

(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2004-338465

(P2004-338465A)

(43) 公開日 平成16年12月2日(2004.12.2)

(51) Int.Cl.⁷

B 6 4 C 1/00

B 6 4 C 3/18

F I

B 6 4 C 1/00

B 6 4 C 3/18

テーマコード (参考)

B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-135208 (P2003-135208)

(22) 出願日 平成15年5月14日 (2003.5.14)

(71) 出願人 000006297

村田機械株式会社

京都府京都市南区吉祥院南落合町3番地

(74) 代理人 100080621

弁理士 矢野 寿一郎

(72) 発明者 山本 卓

京都市伏見区竹田向代町136番地 村田
機械株式会社本社工場内

(54) 【発明の名称】 コーナーフィラー及びコーナーフィラーを充填した構造体及びコーナーフィラーの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 強化繊維と樹脂とから成る複合材料で成形された「I」字型又は「T」字型等の桁材を、スキンに取り付けたときに、該桁材と該スキンとのジョイント部に形成される楔型の隙間に充填するためのコーナーフィラーを製造する方法を提供する。

【解決手段】 前記の隙間に充填するためのコーナーフィラーを、以下の流れで製造する。

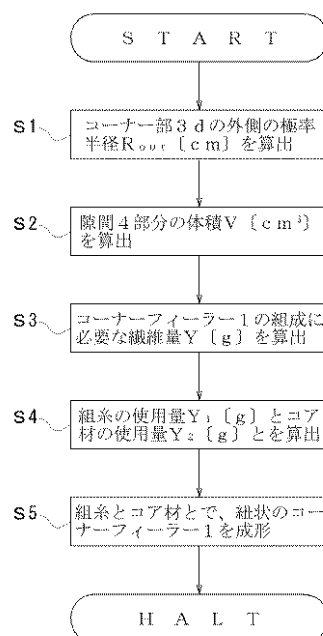
(1) 前記ジョイント部の楔型の隙間の体積 V [cm^3] を算出する。

(2) 該隙間の体積に基づき必要繊維量 Y [g] を算出する。

(3) 該必要繊維量 Y [g] から組糸の使用量 Y_1 [g] とコア材の使用量 Y_2 [g] とを算出する。

(4) 該コア材に該組糸を巻回していき紐状のコーナーフィラーを成形する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

強化繊維と樹脂とから成る複合材料で成形される桁材を、スキンに取り付けたときに、該桁材と該スキンとのジョイント部に形成される隙間に充填するためのコーナーフィラーであって、

前記ジョイント部の隙間の体積を算出し、該隙間の体積に基づき必要繊維量を算出して、該必要繊維量から組糸の使用量とコア材の使用量とを算出し、該コア材に該組糸を組んでいき紐状に成形したことを特徴とするコーナーフィラー。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のコーナーフィラーを、前記桁材と前記スキンとから成る構造体のジョイント部に形成される隙間の形状に合わせて変形して充填したことを特徴とするコーナーフィラーを充填した構造体。 10

【請求項 3】

強化繊維と樹脂とから成る複合材料で成形される桁材を、スキンに取り付けたときに、該桁材と該スキンとのジョイント部に形成される隙間に充填するためのコーナーフィラーを、以下の手順で製造することを特徴とするコーナーフィラーの製造方法。

(1) 前記ジョイント部の隙間の体積を算出する。

(2) 該隙間の体積に基づき必要繊維量を算出する。

(3) 該必要繊維量から組糸の使用量とコア材の使用量とを算出する。

(4) 該コア材に該組糸を組んでいき紐状のコーナーフィラーを成形する。 20

【請求項 4】

前記組糸の組角度を前記コア材の軸芯方向に対して 45 度以下とすることを特徴とする請求項 3 に記載のコーナーフィラーの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、強化繊維と樹脂とから成る複合材で成形された「I」字型又は「T」字型等の桁材を、スキンに取り付けたときに、該桁材と該スキンとのジョイント部に形成される楔型の隙間に充填するためのコーナーフィラーの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

GFRP（ガラス繊維強化プラスチック）、CFRP（カーボン繊維強化プラスチック）、BFRP（ボロン繊維強化プラスチック）などの、強化繊維と樹脂とから成る複合材料は、金属材料に比べて軽量かつ高い比強度・比剛性を持つため、航空機、鉄道車輛、建築資材等に広く用いられている。

航空機の翼などのように曲げや捻りを受ける構造体では、該構造体の外板に剛性を高くし座屈荷重を大きくするために、「I」字型、「T」字型、「Π」字型等の様々な断面形状を持った複合材製の桁材が取り付けられている。

【0003】

図 1 に示すように、例えば、航空機のスキン（例えば、翼）2 には、「I」字型の桁材 3 が取り付けられており、この「I」字型の桁材 3 は一対の「コ」字型のピース 3A・3A から成り、該ピース 3A・3A の垂直部分 3c・3c を接合して形成されている。この「コ」字型のピース 3A は、UD 材、クロス材、プレプリグシート材を幾層にも積層して成形されており、この種の複合材よりなる「コ」字型のピース 3A の内部組織構造は、製造上の理由から、上下の水平部分 3b・3b と、該水平部分 3b・3b を接続する垂直部分 3c とが直交するコーナー部 3d で、垂直部分 3c の積層部材が水平方向に曲がって水平部材 3b と積層されるため、該コーナー部 3d は R 形状となっている。 40

【0004】

従って、ピース 3A・3A の垂直部分 3c・3c を接合するとともに、下方の水平部分 3b・3b をスキン 2 に接合したときに、該ピース 3A・3A の下方のコーナー部 3d・3 50

dとスキン2との間で囲われる部分に楔型の隙間4が生じる。この桁材3とスキン2とのジョイント部には、非常に大きなテンションが作用した場合、この楔型の隙間4から剥離、傷等が発生する可能性が高い。そこで、これに耐えるため、この部分の補強対策が必要である。具体的な補強対策として、このジョイント部内に生ずる楔型の隙間4に、繊維束を挿入したり、あるいは、繊維強化プラスチックよりなるインサートピースを挿入したりして、これを接着およびまたは縫着によって「I」字型桁材3を構成する部材（水平部材3b及び垂直部材3c）に堅固に取り付けていた。

【0005】

前者の方法では、この隙間4に、繊維束を1本ずつ挿入していき、該繊維束を並べて該隙間4を埋め、ジョイント部の補強を行っていた。

10

一方、後者の方法では、特許文献1や特許文献2で開示されているように、この隙間4に、該隙間4と同形状のインサートピースを挿入して、該インサートピースを桁材を構成する部材（水平部材及び垂直部材）に取り付けていた。

【0006】

【特許文献1】

米国特許第4331723号明細書

【0007】

【特許文献2】

特公平7-90605号公報

【0008】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、前者の方法では、スキン2と桁材3との間にできる隙間4に、繊維束を1本ずつ挿入して並べていくために手間隙がかかり、作業効率が悪く、あまり良くない。

一方、後者の方法では、スキン2と桁材3との間にできる隙間4に、該隙間4と同形状のインサートピースを挿入することで、該隙間4を埋めることができるが、該インサートピースの形状は複雑で、その製造工程も多く、コスト的にはあまり有利とは言えない。

【0010】

そこで、本発明では、これらの点を鑑み、スキン2と桁材3との間にできる隙間4に充填する該隙間4の形状に合わせて変形容易なコーナーフィラーを提供するとともに、該コーナーフィラーを製造する製造方法を提供することを課題とする。

30

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、この課題を解決するための手段は、次に示すとおりである。

まず、請求項1に記載のように、強化繊維と樹脂とから成る複合材料で成形される桁材を、スキンに取り付けたときに、該桁材と該スキンとのジョイント部に形成される隙間に充填するためのコーナーフィラーであって、前記ジョイント部の隙間の体積を算出し、該隙間の体積に基づき必要繊維量を算出して、該必要繊維量から組糸の使用量とコア材の使用量とを算出し、該コア材に該組糸を組んでいき紐状に成形したことを特徴とするコーナーフィラー。

40

【0012】

また、請求項2に記載のように、請求項1に記載のコーナーフィラーを、前記桁材と前記スキンとから成る構造体のジョイント部に形成される隙間の形状に合わせて変形して充填する。

【0013】

そして、請求項3に記載のように、強化繊維と樹脂とから成る複合材料で成形される桁材を、スキンに取り付けたときに、該桁材と該スキンとのジョイント部に形成される隙間に充填するためのコーナーフィラーを、以下の手順で製造する。

(1) 前記ジョイント部の楔型の隙間の体積を算出する。

50

- (2) 該隙間の体積に基づき必要繊維量を算出する。
 (3) 該必要繊維量から組系の使用量とコア材の使用量とを算出する。
 (4) 該コア材に該組系を組んでいき紐状のコーナーフィラーを成形する。

【0014】

また、請求項4に記載のように、前記組系の組角度を前記コア材の軸芯方向に対して45度以下とする。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の一形態を、図面を参照しながら説明する。

GFRP（ガラス繊維強化プラスチック）、CFRP（カーボン繊維強化プラスチック）、BFRP（ボロン繊維強化プラスチック）などの、強化繊維と樹脂とから成る複合材料は、金属材料に比べて軽量かつ高い比強度・比剛性を持つため、航空機、鉄道車輛、建築資材等に広く用いられている。

航空機の翼などのように曲げや捻りを受ける構造体では、該構造体の外板に剛性を高くし座屈荷重を大きくするために、「I」字型、「T」字型、「II」字型等の様々な断面形状を持った複合材製の桁材が取り付けられている。

【0016】

図1は、航空機等のスキン（例えば、翼）2に取り付けられた「I」字型の桁材3を示し、該スキン2と該桁材3とは複合材料で成形されている。

「I」字型の桁材3は、一対の「コ」字型のピース3A・3Aから成り、該ピース3A・3Aの垂直部分3c・3cを接合して形成されており、該「コ」字型のピース3Aは、UD材、クロス材、プレプリグシート材を幾層にも積層して成形されている。この種の複合材よりなる「コ」字型のピース3Aの内部組織構造は、製造上の理由から、上下の水平部分3b・3bと、該水平部分3b・3bを接続する垂直部分3cとが直交するコーナー部3dで、垂直部分3cの積層部材が水平方向に曲がって水平部材3bと積層されるため、該コーナー部3dはR形状となっている。

【0017】

従って、ピース3A・3Aの垂直部分3c・3cを接合するとともに、下方の水平部分3b・3bをスキン2に接合したときに、該ピース3A・3Aの下方のコーナー部3d・3dとスキン2との間で囲われる部分に楔型の隙間4が生じる。この桁材3とスキン2とのジョイント部には、非常に大きなテンションが作用した場合、この楔型の隙間4から剥離、傷等が発生する可能性が高い。そこで、これに耐えるため、この部分の補強対策が必要であり、本発明では、このジョイント部内に生ずる楔型の隙間4に、図2に示すような、紐状の部材であるコーナーフィラー1を充填して、補強することとする。

【0018】

次に、コーナーフィラー1の製造方法について図3に示す流れ図を参照しながら説明する。

まず、作業者は、桁材3におけるピース3Aのコーナー部3dの内側（反隙間4側）の極率半径 R_{in} と該ピース3Aの厚み t とを求め（図4参照）、該極率半径 R_{in} 〔cm〕と該厚み t 〔cm〕とにより該コーナー部3dの外側（隙間4側）の極率半径 R_{out} 〔cm〕を算出する（ステップS1）。

本実施の形態では、ピース3Aのコーナー部3dの外側（隙間4側）の極率半径 R_{out} 〔cm〕は下記（1）式で求めることができる。

【0019】

【数1】

$$R_{out} = R_{in} + t \quad (1)$$

【0020】

次に、ピース 3 A のコーナー部 3 d の外側の極率半径 R_{out} [cm] により、該コーナー部 3 d ・ 3 d とスキン 2 との間で囲われる楔型の隙間 4 部分の断面積 S [cm²] を算出し、該ピース 3 A の奥行方向の長さ（図 4 においては、紙面に直交する方向）を w [cm] とすると、該断面積 S [cm²] と該奥行方向長さ w [cm] とにより、該隙間 4 部分の体積 V [cm³] を算出する（ステップ S 2）。

この隙間 4 部分の断面積 S [cm²] は下記（2）式で求めることができ、隙間 4 部分の体積 V [cm³] は下記（3）式で求めることができる。

【0021】

【数 2】

$$S = 2(R_{out}^2 - \frac{\pi}{4} R_{out}^2) = 2(1 - \frac{\pi}{4}) R_{out}^2 \quad (2)$$

10

$$V = S \cdot w \quad (3)$$

【0022】

この隙間 4 部分の体積 V [cm³] より繊維体積割合 V_f [%] を桁材 3 の繊維体積割合と同等にして、コーナーフィラー 1 を組成するのに必要な繊維量 Y [g] を算出する（ステップ S 3）。この繊維体積割合とは、強化繊維と樹脂とから成る複合材料における強化繊維の体積分率をいう。

20

強化繊維の繊維密度を d [g/cm³] とすると、この繊維体積割合 V_f [%] は下記の（4）式で表すことができ、これにより必要な繊維量 Y [g] は下記の（5）式で求めることができる。

【0023】

【数 3】

$$V_f = \frac{(\frac{Y}{d})}{V} \times 100 \quad (4)$$

30

$$Y = \frac{V_f \cdot V \cdot d}{100} \quad (5)$$

【0024】

（5）式により必要な繊維量 Y [g] が算出されると、該繊維量 Y [g] から組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の使用量 Y_1 [g] とコア材 1 1 の使用量 Y_2 [g] とを算出する（ステップ S 4）。

40

この必要な繊維量 Y [g] と強化繊維から成る組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の使用量 Y_1 [g] と、複数本の強化繊維製の糸条を束ねたコア材 1 1 の使用量 Y_2 [g] との関係式は下記の（6）式となる。

【0025】

【数 4】

$$Y = Y_1 + Y_2 \quad (6)$$

【0026】

50

このとき、組糸 1 2・1 2・・・の使用量 Y〔g〕は、該使用量 Y〔g〕に基づく組糸 1 2・1 2・・・の本数が該組糸 1 2・1 2・・・でコア材 1 1 を巻回したときに、コア材 1 1 がばらけない適切な本数とするとともに、組糸 1 2・1 2・・・の組角度 θ についても適切な角度として、コア材 1 1 がばらけないようにする。

図 5 に示すように、この組糸 1 2・1 2・・・の組角度 θ は、コア材 1 1 の軸芯方向に対する角度であり、該組角度は 4 5 度以下とし、好ましくは 1 0 度とする。

【0 0 2 7】

さらに詳述すると、この組糸 1 2・1 2・・・の組角度 θ が小さく、組本数が少なすぎると、該組糸 1 2・1 2・・・と該コア材 1 1 とで組成したコーナーフィラー 1 の組みが疎になり、該コーナーフィラー 4 を桁材 3 とスキン 2 との間の隙間 4 に挿入しようとするときに、該隙間 4 の形状に合わせて該コーナーフィラー 4 を変形させ易いが、該コア材 1 1 がばらける可能性が高く、フィラーコーナー 1 の取り扱いが困難となる。 10

【0 0 2 8】

また、逆に、この組糸 1 2・1 2・・・の組角度 θ が大きく、組本数が多すぎると、該組糸 1 2・1 2・・・と該コア材 1 1 とで組成したコーナーフィラー 1 の組みが密になり、該コーナーフィラー 4 を桁材 3 とスキン 2 との間の隙間 4 に挿入するとき、該コーナーフィラー 4 は変形し難く、隙間 4 の形状に馴染ませ難くなる。

【0 0 2 9】

以上のような理由から、組糸 1 2・1 2・・・の本数は適切な本数とするとともに、組角度 θ も適切な角度としてやり、この適切な本数の組糸 1 2・1 2・・・で適切な組角度 θ でコア材 1 1 に巻回していき、紐状のコーナーフィラー 1 を成形する（ステップ S 5）。 20

【0 0 3 0】

このように成形されたコーナーフィラー 1 は、桁材 3 とスキン 2 とから成る構造体のジョイント部に形成される隙間 4 に容易に挿入できるとともに、該隙間 4 の形状に合わせてしなやかに変形させることができ、該隙間 4 にフィットさせて充填させることができる（図 6 参照）。そして、この隙間に挿入したコーナーフィラー 1 に硬化性樹脂を含浸させて、桁材 3 とスキン 2 とのジョイント部を補強する。

【0 0 3 1】

上記のような組角度 θ 、組本数で成形されたコーナーフィラー 1 のコア材 1 1 がばらけることなく、該コーナーフィラー 1 はその半径方向並びに軸芯方向に容易に変形させることができ、桁材 3 とスキン 2 との隙間 4 の形状に合わせてしなやかに変形させることができる。このように、このコーナーフィラー 1 は隙間 4 の形状に馴染み易く、該隙間 4 に該コーナーフィラー 1 を充填することで、桁材 3 とスキン 2 とのジョイント部の強度の向上を図ることができる。 30

なお、このコーナーフィラー 1 と桁材 3 とは同じ成分の複合材料で構成することが望ましい。

【0 0 3 2】

以上のような流れで、コーナーフィラー 1 を製造するものとする。

なお、前記組糸 1 2・1 2・・・の使用量 Y 1〔g〕とコア材 1 1 の使用量 Y 2〔g〕とは、パーソナルコンピュータ 6 等の電子計算機を用いて算出してもよく、その算出結果に基づき自動制御でコーナーフィラー 1 を製造するようにしてもよい。 40

【0 0 3 3】

この場合、図 7 に示すように、コーナーフィラー 1 の製造装置が構成され、該コーナーフィラー 1 の製造装置は、組紐を組成するブレイダー 5 と、該ブレイダー 5 を制御する制御手段であるパーソナルコンピュータ 6 とを備え、該ブレイダー 5 と該パーソナルコンピュータ 6 とは制御線を介して接続されている。

【0 0 3 4】

このパーソナルコンピュータ 5 に、桁材 3 におけるピース 3 A のコーナー部 3 d の内側の極率半径 R i n と、ピース 3 A の厚み t 等を入力することで、図 3 に示す流れに沿って、 50

該パーソナルコンピュータ 6 のハードディスクで、組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の使用量 Y 1 [g] とコア材 1 1 の使用量 Y 2 [g] とが演算されるとともに、組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の最適組本数と最適組角度 θ が選定されて、これらを情報を含むデータがブレイダー 5 に出力されて、該ブレイダー 5 によりコーナーフィーラー 1 が自動的に製造されるように構成されている。

【 0 0 3 5 】

ブレイダー 5 は、円筒または球体を輪切りにした形状の軌道面 5 1 を備えており、ブレイダー 5 の中心部には、複合材製の糸条を束ねたコア材 1 1 が配置されている。ブレイダー 5 の軌道面 5 1 には 2 つの交錯する溝状の環状軌道 5 2 ・ 5 3 が形成され、各環状軌道 5 2 ・ 5 3 ・ 5 2 ・ 5 3 ・ ・ ・ の溝には、多数のボビンキャリア 5 4 ・ 5 4 ・ 5 4 ・ 5 4 ・ ・ ・ が案内され、軌道 5 2 ・ 5 3 のそれぞれに沿って逆方向に交錯走行するようになっている。

10

【 0 0 3 6 】

そして、ボビンキャリア 5 4 が環状軌道 5 2 ・ 5 3 に沿って走行するとともに、ブレイダー 5 の中心部のコア材 1 1 に対する位置が制御され、それによって、ボビンキャリア 5 4 とコア材 1 1 の間に渡された多数の複合材製の組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ がコア材 1 1 のまわりに交錯旋回することにより、ブレイディングが行われてコア材 1 1 上にブレイディング層が組成されるようになっている。

【 0 0 3 7 】

【発明の効果】

20

本発明は、以上のように構成したので、次に示すような効果を奏する。

まず、請求項 1 に記載の発明では、コーナーフィーラーをコア材を組糸で巻回して成形したことで、該コーナーフィーラーを桁材とスキンとの間の隙間に挿入するときに、コア材がばらけることなく、該隙間の形状に合わせてしなやかに変形させることができるようになっている。このため、このコーナーフィーラーは隙間の形状に馴染み易く、該隙間に該コーナーフィーラーを充填することで、桁材とスキンとのジョイント部の強度の向上を図ることができる。

【 0 0 3 8 】

また、請求項 2 に記載の発明では、コーナーフィーラーを桁材とスキンとから成る構造体のジョイント部に形成される隙間に充填することで、該構造体のジョイント部の強度の向上を図ることができる。このコーナーフィーラーは、桁材とスキンとの間の隙間に挿入するときに、コア材がばらけることなく、該隙間の形状に合わせてしなやかに変形させることができるようになっている。このため、このコーナーフィーラーは隙間の形状に馴染み易く、該隙間に該コーナーフィーラーを容易に充填することができる。

30

【 0 0 3 9 】

そして、請求項 3 に記載の発明では、桁材とスキンとのジョイント部を補強するコーナーフィーラーを安価に製造することができる。このコア材を組糸で巻回して組成したコーナーフィーラーは、桁材とスキンとの間の隙間に挿入するときに、コア材がばらけることなく、該隙間の形状に合わせてしなやかに変形させることができるようになっている。このため、このコーナーフィーラーは隙間の形状に馴染み易く、該隙間に該コーナーフィーラーを充填することで、桁材とスキンとのジョイント部の強度の向上を図ることができる。

40

【 0 0 4 0 】

また、請求項 4 に記載のように、前記組糸の組角度を前記コア材の軸芯方向に対して 4 5 度以下とすることで、ばらけることなく隙間の形状に馴染み易いコーナーフィーラーを製造することができる。

補足すると、組糸の組角度が小さく、組本数が少なすぎると、該組糸と該コア材とで組成したコーナーフィーラーの組みが疎になり、該コーナーフィーラーを桁材とスキンとの間の隙間に挿入しようとするときに、該隙間の形状に合わせて該コーナーフィーラーを変形させ易いが、該フィーラーコーナーがばらけてしまう可能性が高く、該フィーラーコーナーの取り扱いが困難となる。

50

逆に、この組糸の組角度が大きく、組本数が多すぎると、該組糸と該コア材とで組成したコーナーフィラーの組みが密になり、該コーナーフィラーを桁材とスキンとの間の隙間に挿入するとき、該コーナーフィラーは変形し難く、隙間 4 の形状に馴染ませ難くなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】スキン 2 に取り付けた桁材 3 の正面図。

【図 2】コーナーフィラー 1 の側面断面図。

【図 3】コーナーフィラー 1 の製造方法を説明する流れ図。

【図 4】スキン 2 に取り付けた桁材 3 の正面図。

【図 5】コーナーフィラー 1 の側面図。

10

【図 6】桁材 3 とスキン 2 との間の隙間 4 にコーナーフィラー 1 を充填した状態の図。

【図 7】コーナーフィラー 1 の製造装置を説明する概略図。

【符号の説明】

1 コーナーフィラー

2 スキン

3 桁材

3 A ピース

3 b 水平部分

3 c 垂直部分

3 d コーナー部

20

4 隙間

5 ブレイダー

1 1 コア材

1 2 組糸

d 繊維密度

R i n コーナー部 3 d の内側の極率半径

R o u t コーナー部 3 d の外側の極率半径

t ピース 3 A の厚み

V 隙間 4 の体積

V f 繊維体積割合

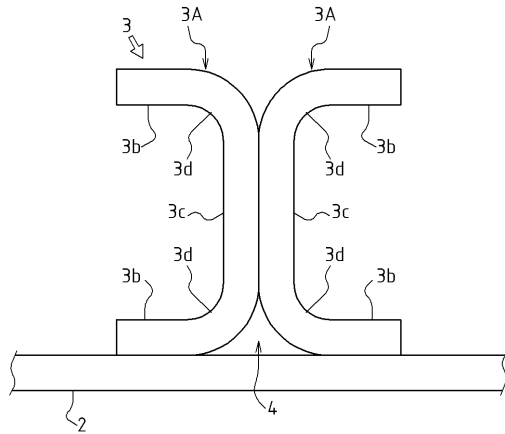
30

Y 必要繊維量

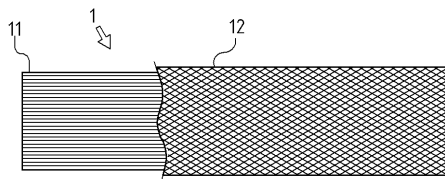
Y 1 組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の使用量

Y 2 コア材 1 1 の使用量

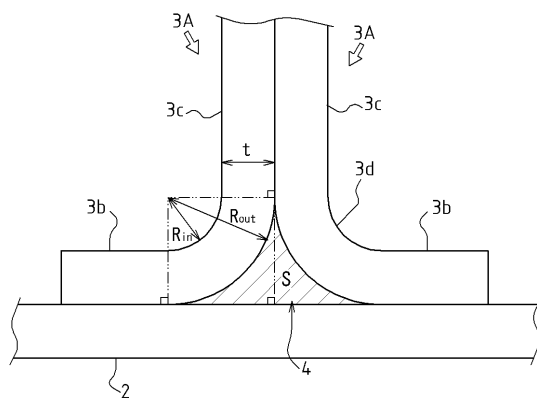
【図 1】



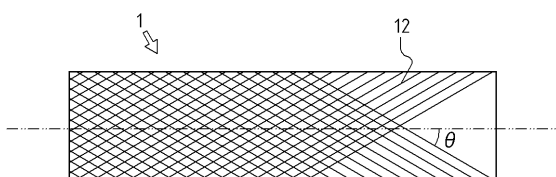
【図 2】



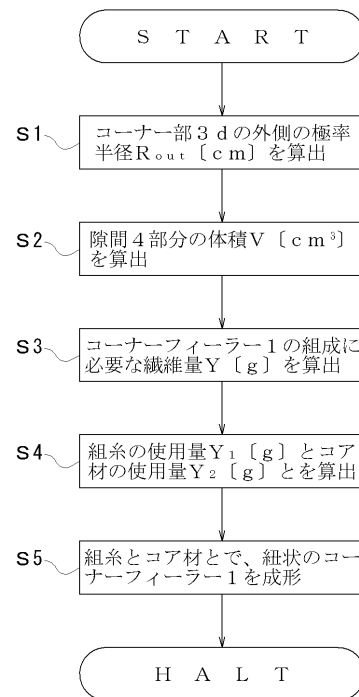
【図 4】



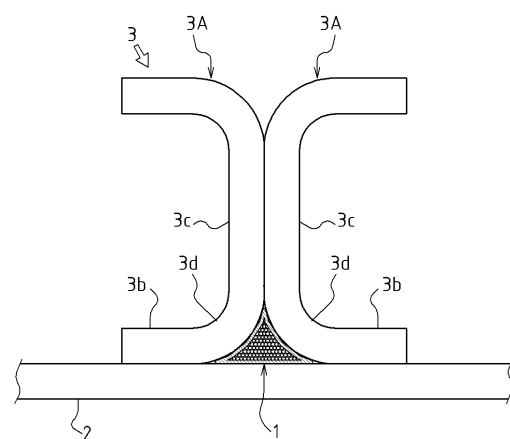
【図 5】



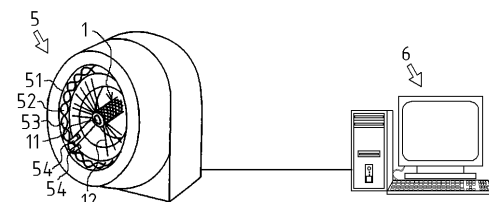
【図 3】



【図 6】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成15年6月11日(2003.6.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

次に、コーナーフィーラー1の製造方法について図3に示す流れ図を参照しながら説明する。

まず、作業者は、桁材3におけるピース3Aのコーナー部3dの内側（反隙間4側）の曲率半径 R_{in} と該ピース3Aの厚み t とを求め（図4参照）、該曲率半径 R_{in} [cm] と該厚み t [cm] とにより該コーナー部3dの外側（隙間4側）の曲率半径 R_{out} [cm] を算出する（ステップS1）。

本実施の形態では、ピース3Aのコーナー部3dの外側（隙間4側）の曲率半径 R_{out} [cm] は下記（1）式で求めることができる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

次に、ピース3Aのコーナー部3dの外側の曲率半径 R_{out} [cm] により、該コーナー部3d・3dとスキン2との間で囲われる楔型の隙間4部分の断面積 S [cm²] を算出し、該ピース3Aの奥行方向の長さ（図4においては、紙面に直交する方向）を w [cm] とすると、該断面積 S [cm²] と該奥行方向長さ w [cm] とにより、該隙間4部分の体積 V [cm³] を算出する（ステップS2）。

この隙間4部分の断面積 S [cm²] は下記（2）式で求めることができ、隙間4部分の体積 V [cm³] は下記（3）式で求めることができる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

この隙間4部分の体積 V [cm³] より繊維体積割合 V_f [%] を桁材3の繊維体積割合と同等にして、コーナーフィーラー1を組成するのに必要な繊維量 Y [g] を算出する（ステップS3）。この繊維体積割合とは、強化繊維と樹脂とから成る複合材料における強化繊維の体積分率をいう。

強化繊維の繊維密度を d [g/cm³] とすると、この繊維体積割合 V_f [%] は下記の（4）式で表すことができ、これにより必要な繊維量 Y [g] は下記の（5）式で求めることができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

（5）式により必要な繊維量 Y [g] が算出されると、該繊維量 Y [g] から組糸12・12・・・の使用量 Y_1 [g] とコア材11の使用量 Y_2 [g] とを算出する（ステップ

S 4)。

この必要な繊維量 Y [g] と強化繊維から成る組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の使用量 Y_1 [g] と、複数本の強化繊維製の糸条を束ねたコア材 1 1 の使用量 Y_2 [g] との関係式は下記の (6) 式となる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 2】

以上のような流れで、コーナーフィラー 1 を製造するものとする。

なお、前記組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の使用量 Y_1 [g] とコア材 1 1 の使用量 Y_2 [g] とは、パーソナルコンピュータ 6 等の電子計算機を用いて算出してもよく、その算出結果に基づき自動制御でコーナーフィラー 1 を製造するようにしてもよい。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 4】

このパーソナルコンピュータ 5 に、桁材 3 におけるピース 3 A のコーナー部 3 d の内側の曲率半径 R_{i_n} と、ピース 3 A の厚み t 等を入力することで、図 3 に示す流れに沿って、該パーソナルコンピュータ 6 のハードディスクで、組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の使用量 Y_1 [g] とコア材 1 1 の使用量 Y_2 [g] とが演算されるとともに、組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の最適な組本数と最適な組角度 θ が選定されて、これらを情報を含むデータがブレイダー 5 に出力されて、該ブレイダー 5 によりコーナーフィラー 1 が自動的に製造されるように構成されている。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】符号の説明

【補正方法】変更

【補正の内容】

【符号の説明】

1 コーナーフィラー

2 スキン

3 桁材

3 A ピース

3 b 水平部分

3 c 垂直部分

3 d コーナー部

4 隙間

5 ブレイダー

1 1 コア材

1 2 組糸

d 繊維密度

R_{i_n} コーナー部 3 d の内側の曲率半径

$R_{o_u_t}$ コーナー部 3 d の外側の曲率半径

t ピース 3 A の厚み

V 隙間 4 の体積

V_f 繊維体積割合

Y 必要繊維量
Y₁ 組糸 1 2 ・ 1 2 ・ ・ ・ の使用量
Y₂ コア材 1 1 の使用量