

(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2016-30440
(P2016-30440A)

(43) 公開日 平成28年3月7日(2016.3.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B29C 70/52 (2006.01)	B29C 67/14	D 4F205
B29C 70/06 (2006.01)	B29C 67/14	Z
B64C 1/00 (2006.01)	B29C 67/14	U
B64C 1/06 (2006.01)	B64C 1/00	B
B29K 105/08 (2006.01)	B64C 1/06	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L 外国語出願 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-85997 (P2015-85997)
 (22) 出願日 平成27年4月20日 (2015. 4. 20)
 (31) 優先権主張番号 14/340, 982
 (32) 優先日 平成26年7月25日 (2014. 7. 25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500520743
 ザ・ボーイング・カンパニー
 The Boeing Company
 アメリカ合衆国、60606-2016
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
 (74) 代理人 110002077
 園田・小林特許業務法人
 (72) 発明者 ザーフォース, ジョシュア
 アメリカ合衆国 イリノイ 60606,
 シカゴ, ノース リバーサイド プラ
 ザ 100

最終頁に続く

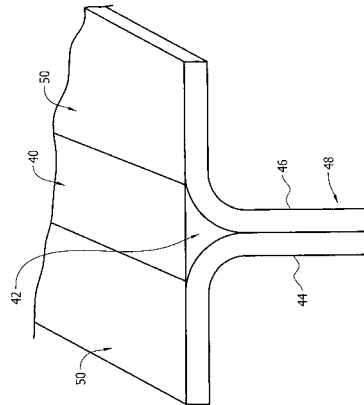
(54) 【発明の名称】 ファブリックで被覆された一方向のヌードル

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】機械的応力及び/又は熱応力により、ヌードルに亀裂が生じることにより、桁全体が脆くなる。桁構築の際に用いられるヌードル全域での亀裂の拡大の防止する方法の提供。

【解決手段】C字チャネル44, 46により形成されるV字型隙間42に充填されるヌードル40において、ヌードル40は、基本的に一方向のプリプレグテープ及び複合プリプレグファブリックストリップの積層体として構成され、ヌードル40のコアに亀裂が生じたとしても、ヌードル40の外表面及び残りの桁構造への亀裂の拡大が防止される構造を有する複合R部充填材ヌードル40。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複合 R 部充填材ヌードルであって、

三角形の断面構成、並びにコアの長さに沿って延びる第 1 の表面 (5 6)、第 2 の表面 (5 8) 及び第 3 の表面 (6 0) を有するコア (5 4) と、

前記コアの第 1 の表面上にスタックされる複数のプリプレグファブリックの第 1 のストリップ (6 4) であって、前記コアの長さに完全に沿って延びる長さを有する複数のプリプレグファブリックの第 1 のストリップ (6 4) と、

前記コアの第 2 の表面上にスタックされる複数のプリプレグファブリックの第 2 のストリップ (6 6) であって、前記コアの長さに完全に沿って延びる長さを有する複数のプリプレグファブリックの第 2 のストリップ (6 6) と、

前記コアの第 3 の表面上にスタックされる複数のプリプレグファブリックの第 3 のストリップ (6 8) であって、前記コアの長さに完全に沿って延びる長さを有する複数のプリプレグファブリックの第 3 のストリップ (6 8) と

を備える、複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 2】

前記コアの長さに沿って延びる一方向のプリプレグテープで構築されている前記コア (5 4) を更に備える、請求項 1 に記載の複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 3】

前記コアの前記三角形の断面に引き抜き成形されている、前記コア (5 4) の一方向のプリプレグテープを更に備える、請求項 2 に記載の複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 4】

前記複数の第 2 のストリップ (6 6) と数が異なる前記複数の第 1 のストリップ (6 4) を更に備える、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 5】

異なる方向に配向された繊維を有する前記複数の第 1 のストリップ (6 4) を更に備える、請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 6】

異なる方向に配向された繊維を有する前記複数の第 2 のストリップ (6 6) を更に備える、請求項 5 に記載の複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 7】

異なる厚さを有する前記複数の第 1 のストリップ (6 4) を更に備える、請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 8】

前記第 1 のストリップのスタックに漸増する幅を有する前記複数の第 1 のストリップ (6 4) を更に備える、請求項 1 から 7 の何れか一項に記載の複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 9】

前記第 1 のストリップのスタックに漸減する幅を有する前記複数の第 1 のストリップ (6 4) を更に備える、請求項 1 から 8 の何れか一項に記載の複合 R 部充填材ヌードル。

【請求項 10】

複合 R 部充填材ヌードルを構築する方法であって、

コア (5 4) が前記コアの長さに沿って延びる第 1、第 2 及び第 3 の表面を含む三角形の断面構成を有した状態で、前記ヌードルの前記コア (5 4) を一方向のプリプレグテープで形成することと、

複数の第 1 のストリップの長さが前記コアの長さに完全に沿って延びた状態で、前記コアの第 1 の表面上にスタックされる複数のプリプレグファブリックの第 1 のストリップ (6 4) を適用することと、

複数のプリプレグファブリックの第 2 のストリップ (6 6) が前記コアの長さに完全に沿って延びる長さを有した状態で、前記コアの第 2 の表面上にスタックされる前記複数のプリプレグファブリックの第 2 のストリップ (6 6) を適用することと、

10

20

30

40

50

複数のプリプレグファブリックの第3のストリップ(68)が前記コアの長さに完全に沿って延びる長さを有した状態で、前記コアの第3の表面上にスタックされる前記複数のプリプレグファブリックの第3のストリップ(68)を適用することとを含む、方法。

【請求項11】

前記コア(54)を、前記コアの前記三角形の断面に引き抜き成形された一方向のプリプレグテープで形成することを更に含む、請求項10に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、航空機構築に使用される共硬化された桁又は縦通材用の複合R部充填材ヌードル(composite, radius filler noodle)に関連する。

【背景技術】

【0002】

航空機用の複合桁又は縦通材の通常構築において、2つの「c」字型複合チャンネルが、背中合わせに接合され、桁の中央ウェブ並びに上部及び下部フランジが形成される。2つのチャンネルの各々が、樹脂を予め含浸させた複数の繊維強化ポリマープライ、又はプリプレグプライで構築される。2つの「c」字型チャンネルが接合されると、それらチャンネルのR部は、中央ウェブがフランジ内に移行する場合に、上部及び下部フランジの中央に沿って小さなv字型隙間を形成する。複合R部充填材は、一般的に「ヌードル」と呼ばれ、通常、これらの隙間を充填するために用いられる。

【0003】

ヌードルは、一方向のプリプレグテープから構築されている。ヌードルはまた、プリプレグファブリックから構築されることもある。どのように構築されても、ヌードルは、複合桁の上部及び下部フランジの隙間に位置決めされ、桁のチャンネルと共硬化される。

【0004】

硬化中に、温度は、通常、華氏350度に達する。桁を加熱し、続いて周囲温度まで冷却すると、ヌードルに亀裂が生じる可能性がある。航空機での使用に際して桁に及ぼされる機械的応力及び/又は熱応力により、最終的な桁構築でもまた、ヌードルに亀裂が生じる可能性がある。ヌードルの亀裂により、桁全体が脆くなる。したがって、桁構築の際に用いられるヌードル全域での亀裂の拡大を防止する又は減らすことにより、複合桁全体を強化させることが望ましい。

【発明の概要】

【0005】

本開示は、複合R部充填材ヌードル、及びヌードル全域での亀裂の拡大を防止するヌードルの構築方法に関連する。ヌードルは、基本的に、一方向の複合プリプレグテープ及び複合プリプレグファブリックストリップから構築される。テープ及びストリップは、ヌードルを構築するための本開示の方法に従って接合され、この場合、万が一、ヌードルのコアに亀裂が生じたとしても、ヌードルの外面及び残りの桁構造への亀裂の拡大が防止される。

【0006】

ヌードルコアは、三角形の断面構成、及びヌードルが使用されるだろう桁上の隙間の全長を充填するように決定される長さを有する。コアの三角形の構成は、コアの長さに沿って延びるコアの第1、第2及び第3の外面を提供する。コアは、コアの長さに沿って延びる一方向のプリプレグテープで構築される。ヌードルを作成する方法によれば、一方向のプリプレグテープは、コアの三角形の断面構成に引き抜き成形される、又はその他の方法でダイ形成される(die-formed)だろう。

【0007】

第1のプリプレグファブリックストリップは、コアの第1の表面を覆う。第1のストリ

10

20

30

40

50

ップは、コアの第1の表面の長さに完全に沿って延びる長さ、及びコアの第1の表面を完全に横断して延びる幅を有する。

【0008】

第2のプリプレグファブリックストリップは、コアの第2の表面を覆う。第2のストリップは、コアの第2の表面の長さに完全に沿って延びる長さ、及びコアの第2の表面を完全に横断して延びる幅を有する。

【0009】

第3のプリプレグファブリックストリップは、コアの第3の表面を覆う。第3のストリップは、コアの第3の表面の長さに完全に沿って延びる長さ、及びコアの第3の表面を完全に横断して延びる幅を有する。

【0010】

第4のプリプレグファブリックストリップは、コアの第1の表面上の第1のストリップを覆う。第4のストリップは、第1のストリップの長さを完全に横断して延びる長さを有する。一つの実施形態では、第4のストリップは、第1のストリップの幅よりも大きな幅を有する。別の実施形態では、第4のストリップの幅は、第1のストリップの幅よりも小さい。

【0011】

第5のプリプレグファブリックストリップは、コアの第2の表面上の第2のストリップを覆う。第5のストリップは、第2のストリップの長さに完全に沿って延びる長さを有する。一つの実施形態では、第5のストリップは、第2のストリップの幅よりも大きな幅を有する。別の実施形態では、第5のストリップは、第2のストリップの幅よりも小さな幅を有する。

【0012】

第6のプリプレグファブリックストリップは、コアの第3の表面上の第3のストリップを覆う。ファブリックの第6のストリップは、第3のストリップの長さに完全に沿って延びる長さを有する。一つの実施形態では、第6のストリップは、第3のストリップの幅よりも大きな幅を有する。別の実施形態では、第6のストリップは、第3のストリップの幅よりも小さな幅を有する。

【0013】

第7のプリプレグファブリックストリップは、第4のストリップ及び第1のストリップを覆う。第7のストリップは、第4のストリップの長さに完全に沿って延びる長さを有する。一つの実施形態では、第7のストリップは、第4のストリップを完全に横断して延びる幅を有する。別の実施形態では、第7のストリップは、第4のストリップの幅よりも小さな幅を有する。

【0014】

第8のプリプレグファブリックストリップは、第5のストリップ及び第2のストリップを覆う。第8のストリップは、第5のストリップの長さに完全に沿って延びる長さを有する。一つの実施形態では、第8のストリップは、第5のストリップの幅を完全に横断して延びる幅を有する。別の実施形態では、第8のストリップは、第5のストリップの幅よりも小さな幅を有する。

【0015】

第9のプリプレグファブリックストリップは、第6のストリップ及び第3のストリップを覆う。第9のストリップは、第6のストリップの長さに完全に沿って延びる長さを有する。一つの実施形態では、第9のストリップは、第6のストリップの幅を完全に横断して延びる幅を有する。別の実施形態では、第9のストリップは、第6のストリップの幅よりも小さな幅を有する。

【0016】

前述のヌードルの構築において、ヌードルコアの外面上のファブリックストリップの複数のプライにより、ヌードルコアのサイズを縮小することができ、これにより、熱的に誘導されるマトリックス亀裂がコアで生じる可能性は、恐らく低下することになる。コアの

10

20

30

40

50

外面上にあるファブリックストリップの複数のプライにより製作されるファブリックジャケットは、ヌードルコアからの亀裂の拡大を防止するために、より高い破壊靱性材料を、コア外側及びコア外側への険しい亀裂経路に提供する。このすべてが、ヌードル外側の構成に影響することなく、遂行される。ヌードルの一方向のコアは、既存の引き抜き機で高速で製作することができ、コア外面上のファブリックストリップは、一方向のコアが取り付けられるのと同時に、桁又は縦通材チャージ (spar or stringer charges) に取り付けられることができる。ファブリックストリップの数及び配向は、所望レベルの機械的強度を実現するために調節することができる。コアの外面上にあるファブリックストリップの数を変更することによっても、コアの大きさを調節することができるのであるが、これは、引き抜き形成により高速で製作するのに十分な大きさにコアを維持しつつ、亀裂を防止するために理想的なより小さなコアを実現するために望ましい。ファブリックストリップの複数のプライは、コアの外面上で組み合わせることができ、又は複数のプライがコアの表面に対して組み合わせられる前に、ストリップの平坦な構成の平坦なツール上で組み合わせることもできるだろう。

10

【0017】

上述の特徴、機能及び利点は、様々な実施形態において独立して実現することができ、又は他の実施形態で組み合わせられてもよいのであるが、これらのさらなる詳細は、以下の説明及び図面を参照して理解することができる。

【0018】

本開示の対象となるものの更なる特徴が、以下の記述及び図面で説明される。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】航空機の製造及び保守方法のフロー図である。

【図2】航空機のブロック図である。

【図3】2つの背中合わせの「c」字型複合チャネルにより形成されるv字型隙間に取り付けられる、本開示の複合R部充填材ヌードルの部分斜視図の表示である。

【図4】構築の一つの方法により構築されたヌードルの端面図の表示である。

【図5】ヌードルを構築する方法を実践する際に用いられるプリプレグファブリックストリップの層の端面図の表示である。

【図6】ヌードルを構築する方法で用いられるプリプレグファブリックストリップの層の端面図の表示である。

30

【図7】ヌードルの変形実施形態の端面図の表示である。

【図8】ヌードルを構築する変形実施形態の表示である。

【図9】図8の方法により構築されたヌードルの変形実施形態の端面図の表示である。

【図10】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図11】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図12】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

40

【図13】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図14】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図15】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図16】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図17】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

50

【図 18】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図 19】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図 20】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【図 21】ヌードルの先端縁部に沿って接触する一対のプリプレグファブリックストリップ間の相互作用の表示である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

10

より詳しく図面を参照すると、本開示の実施形態は、図 1 に示される航空機の製造及び保守方法 10、及び図 2 に示される航空機 12 に照らして記述され得る。製造前の段階では、例示的な方法 10 は、航空機 12 の仕様及び設計 14 と、材料の調達 16 とを含み得る。製造段階では、航空機 12 の、構成要素及びサブアセンブリの製造 18 と、システムインテグレーション 20 とが行われる。その後、航空機 12 は、認可及び納品 22 を経て、運航 24 に供される。顧客により運航される間に、航空機 12 は、定期的な整備及び保守 26（改造、再構成、改修なども含み得る）が予定される。

【0021】

方法 10 の各プロセスは、システムインテグレーター、第三者、及び / 又はオペレーター（例えば顧客）によって実行又は実施され得る。本明細書の目的のために、システムインテグレーターは、限定しないが、任意の数の航空機製造者及び主要システムの下請業者を含み、第三者は、限定しないが、任意の数のベンダー、下請業者、及び供給業者を含み、かつ、オペレータは、航空会社、リース会社、軍事団体、サービス機関などであり得る。

20

【0022】

図 2 に示されるように、例示的方法 10 によって製造された航空機 12 は、複数のシステム 30 及び内装 32 を有する機体 28 を含み得る。高レベルのシステム 30 の例は、推進システム 34、電気システム 36、油圧システム 36、及び環境システム 38 のうちの一つ又は複数を含む。任意の数の他のシステムが含まれてもよい。航空宇宙産業の例を示したが、本発明の原理は、自動車産業などの他の産業にも適用され得る。

30

【0023】

本明細書中で実施される装置及び方法は、製造及び保守方法 10 の任意の一つ又は複数の段階において用いられ得る。例えば、製造プロセス 18 に対応する構成要素又はサブアセンブリは、航空機 12 の運航中に製造される構成要素又はサブアセンブリと類似の方法で作製又は製造され得る。また、一つ又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、若しくはそれらの組み合わせは、例えば、航空機 12 の組立を実質的に効率化するか、又は航空機 12 のコストを削減することにより、製造段階 18 及び 20 において利用され得る。同様に、装置の実施形態、方法の実施形態、若しくはそれらの組み合わせのうちの一つ又は複数を、航空機 12 の運航中に、例えば限定しないが、整備及び保守 26 に利用することもできる。

40

【0024】

図 3 は、2 つの背中合わせの「c」字型複合チャンネル 44、46 により形成される v 字型隙間 42 に取り付けられる、本開示の複合 R 部充填材ヌードルの部分斜視図の表示である。c 字型チャンネル 44、46 の上側部分だけが、図 3 に表示される。c 字型チャンネル 44、46 は、航空機用の複合桁又は縦通材の通常構築において使用される。2 つのチャンネル 44、46 は各々、複数のプリプレグプライで構築される。2 つのチャンネル 44、46 は、背中合わせに接合され、桁の中央ウェブ 48、並びに桁の上部フランジ 50 及び下部フランジを形成するが、図 3 では、上部フランジのみが示された状態である。図 3 に示されるように、本開示のヌードル 40 は、桁の上部フランジ及び下部フランジに形成される v 字型の隙間 42 を充填するために構築される。

50

【 0 0 2 5 】

図 4 を参照すると、ヌードル 4 0 の端面図は、ヌードル 4 0 構築の詳細を示して表示される。ヌードル 4 0 は、図 3 に表示されるヌードルの配向から 1 8 0 ° 回転して示される。ヌードルは、基本的に、一方向の複合プリプレグテープ及び複合プリプレグファブリックストリップから構築される。テープ及びストリップは、ヌードルを構築するための本開示の方法に従って接合され、この場合、万が一、ヌードルのコアに亀裂が生じたとしても、ヌードルの外面への亀裂の拡大が防止される。

【 0 0 2 6 】

ヌードル 4 0 は、三角形の断面構成を有するコア 5 4 で構築される。コア 5 4 は、桁上の V 字型隙間の全長を充填するように決定される長さを有する。コア 5 4 の三角形の構成は、コアの第 1 の外面 5 6、第 2 の外面 5 8 及び第 3 の外面 6 0 を提供する。これらの外面の各々は、コア 5 4 の長さに対して延びる。コアの第 1 の表面 5 6 は、平坦である。この表面は、桁フランジ 5 0 の中央に形成される隙間 4 2 の上部全域に延びるだろう。第 2 の表面 5 8 及び第 3 の表面は、湾曲している。これらの表面は、V 字型隙間 1 2 の下部に形成される R 部の湾曲と一致するだろう。コア 5 4 は、コアの長さに沿って延びる一方向のプリプレグテープで構築される。コア 5 4 は、三角形のヌードルのストリップ間を先端まで延びるコア 5 4 とともに記述されるストリップの層内部の全領域を充填する。コア 5 4 を構築する際に、他の材料は使用されない。ヌードルを作成する方法 1 0 によれば、一方向のプリプレグテープは、示されるコアの三角形の断面構成に引き抜き成形される、又はその他の方法でダイ形成されるだろう。

【 0 0 2 7 】

第 1 のプリプレグファブリックストリップ 6 4 は、コアの第 1 の表面 5 6 を覆う。第 1 のストリップ 6 4 は、コアの第 1 の表面 5 6 の長さ完全に沿って延びる長さ、及びコアの第 1 の表面 5 6 を完全に横断して延びる幅を有する。図面に表示されるヌードル 4 0 の例では、第 1 のストリップ 6 4 の幅は、およそ 0 . 7 3 8 インチである。

【 0 0 2 8 】

第 2 のプリプレグファブリックストリップ 6 6 は、コアの第 2 の表面 5 8 を覆う。第 2 のストリップ 6 6 は、コアの第 2 の表面 5 8 の長さ完全に沿って延びる長さ、及びコアの第 2 の表面 5 8 を完全に横断して延びる幅を有する。図面に表示されるヌードル 4 0 の例では、第 2 のストリップ 6 6 の幅は、およそ 0 . 5 9 3 インチである。

【 0 0 2 9 】

第 3 のプリプレグファブリックストリップ 6 8 は、コアの第 3 の表面 6 0 を覆う。第 3 のストリップ 6 8 は、コアの第 3 の表面 6 0 の長さ完全に沿って延びる長さ、及びコアの第 3 の表面 6 0 を完全に横断して延びる幅を有する。図面に表示されるヌードル 4 0 の例では、第 3 のストリップ 6 8 の幅は、第 2 のストリップ 6 6 の幅と実質的に同一であり、およそ 0 . 5 9 3 インチである。

【 0 0 3 0 】

第 4 のプリプレグファブリックストリップ 7 2 は、コアの第 1 の表面 5 6 上の第 1 のストリップ 6 4 を覆う。第 4 のストリップ 7 2 は、第 1 のストリップ 6 4 の長さを完全に横断して延びる長さを有する。図 4 に示される実施形態では、第 4 のストリップ 7 2 は、第 1 のストリップ 6 4 の幅よりも大きな幅を有する。別の実施形態では、第 4 のストリップ 7 2 ' の幅は、第 1 のストリップ 6 4 ' の幅よりも小さい。この実施形態は、図 8 及び図 9 で表示される。

【 0 0 3 1 】

第 5 のプリプレグファブリックストリップ 7 4 は、コアの第 2 の表面 5 8 上の第 2 のストリップ 6 6 を覆う。第 5 のストリップ 7 4 は、第 2 のストリップ 6 6 の長さ完全に沿って延びる長さを有する。図 4 に示される実施形態では、第 5 のストリップ 7 4 は、第 2 のストリップ 6 6 の幅よりも大きな幅を有する。別の実施形態では、第 5 のストリップ 7 4 ' は、第 2 のストリップ 6 6 ' の幅よりも小さな幅を有する。この実施形態は、図 8 及び図 9 で表示される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

第6のプリプレグファブリックストリップ76は、コアの第3の表面60上のストリップ68を覆う。第6のストリップ76は、第3のストリップ68の長さに完全に沿って延びる長さを有する。図4に示される実施形態では、第6のストリップ76は、第3のストリップ68の幅よりも大きな幅を有する。別の実施形態では、第6のストリップ76'は、第3のストリップ68'の幅よりも小さな幅を有する。この実施形態は、図8及び図9で表示される。

【 0 0 3 3 】

第7のプリプレグファブリックストリップ80は、第4のストリップ72及び第1のストリップ64を覆う。第7のストリップ80は、第4のストリップ72の長さに完全に沿って延びる長さを有する。図4に示される実施形態では、第7のストリップ80は、第4のストリップ72より大きく、かつ第4のストリップ72を完全に横断して延びる幅を有する。別の実施形態では、第7のストリップ80'は、第4のストリップ72'の幅よりも小さな幅を有する。この実施形態は、図8及び図9で表示される。

10

【 0 0 3 4 】

第8のプリプレグファブリックストリップ82は、第5のストリップ74及び第2のストリップ66を覆う。第8のストリップ82は、第5のストリップ74の長さに完全に沿って延びる長さを有する。図4に示される実施形態では、第8のストリップ82は、第5のストリップ74の幅より大きく、かつ第5のストリップ74の幅を完全に横断して延びる幅を有する。別の実施形態では、第8のストリップ82'は、第5のストリップ74'の幅よりも小さな幅を有する。この実施形態は、図8及び図9で表示される。

20

【 0 0 3 5 】

第9のプリプレグファブリックストリップ84は、第6のストリップ76及び第3のストリップ68を覆う。第9のストリップ84は、第6のストリップ76の長さに完全に沿って延びる長さを有する。図4に示される実施形態では、第9のストリップ84は、第6のストリップ76の幅より大きく、かつ第6のストリップ76の幅を完全に横断して延びる幅を有する。別の実施形態では、第9のストリップ84'は、第6のストリップ76'の幅よりも小さな幅を有する。この実施形態は、図8及び図9で表示される。

【 0 0 3 6 】

前述の図4に示されたヌードル40の実施形態は、コア54の3つの表面各々の上にあるプリプレグファブリックストリップの3つのプライで構築されているが、ヌードルは、もっと少ないファブリックのプライ又はもっと多いファブリックのプライで構築することもできるだろう。例えば、図7に表示されるヌードルは、ヌードルコアの3つの表面の各々の上にあるプリプレグファブリックストリップの4つのプライで構築されている。

30

【 0 0 3 7 】

ヌードル40のストリップの各々は、光レーザーテンプレート(OLT)により補助される大きさに切断される。OLTは、基本的に、平坦なツール表面上又は構築されている桁上のガントリーに装着される数値制御されたレーザーシステムである。OLTは、ストリップが切断され、次に建造される間、ストリップ各々のアウトラインをツール又はパーツ上に投影する。ストリップは、スタックされる間、各投影されたアウトライン上に建造される。ストリップスタックは、平らに積層され(2つ、3つ又は4つのストリップが高位に)、内部空洞又は隙間42に隣接しているc字型チャンネル44、46及び桁上部フランジ50の表面上に取り付けられる(反転されるか反転されないかのどちらかで)。コア54の任意の過充填は、コアを製作するために使用される一方向のプリプレグテープの幅に基づき変更可能である。コア54は、任意の方法により製作又は形成することができる。先ほど述べられたように、引き抜き形成は、製作速度に基づく製作の現在の選択肢である。ストリップの数及びストリップの幅もまた、変更できる。この組み合わせにより、他のヌードルよりも多くの設計空間が可能になる。例えば、有限要素法(FEM)テストの結果は、コア54が、ピーク応力を最小化するためにある程度の面積である必要があると決定するために、使用することができる。次いで、隙間42の適切な過充填を実現し、亀

40

50

裂保護の量（ストリップが増えれば、等しく保護も増える）と、更にはストリップ積層物の剛性とを調整できるように、大きさを決定することができる（ストリップ積層物の配向に基づくFEMの結果を迅速に統合することができる）。代替的には、同一のコアを利用する、異なる大きさの2つのヌードルを設計することが可能である。

【0038】

図5は、コアの第1の表面56に適用されるストリップ64、72、80のスタックの表示である。図6は、コアの第2の表面58に適用されるストリップ66、74、82のスタックの表示である。コアの第3の表面60に適用されるストリップ68、76、84のスタックは、図6に示されるスタックと同一だろう。図4に表示されるヌードル40の実施形態を構築する際、コア54それぞれの表面56、58、60への適用に先立ち、ストリップがまずスタックされ、次にひっくり返される。

10

【0039】

図8は、切断されたストリップがコアの表面に適用されている表示であり、この場合、スタックの最大幅のストリップがコア表面に適用されている。これは、図9で表示されるヌードル40'の実施形態を製作する。

【0040】

ヌードル40の遠位先端縁部に沿って接触するファブリックストリップのプライは、基本的に3つの方法で一体化する。これらは、図10から図21に表示され、これらの図は、プライがヌードルの遠位先端縁部で一体化すると、ヌードル40の最大幅のストリップの遠位縁部間で可能な相互作用を示している。図10から図21は、図4、図7及び図9に示されるような、第7のストリップ80、80'又はヌードルのベースストリップの縁部の、第9のストリップ84、84'又はヌードルの右サイドストリップとの相互作用の例を表示する。図4、図7及び図9に示されるような、第7のストリップ80、80'又はヌードル40のベースストリップ、並びにヌードルの左遠位端先端における第8のストリップ82、82'は、図10から図21に示される相互作用の鏡像であろうと理解されるべきである。

20

【0041】

図10から図13に表示されるように、最大幅のサイドストリップ又は第9のストリップ84、84'の端縁部は、同一の終点90で最大幅のベースストリップ又は第7のストリップ80、80'と相互作用する。

30

【0042】

代替的には、最大幅のサイドストリップ又は第9のストリップ84、84'の端縁部は、図14から図17に表示されるように、最大幅のベースストリップ又は第7のストリップ80、80'の端縁部をわずかに越えて延びる。

【0043】

更に、最大幅のベースストリップ又は第7のストリップ80、80'の端縁部は、図18から図21に表示されるように、最大幅のサイドストリップ又は第9のストリップ84、84'の端縁部をわずかに越えて延びる。

【0044】

最大幅のサイドストリップ又は第9のストリップ84、84'の端縁部と最大幅のベースストリップ又は第7のストリップ80、80'との間の相互作用ごとに、ストリップ端縁部が、図10、図11、図14、図15、図18及び図19に表示されるような斜角縁部、又は図12、図13、図16、図17、図20及び図21に表示されるような角ばった縁部で終了するように、ストリップ端縁部を任意の角度で切断することができる。

40

【0045】

また更に、最大幅のサイドストリップ又は第9のストリップ84、84'の端縁部は、図10、図12、図14、図16、図18及び図20に表示されるような共接触部（*co-tangency*）92の小さな面積に沿って、最大幅のベースストリップ又は第7のストリップ80、80'の端縁部と接触することができる、若しくは端縁部は、図11、図13、図15、図17、図19及び図21に表示されるような単一点94のみで接触し

50

得る。

【0046】

前述のヌードルの構築において、ヌードルコアの外面上のファブリックストリップの複数のプライにより、ヌードルコアのサイズを縮小することができ、これにより、熱的に誘導されるマトリクス亀裂がコアで生じる可能性は、恐らく低下することになる。コアの外面上にあるファブリックストリップの複数のプライにより製作されるファブリックジャケットは、ヌードルコアからの亀裂の拡大を防止するために、より高い破壊靱性材料を、コア外側及びコア外側への険しい亀裂経路に提供する。このすべてが、ヌードル外側の構成に影響することなく、遂行される。ヌードルの一方向のコアは、既存の引き抜き機で高速で製作することができ、コア外面上のファブリックストリップは、一方向のコアが取り付けられるのと同時に、桁又は縦通材チャージ (spar or stringer charges) に取り付けられることができる。ファブリックストリップの数、厚さ及び繊維配向は、所望レベルの機械的強度を実現するために調節することができる。例えば、複数の第1のストリップは、異なる方向に配向された繊維及び異なる厚さを有することができるだろう。さらに、複数の第2のストリップもまた、異なる方向に配向された繊維を有することなどができるだろう。コアの外面上にあるファブリックストリップの数を変更することによっても、コアの大きさを調節することができるのであるが、これは、引き抜き形成により高速で製作するのに十分な大きさにコアを維持しつつ、亀裂を防止するために理想的なより小さなコアを実現するために望ましい。ファブリックストリップの複数のプライは、コアの外面上で組み合わせることができ、又は複数のプライがコアの表面に対して組み合わせられる前に、ストリップの平坦な構成の平坦なツール上で組み合わせること

10

20

【0047】

本開示の態様によれば、複合R部充填材ヌードルであって：三角形の断面構成、並びにコアの長さに沿って延びる第1、第2及び第3の表面を有するコアであって、コアの長さに沿って延びる一方向のプリプレグテープで構築されているコアであって、一方向のプリプレグテープは、コアの三角形の断面に引き抜き成形されている、コアと；コアの第1の表面上のプリプレグファブリックの第1のストリップであって、コアの長さ完全に沿って延びる長さ、コアの第1の表面を完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第1のストリップと；コアの第2の表面上のプリプレグファブリックの第2のストリップであって、コアの長さ完全に沿って延びる長さ、コアの第2の表面を完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第2のストリップと；コアの第3の表面上のプリプレグファブリックの第3のストリップであって、コアの長さ完全に沿って延びる長さ、コアの第3の表面を完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第3のストリップとを備える、複合R部充填材ヌードルが提供される。

30

【0048】

有利には、複合R部充填材ヌードルは、第1のストリップ上のプリプレグファブリックの第4のストリップであって、第1のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第1のストリップを完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第4のストリップと；第2のストリップ上のプリプレグファブリックの第5のストリップであって、第2のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第2のストリップを完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第5のストリップと；第3のストリップ上のプリプレグファブリックの第6のストリップであって、第3のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第3のストリップを完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第6のストリップとを更に備える。

40

【0049】

有利には、複合R部充填材ヌードルは、第1のストリップ上のプリプレグファブリックの第4のストリップであって、第1のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第1のストリップの幅より小さな幅とを有する、プリプレグファブリックの第4のストリッ

50

プと；第2のストリップ上のプリプレグファブリックの第5のストリップであって、第2のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第2のストリップの幅より小さな幅とを有する、プリプレグファブリックの第5のストリップと；第3のストリップ上のプリプレグファブリックの第6のストリップであって、第3のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第3のストリップの幅より小さな幅とを有する、プリプレグファブリックの第6のストリップとを更に備える。

【0050】

有利には、複合R部充填材ヌードルは、第4のストリップ上のプリプレグファブリックの第7のストリップであって、第4のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第4のストリップの幅を完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第7のストリップと；第5のストリップ上のプリプレグファブリックの第8のストリップであって、第5のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第5のストリップの幅を完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第8のストリップと；第6のストリップ上のプリプレグファブリックの第9のストリップであって、第6のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第6のストリップの幅を完全に横断して延びる幅とを有する、プリプレグファブリックの第9のストリップとを更に備える。

10

【0051】

有利には、複合R部充填材ヌードルは、第4のストリップ上のプリプレグファブリックの第7のストリップであって、第4のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第4のストリップの幅より小さな幅とを有する、プリプレグファブリックの第7のストリップと；第5のストリップ上のプリプレグファブリックの第8のストリップであって、第5のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第5のストリップの幅より小さな幅とを有する、プリプレグファブリックの第8のストリップと；第6のストリップ上のプリプレグファブリックの第9のストリップであって、第6のストリップの長さ完全に沿って延びる長さ、第6のストリップの幅より小さな幅とを有する、プリプレグファブリックの第9のストリップとを更に備える。

20

【0052】

有利には、複合R部充填材ヌードルは、異なる方向に配向された繊維を有する第4及び第1のストリップと、異なる方向に配向された繊維を有する第5及び第2のストリップと、異なる方向に配向された繊維を有する第6の及び第3のストリップとを更に備える。

30

【0053】

有利には、複合R部充填材ヌードルは、異なる方向に配向された繊維を有する第4及び第1のストリップと、異なる方向に配向された繊維を有する第5及び第2のストリップと、異なる方向に配向された繊維を有する第6の及び第3のストリップとを更に備える。

【0054】

有利には、複合R部充填材ヌードルは、異なる厚さを有する第4及び第1のストリップと、異なる厚さを有する第5及び第2のストリップと、異なる厚さを有する第6の及び第3のストリップとを更に備える。

【0055】

有利には、複合R部充填材ヌードルは、厚さが異なる第4及び第1のストリップと、厚さが異なる第5及び第2のストリップと、厚さが異なる第6の及び第3のストリップとを更に備える。

40

【0056】

本発明の範囲から逸脱せずに、本明細書中に記載され図示された装置の構築及びその装置の構築方法に様々な改良を加えることができるであろうから、先ほどの記述に含まれ、添付図面に示されたすべての対象となるものは、限定というよりむしろ例示として解釈されたい。したがって、本開示の幅広さ及び範囲は、先述の例示的实施形態のうちの任意のものによって限定されるべきではなく、本明細書に添付される以下の特許請求の範囲及びそれらと同等のものによってのみ定義されるべきである。

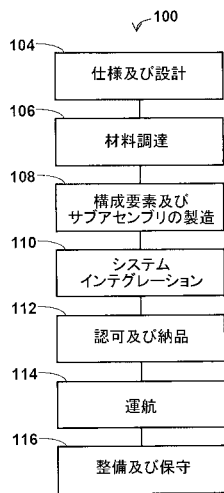
【符号の説明】

50

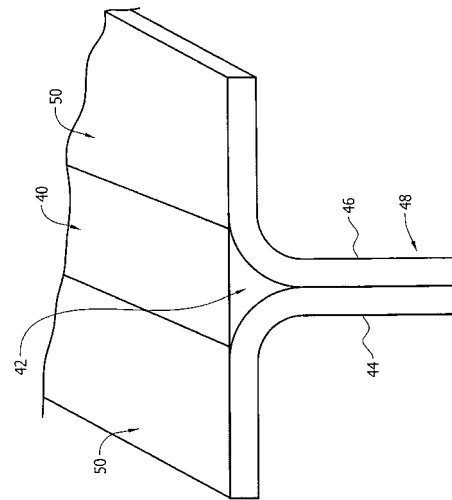
【 0 0 5 7 】

- 1 0 方法
- 4 0 ノードル
- 4 2 隙間
- 4 4、4 6 チャンネル
- 4 8 中央ウェブ
- 5 0 上部フランジ
- 5 4 コア
- 5 6 第 1 の表面
- 5 8 第 2 の表面
- 6 0 第 3 の表面
- 6 4、6 6、6 8、7 2、7 4、7 6、8 0、8 2、8 4 ストリップ
- 9 0 終点
- 9 2 共接触部
- 9 4 単一点

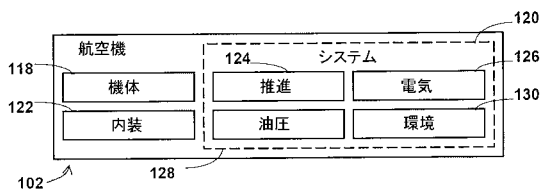
【 図 1 】



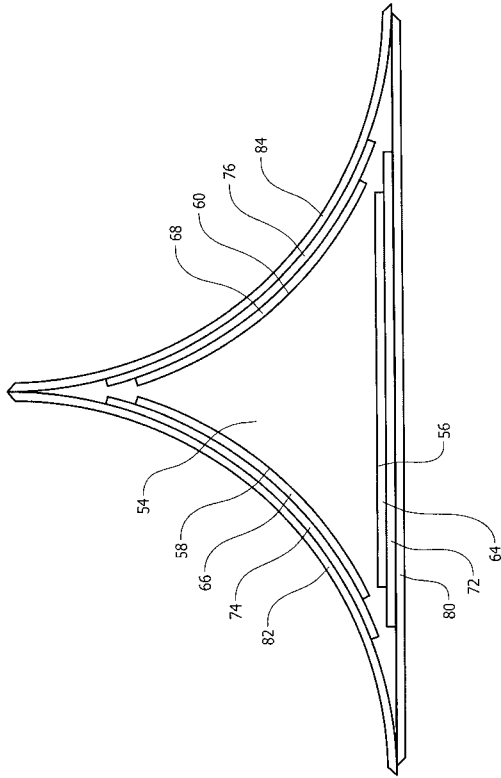
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



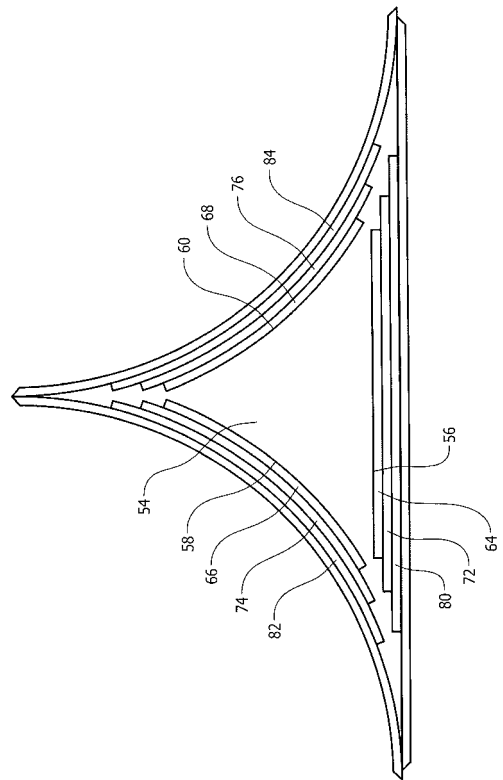
【 図 5 】



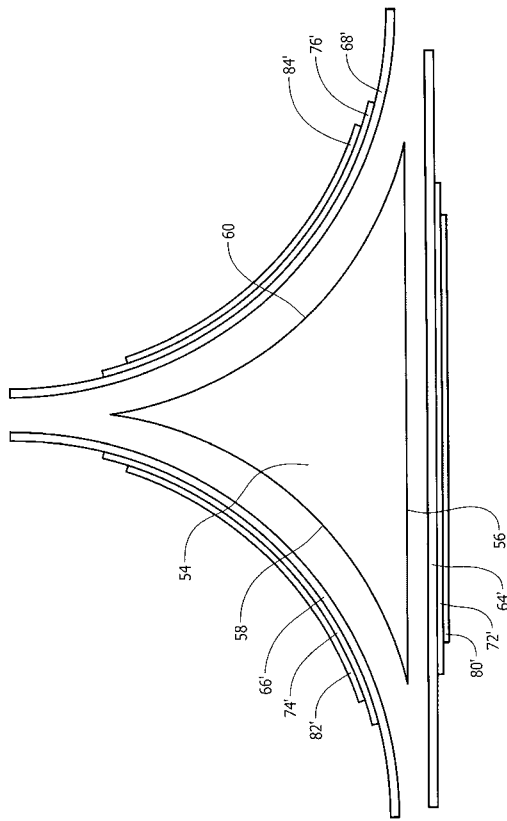
【 図 6 】



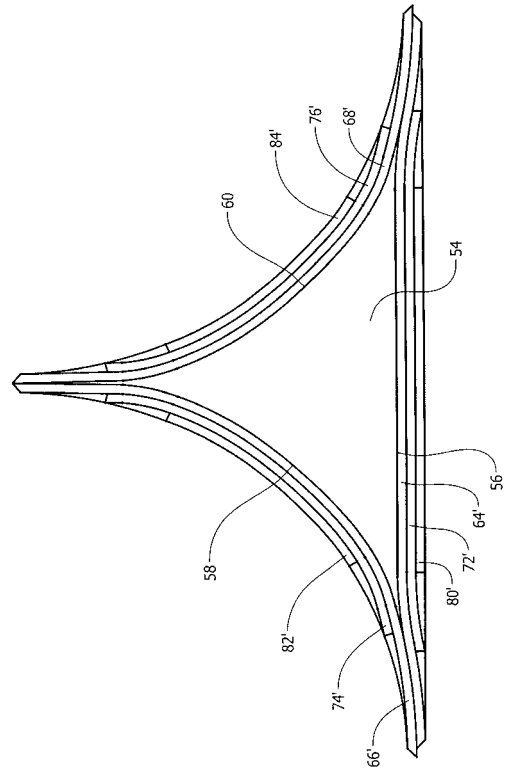
【 図 7 】



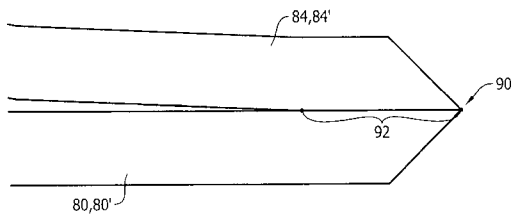
【 図 8 】



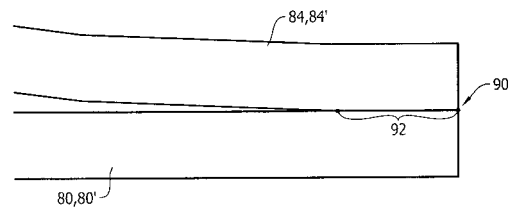
【 図 9 】



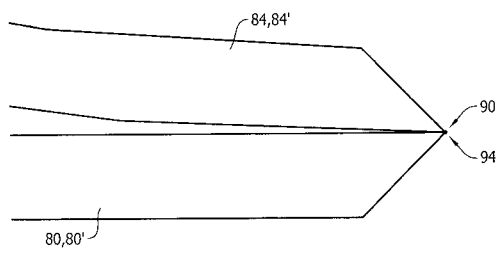
【 図 10 】



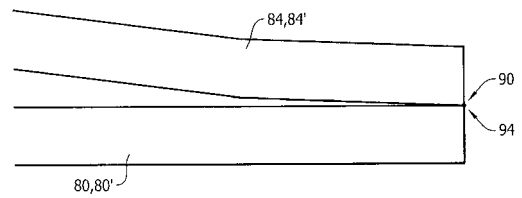
【 図 12 】



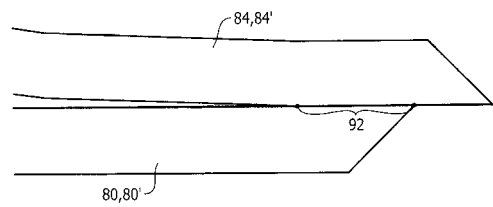
【 図 11 】



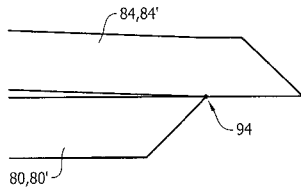
【 図 13 】



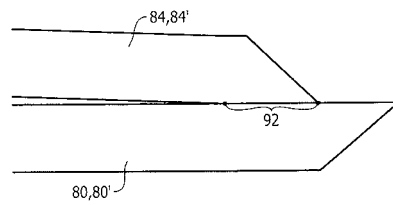
【 図 14 】



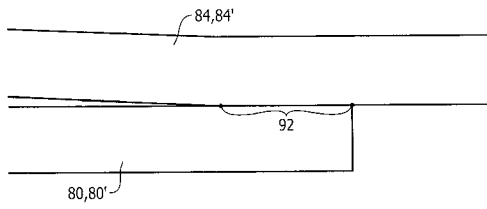
【 図 1 5 】



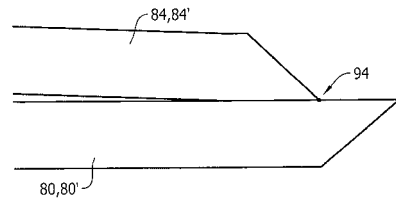
【 図 1 8 】



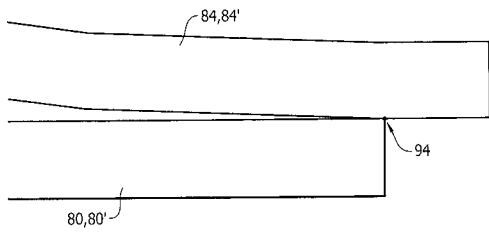
【 図 1 6 】



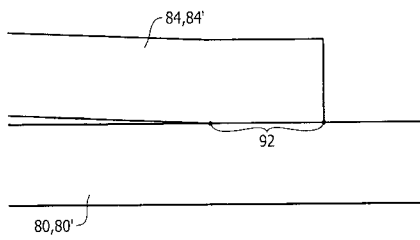
【 図 1 9 】



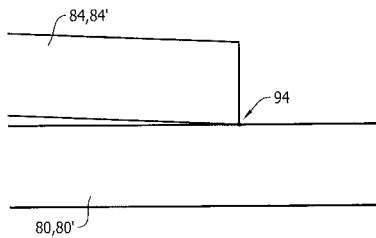
【 図 1 7 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 9 K 105:08

(72)発明者 アンドリューコフ, ヴラディスラフ
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100

(72)発明者 キャンベル, ダレル ディー.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100

Fターム(参考) 4F205 AA36 AC03 AD16 AG03 AH31 HA05 HA22 HA33 HA37 HA45
HB02 HC01 HC17 HF23 HL11 HT01 HT11

【外国語明細書】

2016030440000001.pdf

2016030440000002.pdf

2016030440000003.pdf

2016030440000004.pdf