

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6372515号
(P6372515)

(45) 発行日 平成30年8月15日(2018.8.15)

(24) 登録日 平成30年7月27日(2018.7.27)

(51) Int.Cl.	F 1
B23K 20/12	(2006.01) B 23 K 20/12 3 6 0
H01L 23/34	(2006.01) B 23 K 20/12 3 2 0
F28D 1/06	(2006.01) B 23 K 20/12 3 6 2
F28D 15/02	(2006.01) H01 L 23/34 Z F28D 1/06 B

請求項の数 10 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-85512 (P2016-85512)	(73) 特許権者	000004743 日本軽金属株式会社 東京都品川区東品川二丁目2番20号
(22) 出願日	平成28年4月21日(2016.4.21)	(74) 代理人	110001807 特許業務法人磯野国際特許商標事務所
(65) 公開番号	特開2017-42816 (P2017-42816A)	(72) 発明者	堀 久司 静岡県静岡市清水区蒲原1丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内
(43) 公開日	平成29年3月2日(2017.3.2)	(72) 発明者	瀬尾 伸城 静岡県静岡市清水区蒲原1丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内
審査請求日	平成29年7月3日(2017.7.3)		
(31) 優先権主張番号	特願2015-166411 (P2015-166411)		
(32) 優先日	平成27年8月26日(2015.8.26)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
		審査官	岩見 勤 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液冷ジャケットの製造方法及び液冷ジャケット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

底部、前記底部の周縁から立ち上る周壁部及び前記底部から立ち上るとともに端面に突出部を備える支持部を有するジャケット本体と、前記突出部に挿入される孔部を備えるとともに前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記周壁部の内周縁に、段差底面と当該段差底面から立ち上る段差側面とを有する周壁段差部を形成し、かつ、前記支持部の端面を前記段差底面と同一の高さ位置に形成する準備工程と、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置し、前記段差側面と前記封止体の外周側面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記突出部に前記孔部を挿入し前記突出部の外周側面と前記孔部の孔壁とを突き合わせて第二突合せ部を形成する載置工程と、

前記第一突合せ部に沿って回転ツールを一周させて摩擦攪拌接合を行う第一本接合工程と、前記第二突合せ部に沿って前記回転ツールを一周させて摩擦攪拌接合を行う第二本接合工程と、を含み、

摩擦攪拌後に前記回転ツールを前記封止体から離脱させることにより前記第一本接合工程と、前記第二本接合工程とを、別工程で行うとともに、

前記第二本接合工程では、塑性化領域で前記突出部の上端面が覆われるように摩擦攪拌を行うことを特徴とする液冷ジャケットの製造方法。

【請求項2】

10

20

前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程に先だって、前記第一突合せ部及び前記第二突合せ部の少なくともいすれかを仮接合する仮接合工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の液冷ジャケットの製造方法。

【請求項3】

前記準備工程では、前記ジャケット本体の前記底部が表面側に凸となるように形成し、かつ、前記封止体が表面側に凸となるように形成することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液冷ジャケットの製造方法。

【請求項4】

前記ジャケット本体の変形量を予め計測しておき、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程において、前記回転ツールの攪拌ピンの挿入深さを前記変形量に合わせて調節しながら摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項3に記載の液冷ジャケットの製造方法。

10

【請求項5】

前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、冷却媒体が流れる冷却板を前記底部の裏面側に設置し、前記冷却板で前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいすれか一項に記載の液冷ジャケットの製造方法。

【請求項6】

前記冷却板の表面と前記底部の裏面とを面接触させ、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌接合を行うことを特徴とする請求項5に記載の液冷ジャケットの製造方法。

20

【請求項7】

前記冷却板は、前記冷却媒体が流れる冷却流路を有し、

前記第一突合せ部に沿う平面形状となるように前記冷却流路を形成することを特徴とする請求項5又は請求項6に記載の液冷ジャケットの製造方法。

【請求項8】

前記冷却媒体が流れる冷却流路を、前記冷却板に埋設された冷却管によって構成することを特徴とする請求項5乃至請求項7のいすれか一項に記載の液冷ジャケットの製造方法。

【請求項9】

前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、前記ジャケット本体と前記封止体とで構成される中空部に冷却媒体を流し、前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項1乃至請求項8のいすれか一項に記載の液冷ジャケットの製造方法。

30

【請求項10】

底部、前記底部の周縁から立ち上る周壁部及び前記底部から立ち上り端面に突出部を備えた支持部を有するジャケット本体と、

前記支持部の前記突出部が挿入される孔部を備えるとともに前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体と、を有し、

前記周壁部は内周縁に周壁段差部を有し、

前記周壁段差部の段差側面と前記封止体の外周側面とが突き合わされた第一突合せ部及び前記突出部の外周側面と前記孔部の孔壁とが突き合せされた第二突合せ部がそれぞれ摩擦攪拌接合されているとともに、前記突出部の上端面が摩擦攪拌によって形成された塑性化領域で覆われていることを特徴とする液冷ジャケット。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液冷ジャケットの製造方法及び液冷ジャケットに関する。

【背景技術】

【0002】

金属部材同士を接合する方法として、摩擦攪拌接合（FSW=Friction Stir Welding

50

) が知られている。摩擦攪拌接合とは、回転ツールを回転させつつ金属部材同士の突合せ部に沿って移動させ、回転ツールと金属部材との摩擦熱により突合せ部の金属を塑性流動させることで、金属部材同士を固相接合させるものである。

【 0 0 0 3 】

近年、パーソナルコンピュータに代表される電子機器は、その性能が向上するにつれて、搭載されるCPU(発熱体)の発熱量が増大しており、CPUの冷却が重要になっている。従来、CPUを冷却するために、空冷ファン方式のヒートシンクが使用されてきたが、ファン騒音や、空冷方式での冷却限界といった問題がクローズアップされるようになり、次世代冷却方式として、液冷ジャケットが注目されている。

【 0 0 0 4 】

このような液冷ジャケットの製造方法として、金属製の構成部材同士を摩擦攪拌接合によって接合する技術が特許文献1で開示されている。従来の液冷ジャケットは、上方が開放された箱状のジャケット本体と、ジャケット本体の開口部を封止する板状の封止体とで構成されている。従来の液冷ジャケットの製造方法は、ジャケット本体と封止体とを重ね合せて形成された重合部を、回転ツールを用いて摩擦攪拌接合するというものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2015-131323号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

従来の液冷ジャケットの製造方法では、ジャケット本体の上に封止体を載置するだけであるため、ジャケット本体に対する封止体の位置決めが困難になるという問題がある。また、摩擦攪拌接合を行う際に、ジャケット本体に対して封止体が移動してしまうおそれがある。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、封止体の位置決めを容易に行うことができる液冷ジャケットの製造方法及び液冷ジャケットを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

このような課題を解決するために本発明は、底部、前記底部の周縁から立ち上る周壁部及び前記底部から立ち上るとともに端面に突出部を備える支持部を有するジャケット本体と、前記突出部に挿入される孔部を備えるとともに前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記周壁部の内周縁に、段差底面と当該段差底面から立ち上る段差側面とを有する周壁段差部を形成し、かつ、前記支持部の端面を前記段差底面と同一の高さ位置に形成する準備工程と、前記ジャケット本体に前記封止体を載置し、前記段差側面と前記封止体の外周側面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記突出部に前記孔部を挿入し前記突出部の外周側面と前記孔部の孔壁とを突き合わせて第二突合せ部を形成する載置工程と、前記第一突合せ部に沿って回転ツールを一周させて摩擦攪拌接合を行う第一本接合工程と、前記第二突合せ部に沿って前記回転ツールを一周させて摩擦攪拌接合を行う第二本接合工程と、を含み、摩擦攪拌後に前記回転ツールを前記封止体から離脱することにより前記第一本接合工程と、前記第二本接合工程とを、別工程で行うとともに、前記第二本接合工程では、塑性化領域で前記突出部の上端面が覆われるよう摩擦攪拌を行うことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

かかる製造方法によれば、支持部の突出部に封止体の孔部を挿入するため、封止体の位置決めを容易に行うことができる。また、本接合工程の際に、封止体が移動するのを防ぐことができる。また、第一突合せ部に加え、第二突合せ部(支持部と封止体)を接合する

10

20

30

40

50

ことにより、液冷ジャケットの強度を高めることができる。

【0012】

また、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程に先だって、前記第一突合せ部及び前記第二突合せ部の少なくともいずれかを仮接合する仮接合工程を含むことが好ましい。

【0013】

かかる製造方法によれば、本接合工程の際の第一突合せ部及び第二突合せ部の目開きを防ぐことができる。

【0014】

また、前記準備工程では、前記ジャケット本体の前記底部が表面側に凸となるように形成し、かつ、前記封止体が表面側に凸となるように形成することが好ましい。

10

【0015】

摩擦攪拌接合の入熱によって塑性化領域に熱収縮が発生し、液冷ジャケットの封止体側が凹状となるように変形するおそれがあるが、かかる製造方法によれば、ジャケット本体及び封止体を予め凸状にしておき、熱収縮を利用することで液冷ジャケットを平坦にすることができる。

【0016】

また、前記ジャケット本体の変形量を予め計測しておき、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程において、前記回転ツールの攪拌ピンの挿入深さを前記変形量に合わせて調節しながら摩擦攪拌を行うことが好ましい。

20

【0017】

かかる製造方法によれば、液冷ジャケット及び封止体を凸状にして摩擦攪拌接合を行った場合でも、液冷ジャケットに形成される塑性化領域の長さ及び幅を一定にすることができます。

【0018】

また、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、冷却媒体が流れる冷却板を前記底部の裏面側に設置し、前記冷却板で前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌を行うことが好ましい。

【0019】

かかる製造方法によれば、摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮による液冷ジャケットの変形を小さくすることができる。

30

【0020】

また、前記冷却板の表面と前記底部の裏面とを面接触させ、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌接合を行うことが好ましい。

【0021】

かかる製造方法によれば、摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮による液冷ジャケットの変形を小さくすることができる。

【0022】

また、前記冷却板は、前記冷却媒体が流れる冷却流路を有し、前記第一突合せ部に沿う平面形状となるように前記冷却流路を形成することが好ましい。

40

【0023】

かかる製造方法によれば、摩擦攪拌される部分を集中的に冷却できるため、冷却効率を高めることができる。

【0024】

また、前記冷却媒体が流れる冷却流路を、前記冷却板に埋設された冷却管によって構成することが好ましい。

【0025】

かかる製造方法によれば、冷却媒体の管理を容易に行うことができる。

【0026】

また、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、前記ジャケット本体と前記封

50

止体とで構成される中空部に冷却媒体を流し、前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌を行うことが好ましい。

【0027】

かかる製造方法によれば、摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮による液冷ジャケットの変形を小さくすることができる。また、冷却板等を用いずに、ジャケット本体自体を利用して冷却することができる。

【0028】

また、本発明は、底部、前記底部の周縁から立ち上る周壁部及び前記底部から立ち上り端面に突出部を備えた支持部を有するジャケット本体と、前記支持部の前記突出部が挿入される孔部を備えるとともに前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体と、を有し、

10

前記周壁部は内周縁に周壁段差部を有し、前記周壁段差部の段差側面と前記封止体の外周側面とが突き合わせられた第一突合せ部及び前記突出部の外周側面と前記孔部の孔壁とが突き合せされた第二突合せ部がそれぞれ摩擦攪拌接合されているとともに、前記突出部の上端面が摩擦攪拌によって形成された塑性化領域で覆われていることを特徴とする。

【0029】

かかる構成によれば、支持部の突出部に封止体の孔部を挿入するため、封止体の位置決めを容易に行うことができる。また、支持部と封止体とを接合することにより、液冷ジャケットの強度を高めることができる。

【発明の効果】

【0030】

20

本発明に係る液冷ジャケットの製造方法及び液冷ジャケットによれば、封止体の位置決めを容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1A】本実施形態の本接合用回転ツールを示した側面図である。

【図1B】本実施形態の本接合用回転ツールの接合形態を示した模式断面図である。

【図2A】本実施形態の仮接合用回転ツールを示した側面図である。

【図2B】本実施形態の仮接合用回転ツールの接合形態を示した模式断面図である。

【図3】本発明の第一実施形態に係る液冷ジャケットを示す分解斜視図である。

【図4A】第一実施形態に係る液冷ジャケットを示す斜視図である。

30

【図4B】第一実施形態に係る液冷ジャケットを示す図4AのI-I断面図である。

【図5】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の載置工程を示す断面図である。

【図6】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の仮接合工程を示す平面図である。

【図7A】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二本接合工程を示す平面図である。

【図7B】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二本接合工程を示す図7AのII-II断面図である。

【図8A】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一本接合工程を示す平面図である。

40

【図8B】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一本接合工程を示す図8AのIII-III断面図である。

【図9】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一変形例を示す平面図である。

【図10】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一変形例を示す断面図である。

【図11】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二変形例を示す平面図である。

【図12】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第三変形例を示す斜視図である。

50

【図13A】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第四変形例を示す斜視図である。

【図13B】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第四変形例を示すジャケット本体及び封止体をテーブルに固定した状態を示す斜視図である。

【図14】第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第五変形例を示す斜視図である

【発明を実施するための形態】

【0032】

〔第一実施形態〕

本発明の第一実施形態に係る液冷ジャケット及び液冷ジャケットの製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。まずは、本実施形態で用いる本接合用回転ツール及び仮接合用回転ツールについて説明する。

【0033】

図1Aに示すように、本接合用回転ツールFは、連結部F1と、攪拌ピンF2とで構成されている。本接合用回転ツールFは、特許請求の範囲の「回転ツール」に相当する。本接合用回転ツールFは、例えば工具鋼で形成されている。連結部F1は、図1Bに示す摩擦攪拌装置の回転軸Dに連結される部位である。連結部F1は円柱状を呈し、ボルトが締結されるネジ孔B、Bが形成されている。

【0034】

攪拌ピンF2は、連結部F1から垂下しており、連結部F1と同軸になっている。攪拌ピンF2は連結部F1から離間するにつれて先細りになっている。攪拌ピンF2の長さは、後記する封止体3の板厚よりも大きくなっている。攪拌ピンF2の外周面には螺旋溝F3が刻設されている。本実施形態では、本接合用回転ツールFを右回転させるため、螺旋溝F3は、基端から先端に向かうにつれて左回りに形成されている。

【0035】

なお、本接合用回転ツールFを左回転させる場合は、螺旋溝F3を基端から先端に向かうにつれて右回りに形成することが好ましい。螺旋溝F3をこのように設定することで、摩擦攪拌の際に塑性流動化した金属が螺旋溝F3によって攪拌ピンF2の先端側に導かれる。これにより、被接合金属部材（後記するジャケット本体2及び封止体3）の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

【0036】

図1Bに示すように、本接合用回転ツールFを用いて摩擦攪拌接合をする際には、被接合金属部材に回転した攪拌ピンF2のみを挿入し、被接合金属部材と連結部F1とは離間させつつ移動させる。言い換えると、攪拌ピンF2の基端部は露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。本接合用回転ツールFの移動軌跡には摩擦攪拌された金属が硬化することにより塑性化領域W1が形成される。

【0037】

仮接合用回転ツールGは、図2Aに示すように、ショルダ部G1と、攪拌ピンG2とで構成されている。仮接合用回転ツールGは、例えば工具鋼で形成されている。ショルダ部G1は、図2Bに示すように、摩擦攪拌装置の回転軸Dに連結される部位であるとともに、塑性流動化した金属を押える部位である。ショルダ部G1は円柱状を呈する。ショルダ部G1の下端面は、流動化した金属が外部へ流出するのを防ぐために凹状になっている。

【0038】

攪拌ピンG2は、ショルダ部G1から垂下しており、ショルダ部G1と同軸になっている。攪拌ピンG2はショルダ部G1から離間するにつれて先細りになっている。攪拌ピンG2の外周面には螺旋溝G3が刻設されている。

【0039】

図2Bに示すように、仮接合用回転ツールGを用いて摩擦攪拌接合をする際には、回転した攪拌ピンG2とショルダ部G1の下端を被接合金属部材に挿入しつつ移動させる。仮接合用回転ツールGの移動軌跡には摩擦攪拌された金属が硬化することにより塑性化領域

10

20

30

40

50

W 0 が形成される。

【0040】

次に、本実施形態の液冷ジャケットについて説明する。図3に示すように、本実施形態に係る液冷ジャケット1は、ジャケット本体2と、封止体3とで構成されている。ジャケット本体2は、上方に開口した箱状体である。なお、以下の説明における「表面」とは「裏面」の反対側の面という意味である。

【0041】

ジャケット本体2は、底部10と、周壁部11と、支持部12とを含んで構成されている。ジャケット本体2は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金等の摩擦攪拌可能な金属で形成されている。底部10は、平面視矩形の板状を呈する。周壁部11は、底部10の周縁に立設されており、平面視矩形枠状を呈する。周壁部11は、同じ板厚からなる壁部11A, 11B, 11C, 11Dで構成されている。壁部11A, 11Bは短辺部となっており、互いに対向している。また、壁部11C, 11Dは長辺部となっており、互いに対向している。底部10及び周壁部11の内部には凹部13が形成されている。

10

【0042】

周壁部11の端面11aには、ジャケット本体2の開口部の周縁に沿って周壁段差部14が形成されている。周壁段差部14は、段差底面14aと、段差底面14aから立ち上がる段差側面14bとで構成されている。段差底面14aは、端面11aから一段下がった位置に形成されている。

20

【0043】

支持部12は、底部10に立設されており、直方体を呈する。支持部12は、壁部11Aから連続するとともに、壁部11Bに向けて延設されている。壁部11Bと支持部12の先端部は所定の間隔をあけて離間している。支持部12の端面12aと段差底面14aとは面一になっている。なお、支持部12は、周壁部11から離間して形成してもよい。

【0044】

支持部12の端面12aには、3つの突出部17が間をあけて形成されている。突出部17の形状は特に制限されないが、本実施形態では円柱状を呈する。また、突出部17の個数は特に制限されないが、本実施形態では3つになっている。

【0045】

30

封止体3は、平面視矩形を呈する板状部材である。封止体3の材料は特に制限されないが、本実施形態では、ジャケット本体2と同じ材料で形成されている。封止体3は、周壁段差部14にほぼ隙間なく載置される大きさで形成されている。封止体3の板厚寸法は、段差側面14bの高さ寸法及び突出部17の高さ寸法と略同等になっている。封止体3には、板厚方向に貫通する平面視円形の孔部4が3つ形成されている。孔部4は、突出部17が挿入する部位であり、突出部17に対応する位置に形成されている。孔部4は、突出部17がほぼ隙間なく挿入される大きさになっている。

【0046】

図4A及び図4Bに示すように、液冷ジャケット1は、ジャケット本体2と封止体3とが摩擦攪拌によって接合されて一体化されている。液冷ジャケット1は、段差側面14bと封止体3の外周側面3cとが突き合わされた第一突合せ部J1及び突出部17の外周側面と孔部4の孔壁とが突き合わされた第二突合せ部J2が摩擦攪拌によって接合されている。摩擦攪拌を行った部位には、塑性化領域W1, W2がそれぞれ形成されている。液冷ジャケット1の内部には、熱を外部に輸送する熱輸送流体が流れる中空部15が形成されている。

40

【0047】

次に、第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。液冷ジャケットの製造方法では、準備工程と、載置工程と、固定工程と、仮接合工程と、本接合工程と、バリ切除工程とを行う。なお、当該工程の順番は限定されるものではない。

【0048】

50

準備工程は、ジャケット本体2及び封止体3を形成する工程である。載置工程は、ジャケット本体2に封止体3を載置する工程である。図5に示すように、載置工程では、ジャケット本体2の周壁段差部14に封止体3を載置して、周壁段差部14の段差側面14bと、封止体3の外周側面3cとを突き合わせる。これにより、封止体3の周縁に沿って第一突合せ部J1が形成される。また、封止体3の孔部4の孔壁と突出部17の外周側面とが突き合わされて第二突合せ部J2が形成される。封止体3の表面3aと周壁部11の端面11aとは面一になる。

【0049】

固定工程は、ジャケット本体2及び封止体3をテーブル(図示省略)に固定する工程である。固定工程では、ジャケット本体2及び封止体3を、クランプ等の固定治具によってテーブルに移動不能に拘束する。

10

【0050】

仮接合工程は、ジャケット本体2と封止体3とを仮接合する工程である。図6に示すように、仮接合工程では、仮接合用回転ツールGを用いて第一突合せ部J1に対して摩擦攪拌接合を行う。仮接合用回転ツールGの移動軌跡には、塑性化領域W0が形成される。仮接合は連続的に行ってもよいし、図6に示すように断続的に行ってもよい。仮接合用回転ツールGは小型であるため、当該仮接合におけるジャケット本体2及び封止体3の熱変形は小さくなっている。

【0051】

本接合工程は、回転ツールを用いてジャケット本体2と封止体3とを摩擦攪拌接合する工程である。本実施形態の本接合工程では、本接合用回転ツールFを用いて第一突合せ部J1に対して摩擦攪拌接合を行う第一本接合工程と、第二突合せ部J2に対して摩擦攪拌接合を行う第二本接合工程とを行う。第一本接合工程と第二本接合工程はどちらを先に行つてもよいが、本実施形態では第二本接合工程を行った後、第一本接合工程を行う。

20

【0052】

図7A及び図7Bに示すように、第二本接合工程は、本接合用回転ツールFを用いて第二突合せ部J2を摩擦攪拌接合する工程である。第二本接合工程では、第二突合せ部J2上に設定した開始位置s1に右回転させた攪拌ピンF2を挿入し、第二突合せ部J2に沿って突出部17に対して右回りで本接合用回転ツールFを一周させる。図7Bに示すように、攪拌ピンF2の挿入深さは、攪拌ピンF2の先端が、支持部12の端面12aに達するように設定するとともに、封止体3及び支持部12に攪拌ピンF2のみが接触するように設定する。そして、本接合用回転ツールFを一定の高さを保った状態で相対移動させる。

30

【0053】

本接合用回転ツールFの移動軌跡には塑性化領域W2が形成される。本接合用回転ツールFを一周させて、塑性化領域W2の始端と終端とを重複させたら、本接合用回転ツールFを封止体3から離脱させる。なお、本実施形態では、3つの第二突合せ部J2に対して別々に摩擦攪拌接合を行うが、例えば、本接合用回転ツールFを直線的に相対移動させて、3つの第二突合せ部J2を1パスで摩擦攪拌接合してもよい。また、本接合用回転ツールFの先端を支持部12の端面12aに接触させずに、少なくとも塑性化領域W2が端面12aに達するように挿入深さを設定してもよい。第二本接合工程によって、第二突合せ部J2が摩擦攪拌接合されるとともに支持部12の端面12aと封止体3の裏面3bとの重合部も摩擦攪拌接合される。

40

【0054】

図8A及び図8Bに示すように、第一本接合工程は、本接合用回転ツールFを用いて第一突合せ部J1に対して摩擦攪拌接合を行う工程である。第一本接合工程では、右回転させた本接合用回転ツールFを開始位置s2に挿入し、第一突合せ部J1に沿って相対移動させる。本実施形態では、本接合用回転ツールFを封止体3の周縁に沿って右回りに一周させる。

【0055】

50

図 8 B に示すように、攪拌ピン F 2 の挿入深さは、攪拌ピン F 2 の先端が、段差底面 1 4 a に達するように設定するとともに、封止体 3 及び周壁部 1 1 に攪拌ピン F 2 のみが接触するように設定する。そして、本接合用回転ツール F を一定の高さを保った状態で第一突合せ部 J 1 に沿って移動させる。本実施形態では、第一突合せ部 J 1 に加えて、段差底面 1 4 a と封止体 3 の裏面 3 b との重合部も摩擦攪拌接合される。

【0056】

なお、本接合用回転ツール F の挿入深さは、必ずしも一定でなくてもよい。また、本接合用回転ツール F の先端を段差底面 1 4 a に接触させずに、少なくとも塑性化領域 W 1 が段差底面 1 4 a に達するように挿入深さを設定してもよい。

【0057】

本実施形態のように、本接合用回転ツール F を封止体 3 の周りを右回りに移動させる場合は、本接合用回転ツールを右回転させることが好ましい。一方、本接合用回転ツール F を封止体 3 の周りに左周りに移動させる場合は、本接合用回転ツール F を左回転させることが好ましい。

【0058】

回転ツールを右回転させると進行方向左側、左回転させると進行方向右側に接合欠陥が発生する可能性があり、板厚の薄い封止体 3 に当該接合欠陥が形成されると水密性及び気密性が低下するおそれがある。しかし、本接合用回転ツール F の移動方向及び回転方向を前記した設定にすることで、摩擦攪拌接合に伴う接合欠陥が比較的厚さの大きいジャケット本体 2 側に形成されるため、水密性及び気密性の低下を抑制することができる。

【0059】

図 8 A に示すように、本接合用回転ツール F を第一突合せ部 J 1 に沿って一周させた後、開始位置 s 2 を通過させて、そのまま第二中間点 s 3 まで移動させる。そして、壁部 1 1 A の端面 1 1 a に設定された終了位置 e 1 まで本接合用回転ツール F を移動させたら、上方に移動させて壁部 1 1 A から本接合用回転ツール F を離脱させる。

【0060】

本接合用回転ツール F を壁部 1 1 A から離脱させた後に、壁部 1 1 A の端面 1 1 a に引抜跡が残存する場合は、当該引抜跡を補修する補修工程を行ってもよい。補修工程は、例えば、肉盛溶接を行って当該引抜跡に溶接金属を埋めて補修することができる。これにより、壁部 1 1 A の端面 1 1 a を平坦にすることができる。

【0061】

なお、本接合用回転ツール F を周壁部 1 1 から離脱させる場合は、例えば、本接合用回転ツール F を周壁部 1 1 の端面 1 1 a 上で移動させつつ、本接合用回転ツール F を徐々に上方に移動させて、本接合用回転ツール F の挿入深さが徐々に浅くなるようにしてもよい。このようにすることで、端面 1 1 a に本接合工程後の引抜跡が残存しないか、もしくは引抜跡を小さくすることができる。

【0062】

バリ切除工程では、本接合工程によってジャケット本体 2 及び封止体 3 の表面に露出するバリを切除する。これにより、ジャケット本体 2 及び封止体 3 の表面をきれいに仕上げることができる。以上の工程により、図 4 に示す液冷ジャケット 1 が形成される。

【0063】

以上説明した液冷ジャケットの製造方法及び液冷ジャケット 1 によれば、載置工程において、封止体 3 の孔部 4 を、支持部 1 2 の突出部 1 7 に挿入するようにしたため、ジャケット本体 2 に対して封止体 3 を容易に位置決めすることができる。また、第一本接合工程又は第二本接合工程の際に、ジャケット本体 2 に対して封止体 3 が移動するのを防ぐことができる。

【0064】

また、第一本接合工程及び第二本接合工程において、従来のようにジャケット本体 2 及び封止体 3 に回転ツールのショルダ部を入り込ませないため、従来よりも塑性化領域の幅を小さくすることができるとともに、ジャケット本体 2 及び封止体 3 に作用する押圧力を

10

20

30

40

50

低減することができる。従来の製造方法では、段差底面 14 a の幅を回転ツールのショルダ部の半径よりも大きく設定する必要があった。しかし、本実施形態によれば、段差底面 14 a の幅を小さくしても、封止体 3 と周壁部 11 とで構成される内隅部からの金属材料の流出を防ぐことができるため、設計の自由度を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

また、支持部 12 においては、従来の回転ツールであると、支持部 12 の幅をショルダ部の直径よりも大きく設定する必要があった。しかし、本実施形態によれば、支持部 12 の幅を小さくしても、封止体 3 と支持部 12 とで構成される内隅部からの金属材料の流出を防ぐことができるため、設計の自由度を向上させることができる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、攪拌ピン F 2 のみをジャケット本体 2 及び封止体 3 に挿入するため、回転ツールのショルダ部を押し込む場合に比べて摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができるとともに、本接合用回転ツール F の操作性も良好となる。また、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができるため、摩擦攪拌装置に大きな負荷がかからない状態で、第一突合せ部 J 1 及び第二突合せ部 J 2 の深い位置を接合することができる。

【 0 0 6 7 】

また、本実施形態に係る液冷ジャケット 1 は、ジャケット本体 2 の底部 10 に立設されるとともに封止体 3 の裏面 3 b に接合される支持部 12 が形成されているため変形しにくい。つまり、本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、耐変形性の高い液冷ジャケット 1 を製造することができる。

【 0 0 6 8 】

また、本接合用回転ツール F を比較的厚さの小さい封止体 3 上で引き抜くと、引抜跡の補修が困難であったり、引き抜き作業が安定せずに封止体 3 に欠陥が発生したりするという問題があるが、本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、封止体 3 に比べて厚さが大きい周壁部 11 (壁部 11 A) で本接合用回転ツール F を引き抜くことで、かかる問題を解消することができる。

【 0 0 6 9 】

また、本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、本接合工程の前に仮接合工程を行うことで、第一本接合工程の際に第一突合せ部 J 1 の目開きを防ぐことができる。なお、本実施形態では、第一突合せ部 J 1 のみに仮接合を行ったが、第一突合せ部 J 1 及び第二突合せ部 J 2 の少なくとも一方に仮接合を行えばよい。

【 0 0 7 0 】

以上、本発明の第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法について説明したが、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。例えば、本接合工程において、ジャケット本体 2 の内部に冷却媒体を流してジャケット本体 2 及び封止体 3 を冷却しながら摩擦攪拌接合を行ってもよい。これにより、摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮に起因する液冷ジャケット 1 の変形を小さくすることができる。また、別途冷却板、冷却手段等を用いずに、ジャケット本体 2 及び封止体 3 自体を利用して冷却することができる。

【 0 0 7 1 】

また、第一実施形態では仮接合用回転ツール G を用いて仮接合を行ったが、本接合用回転ツール F を用いて仮接合を行ってもよい。これにより、回転ツールを交換する手間を省略することができる。また、仮接合工程は、溶接によって行ってもよい。

【 0 0 7 2 】

〔第一変形例〕

次に、第一変形例に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。図 9 に示すように、第一変形例では、第一本接合工程において、本接合用回転ツール F を封止体 3 の周りに二周させる点で第一実施形態と相違する。第一変形例では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

10

20

30

40

50

【0073】

図9に示すように、第一変形例の第一本接合工程では、第一突合せ部J1に沿って本接合用回転ツールFを一周させて、開始位置s2を通過したら、本接合用回転ツールFを外側（封止体3から離間する側）に偏移させて、塑性化領域W1の外側と攪拌ピンF2とが重なるようにして本接合用回転ツールFを封止体3周りにもう一周させる。図10に示すように、二周目の摩擦攪拌接合によって、塑性化領域W1bが形成される。本実施形態では、二周目の本接合用回転ツールFの回転軸が、塑性化領域W1の外端を通るように本接合用回転ツールFのルートを設定している。

【0074】

本接合用回転ツールFを二周させた後、第二中間点s3（図9参照）と終了位置e1とを結ぶ線上まで本接合用回転ツールFを移動させたら、終了位置e1で本接合用回転ツールFを周壁部11から離脱させる。

10

【0075】

以上説明した第一変形例によれば、第一本接合工程において、本接合用回転ツールFを二周させることにより、液冷ジャケット1の水密性及び気密性を向上させることができる。前記したように、本接合用回転ツールFを右回転させつつ封止体3に対して右回りに移動させる場合、塑性化領域W1の外側に接合欠陥が形成されるおそれがある（本接合用回転ツールFを左回転させつつ左回りに移動させる場合も同様）。しかし、第一変形例のように、塑性化領域W1の外側を再度摩擦攪拌することにより、当該接合欠陥を補修することができる。これにより、液冷ジャケット1の水密性及び気密性を向上させることができる。

20

【0076】

〔第二変形例〕

次に、第二変形例に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。図11に示すように、第二変形例では、第一本接合工程において、タブ材TBを用いる点で第一実施形態と相違する。第二変形例では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

【0077】

図11に示すように、第二変形例の第一本接合工程では、タブ材配置工程と、引き抜き工程とを含んで行う。タブ材配置工程は、ジャケット本体2の壁部11Aにタブ材TBを配設する工程である。タブ材TBの材料は特に制限されないが、第二変形例ではジャケット本体2と同等の材料を用いている。ジャケット本体2とタブ材TBとは溶接又は摩擦攪拌接合によって接合する。タブ材TBの大きさは特に制限されないが、第二変形例では、タブ材TBの幅寸法とジャケット本体2の幅寸法は同等になっている。タブ材TBの表面と周壁部11の端面11aとは面一になっている。

30

【0078】

本接合用回転ツールFを第一突合せ部J1に沿って一周させた後、本接合用回転ツールFを第二中間点s3まで移動させたら、本接合用回転ツールFを離脱させずにそのまま引き抜き工程に移行する。引き抜き工程は、タブ材TBから本接合用回転ツールFを離脱させる工程である。

40

【0079】

引き抜き工程では、第二中間点s3からタブ材TB内に本接合用回転ツールFを移動させつつ、タブ材TB上で本接合用回転ツールFを渦巻き状に移動させる。この際、引き抜き工程の終了位置e2に向けて本接合用回転ツールFの挿入深さが徐々に浅くなるようすることが好ましい。終了位置e2でタブ材TBから本接合用回転ツールFを離脱せたら、ジャケット本体2からタブ材TBを切除する。

【0080】

第二変形例によれば、タブ材TBを用いることでジャケット本体2に引抜跡が残存しないため、引抜跡を補修する補修工程を省略することができる。なお、タブ材TB上での本接合用回転ツールFの移動軌跡は渦巻き状に限定するものではなく、蛇行状、直線状に設定してもよい。また、本接合用回転ツールFの挿入深さを徐々に浅くせずに、タブ材TB

50

上で本接合用回転ツールFを上方に引き抜いてもよい。

【0081】

〔第三変形例〕

次に、第三変形例に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。図12に示すように、第三変形例では、冷却板を用いて本接合工程を行う点で第一実施形態と相違する。第三変形例では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

【0082】

図12に示すように、第三変形例では、固定工程を行う際に、予め封止体3が仮接合されたジャケット本体2をテーブルKに固定する。テーブルKは、直方体を呈する基板K1と、基板K1の四隅に形成されたクランプK3と、基板K1の内部に配設された冷却管WPによって構成されている。テーブルKは、ジャケット本体2を移動不能に拘束とともに、特許請求の範囲の「冷却板」として機能する部材である。

【0083】

冷却管WPは、基板K1の内部に埋設される管状部材である。冷却管WPの内部には、基板K1を冷却する冷却媒体が流通する。冷却管WPの配設位置、つまり、冷却媒体が流れる冷却流路の形状は特に制限されないが、第三変形例では第一本接合工程における本接合用回転ツールFの移動軌跡に沿う平面形状になっている。即ち、平面視した際に、冷却管WPと第一突合せ部J1とが略重なるように冷却管WPが配設されている。

【0084】

第三変形例の本接合工程では、ジャケット本体2をテーブルKに固定した後、冷却管WPに冷却媒体を流しながら摩擦攪拌接合を行う。これにより、摩擦攪拌の際の摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮に起因する液冷ジャケット1の変形を小さくすることができる。また、第三変形例では、平面視した場合に、冷却流路と第一突合せ部J1(仮接合用回転ツールG及び本接合用回転ツールFの移動軌跡)とが重なるようになっているため、摩擦熱が発生する部分を集中的に冷却できる。これにより、冷却効率を高めることができる。また、冷却管WPを配設して冷却媒体を流通させるため、冷却媒体の管理が容易となる。また、テーブルK(冷却板)とジャケット本体2とが面接觸するため、冷却効率を高めることができる。

【0085】

なお、テーブルK(冷却板)を用いてジャケット本体2及び封止体3を冷却するとともに、ジャケット本体2の内部にも冷却媒体を流しつつ摩擦攪拌接合を行ってもよい。

【0086】

〔第四変形例〕

次に、第四変形例に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。図13A及び図13のBに示すように、第四変形例では、ジャケット本体2の表面側及び封止体3の表面3aが凸状となるように湾曲させた状態で本接合工程を行う点で第一実施形態と相違する。第四変形例では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

【0087】

図13Aに示すように、第四変形例では、テーブルKAを用いる。テーブルKAは、直方体を呈する基板KA1と、基板KA1の中央に形成されたスペーサKA2と、基板KA1の四隅に形成されたクランプKA3とで構成されている。スペーサKA2は、基板KA1と一体でも別体でもよい。

【0088】

第四変形例の固定工程では、仮接合工程を行って一体化したジャケット本体2及び封止体3をクランプKA3によってテーブルKAに固定する。図13Bに示すように、ジャケット本体2及び封止体3をテーブルKAに固定すると、ジャケット本体2の底部10、端面11a及び封止体3の表面3aが上方に凸状となるように湾曲する。より詳しくは、ジャケット本体2の壁部11Aの第一辺部21、壁部11Bの第二辺部22、壁部11Cの第三辺部23及び壁部11Dの第四辺部24が曲線となるように湾曲する。

【0089】

10

20

30

40

50

第四変形例の本接合工程では、本接合用回転ツールFを用いて本接合工程を行う。本接合工程では、ジャケット本体2及び封止体3の少なくともいずれか一方の変形量を計測しておき、攪拌ピンF2の挿入深さを前記変形量に合わせて調節しながら摩擦攪拌接合を行う。つまり、ジャケット本体2の端面11a及び封止体3の表面3aの曲面に沿って本接合用回転ツールFの移動軌跡が曲線となるように移動させる。このようにすることで、塑性化領域W1の深さ及び幅を一定にすることができます。

【0090】

摩擦攪拌接合の入熱によって塑性化領域W1に熱収縮が発生し、ジャケット本体2及び封止体3側が凹状に変形するおそれがあるが、第四変形例の本接合工程によれば、端面11a及び表面3aに引張応力が作用するようにジャケット本体2及び封止体3を予め凸状に固定しているため、摩擦攪拌接合後の熱収縮を利用することで液冷ジャケット1を平坦にすることができる。また、従来の回転ツールで本接合工程を行う場合、ジャケット本体2及び封止体3が凸状に反っていると回転ツールのショルダが、ジャケット本体2及び封止体3に接触し、操作性が悪いという問題がある。しかし、第四変形例によれば、本接合用回転ツールFには、ショルダ部が存在しないため、ジャケット本体2及び封止体3が凸状に反っている場合でも、本接合用回転ツールFの操作性が良好となる。

【0091】

なお、ジャケット本体2及び封止体3の変形量の計測については、公知の高さ検知装置を用いればよい。また、例えば、テーブルKAからジャケット本体2及び封止体3の少なくともいずれか一方までの高さを検知する検知装置が装備された摩擦攪拌装置を用いて、ジャケット本体2又は封止体3の変形量を検知しながら本接合工程を行ってもよい。

【0092】

また、第四変形例では、第一辺部21～第四辺部24の全てが曲線となるようにジャケット本体2及び封止体3を湾曲させたがこれに限定されるものではない。例えば、第一辺部21及び第二辺部22が直線となり、第三辺部23及び第四辺部24が曲線となるように湾曲させてもよい。また、例えば、第一辺部21及び第二辺部22が曲線となり、第三辺部23及び第四辺部24が直線となるように湾曲させてもよい。

【0093】

また、第四変形例ではジャケット本体2又は封止体3の変形量に応じて攪拌ピンF2の高さ位置を変更したが、テーブルKAに対する攪拌ピンF2の高さを一定にして本接合工程を行ってもよい。

【0094】

また、スペーサKA2は、ジャケット本体2及び封止体3の表面側が凸状となるように固定することができればどのような形状であってもよい。また、ジャケット本体2及び封止体3の表面側が凸状となるように固定することができればスペーサKA2は省略してもよい。また、本実施形態では、平らなジャケット本体2及び封止体3を固定工程の際に表面側が凸状となるように変形させたが、予めダイキャスト等により表面側が凸状となるジャケット本体2及び封止体3を成形し、当該ジャケット本体2及び封止体3をテーブルKAに固定してもよい。このような方法であっても、本接合工程による熱収縮を利用して液冷ジャケットを平坦にすることができる。

【0095】

また、本接合用回転ツールF及び仮接合用回転ツールGは、例えば、先端にスピンドルユニット等の回転駆動手段を備えたアームロボットに取り付けてもよい。アームロボットに取り付けることにより、本接合用回転ツールF及び仮接合用回転ツールGの回転中心軸の傾斜角度や挿入深さを容易に変更することができる。

【0096】

〔第五変形例〕

次に、第五変形例に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。図14に示すように、第五変形例では、冷却板を用いつつ、ジャケット本体2及び封止体3を凸状となるように湾曲させた状態で本接合工程を行う点で第一実施形態と相違する。第五変形例では

10

20

30

40

50

、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

【0097】

図14に示すように、第五変形例では、固定工程を行う際に、ジャケット本体2をテーブルKBに固定する。テーブルKBは、直方体を呈する基板KB1と、基板KB1の中央に配設されたスペーサKB2と、基板KB1の四隅に形成されたクランプKB3と、基板KB1の内部に埋設された冷却管WPとで構成されている。テーブルKBは、ジャケット本体2を移動不能に拘束するとともに、特許請求の範囲の「冷却板」として機能する部材である。

【0098】

スペーサKB2は、上方に凸状となるように湾曲した曲面KB2aと、曲面KB2aの両端に形成され基板KB1から立ち上がる立面KB2b, KB2bとで構成されている。スペーサKB2の第一辺部Ka及び第二辺部Kbは曲線になっており、第三辺部Kc及び第四辺部Kdは直線になっている。

【0099】

冷却管WPは、基板KB1の内部に埋設される管状部材である。冷却管WPの内部には、基板KB1を冷却する冷却媒体が流通する。冷却管WPの配設位置、つまり、冷却媒体が流れる冷却流路の形状は特に制限されないが、第五変形例では第一本接合工程における本接合用回転ツールFの移動軌跡に沿う平面形状になっている。即ち、平面視した際に、冷却管WPと第一突合せ部J1とが略重なるように冷却管WPが配設されている。

【0100】

第五変形例の固定工程では、仮接合を行って一体化したジャケット本体2及び封止体3をクランプKB3によってテーブルKBに固定する。より詳しくは、ジャケット本体2の底部10の裏面が曲面KB2aと面接觸するようにテーブルKBに固定する。ジャケット本体2をテーブルKBに固定すると、ジャケット本体2の表面側及び封止体3の表面3aが上方に凸状となるように湾曲する。また、ジャケット本体2の壁部11Aの第一辺部21、壁部11Bの第二辺部22が曲線となり、壁部11Cの第三辺部23及び壁部11Dの第四辺部24が直線となるように湾曲する。

【0101】

第五変形例の本接合工程では、本接合用回転ツールFを用いて第一本接合工程及び第二本接合工程を行う。第一本接合工程では、ジャケット本体2及び封止体3の少なくともいずれか一方の変形量を計測しておき、攪拌ピンF2挿入深さを前記変形量に合わせて調節しながら第一突合せ部J1に摩擦攪拌接合を行う。つまり、ジャケット本体2の端面11a及び封止体3の表面3aの曲面に沿って本接合用回転ツールFの移動軌跡が曲線となるように移動させる。このようにすることで、塑性化領域W1の深さ及び幅を一定にすることができます。

【0102】

摩擦攪拌接合の入熱によって塑性化領域W1に熱収縮が発生し、液冷ジャケット1の封止体3側が凹状に変形するおそれがあるが、第五変形例の本接合工程によれば、端面11a及び表面3aに引張応力が作用するようにジャケット本体2及び封止体3を予め凸状に固定しているため、摩擦攪拌接合後の熱収縮を利用することで液冷ジャケットを平坦にすることができる。

【0103】

また、第五変形例では、ジャケット本体2の底部10の凹状となっている裏面に、スペーサKB2の曲面KB2aを面接觸させている。これにより、ジャケット本体2及び封止体3をより効果的に冷却しながら摩擦攪拌接合を行うことができる。摩擦攪拌接合における摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮に起因する液冷ジャケットの変形を小さくすることができる。これにより、本接合工程に先だって、ジャケット本体2及び封止体3を凸状とする際に、ジャケット本体2及び封止体3の曲率を小さくすることができる。

【0104】

なお、ジャケット本体2及び封止体3の変形量の計測については、公知の高さ検知装置

10

20

30

40

50

を用いればよい。また、例えば、テーブル K B からジャケット本体 2 及び封止体 3 の少なくともいずれか一方までの高さを検知する検知装置が装備された摩擦攪拌装置を用いて、ジャケット本体 2 又は封止体 3 の変形量を検知しながら本接合工程を行ってもよい。

【 0 1 0 5 】

また、第五変形例では、第一辺部 2 1 及び第二辺部 2 2 が曲線となるようにジャケット本体 2 及び封止体 3 を湾曲させたがこれに限定されるものではない。例えば、球面を具備するスペーサ K B 2 を形成し、当該球面にジャケット本体 2 の底部 1 0 の裏面が面接触するようにしてもよい。この場合は、テーブル K B にジャケット本体 2 を固定すると、第一辺部 2 1 ~ 第四辺部 2 4 のすべてが曲線となる。

【 0 1 0 6 】

また、第五変形例ではジャケット本体 2 又は封止体 3 の変形量に応じて攪拌ピン F 2 の高さ位置を変更したが、テーブル K B に対する攪拌ピン F 2 の高さを一定にして本接合工程を行ってもよい。

【 0 1 0 7 】

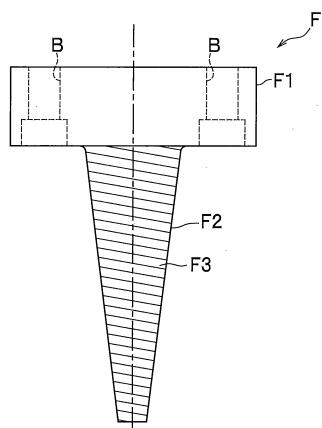
以上本発明の実施形態及び変形例について説明したが、本発明の趣旨に反しない範囲において、適宜設計変更が可能である。例えば、第一本接合工程及び第二本接合工程は、本実施形態では本接合用回転ツール F を用いて攪拌ピン F 2 のみをジャケット本体 2 及び封止体 3 に接触させた状態で摩擦攪拌接合を行ったが、攪拌ピンとショルダ部とを備えた回転ツールを用いて、ショルダ部をジャケット本体 2 及び封止体 3 に押し込みながら摩擦攪拌接合を行ってもよい。また、封止体 3 に板状のフィンを複数枚並設させてもよい。

【 符号の説明 】

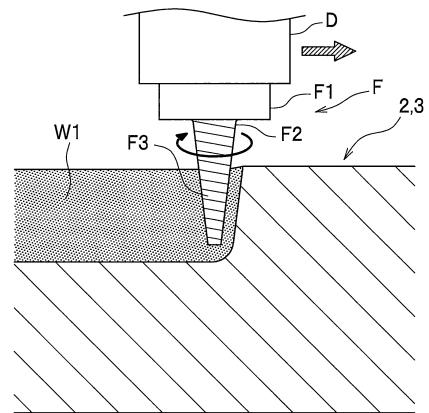
【 0 1 0 8 】

1	液冷ジャケット	
2	ジャケット本体	
3	封止体	
3 a	表面	
3 b	裏面	
3 c	外周側面	
1 0	底部	
1 1	周壁部	30
1 1 a	端面	
1 2	支持部	
1 2 a	端面	
1 3	凹部	
1 4	周壁段差部	
1 4 a	段差底面	
1 4 b	段差側面	
1 7	突出部	
F	本接合用回転ツール（回転ツール）	
F 2	攪拌ピン	40
G	仮接合用回転ツール	
J 1	第一突合せ部	
J 2	第二突合せ部	
K	テーブル（冷却板）	
W 1	塑性化領域	
W P	冷却管	

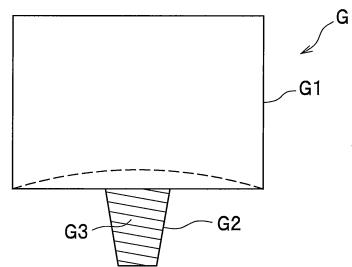
【図1A】



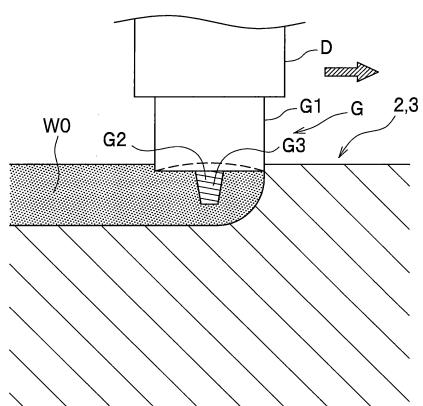
【図1B】



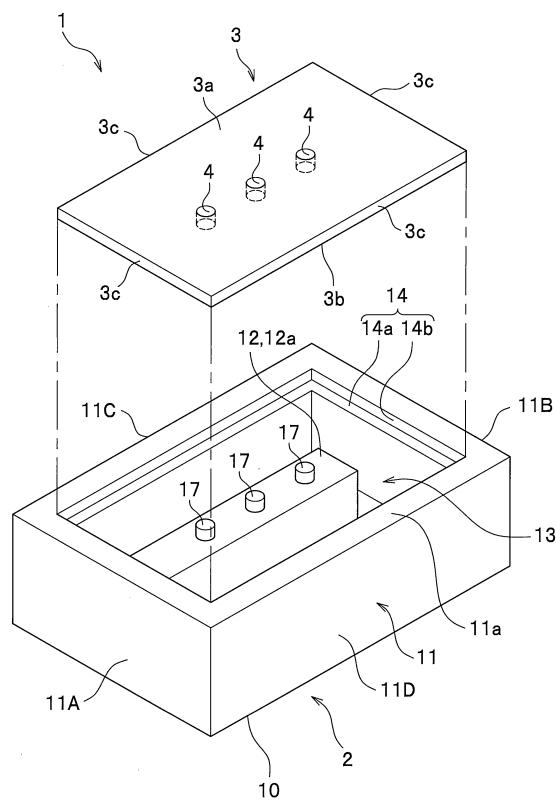
【図2A】



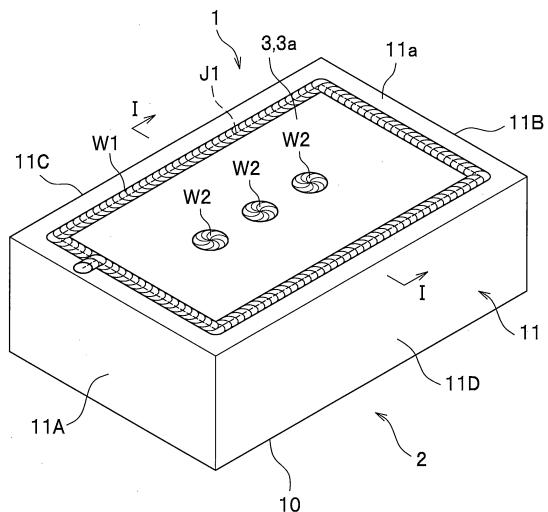
【図2B】



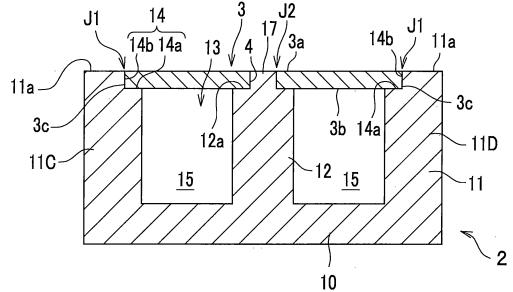
【図3】



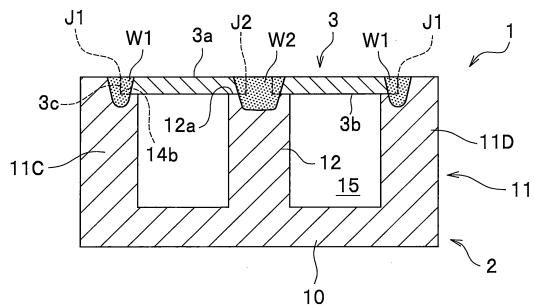
【図4A】



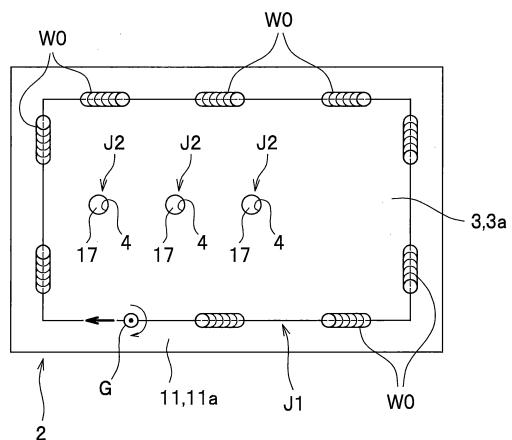
【図5】



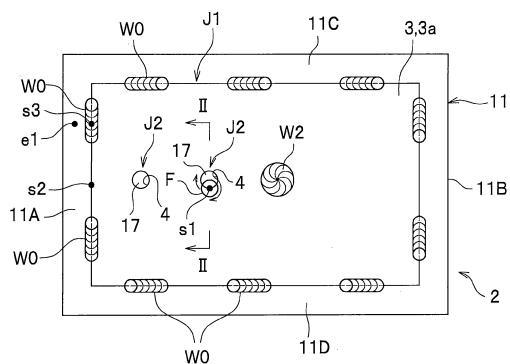
【図4B】



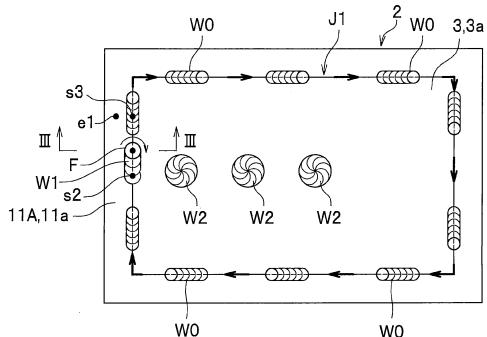
【図6】



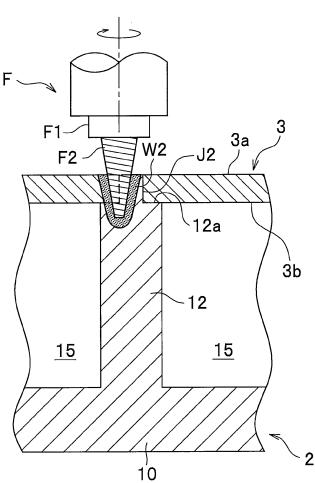
【図7A】



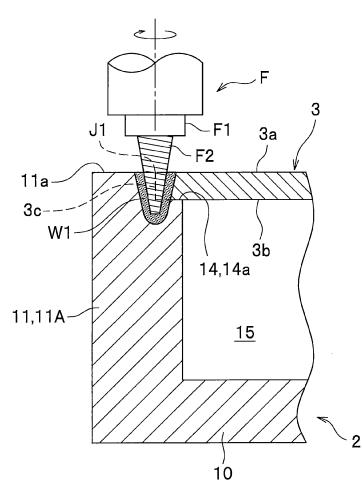
【図8A】



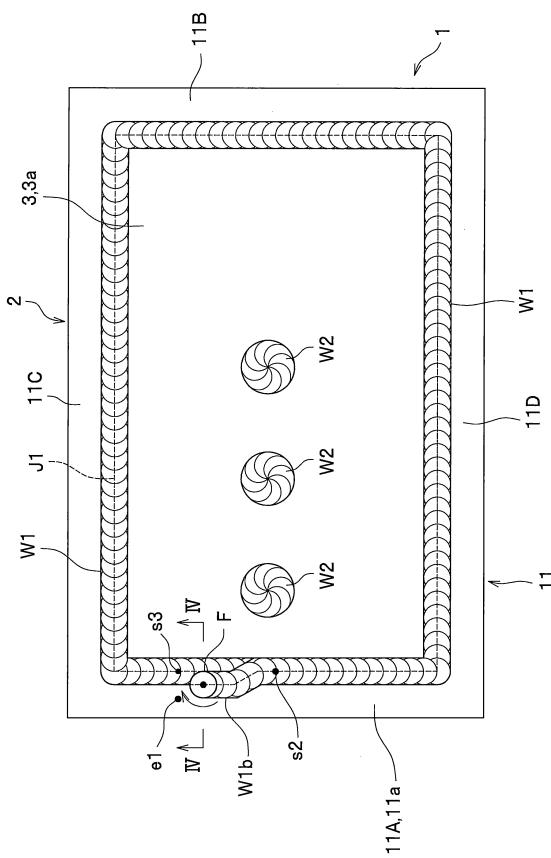
【図7B】



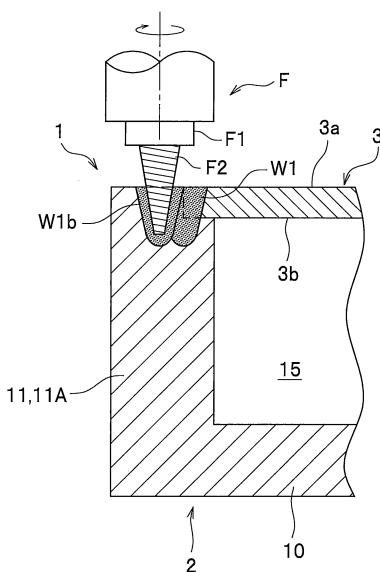
【図8B】



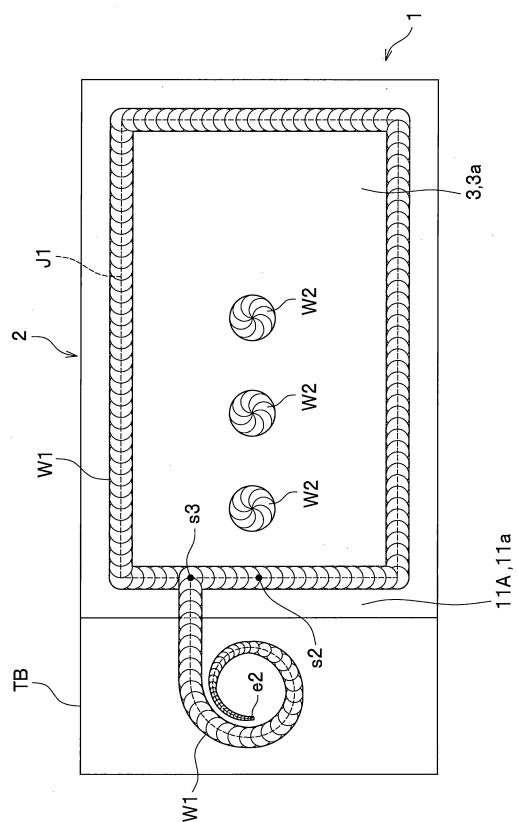
【図9】



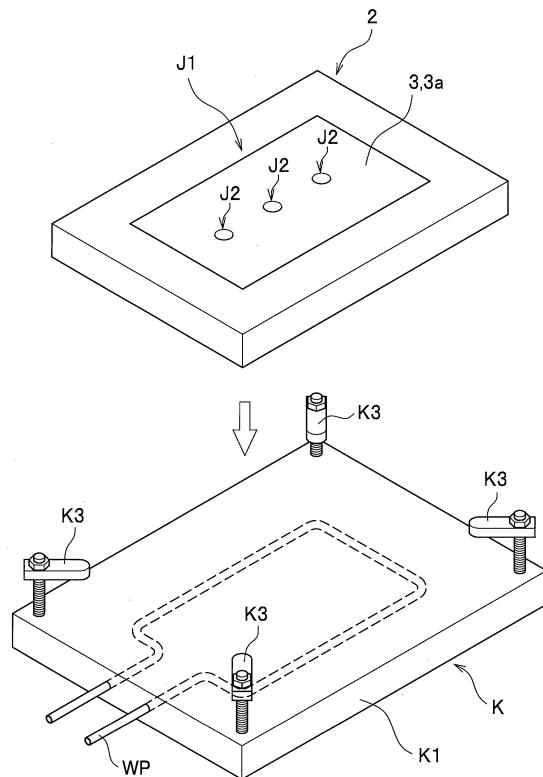
【図10】



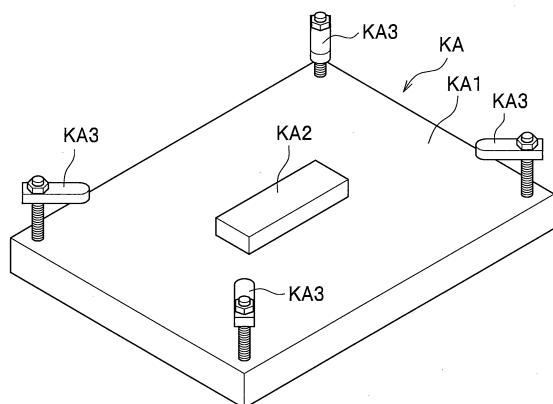
【図11】



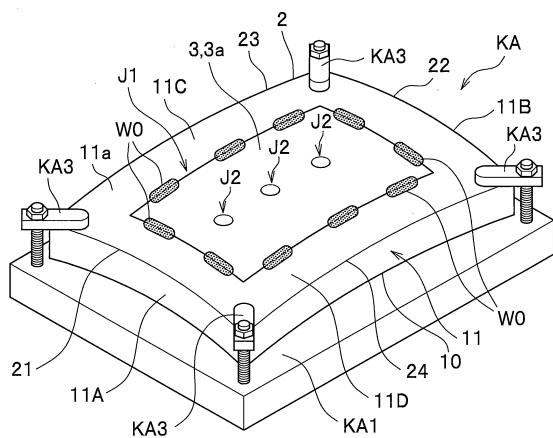
【図12】



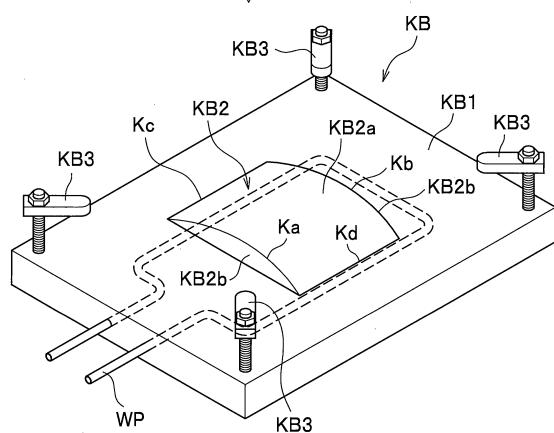
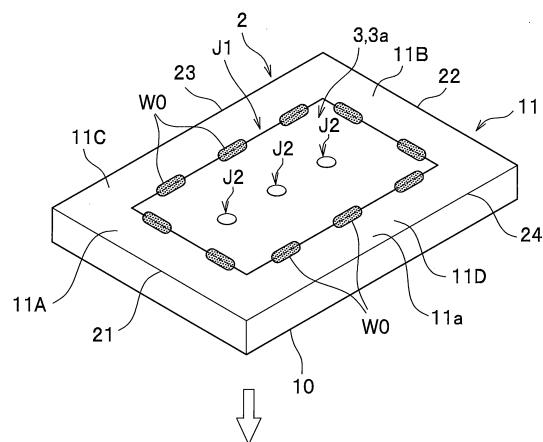
【図13A】



【図13B】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 28D 15/02 102A

(56)参考文献 特開2012-044119 (JP, A)
特開2015-131321 (JP, A)
国際公開第2014/103874 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 20/12
H01L 23/34
F28D 1/06
F28D 15/02