

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4679802号
(P4679802)

(45) 発行日 平成23年5月11日(2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int.Cl.

B23K 20/06 (2006.01)

F1

B23K 20/06

請求項の数 5 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-60373 (P2003-60373)	(73) 特許権者	509026976
(22) 出願日	平成15年3月6日(2003.3.6)		ダナ オートモーティブ システムズ グループ エルエルシー
(65) 公開番号	特開2004-34155 (P2004-34155A)		Dana Automotive Systems Group, LLC
(43) 公開日	平成16年2月5日(2004.2.5)		アメリカ合衆国 43697-1000
審査請求日	平成18年3月6日(2006.3.6)		オハイオ州 トレド ピーオー ボックス 1000
(31) 優先権主張番号	60/362215	(74) 代理人	100068755
(32) 優先日	平成14年3月6日(2002.3.6)		弁理士 恩田 博宣
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人	100142907
			弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気パルス溶接法による2つの金属部品の固定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) 第1部分及び第2部分を有する第1金属部品を提供する工程であって、第1部分は第2部分から軸方向に延びるとともに、第2部分に向けて小径化するテーパ部を有し、それにより第2部分は第1部分との間に段差を形成する環状のショルダーを有する、前記工程と、

(b) 端部を有する円筒状の第2金属部品を提供する工程と、

(c) 前記第1金属部品の第1部分の周りに同第1部分に対して軸方向と直交する方向から見て重なるように前記第2金属部品の端部を配置する工程と、

(d) 前記第2金属部品の端部及び前記第1金属部品の第1部分の周りにインダクタを配置する工程と、

(e) 前記インダクタに向かう空気および汚染物質の大きな流れを発生させないように、前記第2金属部品の端部と前記第1金属部品の第1部分とを、それらの間に閉塞された環状の間隙が形成されるように固定すべく、磁気パルス溶接作業を実施するために前記インダクタに通電する工程とからなり、

前記第1部分は、前記ショルダーと前記テーパ部との間に、ショルダー側のテーパ部の端部よりも大径である環状の凸状部を有し、同凸状部の周りに前記第2金属部品の端部を配置した状態で前記磁気パルス溶接作業を実施する、第1金属部品及び第2金属部品を互いに固定するために磁気パルス溶接作業を実施するための方法。

【請求項2】

10

20

前記凸状部はその内部に、同凸状部の機械的強度を低下させる溝を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記凸状部は、前記ショルダーから離れる方向に向かって小径化するテーパ状の外周面と、同外周面の端部から前記第 1 金属部品の回転軸に対して径方向内側に延びる端面とを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記凸状部は、前記ショルダーから離れる方向に向かって小径化するテーパ状の外周面と、同外周面の端部から前記ショルダーに向かって小径化するテーパ状の面とを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

(a) 第 1 部分及び第 2 部分を有する第 1 金属部品を提供する工程であって、第 1 部分は第 2 部分から軸方向に延びるとともに、第 2 部分に向けて小径化するテーパ部を有し、それにより第 2 部分は第 1 部分との間に段差を形成する環状のショルダーを有する、前記工程と、

(b) 端部を有する円筒状の第 2 金属部品を提供する工程と、

(c) 前記第 1 金属部品の第 1 部分及び第 2 部分の周りに同第 1 部分及び第 2 部分に対して軸方向と直交する方向から見て重なるように前記第 2 金属部品の端部を配置する工程と、

(d) 前記第 2 金属部品の端部並びに前記第 1 金属部品の第 1 部分及び第 2 部分の周りにインダクタを配置する工程と、

(e) 前記インダクタに向かう空気および汚染物質の大きな流れを発生させないように、前記第 2 金属部品の端部と前記第 1 金属部品の第 1 部分及び第 2 部分とを、それらの間に閉塞された環状の間隙が形成されるように固定すべく、磁気パルス溶接作業を実施するために前記インダクタに通電する工程とからなる、第 1 金属部品及び第 2 金属部品を互いに固定するために磁気パルス溶接作業を実施するための方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に、車両用ドライブシャフトアセンブリにおけるヨーク及びドライブシャフトチューブなどの 2 つの金属部品を固定するために磁気パルス溶接法を使用することに関する。より詳細には、本発明は、磁気パルス溶接作業を実施しつつ、磁気パルス溶接作業によるインダクタの損傷を防止するための改善された方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

今日使用されている陸上用車両の多くでは、車両の少なくとも 1 つの車輪を回転可能に駆動するために、エンジン／トランスミッションアセンブリの出力軸からの回転力を軸アセンブリの入力軸に伝えるパワートレインシステムが使用される。これを実現するために、典型的な車両用パワートレインアセンブリは、対向する端部に固定された第 1 及び第 2 のエンドフィッティング（チューブヨークなど）を有する中空の円筒式のドライブシャフトチューブを備える。第 1 エンドフィッティングは、エンジン／トランスミッションアセンブリの出力軸からの回転可能な駆動力をドライブシャフトチューブに伝えるとともに、これら 2 つのシャフトの回転軸間の小さなずれを吸収する第 1 自在継手部を構成する。同様に、第 2 エンドフィッティングは、ドライブシャフトチューブからの回転可能な駆動力を軸アセンブリの入力シャフトに伝えるとともに、これら 2 つのシャフトの回転軸間の小さなずれを吸収する第 2 自在継手部を構成する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

この一般的なタイプの車両用ドライブシャフトアセンブリにおいては、通常、第 1 及び第

10

20

30

40

50

2 エンドフィッティングをドライブシャフトチューブの両端に恒久的に固定する必要がある。これまでは、従来の溶接法を使用して、第1及び第2エンドフィッティングがドライブシャフトチューブの両端に恒久的に接合されてきた。公知のように、従来の溶接法では、2つの金属部材の局所に熱が付加されて、2つの金属部材が接合される。この種の従来の溶接法では、圧が付与されることもあれば、溶加材が用いられることもある。従来の溶接法は、過去に満足のいく成果を挙げていたもの、第1及び第2エンドフィッティングをドライブシャフトチューブの両端に接合させるために使用するには、幾つかの不都合を抱えている。第一に、従来の溶接法では、上記したように2つの金属部材の局所に熱が付加される。局所的な熱付加によって、金属部材に望ましくない変形や欠陥が生ずるおそれがある。第二に、従来の溶接法は、同種の金属材料からなる部材の接合には適するもの、従来の溶接法によって異種の金属材料からなる部材を接合させるのは困難である第三に、従来の溶接法は、ゲージ（厚さ）の異なる部材の接合に容易に応用することができない。車両用ドライブシャフトアセンブリの製造は、通常、大量生産方式で行なわれるため、従来の溶接法の不都合を解消しつつ、これら金属部材を恒久的に接合するための改善された方法を提供することが望まれている。

10

【0004】

第1及び第2エンドフィッティングをドライブシャフトチューブの対向する端部に固定するための別法として、磁気パルス溶接が提唱されている。この手法では、まず、端部を有する中空のドライブシャフトチューブと、ネックを有するエンドフィッティングが提供される。エンドフィッティングのネックが同軸上に配置されるように、ドライブシャフトチューブ端部は中空であり得る。別法として、ドライブシャフトチューブ端部が入れ子式にエンドフィッティングの中に入るように、エンドフィッティングのネックが中空のこともある。いずれの場合も、ドライブシャフトチューブ端部とエンドフィッティングのネックとの間に環状の空隙が設けられる。次に、ドライブシャフトチューブ及びエンドフィッティングが重なる部分の周りに同軸上に、或いはこれらの内部に同心円状に、電気インダクタが設置される。インダクタに通電が行なわれて、磁場が生じる。この磁場によって、外側にある部材が内側に潰れて、内側部材と係合するか、或いは内側にある部材が外側に広がって外側部材と係合する。いずれの場合も、2つの部材が高速で衝突するとともに高圧がかかることで、これらが恒久的に接合される。隣接面のうちの1つがテーパ状をなす場合、インダクタに通電を行なうと、2つの部材が、テーパ状をなす面の一方の端から対向する端に向かって軸上に進行するように互いに衝突する。この種の斜め衝突は、磁気パルス溶接工程で高強度かつ高品質の溶接を達成するために通常必要とされる物理条件の1つである。

20

30

【0005】

上記したように、2つの部材は、接合される前に、隣接する面の間に環状の間隙が存在するように互いに離間される。この空隙には通常空気が充満している。また、2つの部材の隣接する面は、通常は酸化膜や油性汚染物質によって被覆されている。磁気パルス溶接（或いは他の任意の冷間溶接工程）による2つの部材の溶接強度を高めるには、隣接する面からこれらの膜及び汚染物質を除去する必要がある。

【0006】

インダクタに通電を行なってパルス電磁場を生成させると、2つの部材が高速で移動し、環状の間隙が急速に縮まり、この間隙に存在していた空気が外に向かって急速に流出する。表面どうしが高速でテーパ状をなす角度で衝突した領域には、次第に増大する空気の環状の流れが生成される。溶接される2つの部材の隣接する面が斜めに衝突する結果、環状の間隙から空気が流出する際に、非常に効率的な洗浄工程が自動的に行なわれる。特に、次第に蓄積する空気の環状の流れによって、溶接工程の実施直前に、2つの部材の隣接する面から酸化膜及び他の汚染物質が除去される。このような洗浄は最良の洗浄法である。

40

【0007】

この空気及び汚染物質の累積流は、大きなエネルギーを有しており、その速度は超音速に

50

達する。例えば、この流れが大気中に放出されると、雷鳴のような大きな音が発生する。累積流が、エンドフィッティングに形成されたショルダーや、磁気パルス溶接作業で使用する工具の1つ以上の面などの障害物に当たって偏向すると、この流れが磁場を生成するインダクタに向かうことがある。このような場合、絶縁部及びインダクタの他の素子が汚染されるか、或いはわずか数回の溶接サイクルで有害な影響を受けることがある。例えば、累積流の空気や他の成分が閉空間内に捕捉されて、体積が急激に減少すると、インダクタに設けられた絶縁部が相当速く劣化することがある。この現象は、インダクタ内で溶接される部材の事前組み立てを容易にするための停止部としてヨークショルダーが用いられるときなどに典型的にみられる。この場合、溶接された部材が端部において衝突し、気体が細分化され (gas breakdown)、ショルダーとチューブ端部との間の非常に狭い環状の間隙を通過する結果、非常に強力な二次流が生成される。この二次流も累積流と同様に環状をなし、高速かつ高温である。二次流は、軸方向に向かう累積流とは異なり、径方向に、すなわちインダクタ絶縁部と直交するように向かう。二次流は軸方向に極度に集中しており、環形状の鋭利なかみそりのように作用する。二次流は、数回の溶接サイクルの間に、インダクタ絶縁部を文字通り切断することがある。当然ながら、この現象は、インダクタの破壊につながりかねないため、製造工程において許容されない。

10

【0008】

この現象の発生を防止するために、磁気パルス溶接工程において、2つの部材が軸方向に重なる部分とインダクタとの間に、非金属製の環状のシールドを設置することが提案されてきた。磁気パルス溶接作業中に生成された高速の二次流は、シールドに衝突し、これによってインダクタが時期尚早な損傷から保護される。しかし、特に車両用ドライブシャフトアセンブリが製造される大量生産工程においては、この種のシールドの使用は、比較的時間を要し、このため比較的非効率であることが判明している。このため、漏出する累積流の発生と、インダクタに向かう二次流の発生を低減もしくは防止し、これによってインダクタの破壊につながりかねない部分的な磨耗及び破損からインダクタを保護しつつ、磁気パルス溶接作業を実施するための改善された方法を提供することが望まれる。

20

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、磁気パルス溶接作業によるインダクタの損傷を防止しつつ、車両用ドライブシャフトアセンブリ内のヨーク及びドライブシャフトチューブなどの2つの金属部品を固定するために磁気パルス溶接作業を実施するための改善された方法に関する。ヨークは、本体部などの第1部分と一对の対向するヨークアームなどの第2部分とからなる。ドライブシャフトチューブ端部はヨークの本体部の周りに同心円状に設けられる。インダクタは、ドライブシャフトチューブ端部とヨークの本体部とが重なる部分の周りに軸方向に設置される。磁気パルス溶接作業を実施するためにインダクタに通電が行なわれ、ドライブシャフトチューブ端部がヨークの本体部に固定されるが、インダクタに向かう大きな気流は生じない。このため、環状のショルダーを設けたヨークが成形されて、ドライブシャフトチューブ端部がショルダーに当接し、両者の間に環状の間隙が画定されることがある。必要に応じて、ヨークが環状の段差を有し、ドライブシャフトチューブ端部が環状の段差の周りに延びて、環状の間隙が画定されることがある。別法として、環状のショルダーを設けてヨークが成形され、ドライブシャフトチューブ端部が環状のショルダーの周りに延びて、両者の間に環状の間隙が画定されることがある。

30

40

【0010】

【発明の実施の形態】

添付の図面と照らし合わせて下記の好適な実施形態の詳細説明を読めば、本発明の種々の目的及び利点は、当業者にとって自明となるであろう。

【0011】

(好適な実施形態の詳細説明)

図面において、図1、2に、一般に参照符号20で示されるドライブシャフトチューブと一般に参照符号30で示されるエンドフィッティングの第1実施形態とを有する車両用ド

50

ライブシャフトアセンブリ 10 の一部が記載されている。エンドフィッティングをドライブシャフトチューブに固定し、車両用ドライブシャフトアセンブリの一部を形成する場合として本発明を記載及び図示しているが、本発明の方法は、任意の目的のために 2 つの金属部材を固定する例に応用可能なことが理解される。

【0012】

図中のドライブシャフトチューブ 20 は一般に中空の円筒形であり、6061T6 アルミニウムなどの任意の金属材料で成形され得る。好適には、ドラドライブシャフトチューブ 20 は、ほぼ一定の外径を画定する外側表面と、ほぼ一定の内径を画定する内側表面とを有する。したがって、図中のドライブシャフトチューブ 20 は、形状がほぼ円筒形でかつ壁面の厚みが均一であるが、これらは必須ではない。ドライブシャフトチューブ 20 は、端部面 22 で終端する端部 21 を有する。

10

【0013】

図中のエンドフィッティング 30 は、スチール又はアルミニウム合金など、ドライブシャフトチューブ 20 の金属材料の成形に使用したのと同じ金属材料又は別の金属材料からなるチューブヨークであり得る。エンドフィッティング 30 は、本体部 31 から第 1 軸方向の中に延びる一対の対向するヨークアーム 32 を有する本体部 31 を有する。一対の整合する開口部 33 が、ヨークアーム 32 を貫通して形成されており、自在継手クロス (universal joint cross) の通常のベアリングカップ (図示なし) を受容するように適合される。必要に応じて、各開口部 33 の中に環状溝 33a (図 2 参照) を設けて、公知の方式で受け止め輪 (図示なし) によってこの内部にベアリングカップが保持され易くしてもよい。一般に、中空のネック 34 は、本体部 31 から軸方向に第 2 軸方向に延びる。ネック 34 の構造は、2002 年 3 月 6 日に提出され、本発明の譲受人が所有する同時継続出願番号第 60/362, 215 号に詳細に記載されている。同出願の開示は参照によりここに援用される。必要に応じて、環状溝 35 (図 2 参照) 又は類似する凹部を、エンドフィッティング 30 の内部に設けることができる。この環状溝 35 の目的は、2002 年 3 月 6 日に提出され、本発明の譲受人が所有する同時継続出願番号第 60/362, 150 号に記載されている。同出願の開示は参照によりここに援用される。

20

【0014】

図 3 に、エンドフィッティング 30 のネック 34 の構造をより詳細に示すが、この図は幾分強調して記載されている。本図に記載のように、エンドフィッティング 30 のネック 34 は、好適には、本体部 31 に隣接する外径の比較的小さな部分から最外部 34b まで外向きにテーパ状をなす第 1 テーパー部 34a を有する外側表面を備える。また、ネック 34 の外側表面は、最外部 34b からネック 34 の軸端部まで内向きにテーパ状をなす第 2 テーパー部 34c を備える。ネック 34 の外側表面の直径は、好適には本体部 31 の外径よりも小さい。これにより、エンドフィッティング 30 のネック 34 と本体部 31 との間に環状のショルダー 34d が画定される。

30

【0015】

ネック 34 の最外部 34b の直径は、必要に応じて、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 の内側表面によって画定される内径にほぼ等しいかあるいはこれより僅かに短い外径を画定する。このため、図 2, 3 に示すように、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 がエンドフィッティング 30 のネック 34 の周りに配置されると、この 2 つの部材は互いに正面を向いて配置される。しかし、ネック 34 の最外部 34b によって画定される外径は、必要に応じて、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 の内側表面によって画定される内径よりも短いこともある。このような場合、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 とエンドフィッティング 30 のネック 34 とを互いに正面を向いて配置するために、外部取り付け具 (図示なし) が提供されることがある。公知の方法によってエンドフィッティング 30 のネック 34 にドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 の軸を容易に取り付けられるように、ネック 34 の外側表面に第 2 テーパー部 34c が設けられることがある。中空のエンドフィッティング 30 のネック 34 の壁厚はほぼ均一であり得るが、これは必須ではない。エンドフィッティング 30 のネック 34a のテーパ状をなす外側

40

50

表面によって、下記で詳細に記述するように、磁気溶接工程の実施時に良好な成果成績が得られることが判明している。エンドフィッティング30のネック34の構造に関する詳細な説明は、Y a b l o c h n i k o vに付与された米国特許第5, 981, 921号に記載されている。同出願の開示は参照によりここに援用される。

【0016】

ドライブシャフトチューブ20の端部21をエンドフィッティング30のネック34に取り付ける際、通常は図2, 3に示すように、ドライブシャフトチューブ20の端面22がエンドフィッティング30のショルダー34dに当接するまで、ドライブシャフトチューブ20の端部21をエンドフィッティング30のネック34の上部に軸方向に移動させるが、これは必須ではない。ドライブシャフトチューブ20とエンドフィッティング30とがこのように組み立てられた場合、ドライブシャフトチューブ20の端部21の内側表面とエンドフィッティング30のネック34の外側表面との間に、環状の間隙又は空間（図3参照）が画定される。空隙36の大きさは、エンドフィッティング30のネック34の外側表面のテーパ形状の径寸法の変化に伴って変わるが、これは必須ではない。通常、この空隙36の径寸法は最大約5mmであるが、空隙36は任意の寸法を有し得る。好適には、空隙36は、ドライブシャフトチューブ20の端部21とエンドフィッティング30のネック34とが軸方向に重なる部分を中心とした円周上においてほぼ均一となるが、これは必須ではない。

10

【0017】

図2に、本発明の方法によってこの2つの部品を固定するために磁気パルス溶接作業を実施する前の、ドライブシャフトチューブ20とエンドフィッティングとを組み立て、その周りにインダクタ40を設置した状態を示す。インダクタ40は、Y a b l o c h n i k o vに付与された米国特許第4, 129, 846号に図示及び記載されているものなど、任意の形状を有するように成形してよい。同出願の開示は参照によりここに援用される。インダクタ40は、選択的に作動できるように、模式的に示した制御回路と結合されている。図2に示すように、インダクタ40の第1端子は第1導電体41に接続されており、インダクタ40の第2端子は、帯電スイッチ42を介して第2導電体43と接続されている。第1導電体41と第2導電体43との間には、複数の高電圧コンデンサ44又は類似のエネルギー貯蔵装置が接続されている。第1導電体41は、電源45と接続されており、第2導電体43は充電スイッチ46を介して電源45に接続されている。この制御回路の構造及び動作は、Y a b l o c h n i k o vに付与された米国特許第5, 981, 921号に詳細に記載されている。同出願の開示は参照によりここに援用される。

20

30

【0018】

磁気パルス溶接作業を実施するためのインダクタ40の動作は当業界で公知であり、その詳細に関してY a b l o c h n i k o vに付与された上記の米国特許第5, 981, 921号が参照される。しかし、簡潔に記載すると、まず、帯電スイッチ42を開き、充電スイッチ46を閉じることで、インダクタ40を作動させる。これにより、電源45から各コンデンサ44に電気エネルギーが伝達される。コンデンサ44が帯電し所定の電圧に達すると、帯電スイッチ46を開く。次に、帯電スイッチ42を閉じて、インダクタ40を作動させる。この結果、コンデンサ44から電流の高エネルギーパルスがインダクタ40を通して流れ、ドライブシャフトチューブ20の端部21を中心として強力かつ一時的な電磁場が生成される。

40

【0019】

図4に示すように、この電磁場によって、ドライブシャフトチューブ20の端部21の外側表面に非常に強力な力が加わり、端部21が内向きに潰れてエンドフィッティング30のネック34に高速で衝突する。図4の部分47に示すように、このときに生ずるドライブシャフトチューブ20の端部21内側表面とエンドフィッティング30のネック34外側表面との衝突により、両者が溶接すなわち分子的に結合される。溶接部47の大きさ及び位置は、種々の要因によって決まる。これらの要因には、空隙36の大きさ、ドライブシャフトチューブ20及びエンドフィッティング30の形成に使用した金属材料の寸法、

50

形状及び物性、インダクタ４０の寸法及び形状、ドライブシャフトチューブ２０の端部２１とエンドフィッティング３０のネック３４との衝突の角度及び速度などがある。図中の溶接部４７は、ドライブシャフトチューブ２０とエンドフィッティング３０とが最も良好な接合が得られる可能性のある最良の（prime）溶接部位の例に過ぎず、ドライブシャフトチューブ２０及びエンドフィッティング３０の他の部分が、この工程で溶接されることもある。

【００２０】

インダクタ通電４０に通電を行い、磁気パルス溶接作業を実施する前は、通常、ドライブシャフトチューブ２０の内側表面とエンドフィッティング３０の外側表面との間の環状の空隙３６の中には空気が充満している。また、ドライブシャフトチューブ２０の内側表面とエンドフィッティング３０の外側表面の近傍は、通常は酸化膜及び他の汚染物質によって被覆されている。２つの部材の磁気パルス溶接（或いは他の任意の冷間溶接工程）による溶接強度を高めるには、これらの膜及び汚染物質を隣接する面から除去する必要がある。上記したように、インダクタ４０に通電を行なってパルス電磁場を生成させると、ドライブシャフトチューブ２０の内側表面とエンドフィッティング３０の外側表面とが高速で移動する。高速の相対移動によって環状の間隙３６が急速に縮まり、空気や累積流の残りが閉空間内に捕捉されて、体積が急激に減少し、図４に示すように比較的小さくなる。このため、磁気パルス溶接作業中に、図４の４８に示すような高速かつ高温の二次流が、ドライブシャフトチューブ２０とエンドフィッティング３０との間から、外側に向かってほぼ径方向に噴射されることがある。通常、インダクタ４０は、磁気パルス溶接作業中に、ドライブシャフトチューブ２０及びエンドフィッティング３０の周りの比較的近傍に配置されているため、この二次流４８がインダクタ４０の内側表面と衝突することがある。この結果、インダクタ４０が時期尚早に磨耗及び損傷することがある。

【００２１】

本発明では、磁気パルス溶接作業の実施中に、インダクタ４０を時期尚早な磨耗及び損傷から保護するために、この高速の二次流４８を低減もしくは防止させるための別法を複数考察している。図５は、上記のようにインダクタ４０に通電が行なわれて、本発明の方法による磁気パルス溶接作業が実施された後の、ドライブシャフトチューブ２０及びエンドフィッティング３０の第１実施形態を示す。本図に記載のように、ドライブシャフトチューブ２０の端面２２は、潰れてエンドフィッティング３０のショルダー３４ｄ部分と係合している一方、上記したように、ドライブシャフトチューブ２０の端部２１の残りは、潰れてエンドフィッティング３０のネック３４の外側表面と係合している。この結果、磁気パルス溶接作業の実施前に空隙３６に存在していた空気と累積流の残りとは、ドライブシャフトチューブ２０の端部２１の内側表面と、エンドフィッティング３０のネック３４の外側表面と、エンドフィッティング３０のショルダー３４ｄの内側部分との間に画定される環状の間隙４９に少なくとも部分的に捕捉される。このため、環状の間隙４９に閉じ込められた空気と粒子とは、磁気パルス溶接作業中に、空隙３６から上記の高速の二次流４８のように高速で放出されることはない（或いは、少なくとも二次流４８のように高速に放出されることはない）。したがって、環状の間隙４９に閉じ込められた問題の空気及び粒子が、上記のようにインダクタ４０を破損することはなくなる。磁気パルス溶接作業の前又は作業中、或いはその他の任意の方法によって、エンドフィッティング３０を、このようなショルダー３４ｄと軸方向に係合させ、これによってドライブシャフトチューブ２０の端面２２が潰れて、エンドフィッティング３０のショルダー３４ｄと係合することがある。

【００２２】

図６は、図３と類似の拡大正面断面図であり、一般に参照符号３０'で示される、発明の方法において使用可能なエンドフィッティングの第２実施形態を示す。エンドフィッティング３０'の第２実施形態は、上記のエンドフィッティング３０の第１実施形態にほぼ類似しており、類似する構造には同一の参照符号が付されている。ただし、変形型エンドフィッティング３０'のネック３４は、その外側表面に形成された凹部５０を有する。図中

の実施形態においては、凹部 50 の形状は環状であり、ネック 34 の外側表面全体の周りに延びている。しかし、凹部 50 は必ずしもネック 34 の外側表面全体の周りに延びている必要はなく、外側表面の周りの一部に延びていてもよい。さらに、必要に応じて、個々の凹部 50 がネック 34 の外側表面に複数設けられることがある。図中の実施形態においては、凹部 50 は、ショルダー 34 d 近傍のネック 34 の外側表面に形成される。しかし、凹部 50 は、ネック 34 の外側表面の任意の位置に形成されることもある。

【0023】

図 7 は、図 4 の高速の二次流 48 の生成を低減もしくは防止するために、上記のようにインダクタ 40 に通電が行なわれて、本発明の方法による磁気パルス溶接作業が実施された後の、ドライブシャフトチューブ 20 及び変形型エンドフィッティング 30' を示す。本図に記載のように、ドライブシャフトチューブ 20 の端面 22 は潰れて、エンドフィッティング 30' のショルダー 34 d 部分と係合している一方、上記したように、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 の残りは、潰れてエンドフィッティング 30' のネック 34 の外側表面と係合している。この結果、磁気パルス溶接作業の実施前に空隙 36 に存在していた空気と累積流の残りとは、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 の内側表面と、変形型エンドフィッティング 30' のネック 34 の外側表面に形成された凹部 50 と、エンドフィッティング 30' のショルダー 34 d との間に画定される環状の間隙 51 に少なくとも部分的に捕捉される。上記したように、このように閉じ込められた空気と累積流の残りとは、環状の間隙 51 から上記の高速の二次流 48 のように高速で放出されることはなく（或いは、少なくとも二次流 48 のように高速に放出されることはなく）、このため、インダクタ 40 を破損することはない。

【0024】

図 8 は、図 3 と類似の拡大正面断面図であり、一般に参照符号 30'' で示される、本発明の方法において使用可能なエンドフィッティングの第 3 実施形態を示す。エンドフィッティング 30'' の第 3 実施形態は、上記のエンドフィッティング 30 の第 1 実施形態にほぼ類似しており、類似する構造には同一の参照符号が付されている。ただし、変形型エンドフィッティング 30'' のネック 34 は、その外側表面に形成された環状の段差 60 を有する。図中の段差 60 は、ほぼ径方向に外側を向き、かつわずかにテーパ状をなす表面 60 a を有し、これによって、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 をこの上部に取り付けて、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 がエンドフィッティング 30'' のネック 34 に正面を向いて配置され易くなる。これを実現するために、ほぼ径方向に外側を向いている表面 60 a は、例えば、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 の環状の内側表面に対して約 5°～約 9°の範囲の角度でテーパ状をなすことがある。

【0025】

また、図中の段差 60 は、ほぼ軸方向を向き、かつドライブシャフトチューブ 20 によって画定される回転軸と変形型エンドフィッティング 30'' とに対してほぼ径方向に延びる面 60 b を有する。図中の実施形態においては、段差 60 の形状は環状であり、ネック 34 の外側表面全体の周りに延びている。しかし、段差 60 は必ずしもネック 34 の外側表面全体の周りに延びている必要はなく、外側表面の周りの一部に延びていてもよい。図中の実施形態においては、段差 60 は、ショルダー 34 d 近傍のネック 34 の外側表面に形成される。しかし、段差 60 がネック 34 の外側表面の任意の位置に形成されることもある。

【0026】

図 9 は、図 4 の高速の二次流 48 の生成を低減もしくは防止するために、上記のようにインダクタ 40 に通電が行なわれて、本発明の方法による磁気パルス溶接作業が実施された後の、ドライブシャフトチューブ 20 及び変形型エンドフィッティング 30'' を示す。本図に記載のように、ドライブシャフトチューブ 20 の端面 22 は潰れて、エンドフィッティング 30'' の段差 60 と係合している一方、上記したように、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 の残りは、潰れてエンドフィッティング 30'' のネック 34 の外側表面と係合している。この作業の間に、段差 60 は、図 9 に示すように幾分変形する

ことがある。この結果、磁気パルス溶接作業の実施前に空隙 36 に存在していた空気と累積流の残りとは、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 の内側表面と、段差 60 と、変形型エンドフィッティング 30' のネック 34 の外側表面との間に画定される環状の間隙 61 に少なくとも部分的に捕捉される。上記したように、このように閉じ込められた空気と累積流の残りとは、空隙 61 から上記の高速の二次流 48 のように高速で放出されることはなく、このため、インダクタ 40 を破損することはなくなる。

【0027】

通常、エンドフィッティング 30' の第 3 実施形態を段差 60 に設けることで、上記のエンドフィッティング 30, 30' の第 1, 2 実施形態よりも、磁気パルス溶接作業の開始前に空隙 36 に存在していた空気及び累積流の残りの気密性が向上する。しかし、磁気パルス溶接作業中に、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 は、エンドフィッティング 30' の第 3 実施形態の段差 60 の軸方向に外側を向いている表面 60a に当初当接しているため（上記エンドフィッティング 30, 30' の第 1, 2 実施形態の場合のように径方向に内側に自由に移動することができず）、この段差 60 を設けたことにより、ドライブシャフトチューブ 20 の内側表面の内側部分が、磁気パルス溶接作業を達成するために十分な速度で、変形型エンドフィッティング 30' の外側表面に当接することを保証するために、付加的な電気エネルギーを消費しなければならない。

【0028】

磁気パルス溶接作業を実施するための付加的な電気エネルギーを極力低減させるために、エンドフィッティング 30' の第 3 実施形態の段差 60 に溝（図 8, 9 に破線で示される）を形成することがある。溝 62 は、エンドフィッティング 30' の周縁部の全周に形成してもよいし、その一部のみに形成してもよい。さらに、エンドフィッティング 30' の周縁部の周りに形成した複数の不連続な凹部として溝 62 を設けてもよい。溝 62 の目的は、段差 60 の機械的強度を低下させ、これによって磁気パルス溶接作業の実施時に、段差 60 の変形が容易に発生するようにすることにある。このような変形によって、磁気パルス溶接作業を実施するための付加的な電気エネルギーが極力低減される一方で、空隙 36 内の空気及び累積流の残りの気密性が向上する。

【0029】

図 10 は、図 3 と類似の拡大正面断面図であり、一般に参照符号 30' で示される、本発明の方法において使用可能なエンドフィッティングの第 4 実施形態を示す。エンドフィッティング 30' の第 4 実施形態は、上記のエンドフィッティング 30 の第 1 実施形態にほぼ類似しており、類似する構造には同一の参照符号が付されている。ただし、変形型エンドフィッティング 30' のネック 34 は、その外側表面に形成された変形型段差 70 を有する。変形型段差 70 は、ほぼ径方向に外側を向いている上記の表面 60a と同様に、ほぼ径方向に外側を向き、かつわずかにテーパ状をなす表面 70a を有し、これによって、ドライブシャフトチューブ 20 の端部 21 をこの上部に取り付け易くなる。また、変形型段差 70 は、ほぼ軸方向を向いており、かつドライブシャフトチューブ 20 によって画定される回転軸及び変形型エンドフィッティング 30' に対してやや凹状に角度をなす面 70b を有する。例えば、ほぼ軸方向を向いている面 70b は、ドライブシャフトチューブ 20 によって画定される回転軸及び変形型エンドフィッティング 30' に対して、約 30°～約 60°の範囲の角度でテーパ状をなす。図中の実施形態においては、変形型段差 70 の形状は環状であり、ネック 34 の外側表面全体の周りに延びている。しかし、変形型段差 70 は必ずしもネック 34 の外側表面全体の周りに延びている必要はなく、外側表面の周りの一部に延びていてもよい。

【0030】

図 11 は、図 4 の高速の二次流 48 の生成を低減もしくは防止するために、上記のようにインダクタ 40 に通電が行なわれて、本発明の方法による磁気パルス溶接作業が実施された後の、ドライブシャフトチューブ 20 及び変形型エンドフィッティング 30' を示す。本図に記載のように、ドライブシャフトチューブ 20 の端面 22 は潰れて、エンドフィッティング 30' の変形型段差 70 と係合している一方、上記したように、ドラ

イブシャフトチューブ20の端部21の残りは、潰れてエンドフィッティング30' ' 'のネック34の外側表面と係合している。図11に示すように、この作業の間に、変形型段差70は、幾分変形することがある。この結果、磁気パルス溶接作業の実施前に空隙36に存在していた空気と累積流の残りとは、ドライブシャフトチューブ20の端部21の内側表面と、変形型段差70と、変形型エンドフィッティング30' ' 'のネック34の外側表面との間に画定される環状の間隙71に少なくとも部分的に捕捉される。上記したように、このように閉じ込められた空気と累積流の残りとは、空隙71から上記の高速の二次流48のように高速で放出されることはなく、このため、インダクタ40を破損することはない。

【0031】

変形型段差70は凹形状を有しているため、変形型段差70に（上記の図8，9に示す段差60の溝62のような）溝を設ける必要もなく、溝が必須となるわけでもない。しかし、必要に応じて、変形型段差70にこのような溝を設けてもよい。

【0032】

図12は、図3と類似の拡大正面断面図であり、一般に参照符号30' ' ' 'で示される、本発明の方法において使用可能なエンドフィッティングの第3実施形態を示す。エンドフィッティング30' ' ' 'の第5実施形態は、上記のエンドフィッティング30の第1実施形態にほぼ類似しており、類似する構造には同一の参照符号が付されている。ただし、この実施形態においては、ドライブシャフトチューブ20の端部21は、エンドフィッティング30' ' ' 'のネック34と本体部31との間に画定される環状のショルダー34dに当接しておらず、環状のショルダー34dを超えて軸方向に延びている。これを容易にするために、ドライブシャフトチューブ20の外側表面は、ほぼ径方向に外側を向き、かつわずかにテーパ状をなす表面80を有し、これによって、ドライブシャフトチューブ20の端部21をこの上部に取り付け易くなる。ほぼ径方向に外側を向いている表面80は、例えば、ドライブシャフトチューブ20の端部21の環状の内側表面に対して約5°～約9°の範囲の角度でテーパ状をなすことがある。

【0033】

図13は、図4の高速の二次流48の生成を低減もしくは防止するために、上記の方法でインダクタ40に通電され、本発明の方法による磁気パルス溶接作業が実施された後のドライブシャフトチューブ20及び変形型エンドフィッティング30' ' ' 'を示す。本図に記載のように、ドライブシャフトチューブ20の端部21は、上記したように、潰れて、ネック34テーパ状の外側表面34aと係合している。図13に示すように、この作業の間に、環状のショルダー34dは幾分変形することがある。この結果、磁気パルス溶接作業の実施前に空隙36に存在していた空気と累積流の残りとは、ドライブシャフトチューブ20の端部21の内側表面と、環状のショルダー34dと、変形型エンドフィッティング30' ' ' 'のネック34の外側表面との間に画定される環状の間隙81に少なくとも部分的に捕捉される。上記したように、このように閉じ込められた空気と累積流の残りとは、環状の空隙81から上記の高速の二次流48のように高速で放出されることはなく、このため、インダクタ40を破損することはない。

【0034】

特許法の規定に従い、本発明の動作原理及び動作態様を好適な実施形態として記載並びに図示した。しかし、本発明の精神及び範囲を逸脱することなく、詳細に記載、図示したものとは異なる別法によって本発明を実施し得ることが理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による磁気パルス溶接作業によってエンドフィッティング及びドライブシャフトチューブの組み立て及び固定前を行なう前の、エンドフィッティング及びドライブシャフトチューブの第一実施形態を示す分解斜視図。

【図2】 磁気パルス溶接作業を実施するためにインダクタ内に組み立て及び配置された、図1に示すエンドフィッティング及びドライブシャフトチューブの第一実施形態を示す拡大正面断面図。

10

20

30

40

50

【図 3】 磁気パルス溶接作業の開始前の、図 1, 2 に示すエンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 1 実施形態の一部を示すさらなる拡大正面断面図。

【図 4】 インダクタに損傷を与えかねない激しい空気噴射の生成につながる通常の磁気パルス溶接作業の実施後の、エンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 1 実施形態の一部を示す、図 3 と類似の拡大正面断面図。

【図 5】 激しい空気噴射の生成を低減もしくは防止する、本発明の方法による磁気パルス溶接作業の実施後の、エンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 1 実施形態の一部を示す図 4 と類似の拡大正面断面図。

【図 6】 本発明による磁気パルス溶接作業の開始前に、エンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 2 実施形態の一部を示す、図 2 と類似の拡大正面断面図。

10

【図 7】 本発明の方法による磁気パルス溶接作業の実施後に、図 6 に記載のエンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 2 実施形態の一部を示す、図 4 と類似の拡大正面断面図。

【図 8】 本発明による磁気パルス溶接作業の開始前に、エンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 3 実施形態の一部を示す、図 3 と類似の拡大正面断面図。

【図 9】 本発明の方法による磁気パルス溶接作業の実施後に、図 5 に記載のエンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 3 実施形態の一部を示す拡大正面断面図。

20

【図 10】 本発明による磁気パルス溶接作業の開始前に、エンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 4 実施形態の一部を示す、図 3 と類似の拡大正面断面図。

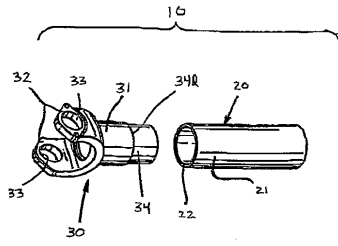
【図 11】 本発明の方法による磁気パルス溶接作業の実施後に、図 10 に記載のエンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 4 実施形態の一部を示す拡大正面断面図。

【図 12】 本発明による磁気パルス溶接作業の開始前に、エンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 5 実施形態の一部を示す、図 3 と類似の拡大正面断面図。

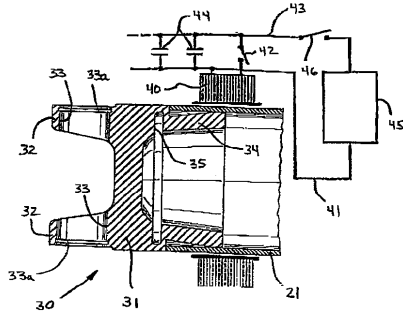
30

【図 13】 本発明の方法による磁気パルス溶接作業の実施後に、図 12 に記載のエンドフィッティング、ドライブシャフトチューブ及びインダクタの第 5 実施形態の一部を示す拡大正面断面図。

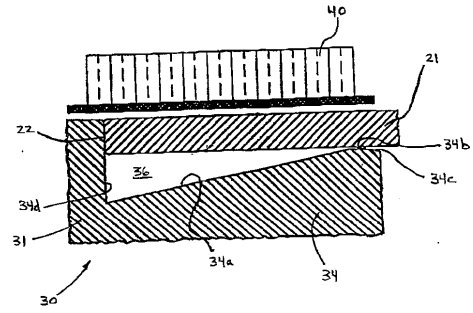
【図 1】



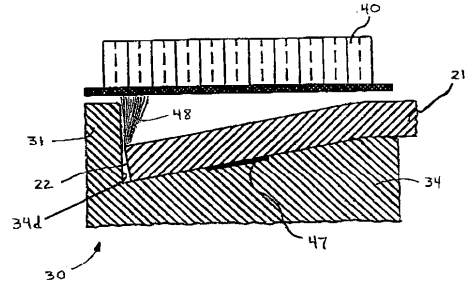
【図 2】



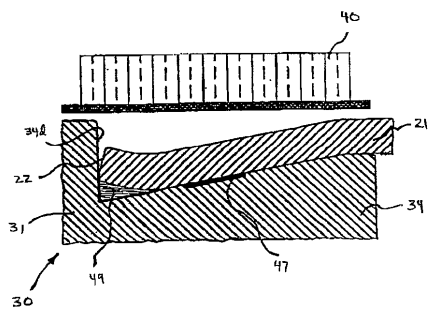
【図 3】



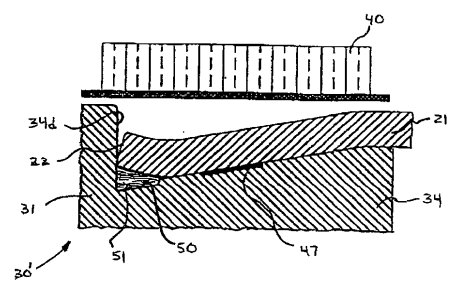
【図 4】



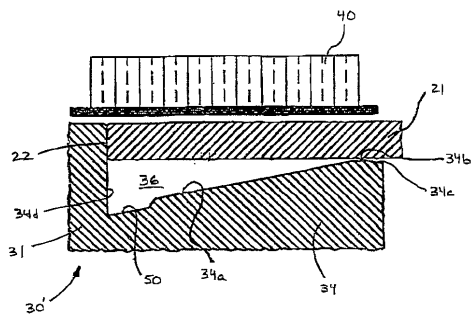
【図 5】



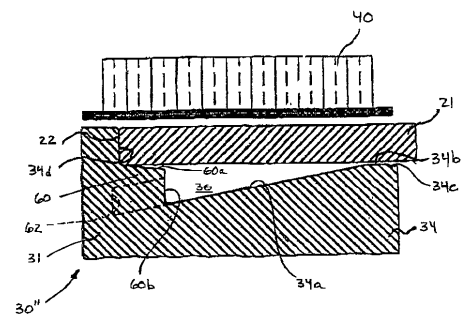
【図 7】



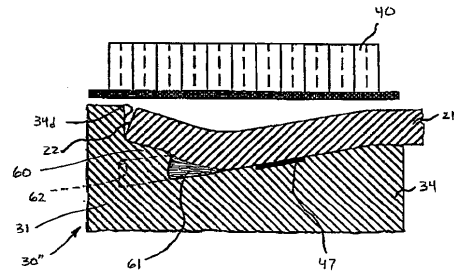
【図 6】



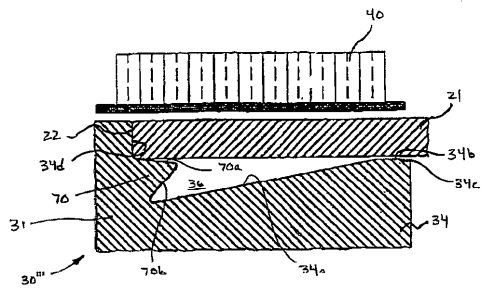
【図 8】



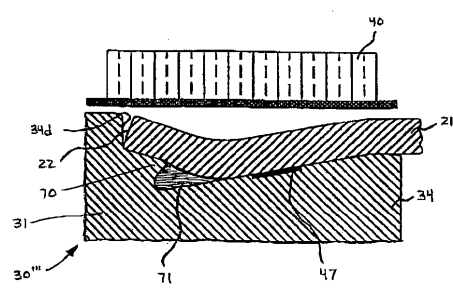
【図 9】



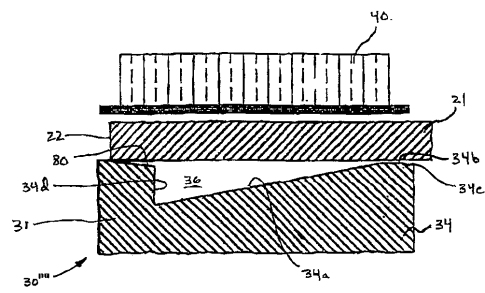
【図 10】



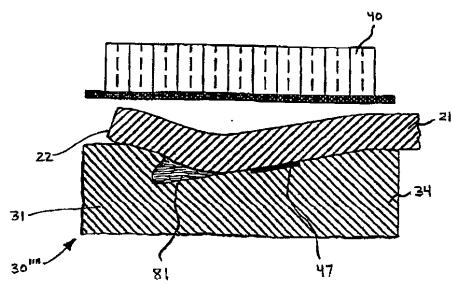
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(74)代理人 100149641

弁理士 池上 美穂

(72)発明者 ボリス エイ. ヤーブロッホニコフ

アメリカ合衆国 オハイオ州 トレド パーラメント スクウェア 2351

審査官 中島 昭浩

(56)参考文献 実開昭49-066938 (JP, U)

実開平04-033477 (JP, U)

特開昭55-086690 (JP, A)

特開昭54-059624 (JP, A)

特開昭58-009764 (JP, A)

特公昭49-038778 (JP, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 20/06