

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01F 27/245 (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

H01F 1/147 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780016392.9

[43] 公开日 2009 年 5 月 20 日

[11] 公开号 CN 101438358A

[22] 申请日 2007.4.10

[21] 申请号 200780016392.9

[30] 优先权

[32] 2006.4.12 [33] DE [31] 102006017762.2

[86] 国际申请 PCT/EP2007/053444 2007.4.10

[87] 国际公布 WO2007/116047 德 2007.10.18

[85] 进入国家阶段日期 2008.11.6

[71] 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 乔切恩·克里斯琴

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 郝俊梅

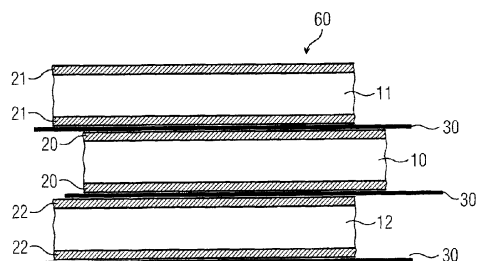
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

用于层叠变压器铁心的硅钢片的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种用于制造电机的铁磁性的铁心硅钢片的方法。本发明同样涉及一种铁磁性的铁心硅钢片(60)。通过一种由硅钢片(10、11、12)组成的层叠结构以及这些硅钢片借助连接层(30)、尤其胶粘层连接,可制成一个个硅钢片层厚很小的铁心硅钢片。因此用这种铁心硅钢片制造电磁机的层叠铁心可以有小的涡流损失。



1. 一种用于制造电机的铁磁性铁心硅钢片（60）的方法，其特征为：将由铁磁性材料制成的第一硅钢片（10）和至少一个第二硅钢片（11）借助连接层（30）互相连接。

2. 按照权利要求1所述的方法，其特征为，所述硅钢片（10、11）至少部分被绝缘层（20、21）包裹，以及第一硅钢片（10）的绝缘层（20）和第二硅钢片（11）的绝缘层（21）借助连接层（30）互相连接。

3. 按照权利要求1或2所述的方法，其特征为，绝缘层（20）是一个冶金制成的覆盖层，尤其用镁橄榄石或铁橄榄石冶金制成的覆盖层。

4. 按照权利要求1至3之一所述的方法，其特征为，在绝缘层（20、21、22）之间的连接层（30）是胶粘层。

5. 按照权利要求4所述的方法，其特征为，连接层（30）高粘性地粘附在硅钢片上。

6. 按照权利要求4或5之一所述的方法，其特征为，连接层（30）可以机械切割以及是柔性的。

7. 按照权利要求4至6之一所述的方法，其特征为，连接层（30）在从 -75°C 至 $+200^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内是耐温的。

8. 按照权利要求4至7之一所述的方法，其特征为，连接层（30）耐矿物油、Midel（酯）和/或硅酮。

9. 按照权利要求4至7之一所述的方法，其特征为，连接层（30）是绝缘层（20、21、22）之间的一个冶金制成的层，它尤其通过短暂的结晶退火制成。

10. 按照权利要求1至9之一所述的方法，其特征为，硅钢片（10）具有晶粒定向。

11. 按照权利要求1至10之一所述的方法，其特征为，绝缘层（20）和/或连接层（30）具有一种机械结构，并因而有利于铁心硅钢片（60）的机械稳定性。

12. 按照权利要求1至11之一所述的方法，其特征为，第一硅钢片（10）用绝缘层（20）包裹，接着在该硅钢片（10）的上侧和下侧涂敷连接层（30），以及在第一硅钢片（10）上借助压辊（40）分别在该硅钢片（10）的上侧

和下侧压紧一个包裹有绝缘层(21、22)的第二硅钢片(11、12)。

13. 按照权利要求1至12之一所述的方法,其特征为,在铁心硅钢片(60)中硅钢片(10)和/或绝缘层(20)和/或连接层(30)是可变的。

14. 一种用于电机的铁磁性的铁心硅钢片(60),其特征为:铁心硅钢片(60)由一个个硅钢片(10、11、12)构成,其中,所述硅钢片(10、11、12)分别具有绝缘层(20、21、22),以及所述绝缘层(20、21、22)通过连接层(30)互相连接。

15. 按照权利要求14所述的铁磁性的铁心硅钢片(60),其特征为,所述连接层(30)是胶粘层。

16. 按照权利要求14所述的铁磁性的铁心硅钢片(60),其特征为,所述连接层(30)是所述硅钢片(10、11、12)的各绝缘层(20、21、22)之间的一种冶金连接。

17. 按照权利要求15或16之一所述的铁磁性的铁心硅钢片(60),其特征为,作为连接层(30)可以采用不同的连接方式。

用于层叠变压器铁心的硅钢片的方法

技术领域

本发明涉及一种用于制造电机的铁磁性的铁心硅钢片的方法。

背景技术

电磁机、例如功率变压器或电感器的的工作，在结构形式和使用的材料方面要求电机的准确协调的设计方案。因此功率及配电网变压器的铁心经常由晶粒定向的铁磁性硅钢制成。这是有必要的，因为在铁心内传播的与时间有关的磁通量也会造成电损耗。一方面在铁心内磁化方向的周期性反向产生再磁化损失。还有，在铁心内感应垂直于传播的磁通量定向的涡流。因此，为了减小涡流损失，变压器铁心不是实心的，而是由晶粒结构定向的铁磁性硅钢的一个个薄片层叠制成。

为了避免再磁化损失，将铁心硅钢片处置为，通过改进的晶粒定向以及通过铁心硅钢片的表面处理构成一个玻璃状绝缘层，例如镁橄榄石。晶粒定向的硅钢片由冷轧的热带材形成。包括中途脱碳、结晶和消除应力退火的冷轧，造成一种规则的具有鲜明的优选磁化方向的冶金晶体结构。

在结晶退火期间用氧化镁表面处理，导致形成玻璃状绝缘的覆盖层（镁橄榄石）。然后涂敷含磷的溶液和接着干燥，构成一个最终的绝缘层（磷酸盐）。这种绝缘层大多施加在晶粒定向的硅钢片的两个表面上。

减小再磁化损失，系统性地通过晶粒定向的改进和凭借激光、腐蚀或机械处理的磁畴细化保证。减少涡流损失主要通过影响铁心硅钢片的磁性有效厚度。铁心硅钢片越薄，涡流损失越小。为了避免涡流损失，不使用实心的变压器铁心，而是将铁心由比较薄的硅钢片层叠构成。

按传统的方式，制造过程设计为，将晶粒定向的硅钢片制成一种有时多次冷轧的热带材，以及通过间隔地脱碳、结晶和消除应力退火，制成一种具有鲜明的优选磁化方向的冶金改变的晶体结构。表面处理造成上述玻璃状绝缘覆盖层（镁橄榄石和磷酸盐）。

经如此制造和处理的硅钢片作为单层卷材在一个纵向剪切机内切割成

一些分卷。接着进行横切或冲压制成最终的用于变压器铁心的铁心硅钢片。冲压过程或在硅钢片纵向剪切机的作业线内部进行，或在一个单独的冲压过程内进行。如此冲制的铁心硅钢片，接着在一个铁心铺层设备内，手工或自动地叠层成变压器铁心。

例如 US2002/0158744A1 介绍了一种设备和一种方法，用层叠铁心硅钢片制造大型变压器。

此外，US6416879B1 公开了一种相应的含铁的材料化合物，作为制造铁心硅钢片的原材料，以便由此减小在用这种材料层叠的铁心内的再磁化损失和涡流损失。

这同样适用于 DE4337605A1，它公开了一种制造晶粒定向的硅钢片和由此制成的磁心。

在按现有技术的所有方法和所使用的铁心硅钢片结构中存在的缺点是，如此制成的铁心硅钢片的宽度不允许小于 0.23mm 的最小厚度，因为要不然在铁心加工过程中材料机械负荷过大。这会导致降低这种受机械负荷的铁心硅钢片的电磁特性。因此，基于所述的加工技术方面的限制，迄今在相应地用这些铁心硅钢片叠层的变压器铁心中，不可能进一步减小与铁心硅钢片的这种宽度相关联的涡流损失。

发明内容

因此本发明要解决的技术问题是提供一种方法，用这种方法制备厚度较小的铁心硅钢片，这样的铁心硅钢片即使在例如进行铁心铺层过程中遭受机械负荷时，也不会降低它们的电磁特性。

本发明的上述技术问题通过专利权利要求 1 的特征得以解决。按照本发明规定，由铁磁性材料制成的第一硅钢片和至少一个第二硅钢片至少局部分别用至少一个绝缘层包裹，以及第一硅钢片的绝缘层和第二硅钢片的绝缘层借助连接层互相连接。通过在各个硅钢片之间采用连接层，带来的优点是使如此制成的铁心硅钢片有一种层状结构，并因而在用按照本发明的铁心硅钢片层叠的铁心中使涡流损失明显减小。与传统的只由一个硅钢片构成的铁心硅钢片不同，按照本发明的方法制成的铁心硅钢片由包括一些硅钢片的层构成。连接层在这里保证一个铁心硅钢片的一些硅钢片的层叠结构也能耐受铁心硅钢片例如加工过程的机械负荷，或在铁心夹紧时的

机械负荷。

按该方法的一种有利的设计，绝缘层是一个尤其由镁橄榄石或铁橄榄石冶金制成的覆盖层。认为有利的是，在绝缘层之间的连接层是胶粘层。在各硅钢片之间使用固定物质，一方面保证绝缘层之间并因而保证各硅钢片之间持久连接。而且涡流损失也可以明显减小。与此同时，铁心硅钢片的这种层叠结构保证铁心硅钢片有高的机械稳定性和在加工过程中不会受到限制。

连接层必须持久地耐矿物油、Midel(酯)和/或硅酮，在从 -75°C 至 $+200^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内是耐温的，以及强力粘附在硅钢片上。由固定后的硅钢片组成的层叠结构必须是柔韧的，以及可以通过普通的纵向和横向剪切过程加工。固定层的硬度应不会导致增加铁心硅钢片切割工具的磨损现象。

按该方法的一种有利的设计规定，连接层是绝缘层之间的一个冶金制成的层，它尤其通过短暂的结晶退火制成。在铁心硅钢片的硅钢片上的绝缘层按传统的方式通过对硅钢片表面的冶金处理造成，例如通过表面酸洗或腐蚀。因为硅钢片的热处理对于在表面构成绝缘层是必要的，所以迄今的加工方法也可以利用于在各绝缘层之间制成连接层。

有利地，绝缘层和/或连接层有一种机械结构，它有利于铁心硅钢片的机械稳定性。通过在连接层内夹入一种例如在飞机结构中的网状结构，可以提高连接层的机械稳定性。这同样适用于使用不同的材料作为构成连接层的固定物质。绝缘层通过添加另一个网状层和/或通过硅钢片的与位置有关的表面处理，也可以机械稳定性方面增强。

认为有利的是，第一硅钢片用绝缘层包裹，接着在该硅钢片的上侧和下侧涂敷连接层，以及在第一硅钢片上借助压辊分别在硅钢片绝缘层的上侧和下侧压紧一个包裹有绝缘层的第二硅钢片。有利地，在铁心硅钢片内的硅钢片和/或绝缘层和/或连接层是可变的，所以也可以在铁心硅钢片的层叠结构中顾及结构和/或机电方面的既定条件。

所述的层叠可以集成到现有的生产过程中。或将两个或更将多个单层整卷层叠为一个层叠的整卷，此时已层叠的整卷用作纵向剪切过程的原材料。与之不同，可以将两个或更多个在宽度上已分割的单层的部分宽度卷层叠为一个层叠的部分宽度卷材，此时已层叠的部分宽度卷材用于随后的横向剪切过程(冲压过程)。同样可以设想，将两块或更多块冲压后的单片

层叠为一块层叠的铁心片。

按照本发明的方法提供的优点是，可以使用比传统的方式所使用的更小的片厚（薄片厚度 $<0.23\text{mm}$ ）。由此可以在结构和生产成本保持相同的情况下，达到系统性地减小铁心内的涡流。此外，按照本发明的方法不需要改变迄今的铁心硅钢片的生产过程和现有的铁心铺层方法。

所述技术问题同样通过权利要求 14 所述的特征得以解决。按照本发明规定，铁心硅钢片由一个个硅钢片构成，其中，硅钢片分别有一个绝缘层，以及绝缘层通过连接层互相连接。按铁磁性铁心硅钢片的一项有利的设计规定，连接层是胶粘层。与之不同，连接层是硅钢片的各绝缘层之间的一种冶金连接。也可以组合不同的连接方式用于铁心硅钢片不同的连接层。

附图说明

在其余从属权利要求中说明其他有利的措施；下面借助实施例和附图详细说明本发明。其中：

图 1 示意性示出按照本发明的层叠硅钢片的制造方法；

图 2 示意性示出已经冲压的铁心硅钢片的层叠过程；

图 3 示意性示出了三个经冶金处理后有绝缘层的硅钢片的层状结构，这三个硅钢片通过胶粘层互相连接；以及

图 4 示意性示出按照本发明包括三个平行排列的硅钢片的铁心硅钢片结构，这三个硅钢片借助作为连接层的一种冶金连接互相连接。

具体实施方式

图 1 表示层叠的硅钢片 10、11、12 按照本发明的制造方法的示意图。一个中央硅钢片 10 被喷洒一种固定剂 50，该硅钢片 10 或已有一个经冶金处理的表面，或有一个另外涂敷的绝缘层 20（没有表示）。施加在中央硅钢片 10 的外部绝缘层上的胶粘材料构成连接层 30，在中央硅钢片 10 上侧和下侧的连接层 30 上施加其他硅钢片 11、12。在各硅钢片 10、11、12 的绝缘层 20、21、22 之间，通过压辊 40 压实如此构成的连接层 30，并由此在各个硅钢片 10、11、12 之间制成持久和长寿命的连接层。因此，一方面获得制成的铁心硅钢片 60 的机械稳定性。此外，硅钢片 10、11、12 的这种成为一个铁心硅钢片 60 的层叠结构减小了铁心硅钢片 60 迄今加工技术上

的 0.23mm 的极限，从而在这种情况下可以进一步减小涡流损失。

图 2 表示按照本发明的方法应用于制造已经冲压的硅钢片 10、11、12，这是生产铁心硅钢片 60 的出发点。如在图 1 所示的方法中那样，在冲压的硅钢片 10 的（未示出的）绝缘层 20 两侧施加构成连接层的连接物质 50。在连接层 30 上，将与冲压的硅钢片 10 对应的其他硅钢片 11、12 放置在该硅钢片 10 的上方和下方，并借助压辊 40 压紧。由此使相应的铁心硅钢片 60 得到一种层叠结构。

图 3 和图 4 示意表示如此制成的铁心硅钢片 60 的结构。在图 3 中铁心硅钢片 60 的各个硅钢片 10、11、12 借助固定物质 50 互相粘结。

因为胶粘剂为连接层 30 提供附加的绝缘作用，所以可以在连接层上取消硅钢片的绝缘层 20，在这种情况下绝缘性仅由连接层 30 和绝缘层 21 及 22 保证。与之不同，在铁心硅钢片 60 的硅钢片 10、11、12 之间的连接层 30 也可以通过冶金方法，例如对各硅钢片 10、11、12 进行退火相互保证。在这里，各个绝缘层 20、21、22 成为彼此的一种冶金连接。

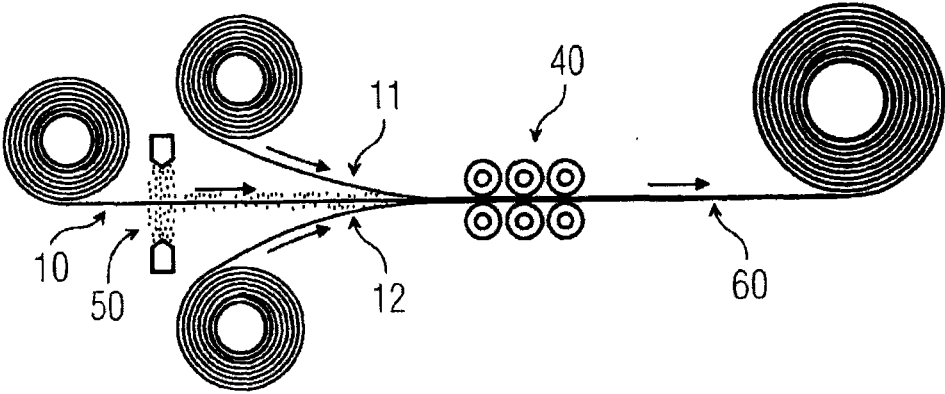


图 1

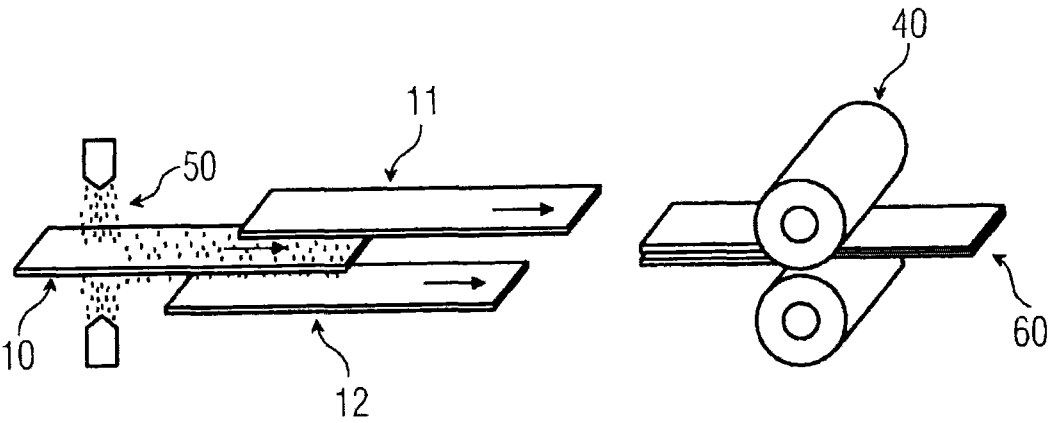


图 2

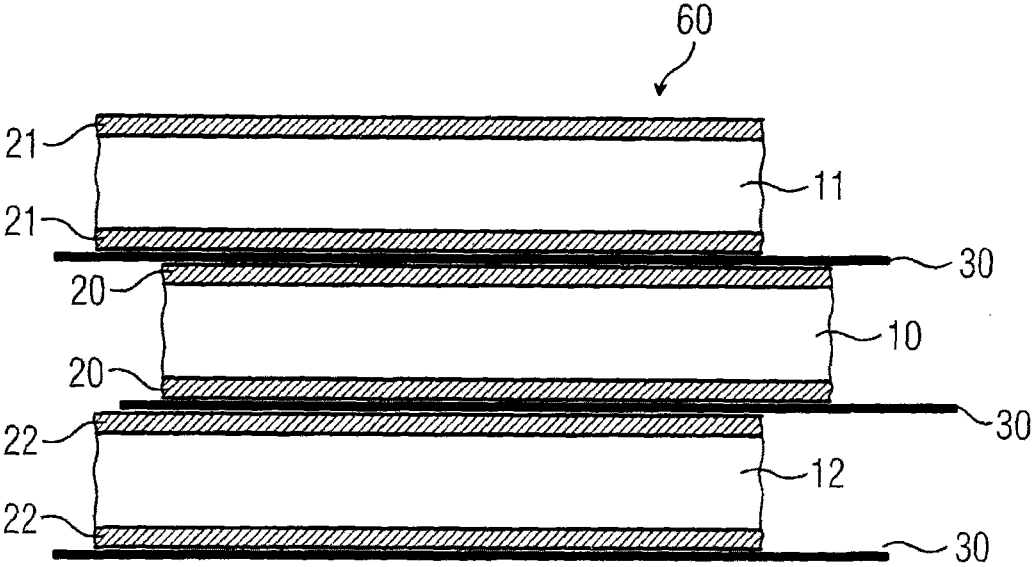


图 3

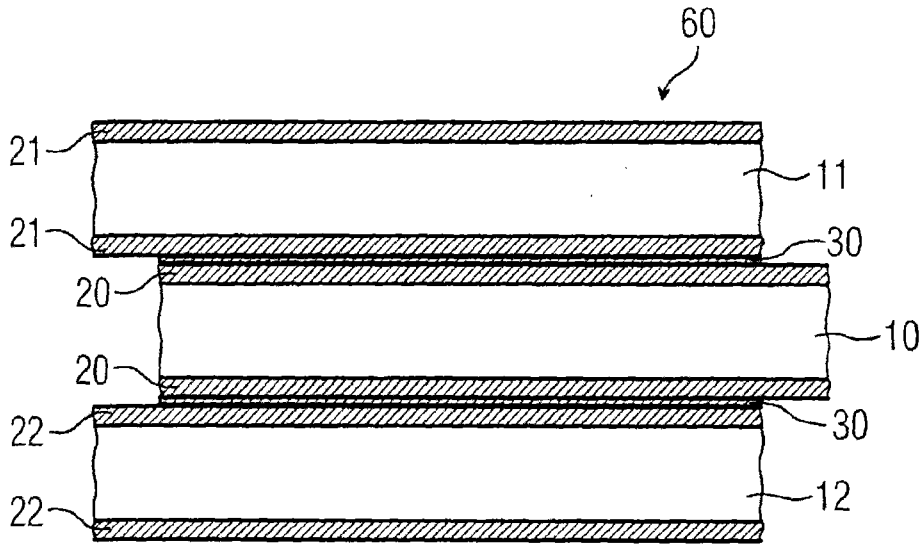


图 4