

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3647467号  
(P3647467)

(45) 発行日 平成17年5月11日(2005.5.11)

(24) 登録日 平成17年2月18日(2005.2.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H02K 3/40

F I

H02K 3/40

請求項の数 14 (全 8 頁)

|               |                       |           |                           |
|---------------|-----------------------|-----------|---------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願平9-506146           | (73) 特許権者 | シーメンス アクチエンゲゼルシャフト        |
| (86) (22) 出願日 | 平成8年7月9日(1996.7.9)    |           | ドイツ連邦共和国ベルリン及ミュンヘン(       |
| (65) 公表番号     | 特表平11-509399          |           | 番地なし)                     |
| (43) 公表日      | 平成11年8月17日(1999.8.17) | (74) 代理人  | 弁理士 山口 巖                  |
| (86) 国際出願番号   | PCT/DE1996/001239     |           | ベントフエルト、ウド                |
| (87) 国際公開番号   | W01997/004515         | (72) 発明者  | ドイツ連邦共和国 デー ー 4 6 0 4 7 オ |
| (87) 国際公開日    | 平成9年2月6日(1997.2.6)    |           | ーバーハウゼン メリングホーフアー シ       |
| 審査請求日         | 平成15年6月20日(2003.6.20) |           | ユトラーセ 194                 |
| (31) 優先権主張番号  | 19526198.4            | 審査官       | 下原 浩嗣                     |
| (32) 優先日      | 平成7年7月18日(1995.7.18)  | (56) 参考文献 | 特開昭62-123936(JP, A)       |
| (33) 優先権主張国   | ドイツ(DE)               |           | 実開平04-131156(JP, U)       |
|               |                       |           | 最終頁に続く                    |

(54) 【発明の名称】 電気機械の巻線要素

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電流を導くための導電性の導体装置(1)、この導体装置(1)を包囲する絶縁層(2)及びこの絶縁層(2)を包囲しスパイラル状に配置された分離層(3)を有する保護装置を備えた電気機械の巻線要素において、保護装置が、スパイラル状に自己重畳式に配置され且つ分離層(3)を絶縁層(2)側の内側面(5)から絶縁層(2)と反対側の外側面(6)まで横断している少なくとも弱導電性の接触層(4)を有し、分離層(3)が接触層(4)により覆われることにより静電的に遮蔽されていることを特徴とする電気機械の巻線要素。

【請求項2】

接触層(4)が内側面(5)及び外側面(6)において分離層(3)を覆っていることを特徴とする請求項1記載の巻線要素。

【請求項3】

接触層(4)が少なくとも一つの少なくとも弱導電性の織物テープ(7、8)から形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の巻線要素。

【請求項4】

接触層(4)が内側面(5)上に設けられた内側接触層(7)及び外側面(6)上に設けられた外側接触層(8)から形成され、その内側接触層(7)および外側接触層(8)の各部分範囲が分離層(3)の互いに重なり合う部分範囲間で互いに電氣的に接触していることを特徴とする請求項1又は2記載の巻線要素。

10

20

## 【請求項 5】

内側接触層（ 7 ）および外側接触層（ 8 ）が少なくとも弱導電性の織物テープであることを特徴とする請求項 4 記載の巻線要素。

## 【請求項 6】

内側接触層（ 7 ）と外側接触層（ 8 ）との間に分離層（ 3 ）が固定されていることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の巻線要素。

## 【請求項 7】

分離層（ 3 ）が割れマイカ板を含んでいることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の巻線要素。

## 【請求項 8】

絶縁層（ 2 ）、分離層（ 3 ）および接触層（ 4 ）が含浸可能であることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の巻線要素。

## 【請求項 9】

絶縁層（ 2 ）、分離層（ 3 ）および接触層（ 4 ）が硬化可能な樹脂調合物で含浸され、接触層（ 4 ）が電氣的に接触可能であることを特徴とする請求項 8 記載の巻線要素。

## 【請求項 10】

導電性の巻線ホルダ（ 9 ）によって周方向に包囲され、電氣的に接触していることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の巻線要素。

## 【請求項 11】

導体装置（ 1 ）が互いに結線され、電気機械の巻線を形成していることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 つに記載の巻線要素。

## 【請求項 12】

全絶縁層（ 2 ）、全分離層（ 3 ）および全接触層（ 4 ）が含浸可能であることを特徴とする請求項 11 記載のユニット。

## 【請求項 13】

全絶縁層（ 2 ）、全分離層（ 3 ）および全接触層（ 4 ）が硬化可能な樹脂調合物で含浸されていることを特徴とする請求項 12 記載のユニット。

## 【請求項 14】

巻線要素が導電性の巻線ホルダ（ 9 ）内に配置され、各接触層（ 4 ）が巻線ホルダ（ 9 ）と電氣的に接触していることを特徴とする請求項 11 ないし 13 のいずれか 1 つに記載のユニット。

## 【発明の詳細な説明】

本発明は、電流を導くための導電性の導体装置、この導体装置を包囲する絶縁層並びにこの絶縁層を包囲し分離層を有する保護装置を備えた電気機械の巻線要素に関する。本発明はまたこの種の複数の巻線要素を備えたユニットにも関する。

冒頭に述べた形式の巻線要素について、並びにこの種の巻線要素を同種の巻線要素と一つのユニットに組み合わせること即ち巻線要素が互いに結線されて電気機械特にタービン発電機の巻線を形成するように組み合わせることについては、国際特許出願公開第 91/01059 A1 号明細書、国際特許出願公開第 93/06646 A1 号明細書で知られている。かかる巻線要素における保護装置は、巻線要素が温度変化に曝されるときに生ずる機械的な伸びを補償するために使用される。その保護装置は分離層内に電氣的に遮蔽された領域を形成している。その分離層は導体装置及び絶縁層を包囲し、絶縁層の強度および導体装置の強度に比べて明らかに減少された強度を有している。即ち伸びが生じたとき、この伸びは分離層内に生ずる隙間によって補償される。上述したようにこの各隙間は電氣的に遮蔽され、この理由から隙間内で巻線要素を損傷する可能性のあるグロー放電は生じない。分離層の電氣的遮蔽は、有効な成分として割れマイカ板を含んでいる分離層を閉じ込めている導電性の繊維材料特に織物または羊毛で形成されている。導電性繊維材料は導電性繊維、特に所定のプラスチック繊維から成る織物でよいが、また電気絶縁繊維特にガラス繊維でも構成でき、他の成分例えば導電性の被膜および / 又はカーボンブラックの付加によって追加的に導電性を与えることもできる。この分離層の電氣的遮蔽を保証するために、分離層を閉じ込め

10

20

30

40

50

る導電性の接触層が分離層を貫通して延びるブリッジを介して互いに電氣的に接触されている。このブリッジは少なくとも弱い導電性の他の繊維テープで形成されている。分離層自体は割れマイカ板を含んでいるテープとして用意される。この割れマイカ板は更に割れやすい性質を有し、この性質は分離層の弱められた強度および機械的な伸びが生じた際の隙間形成に基づいている。このテープは巻線要素上に巻回され、ブリッジを形成する他の導電性テープがマイカテープの上に又はマイカテープの下に交互に導かれ、これが必要なブリッジを形成する。このブリッジは、割れマイカ板を含むテープの互いに並んで位置する二つの層の間に存在する、従って割れマイカ板の絶縁層の側の内側面から絶縁層と反対側の外側面まで延びているテープ部分である。接触層は分離層と別個に又は分離層と一緒に設けられ、特に接触層の一つは割れマイカ板の繊維製担体材料でよい。

10

電気機械の巻線要素の絶縁構成要素の重要な成分は、絶縁構成要素の別の成分特にマイカ調合物がその中に入れられている樹脂調合物である。実際には通常マイカ調合物は、巻線要素の導体装置上に巻回され続いて樹脂調合物を含浸されたテープ内に含まれる。樹脂調合物ははじめ粘性のある液体であり、これが絶縁構成要素に入れられた後で所定の化学過程の導入によって硬化される。エポキシ樹脂と有機酸の無水物との混合物の形をした樹脂調合物が通常利用される。この樹脂調合物は無水物をエポキシ樹脂に化学的に結合する特殊な化学的反応の導入によって硬化され、その場合固体となる。含浸および硬化は各巻線要素に対して別個に行われるが、発生電力あるいは消費電力が300MWまでの電気機械に対して普通であるような大きさの電気機械に対しては、全巻線要素を予め含浸せずにはまず完成巻線の形に結線し、続いてこの巻線をそれが設置されている巻線ホルダと一緒に樹脂調

20

合物で含浸し、樹脂調合物を硬化することも有利にできる。この方法は「全体含浸方法」として公知である。

巻線要素におけるグロー保護装置に対して利用でき、多かれすくなかれ導電性を有するテープ状材料は、ドイツ特許出願公告第1021062号明細書、ドイツ特許出願公告第1118290号明細書およびスイスト特許第521661号明細書で知られている。しかしこれらの明細書には上述したような分離層に関してテープ状材料を利用することについては言及されていない。国際特許出願公開第91/01059A1号明細書及び国際特許出願公開第93/06646A1号明細書で公知の巻線要素の場合、分離層に必要な導電性ブリッジを設けることは比較的煩雑であり、従って一般には手作業で行われねばならないという欠点がある。必要な製造過程を単純化し安価にするという意味から、本発明の目的は、安価な経費で機械的に設置できる保護

30

装置を有するような冒頭に述べた形式の巻線要素を提供することにある。更に本発明の目的はそのような複数の巻線要素を備えたユニットを提供することにもある。

この目的を達成するために、電流を導くための導電性の導体装置、この導体装置を包囲する絶縁層及び保護装置を備えた電気機械の巻線要素は、その保護装置が、スパイラル状に配置された分離層及びスパイラル状に自己重畳的に配置され且つ分離層を絶縁層側の内側面から絶縁層と反対側の外側面まで横断している少なくとも弱導電性の接触層を有し、分離層が接触層により覆われることにより静電的に遮蔽されている。

この巻線要素は、経費をかけて製造すべきブリッジがもはや不要であることによって特徴づけられる。保護装置に対して連続した三層構造にしなければならない周知の実施方式は捨てられる。それに対して保護装置をほぼ二層構造にすることが教示され、その場合なお必要な二つの層即ち分離層および接触層がスパイラル状に巻線要素の周りに巻かれる。このスパイラル状の配置によって、接触層がその多数の自己重畳自体によって分離層の内側面から分離層の外側面まで多重に導かれ、従って分離層の電氣的遮蔽にとって必要な電位バランスを処理し得るので、経費をかけて製造すべきブリッジが不要とされる。更に巻線要素の外側面における周方向における橋絡は巻線ホルダによって達成できる。この巻線ホルダは巻線要素を周方向に包囲し、これと接触されている。これによって外側グロー保護電流は主に軸方向に流れ、スパイラル方向には流れない。勿論或る構成の枠内において本発明の意味における保護装置を実現するために、二つの導電性の層とこれらの間に閉じ込められた割れマイカ板から成る層とから成る三層構造のテープを利用することもできる。この詳細については後述する。

40

50

分離層の有効性にとって分離層が巻線要素の完全な覆いを形成することは必ずしも必要ではなく、接触層が分離層の内側面から外側面までその中を通して達する隙間を開けることができる。分離層は場合によっては自己重畳式に配置でき、従って巻線要素の完全な覆いを形成できる。この本発明の発展形態も後述する。

分離層がその内側面でも外側面でも露出しないように接触層が内側面並びに外側面において分離層を覆っていることが有利である。この配置構造は分離層の機能にとって重要な電位バランスを得るために特に有利である。

更に接触層が少なくとも一つの少なくとも弱い導電性の繊維製テープから形成されていることが有利である。

同様に、接触層が分離層の内側面上に設けられた内側接触層及び分離層の外側面上に設けられた外側接触層から形成され、その内側接触層および外側接触層の各部分範囲が分離層の互いに重なり合う部分範囲間で互いに電氣的に接触されていることが有利である。その部分範囲は互いに重なり合っている。このような構成の枠内において、接触層は二つの部分から成り、これらの二つの部分即ち内側接触層および外側接触層は分離層の互いに隣接する範囲間で互いに接触し、従って両接触層が一体接触層を形成している。この構成はその製造に関して、内側接触層、外側接触層およびこれらの両接触層間に設けられた分離層から成る三層テープがスパイラル状に自己重畳式に巻線要素の絶縁層の上に巻回されることにより製造できるので有利である。このようにして保護装置は唯一の作業工程で巻線要素上に設けられ、その場合、幾何学形状について特に分離層の互いに連続する二つの層がどの程度互いに重なり合っているかはせいぜい従属的な問題でしかない。従って保護装置のこの設置方式は比較的速やかに特に適当な機械を利用して実施できる。上述したような公知の保護装置を設置する際に必要であった慎重な管理はもはや不要である。今述べた構成において、内側接触層および外側接触層がそれぞれ少なくとも弱い導電性の繊維製テープでよいことも理解できる。また、内側接触層と外側接触層との間に分離層を固定すること、および従って既に述べたように保護装置を製造するためにただ巻線要素上に巻回するだけでよいテープを得ることも有利である。

本発明の各構成の枠内において、分離層は好適には上述したように隙間を形成する所望の性質を有する特に割れマイカ板を含んでいる。

また巻線要素の絶縁層、分離層および接触層を、これらが特に硬化可能な樹脂調合物を設けることができるようにするために含浸可能であるように形成することが有利である。かかる巻線要素の有利な構成は硬化可能な樹脂調合物で含浸されることによって特徴づけられ、その接触層はさらに電気接触可能である。このようにして接触層は巻線要素が組み込まれる巻線ホルダと電氣的に接触され、このことも同様に巻線要素と巻線ホルダとの間における所望の電位バランスに貢献する。

複数の巻線要素を備えたユニットに向けられた本発明の目的を達成するために、各巻線要素が上述した本発明に基づく巻線要素に相応し、導体装置が互いに結線され、電気機械特にタービン発電機の巻線を形成する複数の巻線要素を備えたユニットが提案される。

個々の巻線要素の上述したすべての有利な構成は、複数の巻線要素から成るユニットの巻線要素の同様に有利な構成でもある。

ユニットの全絶縁層、全分離層および全接触層が含浸可能であり、これらが特に硬化可能な樹脂調合物で含浸され、この樹脂調合物が硬化されることが有利である。

ユニットの巻線要素は導電性の巻線ホルダに配置され、各接触層が巻線ホルダと電氣的に接触されていることが有利である。この巻線ホルダは特に薄い多数の強磁性板金から形成された物体である。その板金は特に軟鉄から成っているか、軟鉄とほぼ同じ磁気特性を有する合金から成っている。巻線要素と巻線ホルダとの接触は、巻線要素相互間の電位差あるいは巻線要素と巻線ホルダとの電位差を抑制し、これによって意図せずに生ずるグロー放電などによる損傷から巻線要素を一層良好に保護する。更にその板金は外側面において巻線要素の互いに隣接する自己重畳式軌道間の電氣的橋絡を生じさせる。これによって外側グロー保護電流が主に軸方向に流れ、スパイラル状に導体装置の周りを流れないことが保証される。

10

20

30

40

50

本発明の実施例並びに本発明の有利な用途に関する他の詳細について図を参照して説明する。所定の特徴を明らかにするために、図は部分的に僅かにゆがめられたり概略的に示されている。図は具体的な実施例を実寸どうりに表してはいない。図を参照して記載された説明は場合によっては、当該専門家が知り得る知識および上述した従来技術の文献に記載の説明で補完されるべきものである。

図 1 は巻線ホルダに配置されている巻線要素の横断面図、

図 2 は巻線要素の外観図、

図 3 および図 4 はそれぞれ巻線要素の概略正面図、

図 5 は巻線要素を製造する際に特に利用されるテープの概略斜視図である。

各図において対応した構成要素には同一符号が付されている。従って各図における説明はこの点ですべての図に適用される。

10

図 1 は種々の層で包囲されている導電性の導体装置 1 を有する巻線要素を示している。導体装置 1 は簡単化するために均質な金属体として示されている。もちろん実際にはこのような導体装置 1 は一般的ではなく、特に導体装置 1 が例えばタービン発電機のような電気機械の固定子巻線の構成部品であるときは、この導体装置 1 は多数の棒状あるいは帯状導電体から成る多かれ少かれ複雑な形成物であり、これらの導電体の内場合によっては全部あるいは幾つかは液状あるいはガス状冷却材を導いて通すために中空となっている。10MW 以上の電力を発生するか消費するために設計されている大形電気機械特にタービン発電機において、導体装置 1 はいわゆるレーベル棒の形をしている。このレーベル棒は所定の観点に応じて撚り合わされた多数の棒状導電体を備えた装置に関係している。ここでは単純化

20

理由から図では無視されている。導体装置 1 は電気絶縁層 2 で包囲されている。この電気絶縁層 2 は、導体装置 1 が重要な機能成分としてマイカ調合物を含んでいる含浸可能な絶縁テープで巻回されることによって通常のように形成されている。導体装置 1 上に巻回されたテープは続いて硬化可能な樹脂調合物特にエポキシ樹脂と酸無水物との混合物が含浸され、樹脂調合物が硬化される。既に上述したようにこの含浸および硬化は相応して用意された巻線ホルダに巻線要素を組み込む前あるいは組み込んだ後で行うことができる。用途に応じて導体装置 1 と絶縁層 2 との間に、導体装置 1 の周囲における電位を一様にするために使用されるいわゆるグロー保護装置が設けられる。これは特に導体装置 1 が複雑な内部構造を有し特にレーベル棒であるときに重要である。単純化する理由からグロー保護装置も図では無視されている。

30

巻線要素の絶縁層 2 はスパイラル状に自己重複的に配置された分離層 3 及び同様にスパイラル状に自己重畳的に配置された接触層 4 から成る保護装置 3、4 で包囲され、その分離層 3 は絶縁層 2 側の内側面 5 から絶縁層 2 と反対側の外側面 6 まで横断している。分離層 3 は比較的僅かの機械的強度で特徴づけられており、巻線要素が機械的な伸びあるいは収縮を受けたときに現れる隙間形成は分離層 3 内に集中される。接触層 4 は少なくとも弱い導電性を有し、分離層 3 をある程度包囲しているので、分離層 3 は静電的に遮蔽されている。これによって分離層 3 内に生ずる隙間においてグロー放電は生じない。接触層 4 の導電性は交番磁界により予期される巻線要素の負荷に合わされるのが有利である。即ち接触層 4 を透過する交番磁界は接触層 4 内に電流を誘導させる。接触層 4 の導電性が比較的高いと、この電流が比較的高いと予測せねばならない。その電流も同様に磁界を発生するので、合計して外から接触層 4 に作用する磁界に影響を及ぼし、このことは場合によっては望ましくない。更にその電流は場合によっては接触層 4 を加熱させ、これにより最悪の場合は巻線要素が放電腐食あるいは熱的損傷を生じてしまう。それ故、これらの両作用により生じ得る欠点を防止するために、接触層 4 の導電性を相応して選定しなければならない。接触層 4 による所望の電位バランスを保証するために、場合によっては半導体の通常

40

理解によって期待されるように比較的弱い導電性で足りる。図 1 から接触層 4 自体が 2 分割構造で構成されていることも理解できる。これを明らかにするために、巻線要素の個々の要素は直接接しておらず、僅かに間隔を隔てて示されている。勿論実際には互いに隣接する要素は互いに密に接している。

50

側面 5 上に配置された内側接触層 7 と分離層 3 の外側面 6 上に配置された外側接触層 8 とから構成されている。分離層 3 の互いに重なり合っている部分範囲間で内側接触層 7 および外側接触層 8 が互いに重なり合い、従って互いに電氣的に接触し、単一の接触層 4 を形成している。

巻線要素は積層された多数の軟磁性板金 11 から成っている巻線ホルダ 9 内に配置されている。特に巻線要素は巻線ホルダ 9 に存在する溝の中に配置され、しかも少なくとも一つの他の同種の巻線要素と一緒に配置されている。このことも簡単化のために図示されておらず、その実施例については上述した従来の文献を参照されたい。板金 11 は周方向において巻線要素の隣接し重なり合う層の外側面 6 と電氣的に接触しているため、外側面 6 に存在する軌道間の隙間 12 の周方向における電氣的橋絡が保証される。これによって外側グロー保護電流が軸方向に、即ち導体装置 1 に対して平行に流れる。この橋絡が無いと、外側グロー保護電流はスパイラル状に巻回された巻線要素に沿って導体装置 1 の周りをスパイラル状に流れざるを得ない。

図 3 および図 4 は巻線要素の概略図を示し、特に図 1 および図 2 から認められる巻線要素の分離層 3 との密な巻回が不要であることを明らかにしようとするものである。即ち図 1 および図 2 において分離層 3 は絶縁層 2 の周りに、分離層 3 が絶縁層 2 に直接接する層から外側に置かれた他の層に変化する個所を除いてほぼ二層構造で配置されている。このような密な巻回は勿論内側接触層 7 と外側接触層 8 とを特に良好に接触させるが、これは必ずしも必要ではない。図 3 は図 1 および図 2 に示されている巻回様式を繰り返して示している。傾斜した実線は巻線要素の外側面に認め得る分離層 3 の縁であり、破線は分離層 3 の別の層の下に隠れている分離層 3 の縁である。括弧 10 は分離層 3 を形成するテープがどの実線からどの破線まで延びているかを示している。

図 4 は図 3 と同じ符号および意味で巻線要素の巻回様式を示している。この場合分離層 3 は巻線要素の外側において 3 分の 2 だけ延び、分離層 3 の他の層の下側に 3 分の 1 だけ延びている。従って図 4 において巻線要素は図 1 から図 3 におけるより緩く巻回され、これは材料の節約を意味し、場合によっては製造する際の綿密さも低くてよい。

図 5 は、図 1 から図 4 で認め得る巻線要素を製造するために利用し得る内側接触層 7、分離層 3 および外側接触層 8 から成るテープを示している。内側接触層 7 および外側接触層 8 はそれぞれ導電性の織物テープから成っている。この種の織物テープが厳密にどのような状態にあり得るかは既に上述した。分離層 3 は既に当該専門分野で知られているような比較的僅かな機械的強度を有し比較的簡単に引き裂かれやすい割れマイカ板から成っている。この割れマイカ板は内側接触層 7 と外側接触層 8 との間に固定、特に貼着されている。このテープは当該専門分野で知られた知識を利用して製造でき、全体として貯蔵でき、上述した巻線要素を製造するための加工は複雑でなく、当該専門分野で公知の利用できる方法及び機械で加工できる。

上述の巻線要素は、通常のように行われる硬化可能な樹脂調合物による含浸あるいは浸透が巻線要素を巻線ホルダに組み込んだ後および巻線要素を同種の他の巻線要素と結線した後で行われる場合に特に適している。そのような樹脂調合物の含浸および続く硬化の際に巻線要素および巻線ホルダから言えば単一のブロックが形成され、このブロックはもちろんその製造中およびその規則的な運転の枠内においても或る機械的な伸びおよび収縮に曝され、この伸びおよび収縮を補償するために或る自由度を用意する必要がある。この自由度はそれを利用し尽くすことがグロー放電などを発生する危険を伴わないようなものでなければならない。このためにコスト的に有利で簡単に製造できる本発明に基づく巻線要素が特に適している。

巻線要素は特に、定格電圧 6kV 以上の定格電圧で電力 10MW までのタービン発電機、あるいは約 10kV 以上の定格電圧で電力 2MW までの高圧モータのような電気機械に適している。



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)

H02K 3/40