

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5997880号  
(P5997880)

(45) 発行日 平成28年9月28日(2016.9.28)

(24) 登録日 平成28年9月2日(2016.9.2)

(51) Int.CI.

H02K 17/16 (2006.01)

F 1

H02K 17/16

Z

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-110894 (P2011-110894)  
 (22) 出願日 平成23年5月18日 (2011.5.18)  
 (65) 公開番号 特開2011-250677 (P2011-250677A)  
 (43) 公開日 平成23年12月8日 (2011.12.8)  
 審査請求日 平成26年5月8日 (2014.5.8)  
 (31) 優先権主張番号 12/789,580  
 (32) 優先日 平成22年5月28日 (2010.5.28)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123  
 45、スケネクタディ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 智志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 ジェームス・ピー・アレキサンダー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ  
 ュナ、リサーチ・サークル、1番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気機械回転子バー及びその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の開口部(118)を有する回転子バー・ハウジングと、前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部(118)の中に配置される複数の回転子バー(106, 128, 130)と、前記複数の回転子バー(106, 128, 130)と一緒に電気的に結合するように構成された第1の結合要素(124)と、を有する電気機械(100)であって、

前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部(118)が、前記第1の結合要素(124)を越えて半径方向外側に延び、

前記複数の回転子バー(106, 128, 130)の各々の回転子バーが、第1の電気抵抗率を持つ第1の金属材料(110)と、前記第1の材料(110)の周りに流し込み成形されていて、前記第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ第2の金属材料(112)とを含み、

前記第1の金属材料(110)が、第1の端部(134, 142, 156)、及び該第1の端部(134, 142, 156)とは反対側の第2の端部(136, 148, 160)を持ち、また

前記第1の結合要素(124)が前記第1の金属材料(110)の前記第1の端部(134, 142, 156)に結合されており、

前記第1の金属材料(110)が銅のバーで構成されており、

前記第2の金属材料(112)がアルミニウムで構成されている、

10

20

前記複数の回転子バー（106, 128, 130）の各々の回転子バーが、第1の端部（134）、及び該第1の端部とは反対側の第2の端部（136）を持ち、また前記第1の結合要素（124）が前記複数の回転子バー（106, 128, 130）の各々の回転子バーの前記第1の端部（134）に電気的に結合されており、

前記電気機械（100）は更に、前記複数の回転子バー（106, 128, 130）の各々の回転子バーの前記第2の端部（136）に結合された第2の結合要素（126）を有しており、この第2の結合要素（126）が前記複数の回転子バー（106, 128, 130）と一緒に電気的に結合するように構成されており、

前記第2の金属材料（112）はまた、前記第2の結合要素（126）の前記第2の端部（136）に結合された部分の周りにも流し込み成形されている、

電気機械（100）。

10

#### 【請求項2】

複数の開口部（118）を有する回転子バー・ハウジングと、前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部（118）の中に配置される複数の回転子バー（106, 128, 130）と、前記複数の回転子バー（106, 128, 130）と一緒に電気的に結合するように構成された第1の結合要素（124）と、を有する電気機械（100）であって、

前記複数の回転子バー（106, 128, 130）の各々の回転子バーが、第1の電気抵抗率を持つ第1の金属材料（110）と、前記第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ第2の金属材料（112）とを含み、

20

前記第1の結合要素（124）が前記第1の金属材料（110）の第1の端部（134, 142, 156）に結合されており、

前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部（118）が、前記第1の結合要素（124）を越えて半径方向外側に延び、

前記第2の金属材料（112）は、前記第1の材料（110）の周りと前記第1の結合要素（124）の前記第1の材料（110）に結合された部分の周りに流し込み成形されている、

電気機械（100）。

20

#### 【請求項3】

更に、前記第1の金属材料（110）の第1の端部（142）にねじ込まれている第1のキャップ（140）と、

30

前記第1の金属材料（110）の前記第1の端部（142）とは反対側の前記第1の金属材料（110）の第2の端部（148）にねじ込まれている第2のキャップ（146）とを有している請求項1または2に記載の電気機械（100）。

#### 【請求項4】

前記複数の回転子バー（106, 128, 130）の各々の回転子バーは更に、前記第1及び第2の金属材料（110, 112）の間に介在材料（120）を有しており、該介在材料（120）は、前記第1の金属材料（110）に対する前記第2の金属材料（112）の付着に役立つように構成されている、請求項1乃至3のいずれかに記載の電気機械（100）。

40

#### 【請求項5】

前記介在材料（120）は、前記第1の金属材料（110）を覆うアルミニウム被覆で構成されている、請求項4記載の電気機械（100）。

#### 【請求項6】

前記電気機械（100）は更に、各々の回転子バー（106, 128, 130）の前記第1の材料（110）に結合され且つ前記第1及び第2の結合要素（124, 126）に結合された介在材料（120）を有しており、前記介在材料（120）は、各々の回転子バー（106, 128, 130）の前記第1の金属材料（110）及び前記第1及び第2の結合要素（124, 126）を各々の回転子バー（106, 128, 130）の前記第2の材料（112）から少なくとも部分的に電気的に隔離するように構成されている、請求

50

項 1 乃至 5 のいずれかに記載の電気機械 ( 100 )。

**【請求項 7】**

電気機械を製造する方法であって、

回転子バー・ハウジングの複数の開口部 ( 118 ) の中に複数のバーを挿入する工程であって、前記複数のバーの各々が、第 1 の電気抵抗率を持つ第 1 の金属材料を含む、前記挿入する工程と、

前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部 ( 118 ) が、第 1 の結合要素 ( 124 ) を越えて半径方向外側に延びるように、前記第 1 の結合要素 ( 124 ) を前記複数のバーに結合し、前記複数のバーを互いに電気的に結合する工程と、

前記結合する工程の後に、前記回転子バー・ハウジングに挿入された前記複数のバーの周りと、前記第 1 の結合要素 ( 124 ) の一部の周りに前記第 1 の電気抵抗率よりも大きい第 2 の電気抵抗率を持つ第 2 の金属材料 ( 112 ) を流し込む工程と、

を含む方法。

**【請求項 8】**

電気機械を製造する方法であって、

回転子バー・ハウジングの複数の開口部 ( 118 ) の中に複数のバーを挿入する工程であって、前記複数のバーの各々が、第 1 の電気抵抗率を持つ第 1 の金属材料を含み、第 1 の凸部を備える第 1 の端部 ( 134 ) と、第 2 の凸部を備える第 2 の端部 ( 136 ) とを備える、前記挿入する工程と、

複数の開口部を備える第 1 の結合要素 ( 124 ) の前記複数の開口部の各々に前記第 1 の凸部が挿入されるように、前記第 1 の結合要素 ( 124 ) を配置する工程であって、前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部 ( 118 ) が、前記第 1 の結合要素 ( 124 ) を越えて半径方向外側に延びる、前記第 1 の結合要素 ( 124 ) を配置する工程と、

複数の開口部を備える第 2 の結合要素 ( 126 ) の前記複数の開口部の各々に前記第 2 の凸部が挿入されるように、前記第 2 の結合要素 ( 126 ) を配置する工程であって、前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部 ( 118 ) が、前記第 2 の結合要素 ( 126 ) を越えて半径方向外側に延びる、前記第 2 の結合要素 ( 126 ) を配置する工程と、

前記第 1 の凸部を変形させて、前記第 1 の凸部が前記第 1 の結合要素 ( 124 ) の一部分と重なり合うようにする工程と、

前記第 2 の凸部を変形させて、前記第 2 の凸部が前記第 2 の結合要素 ( 126 ) の部分と重なり合うようにする工程と、

その後、前記回転子バー・ハウジングに挿入された前記複数のバーの周りと、前記第 1 及び第 2 の結合要素 ( 124 、 126 ) の一部の周りに前記第 1 の電気抵抗率よりも大きい第 2 の電気抵抗率を持つ第 2 の金属材料 ( 112 ) を流し込む工程と、

を含む方法。

**【請求項 9】**

電気機械を製造する方法であって、

回転子バー・ハウジングの中に複数のバーを挿入する工程であって、前記複数のバーの各々が、第 1 の電気抵抗率を持つ第 1 の金属材料を含み、第 1 の凸部を備える第 1 の端部 ( 134 ) と、第 2 の凸部を備える第 2 の端部 ( 136 ) とを備える、前記工程と、

複数の開口部を備える第 1 の結合要素 ( 124 ) の前記複数の開口部の各々に前記第 1 の凸部が挿入されるように、前記第 1 の結合要素 ( 124 ) を配置する工程であって、前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部 ( 118 ) が、前記第 1 の結合要素 ( 124 ) を越えて半径方向外側に延びる、前記工程と、

複数の開口部を備える第 2 の結合要素 ( 126 ) の前記複数の開口部の各々に前記第 2 の凸部が挿入されるように、前記第 2 の結合要素 ( 126 ) を配置する工程であって、前記回転子バー・ハウジングの前記複数の開口部 ( 118 ) が、前記第 2 の結合要素 ( 126 ) を越えて半径方向外側に延びる、前記工程と、

開口部を備える第 1 の複数の座金 ( 154 ) の前記開口部に前記第 1 の凸部が挿入されるように、前記複数の第 1 の座金 ( 154 ) を配置する工程と、

10

20

30

40

50

開口部を備える複数の第2の座金(158)の前記開口部に前記第2の凸部が挿入されるように、前記複数の第2の座金(158)を配置する工程と、

前記第1の凸部に形成された第1の空洞部(164)に第1のキャップ(162)を配置し、前記第1のキャップ(162)及び前記第1の座金(154)を介して前記第1の結合要素(124)と前記第1の金属材料(110)との低抵抗接触部(170)を形成する工程と、

前記第2の凸部に形成された第2の空洞部(168)に第2のキャップ(166)を配置し、前記第2のキャップ(166)及び前記第2の座金(158)を介して前記第2の結合要素(126)と前記第1の金属材料(110)との低抵抗接触部(170)を形成する工程と、

その後、前記回転子バー・ハウジングに挿入された前記複数のバーの周りと、前記第1及び第2の結合要素(124、126)の一部の周りに前記第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ第2の金属材料(112)を流し込む工程と、  
を含む方法。

10

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明の実施形態は、一般的に云えば、電気機械回転子バーに関し、より詳しくは、二元金属電気機械回転子バーに関するものである。

20

##### 【背景技術】

##### 【0002】

電動機又は発電機のような電気機械の回転子バーは、しばしば、一種類の金属で製造されることが多い。例えば、回転子バーはしばしばアルミニウムで作られており、その理由は、アルミニウムの電気特性、及びアルミニウムを「加工」することに関連したコストのためである。

##### 【0003】

電気機械の運転効率は、それぞれの回転子バーの電気抵抗を減少させることによって、しばしば増大させることができることが分かっている。換言すると、電気抵抗の相対的に低い回転子バーを持つ電気機械は、電気抵抗の相対的に高い回転子バーを持つ同等の電気機械よりも一層効率よく動作する傾向がある（すなわち、回転子バーの抵抗が減少するにつれて、電気機械の運転効率はしばしば増大する）。

30

##### 【0004】

回転子バーの抵抗と運転効率との間のこの関係を活用するために、回転子バーはアルミニウムよりも低い電気抵抗を持つ材料で製造されている。例えば、銅より成る回転子バーが製造されている。しかしながら、アルミニウムと比べて銅の融点が高いこと、及び銅の加工が難しいことに起因して、銅の回転子バーはアルミニウムの回転子バーよりもコストが高くなる傾向がある。

##### 【0005】

従って、電気機械の運転効率を向上させるような回転子バーのコスト効率の良い製造装置及び方法を提供することは望ましいであろう。

40

##### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0006】

##### 【特許文献1】米国特許第7622817号

##### 【発明の概要】

##### 【0007】

本発明の一面によれば、電気機械が、複数の回転子バーと、該複数の回転子バーと一緒に電気的に結合するように構成された第1の結合要素とを含む。前記複数の回転子バーの各々の回転子バーは、第1の電気抵抗率を持つ第1の金属材料と、前記第1の材料の周り

50

に流し込み成形(cast)された第2の金属材料とを含み、前記第2の金属材料は、第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ。前記第1の金属材料は第1の端部及び該第1の端部とは反対側の第2の端部を持ち、また前記第1の結合要素は前記第1の金属材料の前記第1の端部に結合されている。

【0008】

本発明の別の面によれば、電気機械を製造する方法が、回転子バー・ハウジングの中に複数のバーを挿入して、該複数のバーと一緒に電気的に結合する工程を含む。前記複数のバーの各々のバーは、第1の電気抵抗率を持つ第1の金属材料を含む。本方法はまた、前記回転子バー・ハウジングの中に挿入された前記複数のバーの周りに第2の金属材料を流し込み成形する工程を含む。前記第2の金属材料は、前記第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ。10

【0009】

本発明の更に別の面によれば、電気機械が、複数の回転子バーと、該複数の回転子バーの各々の回転子バーと一緒に電気的に結合するように構成された第1の電気的結合リングとを含む。前記複数の回転子バーの各々の回転子バーは、金属バーと、該金属バーの少なくとも大部分を取り囲む金属被覆とを含む。各々の金属バーは、第1の電気抵抗率を持つ第1の材料を含み、また各々の金属被覆は、前記第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ。

【0010】

様々な他の特徴及び利点は以下の詳しい説明及び図面から明らかになろう。20

【0011】

図面は、本発明を実施するための現在考えられる実施形態を例示する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に従った電気機械の略図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態に従った図1の電気機械の断面図である。

【図3】図3は、図2の電気機械の一部分の略図で、本発明の一実施形態に従った回転子バーを製造するための一例の工程を示す。

【図4】図4は、図2の電気機械の一部分の略図で、本発明の一実施形態に従った回転子バーを製造するための一例の工程を示す。30

【図5】図5は、図2の電気機械の一部分の略図で、本発明の一実施形態に従った回転子バーを製造するための一例の工程を示す。

【図6】図6は、本発明の一実施形態に従った図1の電気機械の分解図である。

【図7】図7は、本発明の一実施形態に従った図1の電気機械の別の断面図である。

【図8】図8は、本発明の一実施形態に従った、回転子バーの第2の金属材料を周りに流し込み成形する前に回転子バーの第1の金属材料を第1のリング及び第2のリングに固定するための工程を例示する略図である。

【図9】図9は、本発明の一実施形態に従った、回転子バーの第2の金属材料を周りに流し込み成形する前に回転子バーの第1の金属材料を第1のリング及び第2のリングに固定するための工程を例示する略図である。40

【図10】図10は、本発明の一実施形態に従った、回転子バーの第2の金属材料を周りに流し込み成形する前に回転子バーの第1の金属材料を第1のリング及び第2のリングに固定するための工程を例示する略図である。

【図11】図11は、本発明の別の実施形態に従った、回転子バーの第2の金属材料を周りに流し込み成形する前に回転子バーの第1の金属材料を第1のリング及び第2のリングに固定するための工程を例示する略図である。

【図12】図12は、本発明の別の実施形態に従った、回転子バーの第2の金属材料を周りに流し込み成形する前に回転子バーの第1の金属材料を第1のリング及び第2のリングに固定するための工程を例示する略図である。

【図13】図13は、本発明の更に別の実施形態に従った、回転子バーの第2の金属材料50

を周りに流し込み成形する前に回転子バーの第1の金属材料を第1のリング及び第2のリングに固定する工程を例示する略図である。

【図14】図14は、本発明の更に別の実施形態に従った、回転子バーの第2の金属材料を周りに流し込み成形する前に回転子バーの第1の金属材料を第1のリング及び第2のリングに固定するための工程を例示する略図である。

【図15】図15は、本発明の更に別の実施形態に従った、回転子バーの第2の金属材料を周りに流し込み成形する前に回転子バーの第1の金属材料を第1のリング及び第2のリングに固定するための工程を例示する略図である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0013】**

10

図1について説明すると、本発明の一実施形態に従った電気機械100の一部分の略図が示されている。図1の実施形態によれば、電気機械100は回転軸線102を持ち、それを中心として回転する。図示していないが、当業者には理解されるように、回転軸線102に沿っているシャフトが回転することにより、電気機械100は回転する。電気機械100は複数の冷却フィン104（仮想線で示す）を含むことができると考えられる。しかしながら、冷却フィン104の無い実施形態、又は図1に示されているものよりも多数又は少数の冷却フィンを持つ実施形態も想定される。

**【0014】**

また電気機械100は、回転子バーを用いる任意の種類の電気機械であってよいと考えられる。例えば、このような電気機械には、誘導電動機又は発電機のような誘導機が含まれる。しかしながら、より一般的に云えば、このような電気機械には、電動機、発電機、又は同様な機械が含まれる。図2に関して以下に示されるように、電気機械100は複数の回転子バーを含む。

20

**【0015】**

図2について説明すると、本発明の一実施形態に従った電気機械100の図1の線2-2に沿った断面図が示されている。電気機械100は、電気機械100の鉄心材料108（すなわち、回転子バー・ハウジング）の中に延在する複数の回転子バー106を含み、複数の回転子バー106の各々の回転子バーは少なくとも第1の金属材料110及び第2の金属材料112を含む。第1の金属材料110は第1の電気抵抗率を持ち、また第2の金属材料112は第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ。ここで、各々の回転子バー106が上側部分114及び下側部分116を含んでいることに留意されたい。

30

**【0016】**

本発明の一実施形態によれば、第1の金属材料110は銅材料（例えば、銅のバー）及び／又は銀材料を含み、他方、第2の金属材料112はアルミニウム材料を含む。しかしながら、第1の金属材料110は銅又は銀以外の材料で構成することができると想定される。例えば、第1の金属材料110は対応する第1の電気抵抗率を持つ第1の種類のアルミニウムで構成することができ、また第2の金属材料112は第1の電気抵抗率とは異なる対応する第2の電気抵抗率を持つ第2の種類のアルミニウムで構成することができる。このような実施形態によれば、第1の金属材料110の第1の種類のアルミニウムは、第2の金属材料112の第2の種類のアルミニウムよりも小さい電気抵抗率を持つ。ここで、第2の金属材料112はアルミニウム以外の材料で構成できることに留意されたい。

40

**【0017】**

図2に示された実施形態によれば、第2の金属材料112は、第1の金属材料110の周りに流し込み成形された材料である。

**【0018】**

電気機械100の運転効率は、一般に、各々の回転子バー106の下側部分116の影響をより多く受ける。下側部分116の電気抵抗率が減少すると、電気機械100の運転効率は増大する。

**【0019】**

50

更に、電気機械 100 の始動トルクは、各々の回転子バー 106 の上側部分 114 の影響を受けることがある。例えば、上側部分 114 の電気抵抗率が増大すると、始動トルクも増大し得る。このようなシナリオは、例えば、交流 60 Hz 電源からの直入れ始動のように固定周波数電源から電気的に励起するときに生じ得る。

#### 【0020】

本発明の実施形態は、電気機械（例えば、電気機械 100）の運転効率を最大にし又は少なくとも増大するのに役立つ。本発明の実施形態はまた、電気機械の始動トルクを増大し及び／又は電気機械の始動電流を制限するのに役立つことができる。例えば、第 2 の金属材料 112 の電気抵抗率を高くすることにより、上側部分 114 の電気抵抗率を高くすると、始動トルクを増大し及び／又は始動電流を制限することができる。更に、下側部分 116 が第 2 の金属材料 112 よりも低い電気抵抗率を持つ第 1 の金属材料 110 を含んでいるので、対応する電気機械（例えば、電気機械 100）の運転効率は増大する。

10

#### 【0021】

図 2 について更に説明すると、第 2 の金属材料 112 は、始動トルクを最大にし又は増大し、並びに／又は始動電流を制限するように選択することができ、他方、第 1 の金属材料 110 は運転効率を最大にし又は増大するように選択することができる。この場合もやはり、第 2 の金属材料 112 により上側部分 114 の電気抵抗率を高くすると、電気機械 100 の始動トルク又は始動電流について好ましい効果を得ることができ、他方、下側部分 116 の第 1 の金属材料 110 の電気抵抗率を低くすることにより下側部分 116 が、電気機械 100 の運転効率について好ましい効果を持つことができる。

20

#### 【0022】

前に述べたように、第 2 の材料 112 は第 1 の材料 110 の周りに流し込み成形することができると考えられる。しかしながら、回転子バー 106 の上側部分 114 は予成形された要素とするとことができると想定される。このような実施形態では、予成形された要素は第 2 の材料 112 と同じ材料で構成することができ、或いは別の材料で構成することができる。いずれの場合でも、予成形された要素は、第 1 の材料 110 の電気抵抗率よりも高い電気抵抗率を持つ。

#### 【0023】

また、本発明の実施形態は、関連した製造コストを低減又は制限しながら、高い電気抵抗率の回転子バーを使用する利点を利用するため用いることによって留意されたい。当業者には理解されるように、典型的には、完全に銅で作られた回転子バーを用いる電気機械を製造することは、完全にアルミニウムで作られた回転子バー（すなわち、典型的には、銅の回転子バーよりも高い電気抵抗率を持つ回転子バー）を用いる電気機械を製造するよりも高価である。このような製造コストの差は、銅の方が融点が高いことに関連付けることができ、銅はより高価な道具及び製造方法を必要とすることがある。例えば、しばしば銅を流し込み成形することの方が、アルミニウムを流し込み成形することよりも高価である。

30

#### 【0024】

しかしながら、本発明の実施形態によれば、銅のような電気抵抗率の低い材料を用いる利点を利用する回転子バーの製造コストを最小にすることができる。例えば、第 1 の金属材料 110 は、適切な寸法を持つ予め購入した銅のバーとすることができます、或いは適切な寸法を持つように機械加工することができるのでに対して、第 2 の金属材料 112 は第 1 の金属材料 110 の周りに流し込み成形することができる。従って、第 1 の金属材料 110 を流し込み成形する必要性を無くすことができる。

40

#### 【0025】

図 3～図 5 は、図 2 の線 5-5 に沿った電気機械 100 の一部分を例示し、本発明の一実施形態に従った回転子バーを製造する例を示す。

#### 【0026】

図 3 には、回転子バー要素の挿入及び流し込み成形のための回転子鉄心又はハウジング 108 内の開口部 118 が示されている。図 4 には、その中に第 1 の金属材料 110 が挿

50

入された開口部 118 が示されている。第 1 の金属材料 110 はバー又はバー状材料とすることができると考えられる。図示のように、第 1 の金属材料 110 上には介在材料 120 を設けることができると考えられる。介在材料 120 は被覆（例えば、アルミニウム、ニッケル又は他の種類の被覆）とすることができる。また、介在材料 120 は絶縁材料とすることもできると考えられる。しかしながら、介在材料の無い実施形態も考えられることに留意されたい。介在材料 120 についての詳細は図 5 に関する説明する。

#### 【0027】

図 5 は、流し込み成形材料 112（すなわち、第 2 の金属材料）が開口部 118 の残っている空所を満たして、第 1 の金属材料 110 の周りに及び介在材料 120（存在する場合）の周りに流し込み成形されることを例示している。介在材料 120 は、存在する場合、第 1 の材料 110 から流し込み成形材料 112 を少なくとも部分的に電気的に隔離するように構成された電気絶縁体とすることができる。それに加えて、又はその代わりに、介在材料 120 は、第 1 の材料 110 と流し込み成形材料 112 との間の付着又は結合を高めるように構成された被覆（例えば、アルミニウム被覆）とすることができる。図 4 に関する前に説明したように、介在材料 120 の無い実施形態も考えられる。従って、図 5 に示される介在材料 120 が存在してもしなくても、第 1 の金属材料 110 の周りの流し込み成形材料 112 は回転子バー 106 を形成する。

#### 【0028】

回転子バー 106 の流し込み成形材料 112 は第 1 の材料 110 を完全に覆う必要がないことに留意されたい。例えば、図 4 の実施形態に示されているように、第 1 の材料 110 / 介在材料 120 の底部部分 122 は、回転子鉄心 108 との間に流し込み成形材料 112 が存在せずに回転子鉄心 108 に隣接する。従って、流し込み成形材料 112 は、開口部 118 内の第 1 の材料 110 の位置に依存して、第 1 の材料の挿入体 110 を完全に取り囲むか又は部分的に取り囲むことができる。

#### 【0029】

図 5 に示されているように、回転子バー 106 は上側部分 114 及び下側部分 116 を含む。第 1 の金属材料 110 は流し込み成形材料 112 よりも低い電気抵抗を持つ。従って、下側部分 116 の実効電気抵抗が上側部分 114 の実効電気抵抗よりも低い。下側部分 116 の実効電気抵抗が相対的に低いことにより、電気機械 100 は、流し込み成形材料 112 のみを含む回転子バーを用いた同等の電気機械（図示せず）よりも高い運転効率を持つ。

#### 【0030】

更に、上側部分 114 中の流し込み成形材料 112 が第 1 の金属材料 110 よりも高い電気抵抗を持っているので、電気機械 100 は、第 1 の金属材料 110 として用いられる材料（例えば、銅）のみを含んでいる同等の電気機械（図示せず）よりも高い始動トルクを持つことができる。更に、回転子バー 106 の構成はまた、始動電流を制限するのに役立つことができる。

#### 【0031】

回転子バー 106 の二元金属の性質により、電気機械 100 は、流し込み成形材料 112 の相対的に高い電気抵抗特性から得られる利点を持つと共に、第 1 の金属材料 110 の相対的に低い電気抵抗特性から得られる利点も持つことができる。

#### 【0032】

次に図 6 について説明すると、本発明の一実施形態に従った図 1 の電気機械 100 の一部分の分解図が示されている。ここで、図 1 のフィン 104 は図示されていないことに留意されたい。図 6 に示されているように、電気機械 100 は、第 1 の結合要素 124（すなわち、第 1 のリング）と、その中に複数の開口部 118 を持つ回転子鉄心 108 と、第 2 の結合要素 126（すなわち、第 2 のリング）とを含む。分解図には複数の回転子バー 106 も示されており、各々の回転子バー 106 は第 1 の金属材料 110 及び第 2 の金属材料 112 を含んでいる。ここで、第 2 の金属材料 112 が例示の目的で 2 つの構成要素（すなわち、第 1 のリング 124 の隣の 1 つの構成要素と第 2 のリング 126 の隣のもう

10

20

30

40

50

1つの構成要素)として示されていることに注意されたい。第2の金属材料112が第1の金属材料110の周りに流し込み成形される実施形態によれば、第2の金属材料112は1つの構成要素である。

#### 【0033】

図示していないけれども、第1の金属材料110には介在材料(例えば、図4～図5の介在材料120)を結合することができると考えられる。介在材料が絶縁体である場合、第1の金属材料110並びに第1及び第2の結合要素124, 126が一緒に電気的に結合されるが、第2の金属材料112からは実質的に電気的に隔離されるように、第1及び第2の結合要素124, 126はまた実質的に絶縁材料で囲まれる。

#### 【0034】

図2～図5について前に説明したように、本発明の実施形態によれば、第1の金属材料110は第2の金属材料112よりも低い電気抵抗を持つ。第1の金属材料110は、開口部118の中に配置されるバー又はバー状材料とすることができます。一実施形態によれば、いったん各々の金属材料110が各々の開口部118の中に配置されると、第1及び第2の結合要素124, 126がそれに結合される。第1及び第2の結合要素124, 126は図6の実施形態では円形又はリング形状であるとして示されているが、他の形状も考えられる。

#### 【0035】

図6について更に説明すると、第2の金属材料112は第1の金属材料110の周りに開口部118の中へ流し込み成形することができる。このような場合、第1の金属材料110は流し込み成形する必要が無いので、第1の金属材料110の流し込み成形に関連した製造コストを不要とすることができる。図1及び図6に示された実施形態によれば、第2の金属材料112は第1及び第2の結合要素124, 126の周りにも流し込み成形される。

#### 【0036】

次に図7について説明すると、本発明の一実施形態に従った電気機械100の図1の線7-7に沿った断面図が示されている。第1の回転子バー128及び第2の回転子バー130が図7に示されており、この場合、各々の回転子バー128, 130は第1の金属材料110及び第2の金属材料112を含む。また図7には第1のリング124(すなわち、第1の結合要素)及び第2のリング126(すなわち、第2の結合要素)も示されており、この場合、各々のリング124, 126は、第1及び第2の回転子バー128, 130を、電気機械100の円周に沿って配置された他の回転子バー(図示せず)に電気的に結合する。第1及び第2のリング124, 126は第1の材料110にろう付けすることにより、それらの間の電気的結合を可能にし又は改善することができる。

#### 【0037】

ここで、図7に示された電気機械100の実施形態は冷却フィン(例えば、図1の冷却フィン104)を含んでいないことに留意されたい。しかしながら、図1についての説明で述べたように、冷却フィンを持つ電気機械100のような電気機械の実施形態も考えられる。

#### 【0038】

図8～図10は、本発明の一実施形態に従って、第2の金属材料112の流し込み成形の前に第1の金属材料110を第1のリング124及び第2のリング126に固定するための工程を示す。

#### 【0039】

図8では、圧迫工具132を第1の金属材料110の第1の端部134及び第2の端部136と整列させる。図9では、圧迫工具132により第1及び第2の端部134, 136に圧力を加えて、第1及び第2の端部134, 136を変形させて、それらが第1のリング124の一部分及び第2のリング126の一部分とそれぞれ重なり合うようにする。図10に示されているように、圧迫工具132を変形した第1及び第2の端部134, 136から取り去ることにより、第1の金属材料110と第1及び第2のリング124, 1

10

20

30

40

50

26との間に形成された低抵抗接触部138を残す。このように形成されたこれらの低抵抗接触部138は、第1及び第2のリング124, 126が前に述べたように全ての回転子バー106と一緒に電気的に結合することを確実にする。

#### 【0040】

図11～図12は、本発明の別の実施形態に従って、第2の金属材料112の流し込み成形の前に第1の金属材料110を第1のリング124及び第2のリング126に固定するための工程を示す。

#### 【0041】

図11では、第1のねじ込みキャップ140を、その中に第1の空洞144が形成されている第1の金属材料110の第1の端部142と整列させ、また第2のねじ込みキャップ146を、その中に第2の空洞150が形成されている第1の金属材料110の第2の端部148と整列させる。図12では、第1及び第2のねじ込みキャップ140, 146が第1の金属材料110の第1及び第2の空洞144, 150の中になじ込まれて、第1の金属材料110を第1のリング124及び第2のリング126と重なり合わせる。このような場合、第1の金属材料110と第1及び第2のリング124, 126との間に低抵抗接触部152が形成される。この態様では、このように形成された低抵抗接触部152は、第1及び第2のリング124, 126が前に述べたように全ての回転子バー106と一緒に電気的に結合することを確実にする。

10

#### 【0042】

一実施形態によれば、第2の金属材料112が、第1の金属材料110の中に挿入された第1及び第2のねじ込みキャップ140, 146をそのまま残した状態で、第1の金属材料110並びに第1及び第2のリング124, 126の周りに流し込み成形される。この態様では、第2の金属材料112は第1及び第2のねじ込みキャップ140, 146の周りに流し込み成形される。別の実施形態によれば、第1及び第2のねじ込みキャップ140, 146は流し込み成形の前に取り除くことができる。

20

#### 【0043】

図13～図15は、本発明の別の実施形態に従って、第2の金属材料112の流し込み成形の前に第1の金属材料110を第1のリング124及び第2のリング126に固定するための工程を示す。

#### 【0044】

30

図13では、第1の座金154を第1の金属材料110の第1の端部156と整列させ、また第2の座金158を第1の端部156とは反対側の第1の金属材料110の第2の端部160と整列させる。図14では、第1の座金154を第1の端部156の周りに配置し、また第2の座金158を第2の端部160の周りに配置する。更に、第1のねじ込みキャップ162を、その中に第1の空洞164が形成されている第1の金属材料110の第1の端部156と整列させ、また第2のねじ込みキャップ166を、その中に第2の空洞168が形成されている第1の金属材料110の第2の端部160と整列させる。図15に示されているように、第1のねじ込みキャップ162は第1の端部156に結合され、また第2のねじ込みキャップ166は第2の端部160に結合される。このような場合、第1の金属材料110は第1のねじ込みキャップ162及び第1の座金154を介して第1のリング124と低抵抗接触部170を形成すると共に、また第2のねじ込みキャップ166及び第2の座金158を介して第2のリング126と低抵抗接触部170を形成する。

40

#### 【0045】

従って、本発明の一実施形態によれば、電気機械が、複数の回転子バーと、該複数の回転子バーと一緒に電気的に結合するように構成された第1の結合要素とを含む。前記複数の回転子バーの各々の回転子バーは、第1の電気抵抗率を持つ第1の金属材料と、前記第1の材料の周りに流し込み成形された第2の金属材料とを含み、前記第2の金属材料は、第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ。前記第1の金属材料は第1の端部及び該第1の端部とは反対側の第2の端部を持ち、また前記第1の結合要素は前記第1

50

の金属材料の前記第1の端部に結合されている。

**【0046】**

本発明の別の実施形態によれば、電気機械を製造する方法が、回転子バー・ハウジングの中に複数のバーを挿入して、該複数のバーと一緒に電気的に結合する工程を含む。前記複数のバーの各々のバーは、第1の電気抵抗率を持つ第1の金属材料を含む。本方法はまた、前記回転子バー・ハウジングの中に挿入された前記複数のバーの周りに第2の金属材料を流し込み成形する工程を含む。前記第2の金属材料は、前記第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ。

**【0047】**

本発明の更に別の面によれば、電気機械が、複数の回転子バーと、該複数の回転子バーの各々の回転子バーと一緒に電気的に結合するように構成された第1の電気的結合リングとを含む。前記複数の回転子バーの各々の回転子バーは、金属バーと、該金属バーの少なくとも大部分を取り囲む金属被覆とを含む。各々の金属バーは、第1の電気抵抗率を持つ第1の材料を含み、また各々の金属被覆は、前記第1の電気抵抗率よりも大きい第2の電気抵抗率を持つ。

10

**【0048】**

本明細書は、最良の実施形態を含めて、本発明を開示するために、また当業者が任意の装置又はシステムを作成し使用し且つ任意の採用した方法を遂行すること含めて本発明を実施することができるようにするために、幾つかの例を使用した。本発明の特許可能な範囲は「特許請求の範囲」の記載に定めており、また当業者に考えられる他の例を含み得る。このような他の例は、それらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から差異のない構造的要素を持つ場合、或いはそれらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から実質的に差異のない等価な構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内に入るものとする。

20

**【符号の説明】**

**【0049】**

100	電気機械	
102	回転軸線	
104	冷却フィン	
106	回転子バー	
108	回転子鉄心	30
110	第1の金属材料	
112	第2の金属材料	
114	上側部分	
116	下側部分	
118	開口部	
120	介在材料	
122	底部部分	
124	第1の結合要素（第1のリング）	
126	第2の結合要素（第2のリング）	
128	第1の回転子バー	40
130	第2の回転子バー	
132	圧迫工具	
134	第1の端部	
136	第2の端部	
138	低抵抗接触部	
140	第1のねじ込みキャップ	
142	第1の端部	
144	第1の空洞	
146	第2のねじ込みキャップ	
148	第2の端部	50

- 150 第2の空洞  
 152 低抵抗接触部  
 154 第1の座金  
 156 第1の端部  
 158 第2の座金  
 160 第2の端部  
 162 第1のねじ込みキャップ  
 164 第1の空洞  
 166 第2のねじ込みキャップ  
 168 第2の空洞  
 170 低抵抗接触部

10

【図1】

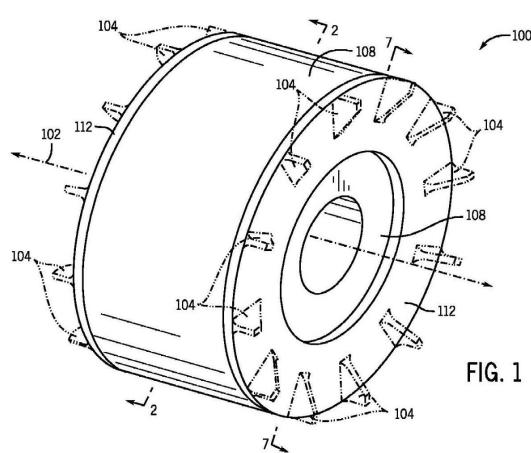


FIG. 1

【図2】

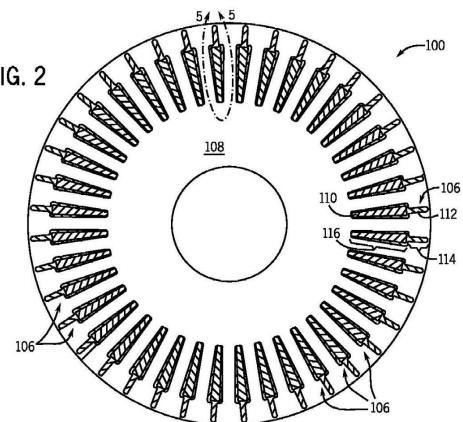


FIG. 2

【図3】

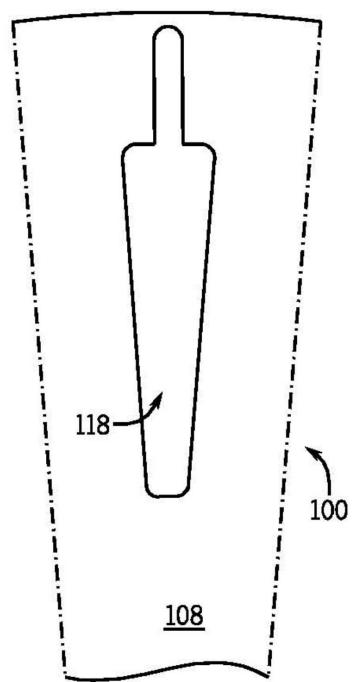


FIG. 3

【図4】

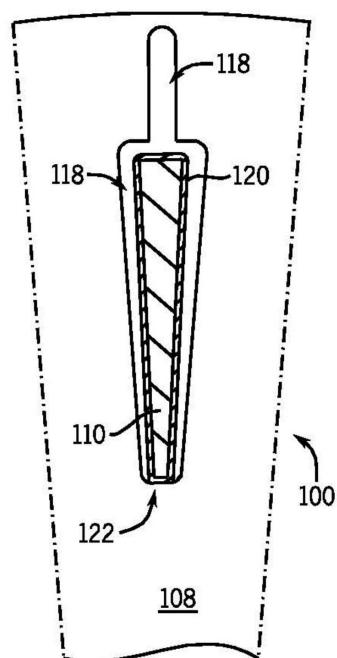


FIG. 4

【図5】

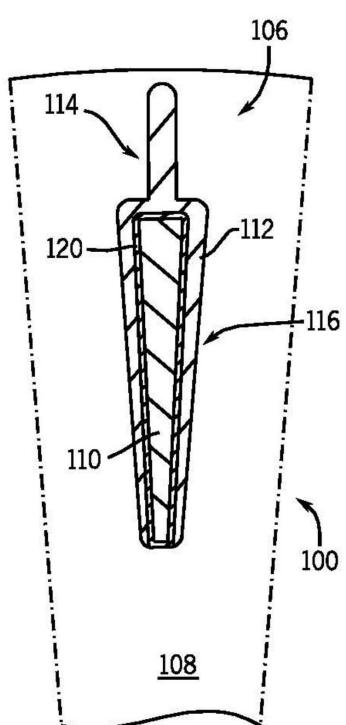


FIG. 5

【図6】

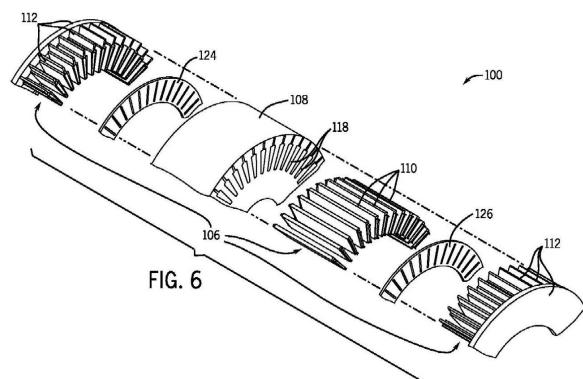
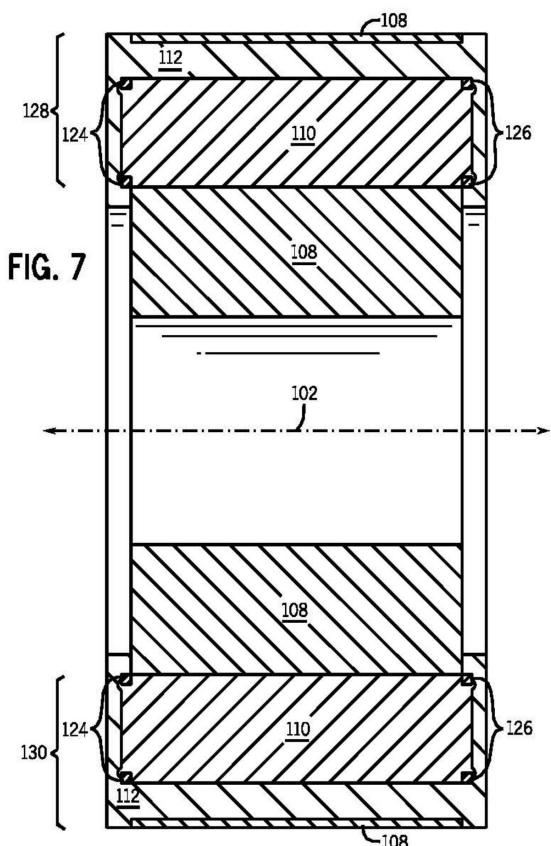


FIG. 6

【図7】



【図8】

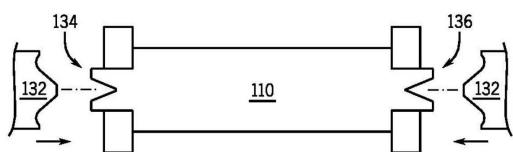


FIG. 8

【図9】

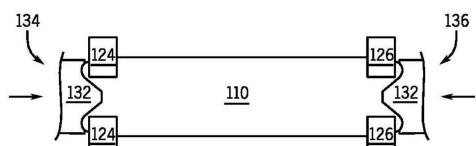
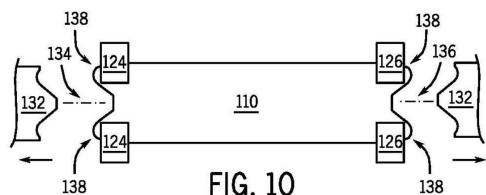
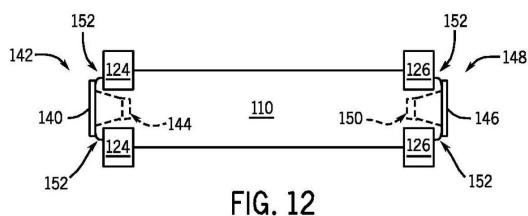


FIG. 9

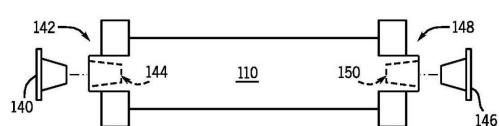
【図10】



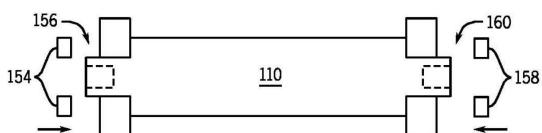
【図12】



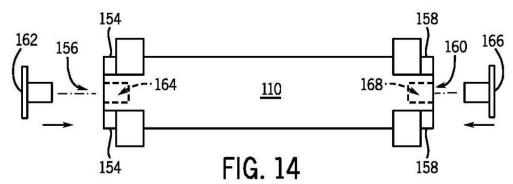
【図11】



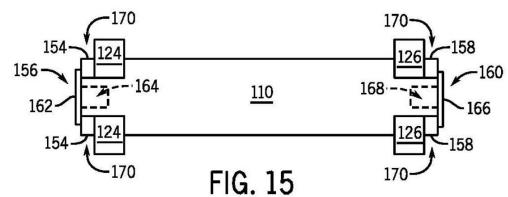
【図13】



【図 1 4】



【図 1 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ロバート・ディーン・キング

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、リサーチ・サークル、1番、イーピー114

(72)発明者 アイマン・モハメド・ファウジ・アル-レファイ、ピーエイチディー

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、リサーチ・サークル、1番

審査官 池田 貴俊

(56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0062026(US,A1)

特開2005-278373(JP,A)

特開昭55-127868(JP,A)

特開2007-295756(JP,A)

特開平01-252144(JP,A)

特開平05-247501(JP,A)

特開2004-254433(JP,A)

特開2000-060045(JP,A)

特開2004-304930(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 17/16