

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5389044号
(P5389044)

(45) 発行日 平成26年1月15日(2014.1.15)

(24) 登録日 平成25年10月18日(2013.10.18)

(51) Int. Cl.		F I	
B23K	9/00 (2006.01)	B23K	9/00 501E
F01D	25/00 (2006.01)	F01D	25/00 X
F02C	7/00 (2006.01)	F02C	7/00 D
B23K	28/02 (2014.01)	F01D	25/00 F
B23K	9/167 (2006.01)	B23K	9/00 501G

請求項の数 20 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-534439 (P2010-534439)	(73) 特許権者	503416353
(86) (22) 出願日	平成20年11月6日(2008.11.6)		アルストム テクノロジー リミテッド
(65) 公表番号	特表2011-505254 (P2011-505254A)		ALSTOM Technology Ltd
(43) 公表日	平成23年2月24日(2011.2.24)		スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2008/065080		シュトラッセ 7
(87) 国際公開番号	W02009/065739		Brown Boveri Strasse
(87) 国際公開日	平成21年5月28日(2009.5.28)		e 7, CH-5400 Baden,
審査請求日	平成23年8月9日(2011.8.9)		Switzerland
(31) 優先権主張番号	102007055379.1	(74) 代理人	100061815
(32) 優先日	平成19年11月19日(2007.11.19)		弁理士 矢野 敏雄
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也
		(74) 代理人	100112793
			弁理士 高橋 佳大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータを製作するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円板形及びノ又はドラム形の複数のディスクを溶接結合して1つのロータ(2)を製作するための方法であって、1つの装置によって前記複数のディスクをこれらのディスクの長手方向軸線(A)に沿って軸方向で互いにつなが合わせ、2段階の溶接法で溶接する方法において、

前記複数のディスクを垂直方向で軸方向に互いに上下に積み重ね、積み重ねたこれらのディスクを垂直に保持した状態で第1の溶接法を実施し、積み重ねたこれらのディスクを水平に保持した状態で第2の溶接法を実施し、該第2の溶接法に続いて、溶接されたディスクを再び垂直位置にもたらし、該溶接されたディスクを、その長手方向軸線(A)を垂直位置に整列させた状態で応力除去焼きなましの形で熱処理することを特徴とする、ロータを製作するための方法。

【請求項2】

第1の溶接法として、ルート溶接を用い、第2の溶接法として、フィラー溶接を用いる、請求項1記載の方法。

【請求項3】

ルート溶接時には、2つの隣り合ったディスクの間の溝を深いところでのみ、すなわち、ディスクの中央孔の近傍でのみシールし、これによって、積み重ねディスクが傾倒可能であり、前溶接後には、溝の大部分を充填せずに残し、溝をフィラー溶接時に充填し、このことを、一般的に少なくとも1つの溶接ワイヤの形の補助材を用いて行う、請求項2記

載の方法。

【請求項 4】

前記ロータを、前記第 2 の溶接法を実施した後で焼きなまし処理し、旋削加工及び品質検査を実施する、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

複数のディスクを水平位置で前旋削し、次いで所定の長さ L が得られるまで複数のディスクを垂直方向で互いに積み重ね、つなぎ合わされた複数のディスクの長手方向軸線 (A) がまだ垂直に保持された状態にある間に、第 1 の溶接法だけを実施し、次いで、第 1 の溶接法によって前溶接され、かつ積み重ねられたディスクを再び水平位置に傾けて倒し、次いで、ディスクの長手方向軸線 (A) が水平に位置する状態で、積み重ねられた複数のディスクに第 2 の溶接法を実施する、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の方法。

10

【請求項 6】

応力除去焼きなまし法を焼きなまし炉 (7) 内で行うか又は局所的に行う、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 7】

熱処理後に、互いに溶接された複数のディスクを再び水平位置に傾けて倒し、複数のディスクの長手方向軸線 (A) を水平位置に整列させた状態で、これらの複数のディスクを旋削加工し、かつ超音波によって品質検査する、請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の方法。

20

【請求項 8】

第 2 の溶接法として、ダブルワイヤ - タンデム微小ギャップ法を用いる、請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

積み重ねた複数のディスクを溶接結合してロータ (2) を形成した後で、該ロータ (2) を局所的な応力除去焼きなまし法で焼きなまし処理し、この際に、2 段階の溶接法を実施する間に発生した溶接シームだけを焼きなまし処理し、この際に、誘導エレメント及び / 又は抵抗エレメント (10) を使用する、請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 10】

最後の製作段階で、超音波によってロータ (2) の溶接シームだけの品質検査を実施する、請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載の方法。

30

【請求項 11】

第 1 の溶接法及び / 又は第 2 の溶接法において、ロータ (2) のベース材料から引き抜き成形した少なくとも 1 つの補助ワイヤを使用し、ベース材料として、「耐熱性低合金のスーパークリーン - NiCrMo - Typ」又は、高合金の 10 ~ 13 % の Cr - Typ、耐熱性低合金の CrMo - Typ 又は耐熱性低合金の CrMoV - Typ のものを使用する、請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 12】

ロータ (2) の全長 (L') を受容するために適した、ほぼ垂直に整列された製作装置 (5) とほぼ水平に整列された製作装置 (6) とを使用する、請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項記載の方法。

40

【請求項 13】

少なくとも 2 つのディスクをつなぎ合わせて 1 つのロータ半部 (1a, 1b) を形成する、請求項 1 から 12 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 14】

垂直に整列された状態で複数のディスクを、ロータ半部 (1a, 1b) の所定の長さ (L) が得られるまで互いに積み重ねる、請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

複数のロータ半部 (1a, 1b) を請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載の方法に従って製作する、請求項 13 又は 14 記載の方法。

50

【請求項 16】

複数のディスクから前もって製造された2つのロータ半部(1a, 1b)を互いに溶接結合することによって、前記ロータ(2)を形成し、この際に、各ロータ半部(1a, 1b)がベース部(11)と本体(12)とを有しており、第1のロータ半部(1a)のベース部(11)を、第2のロータ半部(1b)のベース部(11)に溶接する、請求項13から15までのいずれか1項記載の方法。

【請求項 17】

前記ロータ(12)を、2段階の溶接法で、前もって製造された2つのロータ半部(1a, 1b)を溶接結合することによって形成し、この際に、第1の溶接法を、ロータ半部(1a, 1b)の長手方向軸線(A)を垂直方向に整列させた状態で実施し、第2の溶接法を、ロータ半部(1a, 1b)の長手方向軸線(A)を水平方向に整列させた状態で実施する、請求項13から16までのいずれか1項記載の方法。

10

【請求項 18】

2つのロータ半部(1a, 1b)の結合のために、まずルート溶接を実施し、次いでフィラー溶接を実施する、請求項13から17までのいずれか1項記載の方法。

【請求項 19】

垂直に整列させた状態でロータ(2)を第1の溶接法で前溶接し、前溶接されたロータ(2)を水平位置に傾倒させ、水平に整列させた状態で第2の溶接法で後加工し、この際に、ロータ(2)を水平に整列させた状態で旋削加工し、次いでロータ(2)を再び垂直位置に戻し、この際に、ロータ(2)を垂直に整列させた状態で、溶接された箇所だけを応力除去焼きなまし法で焼きなまし処理する、請求項13から18までのいずれか1項記載の方法。

20

【請求項 20】

ロータ(2)が、同じ長さ(L)の2つのロータ半部(1a, 1b)から成っている、請求項1から19までのいずれか1項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロータ、特に、運動エネルギー及び/又は電気エネルギーを発生させるための及び/又は変換するためのジェネレータローラ又はタービンロータに関する。

30

【0002】

従来技術

加工された個別の複数のディスクを互いに溶接結合して1つのユニットを形成することによって、蒸気タービン又はガスタービンの大型のターボ機械のロータを製作することは公知である。従来技術により公知の、ロータ製作の手順は、例えばスイス国特許第595011号明細書に開示されている。この公知の手順によれば、ロータは、個別のディスクを段階的に互いに接合することによって組み立てられる。この場合、結合しようとする2つのディスクが、まず互いに押し付けられ、加熱され、次いで溶接によって互いに結合される。次いで、完全なロータが完成されるまで、3つの前記段階を繰り返すことによって、その他のディスクが順次組み付けられる。すべての段階は、1つの共通の加熱装置内で行われる。ヨーロッパ特許公開第0604754号明細書には、仕上げ製作段階を最小限に押さえるために、互いに並行に製作された、複数の規格化されたロータ部分よりタービンロータを製作するための方法が開示されている。

40

【0003】

上記公知の方法によってロータを製作するためのすべての製作装置は、最終製品の大きさに合わせて設計する必要がある。このような大型の製作装置の構成には、非常に高価な費用がかかる。何故ならばこのような大型の製作装置は、物理的な実現性の限界であり、高価な技術的費用をかけなければ構成できないからである。しかも、このような大型の製作装置は技術的に、小型のロータを製作するためには適しておらず、不経済である。このような欠点は、ヨーロッパ特許公開第0604754号明細書にも記載されている。不安

50

定な市場を考慮して、できるだけ高い柔軟性が要求されている。

【0004】

ドイツ連邦共和国特許公開第2324388号明細書によれば、ロータ軸線が垂直に位置する状態で高品質のルートシームを生ぜしめるためには、複雑で高価な溶接法が必要とされ、制御不能性と共に、大型のロータを垂直に組み立てる際に技術的な困難が発生する。ドイツ連邦共和国特許公開第2324388号明細書に開示されたその他の欠点は、すべてのディスクがロータの垂直位置における連続で組み立てられ、ルートシームによって互いに溶接結合される公知の方法によれば、ロータを加熱された状態で垂直位置から水平位置に傾き倒す必要がある、という点にある。ドイツ連邦共和国特許公開第2324388号明細書によれば、技術的なプロセスを簡略化し、しかも少ない投資で生産性を高める課題について記載されている。この課題は、ドイツ連邦共和国特許公開第2324388号明細書においては、ロータが水平位置で組み立てられ、かつ溶接され、それによって組立後の再配置を不要にしたことによって、解決された。

10

【0005】

前記スイス国特許第595011号明細書には、ディスクを水平方向で次に位置するディスクと結合するために、WIG溶接法(Wolfram-Inert-Gas-Schweissverfahren; タングステン-不活性ガス溶接法)を使用し、残存する溝を充填するために、UP溶接法(Unter-Pulver-Schweiss-Verfahren; パウダー溶接法)を使用する点について記載されている。この場合、ディスクは別のディスクに相次いで接合され、次のディスクが水平方向で軸方向に組み付けられる前に、予熱、前溶接及び仕上げ溶接が行われ、この過程が繰り返される。この公知の明細書によれば、焼きなまし炉の大きさは、それぞれ仕上げ溶接のための前溶接後の、積み重ねディスクの新たな長さに合わせる必要があるか、若しくは次第に大きくなるロータ長さに合わせる必要があると、記載されている。何故ならば、すべての製作段階は1つの共通の装置において実施されるからである。また、前記スイス国特許第595011号明細書には、それぞれ2つの付加的なディスクが予熱され、かつ前溶接され、それによってUP溶接法でそれぞれ2つの溝を同時に充填できる、と記載されている。何故ならばUP溶接法は、非常に長い時間がかかるからである。従って焼きなまし炉の大きさは、それぞれ一度に2つのエレメント(ディスク)の分だけ増大することになる。すべてのディスクが順次溶接結合された後で、最後に、ロータは応力除去焼きなまし法で焼きなまし処理され、次いで超音波検査が行われる。

20

30

【0006】

発明の開示

本発明の課題は、従来技術による欠点を克服する、ロータのための製作プロセスを開発することである。

【0007】

この課題を解決した本発明によれば、円板形及び/又はドラム形の複数のエレメント、特に複数のディスクを互いに溶接してロータを製作するための方法が提供されており、この場合、1つの装置によって前記複数のディスクをこれらのディスクの長手方向軸線Aに沿って軸方向で互いにつなぎ合わせ、2段階の溶接法で溶接されるようになっている。本発明の第1実施例によれば、複数のディスクを垂直方向で軸方向に積み重ねるようにした。次いで、積み重ねたこれらのディスクを垂直に保持した状態で第1の溶接法を実施し、それに続いて、この第1の溶接法とは異なる第2の溶接法を、積み重ねたこれらのディスクを水平に保持した状態において実施するようにした。

40

【0008】

ディスクを垂直に保持した状態とは、複数のディスクの長手方向軸線が垂直方向に整列されているということであり、これに対してディスクを水平に保持した状態とは、複数のディスクの長手方向軸線が水平方向に整列されている、ということである。従って、複数のディスクは、同軸的に垂直方向で互いに上下に積み重ねられる。

【0009】

本発明の核心は、ロータエレメントを2段階で溶接結合する方法を含有し、この場合、

50

異なる製作段階がロータ長手方向軸線の異なる整列方向で実施される、ロータ製作法を提供した、という点にある。

【0010】

本発明の製作法によって、鍛造法によるモノブロック軸よりも大きい寸法を有するロータを提供することができる。大きいロータ寸法を得るためには、従来技術のものとは異なり、個別の製作装置を設計するだけよい。

【0011】

本発明の有利な実施態様によれば、第1の溶接法として、ルート溶接特に有利にはタングステン-不活性ガス溶接を用い、第2の溶接法として、フィラー溶接有利にはサブマージドアーク溶接、特に有利にはダブルワイヤ-タンデム微小ギャップ法を用いるようにした。ルート溶接法においては、主に、2つの隣接し合うディスク間の溝は、積み重ねディスクを傾倒させることができるように、溝の奥だけが、つまりディスクの中央孔の近傍だけがシールされる。溝の大部分は、前溶接後に充填されずに残っている。溝は、フィラー溶接において充填されるが、これは一般的に少なくとも1つの溶接ワイヤの形の補助材を用いて行われる。

10

【0012】

ロータは有利な形式で、第2の溶接法の後、及び場合によっては旋削加工後に、焼きなまし処理され、有利な形式で追加的に品質検査が実施される。品質検査は例えば超音波によって実施される。

【0013】

20

本発明の別の有利な実施例によれば、複数のディスクが水平位置で前旋削され、次いで所定の大きさ及び長さが得られるまで複数のディスクが垂直方向で互いに積み重ねられる。つなぎ合わされた複数のディスクの長手方向軸線がまだ垂直保持状態にある間に、第1の溶接法だけが実施される。次いで、第1の溶接法によって前溶接され、かつ積み重ねられたディスクが、水平位置に再び傾倒され(傾けて倒され)、この場合、ディスクの長手方向軸線Aが水平に位置する状態で、積み重ねられた複数のディスクに第2の溶接法が実施される。

【0014】

第2の方法段階に続いて、積み重ねられ、かつ前溶接されたディスクが再び垂直位置にもたらされ、複数のディスクの長手方向軸線Aを垂直位置に整列させた状態で複数のディスクが特に応力除去焼きなまし法で熱処理され、この際に、熱処理は、有利な形式で焼きなまし炉内で行われるか又は局所的に行われる。

30

【0015】

熱処理後に、本発明の別の有利な実施例に従って、互いに溶接された複数のディスクが再び水平位置に傾けて倒され、複数のディスクの長手方向軸線Aを水平位置に整列させた状態で、これらの複数のディスクが旋削され、かつ有利な形式で追加的に、特に超音波によって品質検査される。

【0016】

本発明の別の有利な実施例によれば、積み重ねた複数のディスクを溶接結合してロータを形成した後で、該ロータを応力除去焼きなまし法で焼きなまし処理し、この際に、2段階の溶接法を実施する間に発生する溶接シームだけを焼きなまし処理し、この際に、特に誘導エレメント及び/又は抵抗エレメントを使用するようにした。これによって、大きい焼きなまし炉を使用することは避けられ、ひいては製作プロセスにおける経済的な節約が得られる。

40

【0017】

また、ロータは、最後の製作段階において、超音波による品質検査が行われる。この超音波による品質検査は、有利には局所的に、特に有利には溶接シームの箇所だけで行われる。従って、ロータ全体の大きさに合わせた大型の焼きなまし炉を使用する必要はない。これによって、コストの節約が得られる。

【0018】

50

本発明の有利な実施態様によれば、第1の溶接法及び/又は第2の溶接法において、少なくとも1つの補助ワイヤが使用される。この溶接ワイヤとして形成された補助材は、ロータ若しくはワイヤ又は鍛造されたエレメントのベース材料から引き抜き成形されている。このような均質性は特に有利である。溶接ワイヤのベース材料及び/又は材料は、有利には、「耐熱性低合金のスーパークリーン - NiCrMo - Type」である。

【0019】

本発明による方法は、冒頭に述べたように、すべての製作機械を、ロータの全長を受容できる程度の大きさに構成する必要がない、という利点を有している。本発明の別の有利な実施例によれば、ほぼ垂直に整列された製作装置及び、ほぼ水平に整列された製作装置が、ロータの全長を受容するのに適している。その他の製作装置はそれより小さくてよい。

10

【0020】

本発明の特に有利な実施態様によれば、ロータは、複数のディスクから前もって製造された2つのロータ半部を溶接結合されるようになっていて、別の有利な実施態様によれば、有利な形式で少なくとも2つ、有利には3つ乃至10個、特に有利には5つ乃至7つのディスクをつなぎ合わせて1つのロータ半部を形成するようにした。複数のディスクは、有利な形式で垂直位置に整列された状態で、ロータ半部の所定の長さが得られるまで互いに積み重ねられる。このように組み立てられたロータ半部は、有利な形式で請求項1から7までのいずれか1項記載の方法に従って製作される。この場合、各ロータ半部は、ベース部と本体とを有しており、第1のロータ半部のベース部が、第2のロータ半部のベース部に溶接されるようになっていて、

20

【0021】

有利な形式で、ロータは、2段階の溶接法で前もって製造された2つのロータ半部を互いに溶接結合することによって形成される。この場合、第1の溶接法が、ロータ半部の長手方向軸線を垂直方向に整列させた状態で実施され、第2の溶接法が、ロータ半部の長手方向軸線を水平方向に整列させた状態で実施される。2つのロータ半部を結合するために、まずルート溶接有利にはタングステン - 不活性ガス溶接が実施され、次いでフィラー溶接有利にはサブマージド溶接が実施される。

【0022】

2つのロータ半部が1つのロータに互いに溶接結合される、本発明の別の有利な実施態様によれば、2つのロータ半部から組み立てられたロータが垂直に整列された状態で第1の溶接法で前溶接され、前溶接されたロータが水平位置に傾け倒され、水平に整列された状態で第2の溶接法で後加工されることを特徴としている。次いでロータは再び垂直位置に傾けられ、この場合、ロータは垂直に整列された状態で、局所的な箇所だけ、特に有利には溶接された箇所だけが応力焼きなまし法で焼きなまし処理される。熱処理の前に、ロータは場合によっては追加的に旋削される。この場合、旋削は、対応の機械の整列状態に応じて、ロータの水平位置で又は垂直位置で実施される。

30

【0023】

本発明の特に有利な実施態様によれば、ロータは、同じ長さの2つのロータ半部より成っている。しかしながら、ロータを、異なる長さを有する2つのロータ半部から組み立てることも可能である。つまりロータを、例えば異なる数のディスクから組み立てるようにしてもよい。

40

【0024】

本発明による複数段階の製作プロセスは、特に、前もって製造されたロータ半部より成るロータを製作するために適している。ロータ半部は、有利な形式で、前旋削され、かつ加工された個別の複数のディスクを互いに溶接結合することによって製作される。これは、別のロータ半部の製作と並行して段階的に行われる。各ディスクの前旋削、ロータ半部への組み立て、各ロータ半部の前溶接、仕上げ溶接、及び熱処理の加工段階は、有利な形式で、前もって製造されたロータ半部が1つのロータに溶接結合される前に、完全に終了され、ロータは全体として製作プロセスの最後になって初めて後加工される。

50

【 0 0 2 5 】

有利な形式でルート溶接、特に有利にはW I G溶接法である第 1 の溶接法においても、また有利な形式でフィラー溶接法、特に有利にはU P溶接法である第 2 の溶接法においても、補助材例えば補助ワイヤを使用すれば、有利である。このような溶接ワイヤは、有利な形式で、各鍛造部分例えばディスクと同じ材料より成っている。従って、ワイヤは、ロータエレメント若しくは溶接されたジェネレータのエレメントのベース材料から引き抜き成形される。ベース材料が、いわゆる「耐熱性低合金のスーパークリーン - N i C r M o - T y p」であれば、特に有利である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】各ディスクの前旋削段階若しくは第 1 の製作段階を示す概略図である。

【 図 2 】各ディスクからロータ半部を形成する段階若しくは第 2 及び第 2 の製作段階、並びにティグ溶接法でロータ半部を前溶接する第 1 の溶接プロセスを示す概略図である。

【 図 3 】サブマージドアーク溶接法で前溶接されたロータ半部を後加工する第 2 の溶接プロセス若しくは第 4 の製作段階を示す概略図である。

【 図 4 】前もって製造されたロータ半部を応力除去焼きなまし炉内で熱処理するための若しくは第 5 の製作段階の概略図である。

【 図 5 】第 6 及び第 7 の製作段階若しくはロータ半部の最終処理段階、及び超音波による品質検査を示す概略図である。

【 図 6 】第 8 及び第 9 の製作段階若しくは 2 つのロータ半部から 1 つのロータを組み立てる段階、及び 2 つのロータ半部の接触面に前溶接する段階を示す概略図である。

【 図 7 】ロータの第 1 0 の製作段階若しくは溶接完成段階を示す概略図である。

【 図 8 】第 1 1 及び第 1 2 の製作段階、若しくはロータの局所的な熱処理段階及び品質検査を示す概略図である。

【 0 0 2 7 】

図 1 は、第 1 の部分若しくは個別のディスクを前旋削する第 1 の製作段階の概略図を示す。ディスクとは、ロータ 2 の長手方向軸線 A におけるロータ 2 の軸方向部分のことである。この場合、ディスクの軸方向長さは、ディスクの直径よりも大きいので、ディスクはドラム形のロータエレメントと称してもよい。ディスクは、有利な形式で中央に孔を有している。このようなディスクは、その長手方向軸線 A で軸方向に前旋削するために、ほぼ水平に機械に緊締されており、この場合、緊締は有利な形式で 2 つの緊締ジョー間で行われる。当該機械において緊締されている間、ディスクは有利な形式でその長手方向軸線を中心にして自由に回転可能である。

【 0 0 2 8 】

図 2 には、第 2 及び第 3 の製作段階、及び各ディスクのロータ半部 1 a の構造、並びに第 1 の溶接プロセスの概略図が示されている。前旋削されたディスクは、まず、ドイツ連邦共和国特許公開第 2 3 2 4 3 8 8 号明細書のものとは異なり、ほぼ垂直位置でディスクの長手軸線方向 A に沿って軸方向に互いに積み重ねられる。組み立てられたディスクの数は、ロータの大きさに応じて異なっている。一般的に少なくとも 2 個、有利には 3 乃至 1 0 個、特に有利には 5 乃至 7 個のディスクが積み重ねられ、次いで 1 つのロータ半部を形成する。各ディスクは、一般的にピラミッド状に垂直方向に積み重ねられる。複数のディスクは、それぞれ異なる直径を有してよい。有利な形式で、積み重ねられたディスクのうちの最も下にあるディスクが最大の外径を有している。図 2 には、ロータ寸法を明らかにするために左上に作業員が示されている。図面から分かるように、ロータ半部 1 a は、成人の身長約 5 倍の大きさを有している。平均的な成人の身長を約 1 . 6 0 m 乃至 1 . 8 0 m とすれば、ロータ半部 1 a , 1 b の軸方向長さは約 8 m 乃至 9 m である。しかしながら、ロータ半部 1 a , 1 b の軸方向長さは、組み合わせられるディスクの枚数、及び製作しようとする機械の大きさに応じて、約 2 m 乃至 1 2 m、有利には 4 m 乃至 1 0 m、特に有利には約 7 m 乃至 9 m であってよい。従って全ロータ 2 の長さは、4 m 乃至 2 4 m、有利には 8 m 乃至 2 0 m、特に有利には 1 4 m 乃至 1 8 m である。この場合、ロータ半

10

20

30

40

50

部 1 a , 1 b とは、全ロータ 2 の長さの 50 % を有するロータの軸方向区分のことだけを意味するのではなく、全ロータ 2 のその他の部分（軸方向区分以外の部分）のロータ区分の構成も意味する。従って、必ずしも、ロータ 2 を同じ長さの 2 つのロータ半部 1 a , 1 b より組み合わせたものから構成する必要はなく、ロータ半部 1 a , 1 b において、一方の半部が、他の半部よりも多くのディスク又は少ないディスクを有する構成であってもよい。

【 0 0 2 9 】

円筒形のディスクの中央にはオフセット (Versatz) が配置されている。つまり、1 つのディスクがその上側に、中央の環状の突起若しくは固定リップを有しており、この環状の突起若しくは固定リップは、垂直方向で上側に載置された別のディスクの下面に設けられた対応する中央の環状の切欠又は溝内に嵌め込まれている。この上側に載置された別のディスクは、やはりその上面に環状の突起を有しており、この環状の突起は、垂直方向で上側に載置されたその次のディスクの下面に設けられた対応する環状の切欠内に嵌め込まれる。しかしながらこれらのディスクの積み重ねは、上下に隣接し合うディスク間の、その他の積み重ね可能な相補的な構造に従って行ってもよい。

10

【 0 0 3 0 】

互いに上下に重なり合う隣同士の 2 つのディスク間の溶接しようとする溝は、円筒形ディスクの半径方向で測定して、一般的に深さが約 100 ~ 500 mm、有利には 250 ~ 400 mm、特に有利には約 300 mm である。軸方向の溝幅は、約 10 ~ 30 mm、有利には約 20 mm である。

20

【 0 0 3 1 】

ほぼ垂直位置にある各ディスクの固定リップは、第 1 の溶接プロセスで前溶接プロセスによって溝の深さ位置において溶接される。このような、ルート溶接に相当する第 1 の溶接プロセスは、有利な形式で自動的なタングステン - 不活性ガス溶接法 (ティグ溶接) である。隣接し合う 2 つのディスク間におけるオフセットのオーバーラップによって、有利な形式で補助材としての少なくとも 1 つの溶接ワイヤと共に溶接材料が提供される。溶接プロセスは、約 10 m ~ 30 mm の環状の残留溝を除いて実施される。2 つの隣接し合うディスク間の溝は、9 ~ 15 mm 幅の環状溝を除いて補助材で満たされる。従って、幅の広い環状溝はほぼ空である。これによって、前溶接は、「積み重ねディスク」を水平位置に傾き倒す操作を準備するために役立つ。中央の孔を取り囲む環状のシームはシールされ、各ディスク間の溝の深さ内において隣接し合うディスクは一時的に保持されるので、「積み重ねディスク」は崩れることなしに傾倒させることができる。

30

【 0 0 3 2 】

タングステン - 不活性ガス溶接 (W I G 溶接 ; Tungsten-Inert-gas-Welding、T I G 溶接とも称される) においては、熱源として使用されるアークは、溶融しないタングステン電極とワークとの間で燃焼する。不活性保護ガスによって、溶融された溶接材料は、周囲の空気に対して保護される。本発明に従って W I G 溶接を使用する場合、溶接しようとするエレメントのベース材料と同じ材料より成る中実ワイヤが補助材として供給される。

【 0 0 3 3 】

図 3 に概略的に示された第 4 の製作段階において、上述の有利な形式で W I G 溶接法によって前溶接されたロータ半部は、フィラー溶接法、有利にはパウダー溶接法 [U P 溶接 ; 英語では Submerged-Arc-Welding (サブマージド溶接法) , SAW 溶接] による第 2 の溶接プロセスで後加工される。このために、前溶接されたロータ半部は、垂直位置から、ほぼ水平な位置へ傾倒される。W I G 溶接法後に残った環状溝若しくは狭い溝又はフィラーシーム (充填シーム) の充填は、有利な形式でコンピュータ制御により行われ、また有利な形式で、2 本のワイヤを有する狭いギャップのための自動化された溶接及びシーム位置決めシステムによって行われる。つまり、有利な形式で、交流電流を用いたタンデム配置のダブルワイヤ微小ギャップ溶接が使用される。これらのワイヤは、有利な形式で、ベース材料と同じ材料、つまりディスクの材料から引き抜き成形されている。

40

【 0 0 3 4 】

50

パウダー溶接 [UP 溶接 ; 英語ではSubmerged-Arc-Welding (サブマージド溶接) , SAW 溶接] は、溶接パウダー中で燃焼するアークによって溶接補助材を溶融させる全機械式のアーク溶接法である。溶融されたパウダーは、スラグ層として溶融池に空気が侵入しないように保護し、溶接シームの質を改善する。特に、本発明によるUP 溶接法は、UP 微小ギャップ溶接プロセスとして構成された、タンデム配置のダブルワイヤ溶接に関する。UP 溶接法は、アークはパウダー層内で燃焼し、少量のガスが解放されるだけであるので、排気ガスを発生しないという利点を有しており、また熱効率が高く、故障原因が少ないという利点も有している。

【0035】

次いで、溶接が終わり、場合によって旋削されたロータ半部が、図4に概略的に示した第5の製作段階で、熱処理(英語では: Post-Welding-Heat-Treatment, PWHT)される。これは有利な形式で焼きなまし炉内で応力除去焼きなましの形で行われる。

【0036】

応力除去焼きなましは、溶接若しくは、それに続いて行われる不規則的な冷却によって発生する、鉄骨構造の内部応力を除去させるために用いられる。応力除去焼きなまし作業を省くと、このような内部応力は、さらなる処理及び/又は次いで行われる熱処理において、ねじれに基づいて幾何学的な変形又は破壊を生ぜしめる原因となる。応力除去焼きなましにおいて、その他の材料特性、例えば強度及び延性が著しく変化することはない。応力除去焼きなましは、大抵の場合、500 ~ 750 の温度、有利には550 ~ 650 の温度で行われ、この場合、材料は、応力を相応に塑性降伏開始させる。焼きなましに続いて、炉内でコントロールされた緩やかな冷却が行われる。溶接時に、ディスクと同じ材料より成る溶接ワイヤを補助材として使用することによって、焼きなまし時に可能な限り均質な状態が得られる、という利点がある。

【0037】

この熱処理後に、処理済みの前もって製造されたロータ半部が新たに、水平位置に倒される(図5参照)。この水平位置において、ロータ半部は、場合によっては最終処理され、かつ超音波による品質検査(英語では: Nondestructive Testing 「非破壊検査」 , NDT-inspectons 「NDT検査」)(第6及び第7の製作段階)が行われる。ロータ半部をジュール式に製作することによって、ここで確認される欠陥を、当該のロータ半部において個別に早期に検出し、かつ修理することができる。

【0038】

以上説明した製作段階は、有利な形式で各ロータ半部において実施される。換言すれば、このような形式で、ロータ半部を並行する方法で前もって製造することができるか、若しくは各ロータ半部を、図1から図5に示した先行する製作段階で完成することができる。

【0039】

図6は、前もって製造された2つのロータ半部が組み立てられる、第8の製作段階の概略図を示す。この製作段階は、有利な形式で、図2に示した第2及び第3の処理段階と同じ装置で実施される。この場合、2つのロータ半部は、互いに"back-to-back 「背中合わせ」"で組み立てられる。つまり、一方のロータ半部のベース部が、他方のロータ半部のベース部に突き合わせられている。ベース部とは、第2の製作段階で形成される「積み重ねディスク」の最も下に位置する第1のディスクの下側のことである。

【0040】

この垂直位置において、第9の処理段階で、2つのロータ半部間の接触面の間の溝が前溶接される。これは有利な形式で、ロータ半部の製作時と同様に、若しくは自動式の「積み重ねディスク」のWIG溶接法における溶接と同様に、行われる。

【0041】

図7に示された次の製作段階若しくは第10の製作段階を実施するために、2つのロータ半部から組み立てられたロータは、再びほぼ垂直な位置から、ほぼ水平な位置へ傾け倒される。次いでロータは、この水平な位置において、前述のように新たなフィラー溶接法

10

20

30

40

50

で仕上げ溶接される。この最後の溶接プロセスは、有利な形式で、複数の個別のディスクより成る複数の個別のロータ半部を製造する第2の溶接プロセス、つまり有利な形式でUP溶接法に相当する。

【0042】

最後に、図8に概略的に示されているように、第11及び第12の製作段階が実施される。ここでは、ロータは特別にその溶接領域が局所的に熱処理される。この場合、有利な形式で使用される応力除去焼きなまし法は、この熱処理される箇所において、ロータ半部を焼きなまし炉内で熱処理する際に実施されるように、ワーク全体が処理されるのではなく、ロータの局所的な箇所だけが処理される。応力除去焼きなましの集中は、誘導 - 及び抵抗エレメントによって得られる。このために、従来の応力除去焼きなましにおけるような大きい熱処理は必要ない。この熱処理に続いて、場合によっては、ロータの旋削加工若しくは仕上げ加工が行われる。

10

【0043】

追加的に、有利な形式で超音波によって行われる、最終的な品質検査(NDT - 検査)が実施される。

【符号の説明】

【0044】

- 1 a 第1のロータ半部
- 1 b 第2のロータ半部
- 2 ロータ
- 3 緊締装置
- 4 旋盤機械
- 5 ルート溶接のための第1の溶接機、ティグ溶接機
- 6 フィラー溶接のための第2の溶接機、サブマージド溶接機
- 7 応力除去焼きなましのための焼きなまし炉
- 8 局所的な応力除去焼きなまし装置
- 9 固定リップの接触側
- 10 誘導及び/又は抵抗エレメント
- 11 第1のロータ半部1a / 第2のロータ半部1bのベース部
- 12 第1のロータ半部1a / 第2のロータ半部1bの本体
- A 第1のロータ半部1a及び第2のロータ半部1bの長手方向軸線
- L 第1のロータ半部1a又は第2のロータ半部1bの長さ
- L ロータ2の長さ

20

30

【 図 1 】

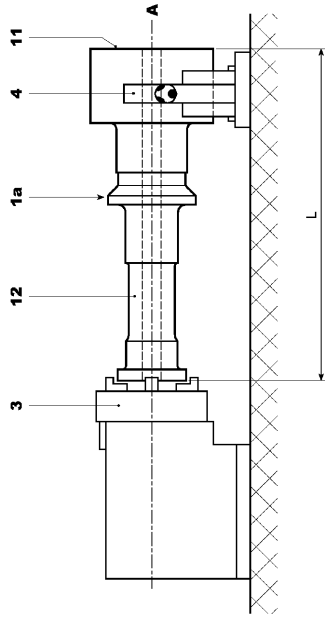


FIG. 1

【 図 2 】

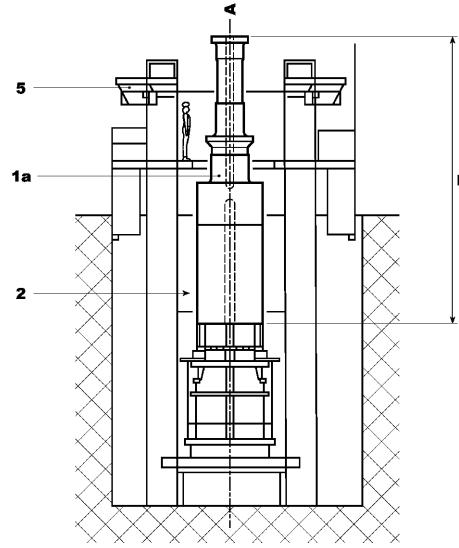


FIG. 2

【 図 3 】

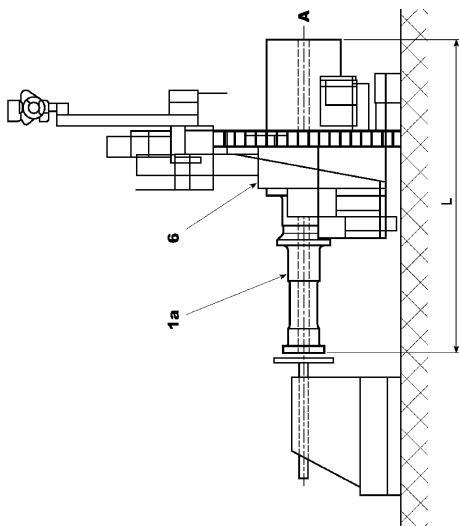


FIG. 3

【 図 4 】

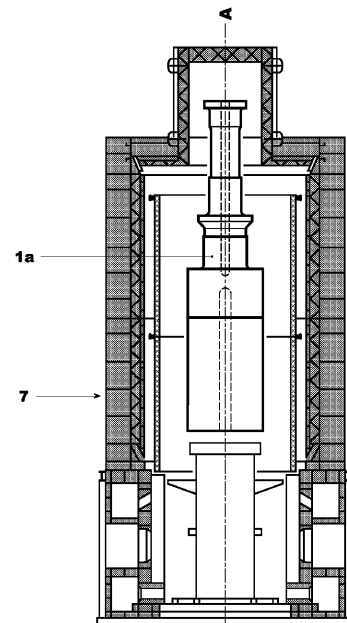


FIG. 4

【 図 5 】

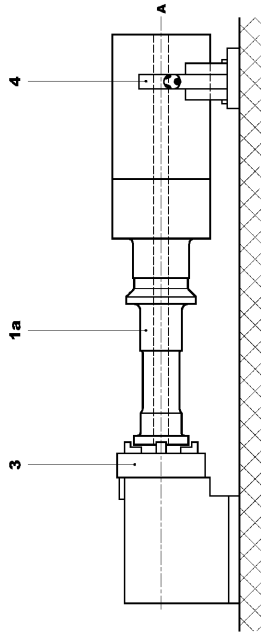


FIG. 5

【 図 6 】

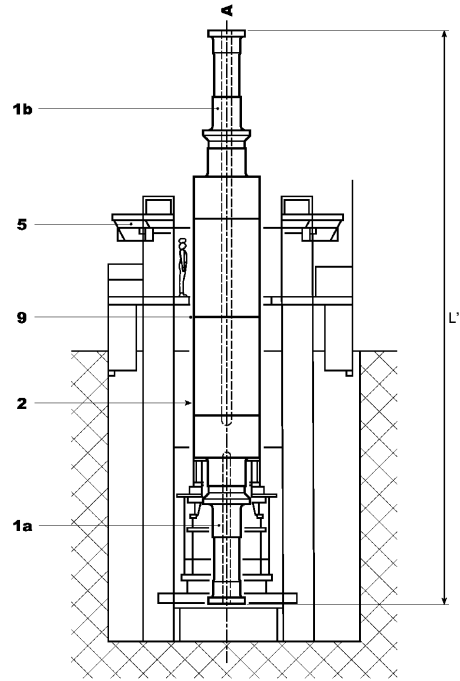


FIG. 6

【 図 7 】

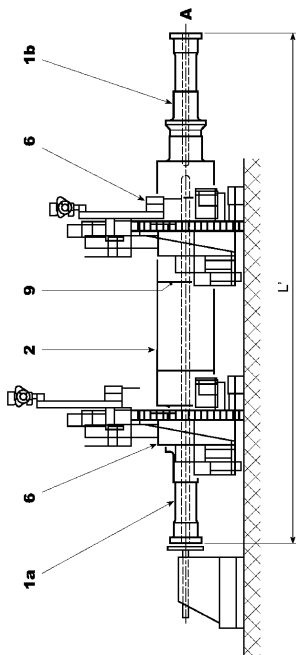


FIG. 7

【 図 8 】

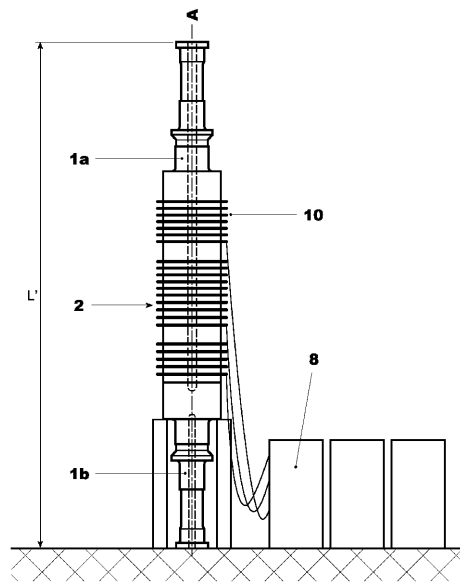


FIG. 8

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
B 2 3 K 9/18 (2006.01)		B 2 3 K 28/02	
B 2 3 K 31/00 (2006.01)		B 2 3 K 9/167	A
		B 2 3 K 9/167	E
		B 2 3 K 9/18	A
		B 2 3 K 31/00	B
		B 2 3 K 31/00	L

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 ゴーリン ケラー

スイス国 オーバーロー＝アドルフ シュタイクシュトラッセ 20

(72)発明者 アンドレアス ハルトマン

スイス国 シンツナハ＝ドルフ アウサードルフシュトラッセ 15

審査官 田合 弘幸

- (56)参考文献 特開平07-214308(JP,A)
 特開2007-278064(JP,A)
 特開2004-211187(JP,A)
 特開昭62-034671(JP,A)
 特開昭55-027434(JP,A)
 特開昭53-005045(JP,A)
 特開昭52-073142(JP,A)
 特開平07-171681(JP,A)
 特開2006-045597(JP,A)
 特開平03-133593(JP,A)
 特開2003-154454(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 K 9 / 0 0 - 9 / 3 2