

(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
2017年1月12日(12.01.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/006647 A1

- (51) 国際特許分類:
D07B 1/02 (2006.01) E04C 5/08 (2006.01)
E01D 19/16 (2006.01) G01N 3/00 (2006.01)
E04C 5/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065928
- (22) 国際出願日: 2016年5月30日(30.05.2016)
- (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 2015-137298 2015年7月8日(08.07.2015) JP
- (71) 出願人: 小松精練株式会社(KOMATSU SEIREN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 Ishikawa (JP).
- (72) 発明者: 内藤 公喜(NAITO, Kimiyoshi); 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目2番地1 国立研究開発法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 小熊 博幸(OGUMA, Hiroyuki); 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目2番地1 国立研究開発法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 林 豊(HAYASHI, Yutaka); 〒9290124 石川県能美市浜町又1

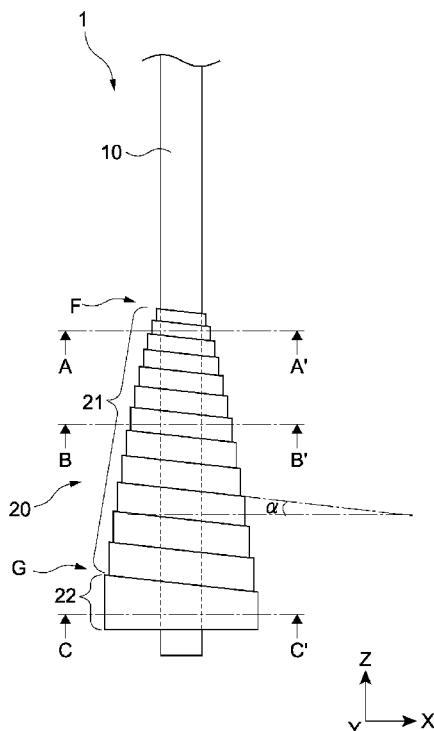
67番地 小松精練株式会社内 Ishikawa (JP). 中山 武俊(NAKAYAMA, Taketoshi); 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 小松精練株式会社内 Ishikawa (JP). 野田 穂奈美(NODA, Honami); 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 小松精練株式会社内 Ishikawa (JP).

- (74) 代理人: 大森 純一(OMORI, Junichi); 〒1070052 東京都港区赤坂7-5-47 U&M赤坂ビル2F 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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,

[続葉有]

(54) Title: ATTACHMENT STRUCTURE FOR FIBER REINFORCED PLASTIC CABLE, MANUFACTURING METHOD FOR SAME, STRENGTH TEST METHOD, AND SAMPLE FOR STRENGTH TEST

(54) 発明の名称: 繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体及びその製造方法、強度試験方法、並びに強度試験用サンプル



(57) Abstract: This attachment structure for a fiber reinforced plastic cable is formed from fiber reinforced plastic and is disposed on a longitudinal end part of the fiber reinforced plastic cable, said attachment structure comprising a retention unit and an inclined part having a diameter that becomes smaller from the retention unit toward the longitudinal center part of the fiber reinforced plastic cable. The end part of the fiber reinforced plastic cable can be retained excellently by this attachment structure.

(57) 要約: 繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体は、繊維強化プラスチックから成り、繊維強化プラスチックケーブルの長手方向端部に設けられ、保持部と、上記保持部から上記繊維強化プラスチックケーブルの長手方向中央部に向けて径が小さくなる傾斜部とを有する。この定着構造体により、繊維強化プラスチックケーブルの端部を良好に保持可能となる。

WO 2017/006647 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体及びその製造方法、強度試験方法、並びに強度試験用サンプル

技術分野

[0001] 本発明は、繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体及びその製造方法、強度試験方法、並びに強度試験用サンプルに関する。

背景技術

[0002] 橋梁や建築物などの構造物を支持ないし補強するために、鋼などの金属材料で形成された金属ケーブルが利用される。金属ケーブルは、例えば、橋梁ケーブル、建築物用の補強ケーブル、各種構造物やグラウンドアンカ等の tendon などとして利用可能である。

[0003] 近年では、金属ケーブルの代替物として、繊維強化プラスチック（FRP : Fiber Reinforced Plastics）ケーブルが注目されている。FRPケーブルは、金属ケーブルと同等、あるいはそれ以上の高い強度を備えつつ、非常に軽量である。このため、金属ケーブルに代えてFRPケーブルを利用することにより、作業性が大幅に向上する。

[0004] また、FRPケーブルは、金属ケーブルと異なり錆が発生しないため、海洋構造物の用途に特に有用である。海洋構造物としては、例えば、海洋資源採掘や洋上風力発電に用いられる緊張係留式プラットフォーム（TLP : Tension Leg Platform）が挙げられる。

[0005] FRPケーブルの両端部は、各種構造物や安定地盤などに定着される。FRPケーブルの両端部を良好に定着可能とするために、FRPケーブルの両端部には定着構造体が設けられる。FRPケーブルに設けられる定着構造体に関する技術が、例えば、特許文献1に開示されている。本文献に記載の定着構造体は金属材料で形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2013-11162号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 定着構造体が定着された状態のFRPケーブルは、その張力が集中しやすい定着構造体の近傍において損傷を受けやすい。したがって、FRPケーブルが損傷を受けることを効果的に抑制可能な技術が求められる。

[0008] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、繊維強化プラスチックケーブルの端部を良好に保持可能とする技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体は、繊維強化プラスチックから成り、繊維強化プラスチックケーブルの長手方向端部に設けられ、保持部と、上記保持部から上記繊維強化プラスチックケーブルの長手方向中央部に向けて径が小さくなる傾斜部と、を有する。

[0010] この構成の定着構造体は、保持部が保持された状態で各種構造物や安定地盤などに定着されるように構成されている。保持部に加わる保持力は、定着構造体を介して繊維強化プラスチックケーブルまで伝達される。当該保持力は、定着構造体内を伝達される際に、傾斜部に沿って小径になるにつれて緩和される。したがって、定着構造体から繊維強化プラスチックケーブルに加わる保持力は、傾斜部の大径の後端部から小径の先端部に向けて徐々に小さくなる。

[0011] 定着構造体が設けられた繊維強化プラスチックケーブルの張力は、まず定着構造体の傾斜部の先端部に加わる。そして、定着構造体の傾斜部は、保持力の弱い先端部から順次変形することにより、当該張力を後端部に向けて分散させる。このように、定着構造体が設けられた繊維強化プラスチックケーブルの張力は、局所的に集中せず、傾斜部に沿って分散される。したがって

、定着構造体が設けられた繊維強化プラスチックケーブルには損傷が発生しにくい。

[0012] 上記定着構造体は、シート状の繊維強化プラスチックが螺旋状に巻き付けられた構成を有していてもよい。

上記定着構造体は、シート状の繊維強化プラスチックを巻き付けることによって容易に形成可能である。

[0013] 上記シート状の繊維強化プラスチックは、繊維クロスがプラスチックによって含浸された構成を有していてもよい。

上記定着構造体では、繊維クロスがプラスチックによって含浸された構成のシート状の繊維強化プラスチックを用いることにより、特に高い強度が得られる。

[0014] 本発明の一形態に係る繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体の製造方法では、繊維強化プラスチックの未硬化シートが用意される。

上記未硬化シートが、繊維強化プラスチックケーブルの長手方向端部に、上記繊維強化プラスチックケーブルの長手方向中央部から離れる方向に向けて螺旋状に巻き付けられる。

上記繊維強化プラスチックケーブルに巻き付けられた上記未硬化シートが硬化させられる。

この構成では、繊維強化プラスチックケーブルに損傷が発生しにくい定着構造体を、未硬化シートを巻き付けることによって容易に形成可能である。

[0015] 本発明の一形態に係る繊維強化プラスチックケーブルの強度試験方法では、繊維強化プラスチックケーブルの試験片が用意される。

上記試験片の長手方向両端部のそれぞれに、繊維強化プラスチックによって、保持部と、上記保持部から上記試験片の長手方向中央部に向けて径が小さくなる傾斜部と、を有する保持構造体が設けられる。

上記試験片に設けられた上記保持構造体の上記保持部を保持した状態で、上記試験片の強度試験が行われる。

この構成では、試験片を保持構造体の近傍で破断させることなく、試験片

の強度試験を行うことが可能となる。これにより、繊維強化プラスチックケーブル本来の正確な強度を評価することが可能となる。

[0016] 上記保持構造体を設けるために、繊維強化プラスチックの未硬化シートが用意されてもよい。

この場合、上記未硬化シートが、上記試験片の長手方向両端部のそれぞれに、上記試験片の長手方向中央部から離れる方向に向けて螺旋状に巻き付けられる。

上記試験片に巻き付けられた上記未硬化シートが硬化させられる。

この構成では、試験片の両端部に保持構造体を容易に設けることができる。

[0017] 上記引張試験、圧縮試験、及び曲げ試験の少なくとも1つであってもよい。

この構成では、繊維強化プラスチックケーブル本来の正確な引張強度、圧縮強度、及び曲げ強度を評価することが可能となる。

[0018] 本発明の一形態に係る繊維強化プラスチックケーブルの強度試験用サンプルは、繊維強化プラスチックケーブルの試験片と、保持構造体と、を具備する。

上記保持構造体は、繊維強化プラスチックから成り、上記試験片の両端部にそれぞれ設けられ、保持部と、上記保持部から上記試験片の長手方向中央部に向けて径が小さくなる傾斜部と、を有する。

この構成では、試験片を保持構造体の近傍で破断させることなく、試験片の強度を評価することが可能な強度試験用サンプルを提供することができる。

[0019] 上記保持構造体は、シート状の繊維強化プラスチックが螺旋状に巻き付けられた構成を有していてもよい。

この構成では、シート状の繊維強化プラスチックを巻き付けることによって、傾斜部を有する保持構造体を容易に形成可能である。

[0020] 上記シート状の繊維強化プラスチックは、繊維クロスがプラスチックによ

って含浸された構成を有していてもよい。

この構成では、繊維クロスがプラスチックによって含浸された構成のシート状の繊維強化プラスチックを用いることにより、特に高い強度の保持構造体を得られる。

発明の効果

[0021] 繊維強化プラスチックケーブルの端部を良好に保持可能とする技術を提供する。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の第1の実施形態に係る定着構造体を示す正面図である。

[図2]上記定着構造体を示す、図1のA-A'線、B-B'線、及びC-C'線に沿った断面図である。

[図3]上記定着構造体からFRPケーブルに加わる保持力を説明するための図である。

[図4]上記定着構造体の製造方法を示すフローチャートである。

[図5]上記定着構造体の製造方法の未硬化シート用意工程（ステップS1-1）を示す正面図である。

[図6]上記定着構造体の製造方法の未硬化シート巻き付け工程（ステップS1-2）を示す正面図である。

[図7]上記定着構造体の製造方法の未硬化シート用意工程（ステップS1-1）の変形例を示す正面図である。

[図8]上記定着構造体の製造方法の未硬化シート巻き付け工程（ステップS1-2）の変形例を示す正面図である。

[図9]上記定着構造体の変形例1を示す正面図である。

[図10]上記定着構造体の変形例2を示す斜視図である。

[図11]上記定着構造体の変形例3を示す正面図である。

[図12]上記定着構造体の変形例3の製造方法を示すフローチャートである。

[図13]上記定着構造体の変形例3の製造方法の金型セット工程（ステップS2-2）及び注型・硬化工程（ステップS2-3）を示す断面図である。

[図14]本発明の第2の実施形態に係るFRPケーブルの強度試験用サンプルを示す正面図である。

[図15]上記強度試験用サンプルの比較例を示す正面図である。

[図16]上記強度試験用サンプルを用いる強度試験方法を示すフローチャートである。

[図17]上記強度試験用サンプルの引張試験、圧縮試験、及び曲げ試験を行っている状態を示す概略正面図である。

[図18]実施例及び比較例に係る強度試験用サンプルの引張強度試験の結果を示す応力ひずみ線図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

図面には、適宜相互に直交するX軸、Y軸、及びZ軸が示されている。X軸、Y軸、及びZ軸は全図において共通である。

[0024] <第1の実施形態>

[定着構造体20の構成]

図1は、本発明の第1の実施形態に係る定着構造体20を示す正面図である。

[0025] 定着構造体20は、繊維強化プラスチック（FRP：Fiber Reinforced Plastics）ケーブル10の両端部にそれぞれ設けられ、当該FRPケーブル10とともにFRPケーブル構造体1を構成している。FRPケーブル10の両端部の定着構造体20はいずれも同様の構成を有するため、以下では、一方の端部の定着構造体20についての説明のみを行い、他方の端部の定着構造体20についての説明を省略する。

[0026] 定着構造体20は多種多様なFRPケーブル10に対応可能であり、FRPケーブル10は特定の種類に限定されない。FRPケーブル10としては、例えば、その長手方向に沿って延びる複数の繊維材料が束ねられた構成のFRPワイヤを利用可能である。この場合、複数の繊維材料は、FRPケーブル10の長手方向に切れ目なく連続していることが好ましい。

- [0027] 定着構造体 20 は、Z 軸方向端部に配置された保持部 22 と、保持部 22 から F R P ケーブル 10 の長手方向中央部に向けて径が小さくなる傾斜部 21 と、から構成されている。傾斜部 21 は略円錐台状であり、保持部 22 は略円盤状である。保持部 22 と、傾斜部 21 の最も大径の部分とは、相互に等しい径を有するとともに連続している。
- [0028] 定着構造体 20 は、保持部 22 が保持装置 2（図 3 参照）によって保持された状態で、保持装置 2 を介して各種構造物や安定地盤などに定着されるように構成されている。
- [0029] 定着構造体 20 が設けられた F R P ケーブル構造体 1 は、F R P ケーブル 10 の張力によって、橋梁や建築物などの構造物を支持ないし補強することが可能である。F R P ケーブル構造体 1 は、例えば、橋梁ケーブル、建築物用の補強ケーブル、各種構造物やグラウンドアンカ等のテンドンなどとして利用可能である。
- [0030] 定着構造体 20 は、F R P から成る。つまり、F R P ケーブル構造体 1 を構成する F R P ケーブル 10 及び定着構造体 20 は、いずれも F R P から成る。したがって、F R P ケーブル構造体 1 は、全体として非常に軽量であるため、作業性の向上に寄与する。また、F R P ケーブル構造体 1 は、錆が発生しないため、T L P などの海洋構造物の用途に特に有用である。
- [0031] 定着構造体 20 を構成する F R P は、樹脂成分と繊維材料とから成り、樹脂成分によって繊維材料が含浸された構成を有する。本実施形態では、樹脂成分としてエポキシ樹脂を用い、繊維材料としてガラス繊維を用いた構成により、高強度の定着構造体 20 が実現されている。しかし、定着構造体 20 を構成する F R P の樹脂成分及び繊維材料は特定の種類に限定されない。
- [0032] 定着構造体 20 を構成する F R P の樹脂成分は、十分な強度を有し、かつ F R P ケーブル 10 に良好に接着可能な樹脂ないし接着剤であればよく、特定の種類に限定されない。定着構造体 20 を構成する F R P の樹脂成分としては、エポキシ樹脂以外に、例えば、ビニルエステル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリカーボネ

ート樹脂などを採用可能である。

[0033] 定着構造体20を構成するFRPの繊維材料は、樹脂成分と一体として十分な強度を発現可能であればよく、特定の種類に限定されない。定着構造体20を構成するFRPの繊維材料としては、ガラス繊維以外に、例えば、炭素繊維、アラミド繊維、ポロン繊維などを採用可能である。更に、炭素繊維としては、例えば、高剛性ピッチ系炭素繊維、高強度PAN系炭素繊維などを採用可能である。

[0034] 定着構造体20は、FRPケーブル10に対し、シート状のFRP（FRPシート）がZ軸方向下方に向けて螺旋状に巻き付けられた構成を有する。つまり、FRPシートのZ軸方向上端部は、X-Y平面に対して角度 α だけ傾斜しており、Z軸方向下方に向けて螺旋状に延びている。これにより、Z軸方向下方に向けて段階的に径が大きくなる傾斜部21が形成される。

[0035] 図2は定着構造体20を示す断面図である。より詳細には、図2（a）は定着構造体20の図1のA-A'線に沿った断面を示し、図2（b）は定着構造体20の図1のB-B'線に沿った断面を示し、図2（c）は定着構造体20の図1のC-C'線に沿った断面を示している。

[0036] つまり、図2（a）は傾斜部21のFRPシートが2周巻き付けられた部分を示し、図2（b）は傾斜部21のFRPシートが7周巻き付けられた部分を示し、図2（c）は保持部22を示している。保持部22は、FRPシートの巻き付け端部であり、13周巻き付けられたFRPシートによって構成されている。

[0037] なお、FRPシートの巻き付け数や角度 α は、FRPケーブル10の種類やFRPケーブル構造体1の用途などに応じて適宜決定可能である。また、定着構造体20におけるFRPシートの巻き付け方向は、図2に示すように左巻きであっても、その反対の右巻きであっても構わない。

[0038] 本実施形態に係る定着構造体20を構成するFRPシートの繊維材料は、長径の繊維が2次元的に配列された繊維クロスとして構成される。つまり、このFRPシートは、繊維クロスがプラスチックによって含浸された構成を

有する。これにより、特に強度の高い定着構造体 20 が得られる。この繊維クロスは、例えば、平織、綾織、縐子織などの織物の構成を有していてもよい。

[0039] なお、FRPシートの繊維材料の態様は、繊維クロスに限定されない。例えば、FRPシートの繊維材料は、例えば、FRPシートの巻き付け方向に配向した長径の繊維や、プラスチック内にランダムな方向に分散した短径の繊維であってもよい。

[0040] 図3は、定着構造体20からFRPケーブル10に加わる保持力を説明するための図である。より詳細には、図3の左図は、保持部22が保持装置2によって保持された状態の定着構造体20を示す正面図である。図3の右図は、当該定着構造体20からFRPケーブル10に加わる保持力のZ軸方向に沿った変化を定性的に示すグラフである。図3の右図において、横軸は保持力の大きさを示し、縦軸は図3の左図に対応するZ軸方向の位置を示している。

[0041] 保持装置2は、X軸方向に相互に対向する保持部材2a, 2bを有し、当該保持部材2a, 2b間に定着構造体20の保持部22を挟み込むことにより、定着構造体20を保持する。上述のとおり、定着構造体20は、保持部22が保持装置2によって保持された状態で、保持装置2を介して各種構造物や安定地盤などに定着される。

[0042] 保持装置2から保持部22に加わる保持力は、定着構造体20を介してFRPケーブル10まで伝達される。当該保持力は、定着構造体20内を伝達される際に、傾斜部21に沿って小径になるにつれて緩和される。したがって、定着構造体20からFRPケーブル10に加わる保持力は、傾斜部21の大径の後端部Gから小径の先端部Fに向けて徐々に小さくなる。

[0043] つまり、図3の右図に示すとおり、定着構造体20からFRPケーブル10に加わる保持力は、保持部22では一定であるものの、傾斜部21では大径の後端部Gから小径の先端部Fに向けて徐々に小さくなる。

[0044] なお、図3の右図では、説明の便宜上、傾斜部21における保持力のZ軸

方向に沿った変化を直線的に示している。しかし、傾斜部 21 における保持力は、大径の後端部 G から小径の先端部 F に向けて単調減少していればよい。図 1 ～ 3 に示す FRP シートが螺旋状に巻き付けられた構成の傾斜部 21 では、傾斜部 21 における保持力が段階的に変化しているものと考えられる。

[0045] 定着構造体 20 が設けられた FRP ケーブル 10 の張力は、まず定着構造体 20 の傾斜部 21 の小径の先端部 F に加わる。そして、定着構造体 20 の傾斜部 21 は、保持力の弱い先端部 F から順次変形することにより、当該張力を後端部 G に向けて分散させる。

[0046] このように、定着構造体 20 が設けられた FRP ケーブル 10 の張力は、傾斜部 21 の先端部 F の近傍に集中することなく、傾斜部 21 に沿って分散される。したがって、定着構造体 20 が設けられた FRP ケーブル 10 は、傾斜部 21 の先端部 F の近傍において損傷を受けにくい。

[0047] FRP ケーブル 10 の張力は、傾斜部 21 から FRP ケーブル 10 に加わる保持力の Z 軸方向に沿った変化の程度（図 3 の右図のグラフの傾斜部 21 における傾き）に応じて分散する。つまり、当該変化が緩やかであれば、傾斜部 21 における FRP ケーブル 10 の張力の分散領域が広がる。反対に、当該変化が急峻であれば、傾斜部 21 における FRP ケーブル 10 の張力の分散領域が狭くなる。

[0048] 傾斜部 21 から FRP ケーブル 10 に加わる保持力の Z 軸方向に沿った変化の程度は、傾斜部の Z 軸に対する傾斜角度によって決定する。また、傾斜部の Z 軸方向に対する傾斜角度は、FRP シートの Z 軸方向上端部の X-Y 平面に対する角度 α によって決定する。したがって、傾斜部 21 における FRP ケーブル 10 の張力の分散領域の広さは、FRP シートの Z 軸方向上端部の X-Y 平面に対する角度 α によって決定する。

[0049] つまり、角度 α を大きくすると、傾斜部 21 の Z 軸に対する傾斜角度が小さくなるため、傾斜部 21 から FRP ケーブル 10 に加わる保持力の Z 軸方向に沿った変化が小さくなる。したがって、角度 α を大きくすることにより

、傾斜部 21 における FRP ケーブル 10 の張力の分散領域を広くすることができる。

[0050] 反対に、角度 α を小さくすると、傾斜部 21 の Z 軸に対する傾斜角度が大きくなるため、傾斜部 21 から FRP ケーブル 10 に加わる保持力の Z 軸方向に沿った変化が大きくなる。したがって、角度 α を小さくすることにより、傾斜部 21 における FRP ケーブル 10 の張力の分散領域を狭くすることができる。

[0051] このように、定着構造体 20 では、FRP ケーブル 10 の種類や FRP ケーブル構造体 1 の用途などに応じて、傾斜部 21 における FRP ケーブル 10 の張力の分散領域の広さを容易に制御可能である。

[0052] [定着構造体 20 の製造方法]

図 4 は、定着構造体 20 の製造方法を示すフローチャートである。図 5 及び図 6 は、定着構造体 20 の製造過程を示す正面図である。以下、定着構造体 20 の製造方法について、図 4 に沿って、図 5 及び図 6 を適宜参照しながら説明する。

[0053] (ステップ S1-1 : 未硬化シート用意工程)

ステップ S1-1 では、未硬化の FRP シート (未硬化シート) S1 を用意する。

図 5 は、ステップ S1-1 で用意される未硬化シート S1 を示す正面図である。未硬化シート S1 は、繊維クロスに未硬化プラスチックを充填することにより得られる。

[0054] 未硬化シート S1 の未硬化プラスチックとしては、硬化の容易性から常温硬化型の接着剤を用いている。しかし、未硬化プラスチックは熱硬化型樹脂であってもよい。なお、未硬化シート S1 としては、市販のプリプレグを利用することも可能である。

[0055] 未硬化シート S1 は、X 軸方向に細長く、Z 軸方向上端部を斜辺とする略直角三角形形状に切断されている。

未硬化シート S1 の Z 軸方向上端部の X-Y 平面に対する角度 α は、定着

構造体 20 の傾斜部 21 の構成に応じて適宜決定可能である。つまり、角度 α を大きくすると、傾斜部 21 の Z 軸に対する傾斜角度が小さくなる。反対に、角度 α を小さくすると、傾斜部 21 の Z 軸に対する傾斜角度が大きくなる。

[0056] (ステップ S 1-2 : 未硬化シート巻き付け工程)

ステップ S 1-2 では、ステップ S 1-1 で用意された未硬化シート S 1 を、FRP ケーブル 10 の端部に巻き付ける。

図 6 は、ステップ S 1-2 を説明するための図である。

[0057] まず、図 6 (a) に示すように、未硬化シート S 1 の Z 軸方向に平行な短辺上に FRP ケーブル 10 の端部をセットする。そして、図 6 (b) に示すように、FRP ケーブル 10 を Z 軸に平行な中心軸を中心に回転させながら、未硬化シート S 1 を FRP ケーブル 10 に巻き付けていく。

[0058] これにより、未硬化シート S 1 の Z 軸方向上端部が Z 軸方向下方に向けて螺旋を描きながら傾斜部 21 が形成されていく。未硬化シート S 1 の巻き付けが完了すると、未硬化の定着構造体 20 が得られる。

[0059] (ステップ S 1-3 : 硬化工程)

ステップ S 1-3 では、ステップ S 1-2 で得られた未硬化の定着構造体 20 を硬化させる。

ステップ S 1-3 では、未硬化プラスチックとして常温硬化型の接着剤を用いた場合には、未硬化の定着構造体 20 を常温で放置する。未硬化プラスチックとして熱硬化型樹脂を用いた場合には、未硬化の定着構造体 20 を所定温度に加熱する。

これにより、図 1 に示す定着構造体 20 が得られる。

[0060] (定着構造体 20 の製造方法の変形例)

図 7 及び図 8 は、上記実施形態に係る定着構造体 20 の製造過程の変形例を示す正面図である。

[0061] 本変形例では、ステップ S 1-1 において、図 7 に示す矩形の未硬化シート S 2 が用意される。そして、ステップ S 1-2 において、図 8 に示すよう

に、 $X-Y$ 平面に対して角度 α だけ傾けた未硬化シート $S2$ をFRPケーブル10の端部に螺旋状に巻き付ける。

[0062] そして、未硬化シート $S2$ の巻き付けが終了した後に、図8(b)に示す $X-Y$ 平面に平行な切断面 CP に沿って未硬化シート $S2$ を切断する。

これにより、上記実施形態と同様の未硬化の定着構造体20が得られる。

[0063] その後、上記実施形態と同様のステップ $S1-3$ を行うことにより、図1に示す定着構造体20が得られる。

[0064] [定着構造体20の変形例]

以下、上記実施形態の変形例に係る定着構造体20について説明する。なお、各変形例に係る定着構造体20の構成は、以下に説明する構成以外について上記実施形態と共通する。また、各変形例に係る定着構造体20について、上記実施形態と共通する構成には同一の名称及び符号を用い、当該構成の説明を適宜省略する。

[0065] (1) 変形例1

図9は、上記実施形態の変形例1に係る定着構造体20の正面図である。

変形例1に係る定着構造体20は、小径部20a及び大径部20bから構成されている。小径部20a及び大径部20bはいずれもFRPシートにより形成されている。また、小径部20aはFRPケーブル10に直接設けられ、大径部20bは小径部20aの保持部22aに設けられている。

[0066] 定着構造体20は、小径部20aの傾斜部21aのみでFRPケーブル10の張力を十分に分散させられる場合には、小径部20aのみによって構成されていてもよい。しかし、小径部20aの傾斜部21aのみではFRPケーブル10の張力を十分に分散させられない場合に、小径部20aの保持部22aに大径部20bを設けることができる。

[0067] この場合、保持装置2による保持を受ける保持部22は、大径部20bの保持部22bとなる。この構成では、大径部20bの保持部22bに加わる保持力が、大径部20bの傾斜部21bと小径部20aの傾斜部21aとによって2段階で緩和されるため、FRPケーブル10の張力をより広く分散

させることが可能となる。

[0068] なお、変形例 1 に係る定着構造体 20 は小径部 20 a 及び大径部 20 b の 2 段に構成されているが、定着構造体 20 は必要に応じて 3 段以上に構成されていてもよい。

[0069] (2) 変形例 2

図 10 は、上記実施形態の変形例 2 に係る定着構造体 20 の斜視図である。

変形例 2 に係る定着構造体 20 が設けられる FRP ケーブル 10 は、図 10 (a) に示すように、複数の FRP ワイヤ 10 a が束ねられた FRP ロープとして構成される。

また、FRP ケーブル 10 は、図 10 (b) に示すように、複数の FRP ワイヤ 10 a が束ねられた状態で捻りが加えられた FRP ロープとして構成されていてもよい。

[0070] (3) 変形例 3

図 11 は、上記実施形態の変形例 3 に係る定着構造体 20 の正面図である。

変形例 3 に係る定着構造体 20 は、金型 M を用いて成形されており、円錐台状の傾斜部 21 と、円盤状の保持部 22 と、を有する。変形例 3 に係る定着構造体 20 は、上記実施形態とは異なり、傾斜部 21 の径が連続的に変化している。

変形例 3 に係る定着構造体 20 でも、上記実施形態に係る定着構造体 20 と同様に、傾斜部 21 によって FRP ケーブル 10 の張力を分散させることが可能である。

[0071] 図 12 は、変形例 3 に係る定着構造体 20 の製造方法を示すフローチャートである。図 13 は、変形例 3 に係る定着構造体 20 の製造過程を示す断面図である。以下、変形例 3 に係る定着構造体 20 の製造方法について、図 12 に沿って、図 13 を適宜参照しながら説明する。

[0072] (ステップ S2-1 : 金型及び未硬化材用意工程)

ステップS 2-1では、定着構造体20の形状に対応する金型Mと、当該金型Mに充填可能な未硬化のFRP材（未硬化材）と、を用意する。未硬化材としては、上述の未硬化シートが利用可能である。また、未硬化材は、例えば、未硬化プラスチックに短繊維長を含む有限な繊維長の繊維材料が分散された構成とすることもできる。

[0073] （ステップS 2-2：金型セット工程）

ステップS 2-2では、図13（a）に示すように、ステップS 2-1で用意された金型MをFRPケーブル10の端部にセットする。

[0074] （ステップS 2-3：注型・硬化工程）

ステップS 2-3では、図13（b）に示すように、ステップS 2-2でセットされた金型Mに、ステップS 2-1で用意された未硬化材を注型し、金型Mに注型した未硬化材を硬化させる。

[0075] （ステップS 2-4：金型取り外し工程）

ステップS 2-4では、ステップS 2-3で得られた定着構造体20から金型Mを取り外す。

これにより、図11に示す変形例3に係る定着構造体20が得られる。

[0076] ＜第2の実施形態＞

本発明の第2の実施形態では、第1の実施形態に係る定着構造体20と同様の構成の保持構造体120を用いることによって、第1の実施形態で用いたようなFRPケーブル10本来の正確な強度を評価することが可能となる。以下、第2の実施形態について詳細に説明する。

[0077] [FRPケーブル10の強度試験用サンプル101]

図14は、本実施形態に係るFRPケーブル10の強度試験用サンプル101を示す正面図である。強度試験用サンプル101は、FRPケーブル10の試験片110と、試験片110の両端部にそれぞれ設けられた保持構造体120と、により構成されている。

[0078] 試験片110は、第1の実施形態で用いたFRPケーブル10を所定の長さに切断したものである。

保持構造体 120 は、第 1 の実施形態に係る定着構造体 20 と同様の構成を有する。つまり、保持構造体 120 は、傾斜部 121 と、保持部 122 と、を有する。強度試験用サンプル 101 では、保持構造体 120 の保持部 122 が保持された状態で、試験片 110 の保持構造体 120 間の試験領域 111 において強度試験を行うことが可能である。

[0079] ここで、試験片 110 の両端部が直接保持された状態で試験片 110 の強度試験を行う場合を想定する。

この場合、試験片 110 の試験領域 111 に生じる張力や圧縮力が保持部分の近傍に集中する。これにより、試験片 110 は、実際に耐えうる荷重より小さい荷重で、保持部分の近傍に損傷を受けてしまう。

また、この場合、試験片 110 の両端部に直接保持力が加わるため、試験片 110 の両端部で樹脂材料と樹脂成分との剥離が発生しやすい。樹脂材料と樹脂成分との剥離によって試験片 110 の強度が大幅に低下してしまう。

したがって、この場合には、試験片 110 本来の正確な強度を評価することができない。

[0080] この点、本実施形態に係る強度試験用サンプル 101 では、試験片 110 の試験領域 111 に生じる張力や圧縮力が、保持構造体 120 の傾斜部 121 に沿って分散するため、傾斜部 121 の先端部 F の近傍に集中しない。したがって、保持構造体 120 が設けられた試験片 110 は、傾斜部 121 の先端部 F の近傍において損傷を受けにくい。

[0081] また、本実施形態に係る強度試験用サンプル 101 では、試験片 110 の両端部がその全周にわたって保持構造体 120 によって覆われることにより補強されている。したがって、保持構造体 120 の保持部 122 に保持力が加わっても、試験片 110 の樹脂材料と樹脂成分との剥離が発生しにくい。

[0082] したがって、本実施形態に係る強度試験用サンプル 101 を用いることにより、試験片 110 本来の正確な強度を評価することが可能となる。

[0083] 図 15 は、本実施形態の比較例に係る FRP ケーブル 10 の強度試験用サンプル 201 を示す正面図である。比較例に係る強度試験用サンプル 201

では、FRPケーブル10の試験片110の両端部に、柱状の保持構造体220が設けられている。比較例に係る保持構造体220は、実施例に係る保持構造体120の傾斜部121に対応する構成を有さず、保持部222のみによって構成されている。

[0084] 比較例に係る強度試験用サンプル201では、保持構造体220の保持部222が保持された状態で、試験片110の保持構造体220間の試験領域111において強度試験が行われる。強度試験用サンプル201では、保持構造体220の保持部222に加わる保持力がほぼ均一に伝達され、保持構造体220から試験片110に加わる保持力はZ軸方向に沿ってほぼ一定となる。

[0085] このため、強度試験用サンプル201では、試験片110の試験領域111に生じる張力や圧縮力が保持構造体220の先端部Hの近傍に集中する。したがって、試験片110は、実際に耐えうる荷重より小さい荷重で、保持構造体220の先端部Hの近傍に損傷を受けてしまう。

このため、比較例に係る強度試験用サンプル201では、本実施形態に係る強度試験用サンプル101とは異なり、試験片110本来の正確な強度を評価することができない。

[0086] なお、強度試験用サンプル101の保持構造体120は、第1の実施形態の変形例1～3と同様に構成されていてもよい。

つまり、保持構造体120は、多段に構成されていてもよく、FRPケーブル10として複数のFRPワイヤが束ねられたFRPロープが用いられてもよく、金型を用いて成形されていてもよい。

[0087] [FRPケーブル10の強度試験方法]

図16は、本実施形態に係るFRPケーブル10の強度試験方法を示すフローチャートである。図16に示す強度試験方法では、まず強度試験用サンプル101を作製し（ステップS3-1～S3-4）、当該強度試験用サンプル101を用いて強度試験を行う（ステップS3-5）。以下、FRPケーブル10の強度試験方法について、図16に沿って説明する。

[0088] (ステップS 3-1 : 試験片用意工程)

ステップS 3-1では、図14に示す強度試験用サンプル101のうちFRPケーブル10の試験片110を用意する。

[0089] (ステップS 3-2 : 未硬化シート用意工程)

ステップS 3-2では、ステップS 3-1で用意された試験片110に対応する未硬化シートS 3を用意する。

未硬化シートS 3の構成は、第1の実施形態に係る未硬化シートS 1 (図5参照)や未硬化シートS 2 (図7参照)と同様である。

[0090] (ステップS 3-3 : 未硬化シート巻き付け工程)

ステップS 3-3では、ステップS 3-1で用意された試験片110の両端部にそれぞれ、ステップS 3-2で用意された未硬化シートS 3を巻き付けることにより未硬化の保持構造体120が完成する。

未硬化シートS 3の巻き付け方法は、第1の実施形態に係る未硬化シートS 1 (図6参照)や未硬化シートS 2 (図8参照)と同様である。

これにより、未硬化の保持構造体120が完成する。

[0091] (ステップS 3-4 : 硬化工程)

ステップS 3-4では、ステップS 3-3で得られた未硬化の保持構造体120を硬化させる。

以上のステップS 3-1~S 3-4により、保持構造体120が完成し、図14に示す強度試験用サンプル101が得られる。

[0092] (ステップS 3-5 : 強度試験工程)

ステップS 3-5では、ステップS 3-4で得られた強度試験用サンプル101を用いて強度試験を行う。

強度試験としては、例えば、引張試験、圧縮試験、曲げ試験などが挙げられる。いずれの強度試験も、強度試験用サンプル101の保持構造体120の保持部122を保持した状態で行われる。以下、強度試験用サンプル101を用いて強度試験を例示する。

[0093] [強度試験の例示]

図 1 7 は、強度試験用サンプル 1 0 1 についての強度試験を例示する模式図である。図 1 7 (a) は引張試験の一例を示し、図 1 7 (b) は圧縮試験の一例を示し、図 1 7 (c) は曲げ試験の一例を示す。

[0094] (引張試験)

図 1 7 (a) に示す強度試験用サンプル 1 0 1 を用いた引張試験では、まず、Z 軸方向に対向する一对の把持部 C 1 U, C 1 L で強度試験用サンプル 1 0 1 の保持構造体 1 2 0 の保持部 1 2 2 を把持する。

以下、強度試験用サンプル 1 0 1 を用いた引張試験の一例として、(i) 引張強度試験及び (i i) 引張疲労試験について説明する。

[0095] (i) 引張強度試験

強度試験用サンプル 1 0 1 を用いた引張強度試験では、Z 軸方向上側の把持部 C 1 U を上昇させることにより、強度試験用サンプル 1 0 1 の試験領域 1 1 1 に Z 軸方向の引張力を加える。

この引張強度試験では、把持部 C 1 U の上昇量と、把持部 C 1 U に加える荷重とによって、応力ひずみ線図が得られる。この応力ひずみ線図から、F R P ケーブル 1 0 の試験片 1 1 0 のヤング率などの物性値を求めることができる。

[0096] 上記の強度試験用サンプル 1 0 1 を用いた引張強度試験では、強度試験用サンプル 1 0 1 の試験領域 1 1 1 が Z 軸方向中央部で破断し、F R P ケーブル 1 0 の試験片 1 1 0 本来の正確な引張強度が得られているものと考えられる。

[0097] これに対し、一对の把持部 C 1 U, C 1 L で試験片 1 1 0 の両端部を直接把持して行う引張強度試験では、試験片 1 1 0 の試験領域 1 1 1 が把持部 C 1 U, C 1 L の近傍で破断し、上記の強度試験用サンプル 1 0 1 の引張強度試験よりも強度が大幅に低くなった。したがって、この引張強度試験では、F R P ケーブル 1 0 の試験片 1 1 0 本来の正確な引張強度が得られていない。

[0098] (i i) 引張疲労試験

強度試験用サンプル 101 を用いた引張疲労試験では、Z 軸方向上側の把持部 C1U を繰り返し Z 軸方向に上下動させることにより、強度試験用サンプル 101 の試験領域 111 に繰り返し Z 軸方向の引張力を加える。

この引張疲労試験では、把持部 C1U の Z 軸方向への上下動の回数に伴う、把持部 C1U に加える荷重の変化によって、強度試験用サンプル 101 の引張疲労特性を評価することができる。

[0099] 上記の強度試験用サンプル 101 を用いた引張疲労試験では、試験片 110 の試験領域 111 が主に Z 軸方向中央領域で変形し、FRP ケーブル 10 の試験片 110 本来の正確な引張疲労特性が得られているものと考えられる。

[0100] これに対し、一对の把持部 C1U, C1L で試験片 110 の両端部を直接把持して行う引張疲労試験では、試験片 110 の試験領域 111 が把持部 C1U, C1L の近傍で急激に変形し、上記の強度試験用サンプル 101 の引張疲労試験よりも寿命特性が低下していた。このため、この引張疲労試験では、FRP ケーブル 10 の試験片 110 本来の正確な引張疲労特性が得られていない。

[0101] (圧縮試験)

図 17 (b) に示す強度試験用サンプル 101 を用いた圧縮試験では、まず、Z 軸方向に対向する一对の把持部 C2U, C2L で強度試験用サンプル 101 の保持構造体 120 の保持部 122 を把持する。

以下、強度試験用サンプル 101 を用いた圧縮試験の一例として、(i) 圧縮強度試験及び (ii) 圧縮疲労試験について説明する。

[0102] (i) 圧縮強度試験

強度試験用サンプル 101 を用いた圧縮強度試験では、Z 軸方向上側の把持部 C2U を下降させることにより、強度試験用サンプル 101 の試験領域 111 に Z 軸方向の圧縮力を加える。

この圧縮強度試験では、把持部 C2U の下降量と、把持部 C2U に加える荷重とによって、応力ひずみ線図が得られる。この応力ひずみ線図から、F

R P ケーブル 1 0 の試験片 1 1 0 のヤング率などの物性値を求めることができる。

[0103] 上記の強度試験用サンプル 1 0 1 を用いた圧縮強度試験では、強度試験用サンプル 1 0 1 の試験領域 1 1 1 が Z 軸方向中央部で損傷し、F R P ケーブル 1 0 の試験片 1 1 0 本来の正確な圧縮強度が得られているものと考えられる。

[0104] これに対し、一对の把持部 C 2 U, C 2 L で試験片 1 1 0 の両端部を直接把持して行う圧縮強度試験では、試験片 1 1 0 の試験領域 1 1 1 が把持部 C 2 U, C 2 L の近傍で座屈し、上記の強度試験用サンプル 1 0 1 の圧縮強度試験よりも強度が大幅に低くなった。したがって、この圧縮強度試験では、F R P ケーブル 1 0 の試験片 1 1 0 本来の正確な圧縮強度が得られていない。

[0105] (i i) 圧縮疲労試験

強度試験用サンプル 1 0 1 を用いた圧縮疲労試験では、Z 軸方向上側の把持部 C 2 U を繰り返し Z 軸方向に上下動させることにより、強度試験用サンプル 1 0 1 の試験領域 1 1 1 に繰り返し Z 軸方向の圧縮力を加える。

この圧縮疲労試験では、把持部 C 2 U の Z 軸方向への上下動の回数に伴う、把持部 C 2 U に加える荷重の変化によって、強度試験用サンプル 1 0 1 の圧縮疲労特性を評価することができる。

[0106] 上記の強度試験用サンプル 1 0 1 を用いた圧縮疲労試験では、試験片 1 1 0 の試験領域 1 1 1 が主に Z 軸方向中央領域で変形し、F R P ケーブル 1 0 の試験片 1 1 0 本来の正確な圧縮疲労特性が得られているものと考えられる。

[0107] これに対し、一对の把持部 C 2 U, C 2 L で試験片 1 1 0 の両端部を直接把持して行う圧縮疲労試験では、試験片 1 1 0 の試験領域 1 1 1 が把持部 C 2 U, C 2 L の近傍で急激に変形し、上記の強度試験用サンプル 1 0 1 の圧縮疲労試験よりも寿命特性が低下していた。このため、この圧縮疲労試験では、F R P ケーブル 1 0 の試験片 1 1 0 本来の正確な圧縮疲労特性が得られ

ていない。

[0108] (曲げ試験)

図17(c)に示す強度試験用サンプル101を用いた曲げ試験では、まず、X軸方向に対向する一对の把持部C3L, C3Rで強度試験用サンプル101の保持構造体120の保持部122を把持する。把持部C3L, C3Rはそれぞれ、Y軸に平行な回転軸PL, PRを有し、回転軸PL, PRを中心に回転可能である。

以下、強度試験用サンプル101を用いた曲げ試験の一例として、(i)曲げ強度試験及び(ii)平面曲げ疲労試験について説明する。

[0109] (i) 曲げ強度試験

強度試験用サンプル101を用いた曲げ強度試験では、Z軸方向上側の押圧子11を下降させることにより、強度試験用サンプル101の試験領域111のX軸方向中央部にZ軸方向下方への曲げ力を加える。

この曲げ強度試験では、押圧子11の下降量と、押圧子11に加える荷重とによって、応力ひずみ線図が得られる。この応力ひずみ線図から、FRPケーブル10の試験片110のヤング率などの物性値を求めることができる。

[0110] 上記の強度試験用サンプル101を用いた曲げ強度試験では、強度試験用サンプル101の試験領域111がZ軸方向中央部で破断し、FRPケーブル10の試験片110本来の正確な曲げ強度が得られているものと考えられる。

[0111] これに対し、一对の把持部C3L, C3Rで試験片110の両端部を直接把持して行う曲げ強度試験では、試験片110の試験領域111が把持部C3L, C3Rの近傍で破断し、上記の強度試験用サンプル101の曲げ強度試験よりも強度が大幅に低くなった。したがって、この曲げ強度試験では、FRPケーブル10の試験片110本来の正確な曲げ強度が得られていない。

[0112] (ii) 平面曲げ疲労試験

強度試験用サンプル１０１を用いた平面曲げ疲労試験では、Ｚ軸方向に対向する一对の押圧子１１，１２で試験片１１０の試験領域１１１のＸ軸方向中央部を挟む。そして、試験片１１０の試験領域１１１のＸ軸方向中央部を挟んだ押圧子１１，１２を繰り返しＺ軸方向に上下動させることにより、強度試験用サンプル１０１の試験領域１１１のＸ軸方向中央部に繰り返しＺ軸方向上方及び下方への曲げ力を加える。

この平面曲げ疲労試験では、押圧子１１，１２のＺ軸方向への上下動の回数に伴う、押圧子１１，１２に加える荷重の変化によって、強度試験用サンプル１０１の曲げ疲労特性を評価することができる。

[0113] 上記の強度試験用サンプル１０１を用いた平面曲げ疲労試験では、試験片１１０の試験領域１１１が主にＺ軸方向中央部で変形し、ＦＲＰケーブル１０の試験片１１０本来の正確な曲げ疲労特性が得られているものと考えられる。

[0114] これに対し、一对の把持部Ｃ３Ｌ，Ｃ３Ｒで試験片１１０の両端部を直接把持して行う平面曲げ疲労試験では、試験片１１０の試験領域１１１が把持部Ｃ３Ｌ，Ｃ３Ｒの近傍で急激に変形し、上記の強度試験用サンプル１０１の平面曲げ疲労試験よりも寿命特性が低下していた。このため、この平面曲げ疲労試験では、ＦＲＰケーブル１０の試験片１１０本来の正確な曲げ疲労特性が得られていない。

[0115] [実施例及び比較例]

本実施形態の実施例として図１４に示す強度試験用サンプル１０１を作製した。また、本実施形態の比較例として図１５に示す強度試験用サンプル２０１を作製した。実施例に係る強度試験用サンプル１０１と比較例に係る強度試験用サンプル２０１とでは、同一のＦＲＰケーブル１０の試験片１１０を用い、試験領域１１１を同一の長さとした。

[0116] 実施例１及び比較例１では、ＦＲＰケーブル１０の試験片１１０として、２４万本の炭素繊維が樹脂成分によって含浸されたＦＲＰケーブル（小松精練株式会社製 型番「２４Ｋ１Ｐ」）を用いた。

実施例 2 及び比較例 2 では、FRP ケーブル 10 の試験片 110 として、48 万本の炭素繊維が樹脂成分によって含浸された FRP ケーブル（小松精練株式会社製 型番「24K2P」）を用いた。

[0117] 図 18 (a) は、比較例 1, 2 に係る強度試験用サンプル 201 を用いた引張強度試験によって得られた応力ひずみ線図である。図 18 (b) は、実施例 1, 2 に係る強度試験用サンプル 101 を用いた引張強度試験によって得られた応力ひずみ線図である。

[0118] 比較例 1 と実施例 1 とを比較すると、比較例 1 では引張ひずみ ε が 1.5 % 付近になるときに強度試験用サンプル 201 が破断しているのに対し、実施例 1 では引張ひずみ ε が 2.25 % 付近になるまで強度試験用サンプル 101 が破断していない。

また、比較例 1 に係る強度試験用サンプル 201 では保持構造体 220 の先端部 H の近傍で破断していたのに対し、実施例 1 に係る強度試験用サンプル 101 は試験領域 111 の中央部で破断していた。

[0119] 比較例 2 と実施例 2 とを比較すると、比較例 2 では引張ひずみ ε が 1.1 % 付近になるときに強度試験用サンプル 201 が破断しているのに対し、実施例 2 では引張ひずみ ε が 2.25 % 付近になるまで強度試験用サンプル 101 が破断していない。

また、比較例 2 に係る強度試験用サンプル 201 は保持構造体 220 の先端部 H の近傍で破断していたのに対し、実施例 2 に係る強度試験用サンプル 101 は試験領域 111 の中央部で破断していた。

[0120] 以上のとおり、実施例 1, 2 に係る強度試験用サンプル 101 では FRP ケーブル 10 の試験片 110 本来の正確な評価結果が得られたが、比較例 1, 2 に係る強度試験用サンプル 201 では FRP ケーブル 10 の試験片 110 本来の正確な評価結果が得られなかった。

[0121] <その他の実施形態>

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態にのみ限定されるものではなく種々変更を加え得ることは勿論である。

[0122] 例えば、上記の第１の実施形態では傾斜部２１を有する定着構造体２０を例示し、上記の第２の実施形態では傾斜部１２１を有する保持構造体１２０を例示したが、定着構造体２０及び保持構造体１２０はこれらの構成に限定されない。定着構造体２０及び保持構造体１２０としては、ＦＲＰから成り、かつ傾斜部２１，１２１を有する任意の構成を採用可能である。

[0123] また、第１の実施形態に係る定着構造体２０及び第２の実施形態に係る保持構造体１２０では、Ｚ軸方向に平行な円筒面である保持部２２，１２２が設けられているが、保持部２２，１２２はこの構成に限定されない。保持部２２，１２２としては、傾斜部２１，１２１より大径となる任意の構成を採用可能である。更に、傾斜部２１，１２１の大径の後端部Ｇが保持部２２，１２２として構成されていてもよい。

符号の説明

- [0124] １…ＦＲＰケーブル構造体
１０…ＦＲＰケーブル
２０…定着構造体
２１…傾斜部
２２…保持部

請求の範囲

- [請求項1] 繊維強化プラスチックから成り、
繊維強化プラスチックケーブルの長手方向端部に設けられ、
保持部と、前記保持部から前記繊維強化プラスチックケーブルの長手方向中央部に向けて径が小さくなる傾斜部と、を有する
繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体。
- [請求項2] 請求項1に記載の繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体であって、
シート状の繊維強化プラスチックが螺旋状に巻き付けられた構成を有する
繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体。
- [請求項3] 請求項2に記載の繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体であって、
前記シート状の繊維強化プラスチックは、繊維クロスがプラスチックによって含浸された構成を有する
繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体。
- [請求項4] 繊維強化プラスチックの未硬化シートを用意し、
前記未硬化シートを、繊維強化プラスチックケーブルの長手方向端部に、前記繊維強化プラスチックケーブルの長手方向中央部から離れる方向に向けて螺旋状に巻き付け、
前記繊維強化プラスチックケーブルに巻き付けられた前記未硬化シートを硬化させる
繊維強化プラスチックケーブルの定着構造体の製造方法。
- [請求項5] 繊維強化プラスチックケーブルの試験片を用意し、
前記試験片の長手方向両端部のそれぞれに、繊維強化プラスチックによって、保持部と、前記保持部から前記試験片の長手方向中央部に向けて径が小さくなる傾斜部と、を有する保持構造体を設け、
前記試験片に設けられた前記保持構造体の前記保持部を保持した状

態で、前記試験片の強度試験を行う

繊維強化プラスチックケーブルの強度試験方法。

[請求項6] 請求項5に記載の繊維強化プラスチックケーブルの強度試験方法であって、

前記保持構造体を設けるために、

繊維強化プラスチックの未硬化シートを用意し、

前記未硬化シートを、前記試験片の長手方向両端部のそれぞれに、前記試験片の長手方向中央部から離れる方向に向けて螺旋状に巻き付け、

前記試験片に巻き付けられた前記未硬化シートを硬化させる

繊維強化プラスチックケーブルの強度試験方法。

[請求項7] 請求項5又は6に記載の繊維強化プラスチックケーブルの強度試験方法であって、

前記強度試験は、引張試験、圧縮試験、及び曲げ試験の少なくとも1つである

繊維強化プラスチックケーブルの強度試験方法。

[請求項8] 繊維強化プラスチックケーブルの試験片と、

繊維強化プラスチックから成り、前記試験片の両端部にそれぞれ設けられ、保持部と、前記保持部から前記試験片の長手方向中央部に向けて径が小さくなる傾斜部と、を有する保持構造体と、

を具備する繊維強化プラスチックケーブルの強度試験用サンプル。

[請求項9] 請求項8に記載の繊維強化プラスチックケーブルの強度試験用サンプルであって、

前記保持構造体は、シート状の繊維強化プラスチックが螺旋状に巻き付けられた構成を有する

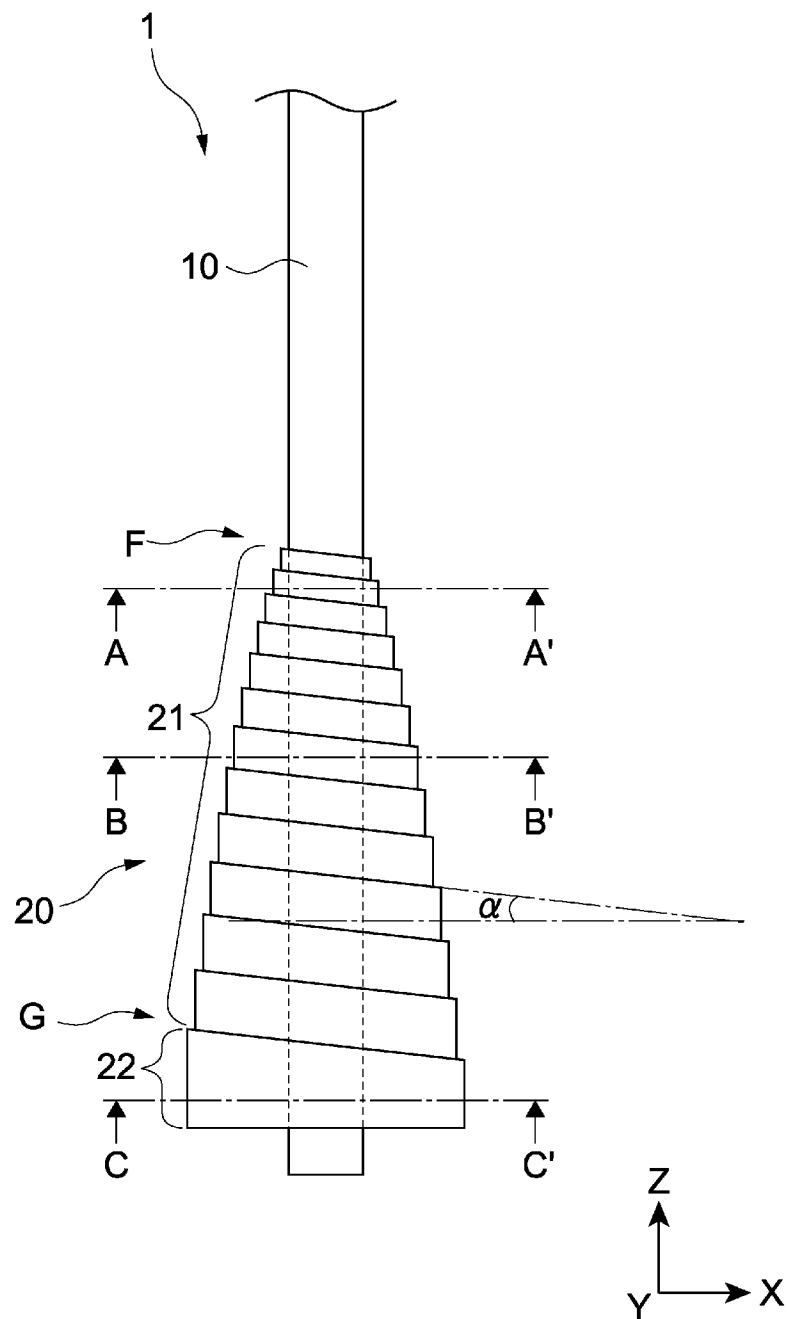
繊維強化プラスチックケーブルの強度試験用サンプル。

[請求項10] 請求項9に記載の繊維強化プラスチックケーブルの強度試験用サンプルであって、

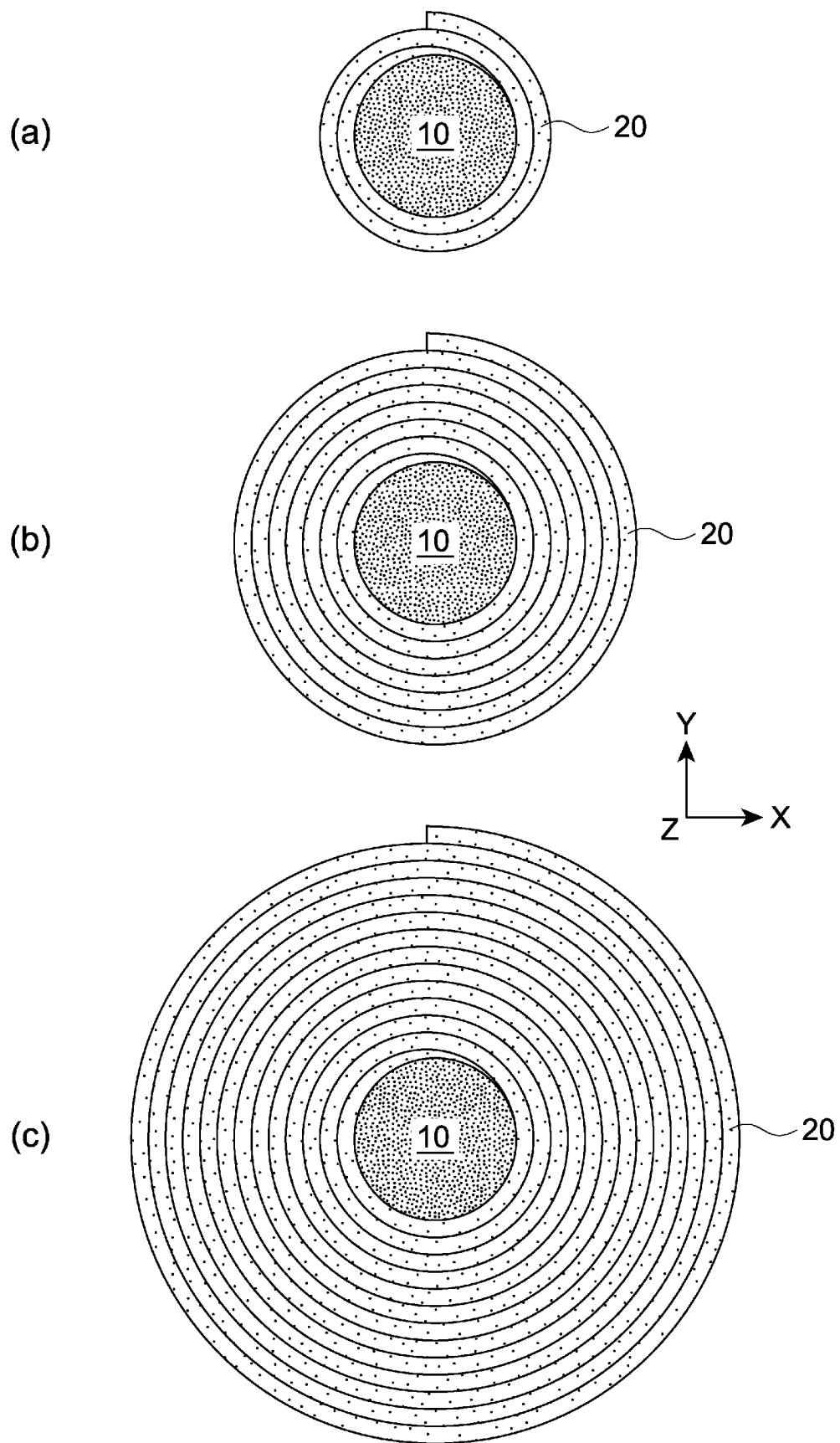
前記シート状の繊維強化プラスチックは、繊維クロスがプラスチックによって含浸された構成を有する

繊維強化プラスチックケーブルの強度試験用サンプル。

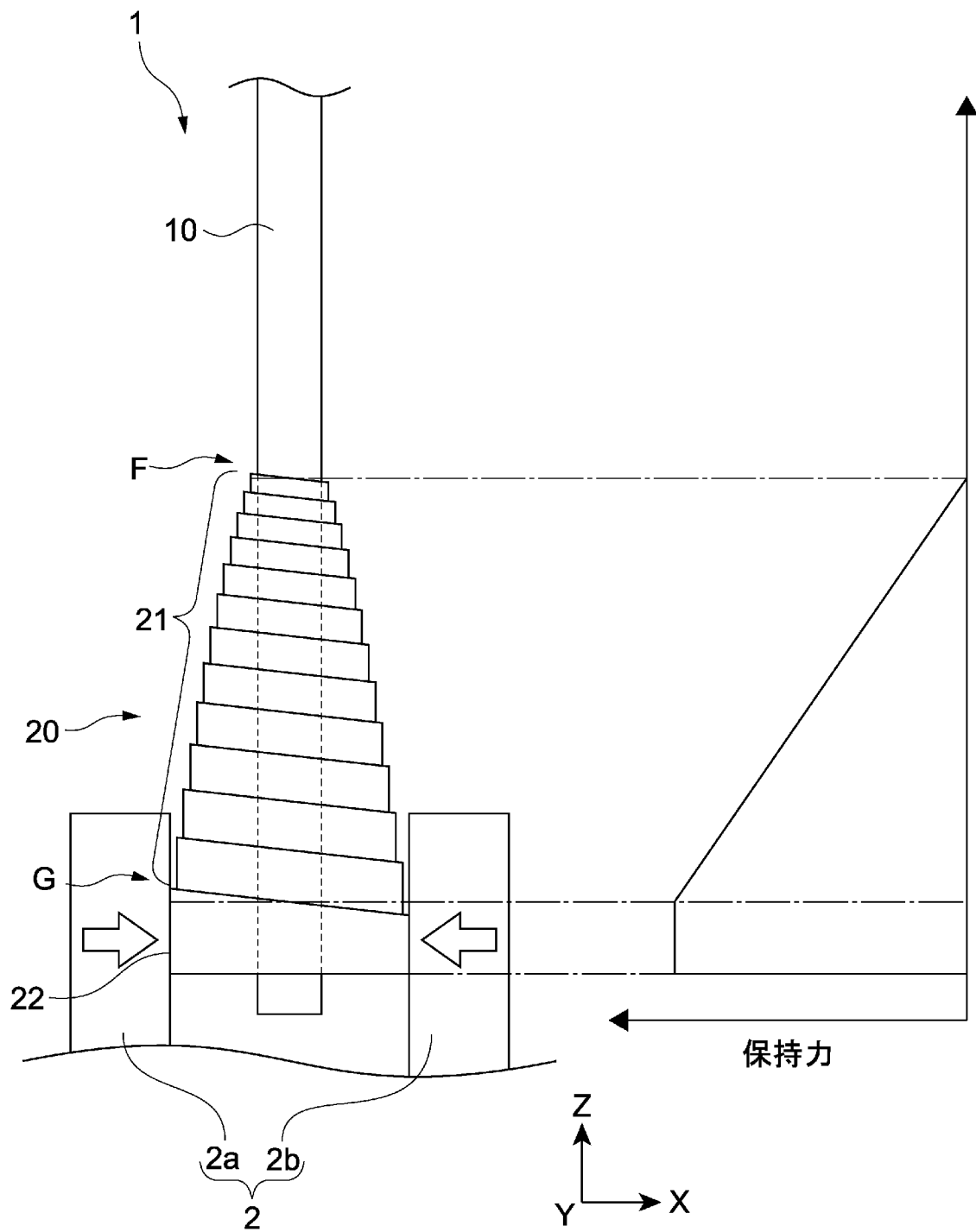
[図1]



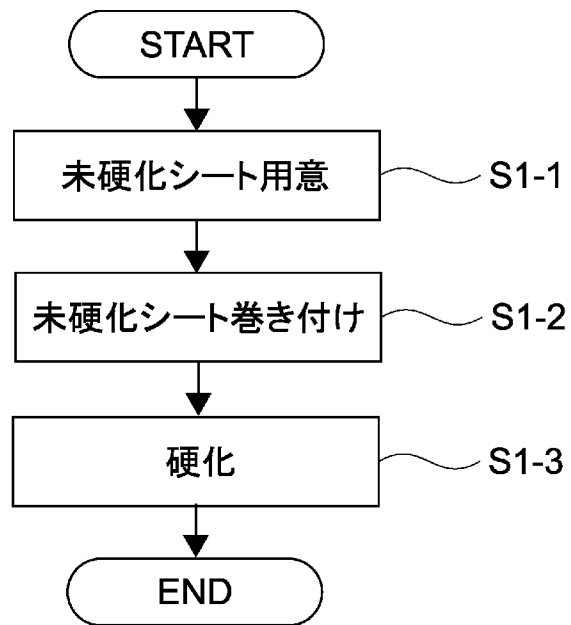
[図2]



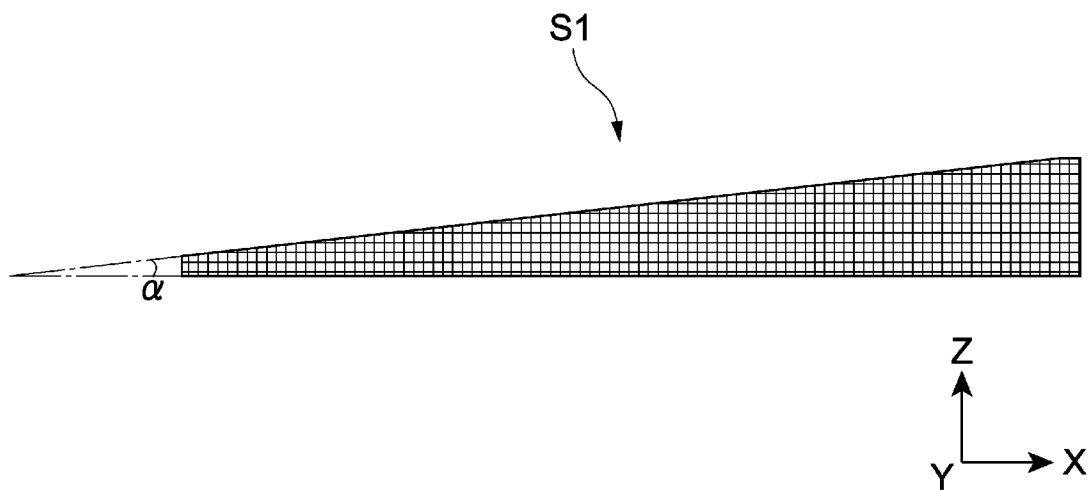
[図3]



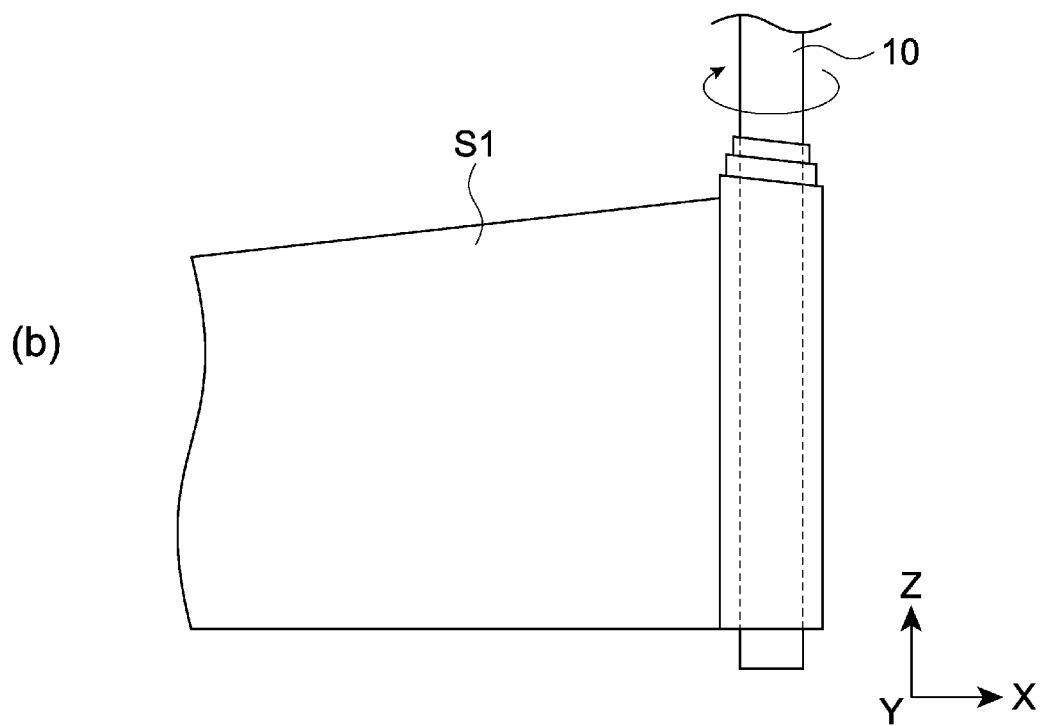
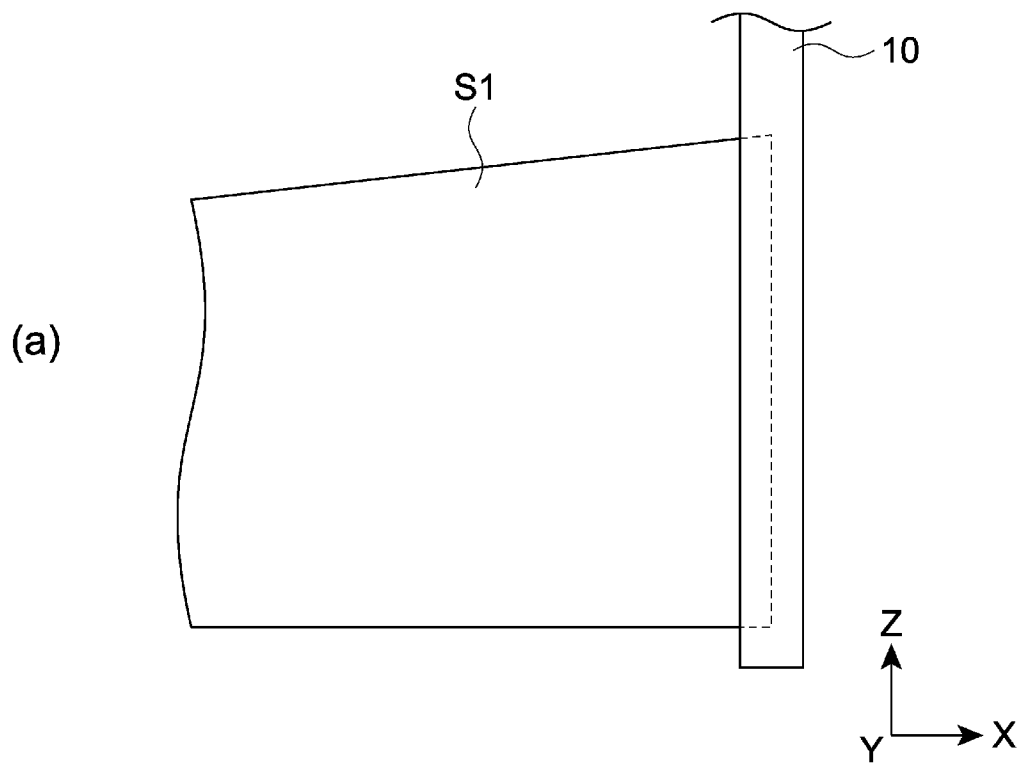
[図4]



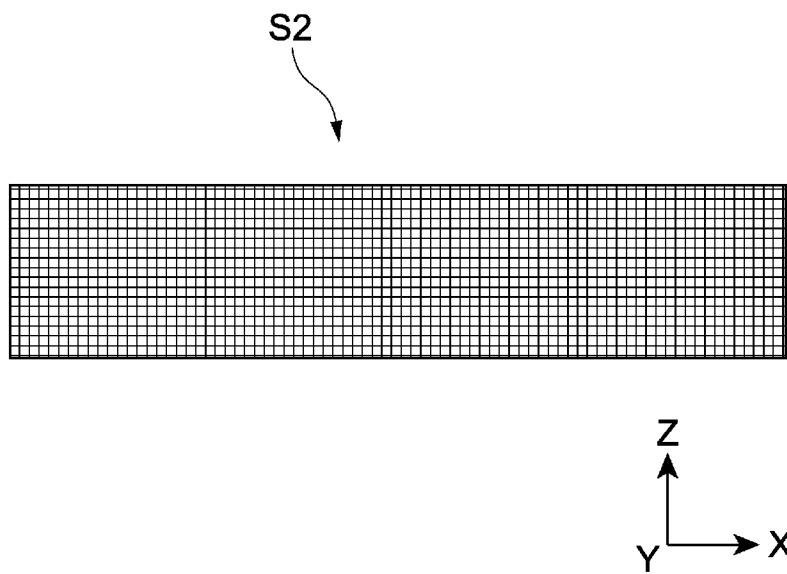
[図5]



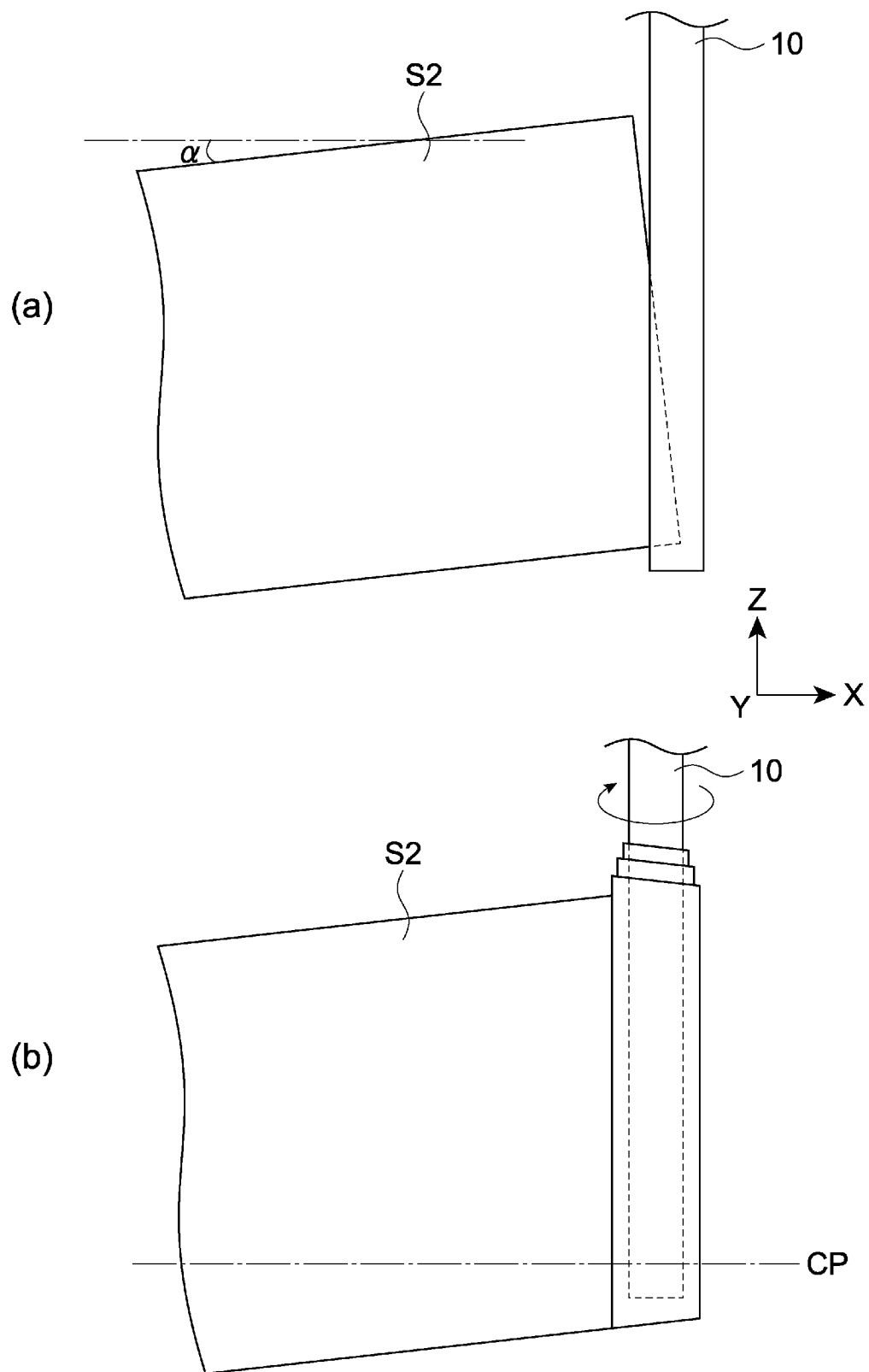
[図6]



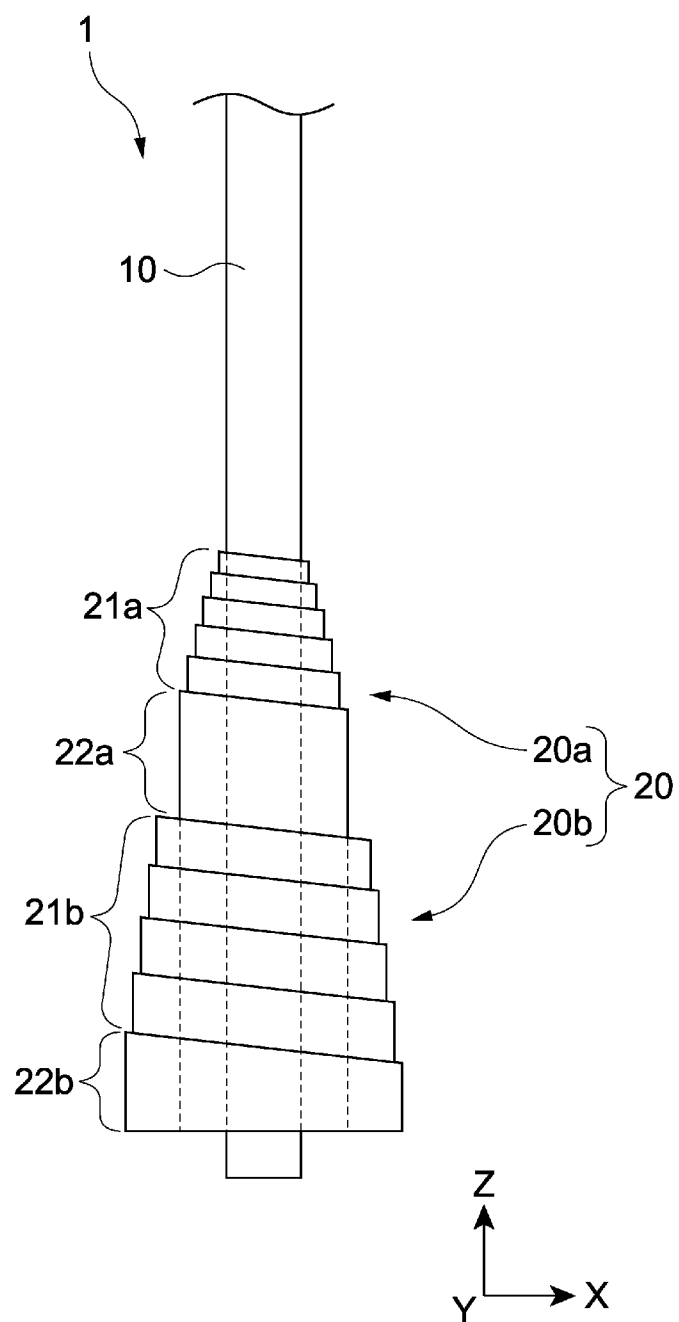
[図7]



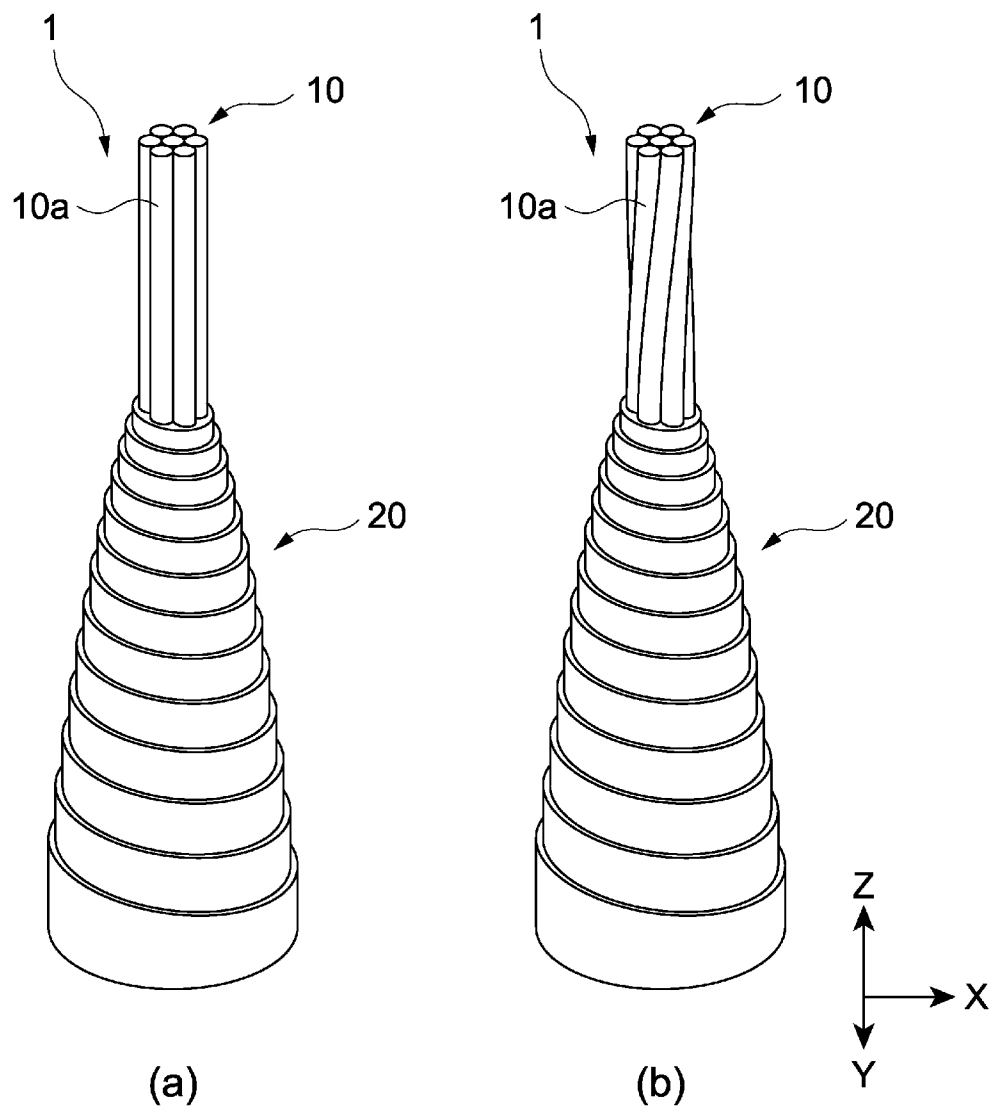
[図8]



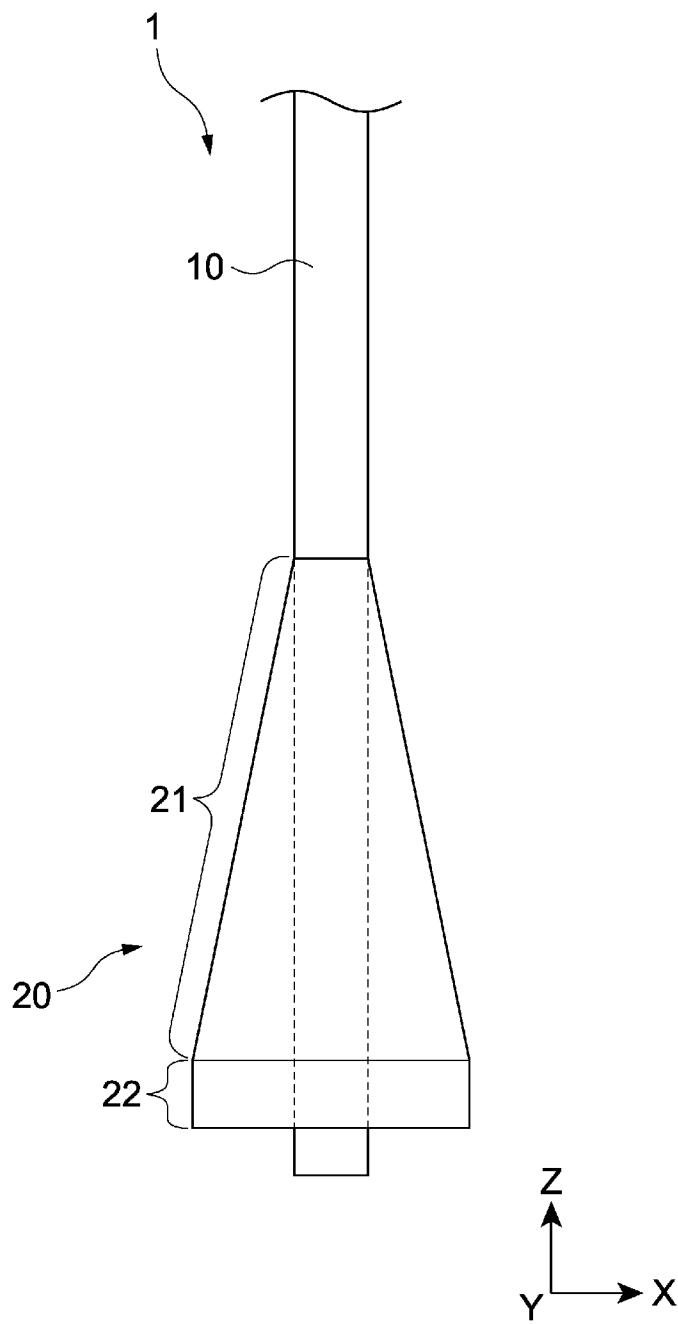
[図9]



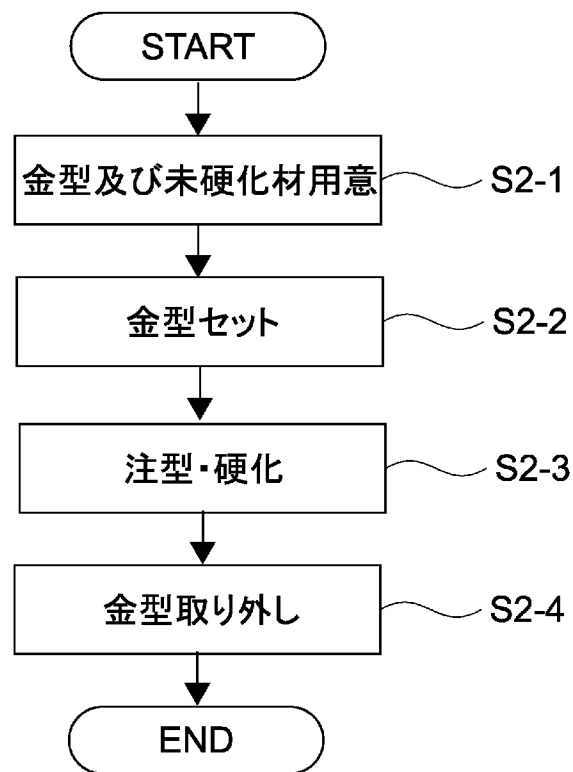
[図10]



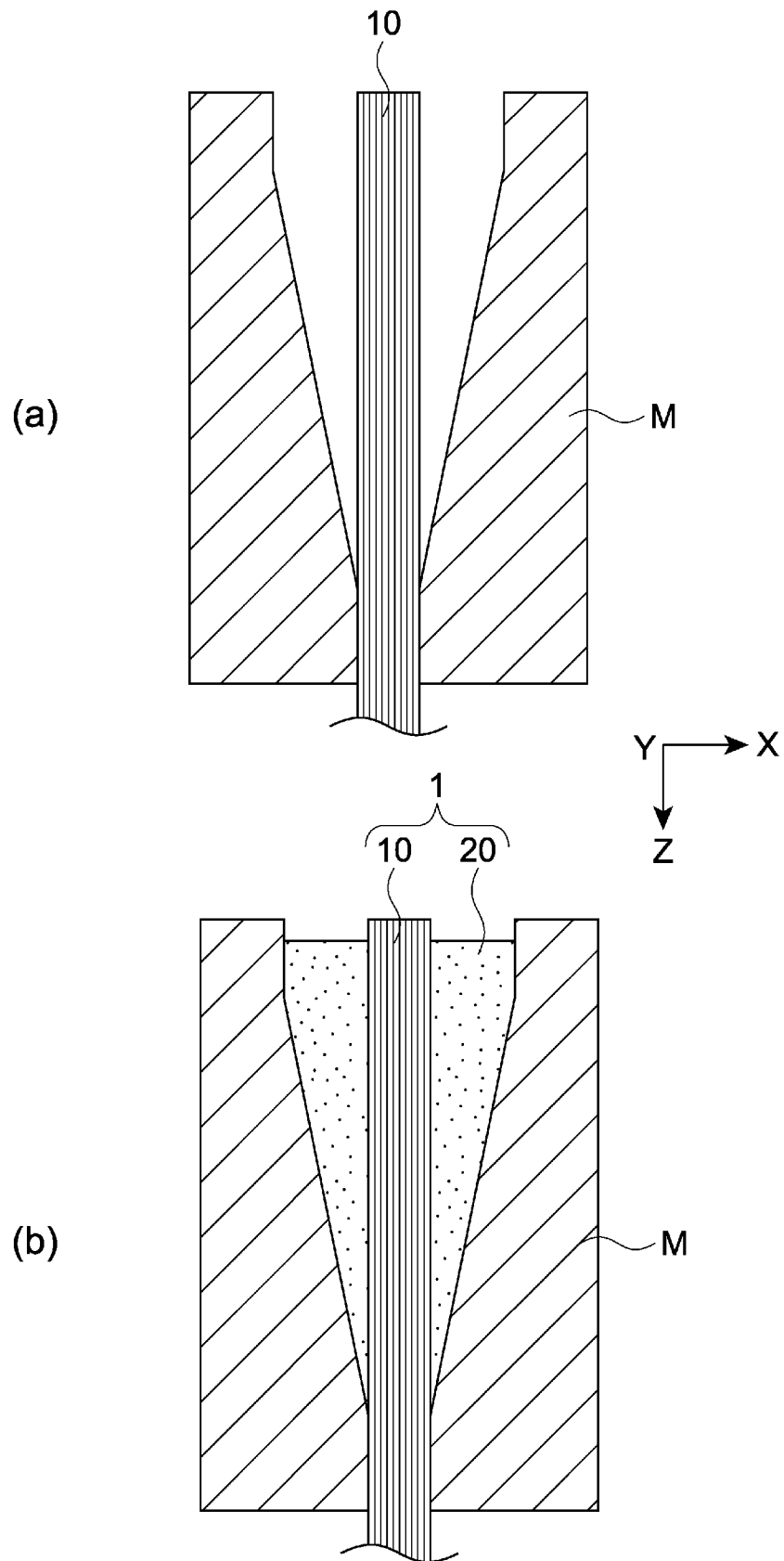
[図11]



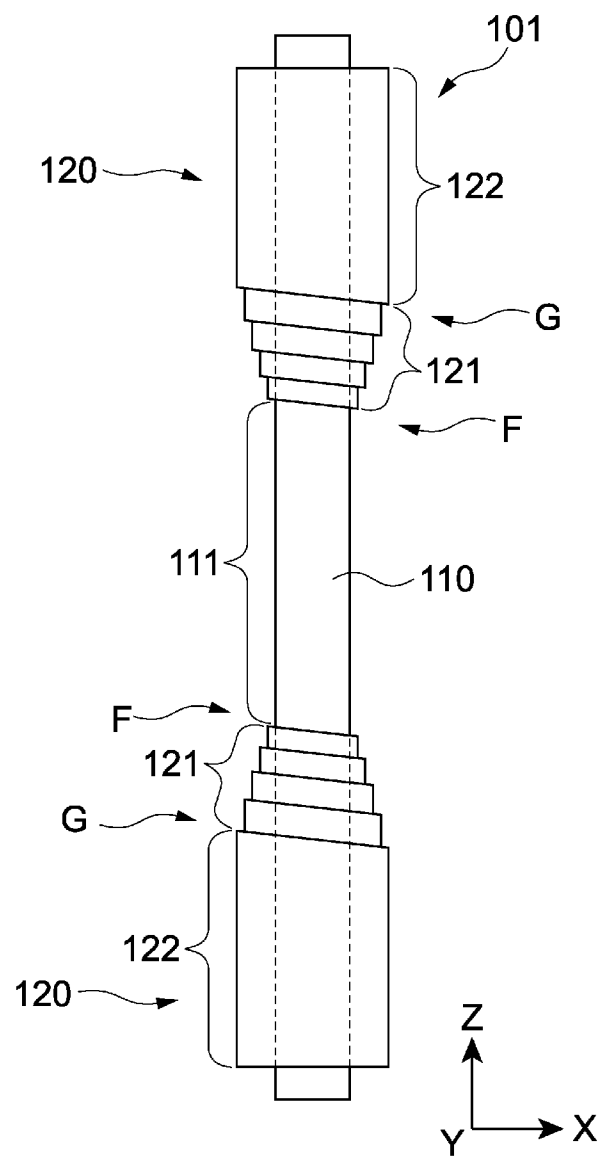
[図12]



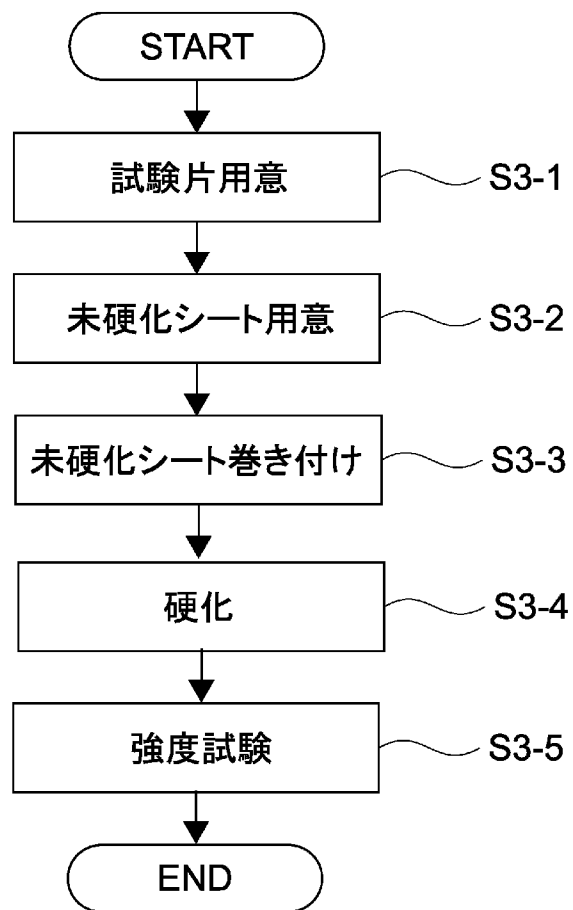
[図13]



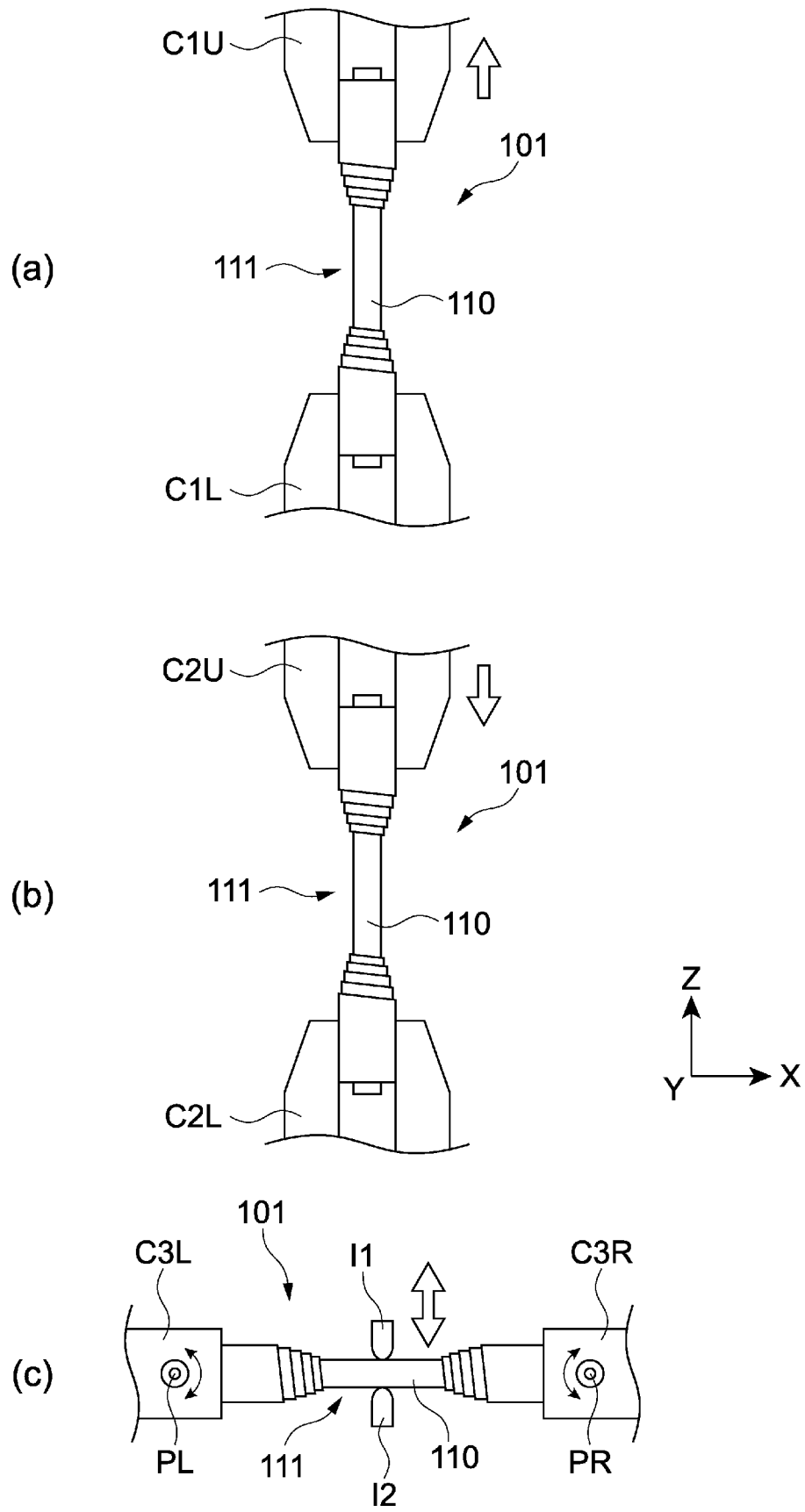
[図14]



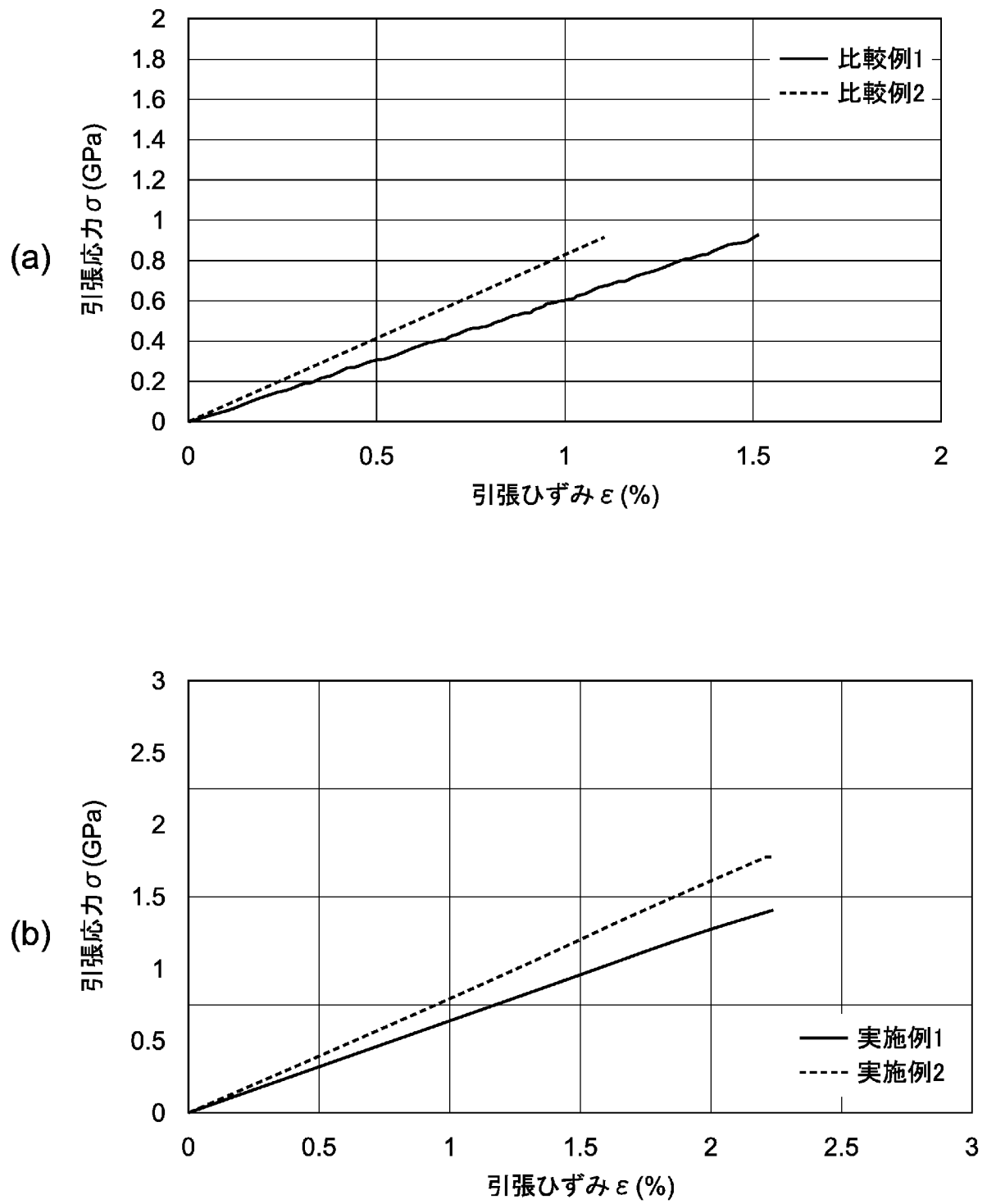
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065928

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER D07B1/02(2006.01)i, E01D19/16(2006.01)i, E04C5/07(2006.01)i, E04C5/08(2006.01)i, G01N3/00(2006.01)i 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) D07B1/00-9/00, E01D19/16, E04C5/07, E04C5/08, G01N3/00 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 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 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.
X A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 10962/1988 (Laid-open No. 114728/1989) (Nippon Concrete Industries Co., Ltd.), 02 August 1989 (02.08.1989), claims; fig. 1, 2 (Family: none)	1 2-10
A	JP 6-287949 A (Tokyu Construction Co., Ltd.), 11 October 1994 (11.10.1994), (Family: none)	1-10
A	JP 2014-125707 A (Tokyo Rope Mfg. Co., Ltd.), 07 July 2014 (07.07.2014), (Family: none)	1-10
☒ 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, 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 08 July 2016 (08.07.16)		Date of mailing of the international search report 19 July 2016 (19.07.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065928

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5514966 B1 (Kyokuto Kogen Concrete Shinko Co., Ltd.), 04 April 2014 (04.04.2014), & US 2014/0341646 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. D07B1/02(2006.01)i, E01D19/16(2006.01)i, E04C5/07(2006.01)i, E04C5/08(2006.01)i, G01N3/00(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. D07B1/00-9/00, E01D19/16, E04C5/07, E04C5/08, G01N3/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
X	日本国実用新案登録出願 63-10962 号(日本国実用新案登録出願公開 1-114728 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本コンクリート工業株式会社) 1989.08.02, 実用新案登録請求の範囲、図 1、2 (ファミリーなし)	1
A		2-10
A	JP 6-287949 A (東急建設株式会社) 1994.10.11, (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2014-125707 A (東京製綱株式会社) 2014.07.07, (ファミリーなし)	1-10

☒ 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

0 8 . 0 7 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 7 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

福井 弘子

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 4

4 S

5 8 1 4

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 5514966 B1 (極東鋼弦コンクリート振興株式会社) 2014. 04. 04, & US 2014/0341646 A1	1-10