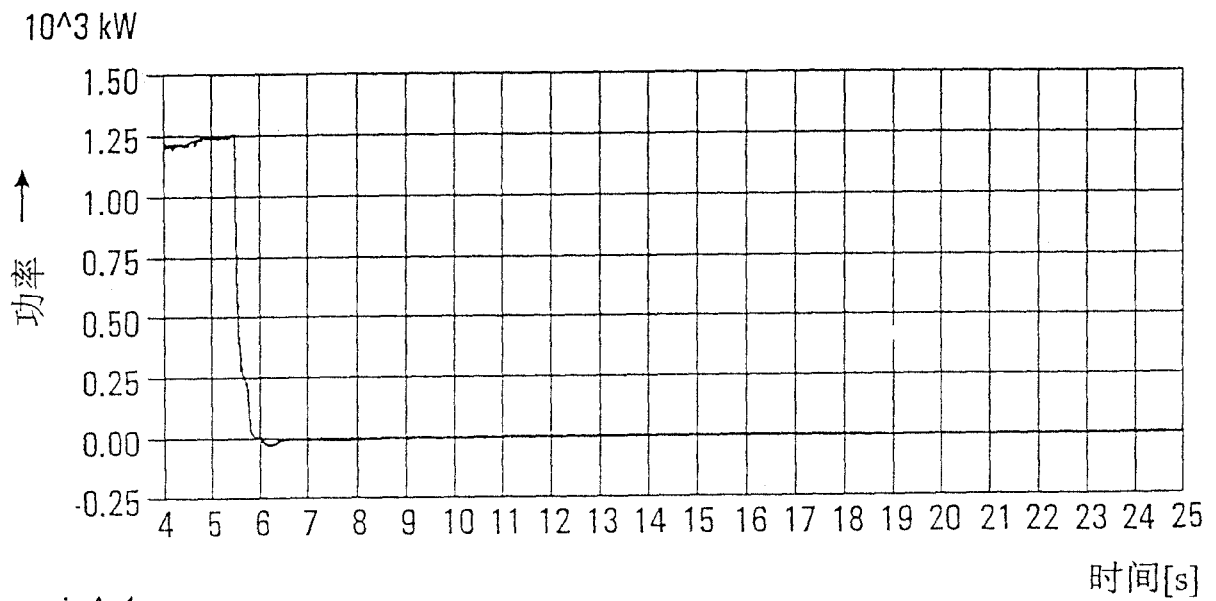
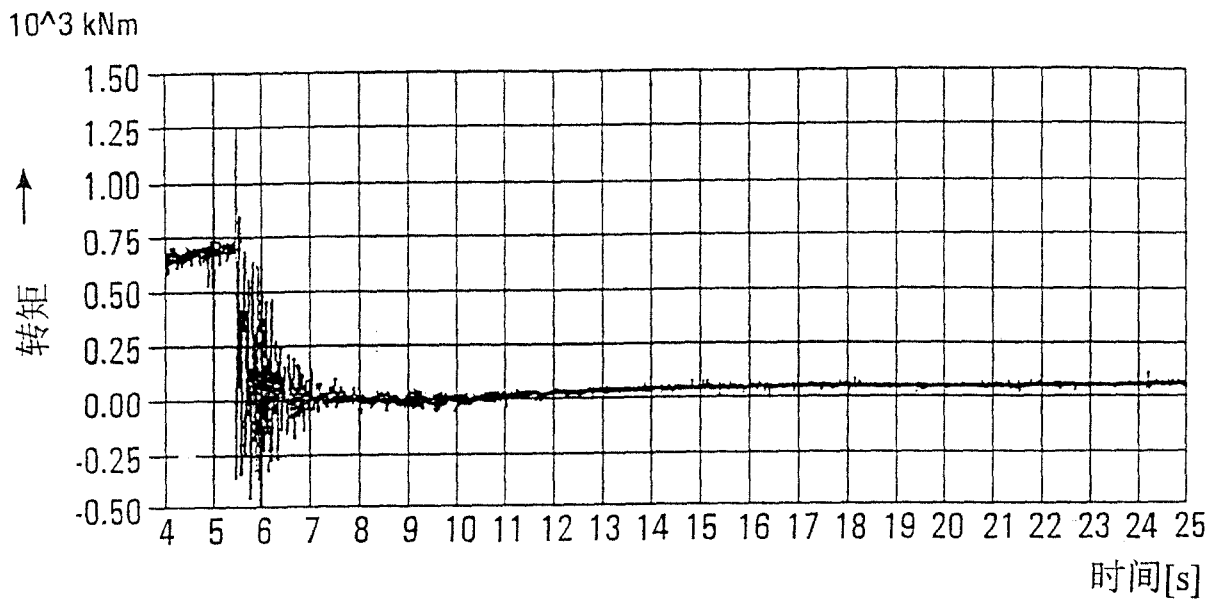


图 7

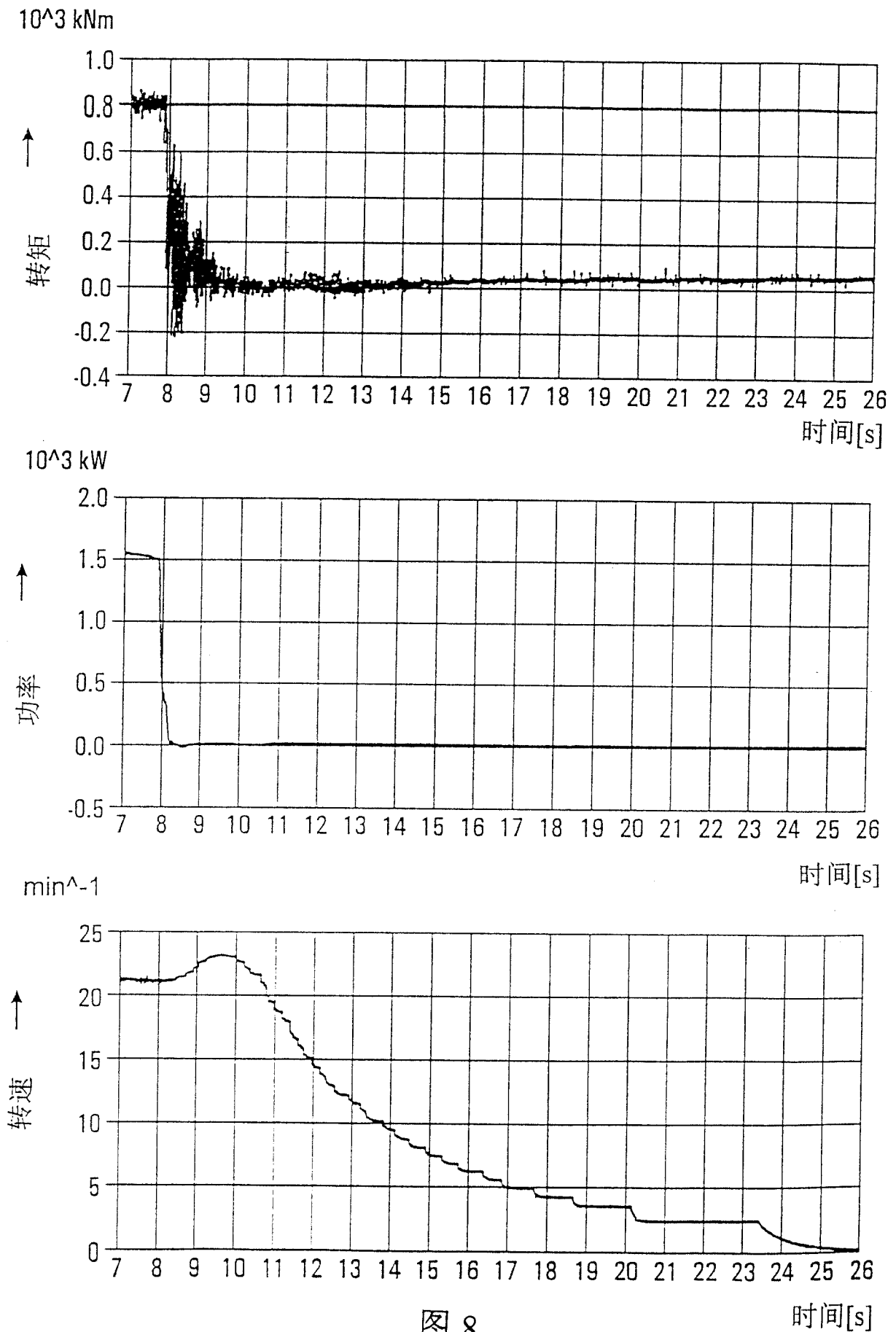


图 8