

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4596920号
(P4596920)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl.	F I
E O 4 B 1/35 (2006.01)	E O 4 B 1/35 L
B 6 3 B 3/48 (2006.01)	B 6 3 B 3/48
E O 1 D 15/24 (2006.01)	E O 1 D 15/24

請求項の数 71 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2004-562272 (P2004-562272)	(73) 特許権者	505226378
(86) (22) 出願日	平成15年12月17日(2003.12.17)		カザック コンポジッツ, インコーポレ
(65) 公表番号	特表2006-511742 (P2006-511742A)		イテッド
(43) 公表日	平成18年4月6日(2006.4.6)		KAZAK COMPOSITES, I
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/040431		NCORPORATED
(87) 国際公開番号	W02004/057120		アメリカ合衆国 O1801 マサチュー
(87) 国際公開日	平成16年7月8日(2004.7.8)		セッツ州, ウォーバーン, カミングス
審査請求日	平成18年7月14日(2006.7.14)		ロード, 32
(31) 優先権主張番号	60/434, 131		32 Commings Park, W
(32) 優先日	平成14年12月17日(2002.12.17)		oburn, MA O1801 (US
(33) 優先権主張国	米国 (US)		)
		(74) 代理人	100062225
			弁理士 秋元 輝雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 大型複合材構造物及び大型複合材構造物の製作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

引抜成形ダイ装置中において、対向しかつそれぞれが加工方向へ連続的に延びる縁部プロファイルを有する加工方向に延びる縦方向縁部を備え、加工方向に対して横方向の幅を有する連続状パネルを複合材から加工方向へ引抜成形する工程と、
前記パネルが前記引抜成形ダイ装置から出た後、前記連続状パネルを加工方向に対して横方向に切断して所望の長さのパネル片を得、加工方向に少なくとも6メートル（20フィート）の長さをもつ前記少なくとも2つのパネル片、および少なくとも第三のパネル片を形成する工程と、加工方向へ水平に延びる、単一面に位置する少なくとも6メートル長および土台面から上方へ延びる幅を有する少なくとも2つのパネル片を用いて前記パネル片を土台面へ固定された構造物へ組み立て、隣接する縦方向縁部に沿って継手を用いて結合し、そして、前記第三のパネル片は多重レベルへ前記構造物を分離する水平デッキを形成し、各レベルは土台表面から上方へ延びる壁を含み、各壁は連続状パネルの幅と同一の外延を持つ大きさを有するように形成する工程から構成される大型複合材構造物の製作方法。

【請求項 2】

前記対向する縦方向縁部の縁部プロファイルが共役連動形状を備えて引抜成形され、前記2つのパネル片が隣接する縦方向縁部に沿って連結される時に継手を形成することを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項 3】

前記対向する縦方向縁部の縁部プロファイルに窪みが設けられ、連結状態に置かれた時に部分的に重なり合うことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項4】

前記縦方向縁部が接着接合または機械的締結により、あるいは接着接合と機械的締結を組み合わせることで取り付けられることを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項5】

隣接する縦方向縁部に沿って前記2つのパネル片を連結する継手を作製するように形状化された連続状の組立継手を加工方向に引抜成形する工程をさらに含むことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項6】

少なくとも1個の縦方向縁部の縁部プロファイルが平面を備えて引抜成形されることを特徴とする請求項5項記載の方法。

【請求項7】

前記対向する縦方向縁部の縁部プロファイルが前記組立継手と一致するように機械加工されることを特徴とする請求項5項記載の方法。

【請求項8】

少なくとも1個の縦方向縁部の縁部プロファイルが前記組立継手と一致するように先細に作製されることを特徴とする請求項5項記載の方法。

【請求項9】

前記連続状のパネルが前記組立継手と一致するように少なくとも1個の先細にされた縁部を備えて引抜成形されることを特徴とする請求項5項記載の方法。

【請求項10】

前記2つのパネル片間の継手が複合材料継手から成ることを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項11】

適正位置に複合材料組立継手を成形して前記2つのパネル片間に継手を作製する工程をさらに含むことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項12】

前記2つのパネル片間に継手を形成するように形状化された組立継手を成形する工程をさらに含むことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項13】

前記2つのパネル片間の継手中にガスケットを設ける工程をさらに含むことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項14】

前記2つのパネル片間の継手中にコーキングを設ける工程をさらに含むことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項15】

前記2つのパネル片間の継手が前記2つのパネル片表面と同一平面をなすことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項16】

前記2つのパネル片間の継手が前記2つのパネル片外面と同一平面をなすことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項17】

前記2つのパネル片が加工方向に対して縦に延びるように組み立てられることを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項18】

前記2つのパネル片が異なる平面に位置するように組み立てられることを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項19】

前記2つのパネル片間の継手が、さらにコーナー継手を構成することを特徴とする請求

10

20

30

40

50

項 1 項記載の方法。

【請求項 2 0】

第三のパネル片が前記 2 つのパネル片間の継手部位で前記 2 つのパネル片と連結され、かつ異なる平面に位置し、及び前記 2 つのパネル片の加工方向と平行な加工方向をもつことを特徴とする請求項 1 項記載の方法。

【請求項 2 1】

前記加工方向に対して横方向の幅が 1. 2 メートル (4 フィート) 以上であることを特徴とする請求項 1 項記載の方法。

【請求項 2 2】

前記加工方向に対して横方向の幅が 2. 4 メートル (8 フィート) 以上であることを特徴とする請求項 1 項記載の方法。 10

【請求項 2 3】

前記 2 つのパネル片の長さが少なくとも 1 2 メートル (4 0 フィート) あることを特徴とする請求項 1 項記載の方法。

【請求項 2 4】

前記 2 つのパネル片の長さが少なくとも 3 0. 5 メートル (1 0 0 フィート) あることを特徴とする請求項 1 項記載の方法。

【請求項 2 5】

前記 2 つのパネル片の長さが少なくとも幅の 2 倍あることを特徴とする請求項 1 項記載の方法。 20

【請求項 2 6】

前記土台面が金属面から成り、及び
真っ直ぐな上縁部をもちかつ下縁部が前記金属面に適合した細長い金属片を前記金属面へ取り付ける工程と、
前記金属片へ、パネル片の縦方向縁部の一方と一致するように形状化された上部をもつ継手部材を取り付ける工程と、
前記パネル片を前記継手部材へ取り付ける工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 項記載の方法。

【請求項 2 7】

前記金属片が前記金属面へ溶接、鋲付け、あるいは鋲締めによって取り付けられることを特徴とする請求項 2 6 項記載の方法。 30

【請求項 2 8】

前記継手部材が、接着接合、機械的締結により、あるいは接着接合と機械的締結を組み合わせる前記金属片へ取り付けられることを特徴とする請求項 2 6 項記載の方法。

【請求項 2 9】

前記組立継手が前記パネル片へ接着接合または機械的締結により、あるいは接着接合と機械的締結を組み合わせる前記金属片へ取り付けられることを特徴とする請求項 2 6 項記載の方法。

【請求項 3 0】

前記構造物を逆さまに組み立てて前記構造物を逆さにする工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 項記載の方法。 40

【請求項 3 1】

前記連続状パネルを引抜成形し、引抜成形するところと同一場所において構造物を組み立てる工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 項記載の方法。

【請求項 3 2】

請求項 1 項記載の方法によって作られる構造物。

【請求項 3 3】

構造物が壁及び屋根部分を備える囲いから成ることを特徴とする請求項 3 2 項記載の構造物。

【請求項 3 4】

前記囲いに枠組部材及び前記枠組部材へ取り付けられたパネル片がさらに含まれること 50

を特徴とする請求項 3 3 項記載の構造物。

【請求項 3 5】

前記囲いに内壁及び外壁がさらに含まれることを特徴とする請求項 3 3 項記載の構造物。

【請求項 3 6】

前記パネル片がより多くの壁部分に亘るファサードを形成することを特徴とする請求項 3 3 項記載の構造物。

【請求項 3 7】

前記パネル片が前記囲いの垂直壁を形成することを特徴とする請求項 3 3 項記載の構造物。

10

【請求項 3 8】

前記パネル片が前記囲いの先細状の壁を形成することを特徴とする請求項 3 3 項記載の構造物。

【請求項 3 9】

前記囲いが高層ビルを構成することを特徴とする請求項 3 2 項記載の構造物。

【請求項 4 0】

前記囲いが船構造を構成することを特徴とする請求項 3 2 項記載の構造物。

【請求項 4 1】

前記構造物に船殻の少なくとも一部がさらに含まれることを特徴とする請求項 3 2 項記載の構造物。

20

【請求項 4 2】

前記構造物にデッキ部分がさらに含まれることを特徴とする請求項 3 2 項記載の構造物。

【請求項 4 3】

前記デッキ部分を含む構造物に橋あるいは栈橋が含まれることを特徴とする請求項 4 2 項記載の構造物。

【請求項 4 4】

前記連続状パネルがガラス繊維あるいは炭素繊維、及びポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、あるいはポリウレタン樹脂を含む樹脂マトリックスから作製されることを特徴とする請求項 1 項記載の構造物。

30

【請求項 4 5】

縦方向へ連続状に延びる、複合材料から引抜成形法によって成形され、それぞれが縦方向に長さ及び前記縦方向に交差して幅をもち、前記長さは前記幅の少なくとも 2 倍あり、及びそれぞれが前記縦方向に沿って延びる対向する縦方向縁部を備える複数のパネル片と、

水平方向へ延び、土台表面から立ち上がる壁を形成する面に結合された少なくとも 2 つのパネル片および第三のパネル片であって、前記パネル片は何れも前記引抜成形法によって成形され、少なくとも 6 メートル（20 フィート）の長さをもち、

前記第三のパネル片は多重レベルへ前記構造物を分離する水平デッキを形成し、各レベルは土台表面から上方へ延びる壁を含み、各壁は連続状パネルの幅と同一の外延を持つ大きさを有し、

40

前記パネル片の隣接パネル片の縦方向縁部間に作られた複数の継手から構成される、少なくとも一部のパネルに作製される大型複合材多重レベル構造物。

【請求項 4 6】

少なくとも前記複数の継手の一つに、前記パネル片の少なくとも一部の一方の縦方向縁部上に作製された連動素子と、対向する縦方向縁部上に作製されたかみ合い連動素子が含まれ、それによって隣接するパネル片がぴったり一致することを特徴とする請求項 4 5 項記載の構造物。

【請求項 4 7】

前記縦方向の縁部が接着接合または付加的機械的締結を用いて、あるいは接着接合と付

50

加的機械的締結を組み合わせてさらに取り付けられることを特徴とする請求項 4 5 項記載の構造物。

【請求項 4 8】

少なくとも前記複数の継手の一つは隣接するパネル片の対向する縦方向縁部間に縦に延びる組立継手から成り、前記組立継手は接着接合あるいは機械的締結により、あるいは接着接合と機械的締結を組み合わせて前記隣接するパネル片へ取り付けられることを特徴とする請求項 4 5 項記載の構造物。

【請求項 4 9】

少なくとも前記複数の継手の一つは、線状部分及び前記縦方向に延びるフランジを含む組立継手から成り、前記線状部分には一方のパネル片縦方向縁部を受け入れる第一の縦方向に延びる窪みと第二パネル片縦方向縁部を受け入れる第二の縦方向に延びる窪みが設けられ、前記第一及び第二のパネル片は一平面に並べられ、第三のパネル片がさらに別の平面において前記第一及び第二のパネル片の前記平面に対して一定角度で前記組立継手のフランジへ取り付けられることを特徴とする請求項 4 5 項記載の構造物。

10

【請求項 5 0】

前記組立継手に前記フランジへ前記第三パネル片を支持する角部分がさらに含まれることを特徴とする請求項 4 9 項記載の構造物。

【請求項 5 1】

前記第三パネル片に前記角部分を受け入れるための窪みが設けられることを特徴とする請求項 5 0 項記載の構造物。

20

【請求項 5 2】

前記組立継手線状部分が前記第一及び第二パネル片と同一平面に位置することを特徴とする請求項 4 9 項記載の構造物。

【請求項 5 3】

前記継手が縦方向に延びるハブ及び前記ハブから縦方向に伸びる複数のフランジを含む組立継手から成り、各フランジは各パネル片の縦方向縁部へ取り付けられることを特徴とする請求項 4 5 項記載の構造物。

【請求項 5 4】

前記組立継手のフランジ中に前記縦方向縁部を受け入れるための窪みが設けられることを特徴とする請求項 5 3 項記載の構造物。

30

【請求項 5 5】

前記パネル片の縦方向縁部に窪みが設けられ、前記組立継手のフランジが前記窪み中に受け入れられることを特徴とする請求項 5 3 項記載の構造物。

【請求項 5 6】

前記組立継手のフランジ及び前記各パネル片の縦方向縁部に、部分的に重なり合う切り抜かれた窪みが設けられることを特徴とする請求項 5 3 項記載の構造物。

【請求項 5 7】

前記組立継手に 2 個のフランジが含まれることを特徴とする請求項 5 3 項記載の構造物。

【請求項 5 8】

前記組立継手に 4 個のフランジが含まれることを特徴とする請求項 5 3 項記載の構造物。

40

【請求項 5 9】

少なくとも前記複数の継手の一つが縦方向に延びるコーナー部分と縦方向に延びる梁部材を含む組立継手から成り、前記コーナー部分は 2 つのパネル片の縦方向縁部へ取り付けられてコーナー部を形成し、前記梁部材は前記コーナー部内において前記 2 つのパネル片へ取り付けられることを特徴とする請求項 4 5 項記載の構造物。

【請求項 6 0】

少なくとも前記複数の継手の一つが縦方向に延びる外側コーナー部材と縦方向に延びる内側コーナー部材を含む組立継手から成り、2 つのパネル片が縦方向縁部のそれぞれに沿

50

って隣接してコーナー部を形成し、前記外側コーナー部材及び内側コーナー部材が前記コーナー部において前記隣接するパネル片へ取り付けられることを特徴とする請求項４５項記載の構造物。

【請求項６１】

少なくとも前記複数の継手の一つが複数の縦方向に伸びる内側コーナー部材を含む組立継手から成り、２つのパネル片が内側部分で第三のパネル片へ隣接して４つのコーナー部を形成し、前記内側コーナー部材が前記４つのコーナー部のそれぞれにおいて締結されることを特徴とする請求項４５項記載の構造物。

【請求項６２】

少なくとも前記複数の継手の一つが、少なくとも一部が複合材料から成る組立継手から成ることを特徴とする請求項４５項記載の構造物。

10

【請求項６３】

少なくとも前記複数の継手の一つが、少なくとも一部が金属で作製された組立継手から成ることを特徴とする請求項４５項記載の構造物。

【請求項６４】

少なくとも一部の前記パネル片の長さが１２メートル（４０フィート）以上であることを特徴とする請求項４５項記載の構造物。

【請求項６５】

少なくとも一部の前記パネル片の長さが３０．５メートル（１００フィート）以上であることを特徴とする請求項４５項記載の構造物。

20

【請求項６６】

前記構造物が囲いを構成し、パネル構造物が前記囲いの外辺壁の少なくとも一部を形成することを特徴とする請求項４５項記載の構造物。

【請求項６７】

前記構造物に金属で作製された１または２以上のパネル片が含まれることを特徴とする請求項４５項記載の構造物。

【請求項６８】

表面を有する金属デッキ、
前記金属デッキへ取り付けられ、かつ前記金属デッキから外側へ延びるコーミングで、前記金属デッキ表面と適合するように一致させた下縁部を有するコーミングで、真っ直ぐの上縁部を有するコーミング、
縦方向に延びる継手部材で、継手部材に形成された縦方向に延びる下部窪み、下部窪みに受け入れられるコーミングの真っ直ぐな上縁部、及び縦方向に延びる上部窪み、及び前記上部窪み中に受け入れられる複合材パネル片から構成される、金属デッキへ複合材パネル片を取り付けるための組立継手。

30

【請求項６９】

前記金属デッキの少なくとも一部が湾曲し、前記コーミングが前記金属デッキの湾曲と適合するように湾曲されることを特徴とする請求項６８項記載の組立継手。

【請求項７０】

前記下部窪みが先細に形状化されることを特徴とする請求項６８項記載の組立継手。

40

【請求項７１】

前記上部窪みが先細に形状化されることを特徴とする請求項６８項記載の組立継手。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

「関連出願とのクロスリファレンス」

本願に対し、米国仮特許出願No. 60/434, 131（出願日2002年12月17日）に基づき35 USC § 119（e）に規定された利益を請求する。なお、上記仮特許出願の開示内容を参照のため本願に添付する。

「合衆国後援研究開発に関する記述」

50

本発明はS B I R助成約定# N O O O 1 4 - 0 2 - M - 0 0 8 6に基づく米国政府の支援を得て為されたものである。米国政府は本発明に対して一定の権利を保有する。

【0002】

本発明は大型複合材構造物及び大型複合材構造物の製作方法に関する。

【背景技術】

【0003】

ビル及び船舶等の大規模構造物は、実用場面において、伝統的構造材料であるスチールで製作されてきた。また、船の甲板室も造船所においてスチールパネルから製作可能である。かかる構造物においては、建物の一重壁、床あるいは天井を多数の一体に溶接されたスチールパネルを用いて作ることが可能である。かかる構造物の全体がさらに船のスチールデッキへ溶接される。

10

【0004】

複合材料はスチールに比較して重量がずっと軽くさらに耐腐食性も十分である。樹脂マトリックス中の強化繊維は複合材料から作られている。複合材料から作られた部材は強靱かつ堅固であり、構造物用途に有利に利用することができる。しかしながら、複合材料から作られた部材はスチール部材よりコスト高となる場合が多い。コスト高になる要因は、通常、設備機材及び労務費の高騰にさらに原料コストの高騰が加わることによる。また、複合材部品の連結は、通常比較的単純に溶接によって連結されるスチール板及びフレーム構造物に比べてより複雑である。そのため、たとえ特定用途において有利であってもコスト面から複合材料をスチールの代用として使用できなかった。

20

【0005】

真空補助樹脂転移法（V A R T M）は、複合材料の三次元形状への成形に使用可能なバッチ処理方法である。この方法では、製造品の最終形状化における型の作製が必要とされる。原材料は適当な大きさの断片へ切断され、前記型中に層状に積み重ねられる。分散用媒質、ホース、真空ライン及び樹脂ラインが配置される。次いで樹脂が注入されて硬化される。次いで部品が取り出され、型から取り外される。次いで支持材料が取り除かれ、型がきれいにされ、次の部品製造のため全工程が繰り返される。この方法は、原料コストが高く、労働力を要し、単一工程処理となり、硬化サイクルに長時間を要し、また廃材料生成量などの点で高コストとなる。そのため、V A R T Mを用いた複合材料はスチールを用いた製作と比較すると1ポンド当たりのコストが割高である。

30

【0006】

引抜成形は複合材料部品の成形に用いられるまた別の公知な製作方法である。引抜成形は一般的に二次元形状品の成形により適する。この方法の場合、当初の機具設備コストは高くなるが、引抜成形はV A R T Mよりも経済的かつ少ない労力で種々部品の成形が可能な連続加工方法である。従って、引抜成形は用途によってはV A R T Mに比べてより有利である。

【0007】

しかしながら、V A R T M及び引抜成形は双方とも猶スチール製作のようにコスト効率的ではない。それゆえ、大規模構造物に関してスチール製作と競合可能な複合材料による製作方法があれば有利である。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は大型構造物の製作方法及びこの方法によって製作された構造物に関する。前記構造物は複数の大型の引抜成形構造パネルから製作される。パネルを構造物へ組み立てるため、パネル縁部には複合材料－複合材料及びスチール－複合材料連結デザインが施されている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

より詳細には、連続状の複合材料パネルが引抜成形ダイ装置中で引抜成形される。前記

50

連続状のパネルには加工方向へ延びる対向する縦方向の縁部が設けられている。引抜成形ダイ装置から取り出された後、前記連続状のパネルは加工方向に対して横方向に切断されて特定構造物に必要な長さのパネル片とされる。前記パネル片は、2以上のパネル片を隣接縁部に沿って継手を用いて連結することにより所望の構造物へと組み立てられる。前記継手は、引抜成形中にパネルの縦方向縁部中へ一体化された縁部細部及び／または縁部に沿って隣接パネルを相互連結する別個の組立継手によって作ることができる。少なくともいくつかのパネルを組み立てて構造物の一端から対向端まで延ばすことが可能である。従って、本発明によれば、構造物全体に必要な継手個数を最小限に減らすことが可能である。

【0010】

10

従って、本発明は溶接スチール建造に対してコスト効率的及び性能効率的選択肢を与えるものである。平面内（隔壁、デッキ）及び平面外（デッキと隔壁、隔壁と隔壁）パネル継手双方用のスチール－複合材料及び複合材料－複合材料継手デザインには自己固定特性及び高度な単位積荷能が備えられている。本発明を用いて複合材料を構造物へ適用する他の利点として、重量の軽減、耐腐食性及び適合された性能を挙げることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明は、以下において添付図面と関連させて詳細に記載した説明からより完全に理解される。

【0012】

20

図1は本発明の一例として考えられる船舶の甲板室等の多層構造物を示している。この構造物10には外壁12、底部床またはデッキ14、天井デッキ16、及び中間デッキまたはフローリング18を設けることが可能である。前記構造物はその長さに沿って周期的に間隔を空けた縦方向の枠部材20と各デッキレベルにおける水平または横方向のクロスビーム22を用いて枠組み可能である。前記構造物の外部あるいは外壁は、用途次第で、垂直あるいは図示したように垂直より幾分先細に構成可能である。

【0013】

上記構造物には種々パネル片のすべてを取り付けて所望の最終構造形状へ至らしめるための多様な平面内及び平面外組立継手が必要とされる。例えば、隣接レベルにある外壁は平面内継手を用いて連結される。水平デッキ及び天井パネルへの外壁の取り付けには平面外継手が用いられる。内壁あるいは隔壁には構造物の設計次第で多様な形状のコーナー継手が必要とされる。また上記構造物はスチールデッキ等の既存の基礎構造面へ取り付けられることが必要である。

30

【0014】

図2に概略的に図示したように、前記複合材料パネル及び組立継手は引抜成形を用いて成形される。一般的な引抜成形加工については公知であるので本願ではその説明を省略する。複合材料は一般的に、ガラスまたは炭素繊維、及びポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、あるいはポリウレタン樹脂から製造されるが、他の材料を用いることも可能である。複合材料パネルは適合可能ないずれの種類のものでよい。バルサ材、泡、蜂の巣、ステッチ溶接コア、あるいは布補強コア等の適当なコア材料を用いたサンドイッチ型パネルであってもよい。また前記パネルはコアのない中実積層板、リブ補強あるいはブレード補強パネル、あるいは多孔性コアパネルであってもよい。

40

【0015】

本発明においては、前記引抜成形装置は好ましくは構造物が製作される現場に配置される。現場製作を行うことにより、パネルサイズが最小限度まで小さくされる要因となるトラック、鉄道、はしけを用いた輸送を行う必要がなくなる。例えば、トラックによる輸送の場合、通常パネルの長さを16.2メートル（53フィート）以上にすることはできず、また鉄道の場合は通常パネルの長さを24.4メートル（80フィート）以上にすることはできない。はしけの場合は幾分長くできるが、猶はしけの収容能力による制限を受ける。引抜成形装置が製作現場に配置される場合、引抜成形パネルの長さに本来制限は課さ

50

れない。引抜成形されたパネルを切断して所望の長さのパネル片の作製が可能である。好ましくは、パネルの幅は少なくとも1.2メートル（4フィート）であり、パネルの加工方向の長さは少なくとも幅の2倍である。2.4メートル（8フィート）、3メートル（10フィート）、あるいはそれ以上に幅の広いパネルも容易に作製可能である。引抜成形ダイ装置を出るパネルの長さにも本来制限は課されない。パネルは長手方向を横切るように切断され、6メートル（20フィート）、12.2メートル（40フィート）、30.5メートル（100フィート）、あるいはそれ以上の所望の長さのパネル片が作製される。数百フィートの長さのパネル片の作製も可能である。

【0016】

パネル片は、パネル片の隣接する縦方向縁部に沿って継手を用いて構造物へと組み立てられる。継手細部が中に一体化された加工方向に対して縦方向の縁部を備えるパネルを連続的に引抜成形することも可能である。あるいは、別個の組立継手を作製し、該組立継手を用いて2個のパネル片を隣接する縦方向縁部に沿って連結することも可能である。前記別個の組立継手はパネルのように連続引抜成形と同様に作製し、所望の長さに切断することが可能である。継手細部の個数については以下においてより具体的に説明する。好ましくは、パネル片の少なくとも一部は前記構造物の一端から対向端まで延びるように組み立てられる。例えば図1のパネル片12を参照されたい。かかる方式とすることにより、前記構造物における継手個数を最小限度まで減らすことができる。

【0017】

図3A～3Cに構造物の組立方法の一例を示す。図示された構造物は4階であるが、階数は所望の階数でよく、何階であってもよい。また、図示された構造物は壁が上方へ向かって狭くなっているが、所望により垂直であってもよい。また図示された組立方法においては、構造物はデッキ等の土台面上へ組み立てられている。この構造物の長さを例えば数百フィートとすることも可能である。

【0018】

第一の工程において、囲いの外辺を成すスチール枠30がスチールデッキ32へ溶接される。前記スチール枠には組立継手が水平スチールデッキと以下においてさらに説明する垂直複合材料外壁パネルとの間に含まれている。第二の工程において、複合材料あるいはスチールのいずれかから成る壁、床及び天井枠部材34がデッキ板枠へ取り付けられる。次に、機械的締結あるいは接着接合、あるいはこれら双方等の適当な手段を用いて、1階用の長い引抜成形複合材料外壁パネル片36が前記垂直枠部材へ取り付けられる。次いで、長い引抜成形組立継手38が前記長い外壁パネル片の上端へ取り付けられる。あるいは、パネル片の縦方向の全長に亘って継手細部が中に一体化されるように引抜成形して、組立継手を別個に必要としないように構成してもよい。2つの壁パネル片とデッキパネル片との間に用いられる継手は図5A及び5Bにより詳細に図示されている。この図示例では、組立継手は前記垂直枠部材を収容するため切り抜かれている。

【0019】

工程5において、長い引抜成形デッキパネル片40はデッキ梁34上を滑動される。床幅が引抜成形デッキパネル片の幅より大きい場合は、多数の長いデッキパネル片を用い、その隣接する長い縁部を用いて配置可能である。次に、2階用の長い引抜成形複合材外壁パネル片42が1階用の外壁パネル片の上縁に沿って組立継手へ接着接合、機械的締結、あるいは双方を用いて取り付けられる。次いで、長い組立継手44が2階用の長い外壁パネル片の上縁へ取り付けられる。工程8において、長い引抜成形デッキパネル片（またはパネル片）46が適正位置へ滑動される。

【0020】

工程9において、3階用の連続状の長い引抜成形複合材外壁パネル片48が前記2階用の外壁パネル片42の上縁に沿って組立継手へ取り付けられる。次に、長い組立継手50が前記3階用の外壁パネル片の上縁へ取り付けられる。次にデッキパネル片（またはパネル片）52が適正位置へ滑動される。最終外壁パネル片54が前記3階用の外壁パネル片の上縁へ取り付けられ、最終パネル縁コネクタ56が外壁パネル片の最上縁に沿って組立

10

20

30

40

50

継手上へ設置される。次いで上階用のデッキパネル片が適正位置へ滑動される。各端部には末端壁60がさらに設置される。

【0021】

図4A及び4Bに図示された前記組立方法の別の変形例においては、土台枠がスチールデッキへ溶接され、及び垂直枠部材が上記と同様に設置される。しかしながら、最下階用の横方向デッキ梁だけは工程2において設置される。前記1階用の外辺パネル片の設置後、前に設置された上階デッキ用の横方向デッキ梁から干渉を受けることなく、デッキパネル片をその連続した全長に沿って垂直に落下させることができる。次いで前記横方向デッキ梁は、直ぐ下の階用のデッキパネル片が設置された後に設置される。この方法によれば適正位置へデッキパネル片を滑らせなくて済む。

10

【0022】

さらに別の組立方法においては、図6A～6Dに図示したように、前記構造物は上下逆さまに組み立てられる。この方法では、上部外辺コーナー継手片が配置される。最上部デッキパネル片が下に置かれる。前述したように、必要であれば数個のデッキパネル片をその間に置かれる縦方向パネルーパネル継手とともに下へ置いてもよい。その後で横方向の梁あるいは継手が配置される。垂直枠部材は適当な取り付け機具を用いて組み立てられる。最上部の内側デッキ空間隔壁は所望の位置に組み立てられる。工程6において、最上部デッキパネル片が隔壁縁部及び枠タブ上へ置かれる。前記内側隔壁は本発明に係る継手技術を用いて引抜成形パネル片から作製可能であることが理解されよう。

【0023】

最上部デッキ空間外辺パネル片あるいは隔壁は上部外辺継手片へ取り付けられる。工程7において、デッキ間継手が前記外辺パネル片の縁部へ取り付けられる。最上部デッキ支持交差部材あるいは継手が追加設置され、次いで第三デッキ空間隔壁が追加設置される。次いで第三デッキが追加設置される。工程11において、第三デッキ外辺パネル片または隔壁及びデッキ間継手が追加設置される。次いで第三デッキ支持枠交差部材が追加設置される。次いで第二デッキ空間内側隔壁が所望位置へ配置され、また第二デッキが追加設置される。工程15において、第二デッキ外辺パネルまたは隔壁が追加設置される。次いで第二デッキ支持枠交差部材が配置される。工程17において、第一デッキ空間内側隔壁が追加設置される。次に、第一デッキ外辺パネル及び隔壁が配置され、主デッキ継手片が追加設置される。次いで、組み立てられた構造物全体は適正位置に逆転され、支持デッキへ固定される。

20

30

【0024】

図7～27には、前述したような構造物においての使用に適する種々組立継手が図示されている。組立継手はパネル片とは切り離された部分として図示されている。しかしながら、これら組立継手の継手細部は引抜成形加工中に連続状パネルの縁部中に容易に一体化できることが理解されよう。説明を容易にするため、継手細部については個々の組立継手と関連付けて説明することとする。

【0025】

前記構造物の組立に際しては、組立継手の構成部分及びパネル片は、エポキシ樹脂等の適当な接着剤、機械的締結、あるいは連結方法の組合せなど適当な手段を用いて締結される。接着剤の硬化中に機械的締結具を適切に使用することにより連結を完全にすることができる。機械的締結具としてはボルトまたは螺子等の締結具、あるいはスナップ式の噛み合い機具、あるいは継手の対応部分上に一体に形成されて一旦噛み合うと取り外しできない連動素子を挙げることができる。継手へ連動素子を一体化することにより、継手を自己固定型とすることが可能である。

40

【0026】

図7にはパネルーパネルーデッキ組立継手80が示されている。この組立継手は、2つの直線状に配列されたパネルあるいはパネル様構造物82、84をデッキ等の第三のパネルあるいはパネル様構造物86と一定角度で連結している。図示された実施態様では、前記組立継手は2つの部分、すなわち継手部材88及び角部材90から構成されている。前

50

記継手部材には線状部分 9 2 及び副梁またはフランジ 9 4 が含まれている。この線状部分には直線状に並ぶ 2 つのパネル 8 2、8 4 を受け入れるための 2 つの窪み 9 6、9 8 が含まれている。前記角部材 9 0 はデッキ部材等の第三のパネル 8 6 の縁部を継手副梁またはフランジ 9 4 との間に挟み込むようになっている。前記継手部材及び角部材は好ましくは所望の長さに引抜成形される。組立に際しては、デッキパネルはフランジに接して備え付けられ、また角部材はデッキパネルに接して備え付けられる。同一線上に並ぶ対応パネルは前記窪み中へ挿入される。そしてすべての部材が締結される。所望により、組立継手を継手部材と一体化された角部材と単一部品として作製することも可能である。この場合、前記デッキパネルはフランジと角部材との間へ滑動されるか、あるいは挿入される。

【0027】

10

前記 3 つのパネル構造物は複合材料あるいはスチール等の金属から作製可能である。前記組立継手は、複合材パネルのスチールデッキあるいは複合材パネルへの連結に特に適している。図示した実施態様において、パネル 8 2、8 4 はコア 1 0 2 及び面外板 1 0 4 をもつサンドイッチ型である。長い縁部 1 0 6 は先細に形成され、かつ面外板によってこの長い縁部が包み保護されている。縁部を先細に形成することにより継手を横切る負荷の移動が改善され、また先細形状の縁部は複合材作製加工において容易に形成可能である。図示例では前記デッキ部材 8 6 は矩形の縁部をもつように示されているが、同様に先細に形成することも可能である。

【0028】

図 8 は、線状部分 1 1 2 がフランジ 1 1 4 に対して 90° 以外の角度で配置され、前記図 1 に示すような一定角度をなす外辺壁への使用に適する組立継手を示した図である。図 9 は、組立継手の線状部分 1 2 4 がパネルの外面と同じ高さに置かれるように同一線上に並ぶ対応パネルにそれらの長い縁部に沿って窪みが設けられた組立継手を示した図である。図 1 0 は、デッキパネル 1 3 2 に角部材 1 3 4 を受け入れるための窪みが設けられている組立継手を示した図である。

20

【0029】

図 1 1 は直角に 4 つのパネルを連結する組立継手 1 4 0 を示した図である。この組立継手は、例えば内側隔壁のコーナー継手としての使用に適する。この組立継手には中心ハブ 1 4 6 から延びる 4 個のフランジ 1 4 4 が設けられている。各フランジにはパネル構造物 1 4 8 を受け入れるための窪みが設けられている。この組立継手の成形には、窪みや各コーナーを成形するために適当な挿入ダイ 1 5 0、1 5 1 (点線で図示) を用いる引抜成形が適する。この組立継手の強度を増すため中心ハブ中に多数のロッドを入れることも可能である。図 1 2 は、フランジ 1 6 4 中の窪み 1 6 2 が、窪み中へピッタリ嵌合する先細コア 1 6 8 と組立継手のフランジ上へ延びる面状シート 1 7 0 を備えるパネル 1 6 6 を受け入れるために先細に成形された組立継手を示した図である。図 1 3 は、パネル縁部 1 8 2 に窪みが設けられ、フランジ 1 8 4 をこの窪みが設けられた縁部と重ね合わせられるように形状化された組立継手を示した図である。図から明らかなように、形状の異なるフランジを組合せることも可能である。また、所望によって 4 個より少ないフランジを設けることも可能である。その例として、図 1 4 に 2 つのパネルをコーナー部で連結するための 2 つのフランジを備える組立継手が示されている。

30

40

【0030】

コーナー部で 2 つのパネルを連結するさらに別の組立継手 2 0 0 を図 1 5 に示した。この組立継手には一体に連結され所望の角度、例えば図示されたように直角にコーナー部を形成する 2 個のフランジと前記コーナー部のパネル部材 2 0 8 へ適合するように形状化された梁部材 2 0 6 が含まれている。図には直角継手が示されているが、所望されるいかなる角度でも構成可能なことを理解されたい。この実施態様においては、フランジは先細に形状化され、またパネル縁部にはこの先細にされたフランジと嵌合するように窪みが設けられている。この窪み部分は引抜成形加工中に形成可能であるが、後で機械加工によって縁部へ設けることも可能である。パネルと組立継手との締結は前述したものと同様ないずれか適当な方式で行われる。図 1 6 に示した別の実施態様に係る組立継手 2 1 0 では、フ

50

ランジ 2 1 2 は別個に成形され、例えばほぞ穴・ほぞ継手 2 1 4 のように締結される。

【0031】

図 1 7 にさらに別のコーナー部組立継手 2 2 0 を示す。この組立継手には外側コーナー部材 2 2 2 及び内側コーナー部材 2 2 4 が設けられる。外側コーナー部材を 2 個のパネル 2 2 6、2 2 8 によって形成される角部外側へ締結することによりこれらパネルが連結される。内側コーナー部材は前記 2 個のパネルによって形成されるコーナー内側へ締結される。所望により、前記内側コーナー部材へ補強用の補強材料を付加的に設けてもよい。

【0032】

図 1 8 は、4 個の内側コーナー部材 2 3 2 を配置して 3 個のパネルを合わせ締結して 4 つのコーナー部が形成された組立継手 2 3 0 を示した図である。2 個のパネル 2 3 4、2 3 6 が第三のパネル 2 3 8 に対してその内側部分に沿って連結される。

10

【0033】

図 1 9 ～ 2 5 にはさらに別の実施態様に係る組立継手が示されている。図 2 3 は、図 1 9 及び 2 0 に図示した部品から作製された組立継手を示した図である。図 2 4 は、図 2 0 及び 2 1 に示した部品から作製された組立継手を示した図である。図 2 5 は、図 2 0 及び 2 2 に示した部品から作製された組立継手を示した図である。これらの継手においては、共通の直角部品を用いて各継手が接合されている。他の形状の継手も可能であるので、構造物の形状及び強度に基づいて特定の継手形状が選択されると理解されたい。

【0034】

図 2 6 は、引抜成形中にパネル 2 4 6、2 4 8 の縦方向縁部 2 4 2、2 4 4 中に継手細部が一体に成形された組立継手の実施態様を示した図である。一方の縁部 2 4 4 にはおす部分が設けられ、対向縁部 2 4 2 にはめす部分が設けられている。これら 2 つの部分が連動するように、タブ 2 5 0 及び噛み合い窪み 2 5 2 がさらに設けられている。

20

【0035】

複合材パネル 2 6 2 のスチールデッキ 2 6 4 への連結に特に適する組立継手 2 6 0 を図 2 7 に示す。この組立継手には延長方向に延びる 2 つの窪み 2 6 6、2 6 8 が設けられている。これらの窪みは好ましくは先細に形成される。スチールデッキ 2 6 4 にはスチールコーミング構造 2 7 0 がいずれか適当な方法で溶接、鉚付け、鉚留め、あるいは接着される。スチールデッキが湾曲している場合は、スチールコーミング構造の下縁部を湾曲させてスチールデッキとかみ合わせることができる。コーミング構造の上縁部 2 7 2 は真っ直ぐかつ先細になっていて、組立継手の対応的に先細にされた下部窪み 2 6 6 内に嵌合する楔を形成している。複合材パネルの下縁部 2 7 6 は上部の窪み内に嵌合される。かかる方式により、真っ直ぐな下縁部をもつ複合材パネルを湾曲したあるいは不規則形状のスチールデッキへ一致させることができる。前記コーミング構造は、容易に検査されるように、また破片くずあるいは湿気を取り込まないように、デッキ上方に十分な間隔を空けて延びている。また上記に代わる態様においては、複合材パネルの下縁部が下部窪みと一緒に成型され、前記コーミング構造の上縁部を受け入れられるように構成される。

30

【0036】

図 2 8 ～ 3 0 には、船デッキ等の土台面の複雑な湾曲に対して適応させる別の方法が図示されている。一定断面形状をもつパネルを連続状に引抜成形する。この引抜成形パネルは構造物に望ましい長さのパネル片 2 9 0 へ切断される。図 2 9 に図示したように、各パネルを削ってパネルの縁を存在している湾曲へ一致させる。真空補助樹脂転移法を用いて構造物と土台面との間に継手を作製する。この場合、パネルは適正位置に固定され、前記継手作製のための構造材料は継手部位へ配置され、次いで継手部位を膨らませてから樹脂が継手部位の全長に亘って注入される。この方法により、いかなる局所的な不揃いにも適応できる継手を作製することができる。

40

【0037】

本発明に係る組立継手へ良好な電磁的干渉 (EMI) 遮蔽特性を付与することも可能である。パネル及び組立継手は、伝導性繊維または金属層及び／または伝導性増強微粒子充填材を含む最外層を備えて引抜成形可能である。例えば、図 7 に示すように線状部分中の

50

窪みを先細化することにより、組立継手の最外層が継手縁部を越えて延び組立継手とパネルとの間の継ぎ目を被覆するように構成可能である。伝導性増強層が形成される材料の適する例としては、導電性金属繊維から成る織地またはフェルト、中実または有孔の薄い金属ホイル、及び金属コーティングされたガラスまたは炭素繊維から成る織地あるいはフェルトを挙げることができる。伝導性繊維あるいはフェルトの層形成によって機械的強度及び剛性のある程度付与することも可能である。

【0038】

前記伝導性増強微粒子充填材としては、例えばカーボンプラック及び種々形態の黒鉛微粒子、金属コーティング粒子または金属フレーク、あるいはカーボンナノチューブ及びナノファイバを挙げることができる。上記充填材はその固有の導電性によって、また補強織地、フェルトあるいは有孔シート間へさらに導電路を与えることによって全体に亘るEMI遮蔽効果の一因となる。カーボンナノチューブ及びナノファイバは比較的低い微粒子負荷において導電性を増強させることができる。カーボンプラックは優れたUV阻害剤であり、グレー色を生じて塗装の必要性が減じられる。

【0039】

最外層としてEMI遮蔽層を設けることにより、照明を受けることによる積層物の層間剥離に伴うリスクを減ずることができる。金属性織地あるいはフェルト面によってもEMI遮蔽用の連続膜が得られ、また複合材構造をスチール殻構造へ接地する継手において十分な表面積が得られる。また、周期的負荷が反復されると、EMI遮蔽に切れ目を生じて漏出を起こす微小割れがひき起こされる。金属性織地あるいはフェルトを用いることにより、微小割れの向かい側まで通ずる接地路を付加的に与えることができる。

【0040】

本発明はビル及び船に加えて鉄道車両、ビルファサード、トンネルライナー、橋、栈橋等の他の大規模構造物へ適用可能なことが理解されよう。少なくとも船体の一部は本発明に従って建造可能である。本発明は、添付の特許請求の範囲における限定を除外して、上記において具体的に示され説明された記載によって限定されてはならない。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明に従ったビル構造の略等距離図である。

【図2】本発明において用いられる引抜成形加工の略説明図である。

【図3A】本発明に従った構造物の組立過程における各工程の略説明図である。

【図3B】図3Aに示した組立過程におけるさらに他の工程の略説明図である。

【図3C】図3A及び3Bに示した組立過程におけるさらに他の工程の略説明図である。

【図4A】本発明に従った構造物の別の組立過程における各工程の略説明図である。

【図4B】図4Aに示した組立過程におけるさらに他の工程の略説明図である。

【図5A】図3A～図4Bに示した構造物用の継手細部の略等距離図である。

【図5B】図3A～図4Bに示した構造物用の別の継手細部の略等距離図である。

【図6A】本発明に従った構造物のさらに別の組立過程における各工程の略説明図である。

【図6B】図6Aに示した組立過程におけるさらに他の工程の略説明図である。

【図6C】図6A及び6Bに示した組立過程におけるさらに他の工程の略説明図である。

【図6D】図6A～6Cに示した組立過程におけるさらに他の工程の略説明図である。

【図7】本発明に従ったパネルーパネルーデッキ組立継手の略断面図である。

【図8】図7に示した組立継手の別の実施態様を示した図である。

【図9】図7に示した組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。

【図10】図7に示した組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。

【図11】本発明に従った四方組立継手の略断面図である。

【図12】図11に示した組立継手の別の実施態様を示した図である。

【図13】図11に示した組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。

【図14】本発明に従った二方組立継手の概略図である。

10

20

30

40

50

- 【図 1 5】 本発明に従った二方組立継手の略断面図である。
 【図 1 6】 図 1 5 に示した組立継手の別の実施態様を示した図である。
 【図 1 7】 本発明に従った二方組立継手の別の実施態様を示した図である。
 【図 1 8】 本発明に従った四方組立継手の別の実施態様を示した図である。
 【図 1 9】 本発明に従った組立継手の別の実施態様を示した図である。
 【図 2 0】 本発明に従った組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。
 【図 2 1】 本発明に従った組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。
 【図 2 2】 本発明に従った組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。
 【図 2 3】 本発明に従った組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。
 【図 2 4】 本発明に従った組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。
 【図 2 5】 本発明に従った組立継手のさらに別の実施態様を示した図である。
 【図 2 6】 パネル縁部中へ一体化された連動組立継手の概略図である。
 【図 2 7】 複合材料パネルとスチール製甲板を連結する組立継手の概略図である。
 【図 2 8】 本発明に従った別の組立過程の略説明図である。
 【図 2 9】 図 2 8 に示した組立過程におけるさらに他の工程の略説明図である。
 【図 3 0】 図 2 8 及び 2 9 に示した組立過程におけるさらに他の工程の略説明図である。

10

【図 1】

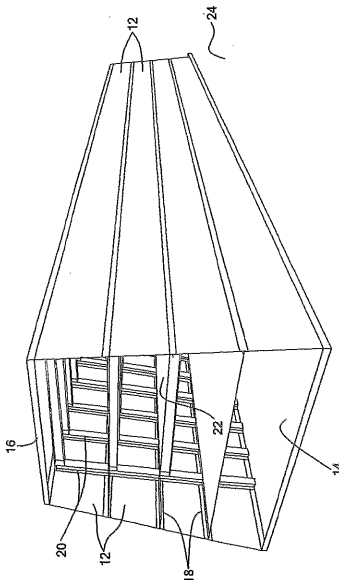
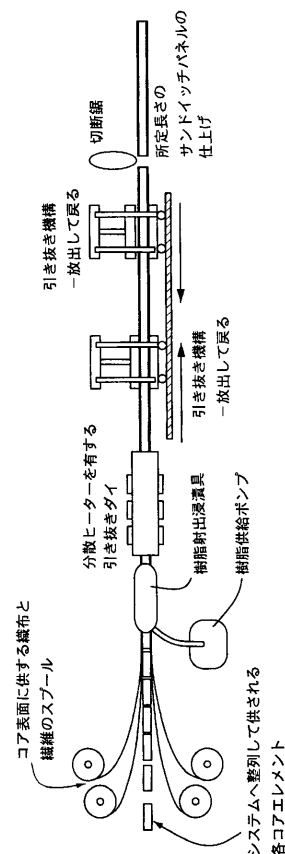
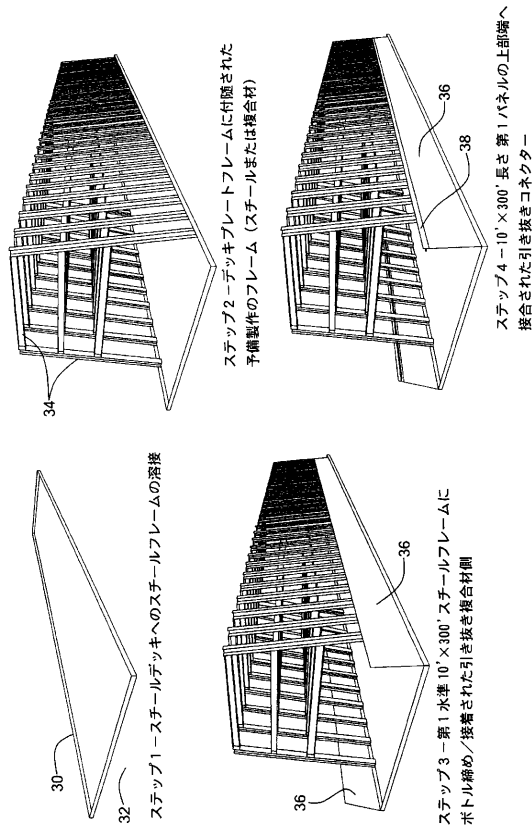


FIG. 1

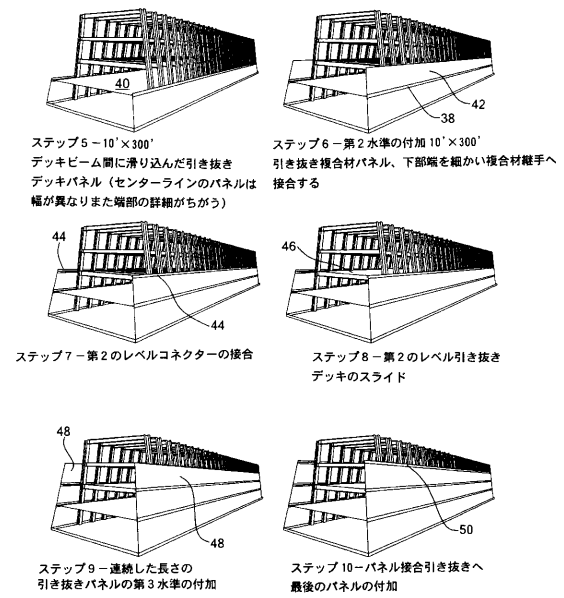
【図 2】



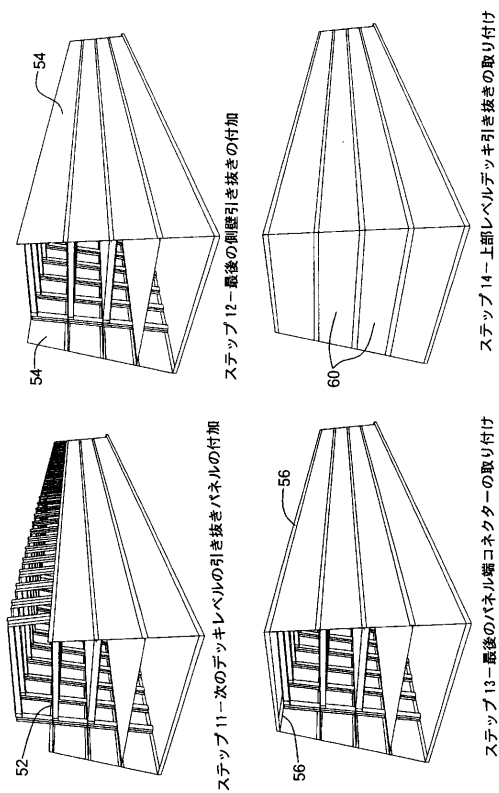
【図 3 A】



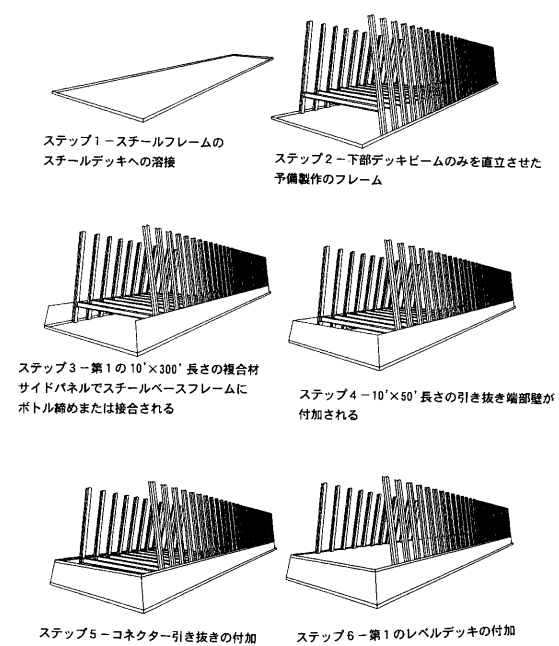
【図 3 B】



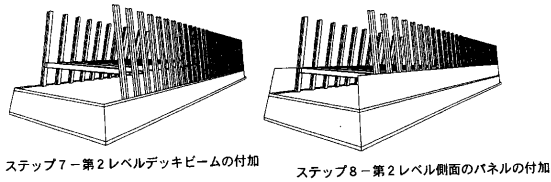
【図 3 C】



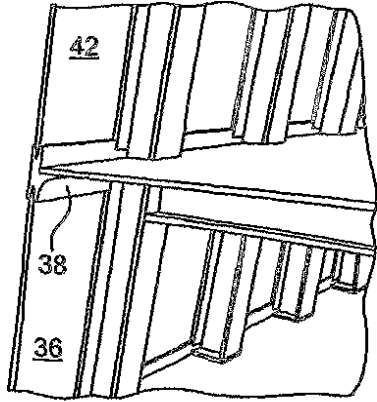
【図 4 A】



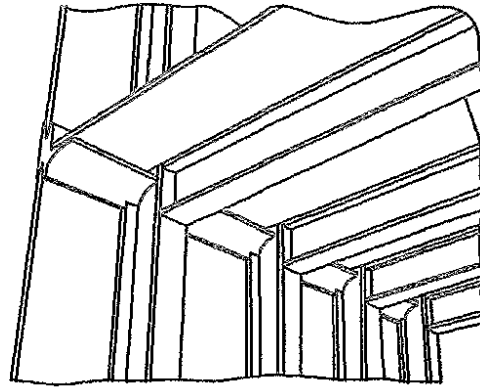
【図 4 B】



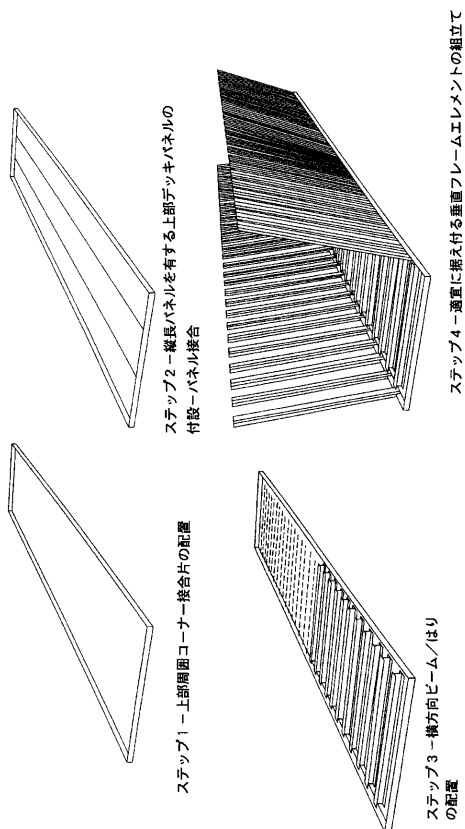
【図 5 A】

**FIG. 5A**

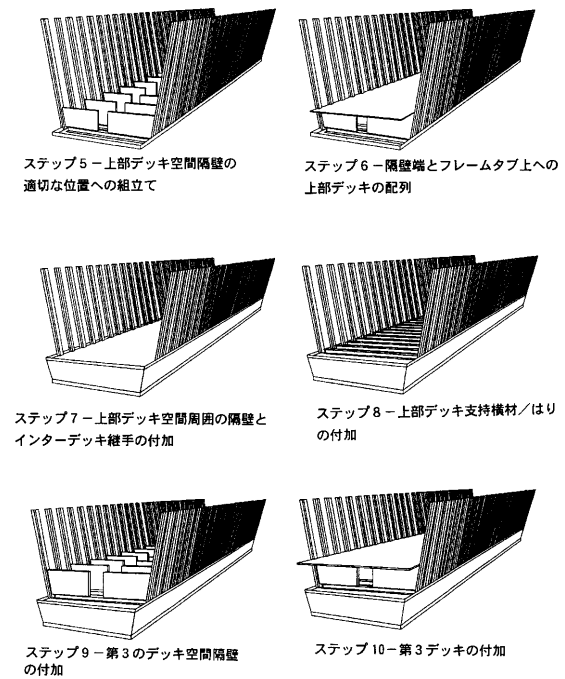
【図 5 B】

**FIG. 5B**

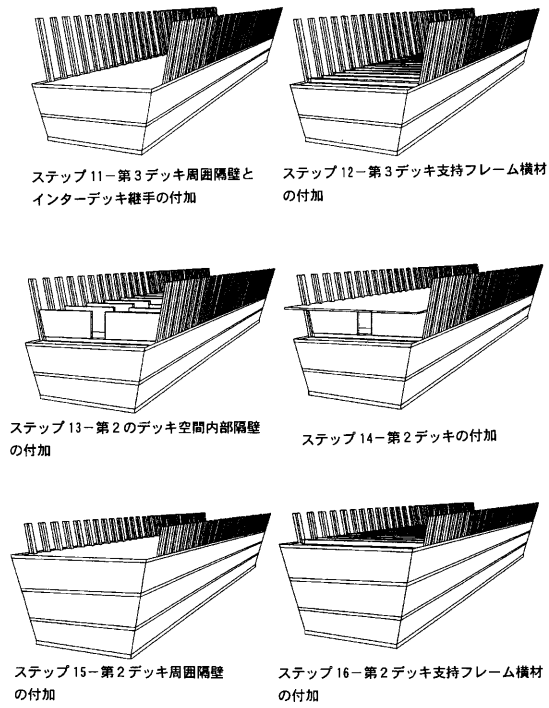
【図 6 A】



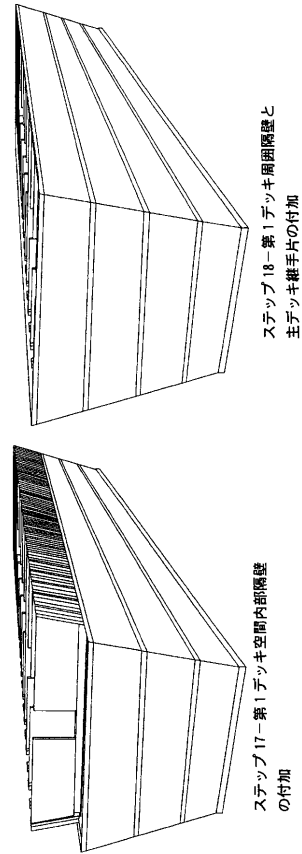
【図 6 B】



【図 6 C】



【図 6 D】



【図 7】

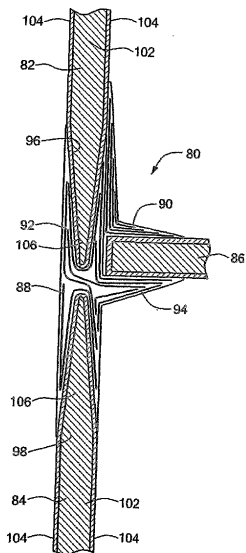


FIG. 7

【図 8】

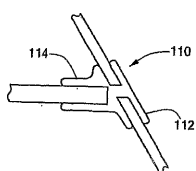


FIG. 8

【図 9】

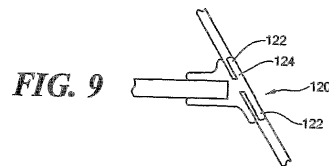


FIG. 9

【図 10】

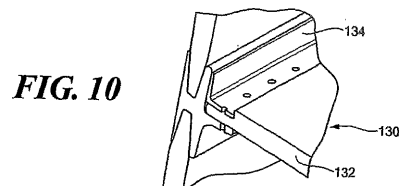


FIG. 10

【図 11】

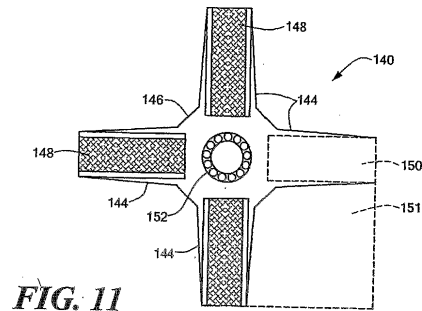
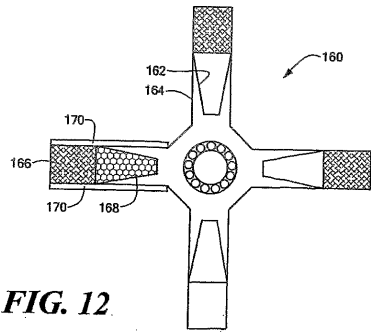
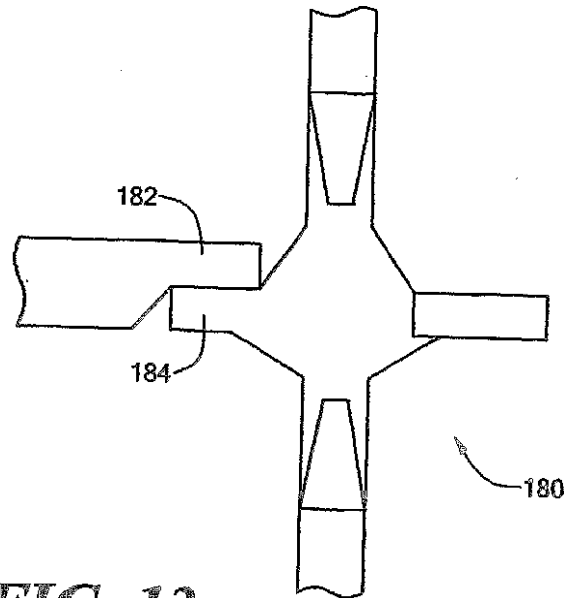


FIG. 11

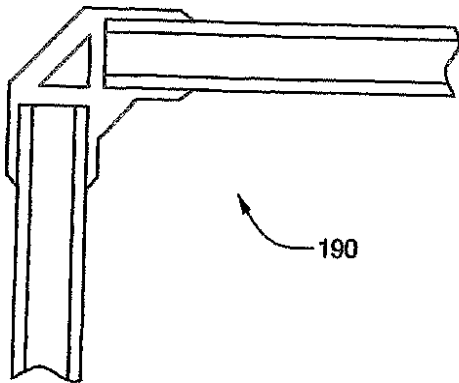
【図 12】

**FIG. 12**

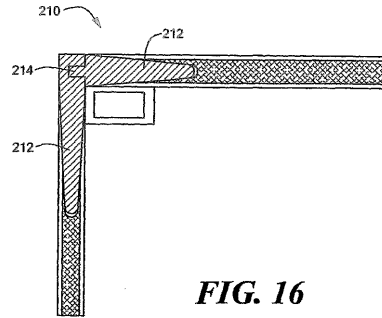
【図 13】

**FIG. 13**

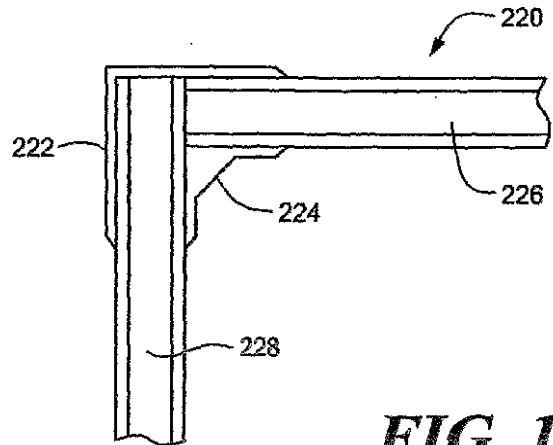
【図 14】

**FIG. 14**

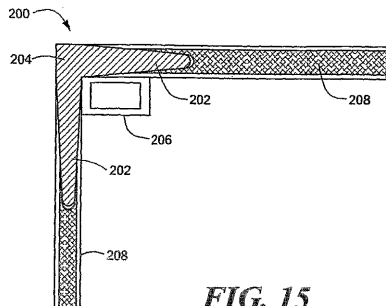
【図 16】

**FIG. 16**

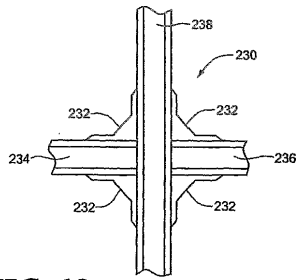
【図 17】

**FIG. 17**

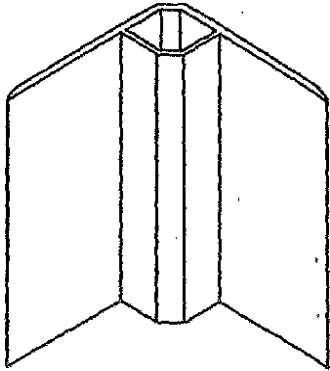
【図 15】

**FIG. 15**

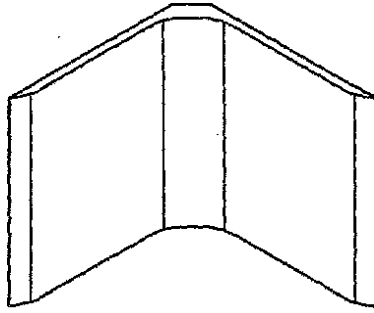
【図 18】

**FIG. 18**

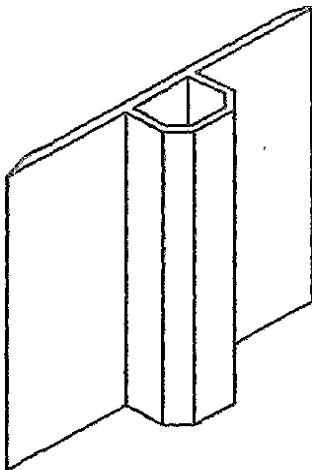
【図 19】

**FIG. 19**

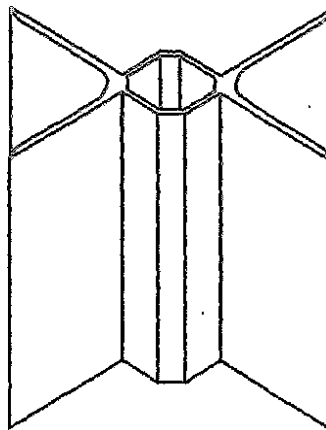
【図 20】

**FIG. 20**

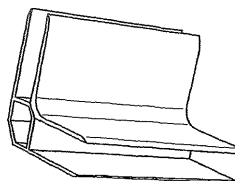
【図 21】

**FIG. 21**

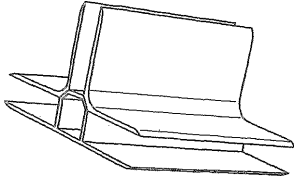
【図 22】

**FIG. 22**

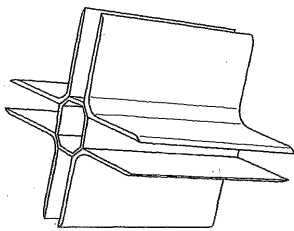
【図 23】

**FIG. 23**

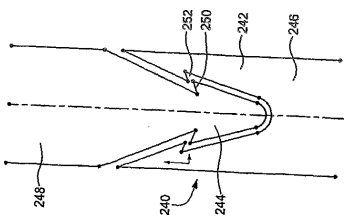
【図 24】

**FIG. 24**

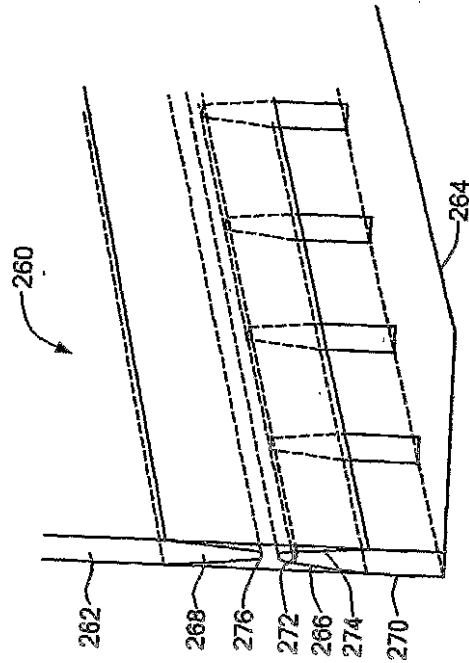
【図 25】

**FIG. 25**

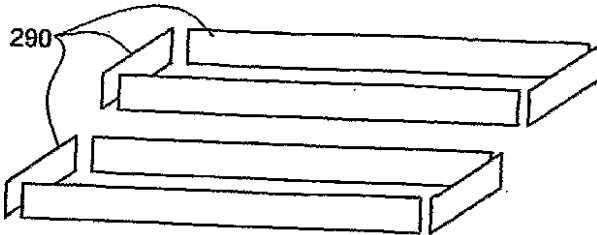
【図 26】

**FIG. 26**

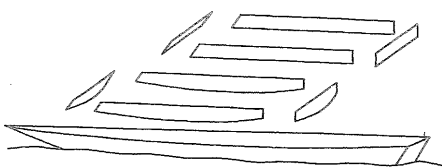
【図 27】

**FIG. 27**

【図 28】

**FIG. 28**

【図 29】

**FIG. 29**

【図 30】

**FIG. 30**

フロントページの続き

(72)発明者 ファヌッチ, ジェロム, ピー.
アメリカ合衆国 01801 マサチューセッツ州, レキシントン, コンスティテューション
パーク, 4

審査官 新田 亮二

(56)参考文献 特開平10-292553 (JP, A)
特開平03-021433 (JP, A)
特開平10-231609 (JP, A)
実開平04-034325 (JP, U)
特開昭48-058623 (JP, A)
実公昭49-039451 (JP, Y1)
特開2002-004088 (JP, A)
実開昭56-130514 (JP, U)
特開昭51-078019 (JP, A)
特開平11-141048 (JP, A)
特開2001-213386 (JP, A)
実開平05-034212 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E04B 1/35
B63B 3/48
E01D 15/24
E04B 1/343
E04B 2/74
E04B 2/72
E04F 13/08