

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-509101

(P2010-509101A)

(43) 公表日 平成22年3月25日 (2010.3.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 3 2 B 37/00 (2006.01)	B 3 2 B 31/18	4 F 1 0 0
B 3 2 B 5/24 (2006.01)	B 3 2 B 5/24 1 0 1	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 49 頁)

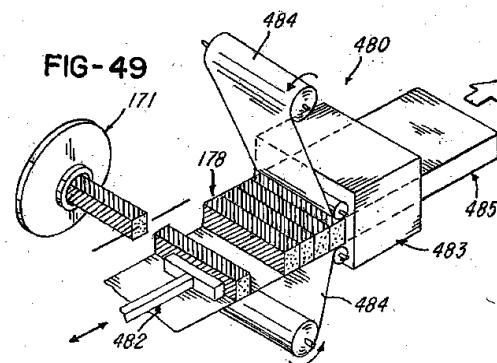
(21) 出願番号	特願2009-536295 (P2009-536295)	(71) 出願人	502279456
(86) (22) 出願日	平成19年11月8日 (2007.11.8)		ウェブコア アイピー、インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成21年7月8日 (2009.7.8)		アメリカ合衆国、オハイオ 45342、
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/023537		マイアミズバーグ、ワシントン チャーチ
(87) 国際公開番号	W02008/147393		ロード 8821
(87) 国際公開日	平成20年12月4日 (2008.12.4)	(74) 代理人	100099759
(31) 優先権主張番号	60/857,593		弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成18年11月9日 (2006.11.9)	(74) 代理人	100077517
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100128495
			弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維強化複合コア及びパネル

(57) 【要約】

繊維強化コアパネルが、波形に広がることも、また横方向のウェブと交差することもできるウェブを形成するようにローピング層を螺旋状に巻き付けたプラスチック発泡体のストリップから形成される。発泡ストリップの代わりに中空管を用いることもできる。軸方向ローピングが、上に重なる螺旋状巻着ローピングと協同して梁又は柱を形成する。巻き付けられるローピングのパターンは、構造的効率が得られるようにストリップに沿って変えることができる。施巻ストリップは、間隔を置いて配置されるストリップと交互にすることができ、またストリップ間のスペーサーはウェブの座屈強度を増す。間隔を置いて配置されるストリップ間の連続巻着ローピングは、補強された縁部を有するパネルを形成するために折りたたむことを可能にする。連続施巻ストリップを螺旋状に包んで環状構造物を形成し、また複合パネルは、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の両方を併用することができる。連続施巻ストリップ又はストリップ切断材は、スキン材料を受け取って補強複合パネルを形成することができる成形装置中へ長手方向又は横方向のどちらかで連続



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

低密度多孔質材料の連続細長ストリップであって、前記連続細長ストリップをその長さに沿って連続的且つ螺旋状に囲んでいる少なくとも 1 層の繊維ロービングを有する連続細長ストリップを形成すること、

前記連続細長ストリップを所定の長さのストリップに切断すること、

隣接している各ストリップが前記繊維ロービングの層によって分離された状態で、前記ストリップを成形装置に通して連続的に進めて、前記繊維ロービングの層が前記コアパネルの両側の表面間に延在している連続コアパネルを形成すること、

前記ストリップ間の前記繊維ロービングの層内に固化性樹脂を供給すること、

前記成形装置中で前記樹脂を固化し、前記ストリップを接着によりつなぎ合わせて、連続複合パネルを形成すること、

前記連続複合パネルを所定の長さに切断すること、
を含む、複合パネルの生産方法。

【請求項 2】

前記細長ストリップ内に、長手方向に間隔を置いて配置される横補強部材を形成することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記樹脂の固化後に、前記繊維ロービング内の気孔度が維持されていることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

スキン材料を、前記連続コアパネルに隣接させて前記成形装置に通して進め、且つ前記スキン材料を前記コアパネルに前記樹脂で接着することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記固化性樹脂を熱で活性化することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記固化性樹脂を、前記ストリップ間の前記ロービングに塗布することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記固化性樹脂を前記ストリップの両側の表面上に塗布することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

螺旋状に囲んでいるロービングの前記層に隣接させて、長手方向に延びるロービングの層を、前記細長ストリップに加えることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記繊維ロービングの層が、一組の編組ロービングによって形成されている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ストリップが、それらの長さよりも大きい幅を有するように作られている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記ストリップを、前記ストリップの長さに直角をなす方向で、前記成形装置に進入させる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記ストリップを、前記ストリップの前進方向に対して鋭角で、前記成形装置に進入させる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記ストリップに圧力を加えることによって、前記ストリップを前記成形装置に通して進める、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記連続複合パネルを引っ張ることによって、前記ストリップを前記成形装置に通して進める、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記成形装置を通して進んでいる前記ストリップ上に、連続繊維ロービングを適用することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

低密度多孔質材料の少なくとも 1 個の連続細長ストリップであって、前記連続細長ストリップをその長さに沿って連続的且つ螺旋状に囲んでいる少なくとも 1 層の繊維ロービングを有する連続細長ストリップを形成すること、

前記連続細長ストリップを、前記連続細長ストリップの長さに平行な方向で、成形装置に通して進めること、

前記繊維ロービング内に固化性樹脂を供給すること、

前記樹脂を固化して、連続複合パネルを形成することを含む、複合パネルの生産方法。

【請求項 17】

前記細長ストリップ内に、長手方向に間隔を置いて配置される横補強部材を形成することを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記連続細長ストリップを、前記ストリップに前記ロービングの層を適用する二次形成装置から前記成形装置中に送ることを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記連続細長ストリップを、少なくとも 1 個の供給リールから、前記成形装置中に送ることを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 20】

スキン材料を、前記連続ストリップに隣接させて、前記成形装置に通して進め、前記スキン材料を、前記コアパネルに前記樹脂で接着することを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 21】

前記固化性樹脂を熱で活性化させることを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 22】

螺旋状に囲んでいる前記ロービングの層に隣接させて、長手方向に延びるロービングの層を加えることを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 23】

前記繊維ロービングの層が、一組の編組ロービングによって形成される、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 24】

両側の表面を有する低密度多孔質材料コアパネル、

前記両側の表面間に延在する繊維補強部材、

前記コアパネルの前記両側の表面に隣接している繊維質のスキン、

前記繊維補強部材を通り抜け、且つ前記スキンの少なくとも一方の内側部分中にのみ広がっている固化した熱硬化性樹脂、及び

一方の前記スキンの外側部分中にのみ広がっている熱可塑性樹脂、を含む、補強型複合パネル。

【請求項 25】

低密度多孔質材料の複数個の平行な細長ストリップ、

それぞれの前記ストリップをその長さに沿って連続的且つ螺旋状に囲んでいる少なくとも 1 層の繊維ロービング、

前記繊維ロービングの層によって分離されており、且つ連続コアパネルの両側の表面間に延在する前記繊維ロービングの層と共に、連続コアパネルを形成している、隣接している複数の前記ストリップ、及び

10

20

30

40

50

前記ストリップ間の前記繊維ローピングの層内にあり、且つ前記ストリップをつなぎ合わせている固化樹脂、
を含む、複合パネル。

【請求項 26】

前記コアパネルの前記両側の表面に接着樹脂によって取り付けられたスキン材料を含む、請求項 25 に記載の複合パネル。

【請求項 27】

低密度多孔質材料の平行な複数個の細長ストリップであって、隣接している複数の前記ストリップが、繊維ローピングによって分離されており、且つ連続コアパネルの両側の表面間に延在する前記繊維ローピングの層と共に前記コアパネルを形成している、ストリップ、及び

10

前記ストリップ間の前記繊維ローピング内にあり、且つ前記ストリップをつなぎ合わせている、固化樹脂、
を含み、且つ前記繊維ローピングの一部が、前記固化樹脂を含まない前記両側の表面に隣接している、複合パネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

米国合衆国政府の権利

本発明は、米国合衆国政府の援助で、アメリカ空軍契約番号 F 2 9 6 0 1 - 0 2 - C - 0 1 6 9 の下で、また契約 F 3 3 6 1 5 - 9 9 - C - 3 2 1 7、F 3 3 6 1 5 - 0 0 - C - 3 0 1 8、F 4 2 6 5 0 - 0 3 - C - 0 0 2 9、F A 8 2 0 1 - 0 6 - C - 0 0 9 1、アメリカ海軍契約 N 0 0 1 6 7 - 9 9 - C - 0 0 4 2、及び N A S A 契約 N N C 0 4 C A 1 8 C の下で行われた。米国連邦政府は、本発明において一定の権利を有する。

20

【0002】

本発明は、繊維強化低密度多孔質材料、樹脂、繊維質及び非繊維質スキン補強材を含むサンドイッチパネル複合構造物に関し、また具体的には改良された構造形態、改良された樹脂注入方法及び生産方法に関する。

【背景技術】

【0003】

独立気泡プラスチック発泡材料などの低密度独立気泡材料からなるコアと、硬化した樹脂のマトリックス中の繊維質補強マット又は布からなる対向するスキンとを有する構造用サンドイッチパネルは、種々様々な製品、例えばボート船体及び冷凍トレーラーの建造に数十年のあいだ使用されてきた。この発泡コアは、構造用スキンを分離し安定化させ、せん断及び圧縮荷重に耐え、且つ断熱を与える役割を果たす。

30

【0004】

例えば、本出願者等の特許文献 1 に開示されているように、発泡コア内に繊維質補強部材の構造物を設けて、コアを強化し且つパネルスキンへのコアの付着を向上させることによって、発泡コアを有するサンドイッチパネルの構造性能を著しく高めることができる。多孔性繊維質補強材を独立気泡コア中に導入し、且つ多孔性繊維質スキン補強布又はマットをコアの各面に貼り付ける場合、ポリエステル、ビニルエステル、又はエポキシなどの接着樹脂を、差圧によって、例えば減圧バッグを用いて、多孔性スキン及びコア補強材の全体にくまなく流すことができる。繊維質補強材に樹脂を浸透させる間に、その独立気泡組成物の故に、樹脂はプラスチック発泡コアを完全には浸さない。次いで樹脂は、その補強された構造物全体わたって共に硬化して、強固なモノリシックパネルを実現する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】米国特許第 5, 8 3 4, 0 8 2 号

【特許文献 2】米国特許第 4 4 1 1 9 3 9 号

50

- 【特許文献 3】米国特許第 5, 4 6 2, 6 2 3 号
【特許文献 4】米国特許第 5, 5 8 9, 2 4 3 号
【特許文献 5】米国特許第 5, 8 3 4, 0 8 2 号
【特許文献 6】米国特許第 5, 7 0 1, 2 3 4 号
【特許文献 7】米国特許第 5 9 0 4 9 7 2 号
【特許文献 8】米国特許第 5 9 5 8 3 2 5 号
【特許文献 9】米国特許第 5, 9 5 8, 3 2 5 号
【特許文献 10】欧州特許第 0 6 7 2, 8 0 5 B 1 号
【特許文献 11】米国特許第 5, 9 0 4, 9 7 2 号
【特許文献 12】米国特許第 5 8 3 4 0 8 2 号

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

発泡コア内及びコアとパネルスキンの間の補強部材間の構造連結部及び支持を改良することによって、高い構造性能のサンドイッチパネルを生産することが望ましい。これは、補強部材中の座屈荷重に耐えるために、荷重下での補強部材の相互の、またスキンからの時期尚早の剥離を防ぐために、またパネルに加わった力の分配のための多重荷重経路を与えるために望ましい。既存の繊維強化コア製品は、これに関して非強化発泡体と比べて複数の重要な改良を有するが、コアの別々の補強要素を完全に一体化して、統合され且つ内部構造的に支持された構造物にすることはできない。例えば、第一の組の連続ウェブが第二の組の断続又は不連続ウェブと交差している格子状構成の繊維質補強用シートタイプのウェブでは、これらのウェブは座屈に対して互いに支え合う。しかしながら厳しい荷重条件下では、不連続ウェブが、接着樹脂と連続ウェブの接合部でそれらの狭い交差線に沿って役立たなくなる傾向がある。この傾向は、前述の特許に開示されているように、それら交差線に沿って発泡体中に樹脂で満たした平縁溝を設けることによって、かなり減らすことができる。さらに、それら断続したウェブの補強繊維は、連続ウェブとの各交差点の所で終わるので、それら繊維の構造上の寄与は事実上、連続ウェブの繊維よりも少ない。

20

【0007】

コアの面間に延在するガラス繊維又は炭素繊維、あるいは他の繊維のロービングを含むストラット又はロッドタイプのコア補強材の場合、一定のストラットの列内の個々のストラットは、格子状に互いに交差することができる。これは各ストラットに座屈に対する支えを与えるが、それはストラット列の面内においてのみである。二方向の支えを得るには、第一列のストラットが、交差する列のストラットのフィラメントを貫通しなければならない。これは、全ストラットを三次元に正確に位置決めしなければならないので、機械加工における困難且つコストのかかるレベルの精度及び制御を必要とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一実施形態は、ウェブタイプ及びストラットタイプの両方の補強型発泡コアの限界を、これら 2 つのタイプの補強要素を組み合わせるハイブリッド補強構成にすることによって克服する。ハイブリッド構造では、発泡コアに、鋭角又は直角に発泡板材の面間に延在する、間隔を置いて平行に配置された繊維質補強用ウェブ又はシートの列が設けられる。第二の組のロッド状繊維ロービング又はストラットを含む間隔を置いて平行に配置された補強要素の列がまた、鋭角又は直角に発泡板材の面間に延在し、それらロービング又はストラットがウェブと交差し且つ貫通する。したがってウェブ及びストラットは、コア内のすべての補強繊維が途切れていない絡み合い三次元支持構造物を構成する。これら相互に連結したウェブとストラットは、コアの補強要素間で、またコア構造物とパネルスキンの間で、効果的に垂直荷重を分配するように多重荷重経路を実現する。その複合補強構造がコア内の剪断面の成長に抵抗するので、衝撃損傷は衝撃の直接範囲に限定される傾向がある。

40

【0009】

50

代替のハイブリッド構造では、ウェブが、コアの面間に延在するセグメントを有する波形に成形される布又はマットの連続シートを構成し、それら波形間の空隙は、断面の合致する発泡ストリップで塞がれる。波形は、その交差するパネルスキンと共に、断面が長方形、三角形、平行四辺形、又は構造上効率のよい他の幾何形状若しくは製造の利点を提供する他の幾何形状を形成することができる。

【 0 0 1 0 】

ハイブリッドコアの特にコスト効率のよいバージョンでは、コア補強用ウェブは、実質的により費用のかかる織布又はステッチ布を発泡ストリップの表面に接着するのではなく、比較的低コストの繊維ロービングを長方形の発泡ストリップ上に螺旋状に巻くことによって生産される。ストリップの構造特性を向上させるために、又は完成パネルスキンの低コスト構成要素として役立つように、追加のロービングを、巻き付け操作の間に、軸方向にストリップの長手に沿って貼ることができる。また、繊維を巻いた発泡ストリップを互いに貼り合わせて、構造ストラットの列を加えることなしに、構造コアを形成することもできる。この構成では、長方形断面の施巻ストリップの接触又は隣接する側が、パネルスキンに取り付けるためのI形梁のフランジを有するウェブ要素を形成する。特許文献2の開示とは対照的に、各コアウェブの繊維延長部分が、ウェブの片側だけでなく両側でパネルスキンに取り付けられ、得られるパネルのせん断強さを著しく向上させる。これは、所定の強度要求基準に対してより軽くまたより安価なウェブの使用を可能にする。同様に本発明は、本出願者による特許（特許文献3、特許文献4、及び特許文献5）中で開示した構造と比べた場合、著しく改良されたコアとスキンの付着及びせん断強さを実現する。試験では円周巻きロービングからなるウェブは、末端部分がパネルスキンに隣接して終わるものよりも75%高いせん断強さを示す。施巻ストリップのそれぞれに内部構造横補強用ウェブを設けて二方向強度及びスチフネスを与えることができる。また、三角形断面のストリップを用いてロービング施巻コアを形成することもできる。

【 0 0 1 1 】

機械によってロービングを巻付けること、及び繊維施巻ストリップを合体して単一コアにすることは、経済的利点及び取扱いの利点の両方を有する。特許文献6、特許文献7、又は特許文献8に従って構築される単独複合材の船橋甲板パネル又はヨット船体用にとつては、1000個以上の個別のコアブロックを含むことが普通である。これらの個別のコアの生産の労働構成要素はきわめて高い。補強布を切断してシートにし、それらのシートでそれぞれ別個のコアの周りを包み接着剤で付けるか、又はより小型の布片をそれぞれのコアの個々の面に接着剤で付けるか、又はまず管状の布を形成し、その中にコアを挿入する。これらの工程は、コア構成要素の寸法が小さくなるに従ってますます困難になる。金型中にこれらのコアを配列することもまた労働集約的であり、費用がかかり、また時間がかかり、その結果、一定期間内に金型から生産することができるパネルの数を限定する。個々のコアブロックの位置決めは、金型の曲率が増すに従って、又は金型の表面が水平面から逸れるに従ってますます厄介になる。本発明の主題であるコアは、非常に多くの構成要素を利用して単一の容易に扱えるコアにすることによって、これらの欠陥を実質上なくす。

【 0 0 1 2 】

それらのすぐれた構造性能に加えて、ハイブリッド設計は、比較的単純な工程により高い機械生産速度で、また極端なレベルの製造精度を必要とせずに、きわめて複雑且つ構造的に有効な構成を可能にする。前述のように、交差する列のロービングが互いに貫通し合うことが望ましい場合、二方向ストラットタイプのコアは、達成が困難な程度の精度で発泡板材中へとロービング補強材を挿入することを必要とする。また、板材内で2～4方向に角度を付けてストラットを配列するには、複数のストラット挿入装置を通る多数の通路を作る必要がある。

【 0 0 1 3 】

それにひきかえ二方向ハイブリッドコアは、ストラット挿入装置を通るわずか一つの通路で生産することができる。この補強材ウェブは、交差するストラットと協同して、それ

10

20

30

40

50

らストラットの面内の荷重に耐える。また、ウェブがストラットの列に対して横方向に延在するので、ウェブはそれらストラットに対して横方向にも強度を与える。さらに、それらストラットが、フィラメントの細い束ではなく、ウェブの平面と交差しなければならないだけなので、生産においてはるかに限定された度合の精度を必要とする。

【 0 0 1 4 】

ハイブリッドコアは、コア補強要素及びコアの上に重なるサンドイッチパネルスキンとの両方への樹脂の含浸又は注入の速度及び信頼性を増すことによって、成形パネルの生産を改善する。真空樹脂トランスファー成形 (VARTM) 工程では、乾燥した多孔性スキン補強材を含むパネルを、空気不透過性のシールされたバッグによってパネルが被覆される片面金型又は密閉金型の中に置く。次いでパネルを排気し、大気圧下で樹脂が補強材中に流れ込み且つ侵入するに任せる。本発明のコア中でのウェブとストラットの間の複雑な相互連結のために、空気と樹脂の両方が、その構造物の至る所に迅速に且つあまねく流れることができる。この多孔性ウェブ及びストラットは、スキン間で自然な樹脂の流路を形成し、それが樹脂をその導入源から多孔性スキンの多数の点へ迅速に運ぶ。これは、レーストラッキングの問題、すなわち不規則に進行する樹脂の最前線によって乾燥したスキン布の領域が真空源から隔離され、それによって樹脂が増粘して硬化する前に、スキンが樹脂によって完全に浸潤されるのが妨げられる問題をできるだけ少なくする。

10

【 0 0 1 5 】

本発明の一実施形態では、パネルスキンと金型表面又は減圧バッグの膜との間に、いかなる種類の樹脂分配媒体も必要でない。これは、そのような分配媒体のコストをなくすだけでなく、全側面で滑らかな面を有するパネルの生産を可能にする。また、特許文献 9 に開示されているような従来技術と比べて、この発泡コアには、スキンに樹脂を分配するための手段として、パネルスキンに隣接しているコアの周辺部に配置されるマイクログループ、あるいはスキン間に延在する発泡体中の溝穴又は孔を設ける必要がない。本発明では全ての樹脂が、コア補強構造物を通してスキンまで流れるのに対し、特許文献 9 は特に、コア表面で始まる樹脂の注入の結果として起こる含浸について記載している。周辺のマイクログループの不利点は、樹脂が硬化する前にスキン及びコア補強材が十分に含浸されることを保証するために、マイクログループのサイズ及び間隔を、パネルの繊維布の種類及び量に適合するように選択しなければならないことである。本発明では、スキンに注入するすべての樹脂はコアの多孔性補強構造物を通過してスキンに達し、且つパネルスキンが一般に、パネル表面 1 平方インチ当たり 2 個以上の多孔性補強要素と交差するので、樹脂はスキン表面の端から端まで迅速に且つ一様に広がる傾向がある。見ることができるパネルスキンの完全な含浸は、そのコア補強構造が乾燥部分、したがって弱い部分を有さないという信頼できる指標である。これは、樹脂をスキンの近くに導入する他の注入システムと比べて重要な利点である。

20

30

【 0 0 1 6 】

本発明によれば樹脂は、発泡コアの内部にあり、コア補強用ウェブに隣接し、ウェブに対して平行に延び、且つパネルスキンに隣接しない溝の網状組織を通して、コア補強構造に供給される。これらの溝の端部は、通常はより大きな断面積を有する供給流路と交わる。供給流路に供給された樹脂は、ウェブに隣接する溝を通して迅速に流れ、次いで実質上すべての樹脂が、繊維質コア補強要素を貫流して、パネルスキンに達し浸透する。樹脂溝が、パネル厚の中心に近い平面に配置される場合、樹脂は、完全な樹脂の飽和状態に達するまでに、パネルの厚さの半分を通して中心面からそれぞれの方向に流れることのみが必要である。これは、樹脂が単一パネル面から導入され、全パネル厚を貫流して反対の面に達しなければならない通常の樹脂注入技術よりも著しく速い。厚いコア又は厚いスキンを有するパネルには、より高速注入のために、追加の 1 組又は複数組の樹脂溝及び供給流路を設けることができる。

40

【 0 0 1 7 】

本発明の注入方法は、パネルの両面がすぐれた表面仕上げを必要とする成形パネルの生産に特に適している。樹脂がコアの内部に導入され、差圧によってコアからスキン補強構

50

造物に向かって迅速に流れるので、パネルの両面は所望の形状及び仕上の剛性の金型表面に接していてもよく、減圧バッグなどの可撓性表面の下で行われる注入と比べて、注入に必要な時間をひどく増すことがない。それにひきかえ、樹脂の導入前にスキン補強材を圧力によって合体するVARTMなどの通常の差圧成形工程は、実質的な圧力を維持すること及び樹脂をスキンの表面全体にわたって迅速に導入することの両方が望ましい場合、樹脂配布媒体を封じ込める減圧バッグなどの可撓性の膜でパネルの片側を被覆することが必要である。この配置を使用しない場合、両パネル面に対する剛性の金型表面の圧力は、長く且つ遅い注入経路を余儀なくされ、樹脂はそれらの厚さを通してではなく、それらの長さ幅に沿って流れることによってスキンに浸透する。

【0018】

10

本発明のインサイドアウトコア注入法を用いて、パネルの外部スキン層に注入する樹脂とは特性が異なる樹脂を、繊維質コア補強材及び内部スキン層中に注入することができる。それは、例えば耐火性フェノール樹脂を含む外部スキン層と、構造用ビニルエステル樹脂を含む内部スキン層及びコア補強構造物とを有するサンドイッチパネルを生産するために用いることができる。これは、多孔性繊維質スキン補強材の内層と外層の間に、例えばエポキシ樹脂の接着性バリアーをフィルム形態で設けることによって達成される。第一樹脂を上記のようにコアの中から注入によって供給し、第二樹脂を外部スキン補強材中に直接注入する。ここでは、バリアーフィルムが、それら樹脂間の構造的接着接合を生み出すと共に、それら樹脂を分離された状態に保つのに役立つ。

【0019】

20

本発明のハイブリッドコアの有用な変形形態では、この補強用ウェブは、パネルの面間に延在しない。そうではなくて、2枚以上の発泡板材に多孔性の繊維ウェブシートを挟み込み、サンドイッチ構造に積み重ねる。多孔性ロービングストラット又はロッドがコアの面間に、中間ウェブシート又はシート群を貫通して延在する。このウェブ又はウェブ群は荷重下で座屈に対してストラットを安定化させ、且つまたストラット及びスキンに樹脂を分配する役割を果たす。樹脂は、ウェブに隣接している発泡体中において平行に間隔を置いて配置された溝を通して導入することができる。別法では樹脂を、パネル面に垂直であり、且つウェブに隣接している放射状の溝で終わる供給流路を通して、コア中に流入することもできる。この配置は、円形パネル、例えばマンホールカバーを注入成形するのに有用である。第三の変形形態では、ウェブシートに低密度繊維マット又は非構造的な多孔質注入媒体を組み込むことができ、パネルの中心面全体に供給流路を通して供給される樹脂が、それを通してストラットに向かって流れ、またそのストラットを通してパネルスキンに流れる。

30

【0020】

本発明の更なる特徴は、ストラット又はロッドタイプのコア補強要素とサンドイッチパネルスキンとの間の連結の向上を実現することである。この向上は、ウェブ及びストラットの両タイプのコア補強部材を有するハイブリッドパネルに、またコア補強がストラットのみからなるパネルに適用可能である。コアの面間に延在する多孔性繊維質のストラットは、コアとスキンの間で終わってもよく、スキンを貫通して延び、それらの外面で終わってもよく、またパネルスキンの1又は複数の層の上に重なっていてもよい。荷重下でストラットは、スキンとの交差点で伸長又は圧縮の実質的な力を受けやすく、これらの力は補強要素とスキンとの間の接着接合の破壊を引き起こす恐れがある。

40

【0021】

例えば特許文献10に開示されている従来技術は、スキンに隣接している補強要素にループ状末端部分を設けることを開示している。成形中の圧力下において、ストラットの末端部分に形成されたループが、スキンとの接着接触の広い領域を実現する。しかしこの設計の重大な不利点は、繊維を折り返した束であるループが塊を形成し、それが成形圧力下でパネルスキンを変形させて平面でなくすることである。これは、スキン中の過剰な樹脂の蓄積、スキンの面内圧縮荷重下での座屈傾向の増加、及び望ましくない表面仕上げを引き起こす。

50

【 0 0 2 2 】

本発明では、ストラットタイプ補強要素の終端部を切断して、ストラットを構成するフィラメントを圧縮荷重下で横へ広げ、スキンに対して末端部分を著しく平らにし、またスタットの末端部分に直接隣接している領域において、各スタットの末端部分とスキンとの間の接着接合の広範な領域を実現する。スキン表面の平坦度は、成形の前にパネル面に十分な圧力を、時には熱と同時に加えて、成形工程の間に発泡コア中に任意の補強材の塊又は峰を埋め込むための凹所を設けることによってさらに改善することができる。別法では、ストラット挿入の線に沿って、発泡体の面に溝を形成し、成形の間に、その中にストラット末端部分又は上に重なる縫い目部分を押し込むこともできる。

【 0 0 2 3 】

本発明はまた、ストラット端部をつなぎ留める代替手段であって、ストラット末端部分がパネルスキンの上に重ならない場合でさえ有効な代替方法を提供する。この構成では、平行な溝又はスリットが発泡板材の面に配置され、ストラットタイプ補強部材の末端部分は溝を通過する。接着によりストラット端部をつなぎ留めるのに十分な深さを有する多孔性補強ロービングが、ストラット部材の挿入に先立って溝中に挿入され、成形の間に構造物中に流れ込む樹脂が、ストラットと溝内のロービングの構造的付着を実現する。上に重なるパネルスキンとのかなりの接触面積を有するこれらロービングは、スキンとコアの間の構造荷重の伝達を完全なものにする。この構造の重要な更なる利点は、溝ロービングとストラット部材を、一体化されたトラス構造を構成するような寸法に合わせて作ることができ、溝ロービングがトラスの弦としての役割を果たすことである。ロービングのコストは織物よりもかなり低いので、トラスの列間に比較的薄いスキンが適している場合、これは経済的なパネルの製作を可能にする。

【 0 0 2 4 】

本発明ではまた、よりコストのかかる織物又は編物補強材のスキンをコアの面に貼る代わりに、低コストのロービングを発泡板材の面に直接貼って、その発泡体中に補強部材を挿入する工程の間にパネルスキンを形成することができる。この方法では多数本のロービングを、コアの長さに対して横方向の平行な線に沿って貼り、ストラット挿入機による発泡コアの前方への前進によって、発泡体の面を幾分被覆するのに十分な本数で供給クリールから長手方向に連続的に引き出す。ストラットの挿入に先立って、ロービングの群を直角又は鋭角でクリールからコアの面全体に横に引き出し、ストラットロービングをコアに縫い付けながらコアと共に前進させる。いったん樹脂がパネルに塗布されると、上に重なる縫い目の部分が、構造パネルスキンを形成する正しい位置に、すべての表面ロービングを保持する。望むなら、成形前のコアの取扱特性を改善するために、縫付けに先立って、補強用材料の軽いベールを表面ロービング全体に適用することもできる。連続ロービングの代わりに、ランダム又は配向チョップドロービングを、コア面と表面ベールの間に敷いて、構造物用マットを形成することもできる。

【 0 0 2 5 】

スキンの布補強材の代わりに用いられてきた軸方向ロービングの上に重なり且つこの軸方向ロービングを拘束する螺旋状巻着ロービングを含むサンドイッチパネルは、スキンがコアに縫い付けられていない場合でさえ、スキンの層間剥離に抵抗する点で効果的である。これは、例えばスキン中の座屈又は引張荷重のせいで層間剥離を受けやすい不規則なコア厚の領域、例えばパネル縁部のステップダウン部及びテーパ部において、かなり役に立つ。

【 0 0 2 6 】

本発明は、二方向コア強度を有し、且つコア補強部材のすべてを螺旋巻き付け工程によって得る補強型コアパネルの幾つかの有用な変形形態を含む。最も経済的な実施形態では、平行施巻発泡ストリップからなる一方向コアパネルを、そのストリップの軸に直角な方向に切断して、均一な第二ストリップにし、次いでこれを90度回転し、合体して、第二の一体化コアパネルを形成する。次いで、最初の螺旋状巻着ロービングを、末端部分がコアの面に隣接して終わる別々のストラット状ロービングセグメントとして、コアパネルの

10

20

30

40

50

面間に張り渡す。このコア構造は、二方向せん断強さ及び高い圧縮強さを与えるが、パネルスキンとコアの付着強度は低い。スキンの付着は、第二ストリップを、それらの合体に先立って螺旋状に施巻して、それら発泡ストリップ間に切れ目なく且つスキンに隣接しているコアパネルの面の端から端まで張り渡されている巻着補強材層を設けることによって、高めることができる。所望の構造特性によっては、合体に先立って、この施巻第二ストリップの向きを調節して、スキン間に又はスキンに隣接させて、ローピングの二重の層を設けることもできる。二方向コアパネルにはまた、コアパネルの面のスリット中に挿入されて薄いパネルスキン用のコア補強用ウェブ間の支持部材を形成する連続ローピングの平行な列を設けることもできる。一方向性コア中に、巻き付けに先立って、ストリップ間に補強用ウェブを設けられた一对の発泡ストリップを施巻することによって、それら巻き付けた補強用ウェブ間のスキン支持材を設けることができる。

10

【0027】

本明細書中で述べたすべての二方向性コアの重要な利点は、交差する補強用ウェブが、隣接する低密度で低強度の発泡ストリップにかかる荷重下での座屈に対して相互に安定化させることである。一方向性コアのウェブの座屈抵抗は、隣接する施巻発泡ストリップ間にスペーサストリップ、例えば高密度発泡プラスチックを設けることによりウェブの有効幅をますことによって改善することができる。一方向性コアパネルの経済的な形態では、ローピング施巻発泡ストリップを、単純な発泡ストリップと交互し、こうして巻付機の生産の所定量に対して2倍のパネル生産を可能にする。この実施形態では、座屈に対してウェブを安定化させるために、それぞれの施巻ストリップの対向する側部の対向する巻着層間に、スペーサストリップを設ける。ストリップの縁部が平行でなく、それによってストリップの全体的方向以外の方向に構造特性を与える曲がりくねった又は他の構成のストリップを設けることによって、一方向性ストリップに二方向強度を与えるように改変することができる。熱及び圧力下における後続の合体のための個々の構成要素として、ストリップに補強用繊維及び低コスト熱可塑性材料を利用することによって、あらゆる構成のストリップを含み且つ熱可塑性樹脂を組み込んだコアパネルを、経済的に生産することができる。

20

【0028】

螺旋状施巻ストリップの構造性能は、そのストリップの隅に沿って巻着ローピングの下に軸方向に延びるローピングを設けることによって改善することができる。この付加により、各発泡ストリップの各側部の補強用ウェブは、ロッド状せん断部材によって分離される頂部及び底部弦を有するバージョイストの一般的形態をとるようになる。この構造は衝撃に対してより抵抗性を持ち、且つ軸方向ローピングは、パネルスキン中の補強繊維のより少ない使用を可能にすることができる。このように構築された個別のストリップは、個別の構造部材、例えば柱又は箱形はりとして使用することができ、その性能はストリップに横補強部材を与えることによって、またストリップの隅と隅の間に追加の軸方向ローピングを設けることによってさらに高めることができる。

30

【0029】

施巻ストリップを含む或るパネルの構造効率、発泡ストリップの長手に沿って巻付けられる補強材の角度及び密度を変えるように、ローピング巻付装置を通るストリップの送り速度を変えることによって高めることができる。これは、耐力点におけるパネルの圧縮強さの向上、又はパネルの長手に沿った予想されるせん断荷重に見合うように調整されるコアせん断抵抗を実現することができる。

40

【0030】

一方向性施巻発泡ストリップを含むコアパネル中のせん断荷重は、連続施巻発泡ストリップを巻き付け工程の間に一定の間隔で配置し、それらストリップを前後に重ねてからそれらを合体してコアパネルを形成することによって、ストリップの端部に伝達し、またそこから交差するパネル補強材に伝達することができる。これは、間隔を置いて配置されるセグメントのこれら巻着ローピングを、発泡ストリップの対向する両端間に位置決めし、パネル縁部補強材との又は隣接するコアパネルとの強い構造的結合を与える。また、一般

50

には円筒構造、又は他の閉じた構成をもつ、コアの接合部で終わらず、それによって構造的な不連続部を避ける連続コアパネル補強材を有するサンドイッチパネルを生産することが望ましい。この実施形態は、例えばケーシングの全体的完全性を保ちながらきわめて高いエネルギー衝撃に耐えるように設計されるジェットエンジンのケーシングを形成するために使用することができる。このコアパネルは、連続した発泡ストリップの周囲に補強用ローピングを螺旋状に巻き、次いでこのストリップを円筒形マンドレルの周囲に螺旋状に巻くことによって生産される。この巻き付けたローピングの内側に、いっそうのフープ強度及び耐衝撃性を得るための連続した軸方向ローピングを設けることができる。

【0031】

本発明の有用な実施形態では発泡ストリップの代わりに薄肉管を使用し、その上に補強用ローピングを巻く。管は、低構造特性の材料、例えば堅い紙、あるいは高構造特性の材料、例えばロール成形又は押出アルミニウムを含むことができ、好ましくはこれらは繊維補強材用マトリックスとして用いられる樹脂との強い接着を得るために処理される。この実施形態は、中空構造物を得ること、又は低密度中空コアの重量を削減すること、又は管状材料の構造特性をパネルに取り込むことが望ましい場合に役立つ。

【0032】

螺旋状施巻コア及び熱硬化性樹脂を含むサンドイッチパネルの耐衝撃性を高める別の手段は、それら熱硬化性樹脂よりも脆性が一般に大幅に小さい熱可塑性樹脂をパネルスキンの外側部分に組み込むことである。これは、幾つかの手段により達成することができる。熱硬化性樹脂を使用してコア補強材に含浸させる後続の含浸のために内側部分を多孔性のまま残して、熱可塑性フィルムを加熱して繊維質補強マット又は布の外側部分に流し込むことができる。望むなら熱可塑性フィルムの代わりにガラス繊維と熱可塑性繊維の混合繊維からなる布層を用いてもよい。この混合布は、加熱されて補強された熱可塑性外面を形成し、且つ内側の補強用マットの厚さを部分的に貫いてその熱可塑性樹脂を流す。さらに別の実施形態では、コアに注入するために用いられる熱硬化性樹脂がスキンのガラス繊維と熱可塑性繊維の両方に含浸するようにこの混合布スキンを補強されたコアに隣接させて配置し、それに熱を加えることなく注入することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの一部の斜視図である。

【図2】本発明の別の実施形態に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの一部の断面図である。

【図3】本発明に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの別の実施形態の一部の断面図である。

【図4】本発明に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの別の実施形態の一部の断面図である。

【図5】本発明に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの別の実施形態の一部の断面図である。

【図6】本発明に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの別の実施形態の、中心部分が切り除かれている一部の断面図である。

【図7】図6の線7-7に沿って全体としてとった、中心部分が切り除かれている一部の断面図である。

【図8】本発明に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの別の実施形態の一部の断面図である。

【図9】本発明の別の実施形態に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの一部の透視図である。

【図10】本発明の別の実施形態に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの一部の斜視図である。

【図11】本発明の修正形態に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの一部の斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】本発明に従って繊維施巻発泡ストリップを生産するための装置の概略図である。

【図 1 3】本発明に従って構築された繊維施巻発泡ストリップの一部の斜視図である。

【図 1 4】本発明に従って構築された補強型発泡コア複合パネルの一部の斜視図である。

【図 1 5】本発明に従って繊維強化発泡コアパネルを生産するための装置の概略図である。

【図 1 6】本発明に従って構築された補強発泡構成要素の一部の斜視図である。

【図 1 7】図 1 6 の構成要素を用いた補強発泡構成要素の一部の斜視図である。

【図 1 8】本発明に従って、図 1 7 の構成要素を用いて構築された補強型発泡コアの一部の斜視図である。

【図 1 9】本発明に従って構築された補強発泡構成要素の別の実施形態の一部の斜視図である。

【図 2 0】本発明の変更形態に従って構築されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 2 1】図 2 0 の拡大した一部の部分を示す図である。

【図 2 2】図 2 0 に示したパネルから切った断片の一部の斜視図である。

【図 2 3】図 2 2 に示したストリップでできたコアパネルの一部分を分解した一部の斜視図である。

【図 2 4】螺旋状巻着ローピングを有する、図 2 2 に示したストリップの斜視図である。

【図 2 5】図 2 4 に示す施巻ストリップの一部分の拡大斜視図である。

【図 2 6】図 2 4 に示すストリップを用いて構築されたパネルコアの一部の斜視図である。

【図 2 7】本発明の修正形態に従って図 2 4 に示すストリップを用いて構築されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 2 8】本発明の別の修正形態に従って形成されたコアストリップの一部の斜視図である。

【図 2 9】図 2 8 に示すコアストリップの一部分の拡大斜視図である。

【図 3 0】図 2 8 に示すコアストリップを用いて構築されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 3 1】本発明の別の修正形態に従って形成されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 3 2】本発明の別の修正形態に従って構築されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 3 3】本発明の修正形態に従って形成されたコアストリップの一部の斜視図である。

【図 3 4】本発明の修正形態に従って形成された別のコアパネルの一部の斜視図である。

【図 3 5】本発明に従って構築されたコアストリップを螺旋状に施巻することによって形成された環状コアアセンブリーの一部の斜視図である。

【図 3 6】それぞれがローピングを螺旋状に巻かれた管状コアストリップからなり、本発明の修正形態に従って形成されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 3 7】本発明の別の更なる修正形態に従って構築されたコアストリップの一部の平面図である。

【図 3 8】本発明に従って、図 3 7 に示したコアストリップでできたコアパネルの一部の平面図である。

【図 3 9】本発明の別の修正形態に従って形成されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 4 0】本発明の別の修正形態に従って形成されたパネルの一部の斜視図である。

【図 4 1】本発明の別の修正形態に従って形成された複合パネルの一部の斜視図である。

【図 4 2】本発明に従って形成された改変型コアパネルの一部の斜視図である。

【図 4 3】本発明に従って形成された別の複合パネルの一部の斜視図である。

【図 4 4】本発明に従って形成されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 4 5】本発明に従って形成されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 4 6】本発明に従って形成されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 4 7】本発明に従って形成されたコアパネルの一部の斜視図である。

【図 4 8】本発明に従って複合パネルを作製する方法を示す装置の概略斜視図である。

10

20

30

40

50

【図４９】本発明に従って複合パネルを作製する別の方法を示す別の装置の別の概略斜視図である。

【図５０】本発明に従って別の形態の複合パネルを生産するための装置の更なる概略斜視図である。

【図５１】本発明に従って形成された複合パネルの一部の拡大端面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３４】

図１は、例えばハイウェイトラックの運転台の床、ボートの船体又は船尾梁、工場の建物の屋根として、あるいは車両又は歩行者の船橋甲板として使用することができる構造用複合サンドイッチパネル３０を例示する。パネル３０は、繊維強化独立気泡プラスチック発泡コア３１及び対向する２枚の繊維強化スキン３２を含む。発泡コア３１は、複数枚の発泡ストリップ３３を含む。ここで、このストリップ３３の構造特性は、スキン３２が設計目的としている荷重に合致するコア中の荷重に耐えるには不十分である。

10

【００３５】

コアに必要とされる構造特性を与えるように選択されるコア補強繊維は、ガラス繊維又は炭素繊維、あるいは他の補強性繊維である。一方向では、補強繊維は、多孔性の繊維布又はマットの複数枚の平行なシート又はウェブ３４を含み、これらシート又はウェブ３４は、コア３１の面間に延在し、且つそのウェブ材料中の実質的な気孔度を維持しながら、各発泡ストリップ３３の片面に接着している。望むならウェブ３４は、ストリップ３３がそれから切り取られる発泡板材（図示せず）に接着により貼り付けられる複数本の個別のローピングを含む補強材を取り入れることもできる。交差する方向では、一般にウェブ３４に直角にコア補強繊維が、コアの両面間に延在し且つ多孔性補強フィラメントの束又はローピングから作られる間隔を置いて配置されたロッド又はストラット３５の複数の平行な列を構成する。

20

【００３６】

ストラットの各列は、パネルスキンに対して逆向きの鋭角、例えば＋５８度と－５８度又は＋４５度と－４５度で傾斜した複数本のストラット３５を含む。各列中の２組の対向するストラットは同一平面にあり、互いに交差して三角形又は格子型の構造を形成する。ストラットの列内のストラット３５の直径及び間隔は構造上の考慮すべき事項によって決まるが、一般には直径０．０１インチから０．１２インチ及び間隔０．２５インチから２．０インチの範囲にある。幾つかの事例ではストラットは直径０．５０インチ及び間隔７．０インチを超える場合もある。ストラット３５の列は、一般には０．５インチから１．０インチ離れた間隔で配置される。独立気泡発泡ストリップ又は断片３３は、ポリウレタン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、フェノール樹脂、ポリエチレン、ポリメタクリルイミド、又は特定の用途にとって望ましい特性を有する他の発泡材料であることができる。一般に発泡密度は低く、１立方フィート当たり２から５ポンドの範囲であるが、必要に応じてずっと高い密度を使用することもできる。

30

【００３７】

図１に示すようにストラット３５はウェブ３４と交差し、ストラットを構成する繊維が、ウェブを構成する繊維を貫通する。ストラットを構成する繊維ローピングは、ステッチ作業中に発泡コア中にウェブを貫いて挿入されるので、ストラットを構成するフィラメントは、どのフィラメントの組も断線することなくウェブのフィラメントを通過し、そのためコア補強構造のすべての要素の連続状態は完全なまま残る。好ましい実施形態ではパネルスキン３２は、内側のスキン３６及び外側のスキン３７を含む。また補強用ストラット３５の末端部分３８は、内側のスキン３６を貫通し、内側のスキン３６の上に重なるように横に広がる。内側のスキン３６が外側のスキン３７によって被覆されてからパネル３０を樹脂で成形する。したがってストラットは機械的にスキンに取り付けられ、荷重下でのスキン３２のコア３１からの層間剥離に対して高い抵抗性を与える。望むならストラットローピングの末端部分を、補強されたコア３１の面に隣接させて終えることもできる。

40

【００３８】

50

コア及びスキンの両方の多孔性で繊維質の補強材に、すべての補強用材料の至る所に、好ましくは差圧下で流れる接着樹脂を含浸又は注入し、硬化して剛性の耐力構造を形成する。パネル30を成形し硬化するよりも前に、内側のスキン36及び発泡ストリップ33は、それらに取り付けられるウェブ30と共に、プラスチックフォームの圧力により生ずる摩擦と、ストラット35を形成するロービング繊維に逆らうスキン繊維とによって、またパネルスキンの上に重なるロービングセグメント又は末端部分によって、一体化構造物として保持される。コア30は特定の用途用に寸法が広範囲にわたって変わる可能性があるが、実際のコアサイズには、例えば厚さ0.25インチから5.0インチ×幅2フィートから8フィート×長さ2フィートから40フィートが挙げられる。コアは、一般には連続した長さで生産され、所望の長さに切断される。本発明に従って構築される単一の補強したコアよりも面積の大きいサンドイッチパネルを成形するには、樹脂の導入に先立って2個以上のコアを金型中に互いに隣接させて配置することができる。

10

20

30

40

50

【0039】

コア31中のせん断荷重には、主にストラット35が一方向に抵抗し、また主にウェブ34が横方向に抵抗する。さらに、ストラットとウェブの各交差点での堅い樹脂接着により、またこのような全ての交差点を介した補強繊維の連続性によりウェブとストラットの複雑な一体化が達成される。ウェブとストラットは座屈に対して互いに支え合い、コア補強部材の細さのために座屈破壊の傾向がある厚いパネル中でのより軽量の補強部材の使用を可能にする。図1に示す構成は、ウェブ34の向きがスキン32に直角に定められ、且つストラット35が座屈を抑えるので、スキンに直角な大きな圧縮荷重に耐えることができる。ウェブとストラットの構造的一体化はまた、局在化した圧縮荷重のコア補強要素間での分担を増進させるための多重荷重経路を与え、且つコア内のせん断破壊による剥離面の開始及び拡散に対してかなりの抵抗性を与える。スキンへのコア補強部材の接着によるまた機械的な取付けは、パネルスキン中への金具の貫通に対する高い抵抗性を与える。

【0040】

真空成形、樹脂トランスファー成形、又は真空支援樹脂トランスファー成形(VARTM)などの工程において差圧下で多孔質補強繊維中にくまなく樹脂を流すことによって、発泡コア及びスキンの繊維補強材は一般に樹脂を含浸又は注入される。VARTM成形では、一般に一つの可撓性の型面を有する気密性金型中にコア及びスキンを密封し、金型から空気を排気する。これは、可撓性の面を介して大気圧を与えてパネル30を型に順応させ、またスキン32の繊維を締め固める。触媒添加樹脂を、一般には樹脂配布媒体か、又はパネル表面に設けられた流路の網状組織を介して真空により金型中に引き込み、硬化させる。本発明は、望むなら改良型のVARTM注入法を組み込むこともできる。

【0041】

補強されたコア31には、切削加工され、その発泡コア31の内部にウェブに隣接させて配置される樹脂溝39を、発泡ストリップ33中に設けることができる。溝39は、一般には断面積が個々の溝39よりも大きい、同じサイズであってもよい樹脂供給流路40のところで終わる(図1)。流路40は、差圧下で溝39に樹脂を分配する役割を果たす。供給流路40は、補強用ウェブ34が終わる補強されたコア31の縁部の一方又は両方に沿って配置することができる。別法では流路40をコアの完全な内部に配置することもできる。例示の目的で、図1はコア縁部における流路40を示し、また図7はコア内部における供給流路を示す。流路40がコア31の一方の縁部にのみ設けられる場合、溝39をコア31の反対の縁部まで延ばすことができ、また別法では補強された発泡コア及びパネルスキン補強材内の樹脂の流れの動力学によっては発泡ストリップ内部で終端させることもできる。

【0042】

触媒添加樹脂は、樹脂源、一般には樹脂のドラム缶に連結された管(図示しない)を通して流路40に流れる。管開口部は、流路40に沿って任意の箇所に配置することができる。減圧バッグを用いて本発明の補強型コアに注入する好ましい方法は、金型を密封し排気してから金型に任意の樹脂供給装置を取り付ける。剛性の樹脂連結又は挿入管には鋭く

尖った端部が準備され、次いで供給流路 40 と交差して、減圧バッグの膜及びパネルスキン 36、37 を通して、又はパネル 30 の縁部で減圧バッグを通して補強されたコア 31 中に挿入される。挿入管は、その周囲に流路 40 中への樹脂の流れを可能にする開口部が設けられた。挿入点にテープシーラーを貼り付けて真空の減損を防ぎ、挿入管を樹脂供給源に連結し、その挿入管を介して樹脂を流路 40 中に真空によって引き込む。

【0043】

この樹脂をパネル中に導入する方法の速さ、容易さ、及び低い材料コストに加えて、追加の樹脂をパネルの特定の領域に導くために、追加の樹脂連結管を、注入が進行している間に他の場所でパネル中に挿入することもできる。また、樹脂連結管を挿入することができる 1 又は複数個の孔を金型表面に設けることによって、この管挿入法を用いて剛性の金型内に完全に封入されたパネル 30 に注入することもできる。樹脂が溝 39 を満たすにつれて、樹脂は、多孔性繊維質ウェブ 34 中へまたその至る所に、交差する多孔性繊維質ストラット 35 中へまたその至る所に、また交差するパネルスキン 32 中へまたその至る所に流れた後、樹脂は硬化して剛性の補強されたサンドイッチパネル構造物を形成する。流路 40 が設けられている補強されたコア 31 を、流路 40 が互いに隣接し、単一のより大きな流路を形成する状態で金型中に置くことができる。このより大きな流路中に流れ込む樹脂が硬化して、ウェブ 34 の縁部分に打ち込まれる構造スプラインを形成し、隣接するコア 31 間のせん断力に抵抗する。

【0044】

補強されたコア 31 に組み込まれるこの樹脂分配システムは、既存の VARTM 法にまさる顕著な利点を有する。樹脂は迅速に溝 39 を満たし、ウェブ及びストラットによる無数の比較的均等に分布したスキンとの連結部を通してパネルスキン 32 に向かってウェブ及びストラットの補強構造物の至る所に流れ、それによってスキン中の非含浸領域の可能性をできるだけ小さくする。どのような樹脂マイクログループ又は配布媒体材料もコア 31 の周辺に必要でない。樹脂は、パネルの中央の平面に位置決めされた複数の溝 39 に導入され、比較的短い距離を両方のスキン 32 に向かって移動する。外側のスキン 37 上の又はパネル縁部の布上の任意の望ましい場所又は複数の場所に真空を適用することができる。望むなら、乾燥した多孔性スキン補強材の小さな領域が周囲の樹脂の流れによって真空から隔離されないことを確実にするために、穿孔した真空用の管、繊維質のドレンフロー媒体、又は真空を導入する他の手段の多数の列を外側のスキン 37 の表面に設けることもできる。著しく厚いコア又はスキンを有するパネルには、樹脂溝 39 と、スキン 32 に平行な平面に配置される関連する供給流路 40 との追加の組を設けることもできる。パネルの中心に導入された樹脂は、両方のスキン 32 に向かって比較的短い距離を移動する。今述べた内部コア注入システムはまた、交差する繊維質ストラットのないスキン間に延在するウェブを含むコアに有効である。より接近したウェブ間隔が、均一な樹脂の分配にとって必要な場合もある。

【0045】

補強されたコアパネルと接している金型表面は、コア補強構造又はスキンの至る所に樹脂が迅速に流れるのを損なうことのない剛性又は可撓性のいずれであってもよい。例えば、減圧バッグによって覆われた当て板が金型台に対してシールされた状態で、関連する多孔性繊維質スキンを有する補強されたコアを、剛性の金型台と剛性の当て板の間に置くことができる。パネルの一方の縁部からバッグを排気することによりパネルに大気圧を加えると、パネルの反対の縁部に導入された樹脂は、金型の両面が剛性の通常の VARTM 法の場合のようにパネルスキンの長さ又は幅全体を通して長手方向に流さなくてもコアとスキンの補強構造物のすみからすみまで迅速に流れる。

【0046】

補強されたパネル 30 は、異なる特性の 2 種類の樹脂をコアに同時注入することを可能にするように構築することができる。例えば耐火性フェノール樹脂をパネルの外表面スキンに含浸し、また構造的に優れているがあまり耐火性ではないビニルエステル樹脂を内表面スキン及びコア補強構造物に含浸することができる。このような構造が望ましい場合、樹脂

注入に先立ってパネル 30 に、内側のスキン 36 と外側のスキン 37 の間に位置決めされる接着性バリアーフィルム 41 を設ける。バリアーフィルム 41 は、そのフィルムの一方の側から他方への液状樹脂の通過を防ぐ接着材料、例えばエポキシからなる。熱及び適度の圧力を加えて硬化して、内側のスキン 36 と外側のスキン 37 の間に構造的接着を形成する。

【0047】

パネルに注入するには、補強されたコア 31 及び取り付けられた内側のスキン 36 と、接着性バリアーフィルム 41 と、外側のスキン 37 とを密閉した金型の中に置き、次いで真空ポンプにより排気する。第一樹脂を、以前に述べたように流路 40 及び 39 を通してコア 31 の内面に導入し、コア補強用構造物及び内側のスキンの至る所に流れるに任せる。同時に、異なる組成の第二樹脂を、金型表面又は外側スキン縁部を通して直接外面スキン中に導入する。接着性バリアーフィルム 41 は、2 種類の異なる樹脂が混ざり合うのを防ぐ役割を果たし、且つ 2 種類の樹脂の硬化によって発生する熱がまたその接着性フィルムの硬化を助長し、こうして内側のスキンと外側のスキンの間の構造的接着が得られる。接着性フィルム 41 をパネル 30 の一方の側にのみ貼る場合、コア 31 に注入する樹脂はまた、パネルの反対側の内側及び外側のスキンの両方に注入することになる。

10

【0048】

図 1、2、6、7、13、14、18 で例示する本発明の実施形態は、コア補強用ウェブに隣接している内部の樹脂分配溝と、関連する樹脂供給流路とを備えたものとして示した。この特徴を、望むなら図 1、2、6、7、13、14、18 の実施形態から省くこともでき、またこの特徴を図 3、4、5、9、19 に示す実施形態に、又は発泡コア内に多孔性繊維質ウェブシートを有する任意の他の実施形態に加えることもできることを理解されたい。

20

【0049】

サンドイッチパネル 50 (図 2) は、補強用ストラットが 2 つの逆方向の角度ではなく単一の角度で発泡コア中に挿入されることのみが必要なために、図 1 に示した実施形態と比べて改善された生産速度で生産することができる補強された発泡コア 52 を利用する。平行な繊維強化ウェブ 51 は、コアの面に対して鋭角、例えば 58 度又は 45 度で発泡コア 52 の面間に延在する。ウェブ 51 のこれらの列は、その繊維が図 1 に関連して述べたやり方でウェブ 51 及びスキン 54 を貫通する繊維強化ストラット 53 の一組の平行な列と一般には直角に交差する。

30

【0050】

図 2 に示す実施形態では、すべてのストラットがパネルスキンに関して或る角度で傾斜し、その角度は反対方向であることを除いてウェブ 51 の角度と一致する。ウェブ 51 及びストラット 53 は、座屈に対して互いに支え合い、協同して一方向のせん断荷重に抵抗し、且つウェブがまた横方向のせん断荷重に抵抗する。任意の枚数のウェブ補強布又はマットを選択することができるが、ウェブの二方向構造機能は、その繊維の一部をストラット 53 の角度と反対の角度に配向させたウェブ補強用繊維の使用により高めることができる。横方向せん断強さは、コア中のせん断力は一般に分解して +45 度及び -45 度の角度になるので、ウェブ 51 の残りの繊維をパネルスキンに対してそれらの角度で配向させることによって効果的に達成することができる。図 1 のコア補強用ウェブ 34 及び図 2 のコア補強用ウェブ 51 は、それぞれパネルスキン 32 及び 54 に隣接させて終わる。したがってウェブとスキンの間の直接の構造的結合は、パネル中の全ての補強繊維を囲んでいる樹脂マトリックスの接着結合によって実現される。このウェブとスキンの結合の強度は、ウェブ 34 及び 51 に、それらの縁部分に突き出て広がる繊維を設けるか、又は特許文献 5 に記載のようにウェブの縁部分に隣接させて発泡ストリップ 55 に溝を彫ることによって形成されるウェブ縁部の樹脂の溝底を設けることによって改善することができる。

40

【0051】

ウェブ 34 及び 51 はまた、ストラット 35 及び 53 を介して、それぞれスキン 32 及び 54 との間接的な構造的結合部を有し、それらがウェブ及びスキンの両方に付着し、こ

50

うしてウェブとスキンの間の荷重の一部を支える。パネルスキンはまた、それぞれが広がったストラット末端部分を有する連続的な傾斜した別々のステーブルの列を含む図 2 に示すローピングストラットの構成によって互いにつなが合わされる。ストラット構造のこの傾斜したステーブル形態はまた、対向するストラットを有するパネル中に設けることもでき、図 8 に関連してより完全に記述する。

【0052】

交差するウェブとストラットを有する複合パネルの強度及びスチフネスをさらに増すことが望ましい場合、そのコア補強用ウェブは、複数枚の別々のウェブストリップではなく、ただ 1 枚の連続した繊維強化マット又は布を含むことができる。この実施形態を図 3、4、5 に例示する。図 3 を参照すると、複合サンドイッチパネル 60 は、繊維強化スキン 61 及び繊維強化発泡コア 62 を含む。発泡コア 62 は、発泡断片又はストリップ 63、間隔を置いて配置された繊維ローピングストラット 64 の間隔を置いて配置された列、及びパネルスキン間に延び、且つストラットの列に対して横方向の複数個の長方形の波形に形成されている繊維ウェブシート 65 を含む。図 1 の場合のようにストラット 64 は、スキンに対して等しい逆向きの角度で傾斜し、且つ対向するストラット及びスキン 61 と交差しそれを貫通する。ストラットはまた、波形ウェブセグメント 66 と交差しそれを貫通する。この波形ウェブセグメント 66 は、スキン間に延在し、且つスキンに隣接させて横たわるウェブセグメント 67 を貫通する。図 3 に示す構造は、図 1 に示したものに幾つかの構造的強化を与える。波形ウェブセグメント 67 は、スキン 61 との接着面積を広げることが可能にし、またストラット 64 は、ウェブセグメント 67 とスキン 61 の間の縫付けによる機械的取付を可能にする。また、ウェブ構造の波形は、ストラットの列に対して横方向の方向にかなりの追加の強度及びスチフネスを与える。

【0053】

図 4 に示す補強型サンドイッチパネル 70 はまた、図 3 に関連して述べたウェブとスキンの付着と、波形の強度及びスチフネスとの利点を提供する。図 4 において発泡ストリップ 71 は、平行四辺形断面であり、連続波形ウェブシート 73 のウェブセグメント 72 はスキン 74 に対して鋭角でコア 76 の面間に延在する。間隔を置いて配置された繊維ローピングストラット 75 の複数の平行な列がまた、補強されたコア 76 の面間に延在し、ストラット 75 はウェブセグメント 72 の角度と等しいが、それと逆向きの角度で傾斜する。ストラットが波形ウェブセグメント 72 と交差しそれを貫通し、スキン 74 に隣接しているウェブシートセグメント 76 を貫通し、また好ましくはスキンの 1 又は複数層を貫通する。ウェブ中の繊維の向きは、図 2 に関連してより完全に述べたように全体的なコア構造特性について最適化することができる。また図 2 の場合と同様に単一角度にストラットを配向することは、単一の挿入工程のみが必要とされるために補強型コアの迅速且つ効率的な生産を可能にする。

【0054】

図 5 に示す別の補強型サンドイッチパネル 80 はまた、発泡コア 82 の補強材の一部として連続波形ウェブシート 81 を使用する。発泡断片又はストリップ 83 は断面が三角形であり、スキン 87 間に延在するウェブセグメント 84 及び 85 がスキンと逆向きの角度で傾斜する。間隔を置いて配置された繊維ローピングストラット 86 の複数の列が、等しいが互いに逆向きの角度で傾斜し、ウェブセグメント 84 及び 85 と交差し、それらを貫通する。ストラットはまた、1 又は複数層のスキン 87 と交差し、好ましくはそれを貫通する。

【0055】

図 3 及び 4 に示した構成とは対照的に図 5 の三角形のウェブ構造は、補強用ストラット 86 が存在しなくてさえ長手方向及び横方向両方でパネル 80 にかなりの強度及びスチフネスを与える。ストラットは、ウェブセグメント 84 及び 85 を安定化させることによって、またスキン 87 を相互につなが合せていることによってこれら特性を向上させる。ストラット 86 はまた、ストラットの列の方向にいっそうの強度及びスチフネスを与える。ストラットの角度は、全体的な構造上の考慮事項に基づいて選択され、ウェブセグメン

ト 8 4 及び 8 5 の角度に一致させる必要はない。例えばストラット 8 6 は、望むならスキンに直角であることもできる。これは、パネル 8 0 に高い圧縮強さを与えるだけでなく、ストラットの挿入にただ一つの角度のみを必要とし、こうしてパネルの生産を単純にする。

【 0 0 5 6 】

図 6 及び 7 は、補強された発泡コア 9 1 中に、間隔を置いて配置された補強用ロービングストラット 9 2 の複数の平行な列と、間隔を置いて配置された補強用ロービングストラット 9 3 の複数の交差する平行な列と、スキン 9 5 に平行なただ 1 枚の連続した補強用ウェブシート 9 4 とを有するサンドイッチパネル 9 0 を例示する。発泡コア 9 1 は、ウェブ 9 4 によって分離されている積み重ねた発泡板材 9 6 を含む。構造設計が必要とするなら、ストラット 9 2 は、間隔、直径、繊維組成、及び角度がストラット 9 3 と異なってもよい。ストラットは、パネルの構造的な要求仕様が本質的に一方向であるならば、ストラットのただ一組の平行な列として設けることもできる。パネル 9 0 の圧縮及びせん断特性は、主としてストラット 9 2 及び 9 3 によって与えられる。コア 9 1 の厚さが増大するか又はストラットの直径が減少するに従って、構造荷重条件下でストラットはますます座屈破壊を受けやすくなる。各列中のストラット 9 2 又は 9 3 は、格子状の構成で互いに交差し、ストラット列の平面で互いに座屈の支えを形成する。しかしながら唯一の弱く、且つ十分な場合の多い横向き座屈の支えは、低密度発泡体 9 6 によってもたらされる。すべてのストラット 9 2 及び 9 3 が貫通している連続した繊維強化ウェブ 9 4 は、必要とされる追加の座屈の支えを与える。必要ならば、全てが互いに間隔を置いて配置され、パネルスキン 9 5 に平行な 1 又は複数枚の追加の支持ウェブ 9 4 を設けることもできる。

【 0 0 5 7 】

図 6 はまた、ストラット末端部分 9 7、並びにコア 9 1 の補強部材と、単一のサンドイッチパネルの構成要素として成形された隣接する発泡コアの補強部材との間に、又は他の隣接している複合構造物（図示しない）に高い構造連続性を確保する手段を提供するために発泡板材 9 6 から突き出ているウェブの縁部分 9 8 を示す。所与のサンドイッチパネル内の隣接するコア同士の構造的付着が望まれる場合、樹脂をコア及びスキンの補強材中に導入する前に、発泡板材 9 6 の縁部分、及び隣接する補強したコアの発泡板材の縁部分（図示しない）を摩削するか、あるいはその他の方法で除去して繊維状ストラット末端部分 9 7 及びウェブ縁部分 9 8 を露出する。次いでこれら補強されたコアを、例えば金型中で押し固める。隣接するコア由来の露出端部及び縁部分が混ざり合い、続いて樹脂中に埋め込まれるようになる。樹脂は、差圧下でパネル補強材中に流れ込み、硬化してストラット末端部分及びウェブ縁部分と強い接着を形成する。好ましくは、スキン 9 5 間に延在する繊維強化マット又は布のストリップは、金型中で隣接するコア間に配列されてコア間の接合部の耐荷重特性を高める。

【 0 0 5 8 】

隣接する補強されたコア 3 1 間の、又はコア 3 1 とサンドイッチパネル縁部のスキンとの間の強い構造的結合はまた、コア 3 1 に、コア 3 1 の縁部との交差点を越えて延在する繊維ウェブ 3 4 を設けることによって達成することができる。ウェブ 3 1 の延長部は、発泡ストリップ 3 3 に対して直角にタブの形態に折り重ねられる。これらのウェブ端部のタブは、パネル 3 1 に樹脂を含浸したとき、ウェブ補強部材を隣接する補強材に接着するための接触面積を拡げることを可能にする。樹脂を含浸し硬化させたパネル 9 0 と、隣接する複合構造物との間の強い構造的接着を達成することが望まれる場合、発泡板材 9 1 を摩削して、堅い硬化したストラット末端部分 9 7 及びウェブ縁部分 9 8 を露出し、それらの端部及び縁部分に隣接している領域を接着樹脂、マスチック、又は注封化合物で満たし、パネルに押し付ける。樹脂が硬化する間にパネル 9 0 がそれらと接着することになる。

【 0 0 5 9 】

図 6 及び 7 に示す補強されたコア 9 1 には、図 1 に関連して全般的に前述したように、一体型樹脂注入システムが準備される。サンドイッチパネル 9 0 は、多孔性繊維質のスキン及びコア補強材を含み、空気が排気される密閉型金型中に置かれる。次いで樹脂を、供

給流路 99 の端部の所で、又はパネル面からドリルで開けた孔（図示しない）を通して流路中に導入する。次いで樹脂が、補強されたコア 91 の内部に位置決めされたその樹脂供給流路 99 を満たし、またその内部又はコア 91 内に位置決めされ、多孔性繊維質ウェブ 94 に隣接している連結用の間隔を置いて配置された樹脂溝 100 を満たす。次いで樹脂が、溝 100 から多孔性ウェブ 94 の至る所へ、ウェブ 94 から多孔性ストラット 92 及び 93 の至る所へ、またストラットから多孔性スキン 95 の至る所へ流れた後、樹脂が硬化して構造パネルを形成する。コア 91 が円形パネルを生産するために使用されることになる場合、樹脂溝 100 をパネルの中心から放射状に、且つ樹脂をパネル面から中心に向かって供給する状態に配列することができる。

【0060】

図 1、3、5、6、7 に示したコア補強用ストラット構造は、発泡コア内で互いに交差する対向するストラットの平面の列の形態をとる。得られる格子状構造のこのような交差の数及び密度は、コアの厚さ、ストラット間の間隔、及びパネルスキンに対するストラット角の峻度に左右される。代替のストラット構造を図 8 に示し、これを図 1、3、5、6、7 の構造の代わりに用いることができるが、比較的薄いパネル又は比較的太いストラットの場合に最も適している。図 8 のコア補強構造は、図示のようなストラットの一方向の列か、又は幾組かの交差するストラットの列のいずれかを含み、構造的な要求仕様に応じて、場合によってはコア補強用ウェブと共に用いることができる。

【0061】

図 8 を参照するとサンドイッチパネル 110 は、対向するスキン 111 と、パネルスキン 111 間に延在し且つスキンに対して等しいが逆向きの角度で傾斜している繊維ロービングストラット 113 の複数の列を有する補強された発泡コア 112 とを含む。対向するストラット 113 は、単純な三角形の構成でパネルスキン 111 に隣接させて互いに交差し且つスキンを貫通する。補強型コア 110 の生産においては連続した繊維ロービング 114 を、発泡コアの対向する両面からスキン 111 及び発泡コア 112 を貫いて縫い合わせる。望むならロービングストラットの両方の組を、コアの同じ面からスキン及び発泡コアを貫いて縫い合わせることもできる。ステッチング工程では連続ロービング 114 がスキン 111 を出て、ループ 115（仮想線で示す）の形で突き出す。次いでロービングは挿入線に沿って折り返して、二重ロービングセグメントからなるストラット 113 を形成する。

【0062】

パネル 110 がステッチング装置を通して進むに従ってロービングセグメント 116 がスキン 111 の上に重なる。ステッチング工程の間に形成される突き出たロービングループ 115 は、スキンの表面からの望ましい距離、例えば 0.2 インチの所で切断されて、突き出たストラット末端部分 117（仮想線で示す）を形成する。樹脂成形工程の間にパネルスキンに圧力が加わると、突き出たストラット末端部分 117 が広がり、スキン 111 に対して扁平な末端部分 118 を形成する結果、スキンとの強い接着と、スキン 111 からの扁平なストラット端部 118 の引き抜きに対する機械的抵抗とを形成する。

【0063】

機械的取付けは、図 1 に関連して示した外側のスキンを加えることによって向上することができる。切断され広がったストラット端部 118 はまた、スキンに隣接させて塊りを形成する傾向のある、又はパネルが金型表面にしっかりフィットするのを妨げてスキン表面に過剰な樹脂を堆積させる完全なループで得られるスキン特性と比べてかなりの改善を実現する。表面平坦性は、パネル 110 に十分な圧力を加えて、スキン 111 の表面を越えて突き出るロービングセグメントに発泡コア 112 を順応させることによって、又は突き出るロービングセグメントを適度な成形圧力下でその中に押し込めることができる溝又はへこみを発泡コアに設けることによってさらに改善することができる。

【0064】

図 8 に示す、ストラット 113 を含む傾斜したステーブル構成、切断し広げたストラット末端部分 118、及びスキンの上に重なるロービングセグメント 116 は、コア補強用

10

20

30

40

50

ストラットとパネルスキンの間の構造的取付けを確実にする有効且つ効果的な手段、並びに本発明の主題の、あらゆる補強型コアを生産する好ましい方法を提供する。ステッチングの他の方法、及び発泡コアの面よりも外側のローピングセグメントの他の処理法、例えば従来の型の連続繊維の本縫い又は環縫いもまた使用することができることを理解されたい。

【0065】

図1～8に例示したサンドイッチパネル及びコアは、一般に幅が深さよりも大きい。また多孔性繊維質のウェブ及びストラットを含むコア補強部材を、深さが幅よりも大きいサンドイッチパネルに組み込むこともできる。図9は、ストラット型コア補強構造を組み込み、耐腐食性建物における屋根支持材として使用するように設計された梁型パネル又は梁120を例示する。梁120は、対向するガラス繊維又は炭素繊維強化プラスチックスキン121と、補強された発泡コア122とを含む。発泡コア122は、発泡板材又は断片123と、一般形態がバージョイストのスキン121に対して鋭角で発泡コア122を貫通している対向する多孔性ガラス繊維又は炭素繊維補強部材ストラット124とを含む。構造設計が必要とするなら、追加のストラットを交差するストラット124に加えて図6及び7に例示するような格子状構成を形成することもでき、また補強用ストラットの1又は複数の追加の平行な列をパネル又は梁120中に組み込むこともできる。スキン121は、その繊維が本質的に長手方向に配向している構造用弦フランジとして働く。スキン121は、図8に関連して述べたように補強部材124の末端部分127が広がり、スキン層の間に挟まれた繊維補強材を有する内側のスキン125及び外側のスキン126を含む。望むならスキン125及び126は、末端部分127の繊維を貫通し、スキン125及び126に隣接している可撓性繊維又は細い剛性ロッドを用いてスキンを末端部分に縫い付けることによって、広がった末端部分127により強固に取り付けることもできる。

【0066】

望むなら1又は複数枚の多孔性繊維質の支持ウェブ128を梁120中に組み込んで、ストラット124を荷重下の座屈に対して安定化させることもできる。対向するスキン121間に延在する発泡板材123の面には、梁120を荷重下で横方変形に対して安定化させるためにガラス繊維などの多孔性の繊維補強布の第二の組のスキン129が設けられる。以前に述べたように差圧下で導入される硬化性樹脂が、梁120を形成する全ての多孔性の繊維補強材料に含浸し、硬化して剛性の耐力梁を形成する。構造上の考慮事項が必要とするなら、梁は不規則な断面、すなわち深さを梁の端部から梁の中心に向かって変えることもでき、且つまた湾曲又は弓の形であることもできる。望むならスキン120は厚さがかなり薄くてもよく、また図10に関連して下記でより完全に述べるようにトラスの弦構造機能を、スキンに隣接している発泡板材の溝中にローピング束を挿入することによって与えることもできる。

【0067】

パネル幅が深さよりも大きいサンドイッチパネルのコア補強構造は、ロッド型又はストラット型補強部材が上部と下部の弦部材間に三角形の構成で逆向きの角度で延在する複数の平行な真のトラス型構造の形をとることができる。この配置は、ストラット末端部分のすぐれた付着を実現する。それはまた、比較的低コストのローピング形態の繊維補強材料、例えば炭素繊維又はガラス繊維をトラスの弦部材として利用して、より高価な布スキン補強材のかなりの部分を置きかえる。図10に示すようにサンドイッチパネル140は、補強型独立気泡発泡コア141及び対向する繊維補強スキン142を含む。補強されたコア141には、スキン142間に延在する複数の平行なトラス143の列が設けられる。各トラス143は、ガラス繊維又は炭素繊維などの繊維補強ローピング144の平行な束を含み、それらは発泡コア141中に形成された溝中に位置決めされ、また各トラス143のための上部及び下部弦部材として役割を果たす。繊維補強ロッド又はストラット145は、弦部材に貫入し、弦部材143中につなぎ留められ、逆向きの鋭角でパネルスキン142間に延在し、好ましくはスキン142の1又は複数層に貫入しその上に重なる。硬化した樹脂は、前述のように全ての補強材料に含浸する。またストラット145及び弦部

材 1 4 3 を含むトラス構造を、例えば図 1 及び 7 に示すようにパネルスキン間に、又はそれらに平行に延在する補強用ウェブを有するコア中に組み込むこともできる。

【 0 0 6 8 】

図 1 1 を参照すると、織り又は編み繊維補強布の代わりに比較的経済的な繊維ローピングの使用を拡大して全パネルスキン構造を形成することができる。サンドイッチパネル 1 5 0 は、補強した独立気泡発泡コア 1 5 1 及び対向する繊維質スキン 1 5 2 を含む。コア 1 5 1 は、発泡板材 1 5 3 と、スキン間に延在する繊維補強部材又はストラット 1 5 4 とを含む。スキン 1 5 2 のそれぞれは、発泡コア 1 5 3 に隣接し、その発泡体の面を実質上覆う平行な補強用ローピング 1 5 5 の第一層を含む。平行な補強用ローピング 1 5 6 の第二層が、第一ローピング層 1 5 5 の上に重なり且つ交差し、第一層 1 5 5 の表面を実質上覆う。望むなら繊維マット又はベール 1 5 7 の層を第二ローピング層 1 5 6 の上に重ねることもできる。

10

【 0 0 6 9 】

パネル 1 5 0 の生産において第一スキン層 1 5 5 を含むローピングの端部は、発泡板材 1 5 3 の前縁と交差する線で固定される。板材は、図 1 5 に示した装置のようなステッチング装置を通して進み、板材の前進運動がスキン層 1 5 5 を形成するためのローピングを供給クリールから引き出して板材の対向する面を覆う。ステッチング装置によるストラット 1 5 4 の挿入に先立って複数本の平行なスキンローピング 1 5 6 が、ローピング 1 5 6 の所望の間隔及び張力を保つガイドを有する往復機構によって第一ローピング層 1 5 5 と交差して貼り付けられる。次いで第二スキン層 1 5 6 が、供給ロールから引き出される繊維ベール 1 5 7 によって被覆される。コア補強用ストラット 1 5 4 が、ベール 1 5 7 と、スキンローピング 1 5 6 及び 1 5 5 の層と、発泡板材 1 5 3 とを貫いて縫い合わされてサンドイッチパネル 1 5 0 を生成する。

20

【 0 0 7 0 】

構造上の考慮事項が必要とするなら、スキンローピングの追加の層を、縫合せの前に様々な角度でパネル面に貼り付けることができる。別法では配向又は非配向ローピング繊維を所望の長さに細断し、連続ローピングの代わりにコア面に貼り付けることもできる。縫い合わせたストラットローピング 1 5 4 の上を覆うセグメント 1 5 8 が、パネル 1 5 0 を金型中に並べるまで全てのスキンローピング 1 5 5 及び 1 5 6 を正しい位置に保持する。金型内では硬化性 (c u r a b l e) 又は固化性 (h a r d n a b l e) 樹脂が全ての繊維補強材中にくまなく流れて構造パネルを生成する。ローピングから直接パネルスキンを形成する方法は、図 1 ~ 1 0 に示した実施形態のいずれにも取り込むことができる。

30

【 0 0 7 1 】

本発明の好ましい実施形態では、ローピングよりも著しく高価な織布又は縫合せ布をウェブとして使用することによるのではなく、繊維ローピングから直接ウェブ型コア補強部材を生産することによりかなりのコスト削減が達成される。この方法ではローピングを連続した発泡ストリップの周囲に巻いて、そのストリップの周りに構造管補強構造を作り出す。施巻構造を形成する特にコスト効率の高い手段は、渦巻き又は螺旋巻きによるものである。この施巻ストリップを所望の長さに切断し、図 1 5 に関連して述べたやり方でローピングステッチャー中に供給する。

40

【 0 0 7 2 】

図 1 2 を参照すると都合のよい長さのプラスチック発泡ストリップ 1 7 0 を、略図で例示した螺旋巻き付け装置 1 7 1 に端と端を接して通す。コア補強材の螺旋状巻きは、既存の工程と比較して大きな経済的利点を提供する。ローピング形態の繊維は、二重の斜め 4 5 度の布中に組み込まれた繊維の約 5 0 から 6 0 % のコストを占め、巻線機の生産速度は組機の 5 から 1 0 倍である。望むなら発泡ストリップには、後続の成形操作における樹脂の流れを容易にするために、図 1 に関連して述べたように 1 又は複数の溝 3 9 を設けることができる。発泡ストリップ 1 7 0 は、このストリップから生産されることになるサンドイッチパネルコアの厚さに等しい厚さと、コア内の補強用ウェブの所望の間隔に等しい幅とを有する。

50

【 0 0 7 3 】

ストリップ 170 が巻き付け装置 171 を通して進むにつれて、ストリップ 170 は、一方向に回転する回転ボビンホイール 172 及び反対方向に回転するボビンホイール 173 の軸を通過する。各ホイールは、繊維補強ローピング 175 を巻いた複数個のボビン 174 が装填される。回転ボビンホイール 172 は、発泡ストリップ上にローピングの層 176 を、装置 171 を通るストリップ 170 の前進速度とボビンホイール 172 の回転速度によって決まる或る単一の角度で巻き付ける。次いでこの一重施巻ストリップは、巻着ローピング層 176 を覆って第二層 177 を巻き付ける逆回転ボビンホイール 173 を通して進む。

【 0 0 7 4 】

巻き付け装置 171 は、広範な発泡ストリップのサイズ、例えば厚さ 1 - 1 / 4 インチから 1 フィート以上までを効率的に加工処理するように縮小拡大することができる。ローピングは、完成施巻ストリップ及びそれを組み込むことになる複合パネルの構造的な要求仕様に応じて様々な厚さであることができ、また発泡ストリップの表面を覆うようにぎっしり詰まった間隔で、又はより広い間隔で配置することができる。発泡ストリップの表面に貼り付けられるローピングは、総計で 1 平方フィート当たりわずか 0 . 1 オンス以下の、また 1 平方フィート当たり 5 . 0 オンス以上もの重量を有することができる。図 12 ~ 14 に示すローピングは、構造の詳細を理解できるように通常よりも厚い。ローピングは、ストリップが曲げ荷重を受ける用途においてせん断応力に対する最大抵抗を得るように + 45 度及び - 45 度の角度で巻くこともでき、又はローピングは、それらが組み込まれることになる特定の最終製品の構造的な要求仕様によって必然的に決まる他の角度で貼り付けることもできる。

【 0 0 7 5 】

上に重なる巻着層 176 及び 177 を有する連続した発泡ストリップ 170 を、丸のこ（図示しない）などの走行切断装置によって長さに切断して、完成施巻ストリップ 178 を形成する。施巻発泡ストリップ 178 は、ハイブリッドサンドイッチパネル、例えば図 14 に示すものの発泡及びウェブ要素として使用されるので、それらの長さはサンドイッチコアパネルの所望の幅に等しい。切断に先立って巻着ローピングを、例えば切り口のどちらの側もホットメルト接着剤を含浸した系 179 で被包することによって、又は切断箇所の周りに接着テープを貼ることによって、又はそのローピングに接着剤を塗布することによってほつれから守る。望むなら、湿気、樹脂の攻撃などからその発泡体を守るために発泡ストリップ 170 に、ローピング層に先立ってバリアーフィルムを巻き付けることもできる。

【 0 0 7 6 】

完成したストリップ 178 は、図 15 に例示したコア二次成形装置（forming apparatus）200 の送込み端部に進み、図 15 に関連して述べるようにその装置に挿入されるか、又は図 18 に示すようにストリップに接着性ベール 241 を取り付けするための装置（図示しない）に進む。生産されるコアの 1 平方フィート当たりの労働コストはきわめて低い。図 12 に関連して述べた巻き付け工程の変形形態では、長手方向の繊維ローピングの層 180 が、ストリップの長手軸に平行な方向に、且つローピング 174 をストリップの周りに巻き付ける前に発泡ストリップ 170 の表面に貼り付けられ、巻着ローピング 174 によって層 180 を定位置に保持する。長手方向の層 180 のローピングを静止したローピングパッケージ 181 から供給し、前進する発泡ストリップ 170 の前進運動によって引いて巻き付け装置 171 を通過させる。長手方向ローピングは、図 12 に示すようにストリップの 2 つの対向する面に貼り付けられてサンドイッチパネルスキン要素としての役割を果たすことができ、これは図 14 に関連して述べることにする。別法では構造柱に必要な圧縮及び座屈特性を与えるために長手方向ローピングを発泡ストリップの全面に貼り付けることもできる。

【 0 0 7 7 】

図 13 は施巻発泡ストリップ 178 の詳細図を提供し、図 12 に例示した巻き付け工程

10

20

30

40

50

の間に貼り付けられる４組の多孔性繊維質ローピングの布設及び向きを示す。図１３では、すべてのローピングは、扁平断面を有するように示され、独立気泡プラスチック発泡ストリップ１７０の表面を被覆するようにぎっしり詰まった間隔で配置されている。長手方向ローピング層１８０は、発泡ストリップ１７０の上部及び下部の面を被覆する。＋４５度の角度で示す巻着ローピングの第一層１７６は、長手方向ローピング層１８０と発泡ストリップ１７０の側面とを被覆する。－４５度の角度の巻着ローピングの第二層１７７は、第一巻着層１７６を被覆する。その後、硬化型熱硬化性樹脂又は固化型熱可塑性樹脂を含浸させた場合、すべての繊維ローピングが、硬化又は固化樹脂と共に長方形管状断面の梁の全般的特性を有する構造要素を生成する。

【００７８】

図１４は、図１に関連して上記で述べた交差するウェブ及びストラットのハイブリッド構造の補強型発泡コアサンドイッチパネルを例示するが、ここでは図１３に示すローピングを巻いたストリップ１７８が、図１に示すウェブシート３４を取り付けた発泡ストリップ３３の代わりに用いられる。さらに図１４は、図１５に示した生産方法において織布又は編物の代わりにローピングを組み込んでサンドイッチパネルスキンを形成する。このローピングを巻いた発泡コアストリップとローピングを貼ったパネルスキンの組合せが、重要な構造上及びコスト上の利点を実現する。再度図１４を参照すると、構造用複合パネル１９０は、繊維強化独立気泡プラスチック発泡コア１９１及び対向する繊維強化スキン１９２を含む。補強された発泡コア１９１は、図１３に示す複数の平行なストリップ１７８を含む。望むなら発泡ストリップ１７８には、隣接する施巻縁部が両方とも同じ向きをもつのではなく、したがって構造的にアンバランスでなく、プラスとマイナスの角度方向であるように、サンドイッチパネルコア形成の間に右方巻きストリップと左方巻きストリップを互い違いにすることによって一方向のみの斜めに巻いたローピングを設けることもできる。

【００７９】

コアの面間に延在し、多孔性繊維質の補強ローピングから作られる間隔を置いて配置されたロッド又はストラット１９３の複数の平行な列が、施巻発泡ストリップ１７８に直角に交差する。各列内のストラット１９３は、パネルスキン１９２に対して、且つ施巻ストリップ１７８の平らな表面に対して互いに逆向きの鋭角で傾斜する。ストラット１９３の列の面に平行、且つ被包されたストリップ１７８及びそれらの長手方向ローピング層１８０に直角な方向に延在する平行な多孔性繊維質スキンローピング１９４の層が、施巻ストリップ１７８の上に重なっている。軽量の繊維ベール、マット、又はスクリムが、複数本の不連続のローピングの形態で、又は前もってローピングを軽量ベールに接着させた単方向性の布としてパネル１９０に貼り付けることができるスキンローピング層１９４の上に重なる。ストラット１９３の末端部分が、長手方向ローピング１８０、巻着ローピング１７６と１７７、スキンローピング１９４、及びベール１９５のすべての層を貫通し、且つそれら末端部分がベール１９５の上に重なる。

【００８０】

図１４に例示したパネルは、ストラット１９３を含む連続ローピングを示すために図１５の装置中でそれが生産される位置とは逆にされている。図１４に示すように複数本の連続ローピングが、逆向きの角度で、且つパネルの同じ側からサンドイッチパネル１９０を貫いて、各連続ローピングセグメント１９６が環縫いの形に絡んだ状態で縫い合わされている。代替のステッチング方法、例えば図１に示したような本縫い又はカトループを使用することもできることを理解されたい。

【００８１】

図１４に示す繊維補強構造の重要な特徴は、施巻ストリップ１７８上の長手方向ローピング層１８０が、サンドイッチパネルスキン１９２の横補強材を含み、且つ長手方向の層１８０の上に重なる＋４５度及び－４５度のローピング層１７６及び１７７がまたサンドイッチパネルスキンの要素を構成することである。すなわちコア補強材のウェブ要素が、＋４５度及び－４５度のスキン要素と同じ連続した巻着ローピングからなる。これは、ウ

ェブ型のコア補強用ウェブが図 1 の場合のようにパネルスキンに隣接させて終わらないので、コアとスキン構造間のより大きな層間剥離抵抗をもたらす。発泡ストリップ 178 を覆うローピング層 180、176、177 もまた、ストラット 193 の末端部分をつなぎ留める。

【0082】

図 14 に示した補強型コア 190 はまた、パネルの長さ及び / 又は幅全体に連続しているスキン要素を含むローピング層 180、194 及びベール 195 を省いて生産することもできる。これは、それら補強型コアを用いて、一般には互いに隣接し且つパネルのスキン間の複数のコアからなる大型のサンドイッチパネル、例えばボートの船体を生産する場合に望ましいことがある。このようなパネルでは、予め取り付けられたスキンが補強用の布を含もうが、図 14 に関連して述べたようにコアに組み入れたローピングからなるうが、このような予め取り付けられたスキンを有するコアを用いるのではなく、複数個のコア全体に構造的連続性を与えるのに十分な長さの幅のスキンを用いることが一般に好ましい。連続スキン要素 180、194、195 を省く場合、これら施巻ストリップ 178 は、隣接するコアと交差するストラットローピング 193 の摩擦によって、またストリップ 178 の上面及び下面に沿って縫い付けられる連続ローピングセグメントによって一つにまとめられたコアとしてしっかり保持されたままである。この構成ではストラット 193 の末端部分 196 は、サンドイッチパネルのスキンを貫通するのではなく、巻き付けられた外側のローピング層 177 とコアの表面に貼り付けられたパネルスキンとの間に閉じ込められる。

【0083】

図 12 ~ 14 のローピング施巻発泡ストリップ 178 は、断面が長方形として示されている。望むならこれらのストリップは他の断面、例えば図 4、5、19 に示すように平行四辺形又は三角形であることもできる。

【0084】

特許文献 11 は、補強用布で被包した不連続のプラスチック発泡ブロック又はストリップからなるサンドイッチパネルコア要素を開示している。複数個の被包したブロックを、金型中のサンドイッチパネルスキン間にハニカムの形で、発泡ブロックの末端部分及び被包用布の縁部分がパネルスキンに隣接している状態で積み重ねる。本出願の図 13 に示す螺旋状施巻発泡ストリップ 178 をこれら被包されたブロックの代わりに用いて、布及び組立労働者のコスト全体にわたってかなり節約した状態で同等の構造特性を実現することができる。

【0085】

特許文献 11 に記載のように発泡ブロックの端部を越えて補強布の縁部分を延出させ、それらを折り重ねてサンドイッチパネルスキンとの構造的取付けを改良するためのフランジを形成することが望ましい場合もある。図 13 の被包された長手方向のローピング層 180、176、177 の同様の延出部は、犠牲の発泡ブロック（図示しない）をコア発泡ストリップ 170 と端と端を接して交互に並べ、上記のようにその発泡体に施巻し、その被包されたストリップを犠牲の発泡ブロックの中央を通して切断し、犠牲のブロックを除去することによって得ることができる。また巻き付け装置 171 に挿入する前に、発泡ストリップ 170 に表面マイクログループを設けることもできる。施巻ストリップ又はブロック用に使用されるプラスチック発泡体の代わりに、他の適切なコア材料、例えば類似の幾何形状のバルサ材又は中空密封プラスチックボトルを用いることができる。

【0086】

図 1 ~ 19 に示すサンドイッチパネルコアの構造特性は、一般には主に繊維質コア補強構造によってもたらされるので、コアを含む独立気泡プラスチック発泡体を、耐水又は耐火性、熱絶縁性、あるいは光透過率などの他の所望のパネル特性に基づいて選択することができる。例えば半透明樹脂を半透明ポリエチレン発泡体及びガラス繊維補強材料に含浸して、ハイウェイトレーラーのルーフ又は建物の屋根として使用される光透過性の耐荷重パネルを生産することができる。プラスチック発泡体の代わりに炭素発泡体又はバルサ材などの他の多孔質材料を使用することもまた、本発明の範囲内である。

【 0 0 8 7 】

図 1 ~ 8、1 0、1 1、及び 1 4 は、発泡プラスチックコア材料の厚さ方向を貫いてガラス繊維ロービングなどの多孔性の繊維補強要素を挿入又は縫い付けることによって一部が生産される繊維強化コア及びサンドイッチパネルを例示する。これは、図 1 5 に例示した装置 2 0 0 によって達成することができる。複数の発泡ストリップ 2 0 1 が、ステッチング装置 2 0 0 中に互いに隣接させて挿入される。ストリップ 2 0 1 は長方形又は他の断面であることができ、また前述のように補強布を取り付けた多孔性の繊維ウェブか、又は巻着した多孔性の繊維補強ロービングを設けることができる。望むならストリップ 2 0 1 の幅よりも長さの方が実質上大きい発泡板材が発泡プラスチック材料を構成することもできることを理解されたい。

10

【 0 0 8 8 】

ストリップ 2 0 1 は、例えば往復プレッシャーバー（図示しない）又は可動エンドレスベルト 2 0 2 によってほぼ等しい工程でステッチングヘッド 2 0 3 及び 2 0 4 に向かって進む。これらステッチングヘッド 2 0 3 及び 2 0 4 には、繊維ロービングに刺し通し、挿入するようになっている複数のチューブラーニードル 2 0 5、カニユーレ、又は複合フックが厳密に取り付けられる。ステッチングヘッド 2 0 3 及び 2 0 4 は、ストリップ 2 0 1 の表面に対して逆向きの鋭角で傾斜する。ストリップ 2 0 1 が各前方への一段階の終りに前進を止めると、往復するステッチングヘッド 2 0 3 及び 2 0 4 が針 2 0 5 をストリップ 2 0 1 中に、それを貫いて挿入する。針は、それらのストリップ 2 0 1 への入口点に、ニードルガイド 2 0 7 によって正確に位置決めされる。巻かれたロービングパッケージ（図示しない）から供給された多孔性の繊維ロービング 2 0 8 は、針 2 0 5 によってストリップ 2 0 1 を貫いて挿入され、図 8 に示すように一般的なループ 1 1 5 の形態でそれらの入口点の反対側の表面に現れる。

20

【 0 0 8 9 】

図 1 5 を参照するとループ 1 1 5 は、それらが現れたストリップの表面を越えて形成されるループを保持する装置（図示しない）によって掴まれ、望むならそれらを他のループと係合させて図 1 4 に示すような環縫いを形成するか、又は別に供給されるロービングと係合させて本縫いを形成する。次いでステッチングヘッド 2 0 3 及び 2 0 4 が引っ込み、次のステッチを形成するのに十分な所定の長さのロービング 2 0 8 を針 2 0 5 中に進める。引き戻しの後、ストリップ 2 0 1 の列が、所定の段階又は距離を進み、停止し、ステッチングヘッド 2 0 3 及び 2 0 4 が往復運動して対向するストラットの次の組を挿入する。ストリップと交差する縫い合わされたロービング 2 0 8 によって保持されたストリップ 2 0 1 の一つにまとめられたアセプリーは、鋸又は他の適切な手段によって所望の長さのコア 2 0 9 に切断される。

30

【 0 0 9 0 】

ステッチング装置 2 0 0 を使用して、図 1 に示す予め取り付けられた多孔性の繊維スキンを有するパネルを生産することができる。図 1 5 を再度参照すると補強用スキン布 2 1 0 がロールから供給され、パネル 2 0 6 の対向する両面に隣接させてステッチングヘッド 2 0 3 及び 2 0 4 の方に向かって進む。ロービングが、パネル 2 0 6 を形成するストリップ 2 0 1 を貫いて縫い合わされるに従って、ロービングはスキン布 2 1 0 の上に重なり、布 2 1 0 をパネル 2 0 6 に機械的に取り付ける。

40

【 0 0 9 1 】

また、図 1 5 に示す装置 2 0 0 を用いて、コアとスキンの両方のすべての構造補強構成要素が図 1 4 に示す低コスト繊維ロービングを含むサンドイッチパネルを生産することができる。長手方向スキンロービング 1 9 4 の層（図 1 4）は、図 1 5 に示すステッチング装置 2 0 0 中でのその生産の間にパネル 2 0 6 の表面として貼り付けられる。パネルの面を覆うのに十分な複数本の多孔性の繊維ロービング 2 1 1 が、前進するパネル 2 0 6 によってロービング供給パッケージ（図示しない）から引き出され、ストリップ 2 0 1 の露出面に隣接させてステッチヘッドの方に向かって進む。薄い多孔性のベール、マット、又はスクリム 2 1 0 が、前進するパネル 2 0 6 によってロールから引き出されてスキンロービ

50

ング 2 1 1 の上に重なり、ローピング 2 0 8 がパネル 2 0 6 を貫いて縫い合わされた後にそれらを定位置に保持する。ストリップ 2 0 1 には図 1 4 に示したように長手方向ローピング層 1 8 0 が設けられており、図 1 4 の層 1 8 0 及び 1 9 4 が図 1 5 中で生産されるパネル 2 0 6 の横方向及び長手方向のスキン補強材を構成する。横方向及び二重バイアス角のローピングをパネル 2 0 6 の面に貼り付ける往復機構（図示しない）を有するパネル生産装置 2 0 0 を提供することともまた、本発明の範囲内にある。これは、図 1 1 に示すパネル 1 5 0 の生産を可能にする。この場合、発泡コアはローピング層 1 8 0 の入った施巻ストリップ 1 7 8 を含まない。

【0092】

本発明の別の好ましい実施形態では二方向パネル強度を、ストリップ 1 7 7 を貫いて構造用ローピング 1 9 3 を挿入することによってではなく、施巻発泡ストリップに内部横補強部材を与えることによって達成する。図 1 6 を参照すると補強された発泡ストリップ 2 2 0 は、ガラス繊維又は炭素繊維布などのウェブ状繊維補強材料のシート 2 2 2 によって分離された発泡プラスチックの複数個のブロック又は断片 2 2 1 を含む。発泡断片 2 2 1 及び補強用ウェブ 2 2 2 は、特許文献 1 2 に記載のように互いに接着され、ウェブ材料の実質的な気孔度を維持しながら加工及び取扱いを容易にする。補強されたストリップ 2 2 0 には、樹脂の流れのための溝 2 2 3 を設けることもできる。発泡断片 2 2 1 の代わりに他の材料、例えばパルサ材又はプラスチックブロー成形立方体を、コアの形態又は構造的完全性を損なうことなく用いることができることを理解されたい。

【0093】

図 1 7 を参照すると、図 1 2 及び 1 3 に示したように補強されたストリップ 2 3 0 に、繊維ローピングの層 1 7 6 及び 1 7 7 を設けて施巻補強されたストリップ 2 3 3 を形成する。高い曲げ又は軸方向強度を必要とする場合、図 1 3 に示したローピング層 1 8 0 を設けることもまたできる。図 1 8 を参照すると補強されたコア 2 4 0 は、コア 2 4 0 の対向する面に加熱活性型結合剤で接着したベール 2 4 1 によって一つにまとめられた構造物として一体に保持された複数個の施巻補強ストリップ 2 3 3 からなる。より大きな曲げ可撓性を望むならベール 2 4 1 をコアの片面にのみ貼り付けることもできる。コア構造を一体化する他の手段には、施巻ストリップ全体にホットメルトヤーン又はスクリムの平行なバンドを接着するか、又は互いに接しているストリップの面に感圧接着剤を塗布することが挙げられる。ベール 2 4 1 の代わりにコア表面に構造用スキン布又はマットを接着して、いつでも含浸できるサンドイッチパネル予備成形物を形成することもできる。金型中に布のスキン補強材と樹脂の間に 1 又は複数個のコア 2 4 0 を置き、樹脂をコアとスキンの構造物中にくまなく流し、硬化させて構造用複合パネルを形成する場合、布ウェブ 2 2 2 と 4 枚の巻着ローピング層 1 7 6 及び 1 7 7 からなるローピングウェブ 2 4 2 とがグリッド状補強構造を形成し、パネルスキンに隣接している巻着層 1 7 6 及び 1 7 7 の部分がせん断力に抵抗するためのきわめて優れた接着を実現する。コア 2 4 0 のこの関節でつながった構造はまた、湾曲した金型表面に対する高度な順応性を可能にする。

【0094】

図 1 9 は、二方向強度及びスチフネスが内部ウェブ又はローピングストラットのいずれも加えることなく達成される繊維施巻コア 2 5 0 の実施形態を例示する。繊維強化コア 2 5 0 は、施巻ストリップ 2 5 4 を形成するように螺旋状繊維ローピングの層 2 5 2 及び 2 5 3 を備えている複数個の三角形発泡ストリップ 2 5 1 を含む。施巻三角形ストリップ 2 5 4 は、加熱活性型結合剤で施巻ストリップ 2 5 4 の外側の巻着ローピング層 2 5 3 に接着したベール 2 5 5 によって、一つにまとめられたコア構造物として一体に保持される。三角形ストリップ 2 5 1 を切断する角度は、せん断及び圧縮強さの所望のバランスを得るように選択することができる。

【0095】

コア及びスキンの多孔性の繊維補強材に注入又は含浸させるために 2 種類の一般型な固化性樹脂のどちらかを使用することは本発明の範囲内である。ポリエステル、ビニルエステル、エポキシ、及びフェノール樹脂などの熱硬化性樹脂は、成形工程の間に起こる化学

10

20

30

40

50

的硬化、すなわち架橋の過程により固化する液状樹脂である。ポリエチレン、ポリプロピレン、PET、PEEKなどの前もって架橋させた熱可塑性樹脂は、補強材に注入する前に熱を加えることによって液化し、パネル内で冷却するに従って再固化する。

【0096】

組み立てたパネル構造の多孔性補強材料に液状樹脂を注入する代替案として、その補強材料が、部分硬化した熱硬化性樹脂を予備含浸した布とロービングを含むこともできる。同様に補強用ロービング及び布材料に熱可塑性樹脂を予備含浸するか、又はそれを熱可塑性繊維と混ぜ合わせ、続いて熱及び圧力を加えることにより融合させることもできる。

【0097】

補強した発泡コアの面に、鋼、アルミニウム、合板、又はガラス繊維強化プラスチックなどの剛性スキンシート材料を接合することもさらに本発明の範囲内である。これは、コア補強材に硬化性又は固化性樹脂を含浸し、樹脂の硬化時に剛性スキンに圧力を加えることによって、又は剛性スキンをコアに接合する前にコア補強用構造物に接着剤を含浸し硬化することによって達成することができる。

【0098】

図20～23は、螺旋状施巻ストリップを含み、改良された二方向強度及び有用な製造上の利点を有する繊維強化発泡コアパネルの構築の工程を示す。図20では螺旋状施巻ストリップ178がつなぎ合わされて単方向補強コアパネル260を形成する。望むならロービング176及び177の巻着層(図2)を含むストリップ178に、図6及び7に示すようなコアパネル260の面にほぼ平行なウェブシート94を組み込んで、荷重下の座屈に対してロービング176及び177を安定化させることもできる。低密度発泡体及び螺旋状に巻いた補強用ロービングを含む複数個のストリップをつなぎ合わせている好ましい方法を図23に示す。この方法ではホットメルト接着剤をコーティングしたガラス繊維スクリム271が、熱及び圧力を加えることによってコアパネルの対向する面に貼り付けられる。接着剤をコーティングした個々の繊維スクリム271又は列は、本明細書中に示した、複数個のストリップ又はブロックを含むすべてのコアパネルの実施形態において、隣接しているストリップをつなぐために用いることができる。

【0099】

ロービング176及び177の層は、接着に抵抗する材料、例えば部分硬化プリプレグ樹脂又は熱可塑性繊維を含むことができる。このような材料を使用する場合、ロービング176及び177には、非含浸ガラス繊維又は炭素繊維などの接合可能な繊維を含む追加の間隔を置いて配置されたロービングを設けることができる。図21を参照するとロービング177の層がロービング176の層と交差し、その上に重なる。望むならこれらロービングを、ロービング176と177を交互に互いの上に重ねる編上げ工程において発泡ストリップ上に巻き付けることもできる。この編上げの選択は、発泡プラスチック又は他の低密度多孔質材料の単一ストリップ上に巻かれた補強繊維の2枚以上の層を含む本発明のすべての実施形態に適用される。差圧工程でコアパネルに液状熱可塑性樹脂を注入することを意図している場合、ストリップ170は独立気泡発泡体を含む。独立気泡及び連続気泡発泡体の両方が、プリプレグロービング176及び177を含む、又は固化型熱可塑性樹脂成分を含むコアパネルに適している場合もある。スキン及び固化性樹脂を成形した後、補強されたストリップから発泡体をグリットブラスティング、溶媒、又は別の方法で除去して中空複合パネルを生産することができる。

【0100】

図20及び22を参照するとコアパネル260は、おさ鋸盤又は他の手段によってストリップ178の長さ直角なC方向に切断されて所望の厚さの複数個の第一の細長い繊維強化コアパネル261になる。この切断工程の間にその切断工程による発泡体の層の除去のせいでロービング176及び177の切断された末端部分262がほぐれ、発泡ストリップの170の表面から突き出る原因となる。図23を参照すると複数個の第一の細長い繊維強化コアパネル261が、接着性スクリム271を用いてつなぎ合わされて、補強用ウェブが長手及び横の両方向に延びている二方向コアパネル270を形成する。補強用口

ーピング 176 及び 177 の突き出ている末端部分 262 は、パネルに固化性樹脂を注入する場合に、接着剤が対向するパネルスキン（図示しない）と結合するのを助ける。望むなら各ストリップ 170 にローピング 176 の単一層を螺旋状に巻くこともでき、これらローピング 176 の隣接層がバランスのとれた構造特性を有する交差する層をさらに含むことになる。同様に、本明細書中で述べた、隣接ストリップを含むすべてのコアパネルに、螺旋状に延びるローピングの単一層を巻くことができる。

【0101】

図 13 に示すように、巻き付けに先立って発泡ストリップ 170 の 1 又は複数の側面に軸方向ローピング 180 を有する施巻ストリップ 178 を設けることによって、より高い圧縮強さのコアを生産することができる。完成したコアパネル 270 中には、コアパネル 290 及び 300 にも同様に応用することができるこれら軸方向ローピングが、パネルの面間に垂直に延在する。二方向補強コアパネル 270 の重要な利点は、単方向コアパネル 260 の以前から存在する品揃えからパネル 260 をただ薄く切り取って幅が所望のパネル厚に合致する第一の細長いコアパネル 261 にし、それらストリップを前述のように互いにつなぎ合わせることによってそれを任意の所望の厚さで迅速に生産することができることである。

【0102】

コアパネル 270 は、図 24 ~ 26 に示すようにパネルスキンに実質上高い構造的結合を与えることができる。すなわち、発泡ストリップ 170 とローピング 176 及び 177 の巻着層とを含む細長いコアパネル 261（図 24）に、層 176 及び 177 の上に重なる追加の螺旋状巻着ローピング層 281 及び 282 を設けて第二の細長いコアパネル 280 を形成する。接着性スクリム 271 又は他の手段を用いて複数個のパネル 280 を互いにつなぎ合わせて、図 26 に示す補強されたコアパネル 290 を形成する。巻着ローピングの層 281 及び 282 が、コアパネル 290 の面間に延在する連続ウェブを形成し、一方ローピング 176 及び 177 の層が、連続ウェブと交差する不連続ウェブを形成する。固化性樹脂がサンドイッチパネル中に導入されると、これらローピングの 4 層すべてがサンドイッチパネルスキン 291 と結合する。図 25 は、繊維質コア補強用ローピングをパネルスキンに取り付けた領域を大きく拡大して詳細に示す。図 24 を再び参照するとローピング 282 の層を省く場合、隣接する施巻ストリップ 280 上のローピング 281 の層は、そのローピング 281 がウェブ中で逆向きの角度で交差している補強ウェブを形成することになる。

【0103】

図 27 は、互いにつなぎ合わせる前に第二の細長いコアパネル 280 を図 26 に示した向きから 90 度回転させる二方向補強コアパネル 290 の変形形態を示す。図 27 の構成では、各施巻コアパネル 280 上のローピングの最も密集した層が、スキンに隣接するのではなくコア内に位置決めされる。施巻パネル 280 の向きは、補強用ウェブとパネルスキンの間の強度及びスチフネスの所望のバランスによって決まるコアパネル 290 又はコアパネル 300 のいずれかを生産するように選択される。

【0104】

補強部材を螺旋状に巻くことによって生産される二方向コアパネル、例えば図 23 及び 26 に例示したものは、互いに結合した複数個の発泡ブロックからなる。パネルの凸状面が比較的低い引張強さのスクリム繊維によって一体化されるならば、又は湾曲が熱を加えてスクリムをパネル面に結合する接着剤を軟化せることによって達成されるならば、この関節で繋がった構成はパネルが湾曲面に順応することを可能にする。図 23 を参照するとパネルを成形用具に押し当てて単純又は複雑な湾曲に成形した後、ガラス繊維などの高い引張強さの接着性スクリム 271 をコアパネル 270 の対向する各面に貼り付けることができる。スクリム接着剤が凝固した後に圧力を解放することができ、コアパネル 270 はその湾曲を保持し続ける。この方法は、湾曲した金型中に能率的に装填することができる予備成形品の生産に役立つ。接着性スクリムはまた、このように非補強発泡プラスチックを含む湾曲した予備成形品を生産するために使用することができる。

【0105】

薄いスキンと共に使用されるコアパネル、例えばトレーラーのルーフのコアパネルは、コア中の十分なせん断強さ及びスチフネスを与えるが、衝撃又は圧縮荷重の条件下ではスキンに十分な支えを与えることができない。この不十分なスキンの支えの原因は、図23の場合のようにコアパネル面の上に重なるコア補強材が存在しないせい、又はコアパネルを構成する螺旋状施巻発泡体の比較的幅広のストリップを使用する結果、広い間隔で配置されるウェブがスキンを支えることになるせいである可能性がある。追加のスキンの支えを与える手段を図27に示す。この手段では複数個の細長いコアパネル280を含む二方向コアパネル300に、剛性支持部材301が設けられている。好ましい実施形態では支持部材301は繊維質ロービング、例えばガラス繊維を含む。この繊維質ロービングは、パネル261に補強用ロービング281及び282を螺旋状に巻いて図24に示す細長いコアパネル280を形成するのに先立って、図22に示すように細長いコアパネル261中に形成されるスリット中に挿入される。一般に梁状の長方形断面を描く支持部材301を、図22に示すロービング176及び177の巻着層を構成するコア補強用ウェブ302と交差する各点において代わるがわる支持する。図27を再度参照すると、パネルスキン291に加わる圧縮及び衝撃荷重は、スキン支持部材301によって補強用ウェブ302に伝達され、こうしてスキン291の損傷を防止する。

10

【0106】

図28～30は、本発明の別の実施形態を例示する。この実施形態では繊維強化ストリップ310には、発泡ストリップ170の隅の片側又は両側に沿って、且つロービング176及び177の1枚又は複数枚の螺旋状巻着層の真下に軸方向に延びる補強用ロービング311が設けられる。この構造を図29に拡大して示す。前述のように複数個の補強されたストリップ310がつなぎ合わされて図30に示す補強されたコアパネル320を形成する場合、交差する螺旋状巻着ロービングからなる補強用ウェブの隣接する対が隅の軸方向ロービング311と協同して、ロッド状せん断部材によって分離される上部及び下部の弦を有する複数個の構造バジョイントを事実上形成する。この構造は、すぐれた衝撃強さ及びウェブ補強材とパネルスキンの間の高い付着強度を実現し、且つスキン補強材の使用を減らすことを可能にする。また望むなら軸方向の隅のロービング311を、二方向コアパネルの構造、例えば図24～26に示すものに加えることもできる。

20

【0107】

追加の軸方向ロービングを、螺旋状に巻いた補強部材を有する本発明の形態のいずれかにおいて発泡ストリップ170の表面のいずれか又はすべてを被覆するように巻着ロービングの真下に設けることができる。固化性樹脂による成形の後、単一の補強されたストリップ310(図28)を柱又は箱形はりなどの個別の構造部材として使用することができる。このような構造部材の性能は、図17及び24に示すような横補強部材を設けることによって、また追加の軸方向ロービングを設けてすべての露出した発泡体表面を被覆することによってさらに向上することができる。柱は、構造的付着領域の高い強度を与える目的で、ストリップ上にロービング層を巻く前にストリップの末端部分又はストリップの他の所望の領域で発泡ストリップ170の周囲に補強材料、例えばガラス繊維又は炭素繊維の層を螺旋状に包むことによってさらに補強することができる。

30

40

【0108】

成形柱状構造部材は、螺旋巻き付け装置の繊維強化発泡体生産物を、成形装置、例えば熱硬化性樹脂の適用及び硬化のための樹脂射出引抜成形装置(図示しない)中へ直接且つ連続的に供給する連続工程によって経済的に生産することができる。同様にサンゴバンベトロテックス(Saint-Gobain Vetrotex)によって製造された「ツインテックス(Teintex)」ロービングなどの熱可塑性フィラメントと混ぜ合わされた螺旋状巻着ガラス繊維ロービングを、熱を連続して加える装置(図示しない)に通して連続的に進め、冷却することによって混ぜ合わせ、固化して繊維強化発泡構造物にすることができる。螺旋巻き付け装置の繊維強化生成物を切断して所定の長さの構成要素を形成し、上記構成要素を後続の用途及び樹脂の固化のために金型中へ送る連続工程を提供す

50

ることもまた、本発明の範囲内である。

【0109】

図31は、パネルスキンの支えを螺旋状巻着コア補強用ウェブ間に設けた一つにまとめられた複数個の螺旋状施巻ストリップ331を含む単方向繊維強化コアパネル330を例示する。少なくとも2個の発泡ストリップ170には、剛性ストリップ材料を含むことができ、又はコアパネルの成形の間に樹脂が流入し固化する多孔性の繊維質材料、例えばガラス繊維マットを含むこともできる外装332が、一又は両側面に設けられる。特に経済的な実施形態では発泡ストリップ170が、発泡体をガラス繊維マット332の連続シート間に導入する連続工程で生産される低コストプラスチック発泡断熱板から切り取られる。隣接するマット332の対が、螺旋状巻着ロービングを構成するコア補強用ウェブ間のパネルスキンに実質的な支持を与える。この巻着ロービングに隣接するガラス繊維マットのこれらセグメントが協同して、2層のガラス繊維マット332と4層の巻着ロービング176及び177とからなる構造的に強化された補強用ウェブ333を形成する。この構造は、ウェブの全厚が大きいために、単に螺旋状に巻かれるウェブに比べて補強繊維量の増加と、荷重下でのウェブの耐座屈性の改良との両方を実現する。ストリップ332は、ガラス繊維マットの代わりに、例えばアルミニウム箔を含めた様々な他の材料を含むことができる。アルミニウム箔は、ロービング176及び177の熱可塑性成分を溶融するためにストリップ331に加えられる放射熱を与えている間の発泡ストリップ170を保護するために使用することができる。

【0110】

図32は、所与のロービング巻き付け装置から非常に多量に生産することができる補強型コアパネルの形態を例示する。補強されたコアパネル340は、交互するロービング施巻プラスチック発泡体178と単純なプラスチック発泡ストリップ170を含む。ストリップ178上に巻かれる補強用ロービングの重量を増すことによって、図20に示した均質なストリップコアパネル260とほぼ同等の構造特性を、図32に示す交互のストリップコアパネルにおいて達成することができる。

【0111】

発泡ストリップを螺旋状に施巻する方法は、構造特性がコアの長さ方向に沿って変わるコアを有するサンドイッチパネルの生産を可能にする。この構成は、ロービングが、続いて一つにまとめられてコアパネルになる発泡ストリップ上に巻かれるにつれて、それらロービングの間隔及び角度を制御されたやり方で変えることによって達成される。図33は、発泡ストリップ170と、間隔を置いて配置された螺旋状巻着ロービング176及び177とを含む施巻ストリップ350を示す。図12を参照すると発泡ストリップ170上のロービングの角度及び間隔は、ストリップが所与のヘッド回転速度で巻き付けヘッド172及び173を通して進む速度を変えることによって制御される。この関係は、プログラム化したストリップコンベヤ駆動モーターの使用により厳密に制御することができる。例えば、ストリップ送り速度を低下させるに従って巻かれるロービングの間隔は減少し、且つロービングがストリップの軸と交差する角度は小さくなる。巻き付けヘッド172と173の相互の間隔は、ストリップ350の所望の長さに一致するように、好ましくは調整可能である。図33に示す施巻ストリップ350は、パネル支持材にかかる集中荷重に耐えるように高い圧縮強さを与えるために、ストリップ350の面に関してロービングの密度及び角度の峻度がストリップの端部で最も高い発泡ストリップを例示する。二方向強度を改良するために、図33に示す非補強発泡ストリップ170の代わりに図22に示す補強されたストリップ261又は図28に示す補強されたストリップ310を使用する。

【0112】

図33はまた、コアの厚さが一様でない複合パネルにおけるスキン強度の改良を実現する手段を例示する。パネルの縁の閉鎖部分がより薄い厚さに次第に減少又は段階的に減少するのが構造サンドイッチパネルにおいては普通であり、厚さの変化がパネルの内部で時には必要とされる。パネルスキンを構成する繊維が平らな面から逸脱する場合、スキン中の引張又は圧縮応力が、スキン補強材の破壊及びパネルコアからのスキンの層状剥離を引

き起こす恐れがある。図 3 3 に示す螺旋状施巻ストリップ 3 5 0 には、図 1 2 及び 1 3 に関連して述べたように、補強されたコアパネルの面を構成することになるストリップ 3 5 0 の対向する面上に軸方向ローピング 1 8 0 の層が設けられている。図 1 4 に関連して述べたようにローピング 1 8 0 の軸方向の層は、ストリップの方向に延びてスキン繊維の機能を果たし、またその軸方向ローピングにはローピング 1 7 6 及び 1 7 7 の層が上に螺旋状に巻き付けられる。曲げ応力の条件下で軸方向ローピング 1 8 0 がコア厚の移り変わる領域 3 5 1 又はその近傍で破壊する傾向は、軸方向ローピングが外側へ移動するのを螺旋状に巻いたローピング層が抑制するために減少する。軸方向ローピングの安定性は、前述のようにストリップ 3 5 0 に横補強材を設けて、ローピング層 1 8 0 が内側へ座屈するのを防止することによってさらに向上することができる。

10

【 0 1 1 3 】

低密度発泡体を含む螺旋状施巻単方向コアパネルにおいては、圧縮又はせん断荷重下での比較的厚いパネル中の比較的薄い補強用ウェブの耐座屈性は、ウェブの薄さを減らすことによってかなり改善することができる。図 3 4 は、繊維強化発泡ストリップ 1 7 8 及びウェブスペーサストリップ 3 6 1 を含むコアパネル 3 6 0 を示し、このウェブスペーサストリップ 3 6 1 の機能は、ローピング 1 7 6 及び 1 7 7 の層と協同して複合補強用ウェブ 3 6 2 を形成することである。スペーサストリップ 3 6 1 は、複合補強用ウェブ 3 6 2 を厚さの大きい構造ウェブとして機能させるように、圧縮強さが発泡ストリップ 1 7 0、多孔性マット材料、又は他の十分な強度の材料よりも大きい発泡プラスチックを含むことができる。複合ウェブ 3 6 2 のスペーサとローピング構成要素は、サンドイッチパネルに注入するために使用される樹脂によって互いに構造接着する。スペーサストリップ 3 6 1 は、発泡ストリップ 1 7 0 間に存在する樹脂の塊りを分割し、それによって硬化過程の間に樹脂の局所的な塊りの中で通常引き起こされる収縮を減らす役割を果たす。補強用ウェブに沿ったこの収縮の減少により、成形後のパネルスキンの平坦性が増し、それが外観を良くし、またより軽量のスキン補強材の使用を可能にすることができる。

20

【 0 1 1 4 】

螺旋状施巻ストリップを含むサンドイッチパネルは、高エネルギー弾道衝撃後の実質的な構造完全性を保持するのに有効であることが分かった。これらは、発射体による貫通を防ぐように設計されるジェットエンジン用ケーシング又は装甲板用構造的バックアップなどの用途に使用される。図 3 5 は、ジェットエンジンケーシングとして有用な本発明の円筒状又は環状実施形態を例示する。この実施形態では、コア特性の構造的連続性が螺旋状施巻発泡ストリップの端部間の接合部をなくすことによって最適化される結果、全体のパネル内の全ての螺旋状巻着ローピングが破壊されない。円筒状又は環状コアパネル 3 7 0 は、ストリップ 3 7 1 を円筒状又は非円筒状マンドレルの周囲に連続的に螺旋型に巻き付けることによって、単一の螺旋状施巻発泡ストリップ 3 7 1 から生産される。

30

【 0 1 1 5 】

プラスチック発泡ストリップ 1 7 0 と螺旋状巻着ローピング 1 7 6 及び 1 7 7 の層とを含む施巻ストリップ 3 7 1 は、長方形以外の、例えば図 1 9 に示したような三角形か、又は不等辺四辺形の断面形状であることもでき、そこではコアに横方向せん断強さを与えるようにコア内の補強用ウェブが逆向きの角度で配向される。横方向せん断強さはまた、例えば図 2 4 に示すように施巻ストリップ 3 7 1 に内部横補強材を設けることによって実現することもできる。より高い強度を得るために、望むならコアパネル 3 7 0 を覆って、好ましくは交差する角度で第二の連続ストリップ 3 7 1 を螺旋状に巻くこともできる。コアパネル 3 7 0 のフープ強度及び耐衝撃性はまた、図 1 3 に示したように巻着ローピング 1 7 6 及び 1 7 7 の真下に軸方向ローピング 1 8 0 を設けることによって向上させることができる。螺旋状に巻き付けたコア補強材及び構造用スキン補強材を有するサンドイッチパネルの耐弾道衝撃性は、図 1 4 及び 1 5 に関連して以前に述べたように交差する角度で、又はパネルスキンに直角にパネルスキンをよびコアを貫いて繊維補強材を縫い付けることによって高めることができる。1 層又は複数層中の連続的な補強されたストリップ 3 7 1 はまた、容器の全面の周囲にストリップ 3 7 1 を形成し、フィラメント巻き付け工程によ

40

50

り貼り付けられたスキンを設けることによって、円筒状又は箱状の輪郭の、爆発に耐えることを意図する周囲を囲った容器を形成するために用いることもできる。

【0116】

連続ストリップ371は、パネルの形状又は構造完全性に著しく損なうことなくジェットエンジンのファン・ブレードなどの弾道物体が円筒形ケーシングを貫通することを可能にするように、比較的低重量の又は比較的脆い補強繊維、例えば炭素トウを用いて施巻きすることができ、貫通物体は、例えばケブラーなどの樹脂を含浸されていないアラミド繊維の圍繞外被によってケーシングの外側で阻止される。別法ではパネルは、衝撃物体を収容でき、一方でなおパネルの完全性も維持するように設計することができる。この構成においては衝撃下で伸長し、貫通に抵抗することになるアラミドなどの繊維又は鋼を、コア、スキン、及びパネルを貫通して縫合される補強材として使用することが望ましい。図1に関連して述べた樹脂フィルムバリアー41を使用することによって、これら耐衝撃性補強材の特定の層を成形の間ずっと樹脂をほぼ含まない状態にしておき、弾道衝撃性能を最適化することができる。

【0117】

図36は、中空管を発泡ストリップの代わりに用いて空気又は水の分配用に、あるいは特に炭素などの高熱伝導率の補強繊維を設けた場合、効率のよい熱交換器として使用することができる非断熱型構造サンドイッチパネルを生産する本発明の実施形態を示す。補強されたコアパネル380は、長方形、三角形、又は他の断面形状であることができる、補強用ローピング176及び177の層が螺旋状に巻かれる複数個の薄肉管381を含む。管381は、第一に構造用ローピングを巻き付けるマンドレルとしての役割を果たすことができ、したがって補強紙などの構造的に弱い材料を含むことができる。別法では管381は、ロール成形又は押出成形プラスチック又はアルミニウムなどの重要な構造特性を有する材料、好ましくは巻着補強層との、また後に貼り付けられるパネルスキンとの構造的接着のために表面処理された材料を含むこともできる。

【0118】

薄い可撓性材料を含む管381の壁には、成形工程の間の圧力に耐えるように凸状の湾曲を設けることができる。またコアパネル380の生産工程の間又は成形工程の間、管381の端部をシールすることによって成形圧に耐えることもできる。空気又は他の気体を包含し、且つフィルム状プラスチック又は樹脂不浸透性の他の材料を含む円形断面のシールされた螺旋状施巻可撓性管を一体化してコアパネル380を形成することができ、また剛性の圧板を用いてコアパネル面に圧力を加えることによってこの可撓性管を成形工程の間に概ね長方形断面に順応させることができる。樹脂の侵入を防ぐようにシールされるコアパネル380をスキン補強材と組み合わせ、液状樹脂を用いて成形することができる。ローピング176及び177が部分硬化プリプレグ熱硬化性樹脂又は熱軟化型熱可塑性樹脂を含む場合、コアパネル380は、管381の端部をシールすることなく熱を加えることによって成形することができる。

【0119】

図37及び38は、コアパネルの面間に延在し且つ面を覆って広がる螺旋状巻着コア補強材がまた、コアパネルの縁部も覆って広がる補強されたコアパネルの実施形態を示す。この構造は、コアパネル中の構造荷重の隣接するコアパネルへの、またサンドイッチパネルの縁部へのすぐれた伝達を可能にし、図37に例示する。間隔を置いて配置された発泡ストリップ170、好ましくは図28~30に関連して述べたように軸方向のコーナーローピング311が設けられたものを、以前に述べた螺旋巻き付け装置を通過させて、連続的な補強されたストリップ390を形成する。ストリップ390は、複数個の軸方向に間隔を置いて配置された螺旋状施巻発泡ストリップ178を含む。この発泡ストリップ178には以前に述べたような間隔を置いて配置された横補強部材を設けることができ、またこれらはローピング176及び177の層によって互いにつながり合わされ、これらローピング層を、軸方向に延在するローピング311がストリップ178間で支えて中空の施巻セグメント391を形成する。これら巻着ローピング層は、発泡ストリップ間の空間を跨

いで完全なまま保たれる。

【0120】

図38に示す第二工程では、施巻ストリップ178が往復して折りたたまれ、それら連続するストリップが互いに隣接させて補強されたコアパネル400を形成する。中空の施巻セグメント391を含む補強用ロービングが折りたたまれ、ストリップ178の端部の全域でつぶれて、隣接するパネル構成要素とこのストリップの端部のすぐれた接着を実現して、内部のコアパネル補強材と外部のコアパネル縁部の間で構造荷重を伝達する。補強されたコアパネル400は、ストリップセグメント178を移動又は折りたたんで隣接するストリップと接した状態にした後、連続した接着性スクリムを貼り付けてそれらストリップセグメント178をつなぎ合わせることによって連続した長さで生産することができる。この連続した形態ではコアパネル400は、ロービング螺旋巻き付け装置につながった引抜成形などの連続成形工程にうまく適合する。

10

【0121】

本発明の別の実施形態では、曲がりくねった形状の発泡ストリップ上に補強用ロービングを螺旋状に巻き付けることによって、繊維強化発泡コアパネルに二方向強度を与えることができる。図39は、それぞれが曲がりくねった輪郭を有し、サンドイッチパネルスキン補強材291に関して示した螺旋状施巻発泡ストリップ411を含む補強型コアパネル410を例示する。螺旋状巻着補強用ロービング176及び177の交差する層を含む曲がりくねったウェブ412が、コアパネル410に長手方向及び横方向両方のせん断強さを与え、各方向の強さの比はウェブ412の直線からの角度変位によって決まる。発泡ストリップ170は、図39に示した対称的な非平行縁部の代わりに曲がりくねった輪郭の平行縁部を有することができる。この発泡ストリップ170は、マルチブルギャングソーウォータージェット若しくはホット又はアプレシブワイヤを用いて発泡板材から切り取ることができ、あるいは熱成形可能な直線状発泡ストリップに熱を加えることによって形成することもできる。非平行縁部を有するストリップ上の巻着ロービングの巻き角は、前述のように巻き付け装置を通るストリップの送りを変えることによって制御することができる。

20

【0122】

熱硬化性樹脂を含浸した繊維強化コアを含むサンドイッチパネルの耐衝撃性は、より脆性の熱硬化性樹脂をパネルの外側に延在させる代わりに、サンドイッチパネルスキンの外側部分に衝撃特性のすぐれた熱可塑性樹脂を組み込むことによって実質上高めることができる。図40は、螺旋状施巻繊維強化コア260とパネルスキン420及び422とを含む複合サンドイッチパネル420の大きく拡大した断面を例示する。発泡ストリップ170には、図13及び14に関連して溝39として以前に述べた樹脂分配溝223を設けることができる。パネルスキン421は、外側部分423に熱可塑性樹脂、例えばポリプロピレンを含浸した繊維補強マット又は布を含み、それがスキン421の外側から延出し、スキンの厚さ方向を部分的に貫通する。

30

【0123】

この熱可塑性樹脂の層は、パネル420に熱硬化性樹脂を注入する前に、熱及び圧力で繊維質スキン421の片面に熱可塑性フィルムを貼り付けることによって設けることができる。望むならガラス繊維と熱可塑性繊維の混合繊維、例えばサンゴバンベトロテックスから入手できる「ツインテックス」布からなる布層を熱可塑性フィルムの代わりに用いることもできる。この混合布は、加熱されて補強された熱可塑性外面を形成し、また熱可塑性樹脂を下側にある補強布の厚さを部分的に貫いて流入させる。高い耐衝撃性はまた、熱を加えることにより合体されなかった「ツインテックス」スキン布422を、補強されたコアパネル260に貼り付け、コア及びスキン補強材全体に熱硬化性樹脂を注入することによって得ることもできる。スキン422を構成する熱可塑性フィラメントは、注入されたスキンに高い耐衝撃性を与え、またこのスキンを注入後に加熱して熱可塑性繊維を溶融することができる。

40

【0124】

50

発泡プラスチックなどの低密度多孔質材料を有する螺旋状施巻繊維強化複合パネルを生産する好ましい方法においては、コアパネルに「ツインテックス」布などの混合フィラメントロービングではなく、別々に貼り付けられる繊維補強材及び固化型熱可塑性材料が準備される。図20を参照すると発泡ストリップ170に、連続押出工程においてストリップに加熱され液化した樹脂を塗布することによって熱可塑性樹脂、例えばポリプロピレンの囲繞層を設けた後、その樹脂を冷却し凝固させてからストリップ全体にわたって補強用ロービング176及び177を螺旋状に包む。被包されたストリップ178は互いにつなが合やすことができ、熱及び圧力を加えることによって補強繊維に熱可塑性樹脂を含浸させる。繊維補強材及び熱可塑性樹脂を含むスキンも同様にコアパネルに取り付けることができる。押出の代わりに熱可塑性材料のストリップをロービング176及び177の層に隣接させて発泡ストリップ170間に設けることもできる。

10

【0125】

さらに別の方法では発泡ストリップ170に、それぞれが複数本のガラス繊維などの補強用ロービング及び熱可塑性ロービングからなるロービング176及び177の層を螺旋状に巻く。発泡ストリップに繊維補強構成要素及び熱可塑性構成要素を別々に貼り付け、続いて熱及び圧力を加えることによって補強繊維に含浸させるこれらの方法はすべて、混合フィラメントロービングの使用によって達成されるものよりも一般にあまり完全でない。本発明の方法の利点は、その生産工程において再生熱可塑性樹脂を含めたきわめて低コストの材料を用いることができることである。本発明で述べたすべての繊維強化パネルにおいては、複数本のフィラメントを含む繊維ロービングの代わりに、金属及び高い引張強さのプラスチックを含めた様々な可撓性材料のモノフィラメント繊維を補強材として使用することができることを理解されたい。

20

【0126】

前述のように本発明の実施形態は、差圧下で樹脂を内部コア補強要素の至る所に流し含浸させる工程において液状熱硬化性成形用樹脂の使用に合うようになされている。これらの実施形態は図1～40に例示され、コアパネル内に多孔性補強要素を含む。サンドイッチパネル産業の大部分は、差圧を利用できないか、又は樹脂をコア補強材に浸潤させるには不十分な工程を使用している。サンドイッチパネルコアの厚さが増すにつれて、差圧が存在しないことは、成形用樹脂がコア内のコア補強部材、例えばガラス繊維ロービングに浸透し、その至る所に流れることができる度合を大幅に制限する。樹脂の浸透及び固化は、繊維強化コア及びサンドイッチパネルの構造特性の達成にとって不可欠である。

30

【0127】

本明細書中で述べた幾つかの実施形態は、本発明を、差圧を使用しないサンドイッチパネル製造工程に用いられるように合わせる。このような工程には、例えば液状樹脂を用いたオープンモールド成形、オープンバス引抜成形、及び剛性スキンとパネルコアの接着貼合せが挙げられる。これらの工程に適合するようにされた実施形態では、サンドイッチパネルコア内に置かれた補強部材のこれら部分はコアパネルの生産の間に含浸、固化され、またコアパネル面に隣接する補強部材のこれら部分は依然として多孔性のままである。内部補強部材の固化は、望ましいコアの構造特性を確実にし、またコアパネル面に隣接する補強部材のこれら部分の気孔度は、コアが、後に接着樹脂を用いてコアに貼り付けられるサンドイッチパネルスキンとの、特に強い構造的付着を得るようにする。

40

【0128】

有利には固化したウェブコアパネルはまた、樹脂注入、射出引抜成形、及び樹脂トランスファー成形などの差圧を使用する成形工程において用いることができる。これらの発熱を伴う樹脂硬化工程では、ウェブ中の未硬化樹脂の量を減らすか又は無くすことによってコア内の樹脂温度を著しく低下させ、こうして発泡体の損傷又は揮発性気体の発生の可能性を減らす。コアパネルの一方の面から他方の面へのスキン成形用樹脂の流れを可能にするように固化したウェブコアパネルに穿孔することが役に立つこともある。別法では、若干の残留気孔度がウェブ補強材中に残って成形工程の間の樹脂の流れを可能にするように、コアパネルのウェブに部分的にしか含浸させず、固化することもできる。

50

【 0 1 2 9 】

図 4 1 は、補強されたコアパネル 4 3 1 とパネルスキン 4 3 2 とを含む冷凍トラック又はリクリエーショナル・ビークルの壁として有用な構造用複合サンドイッチパネル 4 3 0 を例示する。コアパネル 4 3 1 は、図 1 2 ~ 1 4 に関連して述べたように一般に構築されるプラスチック発泡体又は他の低密度多孔質材料の複数個の螺旋状施巻ストリップ 1 7 8 を含む。1 8 0 は図 4 1 に示されないが、望むならば軸方向ロービング層を設けることもできる。望むならば施巻発泡ストリップ 1 7 8 は、第二ロービング層 1 7 7 を省くことができ、また望むならば図 3 1 に示したような事前に取り付けた補強用マット 3 3 2、又は図 1 6 に関連して述べたような横補強部材 2 2 2 を設けることもできる。

【 0 1 3 0 】

図 4 1 を再度参照すると複数個のストリップ 1 7 8 を合体してコアパネル 4 3 1 を形成するのに先立って、固化性接着樹脂 4 3 3、例えばポリエステル又はポリウレタンが、コアパネル 4 3 1 の補強ウェブを含む多孔性巻着ロービング層 1 7 6 及び 1 7 7 のこれら部分に塗布される。樹脂 4 3 3 は、各発泡ストリップの対向するウェブの両面に塗布することもでき、又はストリップ 1 7 8 を互いにつなぎ合わせる場合、隣接するウェブ面の多孔性繊維を浸潤するのに十分な量を片面にのみ塗布することもできる。望むなら若干の気孔度を、塗布する樹脂量を制限することによって保有することもできる。加熱した補強材を樹脂と接触させる場合、その粘度を下げることによって補強繊維の浸潤を容易にするように、ロービング層に熱を加えてから樹脂を塗布することができる。温度を上げることはまた、樹脂の塗布後の樹脂の硬化速度を加速する。ウェブストリップ 1 7 8 は、樹脂 4 3 3 が固化して複合補強ウェブ 4 3 4 を形成する間に、隣接するストリップ同士を押しつけてスタックにすることによって互いにつなぎ合わされる。別法では個々のストリップ 1 7 8 のウェブ部分を固化することもでき、以前に述べたように接着性スクリム又は他の結合手段を用いてストリップ 1 7 8 のスタックを合体してコアパネル 4 3 1 を形成することができる。

【 0 1 3 1 】

図 4 1 に示す実施形態では、ウェブ 4 3 4 とスキン 4 3 2 の構造的取付けを向上させるためにウェブ補強材の外側部分へのスキン取付用樹脂の吸上げ又は流れを可能にするように、ウェブ固化用樹脂 4 3 3 を、コアパネルの端面又は両側の表面に直接隣接しているコアパネルウェブのそれら部分に、例えばコアパネルの面から 8 分の 1 インチの距離にわたって与えずに置く。望むなら固化性樹脂 4 3 3 はコアパネルの両側の表面又は端面に完全に及んでもよく、またさらに樹脂がコアパネルの各面に部分的又は完全に広がってもよいことを理解されたい。

【 0 1 3 2 】

図 5 1 は、ウェブ固化用樹脂 4 3 3 が、隣接する繊維施巻ストリップ 1 7 8 の露出表面又は端面の一部分に横に広がって一連の構造 I 形梁 5 0 1 を形成するコアパネル 5 0 0 を例示する。この実施形態は、サンドイッチパネルの強度及びスチフネスを増すために有用であり、比較的低い構造特性の接着剤を用いてスキンをコアパネルに取り付ける。樹脂 4 3 3 は、隣接するストリップ 1 7 8 間の巻着繊維に含浸し、且つコアパネル 5 0 0 の各面に広がる巻着繊維 5 0 2 の一部にもまた含浸し、樹脂 4 3 3 が固化して構造 I 形梁 5 0 1 を形成する。スキン 4 3 2 は、多孔性の巻着繊維部分 5 0 2 に浸透して強いスキンとコアの結合を形成する接着剤 4 3 5 を用いてコアパネル 5 0 0 に取り付けられ、一方、固化した I 形梁 5 0 1 が高いパネル強度及びスチフネスを与える。

【 0 1 3 3 】

コアパネル 4 3 1 の両側の表面又は端面に樹脂 4 3 3 を完全に含浸させ、固化する場合、コアパネル 4 3 1 は剛性のサンドイッチパネルになる。この得られるサンドイッチパネル及び図 5 1 に示す I 形梁 5 0 1 の構造特性は、図 1 3 及び 1 4 に関連して述べたように施巻ストリップ 1 7 8 に長手方向繊維ロービング 1 8 0 を設けることによって向上させることができる。ウェブ固化用樹脂 4 3 3 は、ロールコーター、押出、スプレー、又は流通装置によって塗布することができる。樹脂は、熱硬化性樹脂、例えばポリエステル、エポ

10

20

30

40

50

キシ、又はウレタンであることができ、また熱可塑性樹脂、例えばポリプロピレン、PET、又はナイロンであることができる。熱硬化性樹脂の固化速度は、施巻ストリップ178相互の付着速度を増してコアパネル431を形成するために、高触媒量、熱、紫外線、又はその他の方法を利用することにより加速することができる。

【0134】

熱可塑性樹脂は、構造用及び熱可塑性フィラメントの混合フィラメント、例えばサンゴバンベトロテックスにより製造される「ツインテックス」、又はヘキセル・コーポレーション(Hexcel Corporation)により製造されているような熱可塑性樹脂で表面コーティングした構造用ロービングを含むロービングを準備することによって巻き付け工程の間にロービング層176及び177中に取り込むことができる。熱可塑性樹脂を含むストリップ178は、ストリップのウェブ部分に十分な熱を加えてその熱可塑性マトリックスを溶融した後に、それらストリップを相互に押しつけることによってつなぎ合わされる。別法では導電性繊維、例えば炭素繊維を、巻着層176及び177に隣接させて設けることもでき、この導電性繊維に電流を通して熱可塑性マトリックスを溶融してもよい。層176及び177は、望むならツインテックスロービングの代わりに、クレイン・コンポジッツ(Crane Composites)により製造されている「ゼニコン(Zenicon)」などの固化型繊維強化熱可塑性テープを含むこともできる。この熱可塑性テープは、発泡ストリップ170と接触させる前に十分な熱を与えてテープを軟化することによって、ストリップ170上に巻くことができる。このテープを巻いたストリップは、ツインテックスについて述べたように互いにつなぎ合わされる。層176及び177が高い引張強さのポリマー繊維、例えばミリケン(Milliken)によるMFT及びプロベックス(Propex)によるカーブ(Curv)を含むこともまた本発明の範囲内である。

【0135】

完成したコアパネル431(図41)は成形又は積層工程に移され、そこでサンドイッチパネルスキン432が、接着樹脂435を用いて前述のようにコアパネルに取り付けられる。スキンを取り付けるために使用される樹脂435は、ウェブ434を固化するために使用される樹脂433と同一種類のものであってもよいが、そうでなくてもよい。樹脂433が、例えば触媒添加ポリエステル樹脂を含み、また樹脂435が湿分硬化ポリウレタン樹脂を含んでもよく、あるいは一方の樹脂が熱可塑性であり、他方の樹脂が熱硬化性であってもよい。スキン取付樹脂435は、巻着ロービング層176及び177の多孔性部分を浸潤する。このロービング層176及び177は、コアパネル431の両側の表面又は端面を含み、またスキンとコアの強い構造的付着を可能にするならばコアパネル面に隣接しているウェブの縁部分を含むこともできる。

【0136】

スキンを接着するための接着樹脂は、前述のようにロービング層176及び177のすべての部分に含浸し固化されるならば、同様に塗布される。サンドイッチパネルスキン432は、樹脂435付着の前は、多孔性繊維質、例えばガラス繊維布であってもよく、また剛性の、例えばアルミニウム又はガラス繊維強化プラスチックのシートであってもよい。スキン取付樹脂は、任意の通常の塗布工程によって塗布することができ、また前述のようにこれらはすでに固化しているので、ウェブ434に流入させるための差圧を必要としない。コアパネル431が熱可塑性マトリックスを組み込んだロービング層を含む場合、スキンは、コア面を加熱して、露出したロービング層の熱可塑性マトリックスを液化することによって付着させることができる。

【0137】

サンドイッチパネル430は、建設業において一般的なシート材料、例えば化粧合板又は薄い塗装金属を含むスキン432を組み込むことによって建設用パネル又は建物の壁として使用することができる。また接着樹脂435を用いて個々のクラッド材、例えば瓦、煉瓦、又は石材の複数の断片を接着することができる。図41に示すパネルの有用な変形形態において樹脂層435は、繊維強化ポリマースタッコなどのマスチック状材料又は他

の固化性壁表面材料を含むことができる。この実施形態では層 4 3 5 を構成する材料が、固化する前の繊維ローピング層 1 7 6 及び 1 7 7 に浸透してコアパネル 4 3 1 の面と恒久的構造接着を形成し、固化したウェブ 4 3 4 と協同して羽目に加わる構造荷重に耐える。望むなら図 3 6 に関連して以前に述べたように、中空管を発泡ストリップ 1 7 0 の代わりに用いることもでき、これら管を緻密な材料、例えば砂又はコンクリートで満たして図 4 1 に示す土留擁壁又は幹線道路遮音壁として有用なサンドイッチパネル 4 3 0 にすることができる。

【 0 1 3 8 】

また、パネルスキンに隣接している多孔性部分を有する固化したウェブを、コア補強部材が繊維補強材料の平坦なウェブシート、例えばガラス繊維の布地又はマットを含むコアパネル中に設けることもできる。図 4 2 は、図 1 に関連して以前に述べた多孔性繊維質ウェブシート 3 4 を取り付けた複数個の発泡ストリップ 3 3 を含む補強型コアパネル 4 4 0 を示す。図 1 に示した繊維質ストラット 3 5 を設ける工程は省略する。図 4 2 を再度参照すると固化性樹脂 4 3 3 が多孔性ウェブシート 3 4 に塗布され、ウェブシート 3 4 を取り付けた複数個の発泡ストリップ 3 3 が、図 4 1 に関連して述べたように互いにつながり合わされる。図 4 1 に関連して述べたようなスキンをコアパネルに取り付けるために用いられる接着樹脂がウェブ中へ浸透して高い構造的接着を実現することになるように、図 4 2 に示すウェブ固化用樹脂 4 3 3 を、コアパネル 4 4 0 の両側の表面又は端面に隣接しているウェブ 3 4 の縁部分には与えずに置くことができる。ウェブ 4 3 4 は、望むならツインテックス混合ガラス繊維及び熱可塑性の布を含むこともでき、またそのウェブを、熱及び圧力を加えることによって、液状樹脂を用いたスキンへの取付けのためのウェブ縁部分の気孔度を保持したまま固化することができる。

【 0 1 3 9 】

図 4 3 に示す実施形態は、間隔を置いて配置された補強コアストリップを有するサンドイッチパネルを例示する。固化されたウェブ部分 4 5 1 及び多孔性の面部分 4 5 2 を有する複数個のローピング施巻発泡ストリップ 1 7 8 が、間隔をあけて離れた配列又は関係で集められ、積層工程を使用して対向する剛性パネルスキン 4 5 3 に接着樹脂 4 3 5 を用いて取り付けられる。この実施形態は、必要なプラスチック発泡体の体積を実質的に減らし、断熱を必要としない構造用サンドイッチパネルに役立つ。パネルスキン用の断熱又は連続した支えが必要な場合、単純な発泡体と固化されたウェブ 4 5 1 を有する施巻発泡体の交互するストリップを、図 3 2 に関連して全般的に述べたように互いにつながり合わすことができる。図 4 1 及び 4 3 に示す本発明の実施形態は、望むなら発泡ストリップ 3 3 の代わりに図 3 6 に示した中空管 3 8 1 を組み込むこともできる。代替実施形態では、より高密度の材料、例えば規格材を発泡ストリップ 1 7 0 の代わりに用いて構造特性の改良を達成することができる。

【 0 1 4 0 】

図 4 4 ~ 4 7 は、螺旋状施巻ストリップ及び固化した構造ウェブを含み、改良された二方向強度を有する補強型コアパネルの構造を示す。図 4 4 に示し、図 4 1 に関連して述べた固化されたウェブ 4 3 4 を有するコアパネ 4 3 1 を、ストリップ 1 7 8 の長さに直角な方向に切断して、所望の厚さの複数個の第一の細長い繊維強化コアパネル 4 6 2 にする。図 4 6 を参照すると第一のコアパネル 4 6 2 に、交差するローピング層 2 8 1 及び 2 8 2 を螺旋状に巻き付けて、第二の補強されたストリップ 4 6 4 を形成する。図 4 7 を参照すると固化性樹脂 4 3 3 が、複数個の第二の補強されたストリップ 4 6 4 の隣接面に塗布される。樹脂 4 3 3 が、図 4 6 に詳細に示すローピング層 1 7 7、1 7 8、2 8 1、及び 2 8 2 を浸潤して、図 4 7 に示す固化されたウェブ 4 6 5 を形成する。ストリップ 4 6 4 同士を押しつけ、樹脂 4 3 3 の固化につれてつながり合わせ、長手方向に延びる固化したウェブ 4 6 5 と、仮想線で示す横方向に延びる固化したウェブ 4 3 4 とを有する補強されたコアパネル 4 6 0 を形成する。図 4 1 に関連して述べたようにコアパネル 4 6 0 にサンドイッチパネルスキンを貼り付けることができる。図 4 5 を参照すると二方向コアパネルはまた、細長いコアパネル 4 6 2 の巻着ローピングに固化性樹脂 4 3 3 を塗布し、樹脂が硬化

するに従ってその巻着縁部同士を押しつけて、図 23 に示したものと構造が同様のコアパネルを形成することによっても生産することができる。

【0141】

図 48 ~ 50 は、螺旋状巻着補強材の層を有する発泡ストリップを含む連続サンドイッチパネルを生産する有利な手段を模式的に例示する。図 48 に示すパネル成形装置 470 において多孔性の補強用ローピングの層を有する複数の連続した長さの発泡ストリップ 471 は、引抜成形業界で一般に用いられる引取装置（図示しない）によってリール 472 から引き出されて、樹脂槽又は樹脂射出モジュール 474 と加熱ダイ 475 とを備えた引抜成形装置 473 に入る。連続的な施巻ストリップ 471 は、図 12 に示したストリップ 177 の施巻工程の間にリール 472 上へ巻き取られる。なお、ストリップ 177 を所定の長さに切断する工程は省略する。望むなら図 48 に示す複数のストリップの代わりに単一の連続ストリップ 471 を供給することもでき、また望むならストリップ 471 を複数のリール 472 から同時に引抜成形装置 473 に引き入れることもできる。

10

【0142】

ストリップ 471 には、横補強部材、軸方向補強材、又は本明細書中で以前に述べた他の改良点を設けることができる。ストリップ 471 が装置 470 を通して進むに従って、スキン材料 476、例えばガラス繊維布地がストリップ 471 の表面に貼り付けられ、そのスキンとコアの補強材が樹脂モジュール 474 中で浸潤され、その樹脂が加熱ダイ 475 中で固化されて、補強されたコア 478 を有する補強型サンドイッチパネル 477 を形成し、そのサンドイッチパネルが所望の長さに切断される（図示しない）。連続ストリップ 471 は、サンドイッチパネル 477 がどこで切断されるかに関係なく、サンドイッチパネルコア 478 内に、切れ目のない補強層 176、177、及び 180 を実現し、こうしてその長さ全体にわたって一様な強度のパネルを生成する。

20

【0143】

本明細書中で以前に述べたように本発明の螺旋状施巻形態は、成形複合パネルの連続一貫生産によく適応する。図 49 は、トレーラーの壁又は建物の壁として有用であり、且つパネルの長さに対して横方向に繊維強化発泡ストリップ 178 を含むコアを有する連続サンドイッチパネルの経済的な生産方法を例示する。横補強部材の効率的な組み込みは、引抜成形などの連続パネル生産の伝統的な方法では特に困難である。パネル生産装置 480 は、巻き付け装置 171（図 12）、施巻ストリップ前進装置 482、及び成形モジュール 483 を備える。図 12 に関連して述べた巻き付け装置 171 が、繊維施巻発泡ストリップ 178 を生成し、そのストリップ 178 は、図 49 に示すように前進装置 482 によって樹脂モジュール 483 に入りまたそれを通して連続して前進する。ストリップ 178 は、ストリップの長さに直角をなして（図 49）又はストリップの前進方向に対して鋭角で前進することができる。

30

【0144】

施巻ストリップには、以前に本明細書中で述べた特徴、例えばストリップ内の横補強部材を組み込むことができる。望むなら施巻発泡ストリップ 178 を図 48 に関連して述べたようにリール 472 から供給し、所望の長さに切断してから樹脂モジュール 483 に進めることもできる。成形モジュールに入る前にストリップ 178 のスタックに多孔性スキン材料 484 を与える。樹脂が、発泡ストリップ 178 中の多孔性スキン 484 及び多孔性ローピングを浸潤し、成形モジュール 483 中で硬化して連続サンドイッチパネル 485 を形成する。本発明の特に経済的な実施形態では施巻ストリップ 178 に軸方向ローピング層 180 が設けられ、リールから供給される複数の補強用ローピングがスキン 484 の代わりに用いられ、その結果、補強布を織るコストを削除する。

40

【0145】

成形モジュール 483 は、図 48 に関連して述べたような引抜成形装置、図 50 に関連して述べることになる押出装置、又は当業界で知られている他の成形装置であることができる。この方法の重要な利点は、任意の所望の幅のパネルを、ワインダーの産出物から直接、あるいは連続した繊維強化発泡ストリップの単一のリールからのどちらからでも生

50

産することができることである。ロービング施巻発泡ストリップ 178 は、望むなら図 3 1 に示したように発泡ストリップの片面又は対向する両面に隣接させて、予め剛性を与えたウェブ (pre-stiffened web) 332 を含むこともできる。この構成ではウェブ 332 はコアにかなりの圧縮強さ及びせん断強さを与え、また望むなら、スキン 484 を取り付けのために用いられる成形用樹脂のロービング層 176 及び 177 への浸透を省くことができる。

【0146】

図 50 は、高強度、少ない材料消費量、及び軽量の建築用厚板、板材、又は柱として有用な、またプラスチック用樹脂押出工程を組み込んだ連続サンドイッチパネルの経済的な生産方法を例示する。パネル生産装置 490 は、巻き付け装置 171 及び 173 と、押出モジュール 491 とを含む。図 12 に関連して述べた巻き付け装置 171 及び 173 は、連続した繊維施巻発泡ストリップを生産し、この発泡ストリップが図 50 に示すように押出モジュール 491 を通して進む。モジュール 491 においては加熱された液状熱可塑性樹脂、例えば PVC 又はポリエチレンが塗布されて繊維質の補強層 180、176、及び 177 を浸潤し、その樹脂が冷却し固化して連続サンドイッチパネル厚板 492 を形成する。ストリップ 178 は、加熱された押出用樹脂の温度に耐えることができるプラスチック発泡組成物、例えばポリイソシアヌレート又はフェノール樹脂を含む。

【0147】

望むなら、サンドイッチパネル 492 に高い圧縮強さを与えるために繊維施巻発泡ストリップ 178 は、図 3 1 に関連して述べたように繊維質マット補強材 332 を含むこともでき、また図 4 8 及び 4 9 に関連して述べたようにサンドイッチパネル 492 に追加のスキン材料を施すこともできる。補強された発泡コアは、望むなら図 4 8 に関連して述べたようにリールから供給することもできる。また、望むなら押出用樹脂は、例えば甲板に有用な表面特性を生み出すために充填材料、例えばセルローズ木粉を含むこともでき、この場合、押出工程はサンドイッチパネル 492 の繊維補強材の完全な浸潤を確実にするために最初の充填されていない樹脂の段階を含むことができる。またパネルボード 492 には、押出の業界で通常行われているように表面エンボス加工か、又は耐紫外線用の押出成形した樹脂の追加の表面層を設けることもできる。サンドイッチパネル 492 に必要とされる特定の材料及び特性によっては、図 4 8 に関連して述べた引抜成形モジュール 473 を、図 50 に示す押出モジュール 491 の代わりに用いることができる。図 3 6 に関連して述べたような繊維施巻中空管を、その中空管が十分強く押出工程の圧力に耐えるならば施巻発泡ストリップ 178 の代わりに用いることができる。

【0148】

本明細書中で開示した繊維強化コアパネルのいずれかを用いて、個々のコアパネルの厚さを超す厚さの構造用成形複合パネルを生産することができる。2 枚以上のコアパネルを、隣接するコアパネル面の繊維補強材が互いに接した状態、又は補強材料、例えばガラス繊維布の層がコアパネルを分離している状態で金型中に積み重ねることができる。望むなら特定の構造特性を達成するために隣接コアパネルの繊維補強材を交差する向きに、例えば図 1 8 に示したコアパネルの 2 枚の層を交差する向きに積み重ねることによって配置することもできる。図 3 2 に示した施巻ストリップ 178 に前述のような横補強部材を設けることができ、また上記横補強部材を有する 2 枚以上のコアパネル 340 をストリップ 178 が交差する配列状態で積み重ねて、高い二方向強度を有する第二のコアパネルを形成することができる。望むなら積み重ねたコアパネル 340 を補強用マット又は布により分離することもできる。

【0149】

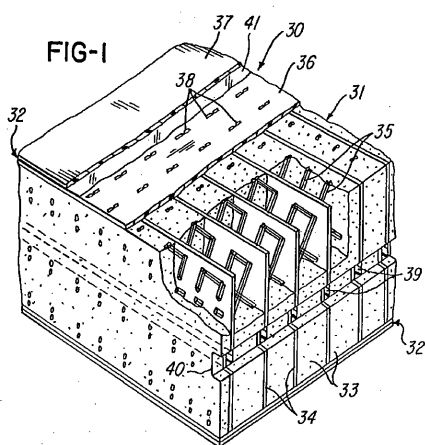
分かりやすくするために、また比較するために本明細書中のコアパネルは、形状が長方形のものとして、またコアパネルの縁部にほぼ平行な一連の繊維補強材を有するものとして示してきた。構造上の考慮事項にとって必要な場合、これら一連の補強材をコアパネルの方向又は縁部に対して任意の所望の角度に向きを定めることができる。例えば図 1 8 を参照すると横方向に補強された発泡ストリップ 233 を 45 度の角度で長方形コアパネル

240の縁部と交差させることができる。

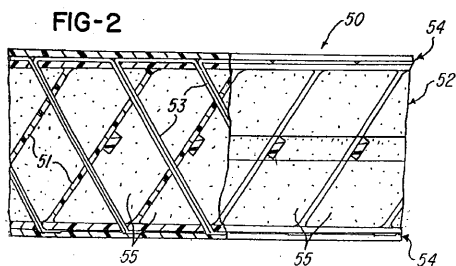
【0150】

本明細書中で述べた補強型発泡コア及びコアパネルの形態並びにそれらの構築方法の各工程は本発明の好ましい実施形態を構成するが、本発明はこれらの厳密な形態及びこれら方法の工程には限定されないこと、また本発明の範囲及び精神から逸脱することなくこれらにおいて変更を行うことができることを理解されたい。

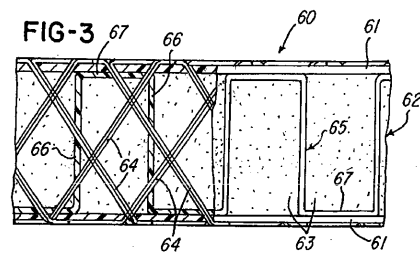
【図1】



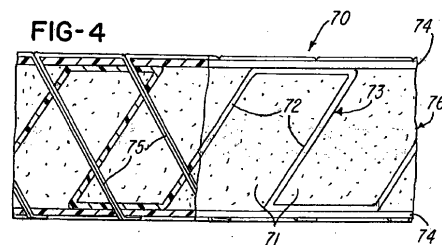
【図2】



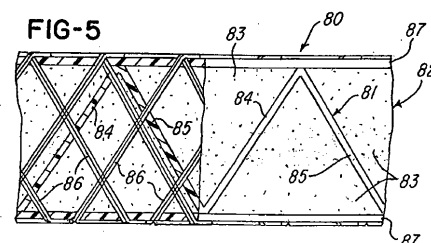
【図3】



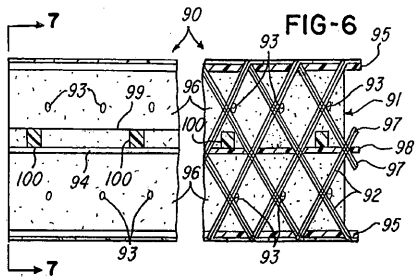
【図4】



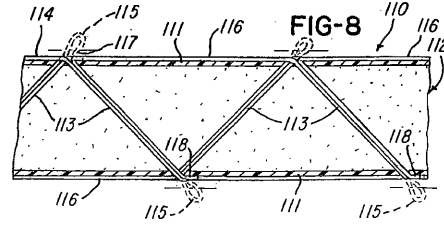
【図5】



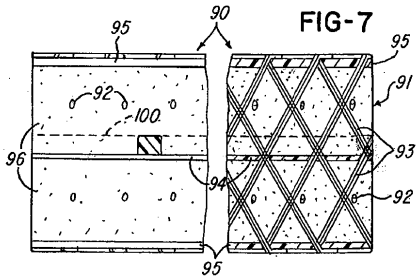
【図 6】



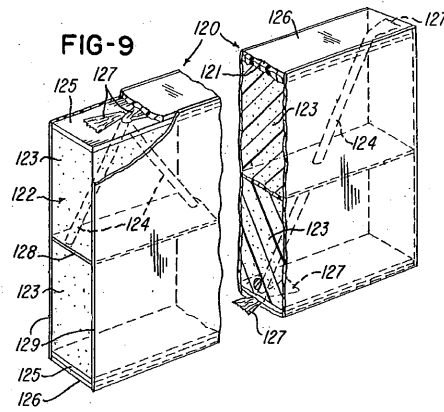
【図 8】



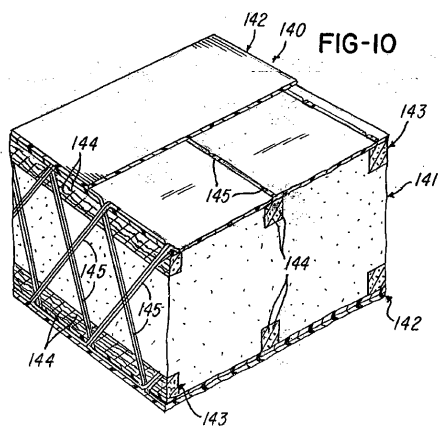
【図 7】



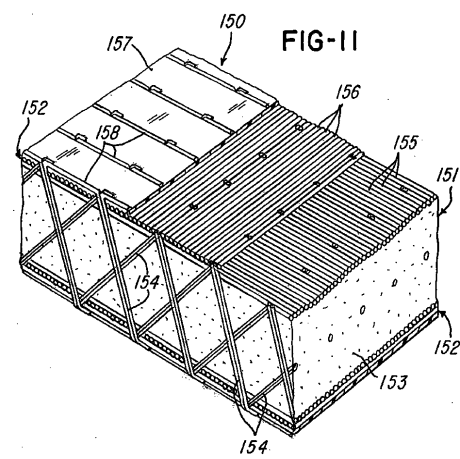
【図 9】



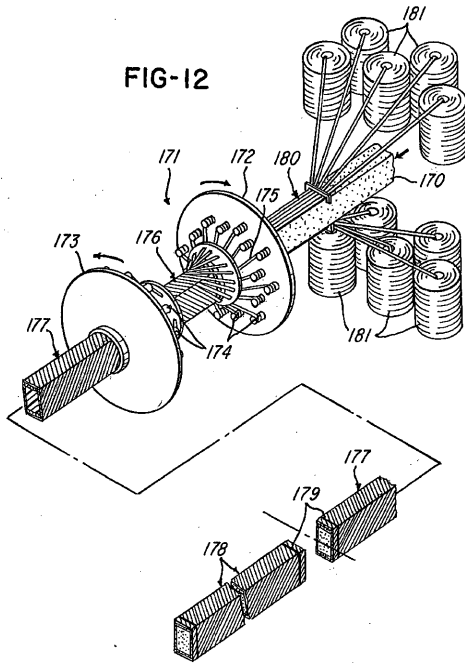
【図 10】



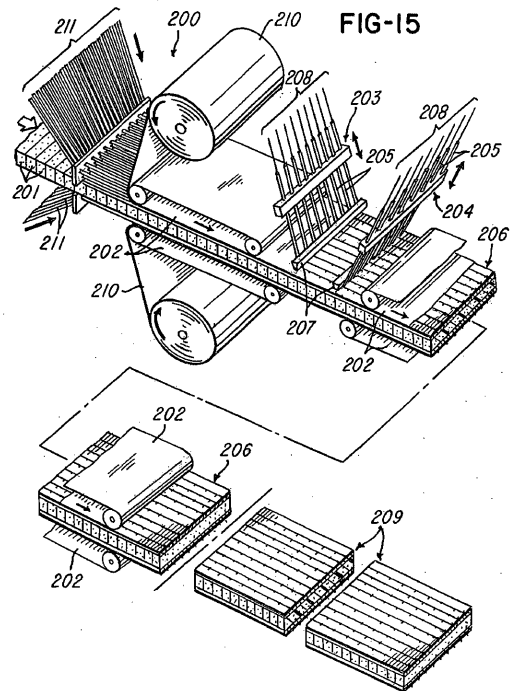
【図 11】



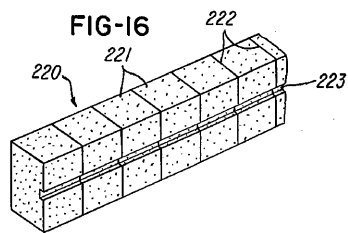
【図 12】



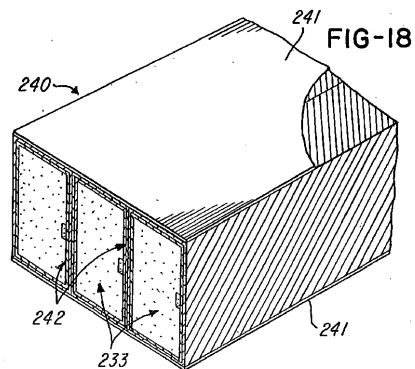
【図 15】



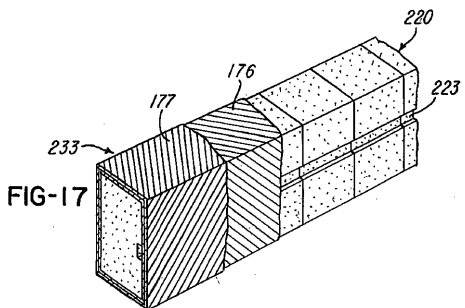
【図 16】



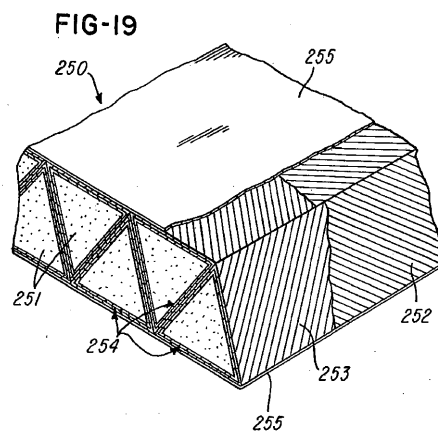
【図 18】



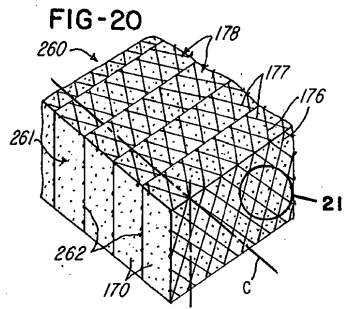
【図 17】



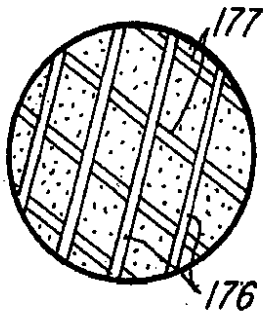
【図 19】



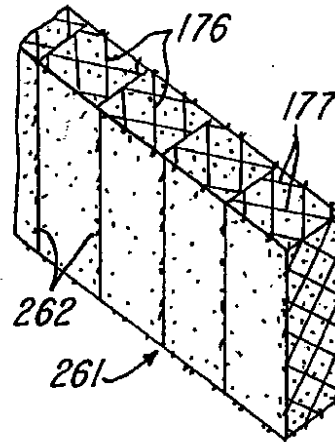
【図 20】



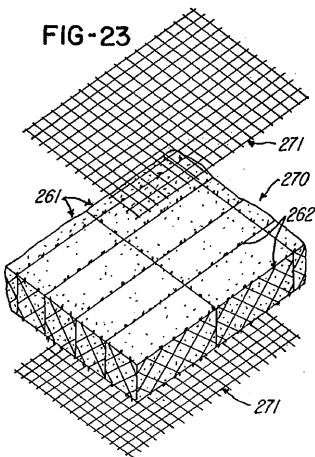
【図 21】

FIG-21

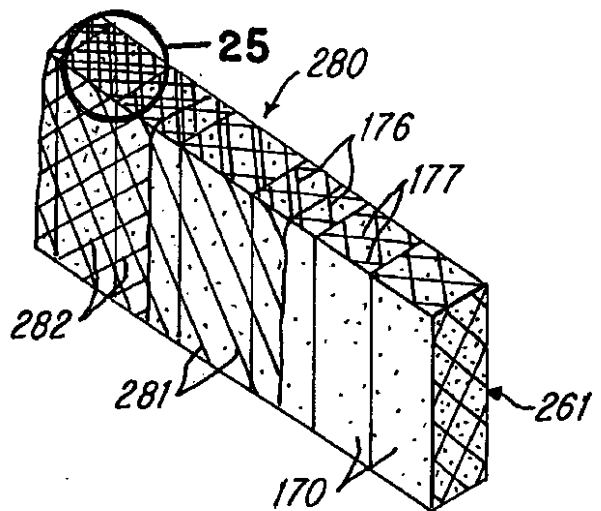
【図 22】

FIG-22

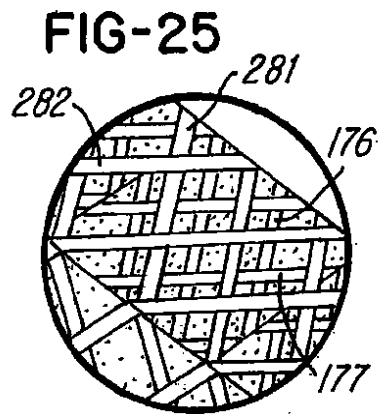
【図 23】

FIG-23

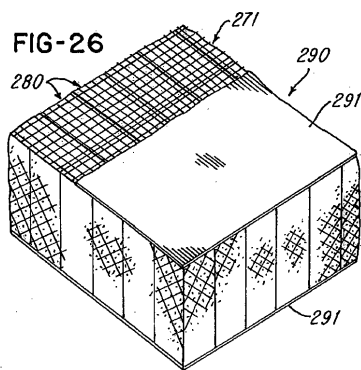
【図 24】

FIG-24

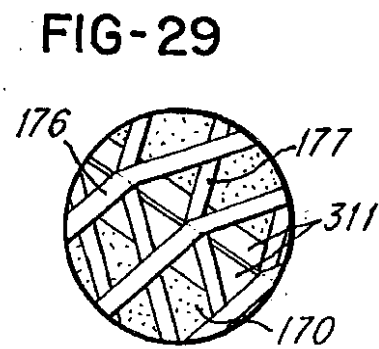
【図 25】



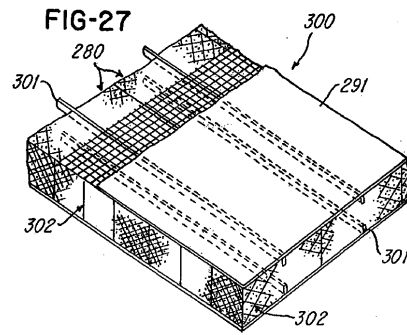
【図 26】



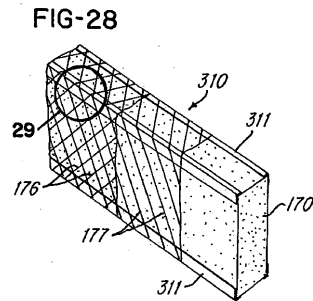
【図 29】



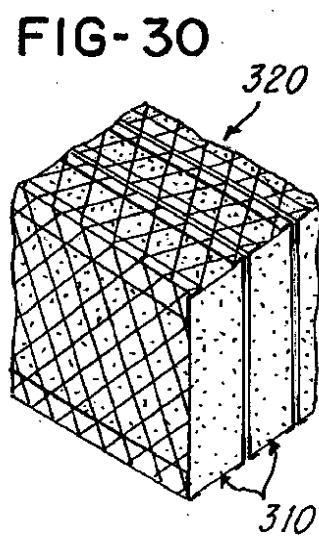
【図 27】



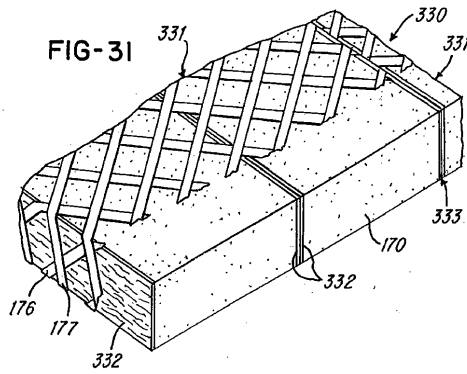
【図 28】



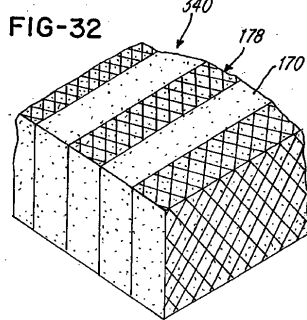
【図 30】



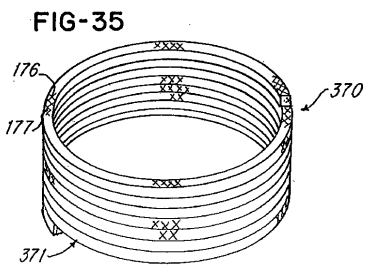
【図 3 1】



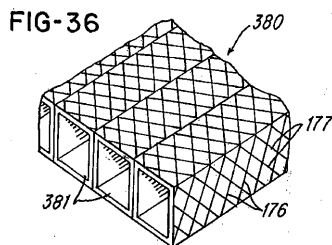
【図 3 2】



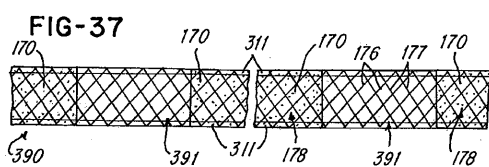
【図 3 5】



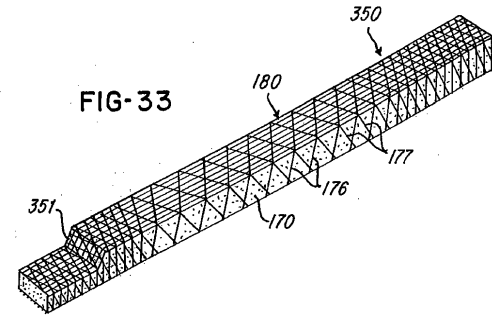
【図 3 6】



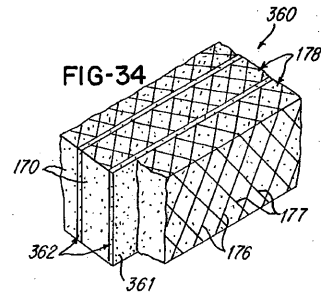
【図 3 7】



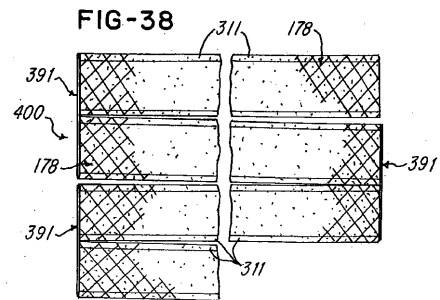
【図 3 3】



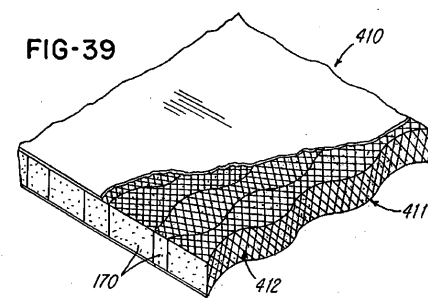
【図 3 4】



【図 3 8】

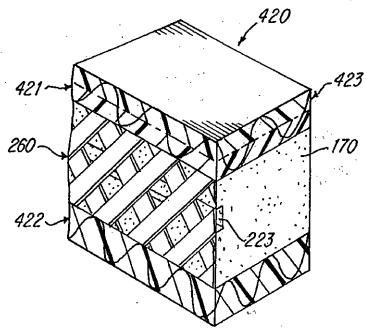


【図 3 9】



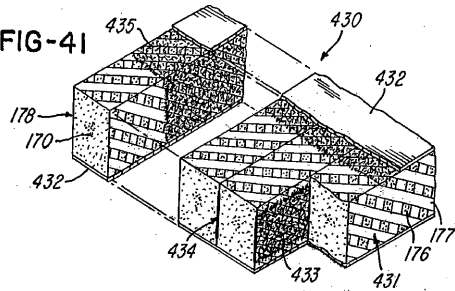
【図 40】

FIG-40



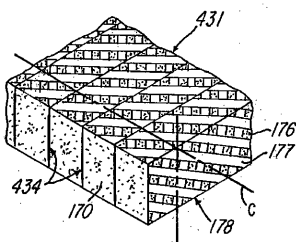
【図 41】

FIG-41



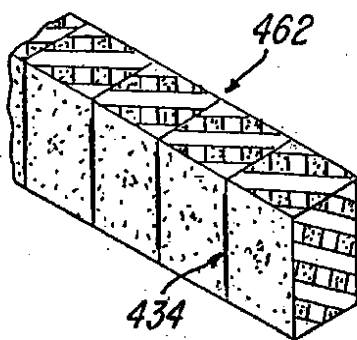
【図 44】

FIG-44



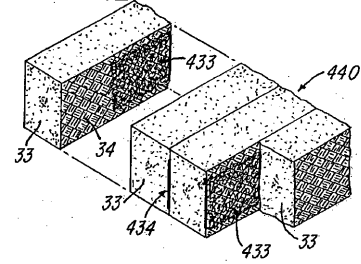
【図 45】

FIG-45



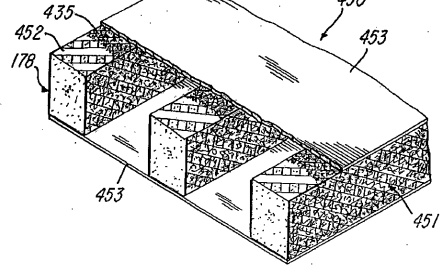
【図 42】

FIG-42



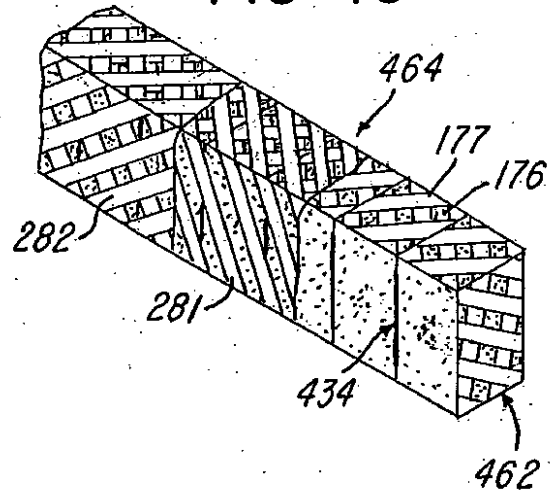
【図 43】

FIG-43



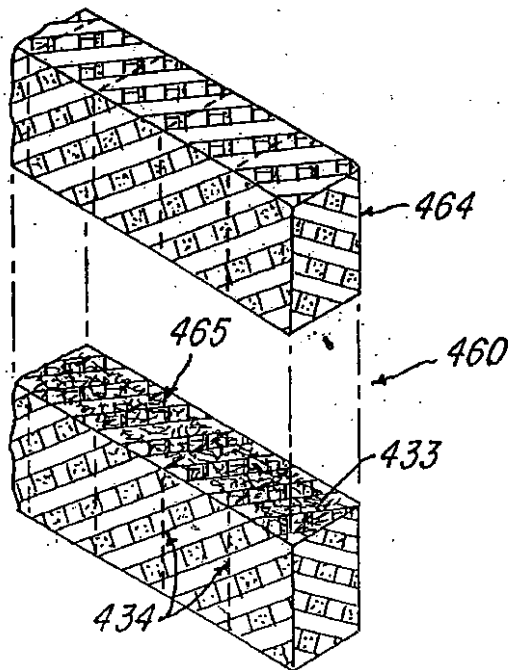
【図 46】

FIG-46



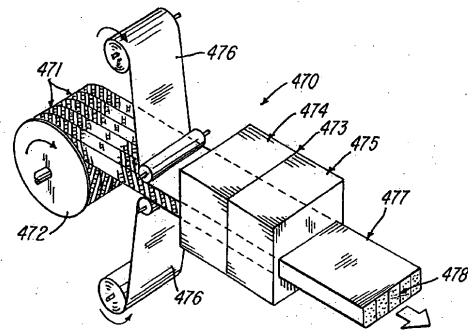
【図 47】

FIG-47



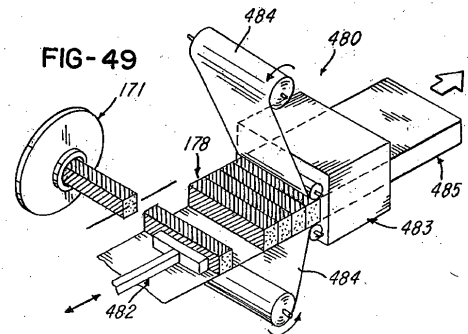
【図 48】

FIG-48



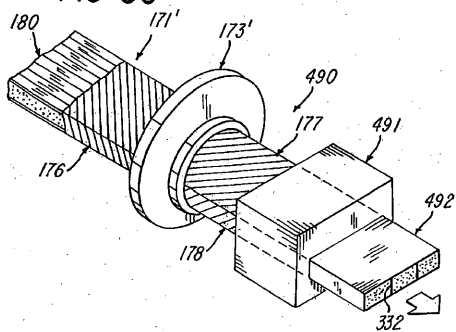
【図 49】

FIG-49



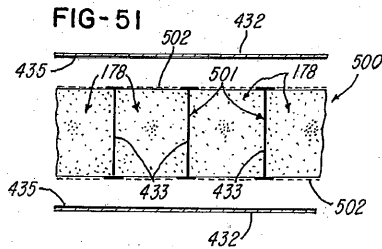
【図 50】

FIG-50



【図 51】

FIG-51



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 07/23537
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - B29C 65/00 (2008.04) USPC - 156/60; 156/79 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - B29C 65/00 (2008.04) USPC - 156/60; 156/79 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 156/42; 156/60; 156/71; 156/79; 156/145; 156/250; 156/264; 156/267; 156/8 (text limited) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) USPTO _U.S. Patents, WIPO PCT, JAPIO _ Patent Abstracts of Japan, European Patents, Chinese Patent Abstracts in English, Google Core, Composite, Sandwich panel, Web, Fiber, Strut, Rod, Interconnect, Connect, Intersect, Airplane, Aerospace		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X - Y	US 6,740,381 B2 (Day et al.) 25 May 2004 (25.05.2004) Abstract; col 3 ln 12-15; col 6 ln 53-60; col 16 ln 65 to col 17 ln 4; col 17 ln 26-46; col 18 ln 24-66; col 21 ln 29-33; Figs 1-8, 10-15, 19	1-2, 12, 16, 17, 21-23 3-11, 13-15, 18-20, 24-27
Y	US 2005/0074593 A1 (Day et al.) 7 April 2005 (07.04.2005) Abstract; para [0016], [0074], [0108], [0109], [0118], [0126], [0127], [0135], [0138], [0147], [0159]; Figs 1-8, 10, 11, 13, 14, 21, 38	3, 5-11, 13-15, 18-19, 27
Y	US 5,589,243 A (Day) 31 December 1996 (31.12.1996) Fig 1	4, 20, 24-27
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 September 2008 (11.09.2008)		Date of mailing of the international search report 29 SEP 2008
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT QSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2007)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100093665

弁理士 蛸谷 厚志

(74)代理人 100123593

弁理士 関根 宣夫

(72)発明者 デイ, スティーブン ダブリュ.

アメリカ合衆国, オハイオ 4 5 4 5 8, デートン, キンブラリー ドライブ 2 8 0

(72)発明者 キャンベル, ジー. スコット

アメリカ合衆国, オハイオ 4 5 4 5 8, デートン, ブネル ヒル ロード 9 7 8 9

(72)発明者 ティルトン, ダニー イー.

アメリカ合衆国, オハイオ 4 5 4 1 4, デートン, ノース ディクシー ドライブ 6 1 1 6

(72)発明者 ストール, フレデリック

アメリカ合衆国, オハイオ 4 5 0 6 9, ウェスト チェスター, ロゼール コート 7 6 3 0

(72)発明者 シェパード, マイケル

アメリカ合衆国, オハイオ 4 5 4 5 9, センタービル, イースト フォン デット サークル 7 6 2 1

(72)発明者 パネルジー, ロビン

アメリカ合衆国, オハイオ 4 5 4 5 8, センタービル, ピーチ グローブ アベニュー 7 0

Fターム(参考) 4F100 AK01B AT00C BA05 DG06B DG07B DH00A DJ00A EH46B EJ42 EK01

JA15A JB13B

【要約の続き】

的に送り込むことができる。

【選択図】図49