

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3751237号
(P3751237)

(45) 発行日 平成18年3月1日(2006.3.1)

(24) 登録日 平成17年12月16日(2005.12.16)

(51) Int.C1.

F 1

B23K 20/12	(2006.01)	B 2 3 K 20/12	3 6 2
B61D 17/04	(2006.01)	B 6 1 D 17/04	
B61D 17/08	(2006.01)	B 6 1 D 17/08	

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-265338 (P2001-265338)
(22) 出願日	平成13年9月3日 (2001.9.3)
(65) 公開番号	特開2003-71577 (P2003-71577A)
(43) 公開日	平成15年3月11日 (2003.3.11)
審査請求日	平成15年2月21日 (2003.2.21)

(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(73) 特許権者	000125484 日立笠戸機械工業株式会社 山口県下松市大字東豊井794番地
(74) 代理人	110000062 特許業務法人第一国際特許事務所
(72) 発明者	江角 昌邦 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立製作所 笠戸事業所内
(72) 発明者	福寄 一成 山口県下松市大字東豊井794番地 日立笠戸機械工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】摩擦攪拌接合用接続材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の中空形材の面板と第2の中空形材の面板とを接合する接続材であり、該接続材は前記面板に重ねるものであり、前記接続材の板の両端の端部の両面に、該板の厚さ方向にそれぞれ突出する凸部を有し

前記板の一方の端部の前記凸部は、該板の面に沿って前記端部よりも突出しており、前記一方の端部の前記凸部の間で、前記板の端面に、凹部を有しており、該一方の端部の凸部の幅の中心の近傍に実質的に前記凹部の底面があり、前記板の一方の端部において、面に沿って突出する前記凸部の長さは一方の凸部の長さが他方の凸部の長さよりも長く、

他方の端部の前記凸部の一方の面側の凸部は前記長さが短い凸部側の面にあり、該板の端部と同一端部にあり、他方の凸部は前記長さが長い凸部がある面側にあり、該板の面に沿って該他方の板の端部よりも突出していること、

を特徴とする摩擦攪拌接合用接続材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は摩擦攪拌接合方法に係わり、特に、鉄道車両を構成する中空形材の接合に好適である。

【0002】

【従来の技術】

摩擦攪拌接合方法は、接合すべき部材に挿入した丸棒（回転工具という）を回転させながら接合線に沿って移動させ、部材を発熱、軟化させ、塑性流動させ、固相接合する方法である。回転工具は大径部と小径部からなる。小径部を部材に挿入し、大径部の端面を部材に接触させている。これらは特許第2712838号公報（U.S.P. 5,460,317）、特開平10-216964号公報、特開2000-334580号公報（E.P. 1,057,574 A2）、特開2001-047262号公報（E.P. 1,057,575 A2）、特開2001-150156号公報（E.P. 1,103,334 A2）に示されている。

【0003】

10

摩擦攪拌接合においては、回転工具を接合すべき部材に挿入するために、大きな力が必要である。この力は、回転工具、接合すべき部材、この部材を支える架台にそれぞれ作用する。このため、これらは前記力を支持する強度が必要である。

【0004】

中空形材を摩擦攪拌接合する場合は、中空形材の2つの面板を接続する接続板の部分を他方の中空形材との摩擦攪拌接合位置としている。これは前記接続板で前記力を支え、中空形材の変形を防止しながら摩擦攪拌接合するものである。もちろん、架台もこの力を支持する強度を有する。これは前記特開2000-334580号公報（E.P. 1,057,574 A2）に示されている。

【0005】

20

また、回転工具の2つの大径部の間に接合すべき部材を位置させて摩擦攪拌接合を行うものがある。これによれば、架台を安価にできるものである。これは前記特許第2712838号公報（U.S.P. 5,460,317）に示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

前記のように、回転工具の2つの大径部の間に接合すべき部材を位置させて摩擦攪拌接合を行えば、架台を安価にできるものである。中空形材の接合に適用すれば、中空形材を安価にできる。

【0007】

30

しかし、この方法では、接合すべき部材を架台に載せていても、接合すべき部分は架台で支持することはできない。このため、種々の問題を発生する。

【0008】

接合すべき部分の部材が所定位置（回転工具の大径部の位置）よりも上方または下方にあることがある。接合すべき部材が所定位置よりも上方になれば、部材の上面が上方の大径部で削られる。接合すべき部材が所定位置よりも下方になれば、部材の下面が下方の大径部で削られる。このため、部材の板厚が薄くなり、強度不足を生じる。したがって、この切削代を考慮して接合部分の板厚を厚くしなければならなくなり、結果的に重量増加につながる。

【0009】

40

切削された面が、車体の外面の場合は意匠上問題を生じる。塗装で平滑にする場合はパテの量を多くしなければならない。また、容器等において、平滑な面を必要とする場合も同様な問題を生じる。

【0010】

接合すべき部材の厚さが部分的に厚くなつた場合は、切削された凹みが残り、ほぼ同様な問題を生じる。

【0011】

本発明の目的は、第1の中空形材の面板と第2の中空形材の面板に重ねて接合する接続材に関するもので、良好な摩擦攪拌接合が得られるようにすることにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

50

上記目的は、第1の中空形材の面板と第2の中空形材の面板とを接合する接続材であり、該接続材は前記面板に重ねるものであり、前記接続材の板の両端の端部の両面に、該板の厚さ方向にそれぞれ突出する凸部を有し、前記板の一方の端部の前記凸部は、該板の面に沿って前記端部よりも突出しており、前記一方の端部の前記凸部の間で、前記板の端面に、凹部を有しており、該一方の端部の凸部の幅の中心の近傍に実質的に前記凹部の底面があり、前記板の一方の端部において、面に沿って突出する前記凸部の長さは一方の凸部の長さが他方の凸部の長さよりも長く、他方の端部の前記凸部の一方の面側の凸部は前記長さが短い凸部側の面にあり、該板の端部と同一端部にあり、他方の凸部は前記長さが長い凸部がある面側にあり、該板の面に沿って該他方の板の端部よりも突出していること、によって達成できる。

10

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施例を図1～図6によって説明する。図3は回転工具の軸心に沿った断面図である。図4は中空型材の厚さ方向に沿った断面図である。図4において、接合部の形状やハッチングで示す摩擦攪拌領域は模式的に示すものである。

【0020】

鉄道車両の車体500は、側面を構成する側構体501、屋根を構成する屋根構体502、床を構成する台枠503、長手方向の端部を構成する妻構体504からなる。側構体501、屋根構体502、台枠503は、それぞれ複数の押し出し形材10、20を接合して構成している。押し出し形材10、20の長手方向（押し出し方向）を車体500の長手方向に向けている。押し出し形材10、20はアルミニウム合金製の中空形材である。

20

【0021】

側構体501を構成する中空形材10、20の構造について説明する。他の箇所の中空形材も同様である。

【0022】

中空形材10（20）は、実質的に平行な2枚の面板11（21）、12（22）と、この2枚の面板を接続する複数の接続板13（23）と、からなる。接続板13（23）は面板11（21）、12（22）に対して傾斜している。つまり、面板11（21）、12（22）、接続板13（23）によってトラスを構成している。なお、面板11（21）は面板12（22）に対して傾斜している場合を含めて「実質的に平行」という。

30

【0023】

中空形材10（20）の幅方向の端部は接続板13（23）と面板11、12（21、22）との接続部よりも突出した面板11b、12b（21b、22b）となっている。面板11b、12b（21b、22b）の外面は面板11、12（21、22）の外面と同一面にある。面板11b、21bの板厚は面板11、21の板厚よりも厚い。

【0024】

面板11b、12b（21b、22b）の端部の両面（厚さ方向の両面）には突出する凸部15、16（25、26）がある。そして、面板11b、12bの端面には凹部18がある。他方の中空形材20の面板21b、22bの端面には前記凹部18に入ることのできる凸部28がある。凹部18への凸部28の挿入を容易にするため、凹部18、凸部28は台形状である。凹部18と凸部28とは実質的に相似形である。挿入したとき、凹部18の底面と凸部28の先端との間には若干の隙間がある。2つの凹部18、18の深さ等の大きさは同一である。凸部28、28の突出代等の大きさは同一である。

40

【0025】

凹部18および凸部28の上部および下部の一部は凸部15、16、25、26の厚さの範囲内に設けることができる。このため、面板11b、12b、21b、22bの板厚が薄くても、十分な大きさの凹部18、凸部28を設けることができる。

【0026】

凹部18の底面とは、凹部の深さ方向の底面であり、凸部28の頂（先端）に対向する面である。凹部18、凸部28は台形状の他に円弧状にできる。

50

【0027】

凹部18と凸部28とを嵌合させた状態で、該部を摩擦攪拌接合する。中空形材10の面板11b、12b(21b、22b)のそれぞれの端面17(27)は、面板11b、12bの面に直交する線上(中空形材の厚さ方向に沿った線上)にある。2つの端面17(27)は実質的に1つの線上にある。凹部18の底面および凸部28の先端は面板11b、12bに実質的に直交している。

【0028】

中空形材10の端部の接続板13から他方の中空形材の接続板23までの面板11b、21bの長さは、他の部分のトラスを構成する面板11、21の長さよりも長い。このため、面板11b、21bの板厚は若干厚くしている。

10

【0029】

面板12b、22bの長さは短いので、型材10、20の製作性を考慮して、面板12b、22bの上面側の全範囲を、凸部16、26の高さ位置にしてもよい。

【0030】

面板12b、22bの凸部16、25の頂と面板12b、22bの内面とを接続する線、面板11b、21bの凸部15、25、16、26の頂と面板11b、21bを接続する線は、円弧状である。円弧はできるだけ大きい方がよい。しかし、面板12b、22bの凸部15、25の頂と面板12b、22bの外側とを接続する線は、面板12b、22bに直交している。円弧は、円弧面が外方に突出しているのではない。

【0031】

他の個所の凸部は摩擦攪拌接合後、切削しない。この中空形材を車体のように強度部材として用いると、凸部の頂と面板とを接続する線が直交する線であると、凸部の根元に局部的に荷重がかかり、強度が低下する。そこで、円弧状の線で接続しているものである。円弧に代えて斜面にすることができる。

20

【0032】

また、後述するように、面板の外側の凸部15、25は光学センサで検出する対象であるので、この検出ができるように、凸部の頂と円弧との接続部は直線状にするとよい。

【0033】

回転工具50は小径部51の軸方向の両側に大径部53、54を有する。2つの大径部53、54の間に接合すべき部分を挟んだ状態で、回転工具50を回転させ、中空形材の長手方向(接合線)に沿って移動させて、摩擦攪拌接合する。小径部51の外側にはねじを有する。回転工具50の上端に、回転および移動させる駆動装置がある。

30

【0034】

回転工具50の部材は、大径部53および小径部51等を有する部材と、先端の大径部54用の部材とからなる。大径部53を有する部材は、上端側から、外径が円形の大径部53、円形の小径部51、大径部54の部材54bを設置するための小径の軸部51cがある。軸部51cには部材54bを固定するためのピン孔57がある。

【0035】

大径部54に相当する部材は、外径が円形で、軸51cに嵌合する孔54cとピン孔58を有する。大径部53、54の小径部51側の端面は図5のように傾斜した凹みがある。この凹みは攪拌された金属を内側に押え、外部への流出を防止するためにある。

40

【0036】

このように部品を製作した後、大径部54に相当する部材を軸51cに嵌合し、ピン孔57、58にノックピン59を嵌合し、大径部54を固定する。

【0037】

小径部51の長さ(大径部53の端面から大径部54の端面までの距離)Lは面板11b、21b(12b、22b)の板厚(凸部15、16、25、26を除く。)tよりも大きい。しかし、Lは凸部15、16、25、26を含む面板11b、21b(12b、22b)の板厚よりも小さい。上面の面板11b、21bの板厚と下面の面板12b、22bの板厚とは異なるので、上面用の回転工具50と下面用の回転工具50では小径部51

50

の長さ L は異なる。大径部 53、54 のそれぞれの径 D は 2 つの凸部 15、25、凸部 16、26 を合わせた幅 W よりも小さい。

【0038】

次に、2 つの中空形材の接合手順を説明する。2 つの中空形材 10、20 を架台 100 に載せ、中空形材 10 の面板 11b、12b に他方の中空形材 20 の面板 21b、22b を突き合わせる。これによって面板 11b、12b の凹部 18 に面板 21b、22b の凸部 28 が入る。この状態で中空形材 10、20 を架台 100 に固定する。下面の面板 12b、22b の凸部 15、25 は架台 100 の凹部 101 に入っている。また、上面の面板 11b、21b の凸部 15、25 を間欠的にアーク溶接する。これは仮止めのための溶接である。

10

【0039】

この状態で、先ず、中空形材 10、20 の上面の面板 11b、21b を摩擦攪拌接合する。長手方向の端面から、回転工具 50 を回転させながら中空形材 10、20 側に移動させ、2 つの大径部 53、54 の間（小径部 51）に接合すべき部分（面板 11b、21b の突き合わせ部）を入れる。回転工具 50 の移動によって接合すべき部分は接合される。

【0040】

摩擦攪拌接合する際、凹部 18 の深さの中心に回転工具 50 の軸心が位置するようにする。これによれば、凹部 18 の深さが大きい場合や、突き合わせ部の隙間が大きい場合でも、凹部 18、凸部 28 や突き合わせ部を十分に摩擦攪拌接合できるものである。

【0041】

回転工具 50 の移動方向の前方に設置した光学センサで凸部 15、25 を検出し、回転工具 50 を誘導する。すなわち、光学センサは凸部 15、25 からなる幅 W を検出し、凹部 18 の深さの中心に回転工具 50 の中心を一致させる。幅を検出するとは、凸部 15、25 からなる 1 つの凸部の幅方向の両端の位置を検出することである。また、光学センサは凸部の上面または凸部の近傍の面板の上面を検出し、接合部の高さ位置を求め、回転工具 50 の垂直方向の位置を定める。これによって、回転工具 50 の大径部 53、54 が面板の両面の凸部を挟むようになる。

20

【0042】

周知のように、摩擦攪拌接合時に、回転工具 50 の移動方向において、回転工具 50 の軸心は後方に傾斜している。回転工具 50 の軸心は、下部の大径部 54 側が上部の大径部 54 側よりも移動方向の前方に位置している。

30

【0043】

摩擦攪拌接合時において、上部の大径部 53 の後端は凸部 15、25 内に位置している。大径部 53 の後端が凸部 15、25 内に位置するとは、凸部 15、25 を除く面板 11b、21b の外面（上面）と凸部 15、25 の頂との間に大径部 53 の後端が位置していることを言う。

【0044】

一方、下部の大径部 54 の前端は凸部 16、26 内に位置している。大径部 54 の前端が凸部 16、26 内に位置するとは、凸部 16、26 を除く面板 11b、21b の外面（上面）と凸部 15、25 の頂との間に大径部 54 の前端が位置していることを言う。

40

【0045】

このため、図 4 のように接合部の上下の面に、凸部 15、25、16、26 の頂よりも凹んだ接合部の面が生じる。上部の接合部の面は大径部 53 の後端の位置が基準になる。下部の接合部の面は大径部の前端の位置が基準になる。但し、大径部 54 の後端で金属が若干盛り上がる。図 4 は接合後の断面を模式的に示すものである。

【0046】

以上によって、接合部の面は面板 11b、21b の上下の面よりも外側にあり、面板 11b、21b の厚さが薄くならないことはない。すなわち、回転工具 50 の移動方向において、面板 11b、21b、12b、22b が上下に若干曲がっても、凸部 15、16、25、26 に対する大径部 53、54 の深さが異なるのみであり、面板 11b、21b、12b

50

、 22b そのものが切削されることがないものである。したがって、板厚が薄くなることがないものである。また、面板に対する回転工具 50 の位置を厳しく管理する必要がなくなり、容易に摩擦攪拌接合を行うことができるものである。また、意匠上や機能上の問題を生じないものである。

【0047】

面板 11b、21b 側の接合が終了すると、中空形材 10、20 の上下を反転させ、面板 11、21 を下方にして、架台 100 に固定し、面板 12b、22b の突き合わせ部の仮止め溶接を行う。次に、前記と同様に面板 12b、22b の突き合わせ部の摩擦攪拌接合を行う。

【0048】

次に、車体の外面側になる面板（例えば、12b、22b）の凸部 15、25 を切削して、接合部を面板 12b、22b と同一面にする。接合部の外面は面板 12b、22b と凸部 15、25 の頂の間にがあるので、切削によって面板 12b、22b と同一面にできる。この切削は、例えば、グラインダーを手で動かして行う。凸部 15、25 の頂と面板 12b、22b とは直交する線で接続しているので、凸部 15、25 と面板 12b、22b とを円弧状に接続した場合に比べて切削量を少なくできる。

【0049】

車体の内面側は化粧板で覆うので、内面側の面板 11b、21b の凸部 15、25 は見栄えのための切削は必要ない。

【0050】

摩擦攪拌接合において、接合すべき部分の隙間（例えば、凹部 18 と凸部 28 との間の隙間、端面 17 と端面 27 との間の隙間）は凸部 15、25、16、26 の金属が原資となり、隙間は埋められる。余った金属は大径部 53、54 の周囲から飛ばされる。前記隙間は車体 500 の長さが約 20m あるので、生じ易い。

【0051】

車体 500 は長さが約 20m で、面板 11b、12b、21b、22b は中空形材 10、20 の厚さ方向に若干歪んでいることが多い。しかし、2 つの面板 11b、21b（12b、22b）は凹部 18 と凸部 28 で嵌め合わせているので、接合すべき部分の面板 11b（12b）の端部の高さ位置と面板 21b（22b）の端部の高さ位置とが異なる段違いが生じない。段違いを生じると、接合部内に空隙ができやすい。このため、この嵌め合わせによって欠陥の少ない摩擦攪拌接合ができるものである。

【0052】

摩擦攪拌接合時に、2 つの面板は2 つの大径部 53、54 に挟まれているので、面板 11b、21b 側を接合する際に、回転工具 50 を面板 12、22 側に挿入する力は発生しない。このため、接合部に支え板が無くても、中空形材を変形させないで、接合できるものである。

【0053】

大径部 53 の下端の外周に切削用の刃を設置しておけば、摩擦攪拌接合すると共に、前記刃よりも上方の凸部 15、25 および接合部を切削することができる。少なくとも摩擦攪拌接合によって発生したバリは切削される。回転工具 50 の回転による前記刃の回転径を2 つの凸部 15、25 の幅 W よりも大きくしておく。切削後も凸部 15、26 は残る。これによれば、上部の接合部の面は凸部 15、25 と実質的に同一面になる。ただし、回転工具に刃を設置しているので、図 4 において接合面が円弧状であるように、切削面は円弧状である。これによれば、接合後の中空形材を軽量にできる。これは前記特開 2001-047262 号公報（EP 1057575 A2）に示されている。また、面板 12b、22b の凸部 15、25 に対して切削したのであれば、その後、面板 12b、22b と同一面になるまで切削する作業を容易にできる。

【0054】

大径部 54 にも切削用の刃を設けることができる。刃の位置は大径部 54 の上端よりも下方にする。凸部 16、26 に対する大径部 54 の傾斜方向は凸部 15、25 に対する大径

10

20

30

40

50

部 5 3 の傾斜方向とは逆であるので、垂直方向における刃の位置は接合前に凸部 1 6 、 2 6 を切削しない位置にする。摩擦攪拌接合によって発生したバリを切削するように、凸部 1 6 、 2 6 の頂よりも下方を切削するようにする。回転工具 5 0 は傾斜しているので、大径部 5 4 は、回転工具の移動方向において、前方側の大径部といえる。この切削による切粉および摩擦攪拌接合による切粉は中空部の一端側から噴出させた空気で排出する。

【 0 0 5 5 】

上記実施例では中空形材 1 0 の面板 1 1 b 、 1 2 b にそれぞれ凹部 1 8 を設け、他方の中空形材 2 0 の面板 2 1 b 、 2 2 b に凸部 2 8 を設けている。しかし、面板 1 1 b 、 2 2 b に凹部 1 8 を設け、面板 1 2 b 、 2 1 b に凸部 2 8 を設けてもよい。

【 0 0 5 6 】

図 7 の実施例を説明する。前記光学センサ 3 5 で検出する凸部 1 5 、 2 5 の上面（頂の面）に第 2 の凸部 3 1 、 3 2 を設けている。第 2 の凸部 3 1 、 3 2 の高さは約 1 mm である。2 つの凸部 3 1 、 3 2 を合わせた幅 W 2 は約 1 5 mm である。光学センサ 3 5 は第 2 の凸部 3 1 、 3 2 を検出して回転工具 5 0 を誘導する。第 2 の凸部 3 1 、 3 2 は摩擦攪拌接合によってなくなる。

【 0 0 5 7 】

凸部の幅および高さ位置を高精度に検出するためには、光学センサ 3 5 から凸部 3 1 、 3 2 までの距離 H 2 をそのセンサの所定値以下（実質的に焦点距離以下）にすることが必要である。第 2 の凸部 3 1 、 3 2 を設けているので、この幅 W 2 を小さくでき、距離 H 2 を所定範囲内にでき、高精度に検出できるものである。このため、凸部 1 5 、 2 5 の幅 W を大きくできるものである。その理由は、凹部 1 8 の深さが大きい場合、接合部の幅を大きくしたい場合、2 つの大径部 5 3 、 5 4 を有する回転工具 5 0 の場合等では、凸部 1 5 、 2 5 の幅 W を大きくしたい。幅 W を大きくすると、センサから凸部までの距離 H 2 を大きくしなければならぬので、この距離 H 2 を所定値以下にできなくなり、高精度の位置検出ができない。しかし、第 2 の凸部 3 1 、 3 2 があれば可能になる。なお、第 2 の凸部は一方の凸部のみ（1 5 または 2 5 ）に設けてもよい。

【 0 0 5 8 】

図 8 の実施例を説明する。面板 1 1 b 、 1 2 b の端部には凸部がなく、実質的に板状である。中空形材 2 0 の面板 2 1 b 、 2 2 b の端部の両面に凸部 2 5 b 、 2 6 b がある。凸部 2 5 b 、 2 6 b は面板 2 1 b 、 2 2 b の厚さ方向に突出し、面板 2 1 b 、 2 2 b に沿ってさらに面板の端面よりも突出している。この突出した部分を突出片 2 5 c 、 2 6 c という。2 つの突出片 2 5 c 、 2 6 c の間には面板 1 1 b （1 2 b ）が挿入される凹部になっている。凹部の幅および面板 1 1 b 、 1 2 b の先端の形状は、凹部に面板 1 b 、 1 2 b を挿入しやすい幅および台形状になっている。この凹部の深さは図 2 の場合よりも深い。

【 0 0 5 9 】

突出片 2 5 c 、 2 6 c を含む凸部 2 5 b 、 2 6 b の幅は前記幅 W と同様である。凹部の底面に回転工具 5 0 の中心を位置させる。突出片 2 5 c 、 2 6 c を含む凸部 2 5 b 、 2 6 b の幅の中心に実質的に凹部の底面を設けている。凹部の底面および面板 1 1 b 、 1 2 b の端面は面板に実質的に直交している。凸部 2 5 b 、 2 6 b の高さは、凸部 1 5 、 1 6 、 2 5 、 2 6 と同様である。

【 0 0 6 0 】

突出片 2 5 c 、 2 6 c はなくてもよいが、有ることによって良好な接合ができる。

【 0 0 6 1 】

面板 1 1 b 、 2 2 b に凹部を設け、面板 2 1 b 、 1 2 b に凸部を設けることができる。

【 0 0 6 2 】

図 9 と図 1 0 の実施例を説明する。これは中空形材を一方の面側から中空形材の両面を接合するものである。面板 1 2 b の端部と面板 2 2 b の端部とは突き合わせ、嵌め合わせている。面板 1 2 b 、 2 2 b の端部の構成は図 2 と同様である。面板 1 2 b （2 2 b ）は上面の面板 1 1 b （2 1 b ）よりも端部側に突出している。面板 1 1 b と面板 2 1 b とは接続材 4 0 を介して接合している。接続材 4 0 は板 4 1 の両端に凸部を設けている。

10

20

30

40

50

【0063】

面板11bの端部の上面には凸部がない。下面には凸部16bがある。接続材40の一端の上面には凸部42がある。凸部42は上方に突出し、板41に沿って板41の端面よりも面板11b側に突出している。凸部42の突出片42cは面板11bに載っている（重なっている）。接続材40の一端の下面には凸部43がある。面板11bと凸部16bとの端面が、板41と凸部43との端面に突き合わせられている。

【0064】

突出片42cを含む凸部42の幅の中心に回転工具50の中心を位置させる。このため、面板11b、凸部16b、板41、凸部43の端面（突き合わせ部の面）に回転工具50に中心が位置するといえる。突出片42cを含む凸部42の幅は大径部53の径よりも大きい。面板11b、凸部16b、板41、凸部43の端面は面板11b、板41に実質的に直交している。凸部16b、42、43の高さは、凸部15、16、25、26の高さと同様である。

【0065】

接続材40の他端の上下の面には凸部45、46がある。凸部45、46の端部には板41に沿って突出した突出片45c、46cがある。突出片45cの長さは凸部45の幅と同一である。突出片46cの長さは短い。突出片45cと46cの間は凹部になっている。突出片45cを含む凸部45の幅の中央に板41の端面がある。面板21bの下面には突出片46cの端部に突き合わせる凸部26dがある。凸部26dと突出片46cとを合わせた幅と凸部46の幅とが等しい。

【0066】

かかる構成において、面板12b、22bを下方にして、中空形材10、20を架台100に固定し、突き合わせた面板12bと面板22bとを仮止め溶接する。次に、上方の面板11b、21b側（上方）から回転工具50で摩擦攪拌接合する。架台100の凹部102の大きさは大径部54の大きさから定める。

【0067】

次に、接続材40を面板11b、21bに組付ける。すなわち、接続材40をその幅方向に移動させ、突出片45cと46cとの間に面板21bの端部を挿入する。次に、接続材40の他端を下降させ、突出片16cを面板11bに載せる。接続材40の両端は面板11b、21bに支持され、落下することはない。下方の突出片46cの長さが短いので、面板21bを挿入しやすい。次に、接続材40の両端を面板11b、21bに仮止め溶接する。

【0068】

接続材40にはリブ等がなく、接続材40の長手方向において厚さ方向に曲がりやすい。このため、この組付け作業が困難になる。そこで、接続材40の長さを中空形材10、20の長さ（一般にその長さは車体の長さであるので、約20mある。）より十分に短くする。例えば、接続材40は長さを数mにする。このため、多数の接続材40が一組の中空形材の接合線に沿ってあることになる。接合線に沿った接続材40と接続材40との間をアーケ溶接で仮止め溶接する。溶接位置は、一方の接続材40の凸部42、42c、45、45cと他方の接続材40の凸部42、42c、45、45cとの突き合わせ部である。板41と板41との突き合わせ部は溶接する必要はない。つまり回転工具50の大径部53が通過する範囲が溶接されていればよい。突き合わせ部の隙間がないように溶接する。つまり突き合わせ部に凸部42、42c（45、45c）が連続してあるようにする。こうすると突き合わせ部の接合欠陥が少なくなる。

【0069】

次に、接続材40と面板11b、21bとの突き合わせ部を摩擦攪拌接合する。接続材40の両端を同時に接合してもよいし、一端を接合した後、他端を接合してもよい。

【0070】

一端を接合した後、他端を接合する場合は、最初に面板11bと接続材40との突き合わせ部を接合し、次に面板21bと接続材40との突き合わせ部を接合する。これによれば

10

20

30

40

50

、最初に摩擦攪拌接合する際の熱で、接続材40が変形して、未接合部側（凸部25b、26b側）が浮き上がろうとしても、この部分は嵌め合わせてあるので、浮き上がらない。このため、この部分を良好に接合できるものである。

【0071】

次に、面板12b、22bの外面側を平滑に切削し、この面を車体の外面側に用いる。

【0072】

図11の実施例を説明する。これは面板11bと接続材40との継ぎ手を示すものである。この実施例は図8の実施例に対して上下を逆にしたものである。

【0073】

図12の実施例を説明する。これは面板11bと接続材40との継ぎ手を示すものである。面板11bの端部の上面には凸部がない。下面には凸部16bがある。凸部16bは下方に突出し、面板11bに沿って面板11bの端面よりも接続材40側に突出している。接続材40の一端の下面は凸部16bの突出片16cに重なっている。接続材40の一端の上面には前記実施例と同様の凸部42がある。凸部42の突出片42cは面板11bに重なっている。但し、上下の突出片42c、16cが他方の部材に重なるといつても、他方の部材に接触しているのは実質的に一方の突出片のみであろう。

【0074】

つまり、この実施例は継ぎ手のそれぞれの部材に他方の部材に重なる凸部を設けたものである。

【0075】

図10、図11、図12の各実施例において、面板21bと接続材40との継ぎ手として、図2、図7の継ぎ手を適宜用いることができる。また、面板12bと面板22bとの継ぎ手は図8の継ぎ手を用いることができる。また、図1の継ぎ手として、図10、図11、図12の面板11bと接続材40との継ぎ手、また図10の面板21bと接続材40との継ぎ手を適宜用いることができる。また、中空形材10、20の端部の接続材13、23は面板11b、12b、21b、22bに直交するものであってもよい。

【0076】

上記各実施例の継ぎ手は、板等の各種部材の接合部の継ぎ手として用いることができる。

【0077】

本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲の各請求項に記載の文言あるいは課題を解決するための手段の項に記載の文言に限定されず、当業者がそれから容易に置き換える範囲にも及ぶものである。

【0078】

【発明の効果】

本発明のよれば、第1の中空形材の面板と第2の中空形材の面板とを接続材を解して摩擦攪拌接合する際に、良好な摩擦攪拌接合が得られるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の一対の中空形材の縦断面図。

【図2】図1の一対の中空形材の継ぎ手の部分の拡大縦断面図。

【図3】図1の接合時の要部の縦断面図。

【図4】図1の接合後の要部の縦断面図。

【図5】図1の回転工具の分解縦断面図。

【図6】鉄道車両の車体の斜視図。

【図7】本発明の他の実施例の要部の縦断面図。

【図8】本発明の他の実施例の要部の縦断面図。

【図9】本発明の他の実施例の一対の中空形材の縦断面図。

【図10】図9の要部の縦断面図。

【図11】本発明の他の実施例の要部の縦断面図。

【図12】本発明の他の実施例の要部の縦断面図。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

10、20 中空形材

1 1、1 1 b、1 2、1 2 b、2 1、2 2 面板

1 5、 1 6、 1 6 b、 2 5、 2 5 b、 2 6、 2 6 b 凸部

15c、16c、25c、26c 突出片

18 **凹部**

2 8 白部

40 接続材

4 1 板

4 2、4 3 凸部

4 2 c 突出片

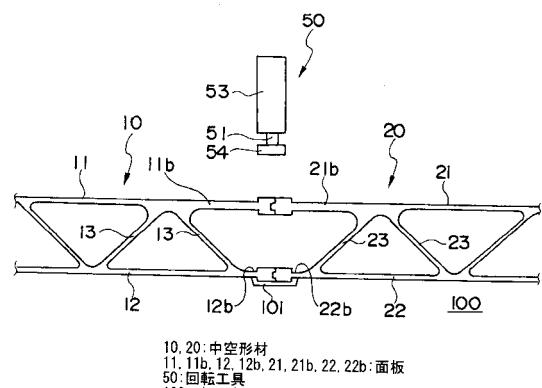
50 回転工具

5.1 小径部

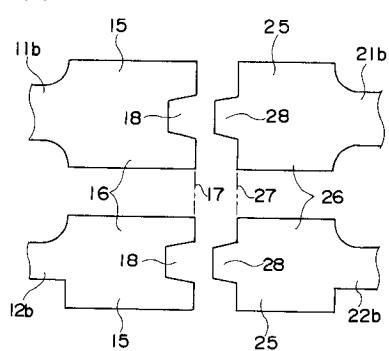
5 3 、 5 4

10

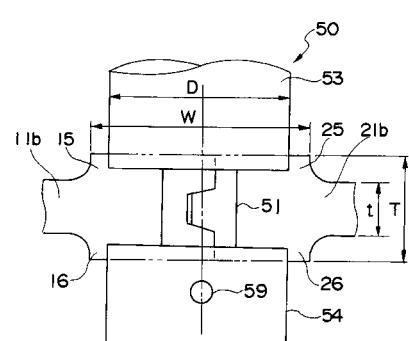
(四 1)



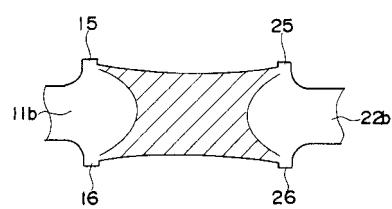
(2)



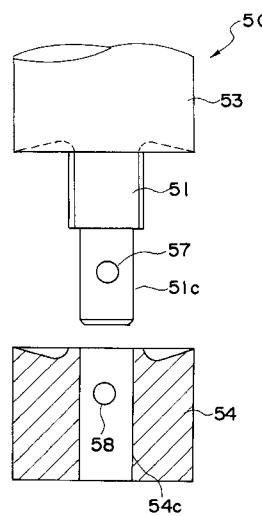
〔 3 〕



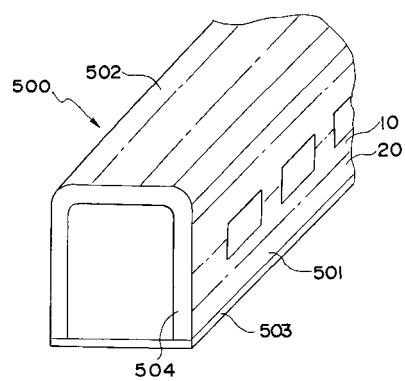
【 図 4 】



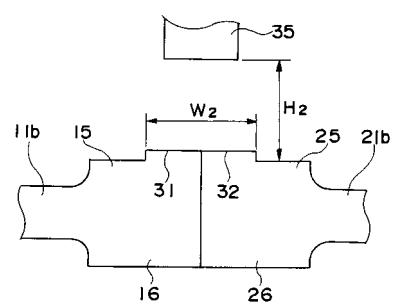
【図5】



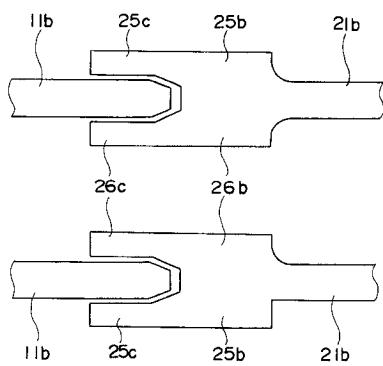
【図6】



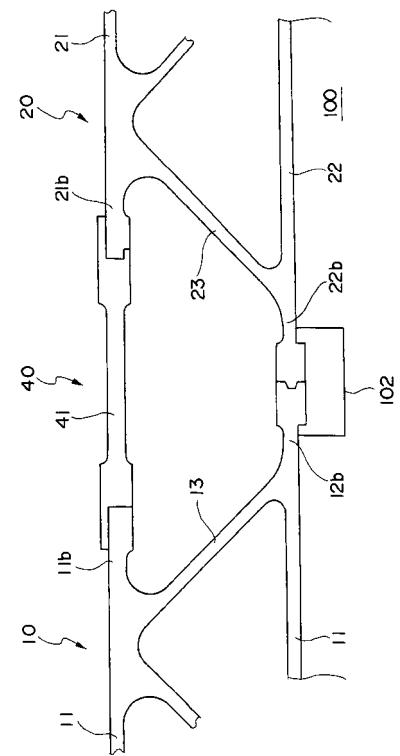
【図7】



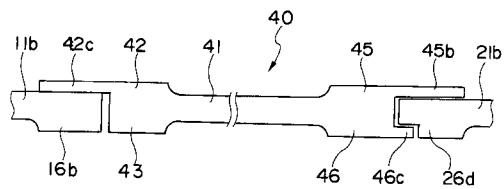
【図8】



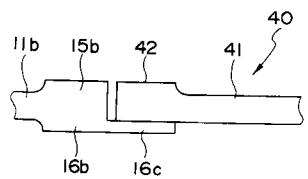
【図9】



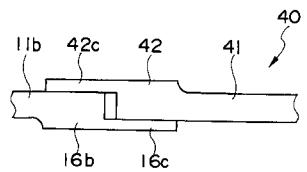
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 岡村 久宣
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

審査官 加藤 昌人

(56)参考文献 特開平11-010364(JP, A)
特許第2712838(JP, B2)
特開平09-309164(JP, A)
特開2001-150156(JP, A)
特開2000-334578(JP, A)
特開2001-047262(JP, A)
特開平11-090655(JP, A)
特開2001-287053(JP, A)
特開2002-018580(JP, A)
特開2002-045981(JP, A)
特開2002-160076(JP, A)
特開2003-071575(JP, A)
特開2000-317652(JP, A)
特開2000-317653(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 20/12