(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/084963 A1

(51) 国際特許分類：
B29C 65/06 (2006.01) B29K 105/06 (2006.01)
B29C 65/08 (2006.01) B29K 307/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2012/081568

(22) 国際出願日： 2012 年 12 月 5 日 (05.12.2012)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2011-266899 2011 年 12 月 6 日 (06.12.2011) JP

(71) 出願人：帝人株式会社 (TEIJIN LIMITED) [JP/JP]；〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町 1 丁目 6 番 7 号 Osaka (JP).

(72) 発明者：竹内 正基 (TAKEUCHI Masaki)；〒4120048 静岡県御殿場市板妻 111 番 6 号 帝人株式会社 複合材料開発センター内 Shizuoka (JP). 加藤 卓巳 (KATO Takumi)；〒4120048 静岡県御殿場市板妻 111 番 6 号 帝人株式会社 複合材料開発センター内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人：高松 猛，外 (TAKAMATSU Takeshi et al.)；〒1050003 東京都港区西新橋一丁目 7 番 13 号 虎ノ門イーストビルディング 9 階 航栄特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, ML, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING JOINT MEMBER

(54) 発明の名称：接合部材の製造方法

[図3]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a method for manufacturing a joint member where a joint portion has rigid mechanical strength, the joint member containing two or more carbon fiber composite materials having a thermoplastic resin as a matrix. A method for manufacturing a joint member containing two or more carbon fiber composite materials having a thermoplastic resin as a matrix, characterized in that one joint part (A) of the composite material and another joint part (B) of the composite material are placed in contact either while thermally melting or after thermally melting at least the joint part (A), and then the joint parts (A) and (B) are fused together by vibrating while compressing or by subjecting to ultrasonic vibration.

(57) 要約：

[続葉有]

WO 2013/084963 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料からなる、接合部分が強固な機械的強度を有する接合部材の製造方法を提供することを目的とする。 熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料からなる接合部材の製造方法であって、当該複合材料の少なくとも一方の接合部Aを加熱溶融しながらまたは加熱溶融後に、当該一方の接合部Aと当該複合材料の他の接合部Bとを接触させ、ついで加圧しながら振動又は超音波振動を与えて当該接合部AとBとを溶着させることを特徴とする接合部材の製造方法。

明 細 書

発明の名称 :接合部材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は熱可塑性樹脂を含む炭素繊維複合材料からなる接合部材の製造方法、該製造方法により得られる接合部材、及び炭素繊維複合材料の接合方法に関する。

背景技術

[0002] 炭素繊維複合材料は比強度、比剛性が高く極めて優れた材料として重用されている。一般に炭素繊維複合材料を接合するにはボルト・ナット、リベットなどの機械的な接合や、接着剤を用いた接合が用いられている。また端面を含む炭素繊維複合材料の接合部材では、接合部位の面積が小さいため端面の脱落やズレ防止のための例えば断面がL形状のガイドと共に接合したり、特許文献1に記載されているように接着剤を隅肉盛りしたりする必要があり、質量が嵩んだり工程が増えたりする原因となる。さらに接着剤は一般に実用強度を得るまでに時間が掛かるため養生工程を考慮しなければならない。そのまま端面で接合できれば材料を重ね合わせる (オーバーラップ) 部分がなくなるため軽量化が期待できる。一方マトリックスとして熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料は、樹脂が相溶する範囲内においては材料同士が溶着により接合し、マトリックス樹脂並の接合強度が期待できる。特許文献2においてはさらに溶着する炭素繊維複合材料接合部の繊維が交絡するために強度が向上することが記されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1 :日本国特開２００４-２００１５０号公報

特許文献2 :日本国特開平１１—９０９８６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明の目的は、熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料の接合において、少なくとも一方の部材が端面（端部）により接合する接合部材の製造方法であって、多種多様な炭素繊維複合材料の接合部材を製造するための一法を提供することである。特許文献2には、板の厚み方向に重ねて接合する際に、各々の板を炭素繊維が露出するまで溶融後に溶着させることが記されている。しかしながら接合部材の少なくとも一方が端面の接合である場合、溶融部分の面積が小さいため、十分な強度を与えることが困難であった。

[0005] すなわち、本発明は、熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料からなる、接合部分が強固な機械的強度を有する接合部材の製造方法、及び炭素繊維複合材料の接合方法を提供することを目的とする。さらに、本発明の製造方法により接合強度に優れた接合部材を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者らは熱可塑性樹脂を含む炭素繊維複合材料同士の接合に際し、少なくとも一方に端面を含む接合を鋭意検討した結果、接合する部分を加熱溶融させて接触させ、ついで加圧しながら振動又は超音波振動を与えて溶着させると、接合部の接合強度が増加することを見出し、本発明に到達した。

[0007] すなわち、本発明は以下のとおりのものである。

[１] 熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料からなる接合部材の製造方法であって、当該複合材料の少なくとも一つの接合部Ａを加熱溶融しながらまたは加熱溶融後に、当該一つの接合部Ａと当該複合材料の他の接合部Ｂとを接触させ、ついで加圧しながら振動又は超音波振動を与えて当該接合部ＡとＢとを溶着させることを特徴とする接合部材の製造方法。

[２] 少なくとも一の炭素繊維複合材料に含まれる炭素繊維が、平均繊維長１～１００ｍｍの不連続繊維である、[１]に記載の接合部材の製造方法。

[３] 加熱溶融が近赤外線によるものである上記[１]又は[２]に記載の

接合部材の製造方法。

[４] 炭素繊維複合材料が、熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維１００質量部に対し、５０～１０００質量部である上記 [１] 〜 [３] のいずれかに記載の接合部材の製造方法。

[５] 接合部Ａおよびｂの少なくともいずれか一つが炭素繊維複合材料の厚み側面部である、 [１] ～ [４] のいずれかに記載の接合部材の製造方法。

[６] [１] 〜 [５] のいずれかの製造方法により得られる、熱可塑性樹脂を含む炭素繊維複合材料同士が接合強度１０ＭＰａ以上で接合している接合部材。

[７] 熱可塑性樹脂をマトリックスとする２以上の炭素繊維複合材料を接合する方法であって、当該複合材料の少なくとも一つの接合部Ａを加熱溶融しながらまたは加熱溶融後に、当該一つの接合部Ａと当該複合材料の他の接合部Ｂとを接触させ、ついで、加圧しながら振動又は超音波振動を与えて当該接合部ＡとＢとを溶着させることを特徴とする炭素繊維複合材料の接合方法。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、熱可塑性樹脂をマトリクスとする炭素繊維複合材料からなる部材の端面の接合において、強固にかつ安定した接合部材を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施形態を説明するための、接合部材の一例の模式図である。

[図2]本発明の実施形態を説明するための、接合部材の他の例の模式図である。

[図3]実施例１における接合部材の接合部における断面の光学顕微鏡写真を示す図である。

[図4]本発明の実施形態を説明するための、加熱方法の一例の模式図である。

[図5]本発明の実施形態を説明するための、加熱方法の一例の模式図である。

発明を実施するための形態

[001 0] 以下本発明の実施形態について説明する。

[001 1] 本発明の接合部材の製造方法は、熱可塑性樹脂をマトリックスとする２以上の炭素繊維複合材料からなる接合部材の製造方法であって、当該複合材料の少なくとも一つの接合部Ａを加熱溶融しながらまたは加熱溶融後に、当該一つの接合部Ａと当該複合材料の他の接合部Ｂとを接触させ、ついで加圧しながら振動又は超音波振動を与えて当該接合部ＡとＢとを溶着させる製造方法である。

また、本発明の炭素繊維複合材料の接合方法は、熱可塑性樹脂をマトリツクスとする２以上の炭素繊維複合材料を接合する方法であつて、当該複合材料の少なくとも一つの接合部Ａを加熱溶融しながらまたは加熱溶融後に、当該一つの接合部Ａと当該複合材料の他の接合部Ｂとを接触させ、ついで、加圧しながら振動又は超音波振動を与えて当該接合部ＡとＢとを溶着させる接合方法である。

[001 2] 以下、本発明の実施形態について説明する。

図１に示す接合部材１は、２枚の平板状の熱可塑性樹脂を含む炭素繊維複合材料２，３をそれらの厚み側面（端面）Ａ，Ｂ同士で接合してなる平板状の接合部材である。一方の炭素繊維複合材料２の接合部（端面）Ａ又は両炭素繊維複合材料２，３の接合部（端面）Ａ，Ｂを加熱溶融しながら又は加熱溶融した後に両炭素繊維複合材料２，３の接合部Ａ，Ｂを互いに接触させ、ついで加圧しながら振動を与えて両炭素繊維複合材料２，３の接合部Ａ，Ｂを溶着することによって、両炭素繊維複合材料２，３は接合されている。

[001 3] [炭素繊維複合材料]

本発明で用いる熱可塑性樹脂を含む炭素繊維複合材料（単に、炭素繊維複合材料と証する場合もある）とは、熱可塑性樹脂をマトリックスとし、該マトリックス中に炭素繊維が含有された材料である。炭素繊維複合材料は、炭素繊維１００質量部に対し熱可塑性樹脂が５０～１０００質量部含まれているものであることが好ましい。より好ましくは、炭素繊維１００質量部に対し、熱可塑性樹脂５０～４００質量部、更に好ましくは、炭素繊維１００質

量部に対し、熱可塑性樹脂５０～１００質量部である。熱可塑性樹脂が炭素繊維１００質量部に対し５０質量部未満では複合材料中の炭素繊維が当該熱可塑性樹脂と接触しない部分が発生し、当該複合材料を製造するのに不具合をきたしたりすることがある。また１０００質量部を超えると炭素繊維の含有量が少なすぎて、当該炭素繊維が含有することによる機械的強度等の物性向上の効果が不十分となることがある。

[0014] 熱可塑性樹脂としては例えば、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリエステル（具体例：ポリエチレンテレフタレート、ポリプチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート）、ポリオキシメチレン、ポリフエニレンスルフイド、ポリフエニレンエーテル、変性ポリフエニレンエーテル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ＡＳ樹脂、ＡＢＳ樹脂およびこれらの樹脂から選ばれる２種類以上の混合物（樹脂組成物）からなる群から選択された少なくとも１種などが挙げられる。特にコストと物性の兼ね合いからポリアミド、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリフエニレンスルフイドおよびこれらの樹脂から選ばれる２種類以上の混合物からなる群より選ばれる少なくとも１種が好ましい。より好ましくは、ポリアミド又はポリエステルである。

上記の樹脂組成物としては、ポリカーボネートとポリエステルの組成物、ポリカーボネートとＡＢＳ樹脂との組成物、ポリフエニレンエーテルとポリアミドの組成物、ポリアミドとＡＢＳ樹脂の組成物、およびポリエステルとポリアミドの組成物等からなる群から選択された少なくとも１種が、より好ましい。

なお、本発明の目的を損なわない範囲で、炭素繊維複合材料に機能性の充填材や添加剤を含有させても良い。例えば、有機/無機フイラー、難燃剤、耐ＵＶ剤、顔料、離型剤、軟化剤、可塑剤、界面活性剤などが挙げられるが、この限りではない。

[001 5] 炭素繊維複合材料における炭素繊維の形態は特に限定されないが、連続繊維からなる織物または編物を含有する繊維シートや、連続繊維を一方向に配

置し樹脂で結合したもの(一方向材)を用いることができる。一方向材を用いる場合は、当該一方向材の繊維の向きを変えるなどして所望の方向に多層に積層した積層体とすることができる。積層体はその積層面を厚み方向に対称に配置することが好ましい。

[001 6] また炭素繊維複合材料において、不連続の炭素繊維を平面方向においてランダムに、つまり均一で等方的に分散して炭素繊維の少なくとも一部が重なるように配置したものであってもよい。また、当該炭素繊維は繊維束として存在していてもよい。この場合、好ましくは平均繊維長の下限値は１ｍｍであり、好ましくは５ｍｍ以上１００ｍｍ以下の範囲であり、より好ましくは５ｍｍを超え１００ｍｍ未満であり、さらに平均繊維長の上限値は好ましくは５０ｍｍである。炭素繊維は不連続なものが好ましく、この不連続な炭素繊維が、接合部材の接合部の他方の複合材料中の炭素繊維と絡み合い、高い強度が発現される。炭素繊維が、平均繊維長５～１００ｍｍの不連続繊維であることがより好ましい。なお、「不連続繊維」以外の繊維を「連続繊維」という。

平均繊維長は、無作為に抽出した炭素繊維１００本の長さをノギスおよびルーペで１ｍｍ単位まで測定して記録し、測定した全ての炭素繊維の長さ（Ｌｉ、ここでｉ＝１～１００の整数）から、次式により平均繊維長（Ｌａ）を求めた。

$$La = \sum Li / 100$$

なお、本発明で用いる炭素繊維は平均繊維長が上記範囲であればよく、長さが１ｍｍ未満の不連続繊維や１００を超える不連続繊維は炭素繊維全体の２０質量％以下の割合で含んでもよい。接合に影響を及ぼすことがあるので、実質的には含まないことが好ましい。

[001 7] 上記炭素繊維には、カップリング剤による処理、サイジング剤による処理、添加剤の付着処理などの表面処理が施されていてもよい。また、かかる炭素繊維は、１種類を単独で用いてもよいし、２種類以上を併用してもよい。

[001 8] 不連続の炭素繊維の場合、炭素繊維は複合材料中で炭素繊維束の状態で存

在していてもよく、また炭素繊維束と単糸の状態が混在していることも好ましい。不連続の炭素繊維は複合材料中で面内方向において２次元ランダム的に配置されていることも好ましい。不連続の炭素繊維が２次元ランダムに配置されていることにより、炭素繊維複合材料及びそれからなる接合部材は面内方向において力学的に等方性を有するので、面内方向では機械的強度及びそのバランスに優れる（以下、「ランダム材」と称することがある）。

[001 9] このような炭素繊維複合材料は主に炭素繊維が平面方向に広がっており、厚み方向へ向いている炭素繊維は比較的少ない。したがって後述のように端面で溶着すると炭素繊維が差し込まれる状態になり、さらに溶融させて振動させることにより炭素繊維が絡み合い高い強度が発現されると考えられる。

本発明においては、接合するために用いる上記炭素繊維複合材料の少なくとも一方が、上記ランダム材を１枚または複数枚重ねたものが好ましい。ランダム材は、接合時に他方のランダム材中の炭素繊維と絡みやすいので接合強度に優れる。他方の炭素繊維複合材料は、炭素繊維が織物または編物または一方向材といった連続繊維であってもよく、二次元ランダムでない不連続繊維を含むものであってもよい。より好ましくは、一方および他方ともランダム材を用いるのがよい。また、上記ランダム材の片面または両面に、１層以上の前記連続繊維からなる編物や織物を含む繊維シートや一方向材を積層したものを用いてもよい。

[0020] 炭素繊維複合材料の製造方法としては特に制限は無いが、例えば、長さが１００ｍｍ以下の短繊維若しくは１００ｍｍを超える炭素繊維（炭素長繊維）または連続繊維を熱可塑性樹脂で被覆し、これをカットしたペレット（短繊維ペレットまたは長繊維ペレット）、すなわち溶融した熱可塑性樹脂を所定の粘度に調整し連続繊維の炭素繊維に含浸させた後に切断するといったエ程で得られる短繊維ペレットまたは長繊維ペレットを用い、これを射出成形機でシートなどの所定の形状に成形することができる。また、連続繊維、または不連続の炭素繊維と、例えば織物や編物といった連続繊維または不連続繊維、紛体状、フィルムもしくは溶融状態の熱可塑性樹脂とを混ぜたり重ね

合わせたりした状態のものをまず準備する。ついでこれを加熱および加圧して、シート状の含浸成形体を製造し、これを単層または複数層積層しプレスなど加圧成形して所望の形状の複合材料を得ることができる。

[0021] [溶着方法]

本発明の接合部材の製造方法においては、複合材料の少なくとも一つの接合部Aを加熱溶融しながらまたは加熱溶融後に、当該一つの接合部Aと当該複合材料の他の接合部Bとを接触させ、ついで加圧しながら振動又は超音波振動を与えて当該接合部AとBとを溶着させる。

好ましくは、接合する前記炭素繊維複合材料のうち少なくとも一つの接合部が端面である接合(端面接合)を近赤外線等の加熱方法で溶融し、溶融後または溶融と実質的に同時に当該接合部位を接触させる。そののち、かかる接合部位を加圧しながら振動または超音波による振動を行い、振動停止後、加圧を保ったまま冷却することにより接合することができる。端面接合とは材料の厚み部分またはリブやボスなどの構造物の先端の面部分を直接相対する材料の平面部分または端面同士に接合することをいう。

接合部AおよびBの少なくともいずれか一方が炭素繊維複合材料の端部(厚み側面部)であることが好ましい。

加熱溶融と、加圧と、振動溶着を併用することによって、複合材料の接合部は、互いに一体化する。接合部AとBを溶着させる際には、接合部を加圧しつつ接合させるのが好ましい。かかる溶着・接合によって、一方の複合材料に含まれる炭素繊維が、図3に示した様に、他方の複合材料の内部にも移動して入り込み、好ましくはそれぞれの複合材料の炭素繊維の一部が絡み合って接合強度が強化された接合部材が与えられる。

[0022] 加熱方法・手段は特に制限されるものではない。

ここで、加熱溶融とは、接合部の樹脂が加熱によって溶融状態となり、複合材料中で熱可塑性樹脂によって束縛された状態であった炭素繊維が解放されてフリーになった状態をいう。このような状態で加圧されると、炭素繊維は他の接合部の溶融状態にある複合材料中に入り込み、さらに振動又は超音

波振動を与えることにより、フリー状態の炭素繊維は移動し、複合材料中の炭素繊維同士がからみあうことができる。この加熱溶融時の樹脂粘度としては、好ましくは１０～１０００Ｐａ・ｓ、より好ましくは１０～２００Ｐａ・ｓの範囲である。

加熱方法としては外部ヒータ等の加熱体による伝熱、輻射などが好ましく、特に赤外線による輻射が好ましい。さらに赤外線はマトリックス樹脂の吸収域である近赤外線が好ましく、具体的にはその波長が７５０ｎｍ以上４０００ｎｍ以下が好ましい。より好ましくは２０００～４０００ｎｍの範囲である。

[0023] 加熱方法として特に制限はないが、例えば、複数の被加熱体の接合部を１つの加熱体により加熱してもよく、接合する被加熱体毎に複数の加熱体を用いて、それぞれを加熱してもよい。加熱体と被加熱体との距離も制限はないが、急速に加熱したい場合は距離を近くすることで加熱時間を短くすることができる。また加熱体が赤外線ヒータの場合、拡散する光を反射し集光させることができるが、反射材の設計によつて最適な距離を設定することができる。加熱体の大きさには特に制限はなく、非加熱体の接合部の大きさに合つた加熱体を設計すればよい。加熱方法の一例を図４および図５に示す。図４，５においては加熱体として具体的には円柱形状のものを記したが、例えば、棒状、面状のものであってもよい。被加熱体の接合部分を均一に加熱できればよいので、当該加熱体の形状の断面は円形でも楕円形でも多角形でもよい。

加熱温度は熱可塑性樹脂の溶融温度以上であるが炭素繊維複合材料から当該熱可塑性樹脂が流れ出ないようにすることが好ましく、溶融温度＋１５℃以上かつ溶融温度＋１００℃であることがより好ましい。さらに好ましくは溶融温度＋１５℃以上かつ溶融温度＋５０℃である。炭素繊維複合材料は熱伝導が極めてよい材料であるが、大きさや厚みによっても異なるため加熱時間はおよそ１秒から１０分である。またかかる溶融状態においては一般にマトリックス樹脂が熱分解して変質する恐れがあるため、長時間この状態にす

ることは好ましくない。一例としてナイロン6やナイロン6，6を赤外線ヒータで加熱する場合、赤外線ヒータ温度約１０００℃で、炭素繊維複合材料とのクリアランスを１ｃｍとした場合、加熱照射時間は１～５０秒の範囲が良い。被加熱物である炭素繊維複合材料は、表面温度が２３５℃～３２０℃であることが好ましく、２７５℃での接合時間は概ね５分以下が好ましい。

[0024] 加圧条件としては溶着面に、好ましくは０．０１～２ＭＰａ、より好ましくは０．０２～１．５ＭＰａ、さらに好ましくは０．０５～１ＭＰａの圧力をかける。圧力が０．０１ＭＰａ未満では良好な接合力が得られないことがあり、また加熱時に複合材料がスプリングバックして形状を保持できず得られる接合部材の強度も低下する場合がある。また圧力が２ＭＰａを超えると加圧部分が潰れ、形状保持が困難となったり、得られる接合部材の強度が低下したりすることがある。

[0025] 溶着方法としては振動による溶着や超音波を用いた振動による溶着が好ましい。これらは５０Ｈｚ～１００ＫＨｚの振動範囲がよいが、振動溶着は１００～３００Ｈｚ程度が好ましく、超音波振動の場合は１０～５０ｋＨｚが好ましい。また総振動回数は振動溶着の場合３００～１００００回が好ましく、超音波振動の場合は１万～１５万回が好ましい。かかる振動や超音波により特に端面接合部において双方からの炭素繊維が互いに絡み合うと考えられ、そのため接合強度において極めて好ましい。接合部の界面に、炭素繊維が存在することが重要であり、軟化した熱可塑性樹脂の中で双方の炭素繊維の絡み合いが生じることで、接合部の接合強度がさらに増すと考えている。

上記熱可塑性樹脂が溶融するような加熱を行わず振動や超音波振動のみを行うと、振動面の衝撃により特に接合部において炭素繊維が折れ曲がり、接合部の界面に炭素繊維が十分に存在しないことがあり接合強度が十分ではない。

[0026] [接合部材]

本発明における接合部材は、上記炭素繊維複合材料が２以上組み合わされてなるものであって、上述した平板状の接合部材１に限られるものではない

。

また、用いられる炭素繊維複合材料の形状はその用途、接合部位に合わせたものとなる。例えば平板など、炭素繊維複合材料からなる2枚の平板の厚み面同士を接合したものや、平板を組み合わせた箱形状などであってもよい。図2に示すように、1枚の平板状の炭素繊維複合材料の平面に1枚以上の炭素繊維複合材料の厚み側面を接合してリブ立て補強した形状の接合部材が挙げられる。あるいは1枚の平板の平面に接合させる複合材料として、接合面が平面である円柱状等の材料であってもよい。振動溶着を行う際には、均一に炭素繊維複合材料同士が当たるように接合面が振動することが重要であり、接合面は曲面であってもよい。接合面は平面であることが好ましく、接合面が平面であると、接合面をあらかじめ軟化するまで加熱しているため接合面を当てて振動を与える際には接合面は塑性変形して均一に当たるため好ましい。

[0027] 接合部の接合面の大きさとしては、特に制限はなく、例えば、接合する炭素繊維複合材料の一方が平面状であって、かつその厚み側面部を接合したい場合であって、 (i) 他方の炭素繊維複合材料の厚み側面部と接合する場合には、いずれの炭素繊維複合材料も、その厚みが、0.5~20mmであることが好ましく、0.5~50mmであることがより好ましい。厚みが、0.5mm以上であると、安定的に接合できる。

また、接合する炭素繊維複合材料の一方が平面状であって、かつその厚み側面部を接合したい場合であって、 (ii) 他方の炭素繊維複合材料の平面部分と接合する場合には、一方の炭素繊維複合材料の厚みが、0.5~20mmであることが好ましく、0.5~50mmであることがより好ましい。厚みが、0.5mm以上であれば、安定的に接合できる。さらに、両方の炭素繊維複合材料を面同士で接合する場合には、その面積としては、1mm^{2}より大きいことが好ましく、10mm^{2}より大きいことが更に好ましい。上限は特に制限はないが、1000000mm^{2}程度である。

[0028] 本発明は、前述の製造方法により得られる、炭素繊維複合材料同士が接合

強度１０ＭＰａ以上で接合している接合部材にも関する。

本発明により炭素繊維複合材料同士が接合強度１０ＭＰａ以上で接合している接合部材が得られ、強度が必要とされるような、例えば車両用の構造部材として好適に用いることができる。接合部において炭素繊維複合材料同士からの繊維が絡み合うため接合強度に優れるものと推測している。かかる構造部材としては、例えば自動車などの移動体を構成する部品などが挙げられる。例えば接合強度は引張試験によって評価することができる。

実施例

[0029] 以下、本発明を実施例に基づき具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0030] １．加熱装置：３０００ｎｍを中心とした概ね２０００から４０００ｎｍの波長領域の赤外線を、出力１ｋＷの電熱線から放射する赤外線ヒータを用いた。

２．断面観察：キーエンス(株)製マイクロスコープ(ＶＨＸ―１０００)で接合部の断面を観察した。

３．引張試験：インストロン５５８７万能試験機を用い、溶着面が引張方向と垂直になるようにサンプルをセットし、引張速度１ｍｍ/分で引張試験を行った。

[参考例]ランダム材からなる平板の製造

炭素繊維(東邦テナックス社製テナックスＳＴＳ４０、平均繊維径７μｍ)を平均繊維長１６ｍｍになるようにカットした。この炭素繊維を、平均目付け５４０ｇ/ｍ^{2}となるように平面上にランダムに分散させて配置した。これをユニチカＫＥ４３５―ＰＯＧクロス(ナイロン6(融点２２５℃)の織物)、１０枚の間に交互になるように挟みこんで２６０℃、２．５ＭＰａでプレスし、炭素繊維体積率３５％、１４００ｍｍＸ７００ｍｍ、厚み２ｍｍの炭素繊維複合材料(ランダム材)からなる平板を作成した。

[0031] [実施例１]

参考例で得られた平板を長さ１００ｍｍ、幅２５ｍｍに２枚切り出し、そ

れぞれ１００ｍｍ幅の厚み側面の一方に、近赤外線を１ｃｍ離れた位置から約１０秒照射し、ランダム材の表面温度を２７５℃まで昇温した。２枚の平板の接合部と赤外線ヒータとの位置関係を図4 に示す。このとき、ランダム材（被加熱体）の熱可塑性樹脂の粘度は約１８０Ｐａ・ｓであった。かかる２枚のランダム材の溶融された厚み側面同士を、０．２ＭＰａの空気圧を利用したシリンダーにより1ＭＰａの圧力をかけながら振幅１．５ｍｍ、２４ＯＨｚの横方向の振動を１０秒間与えた。そして圧力を掛けたまま（１０秒間）静置し、室温になるまで冷却した。得られた接合部材片の接合断面を観測したところ、図3 のようにランダム材中の炭素繊維が互いに入り込み絡み合っていることが分かった（接合により生成されたバリも図示）。また、かかる接合部材を5 セット作成しバリを除去後、これの接合面を垂直に引き剥がすように引張試験を行ったところ、接合強度の平均値は３５ＭＰａであった。

[0032] [実施例２]

振動が２０ｋＨｚの縦振動（超音波振動）であるほかは実施例１と同様にして接合部材を5 セット作成した。接合面を垂直に引き剥がすように引張試験を行ったところ、接合強度の平均値は２３ＭＰａであった。

[0033] [比較例１]

近赤外線照射をしないほかは実施例１と同様にして接合部材を5 セット作成した。接合面を垂直に引き剥がすように引張試験を行ったところ、接合強度の平均値は9 ＭＰａであった。

[0034] [実施例３]

参考例で得られたランダム材からなる平板を長さ１００ｍｍ、幅２５ｍｍに2 枚切り出し、一つは１００ｍｍ長の一片の厚み側面側を、もう一つは１００ｍｍＸ２５ｍｍの平面を接合面とした。図2 のように一方の平面部を端面とした。２枚の平板の接合部と赤外線ヒータとの位置関係を図5 に示す。実施例１と同様に、該厚み側面と該端面とを加熱後ヒータを即座に外して密着加圧、振動を掛け、接合部材を全部で5 セット作成した。接合面を垂直に

引き剥がすように引張試験を行ったところ、接合強度の平均値は２０ＭＰａであった。

[0035] [実施例４]

炭素繊維（東邦テナックス製テナックスＳＴＳ４０、平均繊維径７μｍ）を平均繊維長１６ｍｍにカットした。この炭素繊維を、平均目付け５４０ｇ／ｍ^{2}となるようランダムに配置した。ついで、これに平均粒径１ｍｍに粉砕した粉体状のポリプチレンテレフタレート（サビック製ＶＡＬＯＸ）が重量割合で５５％になるように均一に混合し、２６０℃、２．５ＭＰａでプレスして１４００ｍｍＸ７００ｍｍ、厚み２ｍｍの炭素繊維複合材料からなる平板を作成した。この平板から長さ５０ｍｍＸ５５ｍｍのサンプル片を２枚切り出し、実施例１と同様に、それぞれの厚み側面の一面を近赤外線を１ｃｍ離れた位置から約１０秒照射し、ランダム材の表面温度を２７５℃まで昇温した後、ヒータを即座に外して、密着加圧（２ＭＰａ）、振幅１．５ｍｍ、２４０Ｈｚの横方向の振動を１０秒間与えた。そして圧力を掛けたまま（１０秒間）静置、冷却した。得られた接合部材片の接合断面を観測したところ、図３と同様にランダム材中の炭素繊維が互いに入り込み絡み合っていることが分かった。また、かかる接合部材を５セット作成した。接合面を垂直に引き剥がすように引張試験を行ったところ、接合強度の平均値は２０ＭＰａであった。

[0036] [実施例５]

炭素繊維（東邦テナックス製テナックスＳＴＳ４０、平均繊維径７μｍ）を平均繊維長１６ｍｍにカットした。この炭素繊維を、平均目付け５４０ｇ／ｍ^{2}となるようランダムに配置し、平均粒径１ｍｍに粉砕した粉体状ポリフェニレンスルフィド（ポリプラスチックス製フォートロン（登録商標））が重量割合で５５％になるように均一に混合し、３１０℃、２．５ＭＰａでプレスして１４００ｍｍＸ７００ｍｍ、厚み２ｍｍの炭素繊維複合材料からなる平板を作成した。この平板から長さ５０ｍｍＸ５５ｍｍのサンプル片を２枚切り出し、実施例１と同様に、それぞれの厚み側面の一面を近赤外線を１

ｃｍ離れた位置から約１５秒照射し、ランダム材の表面温度を３２０℃まで昇温した後、ヒータを即座に外して、密着加圧（2ＭＰａ）、振幅１．５ｍｍ、２４０Ｈｚの横方向の振動を１０秒間与えた。そして圧力を掛けたまま（１０秒間）静置、冷却した。得られた接合部材片の接合断面を観測したところ、図3と同様にランダム材中の炭素繊維が互いに入り込み絡み合っていることが分かった。また、かかる接合部材を5セット作成した。接合面を垂直に引き剥がすように引張試験を行ったところ、接合強度の平均値は２２ＭＰａであった。

[0037] 以上、複数の炭素繊維複合材料を端面接合する場合を例に説明したが、本発明は、例えば熱可塑性樹脂を含む2枚の平板状の炭素繊維複合材料の端部同士を重ね合わせて接合する場合にも有用である。

産業上の利用可能性

[0038] 本発明によれば、熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料からなる、接合部分が強固な機械的強度を有する接合部材の製造方法、及び炭素繊維複合材料の接合方法を提供することが可能になる。さらに、本発明の製造方法により得られる接合強度に優れた接合部材が提供される。

[0039] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、２０１１年１２月6日出願の日本特許出願（特願２０１１－２６６８９９）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

請求の範囲

[請求項1] 熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料からなる接合部材の製造方法であって、当該複合材料の少なくとも一つの接合部Aを加熱溶融しながらまたは加熱溶融後に、当該一つの接合部Aと当該複合材料の他の接合部Bとを接触させ、ついで加圧しながら振動又は超音波振動を与えて当該接合部AとBとを溶着させることを特徴とする接合部材の製造方法。

[請求項2] 少なくとも一の炭素繊維複合材料に含まれる炭素繊維が、平均繊維長1~100mmの不連続繊維である、請求項1に記載の接合部材の製造方法。

[請求項3] 加熱溶融が近赤外線によるものである請求項1又は2記載の接合部材の製造方法。

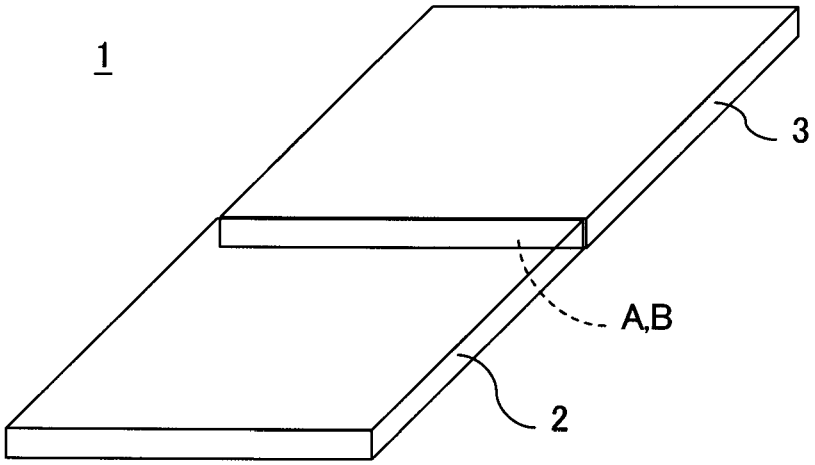
[請求項4] 炭素繊維複合材料が、熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維100質量部に対し、50~1000質量部である請求項1~3のいずれかに記載の接合部材の製造方法。

[請求項5] 接合部AおよびBの少なくともいずれか一方が炭素繊維複合材料の厚み側面部である、請求項1~4のいずれかに記載の接合部材の製造方法。

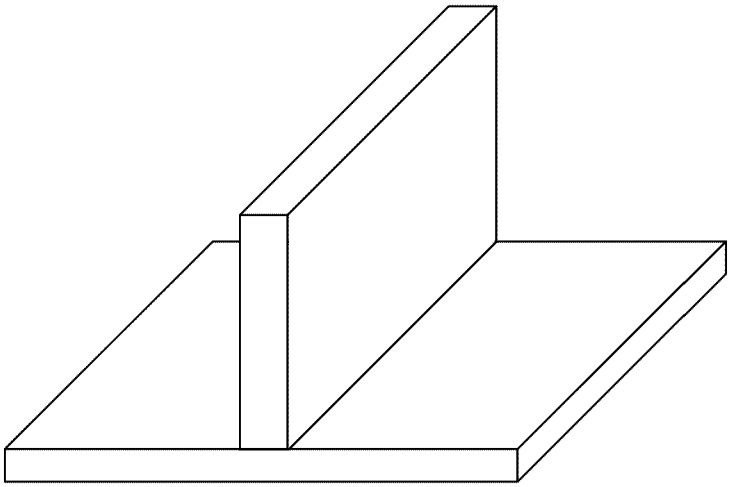
[請求項6] 請求項1~5のいずれかの製造方法により得られる、熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料同士が接合強度10MPa以上で接合している、接合部材。

[請求項7] 熱可塑性樹脂をマトリックスとする2以上の炭素繊維複合材料を接合する方法であって、当該複合材料の少なくとも一つの接合部Aを加熱溶融しながらまたは加熱溶融後に、当該一つの接合部Aと当該複合材料の他の接合部Bとを接触させ、ついで、加圧しながら振動又は超音波振動を与えて当該接合部AとBとを溶着させることを特徴とする炭素繊維複合材料の接合方法。

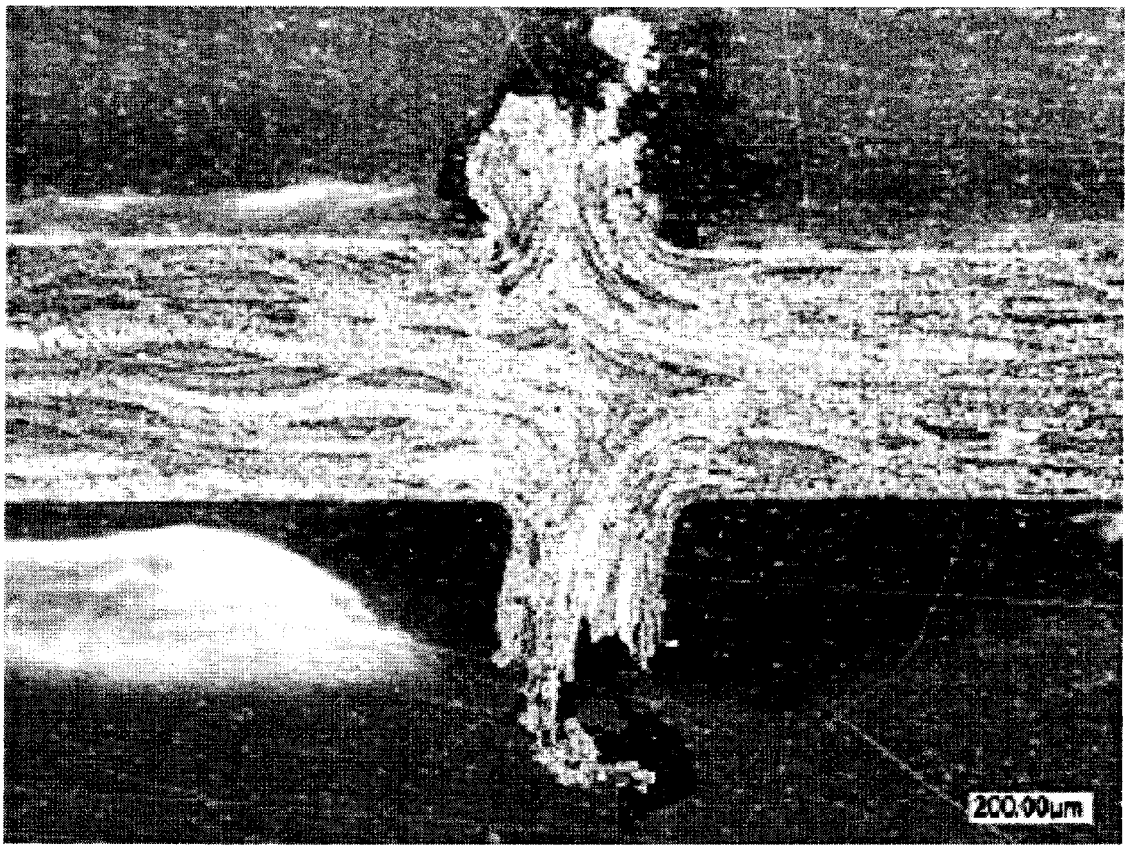
[図1]



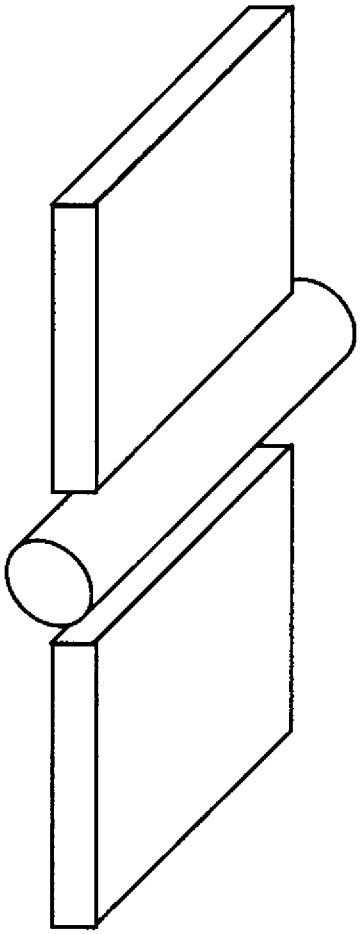
[図2]



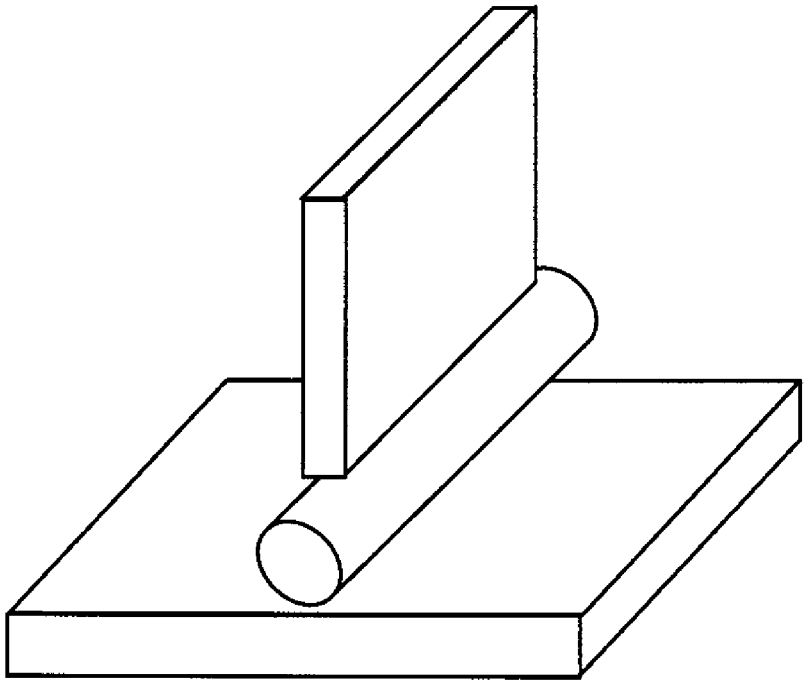
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT / JP2 012 / 081568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C65/0 6 (2006.01)i, B29C65 / 08 (2006.01)i, B29K1 05/0 6 (2006.01)n,
B29K3 07/0 4 (2006.01)n

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)

B29C65/00-65/82

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-90986 A (Press Kogyo Co., Ltd.), 06 April 1999 (06.04.1999), claims; paragraphs [0011], [0016], [0018], [0024] (Family: none)	1-7
Y	JP 7-186263 A (Toyota Motor Corp.), 25 July 1995 (25.07.1995), claims; paragraphs [0010], [0012], [0018], [0036] (Family: none)	1-7
A	JP 2000-117834 A (Toyota Motor Corp.), 25 April 2000 (25.04.2000), entire text (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* 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, exhibnion 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 tiie 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	Date of mailing of the international search report
30 January, 2013 (30.01.13)	12 February, 2013 (12.02.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2012/081568

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C65/06 (2006.01)i, B29C65/08 (2006.01)i, B29K105/06 (2006.01)n, B29K307/04 (2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C65/00- 65/82

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922—1996年
日本国公開実用新案公報 1971—2013年
日本国実用新案登録公報 1996—2013年
日本国登録実用新案公報 1994—2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 11-90986 A (プレス工業株式会社) 1999.04.06, 特許請求の範囲、【0011】、【0016】、【0018】、【0024】 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 7-186263 A (トヨタ自動車株式会社) 1995.07.25, 特許請求の範囲、【0010】、【0012】、【0018】、【0036】 (ファミリーなし)	1-7

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
30.01.2013	12.02.2013

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100—8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員) 4F 4168
奥野 剛規
電話番号 03—3581—1101 内線 3430

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2000-117834　A（トヨタ自動車株式会社）2000. 04. 25, 全文 （ファミリーなし）	1-7