

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

H02K 3/02

H02K 3/30 H01B 15/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97111631.8

[43]公开日 1998 年 3 月 4 日

[11] 公开号 CN 1175111A

[22]申请日 97.4.8

[30]优先权

[32]96.4.8 [33]JP[31]85006/96

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72]发明人 村野克裕 山下文敏 大西宏

山县芳和 寺田贵彦

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨丽琴

权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 从绕组回收铜的方法

[57]摘要

本发明提供一种资源回收方法,从由漆包线构成的绕组高效地再生纯度高的铜。其特征在于,把由具有聚酯类和/或聚氨酯类的绝缘膜的漆包线所构成的绕组浸渍在强碱溶液中,接着,除去附着在绕组上的强碱,然后,把绕组进行高频熔解。

权 利 要 求 书

1. 一种从绕组回收铜的方法，其特征在于，把由具有聚酯类和/或聚氨酯类的绝缘膜的漆包线所构成的绕组浸渍在强碱溶液中，接着，除去附着在绕组
5 上的强碱，然后，把绕组进行高频熔解。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，进一步包括：绕组是埋设在
不饱和聚酯类和/或聚氨酯类的树脂内的定子或转子的形态，树脂通过强碱溶液
浸渍而劣化，与强碱除去同时或之后，除去劣化的模铸树脂。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，高频熔解在 0.5Torr
10 以下的减压下实施。
4. 根据权利要求 1 ~ 3 任一项所述的方法，其特征在于，在高频熔解之后，
通过导入惰性气体来冷却熔解的铜。
5. 用权利要求 1 ~ 4 任一项所述的方法回收的铜。

从绕组回收铜的方法

5 本发明涉及从具有漆包膜的铜线即所谓的漆包线特别是卷绕状态的漆包线即所谓「绕组 (winding)」高效地回收纯度高的铜而作为铜资源的方法。

在现有技术中常使用电动机来作为家庭电气产品和生产机械的驱动源。近年来，随着社会对环境保护和资源枯竭的关心的提高，急需开发与资源的有效利用和再生相关的技术，电动机也不例外。

10 在图 1 中用截面图典型地表示在家庭电气产品和生产机械中使用的电动机的构成。如图所示的那样，电动机由定子 1、转子 2、转子 2 的轴 3、轴承 4、作为电动机外壳 (机壳) 的端架 5 和机架 6 等组成。定子 1 包括把在铜的线芯的外侧包覆具有绝缘性能的漆包膜的漆包线 7 以预定的电气形式绕制在铁心 10 上而形成的绕组 8。在电动机中，通过从外部给该绕组通电而产生电磁
15 力，而在转子 2 上产生动力。

为了绕组 8 的绝缘强化和机械的补强的目的，定子 1 通常要进行浸渍处理。而且，对于例如室内空调的风扇电动机等，常使用以提高小型化、静音化、可靠性为目的如图 2 所示的，把定子 1 埋在树脂 9 内的，所谓模制电动机 (molded motor)。在此基础上，在吸尘器中使用整流子电动机作为驱动源，
20 在该整流子电动机中，具有整流子的转子 (电枢) 侧具有绕组，其也进行浸渍处理。

这些电动机的由漆包线 7 组成的绕组 8 通过浸渍被固化或被埋设在树脂 9 内，因此，难于从绕组 8 的铁心 10 上实现分离和解体，因而，对作为废弃物回收的电动机的金属类进行经济地资源回收是困难的。因此，被回收的电动机
25 只能作为杂质混入的金属屑进行处理，或作为工业废弃物按原状进行填埋。特别是，在电动机等中所使用的绕组为了降低铜耗 (copper loss, ohmic loss) 而提高电动机效率，而这样高纯度 (99.9 重量%以上) 的电气用铜，使用价值较高。

因此，考虑使用这样的方法：把树脂模铸的转子浸渍在强碱分解液中，用
30 强碱来分解树脂模铸使之崩溃，至少分离绕组和铁心等电磁部分的金属部件

(参照日本专利公开公报平 8-340661 号)。但是,在该方法中,不过是通过强碱分解来破坏电磁部件的树脂模铸而仅取得金属部分,即使在该方法中,也存在树脂残存在金属部件中的情况,则分离的金属部件其结局也只能作为低品位的金属屑处理。

5 因此,本发明提供一种从由漆包线构成的绕组上高效地回收纯度高的铜的方法。

为了解决上述问题,本发明提供一种从绕组回收铜的方法,其特征在于,把由具有聚酯类和/或聚氨酯类的绝缘膜的漆包线所构成的绕组浸渍在强碱溶液中,接着,除去附着(或残存)在绕组上的强碱,然后,把绕组进行高频熔
10 解。

在本发明中,所谓漆包线是指具有聚酯类和/或聚氨酯类的绝缘膜的铜线,把由这样的漆包线所构成的绕组浸渍在强碱溶液中来加水分解绝缘膜而进行劣化,接着,在从绕组上除去强碱之后,进行高频熔解而再生铜。这样的绝缘膜通常被热固化。在本发明的工业应用中,漆包线其外侧非常薄,即使在其
15 外侧具有例如 1 ~ 3 μ m 左右的其他树脂如聚酰胺的膜,也能得到本发明的效果,在本发明的实施中没有问题。例如,漆包线为了提高其加工性而可以具有尼龙薄膜。

由于本发明以由具有在强碱溶液中可以加水分解的薄膜材料的漆包线所构成的绕组为对象,就能容易地得到通过强碱溶液处理而使薄膜劣化的绕组,
20 最好是在除去了薄膜的绕组。这样,由于对这样的绕组使用了高频熔解法,就能在铁屑等混入和漆包膜残渣较少的状态下取出相当于包含在使用的绕组中的铜的总量的铜。由于使用仅对取出的绕组进行选择性的加热熔融的高频熔解法,就能以高回收率经济地再生纯度高的铜。

在本发明的方法中,只要由漆包线所构成的绕组的绕组形态的铜线具有聚
25 酯类和/或聚氨酯类的绝缘膜,就能从任意的来源得到。这样的绕组可以是用于绕制具有聚酯类和/或聚氨酯类的绝缘膜的漆包线的例如电动机的定子或转子的绕组,也可以是变压器的绕组。在本发明中,漆包线并不是必须是绕制状态的,可以是任意形态的。而且,如果在绕制状态下,由于铜以高密度地存在,就能够增加回收的效率。例如,代替绕制状态,如在下述实施形态中使用的那
30 样,可以把绕组状态的漆包线切成几块。

在本发明中，聚酯类和/或聚氨酯类的绝缘膜的术语，在电气机器的领域中一般作为漆包线的薄膜所使用的绝缘树脂中，只要在强碱存在下能够进行加水分解，而没有特别的限定。这样的树脂可以是热固性的。薄膜可以在这样的树脂中进一步含有着色剂、润滑剂（石蜡）等。

- 5 作为构成例如家庭电气产品和小型生产机械的电动机等的绕组的漆包线，一般可以使用聚酯包覆电线（PEW）、聚氨酯包覆电线（UEW）、聚酰亚胺酯包覆电线（EIW）、聚酰胺酰亚胺包覆电线（AIW）、聚酰亚胺包覆电线（PIW）等。把在这些电线中所使用的包覆进行组合而构成为两层，或这样这些包覆和其他材料进行变性的绕组，而适合于与耐热性和/或其用途结合使用。

- 10 本发明的方法之所以可以方便地使用，是因为是在上述漆包线中包含有PEW、UEW和变性PEW的铜线。其中，该「变性PEW」的术语作为代表把基本成分的分子骨骼的一部分置换成其他的分子构造来改变合成树脂的性质的术语来使用。这些铜线广泛地作为一般的漆包线来使用，这些铜线的薄膜包含加水分解性的某种酯结合作为分子骨骼的主体，由于几乎没有在耐热耐化学性上不具有特别优势的亚胺结合，而能够提高铜的回收的回收率。

- 20 作为在本发明的方法中使用的强碱溶液，只要是能够把漆包线的绝缘薄膜进行加水分解的材料就行，而没有特别的限定。一般，适用于0.1 ~ 10N（规定）、最好3 ~ 5N的强碱，例如NaOH、KOH的水溶液。如果强碱的浓度是极端低的低浓度，则加水分解的进行就会变得非常慢，则铜回收的效率大大降低。另一方面，如果是过度高浓度，则液体的黏度变高，向薄膜中的浸透性变低，因而实质上也不会看到由提高浓度所产生的显著的效果。

- 25 而且，由于加水分解在常温下具有而需要时间，因此，为了促进加水分解，可以对强碱溶液加温。对于该加温，只考虑加水分解的速度，则温度越高越好，这样，可以在强碱溶液的沸点或其附近的温度下来实施加水分解。但是，还要考虑其他的因素，例如提高温度所产生的设备费用增大、能量问题等。这样，就需要全面考虑相关的全部因素来选择适当的加水分解温度。一般在30 ~ 100℃、最好在80 ~ 100℃下把绕组浸渍在强碱溶液中。

- 30 为了提高强碱溶液向包覆内的浸透性，可以利用使用水和酒精（例如甲醇、乙醇等）的混合物的强碱溶液来代替水。

强碱溶液最好以保持浸渍间、绕组完全浸入溶液中的状态这样的量来使用。即，以绕组的露出薄膜一直维持与强碱溶液接触的状态的量来使用。

在向强碱溶液中的浸渍所产生的加水分解之后，从强碱溶液中取出绕组，除去附着·残存在绕组上的强碱（或强碱溶液）。可以用任意适当的方法来实施该强碱除去处理。一般，可以使用利用水的适当清洗方法。例如可以列举出把绕组浸入水槽中的方法、把水浇到绕组中的方法、把绕组浸到流水中的方法等。该强碱除去处理实施到在绕组中实质上不残存强碱的程度为止。其能够通过连续进行清洗直到例如检测清洗水的 pH 值实质上呈现中性或接近中性（例如 pH 值在 9 以下）为止来进行实施。

10 在优选的实施形态中，可以在强碱除去处理时，同时除去加水分解后的薄膜或树脂（在此时称为「劣化」树脂）。该劣化树脂的除去的程度并那样特别的限定，一般可以在可能的范围内除去大部分劣化树脂。劣化树脂的除去可以在用于强碱除去的清洗时通过使用机械的手段来进行。例如可以在清洗时搅拌水，或在绕组上施加振动。这样，在强碱除去处理中使用水的情况下，最终能
15 至少除去一部分劣化树脂。

在其他方法中，利用在强碱除去之前、之间和/或之后机械地除去劣化树脂。例如，通过从绕组上削去劣化树脂，用具有摩擦装置的方法来擦去劣化树脂，就能除去树脂。在强碱除去之前，在除去劣化树脂的状态下，附着在绕组上的强碱的至少一部分一般可以在劣化树脂除去的同时被除去。

20 由于劣化树脂的存在常会在后续的高频熔解时诱发气体和/或废渣的产生，最好在熔解之前除去劣化树脂。这样的劣化树脂的机械除去方法在用于下述的从模制电动机的绕组回收铜的情况下特别有效。

接着，在此情况下，把强碱除去后的绕组以及强碱除去和除去了劣化树脂的绕组进行熔解（或熔融）来回收铜作为铜资源。铜资源的术语是指能够把回
25 收的铜作为用于制造各种铜制品的原料来使用。

在该熔解中，最好使用高频熔解法。该方法是这样的方法：在螺旋状的电极线圈中设置耐火性的坩埚，在把绕组这样的处理金属放入该坩埚内的状态下，在电极线圈中提供高频电流，而在处理金属中产生由电磁感应作用所引起的感应电流，由焦耳热来使金属熔融。使用的电流的频率与处理金属的材料和
30 形状相配合来选择最佳值，为了实现本发明的目的，一般可以提供约 200 ~

10000Hz，最好数百～数千 Hz 例如约 3000Hz 的高频交流电流。

为了防止熔解中的铜的氧化，高频熔解最好在惰性气氛中和/或减压下实施。当在惰性气氛中进行的情况下，最好用氮气、氩气等惰性气体来充斥熔解装置内部和/或用惰性气体进行封锁。在减压下进行，应在高真空度的条件下，最好 5Torr 以下例如 0.5 Torr 以下的压力下进行。尤其是组合惰性气氛和减压来使用最好。当在这样的条件下实施高频熔解法时，就能防止熔解中和熔解后的铜的氧化，一般能够实现具有 99.9%以上纯度的电气用铜的直接回收。这样，在此意义下，本发明提供了铜的再生方法。反之，在从上述条件下脱离的情况下，例如在不使用惰性气体，以及在压力超过 0.5 Torr 的情况下，就会促进铜的氧化，而存在超出作为电气用铜的纯度规格的情况。

使用的坩埚（坩埚或炉体，crucible）一般被进行绝热保持，高频熔解法最好是这样的熔解法：由于有选择地仅对实质上包含处理金属及其附近最好实质上仅对处理金属本身进行加热的方式，能量效率良好。为了实施这样的高频熔解法，可以使用市售的把电极线圈和坩埚容纳在密封真空容器中的高频真空熔解装置。

在熔解结束后，在冷却处于熔融状态下的铜时，最好给熔解装置内特别是坩埚内提供例如氩气、氮气等，而把熔解铜冷却到预定温度上。

在熔解时，残存在绕组中的劣化树脂等进行汽化，或者与氧化的铜等一起形成炉渣（浮游熔解屑）。例如，生成的气体通过在熔解中进行排气而除去。由于炉渣作为在坩埚内熔融的铜的上层部分而进行浮游，则通过在熔融状态下倾斜坩埚就能除去他们。

在本发明的另一个实施形态中，由漆包线组成的绕组可以进行浸渍处理。在本发明中，所谓「浸渍处理」是指把绕组浸渍在清漆中而进行加热固化以在作为全体的绕组上进行清漆包覆的处理。「浸渍」的术语是指在电气装置的领域中在绕组的处理中一般使用的树脂溶液。在适用于本发明的方法的绕组上进行的浸渍可以这样的清漆：例如把聚酯类树脂溶解在共聚性单体（例如，乙烯、2-羟基乙基丙烯酸甲酯）中的、或者把聚氨酯类树脂溶解二甲苯、丙醇等溶剂中的。清漆包覆可以是在树脂的基础上最好以匀质混合物的形态包含增粘剂、着色剂等添加物。

在另一个实施形态中，在使用本发明的情况下，由于在强碱溶液中加水分

解在所形成的清漆包覆中包含的聚酯类和/或聚氨酯类树脂，即使其他树脂成分和/或添加剂等在清漆中存在，也不能保持作为清漆包覆的形态。这样，清漆包覆破坏而成为劣化清漆包覆状态，在此情况下的（铜线上的）漆包覆按上述那样进行加水分解。在该实施形态中的加水分解的条件可以与前面说明的漆包线时的加水分解条件相同。

接着实施强碱除去处理，由此，在机械地除去劣化的清漆包覆和根据需要劣化的漆薄膜而得到绕组之后，可以按上述那样，对绕组进行高频熔解法。

在本发明的另一个实施形态中，作为绕组，使用由聚酯类和/或聚氨酯类铸造材料进行树脂模铸（即埋设在树脂内）的绕组。这样的绕组常用于所谓的模制电动机中。例如，可以形成用不饱和聚酯类的铸造材料进行树脂模铸的电动机的定子或转子。

在另一个实施形态中，与上述具有清漆包覆的实施形态相同，通过由强碱溶液所产生的加水分解来使铸造材料劣化，结果，位于劣化的铸造材料下的漆包线的薄膜被加水分解。该实施形态中的加水分解的条件可以与前面说明的漆包线时的加水分解条件相同。

接着实施强碱除去处理，由此，在机械地除去劣化的清漆包覆和根据需要劣化的漆薄膜而得到绕组之后，可以按上述那样，对绕组进行高频熔解法。

作为这样的铸造材料，可以是为了实现作为铸造材料的功能而在电气领域中常用的材料，并不仅限于由包含聚酯类和/或聚氨酯类的树脂所构成的材料。作为铸造材料，可以是例如不饱和聚酯树脂，除了树脂成分之外，还可以包含其他的成分。

在这些其他的成分中，包括有：其他种类的树脂（例如聚苯乙烯、聚酯酸乙烯）、填充剂（例如碳酸钙、氢氧化铝）、增强剂（例如玻璃纤维）、脱模剂（例如硬脂酸锌、硬脂酸钙）、着色剂（例如碳黑）等各种添加剂。

作为常用的不饱和聚酯类的铸造材料，可以列举出所谓 BMC（Bulk Molding Compound）：在把异丁烷类或正丁烷类的不饱和聚酯醇酸树脂、作为共聚性的单体的乙烯、作为低收缩剂的热塑性树脂、作为共聚起始剂的有机过氧化物进行适量配合的基本树脂的约 15 ~ 25wt% 中，把合计约 75 ~ 85wt% 的碳酸钙、氢氧化铝、玻璃纤维、其他填充剂、添加剂进行混合搅拌而形成。

在考虑本发明的方法的使用时，在绕组中使用这样的铸造材料：为了提高

强碱溶液向铸造材料中的浸透性而添加氢氧基的单体（例如，2-羟基乙基丙烯酸甲酯（HEMA））作为共聚性单体 和/或为了提高加水分解性而添加具有酯基的脂肪族聚酯（例如聚己酸内酯）作为低收缩剂等。

下面参照附图并参照实施例来进一步详细地说明本发明。

5 图1 为电动机的典型的截面图；

图2 为模制电动机的典型的截面图。

附图中符号含义：1 定子、2 转子、7 铜漆包线、8 绕组、9 树脂。

【实施例1】

使用图2 所示结构的4 极 25W 的模制电动机的定子来作为本发明中使
10 用的漆包线的绕组。作为定子1 的绕组8，使用漆包线（1-UEWN 电线），该漆包线在芯线（直径0.32mm）上具有聚氨酯薄膜（厚度0.016mm），而且，为了提高耐加工性而在该薄膜上外套1 ~ 2 μ m 的尼龙。

把上述1-UEWN 电线在内径40mm、外径88mm 和厚度（轴向长度）25mm 的定子1 的铁心10 上缠绕预定匝数而得到绕组8，用不饱和聚酯类的
15 铸造材料使之整体成型，而得到内径40mm、外径92mm 和厚度（轴向长度）49mm 的模制定子1。

使用的铸造材料是由间苯二酸类的不饱和聚酯组成的BMC，使用捏合机混合下列成分：

间苯二酸类的不饱和聚酯醇酸树脂的25wt%乙烯溶液	13.1 重量
HEMA	3.8 重量
聚己酸内酯的65wt%苯乙烯溶液	3.9 重量
叔丁基过氧化苯甲酸（聚合起始剂）	0.2 重量
粒径50 ~ 500 μ m 的碳酸钙	40.0 重量
粒径15 μ m 的碳酸钙	29.0 重量
玻璃纤维	7.0 重量
硬脂酸锌	1.0 重量
聚酯粉末	2.0 重量

把上述模制定子浸渍在加温到80℃的4 规定的NaOH 水溶液中120 小时或取出，在常温的水中进行充分水洗而除去强碱。铸造材料软化/劣化成粘
20 土状，使用竹刮刀机械性地剥离·除去，而使电动机的绕组部分和铁心的内外周露出。

当在此状态下用万用表测定任意的绕组表面间时，是电导通的。接着，从铁心上分离线圈片（即，绕组片的集合体），进一步对该线圈片进行水洗以除去附着的劣化铸造材料、劣化清漆薄膜，对线圈片进行高频熔解。从一个模制定子上可以取得 240g 的绕组。由于该定子原来的绕组使用量约为 240 ~ 245g，
5 因而几乎可以取得全部的绕组。

下面进行使用上述那样取得的电动机绕组的高频熔解的实验。

高频熔解使用在输出功率 20kW、频率 3000Hz 下在密闭真空容器中容纳炉体的装置（富士电波工业（株）制，FTH-20-3M）。

把取得的绕组放入内部容积约 250cc 的坩埚中，在抽真空后进行 30 分钟的加热，使绕组熔融。然后，倾斜坩埚以成为浮游的炉渣未混入的状态，而把铜的熔液（melt）注入陶瓷制的托盘中，放置冷却而得到铜的料块 380g。
10

而且，在加热熔解时所需要的功率为 1.9kWh，真空度最高为 0.5Torr，平均为 0.25Torr。在放置冷却中，为了促进冷却，而在容纳炉体的密闭容器（腔）内导入氩气，直到其内压为约 300 Torr 为止。

15 【实施例 2】

与实施例 1 相同，制作绕制着漆包线的状态下的定子，对定子进行浸渍处理来代替树脂模铸。

使用的清漆是把 HEMA 与间苯二酸类的不饱和聚酯醇酸树脂配合而作为共聚性单体的清漆。把定子浸渍在 25℃的黏度为 30cP 的清漆中，而使清漆浸入，
20 然后，在 130℃下进行 1 小时的固化。

定子的强碱浸渍在加温到 90℃的 5 规定的 NaOH 水溶液中进行 20 小时，在通过水洗而除去强碱后，切断线圈片而取得绕组。然后，进一步进行水洗而除去附着·残存的劣化树脂，进行高频熔解。而且，在切断线圈片之前的绕组表面间与实施例 1 相同为导通状态。

25 高频熔解以与实施例 1 相同的装置和程序进行。在此情况下，可以从取得的绕组 500g 回收 490g 的铜的料块。而且，熔解时的真空度最高为 0.01Torr，平均为 0.001Torr。

【实施例 3】

使用在实施例 1 中取得的绕组，在强碱浸渍后，在大气中进行高频熔解。
30 装置是输出功率 30kW、频率 3000Hz 的（富士电波工业（株）制，FTH-30）。

把取得的绕组 1660g 依次投入内部容积 1100cc 的坩埚中进行溶解，而得到铜的料块 1575g。炉渣（浮游熔解屑）为 61g。

【比较例 1】

使用与实施例 1 相同的模制定子。不进行由强碱溶液所产生的加水分解，
5 用与实施例 3 相同的装置来对由把定子按原状进行机械破碎而得到的绕组进行高频熔解。

对于投入坩埚的绕组量 1000g，可以得到铜的料块 402g。

而且，绕组的取得是这样实现的：用旋转剪断式破碎机把模制定子进行破碎，把通过 $\phi 20\text{mm}$ 的开孔的碎片用电磁铁磁性筛选为铁成分、非铁成分，使用
10 9 目的筛网来筛选其中的非铁成分，从通过筛网的非铁成分中收集绕组片。

【比较例 2】

使用与实施例 2 相同的浸渍处理的定子 1，用机械切断绕组部分，使用钳子等工具拔除铁心片，与比较例 1 相同在大气中对清漆附着的原状的线圈片进行高频熔解。对于投入坩埚的绕组量 1000g，可以得到 496g 铜的料块。

15 【比较例 3】

与比较例 2 相同，从实施例 1 的铸造前的定子 1（所谓「白线圈状态」，即，绕制着铜线的状态，未进行浸渍处理和树脂铸造材料的状态），用钳子等工具切断铁心片而拔除。与比较例 1 相同，在大气中进行高频熔解。对于绕组向坩埚的投入量 1000g，可以回收 580g 铜的料块。

20 在比较例 1 ~ 3 中回收铜的料块，在溶解过程中绕组都燃烧出火焰，与进行强碱处理的实施例 1 ~ 3 相比，在熔液中可以看到大量的炉渣的浮游。

在比较例 1 ~ 3 中，为了得到铜的料块，就需要避开炉渣的混入而回收熔液，因此，铜的料块的回收率较差，在炉渣中残留一部分铜片。

在表 1 中表示出以上的结果。

【表 1】

实 验 结 果

	绕组试料条件		高频熔解	铜料块	
	电动机	强碱处理	压力	回收率 (%)	纯度 (%)
实施例 1	树脂 模铸	4N-NaOHaq 80 °C × 120h	< 0.5Torr	95	99.92
实施例 2	浸渍 处理	5N-NaOHaq 90 °C × 20h	< 0.01Torr	98	99.97
实施例 3	树脂 模铸	4N-NaOHaq 80 °C × 120h	大气中	94	99.4
比较例 1	树脂模 铸	无	大气中	40	99.0
比较例 2	浸渍处 理	无	大气中	50	99.0
比较例 3	白线圈	无	大气中	58	99.2

对于实施例 1 和 2，进行回收的铜料块的纯度和混入杂质的分析，实施例
5 3 和比较例 1 ~ 3，仅进行铜的纯度的分析。

对于实施例 1 和 2，铜的纯度在 99.9% 以上，通过由强碱水溶液浸渍所产生
的处理和进行在减压下的高频熔解，就能从电动机绕组直接再生电气用铜。
从这些结果可以看出，本发明的方法，对从具有清漆这样的 1mm 以下的薄的包
覆的电动机绕组到用 6 ~ 10mm 的树脂层进行包覆的模制电动机的绕组，是有
10 效的。而且，对于杂质混入的有无，研究对与铜不固溶的机械的性质产生影响的
O、As、Bi、Sb 和 Pb、以及即使在微量下都会使导电率降低的 P、Al、
Fe、Sn 和 Si、C 等的混入的可能性的某种元素，而哪种元素在 0.02% 以下，
是没有问题的水平。

实施例 3 使用从与实施例 1 相同的树脂模铸的定子取得的绕组，但是，由
15 于在大气中进行高频熔解，而使铜的纯度变差。

象从实施例 1 和比较例 1 的对比、以及实施例 2 和比较例 2 的对比所看到
的那样，在不进行强碱处理的情况下，炉渣的产生增加而使铜的回收率极端恶

化。

而且，之所以在比较例 1 ~ 3 中在回收率上变差，是因为取得绕组的漆包覆膜和清漆、树脂的附着。可以看出，本发明的强碱溶液浸渍的处理在提高铜的回收率上呈现出显著的效果。

- 5 在大气中进行高频熔解的实施例 3、比较例 1 ~ 3 中，由于冷却是在大气中进行，则所得到的铜的料块的表面就包覆了暗紫色的氧化物硬壳，而且，即使在除去了硬壳之后，在表面上也会残留薄紫色。这样，为了确保电气用铜的高纯度，就需要阻断氧化的处理。

- 10 如从上述实施例所记载看到的那样，由于本发明是用强碱溶液来处理由漆包线构成的绕组，就有减少在进行高频熔解时的炉渣的产生而以高回收率实现铜的回收的优点。提高采用高频减压（或真空）熔解法，就能再生纯度更高的铜。

- 15 本发明是这样一种有利的铜资源的回收方法，可以在由进行了浸渍处理的漆包线构成的绕组和由埋入用树脂进行模铸的模制电动机等中的漆包线构成的绕组中，能够与由漆包线构成的绕组一起利用。

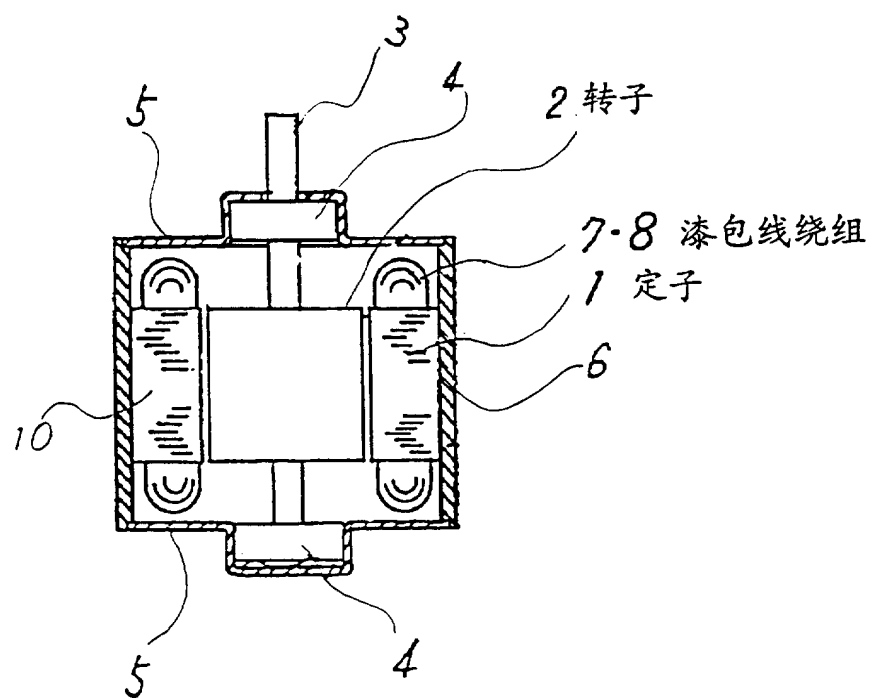


图 1

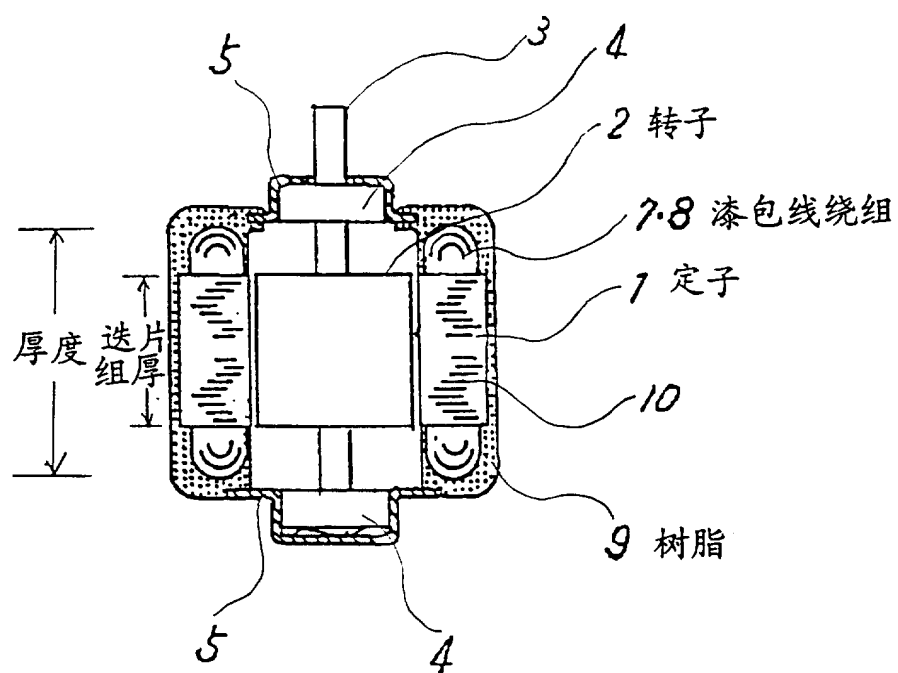


图 2