

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-196967

(P2012-196967A)

(43) 公開日 平成24年10月18日(2012.10.18)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 3 2 B 5/28 (2006.01)	B 3 2 B 5/28 A	4 F 1 0 0
B 3 2 B 15/08 (2006.01)	B 3 2 B 15/08 1 0 5 Z	

審査請求 有 請求項の数 13 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-108588 (P2012-108588)	(71) 出願人	503287535
(22) 出願日	平成24年5月10日 (2012.5.10)		伊藤忠商事株式会社
(62) 分割の表示	特願2007-533776 (P2007-533776)		東京都港区北青山2-5-1
	の分割	(71) 出願人	505126229
原出願日	平成17年9月23日 (2005.9.23)		アイ・エル・ティー・コーポレーション
(31) 優先権主張番号	60/612, 740		アメリカ合衆国, カリフォルニア, パロ
(32) 優先日	平成16年9月24日 (2004.9.24)		アルト, アルマ ストリート 1 0 1
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(71) 出願人	300046658
(31) 優先権主張番号	60/668, 341		株式会社ミツヤ
(32) 優先日	平成17年4月4日 (2005.4.4)		福井県福井市山室町69-1
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(71) 出願人	592029256
			福井県
			福井県福井市大手3丁目17番1号
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄肉プライラミネート

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 剥離耐性および最小ゲージを与える繊維複合材料の提供。

【解決手段】 0.08mm未満の厚さの薄肉プライを使用した繊維複合材料は向上した剥離耐性およびより薄いラミネートの最小ゲージを与える。薄肉プライは通常のプライとハイブリッド化しても、強度のために編み込んでも、また結合の強化のために接着剤と共に使用してもよい。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

0.08mm未満の厚さを有する薄肉ブライを含む複合材料。

【請求項 2】

材料は少なくとも0.12mmの厚さを持つ通常のブライと、0.08mm未満の厚さを持つ薄肉ブライの組み合わせを含む、請求項1記載の材料。

【請求項 3】

材料は薄肉ブライのサブミネートモジュールの組み合わせを含む、請求項1記載の材料。

【請求項 4】

材料は薄肉ブライのサブミネートモジュールと、通常のブライのサブミネートモジュールを含む、請求項2記載の材料。

【請求項 5】

材料は薄肉ブライと通常のブライからなるサブミネートモジュールを含む、請求項2記載の材料。

【請求項 6】

薄肉ブライを織り交ぜるか、または編み込む、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の材料。

【請求項 7】

材料を樹脂トランスファー成形を用いて形成する、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の材料。

【請求項 8】

薄肉ブライを接着剤で結合して、複合材および/または金属部品を接着継手で接合するための強化結合材料を与える、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の材料。

【請求項 9】

薄肉ブライを接着剤で結合して、ハニカムまたはサンドイッチ構造を有する複合部品のための強化結合材料を与える、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の材料。

【請求項 10】

薄肉ブライをチョップして成形コンパウンドに再構成する、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の材料。

【請求項 11】

請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の材料を含む製品であって、薄肉ブライまたはサブミネートモジュールを熱硬化性または熱可塑性テープに組み込み、製品をテーププレスメント法またはテープワインディング法によって成形し、テープを硬化した製品。

【請求項 12】

請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の材料と、金属シートとを含む、繊維-金属複合材料。

【請求項 13】

金属シートを表面層としてのみ敷設した、請求項12記載の複合材料。

【請求項 14】

金属シートを同一の繊維方向を有する薄肉ブライの間に敷設した、請求項12記載の複合材料。

【請求項 15】

薄肉ブライがグラファイトブライを含む、請求項12、請求項13または請求項14記載のマトリクス複合材料。

【請求項 16】

金属をチタンおよび銅からなる群より選択した、請求項15記載のマトリクス複合材料

10

20

30

40

50

。

【発明の詳細な説明】

【発明の概要】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は2004年9月24日に出版された米国仮出願第60/612,740号、および2005年4月4日に出版された米国仮出願第60/668,341号の利益を主張する。

【0002】

発明の背景

発明の分野

本発明は一般に繊維複合材料、より具体的には薄肉プライを用いて向上した物理特性を達成する複合材料およびこのような材料の製造方法に関する。

【0003】

先行技術の説明

通常の複合薄肉プライ（含浸樹脂を含むかまたは含まない）は、少なくとも0.12mmの厚さがある。複合プライのラミネートは、一方向プライと一緒に重ね、続いていくつかの圧着および硬化プロセスによって形成されている。様々な配向をもつプライは、1を超える方向に機械的特性を与えることが要求される。したがって、最小の2プライ配向としてたとえば基準の0°の角度に配向した一方のプライと90°に配向した他方のプライが必要になる。プライ層の配向は、以下において、たとえば0°の一方のプライと90°の最初のプライ上にラミネートされた他方のプライについて、または+45°の一方を-45°の他方にラミネートしたものについて（ある軸に対する相対的な配向を度で示している）、[0/90]または[+45/-45]のような表記を用いて記述される。加えて、反りを避けるために、ラミネートは対称的に積層する必要がある。したがって、先行技術においては、最小限の[0/90/0]のような3プライまたは[0/90/90/0]のような4プライは、0.36、0.48mmの最小総（ゲージ）厚を有する（その厚さが必要であろうとなかろうと）。これは各々の層が少なくとも0.12mmだからである。[0/90/45/-45]の4プライ配向は普通の実施である。これを対称にする場合、8プライが必要になり、少なくとも0.12mmの通常プライを用いると、最小の総ラミネート厚はおおよそ8×0.12mmすなわち約1mmとなる。剥離はしばしば、ラミネートの自由端において、または集中的な支持荷重がかかっている点において、または横方向の衝撃もしくはラミネートの硬化の間に発生する応力を受ける点において生じやすい。その起源にかかわらず、剥離は破損モードであり、それはしばしば多方向ラミネートの能力を有する臨界面内荷重の全潜在能力の現実化を制限してしまう。複合材料がますます一次構造物に利用されるようになるにつれ、ボーイング787およびエアバス350および380航空機のように、複合部品は数百パイルの厚さになることもある。剥離は多くの用途にとって複合材の採用に深刻な脅威となる。

【0004】

よく普及している解決策の1つはラミネートを三次元織布として形成することである。この製織技術には非常に多くのバージョンがある。少なくとも2つの欠点がある：コストは一桁の大きさを高くなり、面内特性が低下して面外繊維の余地を作る。この解決案の代案は、横縫いを用いることである。この方法は高価なだけでなく有効性が疑わしい。縫い合わせは複合ラミネートに追加の損傷を引き起こす。

【0005】

要約

簡潔には、本発明の実施形態は、0.08mm以下の厚さの薄肉プライを用いて構築されたラミネートを含む。代替の実施形態は0.08mm未満の薄肉プライと、少なくとも0.12mmのより厚い通常のプライとの組み合わせを含む。これらの組み合わせは、微小なひび割れや剥離への向上した耐性、より薄いラミネートの最小ゲージ、厚肉プライと

10

20

30

40

50

薄肉プライのハイブリッド化の機会、接着継手の補強、通常の織布よりも高性能の織り交ぜ製品、配管や容器の向上したオンライン強化、より強いシート成形コンパウンドを形成するチョップされた繊維を与える。多プライサブラミネート（以降で「サブラミネートモジュール」と称する）は、複合ラミネートの基本構築ブロックとして形成され、高い剥離耐性を有する一方でアセンブリコストを減らすことができる。オートメーションまたはオートメーションによらずとも、薄肉プライサブラミネートとラミネートからなる製品は、コスト面で通常の厚肉プライラミネートからなる製品に対抗できる。

【 0 0 0 6 】

既知のトウ散布法を用いて、通常の 1 2 k 炭素トウ、ガラスまたはケブラー繊維（およそ、0 . 1 2 mm 厚）を散布して 0 . 0 2 mm 厚程度のリボンを形成することができる。このような薄肉プライにより、例えば、本発明による 3 プライ配向の対称サブラミネートは、通常の 0 . 1 2 mm プライと同じ 0 . 1 2 mm 厚にすることができる。最小ゲージは、通常のプライの 1 / 6 程度の厚さに減少する。対称 4 プライラミネートにおいては、最小ゲージは 0 . 1 6 mm となるだろう。このような薄いゲージモジュールは、通常の薄肉プライでは得られない設計の選択肢を与え、より高い剥離耐性を有する。事実、通常の複合構造体の多くの設計はこの剥離基準によって規定されている。したがって高性能または軽量の構造は、薄肉プライラミネートを用いて効果的に設計することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 図 1 は本発明の薄肉プライラミネートを図示する。

【 図 2 】 図 2 は先行技術のより厚肉のプライを図示する。

【 図 3 】 図 3 はプライ厚の関数としての垂直応力のグラフである。

【 図 4 】 図 4 はプライ厚の関数としての剪断応力のグラフである。

【 図 5 】 図 5 はプライ厚の関数としての剥離開始応力のグラフである。

【 図 6 A 】 図 6 A は厚肉プライと薄肉プライの使用を図示する。

【 図 6 B 】 図 6 B はサブラミネートを図示する。

【 図 7 A 】 図 7 A はサブラミネートを使用した複合材料の斜視図である。

【 図 7 B 】 図 7 B は接合部を示すサブラミネートを用いた複合材料の側面図である。

【 図 8 A 】 図 8 A はプライ厚の関数としての剛性のグラフである。

【 図 8 B 】 図 8 B はプライ厚の関数としての最大応力のグラフである。

【 図 9 】 図 9 はドライ薄肉プライを図示する。

【 図 1 0 】 図 1 0 は樹脂が含浸された薄肉プライシートを図示する。

【 図 1 1 】 図 1 1 は 3 層ラミネートを示す。

【 図 1 2 】 図 1 2 はひだの交換領域におけるプライの編み込みと角度を図示する。

【 図 1 3 A 】 図 1 3 A はさまざまな温度における脆性接着剤の負荷変形に対するプライ厚のグラフである。

【 図 1 3 B 】 図 1 3 B はさまざまな温度における延性接着剤の負荷変形に対するプライ厚のグラフである。

【 図 1 4 】 図 1 4 は薄肉プライを用いた 2 つの層の接合を図示する。

【 図 1 5 】 図 1 5 は図 1 4 の接合の有効性を説明する表である。

【 図 1 6 】 図 1 6 はラミネートの片側への金属箔の使用を示す。

【 図 1 7 】 図 1 7 はラミネートの両側の金属箔を示す。

【 図 1 8 A 】 図 1 8 A はラミネートの両側と中央の金属箔を示す。

【 図 1 8 B 】 図 1 8 B は図 1 8 A の拡大断面である。

【 図 1 9 】 図 1 9 は、箔のないラミネートの中央の層構造を示す。

【 0 0 0 8 】

実施形態の詳細な説明

本発明による複合材料 1 0 の断面を図 1 に示す。複合材料 1 0 は、点で示され、第 1 の方向に配向された第 1 のプライ 1 2 を含む、複数の層（プライ）を有する。第 1 のプライ 1 2 は、第 1 の方向と異なる第 2 の方向に配向された第 2 のプライ 1 4 により隔てられて

いる。第2のプライ14は、プライ12と区別する目的で、図1では何も印をつけずに表示されている。本発明によれば、プライ12、14は厚さ「t」が0.08mm未満、好ましくは厚さ0.02~0.06mmである。図2は、通常/先行技術のラミネートは、16、18のような本発明のものよりも厚い、各々の厚さ「T」が通常0.12mm以上の交互のプライで構築されている、ということを簡単に示すために用いる。

【0009】

本発明によると、薄肉プライラミネートは向上した剥離耐性を与える。これらは面外繊維を必要とせず、それにより優れた面内特性を維持する。例として、ラミネートの自由端における計算された垂直応力および剪断応力を、図3および図4にプライ厚の関数として示す。少なくとも0.12mmの通常/先行技術のプライ厚を各々の図の右側に示し、左方向に0.02mmまでプライ厚を減少させる。これらの測定は、プライ厚が0.12mmの先行技術の厚肉プライラミネートの厚さの1/3および1/6まで減少するにつれて、プライ厚に対する垂直応力および剪断応力が劇的に減少することを示す。これは先行技術の視点では予期しない結果である。したがって薄肉プライラミネートは、剥離に関して向上した解決策を与える。

【0010】

剥離の開始に関する、薄肉プライの効果の他の例は図5に図示されており、これは有効プライ厚の関数として剥離に要する応力を示す。プライ厚が減少するにしたがい、剥離応力が再び劇的に増大する。

【0011】

代替の実施形態として、厚肉プライと薄肉プライのハイブリッド組み合わせは性能とコストのバランスを与えることができ、この組み合わせも本願発明に含まれる。薄肉プライは靱性を増大させるだけでなく、プライドロップ時に柔軟性も増大させる。これはサブラミネートモジュールを用いて達成され、様々な配向を持った薄肉プライ、または様々な配向を持った薄肉プライおよび厚肉プライの組み合わせであるモジュールを、ラミネートの構築ブロックとしてあらかじめ形成する。個々のプライをドロップする代わりに、サブラミネートモジュールをドロップする。

【0012】

例1：本発明による例は、0.12mm厚の厚肉プライおよび0.02mm厚の薄肉プライの組み合わせを含む。これは図6Aに薄肉プライ21および厚肉プライ23で図示されている。さらに、サブラミネート25は図6Bのように、1つの厚い[0]プライ27と、1つの薄い[90]プライ29を有する厚肉-薄肉ハイブリッドでもよい。このサブラミネートモジュールの総厚は、 $0.12\text{ mm} + 0.02\text{ mm} = 0.14\text{ mm}$ 、および[0]の割合はこの場合 $0.12 / 0.14 = 86\%$ となるだろう。このサブラミネートを使用してマストまたはブームを構築すると、厚肉プライのみを使用した通常のラミネートでは不可能な靱性を有する、高度な異方性構造を与える。後者の場合、厚肉プライの反復モジュールは[0]の9プライおよび[90]の1プライを持つはずである。[0]の割合は90%に等しく、サブラミネートの総厚は1.20mmとなるだろう。この設計は互いに積層された[0]を9プライ有し、これは靱性の観点から悪い設計である。この実施はマストを不安定にし、スナッピングにより破損しやすくさせる。

【0013】

例2：より高い[0]の割合が望ましい場合、2つの厚肉プライ[0]を1つの薄肉プライ[90]薄肉プライにつけることも可能である。この場合、[0]の割合は $0.24 / 0.26 = 92\%$ となるだろう。2つの[0]および1つの[+/-45]を持つ3方向のサブラミネートモジュールは、 $0.24 / 0.28 = 86\%$ の[0]の割合を有する。これら双方の例とも、マストまたはブームにより強靱なラミネートを与えるだろう。このハイブリッド構造体は、ドライブシャフト、リーフスプリング、およびスポーツ用品（例えば棒高跳び棒や、ホッケースティック、ゴルフクラブ、その他）にも有用である。

【0014】

例3：厚肉-薄肉プライラミネートの他の例は、[+30/0/-30]または[+45

10

20

30

40

50

/ 0 / - 4 5] モジュールのような、1つの厚肉の 0 . 1 2 mm プライ [0]、2つの薄肉の 0 . 0 2 mm の斜交プライ [+ / - 3 0] または [+ / - 4 5] を持つ、3方向サブラミネートである。サブラミネートの総厚は 0 . 1 6 mm で、これはブライドロップにおける一工程として達成することができる。厚肉 - 薄肉プライのあらゆる組み合わせの3方向モジュールをつくることが可能である。この設計の柔軟さは、製品に顕著に向上したラミネートの性能および製造過程での顕著なコスト抑制を与える。

【 0 0 1 5 】

例 4 : 同様の概念の多方向サブラミネートを、複合構造体の下部構造体としての円材または肋材のために設計することができる。この場合、織物におけるずり弾性率が最も重要である。厚肉 - 薄肉ハイブリッドは、薄肉 [0] と組み合わせられた、厚肉 [+ / - 4 5] を有していてもよい。これらすべての応用において、サブラミネートの合板作成工程は、例えば円材の軸に沿って1つの方向でもよい。翼の外装における場合は、合板作成は翼の軸に沿ってもよい。胴体の場合は、合板作成は2つの方向でもよい。1つはフープ方向で、他方は軸方向、または2つの螺旋角に沿ってである。非常に顕著な合板作成機械の能力および合板作成時間、および労力の削減が実現される。

10

【 0 0 1 6 】

本発明による複合材料は、複数のサブラミネートモジュールにより構築してもよい。図 7 A は、サブラミネートモジュール 3 3 を含む複合材料 3 1 を図示する。図 7 B は、サブラミネート接合 3 9 を図示するための図 7 A と同様に、サブラミネート 3 7 を用いた複合材料 5 の平面側面図である。サブラミネートシートは幅方向に接続され、シートは厚さ方向に接合部を反復することなく積層される。図 7 A、7 B のサブラミネートは、全て同じでも、異なってもよい。サブラミネートは全て薄肉プライでも、薄肉プライと厚プライの組み合わせでもよく、および/またはサブラミネートは図 1 2 に図示しているような織り交ぜられた織布のプライを有していてもよい。薄肉プライの使用は、サブラミネートの厚さを通常のプライ厚と大体同じにすることができる。この方法を用いることで、特別な機械的特性をもつ製品の大スケールでの複合形成が得られる。

20

【 0 0 1 7 】

薄肉プライトウ形成の1つの方法は、通常のトウの散布である。散布されたトウの断面は、0 . 0 4 mm 以下の厚さ、および約 2 0 mm の幅をもつ長方形である。これらの散布されたトウは容易に織り交ぜられ、織布を構築する。織り交ぜられたトウの断面を図 1 2 に示す。織り交ぜられた織布は、容易に複雑な工作機械の幾何形状に従う高性能のサブラミネートを提供する。このような織り交ぜられた織布の総厚は、薄肉プライの厚さの2倍、すなわち 0 . 0 2 mm の薄肉プライを使えば 0 . 0 4 mm になるだろう。厚肉プライおよび薄肉プライが織り交ぜられた織布の構造性能を図 8 A および 8 B に示しており、プライ厚が右から左へ減少するにつれて機械的特性が増大することを示している。0 . 0 2 mm プライを 0 . 1 2 mm プライに代わって使った場合、剛性の 3 5 % の増加と、最大応力の 2 0 % の減少がある。

30

【 0 0 1 8 】

薄肉プライ 2 4 は、(a) 図 9 に示すように 0 . 0 8 mm 未満、好ましくは 0 . 0 6 mm 未満の厚さをもつドライ繊維 2 6 (すなわち樹脂含浸なし) でもよく、または (b) 0 . 0 8 mm 未満、好ましくは 0 . 0 6 mm 未満の厚さの樹脂含浸 (プリプレグ) シート 2 8 にした繊維 2 6 でもよい (図 1 0) 。

40

【 0 0 1 9 】

例として、複数のプライ 3 6 で構成される3つの層 3 0、3 2、3 4 からなるサブラミネート 2 8 を図 1 1 に示す。プライは端 3 8 に近接して、4 0 におけるように側面に沿って配置でき、そこで層が合わさる (4 2) 。間にはすきまが生じてよい。これらのすきまはラミネートの機械的特性にほんのわずかな影響しか及ぼさない。なぜならばプライ厚は大変小さいからである。

【 0 0 2 0 】

図 1 2 は織り交ぜられたプライ 4 1 の断面である。薄肉プライラミネートは向上した特

50

性をもつ。なぜならばひだの交換領域 4 2 のサイズと図 1 2 に示される結果として生じる角度 A が、プライ厚が減少するに従い小さくなるためである。ひだの効力範囲は、散布されたトウが上下に進路を織り上げ、それらが直交配向のトウに行き当たるとき、より薄いトウでより小さくなる。入れ替わるトウは、互いの厚さを調節するに違いない。トウが薄くなるにしたがって、トウの交換部にはより小さな調節しか必要なくなる。したがって、織り交ぜられたトウの巨視的な剛性および交換部において生じる応力は、この厚さに影響を受ける。トウが薄くなるにしたがい、剛性が高くなり局所応力が小さくなるだろう。

【 0 0 2 1 】

接着継手は、二つの複合成分の接合における最良の方法を与える。接着継手は製造がより容易で、接合部において最小の応力集中を生ぜしめる。広義には、2 種類の結合継手接着剤がある。脆性接着剤と延性接着剤である。図 1 3 A と 1 3 B は、各々さまざまな温度における脆性接着剤および延性接着剤の、荷重-変形曲線である。最も剛性のある接着剤の荷重-変形曲線は、室温における挙動である。温度上昇にしたがって、接着剤はだんだんと延性材料のように振舞う。図 1 3 A の脆性接着剤は、ガラス粉末で補強されたエポキシである。延性接着剤は PMMA である。

【 0 0 2 2 】

新たな接着継手 4 3 は、図 1 4 に示すように薄肉プライを補強材として使用して製造できる。このような接合の有用性は、有限元素分析による予測を示す図 1 5 の表で示される。無強化の接着剤の場合の応力の 5 6 % および 3 0 % への応力減少に注目されたい。それに加えて、この接合設計は、剥離応力と剪断応力との間の均衡を達成し、無強化の接着剤の場合のように一方に対して他方が支配的となることがない。薄肉プライで補強された接着剤の場合、[0] 配向は接着継手にかかる軸方向の力に沿って並んでいる。

【 0 0 2 3 】

シート成形コンパウンドやマットは、チョップされた薄肉プライ繊維を使用して製造できる。これらの製品は、ひだの交換減少による剛性と強度の減少により、より高い性能を有している。加えて、より薄肉プライは曲げ剛性を 3 乗の関係で減じる。すなわち、1 / 6 厚のプライはもとの 1 / 2 1 6 の剛性を持つ。したがって、チョップされた薄肉プライトウからつくられたシート成形コンパウンドは、より容易に成形部の曲率や形状の急激な変化にも適応するだろう。この工程の利点は、向上した剛性と強度に付け加わる。

【 0 0 2 4 】

炭素補強熱可塑性テープのオンライン結合も、品質および工程速度において、薄肉プライの恩恵を受ける。厚肉プライテープの通常のボーディネス（高い剛性）は、テープの厚さがより小さくなると著しく減少し、よりしなやかで柔軟にすることができる。先に議論した同様の 3 乗関係もまた、テープの曲げ剛性にあてはまる。薄いテープを用いたオンライン製造で、テープをよりしなやかにするというたった 1 つの目的のための予備加熱が必要なくなる。この工程は、フィラメントワインディングと次の硬化によって耐圧容器を製造するために用いることができる。

【 0 0 2 5 】

図 1 6 - 1 8 は、金属と薄肉プライラミネートを含む本発明のラミネートの他の形態を図示する。図 1 6 は薄肉プライラミネート 4 6 の片側につけた金属 4 4 を示す。図 1 7 は薄肉プライラミネート 5 2 の両側につけた金属 4 8、5 0 を示す。図 1 6 および 1 7 は、薄肉プライラミネートの片側または両側に金属マトリクス複合材が結合した製品を図示する。金属層は、この技術において既知な、金属箔、蒸着（CVD）、高分子内金属挿入、めっきその他を含む種々の方法にて創られる。金属はラミネートを保護する。被覆されていない薄肉プライラミネートにおいては、表層のプライは非常に薄い。ラミネートの外側の繊維が傷つくと（例えば衝撃、引っ掻きによる）、表層プライにおいて繊維破壊が容易に生じ、それはラミネートの破損を引き起こす。図 1 6 および 1 7 に示される製品は、このような繊維破壊や破損の防止を助ける。図 1 8 A は、薄肉プライラミネート 6 0、6 2 の両側 5 4、5 6 と、中央 5 8 にある金属を示す。図 1 8 B は図 1 8 A の断面で、図 1 8 A のラミネートプライ内の繊維の（90°、-45°）配向を図示する。図 1 8 A および

10

20

30

40

50

18Bに示すように金属マトリクス複合材が薄肉プライラミネートの中央に挿入されると、ラミネート内の二重厚が防止される。これは対称積層に有用で、ラミネート中央での二重厚はマトリクスのひび割れや剥離を引き起こす。図19は金属が無い場合の中間プライ層の二重厚を説明し、これはラミネートのひび割れや剥離を引き起こしやすい。

【0026】

金属と薄肉プライ複合材を用いた金属マトリクス複合材の新たな群は、合理的な低コストにて製造できる。例えば、薄い炭素繊維補強プラスチック（CFRP）をチタンとともに使用した（Tigr：チタン - グラファイト）、または銅とともに使用した（Cugr：銅 - グラファイト）高温複合材料を形成できる。このような金属マトリクス複合材は、化学配管および容器を含む様々な用途において、高温耐性および独特の腐食耐性の両方を有する。

10

【0027】

樹脂トランスファー成形（RTM）および真空アシスト樹脂トランスファー成形（VARTM）工程を含むマットおよび織り交ぜられた織布の場合、薄肉プライ材料の使用は材料の流動をより容易にし、特殊な物理特性を維持しつつ複雑な表面に組織を強化する。

【0028】

先述の実施は本発明の一例として示されている。当業者はこれらの例の変形例に気づくだろう。これらの変形例は本発明の精神に含まれている。

【図1】

図1

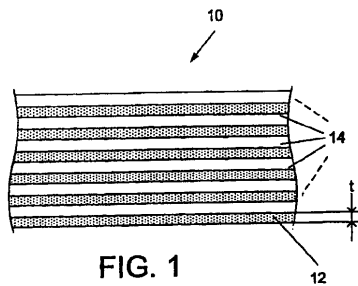


FIG. 1

【図3】

図3

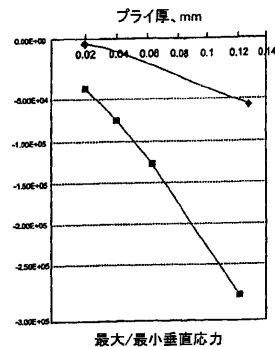
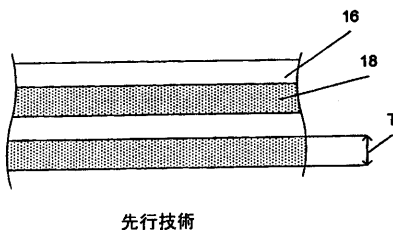


FIG. 3

【図2】

図2



先行技術

FIG. 2

【図4】

図4

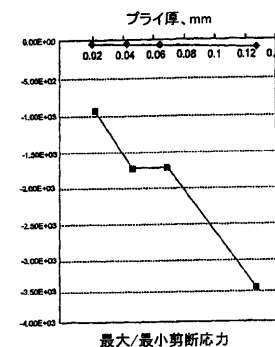


FIG. 4

【図 5】

図 5

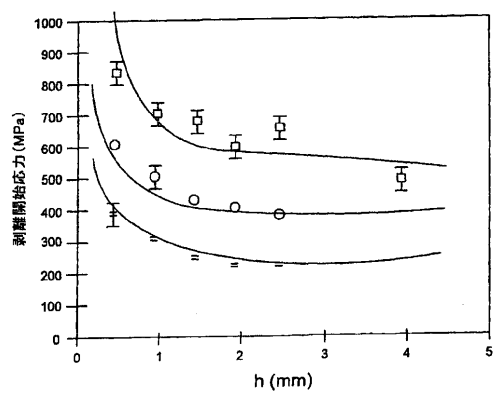


FIG. 5

【図 6 A】

図 6A

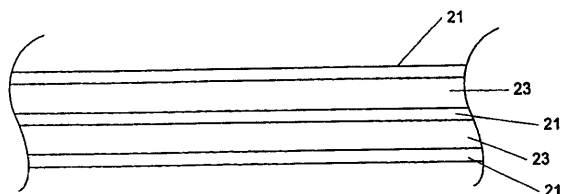


FIG. 6A

【図 7 B】

図 7B

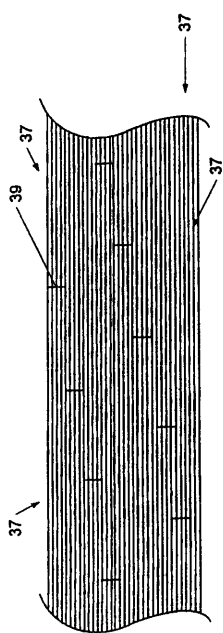


FIG. 7B

【図 6 B】

図 6B

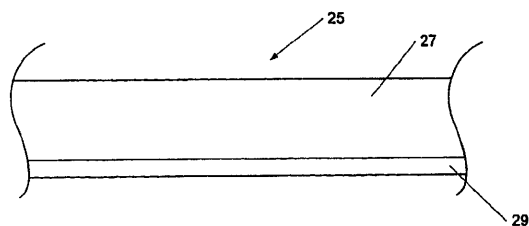


FIG. 6B

【図 7 A】

図 7A

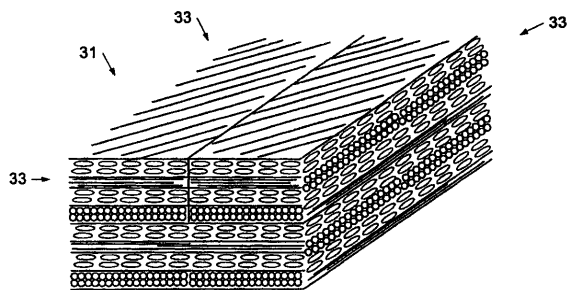


FIG. 7A

【図 8 A】

図 8A

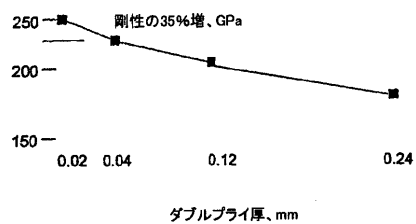


FIG. 8A

【図 8 B】

図 8B

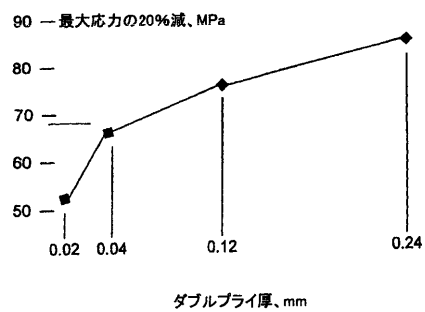


FIG. 8B

【図 9】

図 9

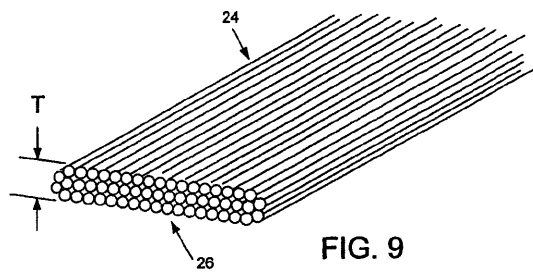


FIG. 9

【図 10】

図 10

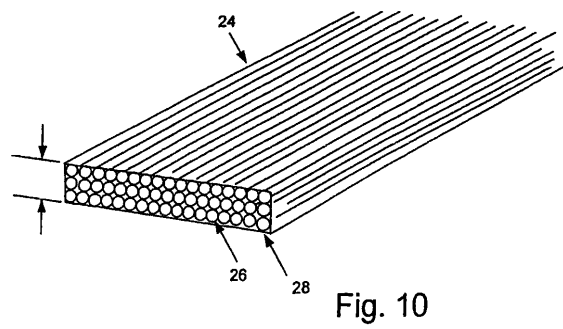


Fig. 10

【図 11】

図 11

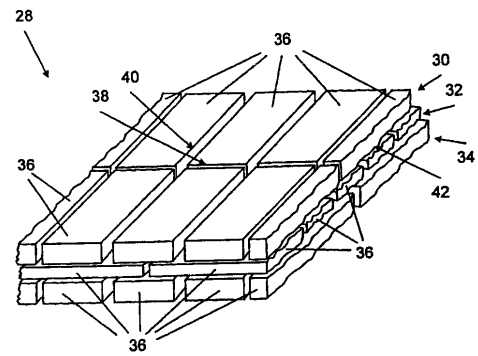


FIG. 11

【図 12】

図 12

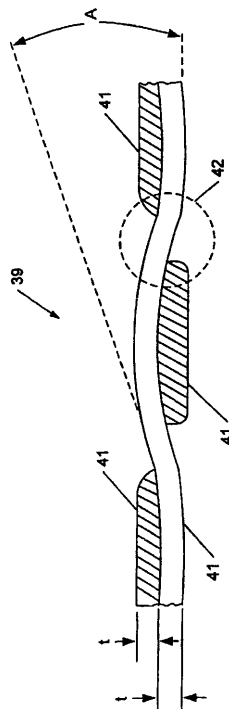


FIG. 12

【図 13 A】

図 13A

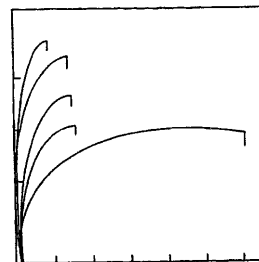


FIG. 13A

【図 13 B】

図 13B

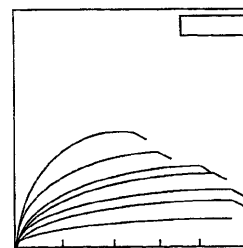


FIG. 13B

【図 14】

図 14

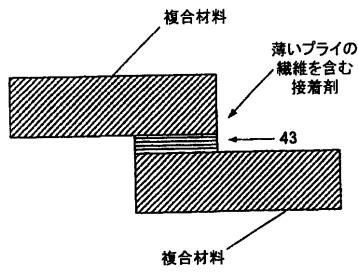


FIG. 14

【図 15】

図 15

接合被着体	接合接着剤	規格化剥離応力	規格化剪断応力
CFRP [0/90]	無強化	0.18	0.33
CFRP [0/90]	薄いプライによる強化	0.10	0.10
	応力減少	56%	30%

FIG. 15

【図 16】

図 16

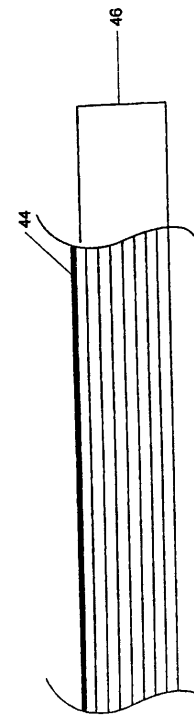


FIG. 16

【図 17】

図 17

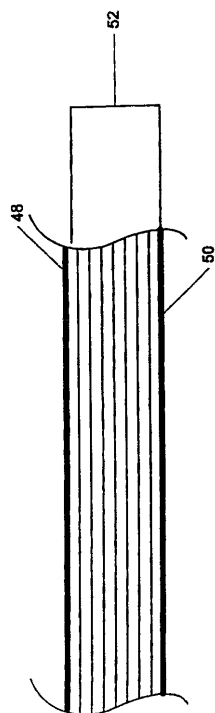


FIG. 17

【図 18 A】

図 18A

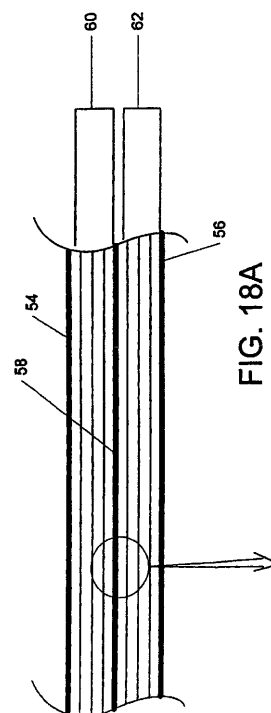


FIG. 18A

【図 18B】

図 18B

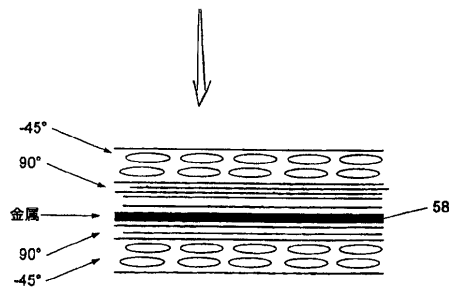


FIG. 18B

【図 19】

図 19

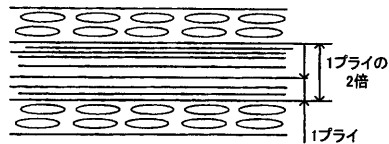


FIG. 19

【手続補正書】

【提出日】平成24年6月11日(2012.6.11)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも炭素薄肉プライの第 1 層と炭素薄肉プライの隣接する第 2 層とを含み、前記炭素薄肉プライは 0.02 mm ~ 0.06 mm の厚さを有する複合材料であって、前記第 1 層の炭素薄肉プライは第 1 の方向に配向し、前記第 2 層の炭素薄肉プライは第 1 の方向に対してある角度で第 2 の方向に配向し、前記複合材料は少なくとも 0.12 mm の厚さを持つ通常のプライと 0.02 ~ 0.06 mm の厚さを持つ薄肉プライとの組み合わせを含む複合材料。

【請求項 2】

材料は炭素薄肉プライのサブミネートモジュールの組み合わせを含む、請求項 1 記載の材料。

【請求項 3】

材料は炭素薄肉プライのサブミネートモジュールと、通常のプライのサブミネートモジュールを含む、請求項 2 記載の材料。

【請求項 4】

材料は炭素薄肉プライと通常のプライを持つサブミネートモジュールを含む、請求項 2 記載の材料。

【請求項 5】

炭素薄肉プライを織り交ぜるか、または編み込む、請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載の材料。

【請求項 6】

材料を樹脂トランスファー成形を用いて形成する、請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載の材料。

【請求項 7】

炭素薄肉プライを接着剤で結合して、複合材および/または金属部品を接着継手で接合するための強化結合材料を与える、請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載の材料。

【請求項 8】

炭素薄肉プライを接着剤で結合して、ハニカムまたはサンドイッチ構造を有する複合部品のための強化結合材料を与える、請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載の材料。

【請求項 9】

請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載の材料を含む製品であって、炭素薄肉プライを熱硬化性または熱可塑性テープに組み込み、製品をテーププレースメント法またはテープワインディング法によって成形し、テープを硬化した製品。

【請求項 10】

請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載の材料と、金属シートとを含む、繊維 - 金属複合材料。

【請求項 11】

金属シートを表面層としてのみ敷設した、請求項 10 記載の複合材料。

【請求項 12】

金属シートを同一の繊維方向を有する薄肉プライの間に敷設した、請求項 10 記載の複合材料。

【請求項 13】

金属をチタンおよび銅からなる群より選択した、請求項 10 記載の複合材料。

フロントページの続き

(74)代理人 100088683

弁理士 中村 誠

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(72)発明者 ステファン・ダブリュ．・ツァイ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 4 3 0 1、パロ・アルト、アルマ・ストリート・ナンバー
7 0 3 1 0 1

(72)発明者 カワベ、カズマサ

福井県福井市川合鷺塚町 6 1

F ターム(参考) 4F100 AB01C AB12C AB17C AD11A AD11B AT00C BA22A BA22B BA25A BA25B

CB00G GB87 JB13A JB13B JB16A JB16B JK00 JK06 JL03

【外国語明細書】
2012196967000001.pdf