

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02K 3/30

H02K 3/38

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98811500. X

[43] 公开日 2001 年 1 月 10 日

[11] 公开号 CN 1279836A

[22] 申请日 1998.11.27 [21] 申请号 98811500. X

[30] 优先权

[32] 1997.11.28 [33] SE [31] 9704452-3

[86] 国际申请 PCT/SE98/02164 1998.11.27

[87] 国际公布 WO99/29016 英 1999.6.10

[85] 进入国家阶段日期 2000.5.24

[71] 申请人 ABB 股份有限公司

地址 瑞典韦斯特罗斯

[72] 发明人 M·莱永 P·卡斯滕森

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

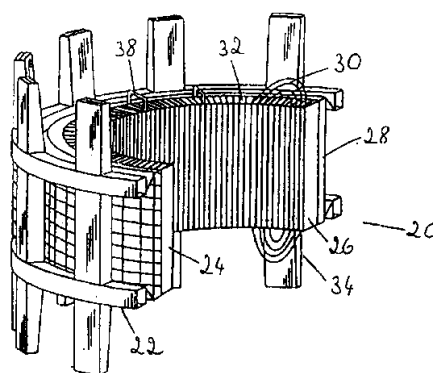
代理人 肖春京 林长安

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 7 页

[54] 发明名称 一种包括拼接高压电缆的绕组系统的修理方法

[57] 摘要

本发明涉及一种高压旋转电机中绕组系统的修理方法,该电机是为直接与配电或输电网连接所设计的并包括一个定子(20),一个转子及被包括在绕组系统中的绕组(30)。绕组(30)包括高压电缆,这些电缆实质地包含绕组(30)中的电场。该方法包括以下的步骤:在高压电缆有损坏的情况下,以这样的方式拼接高压电缆,即至少一个原来线圈端弯部的至少一部分在拼接后被转化为至少一个实质上直的部分,其中至少一个接头被布置在原来线圈端束的外部,该拼接是在不拆卸旋转电机的情况下进行的。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

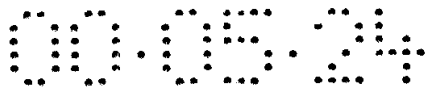
1. 一种高压旋转电机中绕组系统的修理方法，该电机是为直接与配电或输电网连接所设计的并包括一具有用于绕组（30）之槽（X，Y）的定子（20），一个转子（44）及被包括在绕组系统中的绕组（30），其中，绕组（30）包括高压电缆（10），这些电缆实质地包含绕组（30）中的电场，所述方法包括以下的步骤：-在高压电缆（10）有损坏（80）的情况下，以这样的方式拼接高压电缆（10），即至少一个原来线圈端弯部（72）的至少一部分在拼接后被转化为包括接头的至少一部分，其中至少一个接头（76，78；82，84）被布置在原来线圈端束（34）的外部，该拼接是在不拆卸旋转电机的情况下进行的。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，该方法还包括以下步骤：

- 切断（A，B）高压电缆（10）以获得两个端部（A及B）；
- 从至少一个槽（X，Y）中每次移出具有这两个端部（A；B）的高压电缆（10）；
- 切断高压电缆（10）以除去损坏部分（80）并由此获得一个端部（C）；
- 在其中一个端部（A；B；C）上拼接一长度段（74）的高压电缆（10）；
- 将带有拼接长度段（74）的高压电缆（10）插入空出的槽（X，Y）中；及
- 将这样获得的分开端部（A及E；B及E）连接起来便得到无损坏的绕组（30）。

3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，该方法还包括以下步骤：

- 切断高压电缆（10）以除去损坏部分（10），由此获得两个端部（A'，B'）；
- 从至少一个槽（X，Y）中每次移出具有这两个端部（A'，B'）的高压电缆（10）；
- 在空出的槽（X，Y）中插入带有拼接长度段（74）的高压电缆（10）；及



- 将这样获得的两个端部 (A' 及 E' ; B' 及 E') 连接起来便得到无损坏的绕组。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其特征在于: 拼接是以完全热补 (硫化) 接头的方式进行的。

5 5. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其特征在于: 拼接是使用预定拼接长度段而实现的。

6. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其特征在于: 拼接是以带缠绕接头的方式实现的。

10 7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于: 带缠绕接头是使用自硫化带, 例如 EPDM 带实现的。

8. 根据权利要求 4-7 中任一项所述的方法, 其特征在于: 拼接是使用权利要求 4-7 中所述方案的组合来实现的。

15 9. 根据权利要求 4 或 6 所述的方法, 其特征在于: 高压电缆 (10) 包括一个电导体, 一包围该导体的第一半导体层 (14), 一包围第一半导体层 (14) 的绝缘层 (16), 及一包围该绝缘层 (16) 的第二半导体层, 其中, 根据损坏的类型, 该方法还至少包括以下步骤中的一个:

- 拼接电导体;
- 对第一半导体层 (14) 施加替换材料;
- 20 - 进行第一半导体层 (14) 的热补;
- 对绝缘层 (16) 施加替换材料;
- 进行绝缘层 (16) 的热补;
- 将热补的绝缘层 (16) 恢复到其实质的原来尺寸;
- 对第二半导体层 (18) 施加替换材料;
- 25 - 进行第二半导体层 (18) 的热补。

10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其特征在于: 绕组 (30) 为柔性绕组 (30) 及所述各层彼此粘附。

30 11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其特征在于: 所述层是由具有这样彼此相对的弹性及热膨胀系数的材料制作的, 即在工作中作为温度波动结果的各层中出现的体积变化可被材料的弹性吸收, 以使得在工作中出现温度波动时各层保持彼此粘附。

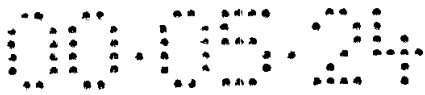
12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于: 各层中的材料

具有高弹性，最好具有小于 500Mpa 的杨氏弹性模量，最优选为小于 200Mpa。

13. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于：所述层中材料的热膨胀系数实质上相等。

5 14. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于：各层之间的粘附力至少与材料中最弱者为相同的数量级。

15. 根据权利要求 10 或 11 所述的方法，其特征在于：每个半导体层实质上构成一个等电位面。



说 明 书

一种包括拼接高压电缆的绕组系统的修理方法

5 本发明涉及一用于高压旋转电机之绕组系统的修理方法，该种电动机是设计用于直接与配电或输电电网连接的。

本发明涉及的旋转电机例如可为同步电机，异步电机，双馈电机，异步静态变流器级联，外极电机或同步流电机。

为了将该类型电机连接到配电或输电电网上，迄今使用了变压器将电压升高到电网电压等级，即 130-400KV 的范围中。

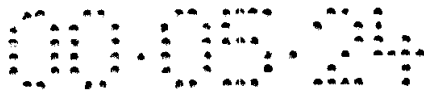
10 具有高至 36KV 之额定电压的发电机被 Paul R. Siedler 描述在标题为“由绝缘研究引起的 36KV 发电机”的文章，Electrical World, 1932 年 10 月 15 日，第 524-527 页中。这些发电机包括高压电缆绕组，其中绝缘被分为具有不同介电常数的各个层。所使用的绝缘材料由云母片云母，漆及纸这三种成分的各种组合组成。

15 现在已发现，通过用具有类似于输电电缆类型之固体绝缘的高压绝缘导体来制造用于以上导言中所述电机的绕组，电机电压可增高到这样的等级，即可不用任何中间变压器使电机直接连接到电网上。这些电机的典型工作范围可为 36 至 800KV。

20 本发明中所使用绝缘导体或高压电缆是柔性的，及为更详细地描述在 PCT 申请 SE97/00874 及 SE97/00875 中的类型。绝缘导体及电缆还被描述在 PCT 申请 SE97/00901，SE97/00902 及 SE97/00903 中。

25 因此，在本发明的范围中，其绕组优先采用与以下电缆等同类型的电缆：具有固体挤压绝缘的电缆其为现在用于配电之电缆、如 XLPE 电缆或具有 EPR 绝缘之电缆。这种电缆包括：由一个或多个绞合部分组成的一个内导体，包围该导体的一个半导体层，包围该半导体层的一个固体绝缘层及包围该绝缘层的一外半导体层。这些电缆是柔性的，在这方面这是一个重要特性，因为根据本发明的装置用的技术主要基于其中绕组是使用在组装时可弯曲的导体形成的绕组系统。XLPE 电缆的柔性通常对应于使一个直径 30mm 的电缆约弯到 20cm 的曲率半径及使一个直径 80mm 的电缆约弯到 65cm 的曲率半径。在本申请中“柔性”一词用来表示：绕组可被弯曲到其曲率半径为电缆直径的 4 倍的量级，最好为电缆直径的 8-12 倍。

30



该绕组应被构造得甚至当它被弯曲及当它在工作期间受到热应力时还能保持其特性。重要的是，在这方面各层彼此保持它们的粘性。这里层的材料特性是决定性的，尤其是它们的弹性及相对热膨胀系数。例如，在 XLPE 电缆中，绝缘层由交联的低密度聚乙烯组成，

5 及半导体层由带有混合其中的碳黑及金属颗粒的聚乙烯组成。作为温度波动结果的体积变化随着电缆半径的变化而被吸收，并由于相对这些材料的弹性而言各层中热膨胀系数之间的差别甚微，可以发生径向膨胀而各层不会彼此分离。

上述的材料组合应被看成仅是作为例子。能满足所述条件及半导条件的另外组合、即具有的电阻率在 10^{-1} - 10^6 ohm-cm 之间如 1-500 ohm-cm 或 10-200 ohm-cm 的范围内，当然也落在本发明的范围内。

10

绝缘层的组成譬如可为：固态热塑性材料，例如低密度聚乙烯 (LDPE)，高密度聚乙烯 (HDPE)，聚丙烯 (PP)，聚丁烯 (PB) 聚甲基戊烯 (PMP)；交联材料，如交联聚乙烯 (XLPE)，或橡胶如乙

15 烯丙烯橡胶 (EPR) 或硅橡胶。

内及外半导体层可以由相同的基体材料组成，但其中混合有导电材料颗粒，如碳黑或金属粉末。

这些材料的机械性能，尤其是热膨胀系数受其中是否混合有碳黑或金属粉末的影响相对地很小，至少在为获得根据本发明所要求的导

20 电率而必需的份额上是如此。因此，绝缘层及半导体层具有实质上相同的热膨胀系数。

乙酸乙烯酯共聚物/腈橡胶，丁基类 (butylymp) 聚乙烯，乙烯丙烯酸酯共聚物及乙烯丙烯酸乙酯共聚物也可构成半导体层用的合适聚合物。

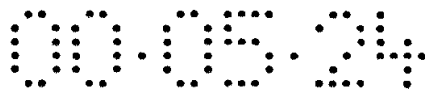
25

甚至当使用不同类型材料作为各个层中的基体时，它们的热膨胀系数最好也基本上相同。以上所列举的材料的组合就是这种情况。

以上所列举的材料具有好的弹性及其杨氏 (E) 弹性模量 < 500Mpa，最好 < 200Mpa。

对于在径向弹性方向上要被吸收的各层中材料热膨胀系数之间的任何小差别来说该弹性是足够的，以致于不会出现任何破裂或其它损坏，并使得各层不会彼此离开。各层中的材料是有弹性的及各层之间的粘附力至少与材料中最弱者具有相同的量级。

30



两个半导体层的导电率足够使每层上的电位实质地均衡。外半导体层的导电率如此地大，以致于外半导体层具有在电缆中包含电场的足够导电率，但同时又足够地小，以便不会由在层纵向上感应的电流引起大的损耗。

5 因此，这两个半导体层中的每个基本构成了一个等电位面，及由这些层组成的绕组将实质地在其中包含电场。

当然没有什么可阻止在绝缘层中配置一个或多个附加的半导体层。

10 在不同类型的旋转电机中会出现不同类型的损坏。在水力发电机中通常在定子，主要在定子绕组中出现损坏。定子中的损坏相对均匀地分布在绝缘和焊接的接头之间。转子的损坏在大多数情况下由污物引起的转子电路接地故障而产生。

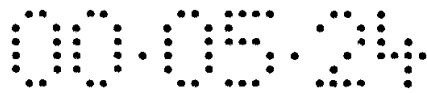
15 当在旋转电动机中发生破坏性的放电时绕组常被损坏并必需被修理。在传统类型的旋转电机中，这种对绕组的修理常常需要定子或转子被拆下并由此停机一个或长或短的时间。因此这是一个显著的缺点。

20 本发明的目的是提供一种对上述问题的解决方案。这是用权利要求 1 中限定的高压旋转电机中绕组系统的修理方法获得的。该方法可用于为直接与配电或输电电网连接所设计的电机。该电机包括一个具有用于绕组之槽的定子，一个转子及包括在绕组系统中的绕组，其中绕组包括高压电缆，这些电缆实质地包含绕组中的电场。该方法包括以下的步骤：在高压电缆损坏的情况下以这样的方式拼接高压电缆，即至少一个原来线圈端弯部的至少一部分在拼接后被转化为包括接头的至少一部分，其中至少一个接头被布置在原来线圈端束的外部，
25 该拼接是在不拆卸旋转电机的情况下进行的。

如在本发明中要求保护的，该方法的一大优点是在不拆卸旋转电机的情况下，绕组系统可被修理。因此停机时间比传统旋转电机的情況明显地缩短。

30 根据本发明方法的一个有利实施例是在沿线圈端弯部损坏的情况下获得的并包括以下步骤：

- 切断高压电缆以获得两个端部；
- 从至少一个槽中每次移出具有这两个端部的高压电缆；



- 切断高压电缆以除去损坏部分并由此获得一个端部；
- 在其中一个端部上拼接一段高压电缆；
- 将带有拼接段的高压电缆插入空出的槽中；及
- 将这样获得的分开端部连接起来便得到无损坏的绕组。

5 根据本发明方法的另一有利实施例是在损坏不位于线圈端束的情况下获得的，并包括以下步骤：

- 切断高压电缆以除去损坏部分，由此获得两个端部；
- 从至少一个槽中每次移出具有这两个端部的高压电缆；
- 在空出的槽中连接一个高压电缆的拼接段；及
- 将这样获得的两个端部连接起来便得到无损坏的绕组。

10

在这方面，有利的是拼接是以完全热补（硫化）连接的方式进行的。

另一优点是接头是使用预定拼接长度段而获得的。

如果拼接是以带缠绕接头的方式实现时亦是有利的。

15

另一优点是在使用自硫化带，例如 EPDM 带进行带缠绕接头时获得的。

在这方面，可有利地使用上述方案的组合来进行拼接。

20

又一优点是在这样的情况下获得的，即这时高压电缆包括一电导体，一包围该导体的第一半导体层，一包围第一半导体层的绝缘层，及一包围该绝缘层的第二半导体层，根据损坏的类型，该方法至少包括以下步骤中的一个：

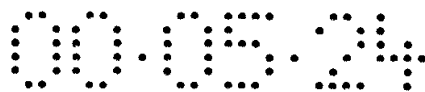
- 拼接电导体；
- 对第一半导体层（14）施加替换材料；
- 进行第一半导体层（14）的热补；
- 对绝缘层施加替换材料；
- 进行绝缘层的热补；
- 将热补的绝缘层恢复到其实质的原来尺寸；
- 对第二半导体层施加替换材料；
- 进行第二半导体层的热补。

25

30

在这方面，有利的是绕组为柔性绕组及其各层彼此粘附。

另一优点是，所述层是由具有这样彼此相对的弹性及热膨胀系数的材料制作的，即在工作中作为温度波动结果的各层中出现的体积变



化可被材料的弹性吸收，以使得在工作中出现温度波动时各层能保持彼此粘附。

有利的是，各层中的材料具有高弹性，最好具有小于 500Mpa 的杨氏弹性模量，最优选为小于 200Mpa。

5 另一优点是，所述层中材料的热膨胀系数实质上相等。

在这方面，有利地，各层之间的粘附力至少与材料中最弱者有相同的数量级。

另一优点是每个半导体层实质上构成一个等电位面。

现在将借助附图在以下的实施例描述中更详细地解释本发明。

10 图 1 表示一个高压电缆的横截面；

图 2 表示斜向通过旋转电机定子一部分的概要透视图；

图 3 概要地表示旋转电机的一个扇区；

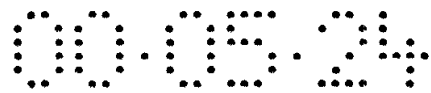
图 4 表示根据本发明修理旋转电机之一绕组系统的方法流程图；

15 图 5-7 概要地表示根据本发明之修理方法的第一种情况；

图 8-10 概要地表示根据本发明之修理方法的第二种情况。

图 1 表示传统用于输电的高压电缆 10 的一个横截面。该图示的高压电缆 10 可为一个标准的 145KV 的 XLPE 电缆，但无外皮或屏蔽层。该高压电缆 10 包括一个电导体，该导体可包括一个或多个譬如铜 (Cu) 制的股线部分 12；并具有圆形横截面。这些股线部分 12 布置在高压电缆 10 的中间。在股线部分 12 的外围是第一半导体层 14。在第一半导体层 14 的外围是一个绝缘层 16，例如为 XLPE 绝缘层。在绝缘层 16 的外围是第二半导体层 18。在这里所示的高压电缆 10 中，三个层材 14, 16, 18 彼此粘附，甚至当电缆弯曲时也如此。图
20 示电缆 10 是柔性的并且该性能在电缆 10 的整个工作寿命中能被保持。

图 2 表示斜向通过旋转电机定子一部分的概要透视图。图 2 仅表示旋转电机的一部分，其中转子已被取走，已便更清楚地表示定子是如何布置的。定子 20 的主要部分由定子框架 22，包括定子齿及定子磁轭的定子铁心 24 组成。定子 20 还包括以高压电缆 10 (图 1) 形式的定子绕组 30，该高压电缆被放置到在每单个定子齿之间形成的自行车链形状的空间 32 中，如图 3 所示。在图 3 中，定子绕组 30 仅由
30



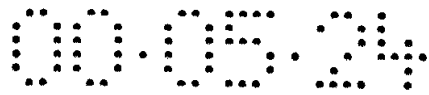
其电导体表示。如图 2 所示，定子绕组 30 在定子 20 每侧上形成一线圈端束 34。图 3 还表示出，根据定子 20 中其径向位置该高压电缆的绝缘被分成多个尺寸级。为了简明起见，在定子 20 的每端仅表示出一个线圈端束 34。

5 在大的传统电机中，定子框架通常由焊接的钢板结构组成。在大电机中，定子铁心 24-亦被称为叠片铁心-通常由 0.35-0.50mm 的铁心片构成，并被分成具有约 50mm 轴向长度的叠堆及被形成 5mm 宽的通风道的隔件彼此隔开。但是，在所述该电机中通风道已被去消。在大电机中，每个叠堆的形成是，通过放置被冲压成适当尺寸的金属片
10 扇形段 36 一起形成第一层，每个随后的层以交叉方式放置并形成一个完整的定子铁心的叠片部分 24。各部件及隔件被压力夹架 38 保持在一起，后者被压在压环，压指或扇形段上，但未示出。在图 2 中仅表示出两个压力夹架 38。

图 3 概要地表示电机的一个径向扇区，它具有一个定子 20 的金属片扇形段 36 及电机转子 44 上的转子极 42。还可清楚地看到，高压电缆 10 被布置在形成于每定子齿 26 之间的、象自行车链形状的空间 32 中。
15

图 4 表示根据本发明的用于修理旋转电机中一绕组系统的方法流程图，该种电机被设计成用于直接与配电输电电网相连接，并包括
20 一个带绕组槽的定子 20（见图 2）、一个转子（见图 3）及包括在绕组系统中的绕组 30。绕组 30 包括高压电缆 10（见图 1），该高压电缆实质上包含绕组 30 中的电场。根据本发明的方法包括以下将描述的多个步骤。该流程图开始于方框 50。然后在方框 52 上执行其步骤：在高压电缆损坏的情况下，以这样的方式拼接高压电缆，即至少一个
25 原来线圈端弯头的至少一部分在拼接后被转化为至少一个实质上直的部分，至少一个接头被布置在原来线圈端束的外部，该拼接是在不拆卸旋转电机的情况下进行的。此后，在方框 54 上完成该流程。该方法的第一变型方案还包括以下步骤：

- 切断高压电缆以获得两个端部；
- 30 - 从至少一个槽中每次移出具有这两个端部的高压电缆；
- 切断高压电缆以除去损坏部分并由此获得一个端部；
- 在其中一个端部上拼接一段高压电缆；



- 将带有拼接段的高压电缆插入空出的槽中；及
- 将这样获得的分开端部连接起来便得到无损坏的绕组。

本方法的另一变型方案包括以下步骤：

- 切断高压电缆以移出损坏部分，由此获得两个端部；
- 5 - 从至少一个槽中每次移出具有这两个端部的高压电缆；
- 在空出的槽中连接一个高压电缆的拼接段；及
- 将这样获得的两个端部连接起来便得到无损坏的绕组。

上述的拼接可用完全热补（硫化）接头的方式进行。

10 另一变型方案是，拼接是使用自硫化带、例如 EPDM 带以带缠绕接头来实现的。

拼接也可使用预制接头如滑套（slipovers）来进行。当然也可使用上述方案的组合来进行拼接。

上述完全热补接头是使用硫化模实现的，它需要一定量的空间，大约 3-4m。这就是为什么绕组要从多个槽中移出的原因。

15 如果高压电缆如图 1 中所示，则根据损坏的类型，该方法可至少包括以下步骤中的一个：

- 拼接电导体；
- 对第一半导体层 14 施加替换材料；
- 进行第一半导体层 14 的热补；
- 20 - 对绝缘层 16 施加替换材料；
- 进行绝缘层 16 的热补；
- 将热补的绝缘层 16 恢复到其实质的原来尺寸；
- 对第二半导体层 18 施加替换材料；
- 进行第二半导体层 18 的热补。

25 上述用于第一半导体层 14 的替换材料是由与第一半导体层等同的同一材料组成的。

应该强调地指出，所列出的需要执行的步骤依赖于绕组被损坏到怎样的程度。如果破坏性的放电很强，导体可能已被损坏，在此情况下则必需进行以上列出的所有步骤，即从拼接电导体到热补第二半导
30 体层 18，如果，另一方面，如果破坏性放电不太严重，譬如绕组的最外两层可能会损坏，在此情况下，绝缘层 16 及第二半导体层 18 必需被修理。也就是说，必需进行最后 5 个步骤，即从对绝缘层 16 施

加替换材料到热补第二半导体层 18。

上述用于绝缘层 16 的替换材料是由与绝缘层 16 等同的同一材料组成的。上述用于半导体层 18 的替换材料是由与半导体层 18 等同的同一材料组成的。

5 图 5-7 概要地表示根据本发明之修理方法的第一种情况。在图 5-7 中，标记 24 指示定子铁心。定子绕组 30 在定子每侧形成一个线圈端束 34（亦见图 2）。在图 5 所示情况下，损坏部分 80 位于定子铁心 24 的槽（X1）中。第一步骤是（在 A，B 处）切断绕组 30，以
10 获得两个端部（A 及 B）。然后从至少一个槽（X，Y）中每次退绕出具有这两个端部（A；B）的高压电缆。退绕出多少取决于对于拼接需要多大空间。接着将高压电缆切断（由图 6 中 C 指示）以除去损坏部分 80 及获得一个端部（C）。此后将一段高压电缆 74 拼接到端部 C 上，即将端部 C 及 D 连接起来。然后将具有拼接长度段 74 的高压电
15 缆绕入空出的槽（X，Y）中。重要的是应指出，在该步骤后定子铁心 24 中无槽被空着。两个端部 B 及 E 现在是在定子铁心 24 的同一侧上。接着将分开的端部 B 及 E 连接起来并获得一个附加长环或弯部，如图 7 中所示。如图 7 中所示地，至少接头 E，B 及 D，C 中的一个位于实质上直的部分上并被布置在线圈端束 34 的外侧。

20 图 8-10 概要地表示根据本发明之修理方法的第二种情况。对于图 8-10 中类似的部分使用与图 5-7 中相同的标记。在此情况下，损坏部分 80 位于线圈端弯部上（见图 8）。首先，在图 8 中点 A' 及 B' 处切断高压电缆，以除去损坏部分 80。然后从至少一个槽（X，Y）中每次移出具有这两个端部 A' 及 B' 的高压电缆，如图 9 所示。接着将一段高压电缆 74 拼接到端部 A' 上，及然后将具有拼接长度段 74
25 的高压电缆绕入空出的槽（X，Y）中，以使得两个端部 B' 及 E' 现在是在定子铁心 24 的同一侧上。接着将分开的端部 B' 及 E' 连接起来，以使得绕组 30 无损坏部分，如图 10 中所示。

30 图 7 表示接头 D，C 沿一线圈端弯头布置，即它被弯曲。因此，该接头 D，C 必需是完全热补接头。它不可能是预制接头或带缠接头，由于这些接头不能被弯到所需程度。

还必需强调，图 7 及 10 中的接头不一定要位于图示的点上。唯一的条件是，至少一个接头被布置在原来线圈端束 34 的外侧。

本发明不应被限制在图解的实施例上。在附设权利要求书的范围内可能有多种修改。

说明书附图

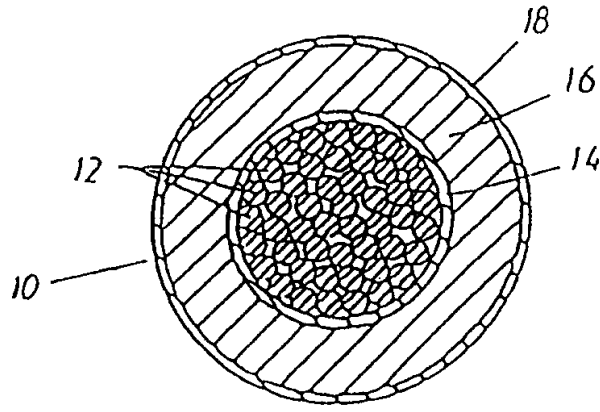


图 1

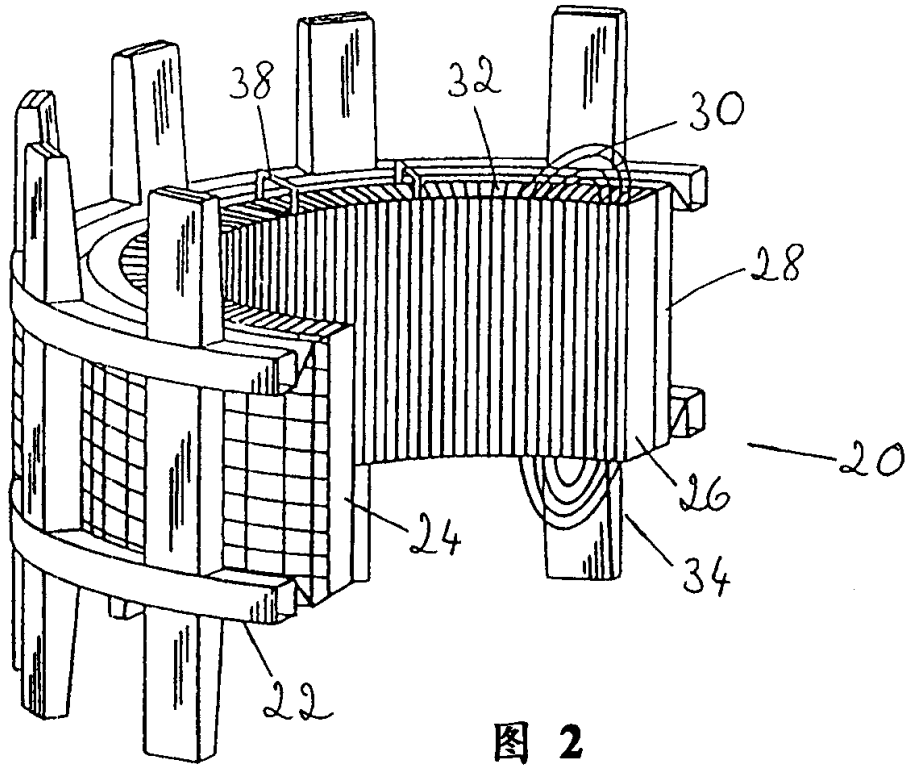


图 2

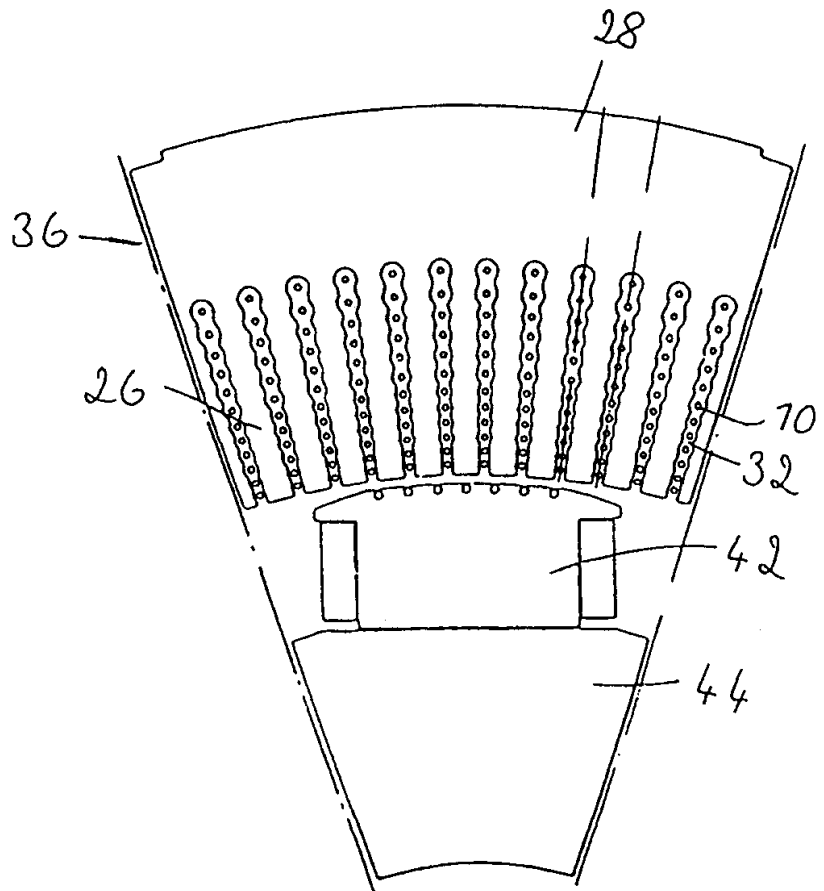


图 3

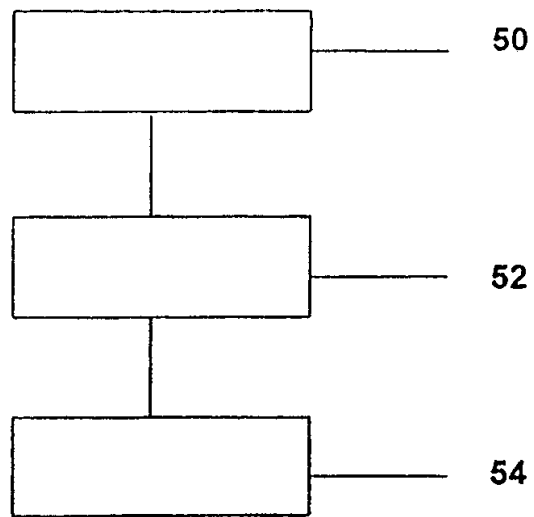


图 4

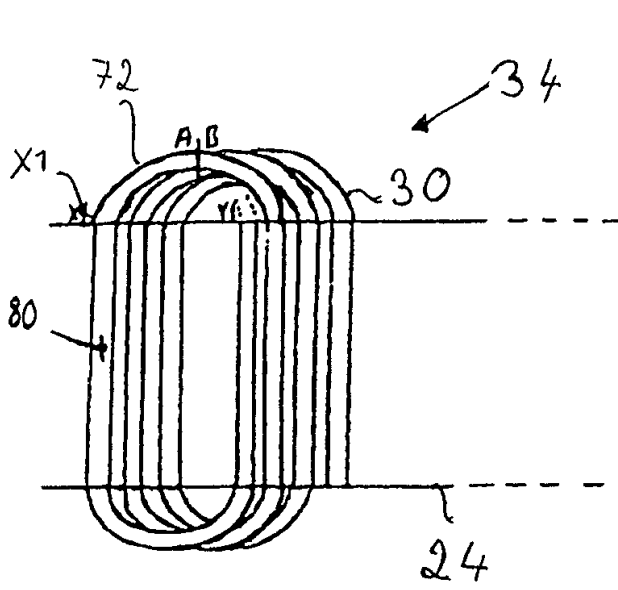


图 5

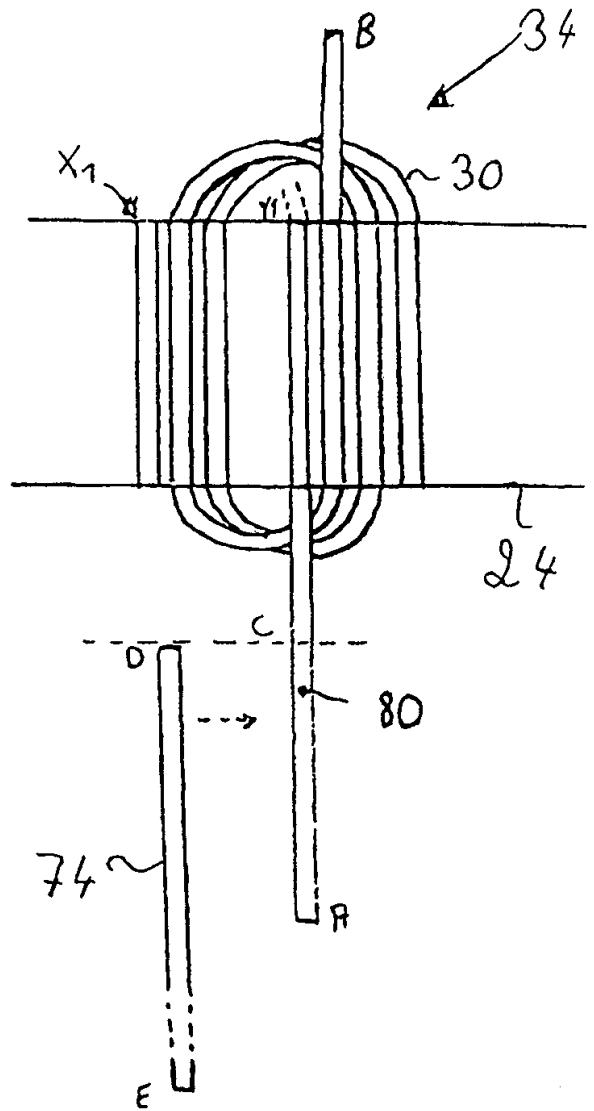


图 6

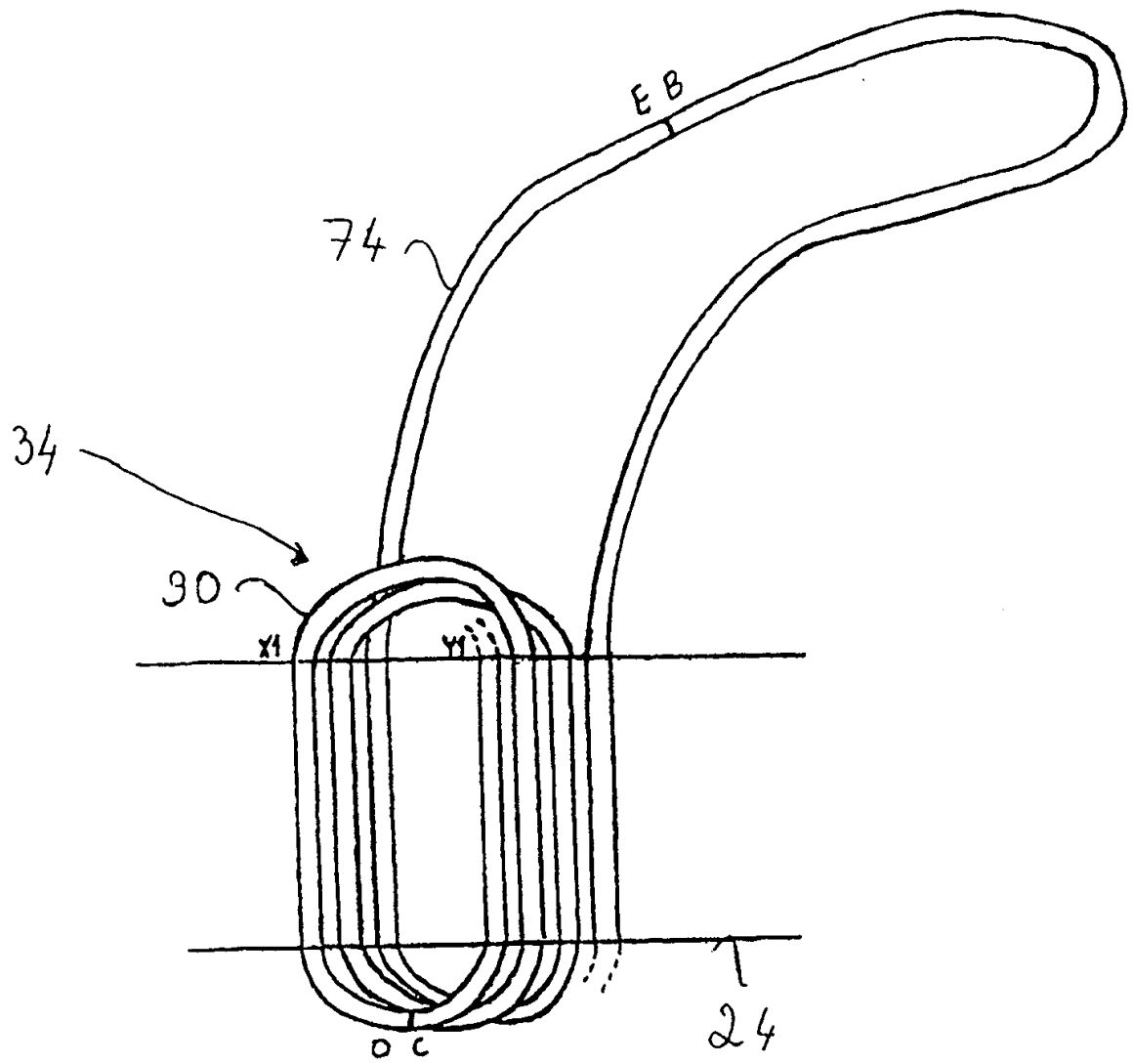


图 7

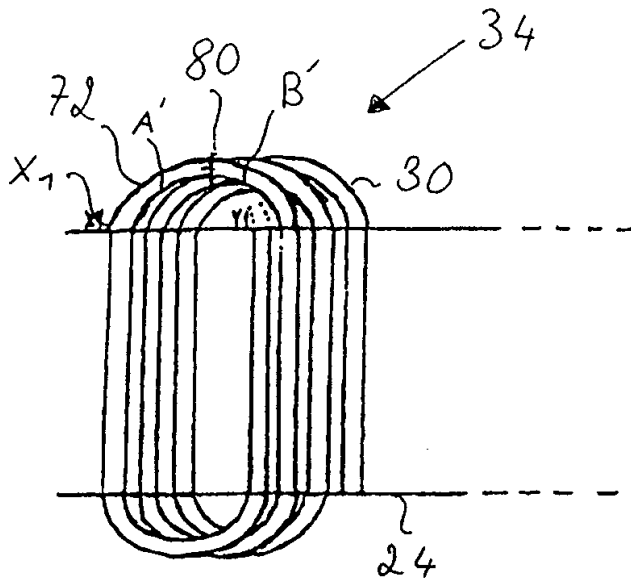


图 8

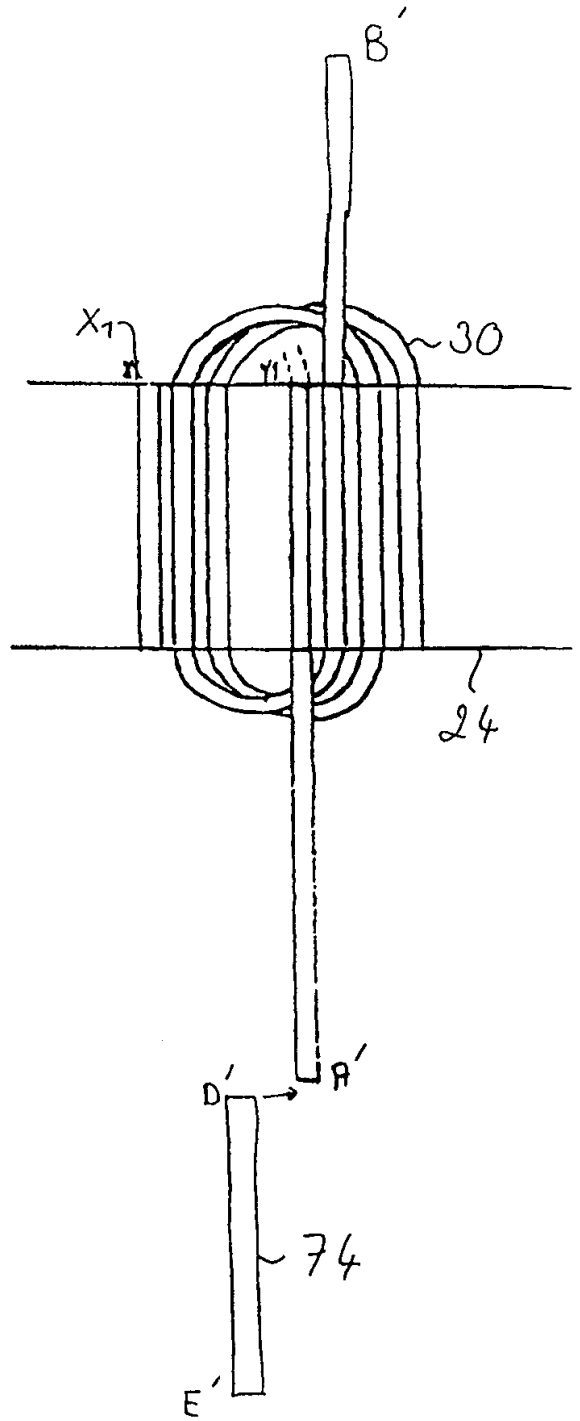


图 9

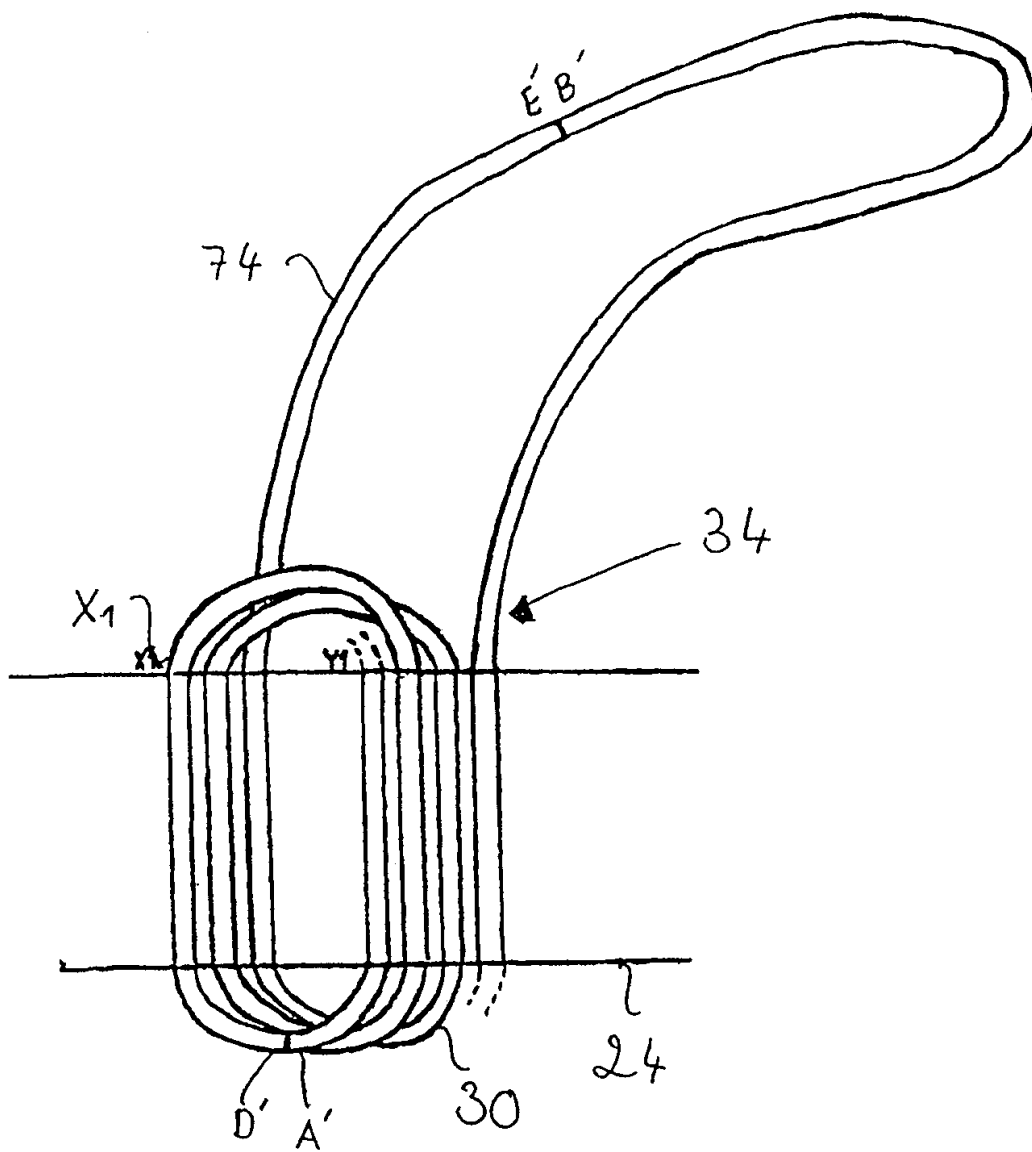


图 10