

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4224502号
(P4224502)

(45) 発行日 平成21年2月18日(2009.2.18)

(24) 登録日 平成20年11月28日(2008.11.28)

(51) Int.Cl.	F 1		
B 2 3 K 26/20	(2006.01)	B 2 3 K 26/20	3 1 O G
B 2 3 K 26/08	(2006.01)	B 2 3 K 26/20	3 1 O N
B 6 1 D 17/00	(2006.01)	B 2 3 K 26/08	B
B 6 1 D 17/08	(2006.01)	B 6 1 D 17/00	C
B 6 1 D 17/12	(2006.01)	B 6 1 D 17/08	

請求項の数 4 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-179747 (P2006-179747)
 (22) 出願日 平成18年6月29日(2006.6.29)
 (65) 公開番号 特開2008-6472 (P2008-6472A)
 (43) 公開日 平成20年1月17日(2008.1.17)
 審査請求日 平成20年3月26日(2008.3.26)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000004617
 日本車輛製造株式会社
 愛知県名古屋市熱田区三本松町1番1号
 (74) 代理人 110000291
 特許業務法人コスモス特許事務所
 (72) 発明者 渡邊 慶知
 名古屋市熱田区三本松町1番1号 日本車
 輛製造株式会社内

審査官 青木 正博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ溶接方法及び鉄道車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉄道車両用構体を構成する薄肉の被接合板同士を重ね合わせた部分の接合であり、その鉄道車両用構体の外板となる前記被接合板の裏面側からレーザー光を照射し、波形の接合線で溶接するようにレーザー光の照射位置を変化させながらレーザー溶接するレーザー溶接方法において、

前記レーザー光を、車体外面となる前記外板を貫通しない所定の溶融深さとなる一定の出力で照射し、その照射位置が、一定の波長と振幅で繰り返される規則的な波形であって、途中の移動方向が振幅方向に対して常に角度を持つようにした接合線の進路を一定の速度で移動するようにしたものであり、

前記レーザー装置の出力は、前記外板の板厚が2mm程度であるのに対し、当該外板への溶融深さが0.5mm程度になるようにしたことを特徴とするレーザー溶接方法。

【請求項2】

請求項1に記載するレーザー溶接方法において、

前記波形の接合線が正弦波であることを特徴とするレーザー溶接方法。

【請求項3】

請求項1に記載するレーザー溶接方法において、

前記波形の接合線は、振幅方向両側の円弧部分とその円弧部分を繋ぐ直線部分とからなるものであることを特徴とするレーザー溶接方法。

【請求項4】

鉄道車両用構体を構成する薄肉の被接合板同士を重ね合わせた部分が、その鉄道車両用構体の外板となる前記被接合板の裏面側からレーザー光が照射され、波形の接合線で溶接するように当該レーザー光の照射位置を変化させながら行うレーザー溶接によって接合された鉄道車両において、

前記レーザー光を、板厚が2mm程度の前記外板に対して溶融深さが0.5mm程度になるように一定の出力で照射し、その照射位置が、一定の波長と振幅で繰り返される規則的な波形であって、途中の移動方向が振幅方向に対して常に角度を持つようにした接合線の進路を一定の速度で移動することにより前記被接合板同士を接合することで、前記鉄道車両用構体が構成されたものであることを特徴とする鉄道車両。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、屋根構体や側構体などを接合して組み立てられる鉄道車両及び、その側構体などを構成する外板の接合等に使用されるレーザー溶接方法及び、接合部分を同方法によって接合した鉄道車両に関し、特に、波形の接合線によって幅を確保するようにしたレーザー溶接方法及び、接合部分を同方法によって接合した鉄道車両に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道車両は、例えば、ステンレス製の外板に骨組みを溶接して一体にした構体ブロックによって組み立てる鉄道車両が開発され、例えば特開2002-104180号公報に開示されている。図7は、同公報に開示された鉄道車両の側構体を示した面図である。この鉄道車両は、この側構体と屋根構体、妻構体及び台枠を接合した鉄道車両用構体にて構成され、例えばその中の側構体100は、2組の車端窓ブロック101と2組の中間窓ブロック102、そして各窓ブロック101、102の間に位置する3組の側入口ブロック103から構成されている。

20

【0003】

車端窓ブロック101や各中間窓ブロック102は、幕板部分を含む外板110、120に骨組みを接合して構成されたものであり、それぞれの外板110、120は、上部外板と下部外板とに分けられ全体が車体内側に設けられた骨組みより大きく形成されている。また、側入口ブロック103は、幕板部分を含む入口枠板130が上部枠部材、下部枠部材及び側枠部材で構成された入口用開口部にドアが取り付けられている。そして、こうした2組の車端窓ブロック101と中間窓ブロック102、3組の側入口ブロック103が図7に示すように一体になって側構体100が構成される。

30

【0004】

側構体100は、図8に示すように、外板110の裏側には外板補強部材130がレーザー溶接によって接合されている（屋根構体3及び妻構体4も同様である）。この補強部材130は、断面コの字形状のコ字状部131と、そのコ字状部131の両端縁に連続して互いに反対方向に延びる取付部132によって、断面がハット形状に構成されている。外板110には、この取付部132が重ね合わされ、その重ね合わせ部分が長手方向にレーザー溶接される。

40

【特許文献1】特開2006-027366号公報

【特許文献2】特開2003-200852号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

レーザー溶接による接合は、線溶接であるためスポット溶接などの点溶接に比べ、接合部分にシール効果を有する。そのため、鉄道車両の外板同士の接続部分などにシール材が不要になり、別途シール材を必要とする点溶接に比べ、気密性に優れ、しかも劣化するシール材のメンテナンスが必要なくなる。また、レーザー溶接は接合速度が速いため製作コストの点でも有効である。

50

【 0 0 0 6 】

レーザ溶接を行うと、図 8 に示すように外板 1 1 0 の裏側には溶接ビードによる接合線 1 4 0 が残る。鉄道車両では、例えば厚さ 2 mm 程度の板材をレーザ溶接するので、表面に溶接痕が現れないようにするためにはレーザ溶接の線幅が 1 mm 以下の非常に細い接合線になる。従って、1 本の接合線で接合するだけでは、曲げ応力が作用するような接合部において疲労強度が低いという問題があるため、2 本以上の接合線にして接合することが考えられる。

【 0 0 0 7 】

しかし、レーザ溶接を 1 本ずつ順に行う場合は、最初の 1 本目を溶接した時の入熱によって反りが生じ、2 本目の溶接に対して品質不良や接合不良を引き起こすことがある。一方、そうした問題を回避するためには一度に複数本のレーザ溶接を行えばよいが、そうした場合でも接合線の間に生じる残留応力が懸念され、またレーザ光を一度に複数照射するため装置が大掛かりになってコストも上がってしまう。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、かかる課題を解決すべく、波形の接合線によって幅を確保したレーザ溶接方法及び、接合部分を同方法によって接合した鉄道車両を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明のレーザ溶接方法は、鉄道車両用構体を構成する薄肉の被接合板同士を重ね合わせた部分の接合であり、その鉄道車両用構体の外板となる前記被接合板の裏面側からレーザ光を照射し、波形の接合線で溶接するようにレーザ光の照射位置を変化させながらレーザ溶接するものであって、前記レーザ光を、車体外面となる前記外板を貫通しない所定の溶融深さとなる一定の出力で照射し、その照射位置が、一定の波長と振幅で繰り返される規則的な波形であって、途中の移動方向が振幅方向に対して常に角度を持つようにした接合線の進路を一定の速度で移動するようにしたものであり、前記レーザ装置の出力は、前記外板の板厚が 2 mm 程度であるのに対し、当該外板への溶融深さが 0 . 5 mm 程度になるようにしたことを特徴とする。

また、本発明のレーザ溶接方法は、前記波形の接合線が正弦波であることが好ましい。

また、本発明のレーザ溶接方法は、前記波形の接合線が振幅方向両側の円弧部分とその円弧部分を繋ぐ直線部分とからなるものであることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

本発明の鉄道車両は、鉄道車両用構体を構成する薄肉の被接合板同士を重ね合わせた部分が、その鉄道車両用構体の外板となる前記被接合板の裏面側からレーザ光が照射され、波形の接合線で溶接するように当該レーザ光の照射位置を変化させながら行うレーザ溶接によって接合されたものであって、前記レーザ光を、板厚が 2 mm 程度の前記外板に対して溶融深さが 0 . 5 mm 程度になるように一定の出力で照射し、その照射位置が、一定の波長と振幅で繰り返される規則的な波形であって、途中の移動方向が振幅方向に対して常に角度を持つようにした接合線の進路を一定の速度で移動することにより前記被接合板同士を接合することで、前記鉄道車両用構体が構成されたものであることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

よって、本発明によれば、正弦波曲線などの波形の接合線を形成するように、レーザ装置が一定の出力でレーザ光を照射しながら一定の速度で移動するため、波形接合線によって幅を確保したレーザ溶接であって、振幅方向には常に角度を有して長手方向に速度がゼロとなる部分がなくなって速度変化が全体的に小さくなった。そのため、加速度によってレーザ装置が受ける荷重が小さくなり、その分装置を簡素化して安価なものとすることができる。また、こうしてレーザ装置への負荷を小さくしたレーザ溶接方法によれば、一定出力のレーザ光を一定速度で移動するレーザ装置から照射することで、適切な溶融深さで被接合板同士を接合することができ、溶接痕を目立たなくして確実に接合させて鉄道車両

10

20

30

40

50

の仕上がりを良いものとする事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

次に、本発明に係るレーザ溶接方法及び、接合部分を同方法によって接合した鉄道車両の一実施形態について図面を参照しながら以下に説明する。

本実施形態の鉄道車両は、図7に示すような側構体に屋根構体や妻構体、そして台枠が接合されて構成されるものである。そして、その側構体は、同様に車端や中間の窓ブロックの間に側入口ブロックが配置され、それぞれが接合されて一体になったものである。

【0013】

鉄道車両用構体は、前述したように2mm程度の薄い外板同士を接合するため、レーザ溶接の線幅が1mm以下の非常に細い接合線になるように溶接する。この場合、図8に示したように、単純に直線の接合線によって接合するならば、強度不足などの問題が生じるため、1本の接合線であっても接合部をある程度の幅で溶接するように、図4に示す波形の接合線で接合するレーザ溶接方法が提案されている。

ここで図4は、その波形溶接を行った接合部を示した図であり、その接合部は、図6に示すように重ね継手になっている。本形態の重ね継手は、一方の被接合板11の端部に段差が形成され、そこに他方の被接合板12の平らな端部が重ね合わされて被接合板11、12同士の面が同一になるようにしたせぎり継手である。

【0014】

そして、この重ね継手10には、図示するように波形の接合線50を形成するようにしたレーザ溶接が行われる。この接合線50は、被接合板11、12の重なり部分の幅方向(Y方向)の中心(中心線S)に振幅方向の中心が位置するように半円を上下に反転させ、長手方向(X方向)に連続させた波形形状をしている。こうした接合線50では、線幅の小さいレーザ光であっても接合部の幅を大きくとることが可能であり、また1本のレーザ光によって溶接するため複数本でレーザ溶接する際の問題も解消できる。

【0015】

ところがその一方で、こうした波形溶接を行うレーザ溶接方法は、薄い被接合板の表面に溶接痕を残さないように溶接するレーザ装置への負荷が大きかった。例えば、被接合板11、12の重ね継手10が、鉄道車両用構体の外面に位置するような場合や内装などの見付面になるような場合は、レーザ溶接による溶接痕が表面に現れないようにする必要があり、そのためには、溶接時にレーザ光が被接合板11、12を貫通することは許されず、レーザ光が下側の被接合板12の途中までを溶融するようにする必要がある。具体的には、板厚2mm程度の被接合板11、12に対し、下の被接合板12側を0.5mm程度溶融させるように制御する必要がある。それ以上深いと表面側にレーザ痕が現れてしまい、逆に浅いと接合が不十分になってしまうからである。

【0016】

そのため、レーザ装置は、被接合板11、12に対し一定の出力でレーザ光を照射しながら一定の速度で移動し、それによって重ね継手10に接合線50を形成することが望まれる。しかし、それを図4に示すような接合線50で実現するにはレーザ装置への負荷が非常に大きくなり、その解決を図るための構成が困難で、実現するには装置自体が非常に大掛かりで高価なものになってしまう。すなわち、1/2波長が半円形をした接合線50では、接合方向であるX方向および接合方向に直交するY方向に対し、レーザ装置の移動速度をゼロから最大速度(接合速度)まで常に変化させ続けなければならない、加速度によるレーザ装置への荷重負担が大きいからである。

【0017】

ここで図5は、図4に示す接合線50の一部を拡大して示した図であり、X方向及びY方向の速度変化を示した図である。接合線50を形成するレーザ装置の移動を、接合方向であるX方向の変化だけを見た場合、接合線50が中心線Sと交差する位置では当該中心線Sと直交するため速度 V_x がゼロになり、頂点でX方向と平行になって速度 V_x が最大速度 V_{xmax} となる。従って、X方向の速度成分は、1/4波長毎にゼロと最大とが繰

10

20

30

40

50

り返される。一方、レーザ装置の移動を接合方向に直交する Y 方向の変化だけで見た場合、振幅方向 (Y 方向) の上下の頂点で方向を切り換えて、振幅 W の反転を繰り返すように移動する。そのため、方向が反転する頂点で Y 方向の速度 V_y がゼロになり、その中間の中心線 S 上を交差する場合に最大速度 $V_{y \max}$ となる。従って、Y 方向の速度成分も X 方向成分とは $1/4$ 波長ずれた位置でゼロと最大値とが繰り返される。

【0018】

従って、レーザ装置を接合線 50 の接線方向の速度を一定にして移動させようとした場合、X 方向及び Y 方向に移動速度が前述したように変化するため、その加速度によって受ける荷重がレーザ装置への負荷を大きくする。そのためレーザ装置は、その負荷に耐え得るように構成する必要があるが、その構成が複雑になったり非常に大掛かりで高価なものとなってしまう。そこで、本実施形態では、波形の接合線でありながら、等速で移動するレーザ装置への負荷を軽減させたレーザ溶接方法を提案する。

10

【0019】

ここで図 1 は、第 1 実施形態のレーザ溶接方法によってできた接合部の接合線を示した図である。レーザ光を照射する接合部の裏面側を示した図であり、その接合部は、被接合板 11, 12 を重ねた重ね継手であり、より具体的には図 6 に示すせぎり継手である。また、図 2 は、接合線 1 の一部を拡大して示した図であり、X 方向及び Y 方向の速度変化を示した図である。

【0020】

本実施形態のレーザ溶接方法は、前述したものと同様に波形の接合線を形成するようにしたものであって、一定出力のレーザ光を照射するレーザ装置を一定の速度で移動させるようにしたものである。

20

本実施形態の方法では、図 1 に示すように、レーザ溶接によってできた接合線 1 が正弦波曲線となるようにレーザ溶接を行う。この接合線 1 は、レーザ装置の移動を Y 方向の変化だけで見た場合、上下の頂点 q_1, q_2 で方向を切り換えて、振幅 W 内を反転を繰り返しながら移動する。そのため、方向が反転する頂点 q_1, q_2 で Y 方向の速度 V_y がゼロになり、その中間の中心線 S 上を交差する場合の速度 V_y が最大速度 $V_{y \max}$ となる。従って、Y 方向の速度成分も X 方向成分とは $1/4$ 波長ずれた位置でゼロと最大値とが繰り返される。

【0021】

30

この点は、図 5 に示したレーザ溶接方法の場合と同じである。しかし、本実施形態では、レーザ装置の移動を X 方向の変化だけで見た場合、Y 方向成分の速度 V_y がゼロになる頂点 q_1, q_2 で X 方向成分の速度 V_x が最大速度 $V_{x \max}$ になり、中心線 S と交差する位置では振幅方向 (Y 方向) との角度が最も大きくなり、Y 方向成分が最大 $V_{y \max}$ になる反面、X 方向の速度 V_x が最小速度 $V_{x \min}$ になる。しかし、正弦波曲線の接合線を形成する本実施形態では、このように X 方向の速度変化を見た場合に速度がゼロになる箇所がなくなって速度変化が小さくなった。

【0022】

ところで、接合線 1 の振幅 W は被接合板 11, 12 の板厚 t の 2 倍以上とすることが望ましく、重ね代は板厚 t の 10 ~ 15 倍程度であるので施工性を考慮すると板厚の 10 倍程度以下とすることが望ましい。従って、振幅 W は、 $2t \leq W \leq 10t$ で設定する。また、波長 P は、接合方向に直交する Y 方向のレーザ装置の速度変化を、円弧に対して約 40% 低減できる振幅 W の 4 倍以上とすることが望ましく、振幅 W の 10 倍以上では速度変化を大きく低減させることができなくなる。よって、波長 P は、 $4W \leq P \leq 10W$ で設定する。図 1 では $W = 5t$ 、 $P = 4W$ で曲線を描いている。

40

【0023】

よって、本実施形態で示した正弦波曲線の接合線 1 を形成するようにレーザ装置を移動させて行うレーザ溶接方法では、X 方向成分の速度 V_x がゼロとなる箇所がなくなり、速度変化が全体的に小さくなった。そのため、加速度によってレーザ装置が受ける荷重が小さくなり、その分装置を簡素化して安価なものとする事ができる。

50

また、こうしてレーザー装置への負荷を小さくしたレーザー溶接方法によれば、一定出力のレーザー光を一定速度で移動するレーザー装置から照射することで、適切な溶融深さで被接合板 11, 12 同士を接合することができる。よって、被接合板 11, 12 の重ね継手 10 が鉄道車両用構体の外面に位置するような場合や内装などの見付面になるような場合でも、溶接痕を目立たなくして確実に接合させることができる。

【0024】

次に、図3は、第2実施形態について接合線の一部を拡大して示した図である。この接合線2は、前記実施形態と同様の被接合板11, 12の重ね継手10に、レーザー光を照射してレーザー溶接した場合の接合線である。本実施形態のレーザー溶接方法でも波形の接合線を形成するようにしたものであって、一定出力のレーザー光を照射するレーザー装置を一定の速度で移動させながらレーザー溶接するようにしたものである。そのレーザー溶接によってできる接合線2は、振幅方向両側の円弧部分21と、その円弧部分21を繋ぐ直線部分22とから構成されている。なお、図面では、円弧部分21と直線部分22が分かりやすいように丸印を示しているが、実際の接合線2には現れないものである。

10

【0025】

接合線2は、レーザー装置の移動をY方向の変化だけで見た場合、円弧部分の頂点 q_1 , q_2 (図1参照)でY方向の速度 V_y がゼロになり、中心線S上を交差する直線部分22の中間位置の速度 V_y が最大速度 $V_{y\max}$ となる。従って、Y方向の速度成分もX方向成分とは1/4波長ずれた位置でゼロと最大値とが繰り返される。一方、レーザー装置の移動をX方向の変化だけで見た場合は、円弧部分21の頂点 q_1 , q_2 で速度 V_x が最大 $V_{x\max}$ になり、直線部分22の中間位置では振幅方向(Y方向)との角度が最も大きくなり、Y方向成分の速度 V_y が最大 $V_{y\max}$ になる反面、X方向の速度 V_x が最小速度 $V_{x\min}$ になる。すなわち、直線部分22が振幅方向(Y方向)に対して角度を有しているため、X方向の速度がゼロになる箇所がなくなって速度変化が小さくなった。

20

【0026】

よって、本実施形態で示した接合線2を形成するようにレーザー装置を移動させて行うレーザー溶接方法では、X方向成分の速度 V_x がゼロとなる箇所がなくなり、速度変化が全体的に小さくなった。そのため、加速度によってレーザー装置が受ける荷重が小さくなり、その分装置を簡素化して安価なものとすることができる。

なお、本実施形態の接合線2でも振幅 W は $2t$ 、 $W = 10t$ で、波長 P は $4W$ 、 $P = 10W$ でそれぞれ設定し、図3では $W = 5t$ 、 $P = 4W$ で曲線を描いている。

30

【0027】

また、こうしてレーザー装置への負荷を小さくしたレーザー溶接方法によれば、一定出力のレーザー光を一定速度で移動するレーザー装置から照射することで、適切な溶融深さで被接合板11, 12同士を接合することができる。よって、被接合板11, 12の重ね継手10が鉄道車両用構体の外面に位置するような場合や内装などの見付面になるような場合でも、溶接痕を目立たなくして確実に接合させることができる。

【0028】

以上、本発明のレーザー溶接方法及び同方法で構成する鉄道車両について一実施形態を説明したが、本発明はこれに限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】第1実施形態のレーザー溶接方法によってできた接合部の接合線を示した図である。

【図2】図1に示す接合線の一部を拡大して示した図である。

【図3】第2実施形態について接合線の一部を拡大して示した図である。

【図4】波形溶接を行った接合部を示した図である。

【図5】図4に示す接合線の一部を拡大して示した図である。

【図6】レーザー溶接を行う重ね継手を示した図である。

50

【図7】鉄道車両の側構体を示した面図である。

【図8】鉄道車両の製造について従来行われていたレーザー溶接方法を示した図である。

【符号の説明】

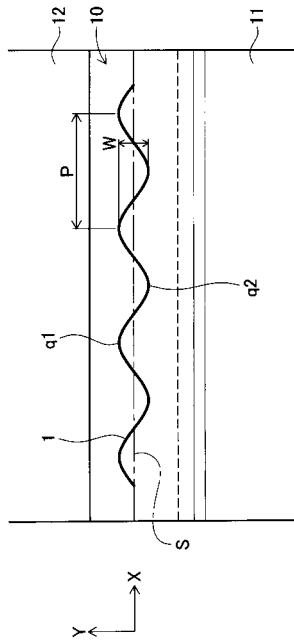
【0030】

- 1, 2 接合線
- 10 重ね継手
- 11, 12 被接合板
- 21 円弧部分
- 22 直線部分

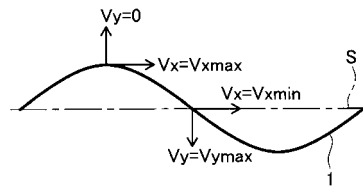
10

20

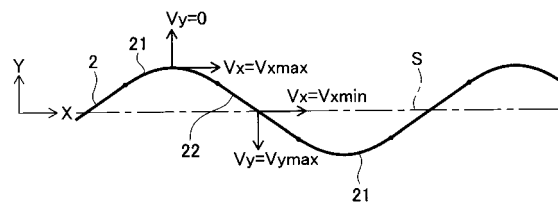
【図1】



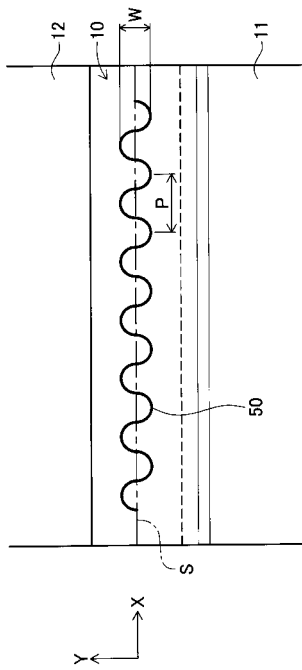
【図2】



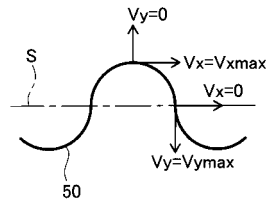
【図3】



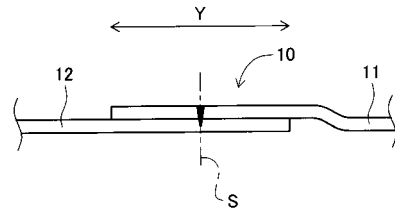
【 図 4 】



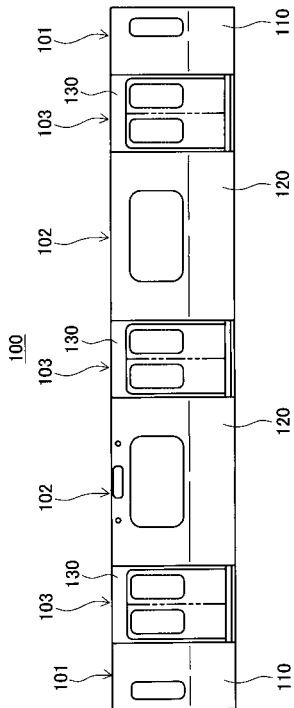
【 図 5 】



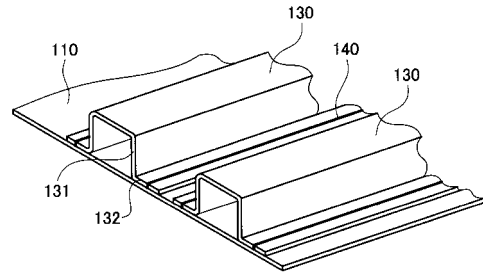
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 1 D 17/12

(56)参考文献 特開2003-200852(JP,A)
特開昭61-063390(JP,A)
特開2006-027366(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 4 2
B 6 1 D 1 7 / 0 0
B 6 1 D 1 7 / 0 8
B 6 1 D 1 7 / 1 2