(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 1 月 3 日(03.01.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/001982 A1

(51) 国際特許分類:
F04D 19/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064221

(22) 国際出願日: 2012 年 5 月 31 日(31.05.2012)

(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 2011-146396 2011 年 6 月 30 日(30.06.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エドワーズ株式会社(**Edwards Japan Limited**) [JP/JP]; 〒2768523 千葉県八千代市吉橋１０７８番地１ Chiba (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高阿田 勉(**TAKAADA Tsutomu**) [JP/JP]; 〒2768523 千葉県八千代市吉橋１０７８番地１ エドワーズ株式会社内 Chiba (JP). 前島 靖(**MAEJIMA Yasushi**) [JP/JP]; 〒2768523 千葉県八千代市吉橋１０７８番地１ エドワーズ株式会社内 Chiba (JP). 樺澤剛志(**KABASAWA Takashi**) [JP/JP]; 〒2768523 千葉県八千代市吉橋１０７８番地１ エドワーズ株式会社内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 仲野 均, 外(**NAKANO Hitoshi** et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿８－１２－８ 梅屋ビルＢ１ 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, 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, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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.

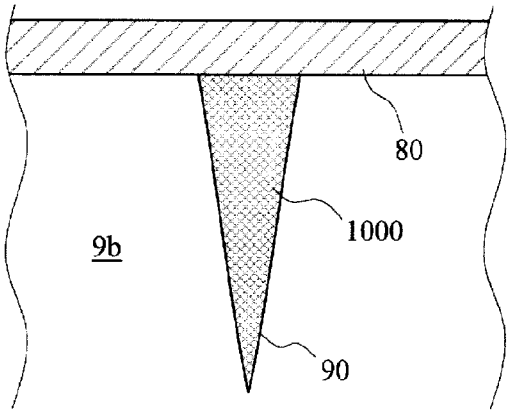
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

(54) **Title**: CYLINDRICAL BODY AND VACUUM PUMP

(54) 発明の名称 : 円筒体及び真空ポンプ

［図2］



(57) **Abstract**: An objective of this invention is to provide a cylindrical body formed from FRP with improved corrosion resistance, and a vacuum pump enclosing the cylindrical body with an extended life span through quality improvement of an anti-corrosion surface treatment. In the embodiment of this invention, with regard to a cylindrical rotating part formed from FRP material, a cavity-filling treatment is applied to a cavity (gap) formed in the manufacturing process of the cylindrical rotating part, and afterwards an anti-corrosion surface treatment is applied. Alternately, the cavity-filling treatment is applied to the cylindrical rotating part after the anti-corrosion surface treatment is applied. As a cavity-filling treatment, coating, embedding, or fusion (heat treatment) is used, obstructing the cavity with resin.

(57) 要約: ＦＲＰで形成され且つ耐腐食性が向上された円筒体、及び当該円筒体を内包して耐食表面処理の品質向上により寿命が延長された真空ポンプを提供することを目的とする。 本発明の実施形態では、ＦＲＰ材で製造される円筒形回転部に対して、当該円筒形回転部の製造工程で形成される穴（隙間）に穴埋め処理を施し、その後、耐食表面処理を施す。または、耐食表面処理を施した後に、当該円筒形回転部に穴埋め処理を施す。穴埋め処理としては、塗装、埋め込み、又は融解（加熱処理）を利用し樹脂によって穴を塞ぐ。

WO 2013/001982 A1

明　細　書

発明の名称 ： 円筒体及び真空ポンプ

技術分野

[0001] 本発明は円筒体及び真空ポンプに関し、耐食表面処理を施した円筒体及び当該円筒体を内包する真空ポンプに関する。

背景技術

[0002] 各種ある真空ポンプのうち、高真空の環境を実現するために多用されるものにターボ分子ポンプやねじ溝式ポンプがある。

こうした真空ポンプは、吸気口及び排気口を備えた外装体を形成するケーシングの内部に、当該真空ポンプに排気機能を発揮させる構造物が収納されている。この排気機能を発揮させる構造物は、大きく分けて、回転自在に軸支された回転部（ロータ部）とケーシングに対して固定された固定部（ステータ部）から構成されている。

ターボ分子ポンプの場合、回転部は、回転軸及びこの回転軸に固定されている回転体からなり、回転体には、放射状に設けられたロータ翼（動翼）が多段に配設されている。また、固定部には、ロータ翼に対して互い違いにステータ翼（静翼）が多段に配設されている。また、回転軸を高速回転させるためのモータが設けられており、このモータの働きにより回転軸が高速回転すると、ロータ翼とステータ翼との相互作用により気体が吸気口から吸引され、排気口から排出されるようになっている。

[0003] こうしたターボ分子ポンプやねじ溝式ポンプなどの真空ポンプでは、通常、回転部はアルミニウムやアルミニウム合金などの金属で製造される。

しかし、近年、性能向上（特に、より高速に回転させること）を目的として、高速回転する円筒形の回転部が、金属材料よりも、軽量且つ強度のある繊維強化複合材料（繊維強化プラスチック材、Ｆｉｂｅｒ　Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ　Ｐｌａｓｔｉｃｓ。以後、ＦＲＰ材とする）で製造される場合がある。なお、この場合にＦＲＰ材に用いられる繊維は、アラミド繊維（ＡＦＲ

Ｐ）、ボロン繊維（ＢＦＲＰ）、ガラス繊維（ＧＦＲＰ）や炭素繊維（ＣＦＲＰ）、ポリエチレン繊維（ＤＦＲＰ）などがある。

上述したように円筒形の回転部をＦＲＰ材で製造する方法としては、下記の特許文献１で提案されているような、繊維束を巻いて樹脂で固めるフィラメントワインディング法や、或いは、予め樹脂の中に繊維が埋め込まれたシートを巻いていくシートワインディング法などがある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００４－２７８５１２

[0005] 特許文献１には、ガラス繊維または炭素繊維などの強化繊維で充填された樹脂をベースにした有機基材の複合材料で作製され、フィラメントワインディング法でコアに連続的に巻き付けられて作製されたホルベックスカート下流回転子セグメント（５ｃ）について記載されている。

[0006] ところで、ＦＲＰ材内の繊維は樹脂によって保持されるが、回転部の円筒形状を形成する過程で、繊維間や繊維層間（シートワインディングにおけるシート間）に、図１１に示したように、細い隙間９０（穴、貫通穴）が形成されてしまうことがある。この隙間９０は、構造上、幅に対して軸方向に優位に構成されやすく、また、樹脂が流れ込めないほど細いので、その結果、図１２に示したように、シートの端の面から軸方向につながるように細長い隙間９０（穴、貫通穴）が形成されてしまっていた。

一方、ＦＲＰ材の樹脂（例えば、エポキシ樹脂）は、ハロゲンガスなどに腐食されやすいという特徴があるが、このＦＲＰ材で製造された円筒形回転部が内包される真空ポンプは、腐食性のあるガス（例えば、ハロゲンガス）を排気する環境に配設されることがある。そこで、耐腐食対策として、当該ガスが流れる部分（部品）の表面に耐食表面処理を施す必要があった。通常、真空ポンプでは、無電解ニッケルメッキにより耐食表面処理を行う。他例としては、物理気相成長（ＰＶＤ）、化学気相成長（ＣＶＤ）、スパッタリング、イオンプレーティングなどの蒸着法や、電着塗装などがある。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 図１２及び図１３は、従来の繊維間や繊維層間に形成される隙間９０を説明するための図である。

しかしながら、円筒形回転部にＦＲＰ材を用いる構成では、図１２及び図１３に示したように、耐食表面処理８０（例えば、電気メッキ）を施す場合に以下に挙げるような課題があった。

ＦＲＰ材は、上述したように、端面から隙間９０が形成されてしまうため、耐食表面処理８０（メッキ）を施したときに、当該隙間９０の深い部分（即ち、穴の奥）には耐食表面処理８０が充分に施されず、円筒形回転部表面のメッキ処理を完全に行うことができない場合があった。その結果、腐食性のガスが流れ込んできた場合に、メッキ処理が不完全だった当該穴の奥から腐食がはじまる虞があった。

[0008] そこで、本発明は、ＦＲＰ材で形成され且つ耐食性が向上された円筒体、及び当該円筒体を内包して耐食表面処理の品質向上による寿命が延長された真空ポンプを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 請求項１記載の発明では、真空ポンプに配設されるロータに固定される、繊維強化複合材料で製造された円筒体であって、前記円筒体は、製造過程で形成される穴に穴埋め処理が施されていることを特徴とする円筒体を提供する。

請求項２記載の発明では、前記穴埋め処理の後に、耐食表面処理が施されることを特徴とする請求項１に記載の円筒体を提供する。

請求項３記載の発明では、前記穴埋め処理の前に、耐食表面処理が施されることを特徴とする請求項１に記載の円筒体を提供する。

請求項４記載の発明では、前記穴埋め処理は、前記穴に穴埋め剤により穴埋めする処理であることを特徴とする請求項１、請求項２、又は請求項３に記載の円筒体を提供する。

請求項５記載の発明では、前記穴埋め剤は、前記繊維強化複合材料に使用されている樹脂と同じ樹脂であることを特徴とする請求項４に記載の円筒体を提供する。

請求項６記載の発明では、前記穴埋め処理では、前記穴に前記穴埋め剤により穴埋めする前に、前記繊維強化複合材料で製造された前記円筒体を加熱することを特徴とする請求項４又は請求項５に記載の円筒体を提供する。

請求項７記載の発明では、前記穴埋め剤は、硬化による収縮の割合が５％未満であることを特徴とする請求項４、請求項５、又は請求項６に記載の円筒体を提供する。

請求項８記載の発明では、前記穴埋め処理は、前記繊維強化複合材料で製造された前記円筒体を融解する処理であることを特徴とする請求項１、請求項２、又は請求項３に記載の円筒体を提供する。

請求項９記載の発明では、前記円筒体に用いられる前記繊維強化複合材料は、熱可塑性樹脂であることを特徴とする請求項８に記載の円筒体を提供する。

請求項１０記載の発明では、前記円筒体を融解する処理による前記穴埋め処理は、穴埋めする箇所のみ加熱されていることを特徴とする請求項８又は請求項９に記載の円筒体を提供する。

請求項１１記載の発明では、前記円筒体を融解する処理による前記穴埋め処理は、真空中で、加熱する処理であることを特徴とする請求項８から請求項１０のうちいずれか１項に記載の円筒体を提供する。

請求項１２記載の発明では、前記円筒体を融解する処理による前記穴埋め処理は、摩擦熱によって加熱する処理であることを特徴とする請求項８から請求項１１のうちいずれか１項に記載の円筒体を提供する。

請求項１３記載の発明では、ロータを備えた真空ポンプであって、前記ロータは、繊維強化複合材料で製造された円筒体を備え、前記円筒体は、請求項１から請求項１２のうちいずれか１項に記載の円筒体であることを特徴とする真空ポンプを提供する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、ＦＲＰ材で形成され且つ耐食性が向上した円筒体、及び耐食表面処理の品質向上により寿命が延長された真空ポンプを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態に係るＦＲＰで製造された円筒形回転部を備えたターボ分子ポンプの概略構成例を示した図である。

[図2]本発明の第１実施形態に係る、穴埋め処理を施した後に耐食表面処理を行った円筒形回転部の概念図を示した図である。

[図3]本発明の各実施形態に係る塗装を利用した穴埋め方法を説明するための図である。

[図4]本発明の各実施形態の変形例に係るマスキングを説明するための図である。

[図5]本発明の各実施形態に係る毛細管現象を利用した穴埋め方法を説明するための図である。

[図6]本発明の各実施形態に係る気体収縮を利用した穴埋め方法を説明するための図である。

[図7]本発明の各実施形態に係る真空含浸を利用した穴埋め方法を説明するための図である。

[図8]本発明の各実施形態に係る埋め込みによる穴埋め方法を説明するための図である。

[図9]本発明の各実施形態に係る融解を利用した穴埋め方法を説明するための図である。

[図10]本発明の第２実施形態に係る、耐食表面処理を施した後に穴埋め処理を行った円筒形回転部の概念図を示した図である。

[図11]繊維間や繊維層間に形成される隙間を説明するための図である。

[図12]繊維間や繊維層間に形成される隙間を説明するための図である。

[図13]繊維間や繊維層間に形成される隙間を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0012] （ｉ）実施形態の概要

本発明の実施形態では、ＦＲＰ材で製造される円筒形回転部（円筒体）に対して、当該円筒形回転部の製造工程で形成された穴（隙間）に穴埋め処理を施し、その後、耐食表面処理を施す。または、耐食表面処理を施した後に、当該円筒形回転部に形成された穴に対して穴埋め処理を施す。

穴埋め処理としては、塗装、埋め込み、又は融解（加熱処理）を利用し樹脂によって穴を塞ぐ。また、当該樹脂を塗布すべきではない部分、或いは樹脂が塗布されることが所望されない部分には、必要に応じてマスキング処理を施しておく。

[0013] （ｉｉ）実施形態の詳細

以下、本発明の好適な実施の形態について、図１～図１０を参照して詳細に説明する。

なお、本実施形態では、真空ポンプの一例として、ターボ分子ポンプ部とねじ溝式ポンプ部を備えた、いわゆる複合型のターボ分子ポンプを用いて説明する。

[0014] 図１は、本発明の第１実施形態に係るＦＲＰで製造された円筒形回転部９ｂを備えたターボ分子ポンプ１の概略構成例を示した図である。なお、図１は、ターボ分子ポンプ１の軸線方向の断面図を示している。

ターボ分子ポンプ１の外装体を形成するケーシング２は、略円筒状の形状をしており、ケーシング２の下部（排気口６側）に設けられたベース３と共にターボ分子ポンプ１の筐体を構成している。そして、この筐体の内部には、ターボ分子ポンプ１に排気機能を発揮させる構造物である気体移送機構が収納されている。

この気体移送機構は、大きく分けて、回転自在に支えられた回転部と筐体に対して固定された固定部から構成されている。

[0015] ケーシング２の端部には、当該ターボ分子ポンプ１へ気体を導入するための吸気口４が形成されている。また、ケーシング２の吸気口４側の端面には

、外周側へ張り出したフランジ部５が形成されている。

また、ベース３には、当該ターボ分子ポンプ１から気体を排気するための排気口６が形成されている。

[0016] 回転部は、回転軸であるシャフト７、このシャフト７に配設されたロータ８、ロータ８に設けられた複数枚の回転翼９ａ、排気口６側（ねじ溝式ポンプ部）に設けられた円筒形回転部９ｂなどから構成されている。なお、シャフト７及びロータ８によってロータ部が構成されている。

各回転翼９ａは、シャフト７の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾斜してシャフト７から放射状に伸びたブレードからなる。

また、円筒形回転部９ｂは、ロータ８の回転軸線と同心の円筒形状をした円筒部材からなる。

[0017] シャフト７の軸線方向中程には、シャフト７を高速回転させるためのモータ部２０が設けられ、ステータコラム１０に内包されている。

更に、シャフト７のモータ部２０に対して吸気口４側、および排気口６側には、シャフト７をラジアル方向（径方向）に非接触で支えるための径方向磁気軸受装置３０、３１、シャフト７の下端には、シャフト７を軸線方向（アキシャル方向）に非接触で支えるための軸方向磁気軸受装置４０が設けられている。

[0018] 筐体の内周側には、固定部が形成されている。この固定部は、吸気口４側（ターボ分子ポンプ部）に設けられた複数枚の固定翼５０と、ケーシング２の内周面に設けられたねじ溝スペーサ６０などから構成されている。

各固定翼５０は、シャフト７の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾斜して筐体の内周面からシャフト７に向かって伸びたブレードから構成されている。

各段の固定翼５０は、円筒形状をしたスペーサ７０により互いに隔てられて固定されている。

ターボ分子ポンプ部では、固定翼５０と、回転翼９ａとが互い違いに配置され、軸線方向に複数段形成されている。

[0019] ねじ溝スペーサ６０には、円筒形回転部９ｂとの対向面にらせん溝が形成されている。

ねじ溝スペーサ６０は、所定のクリアランスを隔てて円筒形回転部９ｂの外周面に対面しており、円筒形回転部９ｂが高速回転すると、ターボ分子ポンプ１で圧縮されたガスが円筒形回転部９ｂの回転に伴ってねじ溝（らせん溝）にガイドされながら排気口６側へ送出されるようになっている。即ち、ねじ溝は、ガスを輸送する流路となっている。ねじ溝スペーサ６０と円筒形回転部９ｂが所定のクリアランスを隔てて対向することにより、ねじ溝でガスを移送する気体移送機構を構成している。

なお、ガスが吸気口４側へ逆流する力を低減させるために、このクリアランスは小さければ小さいほど良い。

ねじ溝スペーサ６０に形成されたらせん溝の方向は、らせん溝内をロータ８の回転方向にガスが輸送された場合、排気口６に向かう方向である。

また、らせん溝の深さは、排気口６に近づくにつれて浅くなるようになっており、らせん溝を輸送されるガスは排気口６に近づくにつれて圧縮されるようになっている。このように、吸気口４から吸引されたガスは、ターボ分子ポンプ部で圧縮された後、ねじ溝式ポンプ部で更に圧縮されて排気口６から排出される。

[0020] 上述のように構成された、ＦＲＰを用いて製造された円筒形回転部９ｂを配設するターボ分子ポンプ１は、ハロゲンガス、フッ素ガス、塩素ガス、又は臭素ガスといった様々なプロセスガスを半導体の基板に作用させる工程が数多くある半導体製造用に使用される場合などは、当該ガスが触れる場所（構成部品）に対して、当該ガスによる腐食を防ぐために、無電解ニッケルメッキなどの耐食表面処理が施される。

[0021] （ｉｉ－１）第１実施形態

まず、本発明に係る円筒形回転部９ｂにおいて、穴埋め処理後に耐食表面処理８０を行う第１実施形態について、図２～図８を用いて説明する。

図２には、本発明の第１実施形態に係る、穴埋め処理後に耐食表面処理８

０を行った円筒形回転部９ｂの概念図が示されている。

本発明の第１実施形態に係るターボ分子ポンプ１では、図２に示したように、ＦＲＰ材で製造された円筒形回転部９ｂに形成された穴（隙間９０）に対し、樹脂１０００などで穴埋め処理を施した後に、無電解ニッケルメッキなどの耐食表面処理８０を施す。

なお、以下に、当該穴埋め処理として、円筒形回転部９ｂに形成された穴に樹脂で穴埋め処理をする方法を（Ａ）～（Ｃ）に分け、より詳細に説明する。

[0022] （ｉｉ－１－Ａ：塗装による穴埋め処理）

図３は、本発明の第１実施形態に係る塗装を利用した穴埋め方法（Ａ）を説明するための図である。

本発明の第１実施形態に係る塗装を利用した穴埋め方法Ａでは、粘度の低い液体状の塗装剤１００４と当該塗装剤１００４を塗装する塗装具１００２を用いて、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂの表面の隙間９０（穴）を埋める。塗装の方法としては、図３（ａ）に示したように、スプレーによる吹きつけ塗装や、又は刷毛による塗装、或いはディップコーターによるディップ・コーティング（浸漬塗装）など様々な方法が考えられる。

なお、この方法において塗装剤１００４（穴埋めする材料）は、一般的に塗装に用いられる材料を用いることができ、例えば、繊維を含んでいない樹脂やガラス粒子を塗装する構成にすることができる。つまり、穴埋め処理後に施されるメッキ処理を鑑みて様々な塗装剤１００４を選び、目的や状況に合わせて利用することができる。

このように塗装することで、図３（ｂ）に示したように、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された穴の穴埋め処理をすることができる。

なお、塗装による穴埋め処理は、隙間９０（穴）の奥まで完全に穴埋めせず、表面付近を塞ぐだけでも良い。

[0023] 上述した本発明の第１実施形態に係る円筒形回転部９ｂにおいて、更に、以下の変形例１～変形例６に記載する構成にすることで、より効率の良い耐

食表面処理８０を行うことが可能になる。

[0024] （１）変形例１

本発明の第１実施形態の変形例１に係る穴埋め処理の方法では、穴埋め処理に利用する樹脂１０００として、素材樹脂、即ち、円筒形回転部９ｂを形成するＦＲＰ材に使用されている樹脂と類似の樹脂を用いる。例えば、円筒形回転部９ｂを形成するＦＲＰに使用されている樹脂がエポキシ樹脂の場合は、穴埋め処理に利用する樹脂１０００にもエポキシ樹脂を用いる構成にする。

この構成にすることで、埋め込まれた樹脂が硬化して体積収縮が起きた場合に、新たな隙間９０や凹凸が残ってしまう可能性を低減させることができる。

また、樹脂が円筒形回転部９ｂに形成された穴（隙間９０）を埋めることで、円筒形回転部９ｂの強度を向上させる効果を得ることができる。

[0025] （２）変形例２

本発明の第１実施形態の変形例２に係る穴埋め処理の方法では、前工程（即ち、円筒形回転部９ｂを樹脂１０００で穴埋めする工程）の前までに、当該円筒形回転部９ｂを加熱しておく構成にする。

この構成にすることで、円筒形回転部９ｂの表面や隙間９０などに付着している余分な水分を飛ばしておくことができ、より効率よく穴埋め処理を行うことができる。

[0026] （３）変形例３

図４は、本発明の第１実施形態の変形例３に係るマスキング１００６を説明するための図であり、円筒形回転部９ｂにおいて、端面以外の内外周をマスキング１００６した図を示している。

ここで、本発明の第１実施形態では、ＦＲＰで円筒形回転部９ｂを製造した後に当該円筒形回転部９ｂに対して樹脂１０００を用いて穴埋め処理を行うので、当該円筒形回転部９ｂは、塗布される樹脂１０００により表面に凹凸が形成される。一方、寸法精度を出すためには、この凹凸は加工される必

要があるので、当該凹凸が形成される範囲、即ち、樹脂１０００が塗布される範囲は必要最低限に抑えられていることが望ましい。

そこで、本発明の第１実施形態の変形例３に係る穴埋め処理の方法では、図４に示したように、円筒形回転部９ｂにおいて穴埋め処理に用いる樹脂１０００を付着させたくない、或いは樹脂１０００が塗布されることが望ましくない部分（範囲）をマスキング１００６する構成にする。

この構成にすることで、樹脂１０００は円筒形回転部９ｂの端面以外には塗布されないので、樹脂１０００によって円筒形回転部９ｂの表面に形成される凹凸を取り除くための加工負担を必要最低限に抑えることができる。

[0027] （４）変形例４

本発明の第１実施形態の変形例４に係る穴埋め処理の方法では、穴埋め処理に利用する樹脂１０００として、硬化後に体積変形の少ない樹脂を使用する構成にする。

この構成にすることで、埋め込まれた樹脂が硬化して隙間９０を形成する可能性を低減させることができる。なお、穴埋め剤に用いられる樹脂は、硬化による収縮の割合が５％未満であることが望ましい。

[0028] （５）変形例５

ここで、一般的に、樹脂の粘度が低くなればなるほど隙間に樹脂が入り込む為に必要な時間は短くなるので、作業効率は向上する。しかし、本発明の第１実施形態では、穴埋め処理に利用する樹脂１０００は粘度が低すぎると効率よく穴の表面付近に残留せず、穴埋め剤として機能しなくなってしまう虞がある。

そこで、本発明の第１実施形態の変形例５に係る穴埋め処理の方法では、円筒形回転部９ｂに形成された穴（隙間９０）の表面付近で滞留するくらいの粘度の樹脂材料を使用する構成にする。具体的には、利用する樹脂にもよるが、１～１００［Ｐａ・ｓ］程度が望ましい。

[0029] （６）変形例６

本発明の第１実施形態の変形例６に係る穴埋め処理の方法では、上述した

変形例１～変形例５に係る穴埋め処理時に、穴埋め処理に利用する樹脂１０００を加熱する。具体的には、利用する樹脂にもよるが、加熱温度は、工程上４０℃程度が扱いやすく望ましい。樹脂によっては、上記温度での加熱でも、粘度が半分程度にまで低減する。

この構成にすることで、穴埋め処理に利用する樹脂の粘度を所望の粘度にまで低下させることができるので、円筒形回転部９ｂに形成された隙間９０の奥まで樹脂が入り込み易くなり、効率よく穴埋め処理を行うことができる。

[0030] ここで、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成される隙間９０は、穴（隙間９０）が端面から端面まで繋がっている貫通穴と、穴が途中で留まる留まり穴との２種類がある。貫通穴の場合、塗装などの穴埋め処理では、効率よく穴埋め処理ができない虞がある。

そこで、貫通穴に関しては、本発明の第１実施形態に係る穴埋め方法（Ａ）のディップ・コーティングによる毛細管現象を利用した穴埋め処理方法が有効である。

（ｉｉ－１－Ａ－１：ディップ・コーティングによる穴埋め処理（毛細管現象））

図５は、本発明の第１実施形態に係る毛細管現象を利用した穴埋め方法を説明するための図である。

本発明の第１実施形態に係る毛細管現象を利用した穴埋め方法では、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂを樹脂槽１００１に浸す（図５（ａ））。

図５（ｂ）は、図５（ａ）におけるα部を拡大した図である。

図５（ｂ）に示したように、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂを樹脂槽１００１に浸すと、毛細管現象により隙間９０部分に樹脂１０００が吸引される。

[0031] （７）変形例７（ディップ・コーティングに係る変形例）

本発明の第１実施形態に係る穴埋め処理のディップ・コーティング方法では、円筒形回転部９ｂにおいて穴埋め処理時に樹脂槽１００１に浸す箇所は

、円筒形回転部９ｂの軸方向下部（即ち、排気口６側）の端面とする。つまり、円筒形回転部９ｂの全体（全表面）ではなく、円筒形回転部９ｂの端面のみ、或いは端面側の所望の範囲を樹脂１０００と接触させる構成にする。

この構成にすることで、穴埋め処理に利用される樹脂１０００は、円筒形回転部９ｂの端面、或いは端面側のみに樹脂１０００が塗布されるので、後工程の加工処理（例えば、円筒形回転部９ｂの表面処理など）の負担を軽くすることができる。

[0032] 続いて、本発明の第１実施形態に係る気体収縮を利用した穴埋め方法及び真空含浸を利用した穴埋め方法について説明する。

これらの方法では、上述した方法に比べて特殊な設備が必要になるが、比較的高い粘度の樹脂を用いることができる。

[0033] （ｉｉ－１－Ａ－２：ディップ・コーティングによる穴埋め処理（気体収縮））

図６は、本発明の第１実施形態に係る気体収縮を利用した穴埋め方法（Ａ－２）を説明するための図である。

本第１実施形態の穴埋め方法Ａ－２では、図６（ａ）に示したように、固体化していない液体状の樹脂１０００を入れた樹脂槽１００１に、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂを、樹脂面に対して垂直に浸す（漬ける）。この時、本第１実施形態の穴埋め方法Ａ－２では、円筒形回転部９ｂの軸方向下部の端面が樹脂１０００に浸かる（接触する）ようにし、円筒形回転部９ｂ全体を樹脂１０００に浸す構成にはしていない。当該下部の端面に対する穴埋め処理のあとに、もう片方の端面（軸方向上部の端面）に対する穴埋め処理を行う。なお、穴埋め処理の順番はどちらの面が先であってもよい。

なお、場合によっては円筒形回転部９ｂ全体（全面）が樹脂１０００に浸かる構成にしてもよい。

より詳しくは、本発明の第１実施形態に係る気体収縮を利用した穴埋め方法Ａ－２では、まず、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂを加熱する（例えば、１００～１５０℃程度）。

次に、加熱した円筒形回転部９ｂを、当該加熱後の円筒形回転部９ｂよりも温度が低い（例えば、４０℃程度）樹脂１０００が溜まった樹脂槽１００１に入れる。

図６（ｂ）及び（ｃ）は、図６（ａ）のβ部を拡大した図が示されている。

図６（ｂ）に示したように、樹脂槽１００１に入れる前は、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された隙間９０には空気１００５が存在しているが、上述のように、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂと樹脂１０００とに温度差を設けて接触させる（樹脂槽１００１に円筒形回転部９ｂを浸す・入れる）と、当該ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された隙間９０に存在する空気１００５は冷却されて体積が収縮する。

このように空気１００５の体積が収縮すると、図６（ｃ）に示したように、当該空気１００５が収縮してできた空間に、樹脂１０００が吸引される。

このように気体収縮を利用して樹脂１０００をＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂの隙間９０に注入することで、円筒形回転部９ｂに形成された穴（隙間９０）の穴埋め処理をすることができる。

[0034] （気体収縮による穴埋め処理（Ａ－２）に係る変形例）

本発明の第１実施形態に係る穴埋め処理の方法Ａ－２では、塗装による穴埋め処理の方法（Ａ）に記載した第１実施形態の各変形例１～変形例７の構成を用いることで、より効率の良い耐食表面処理８０を行うことが可能になる。

[0035] （８）変形例８

更に、本発明の第１実施形態に係る穴埋め処理の方法（Ａ－２）では、気体収縮を行うに際し、円筒形回転部９ｂを温める一方、穴埋め処理に利用する樹脂１０００は、温めた円筒形回転部９ｂよりも低い温度にする構成にする。具体的には、円筒形回転部９ｂは１００℃～１５０℃程度に温めることが望ましい。また、樹脂１０００は、常温～４０℃程度にしておくことが望ましい。

この構成にすることで、円筒形回転部９ｂを温めることで当該円筒形回転部９ｂに形成された隙間９０（穴）の中に存在している空気も温められる。そして、当該温められた空気は、当該空気よりも温度の低い樹脂１０００と接触することで冷やされる。このように温度差を設けておくことで、円筒形回転部９ｂの隙間９０において効率よく気体収縮を行うことができる。

[0036] （ｉｉ－１－Ａ－３：ディップ・コーティングによる穴埋め処理（真空含浸））

図７は、本発明の第１実施形態に係る真空含浸を利用した穴埋め方法（Ａ－３）を説明するための図である。

本発明の第１実施形態に係る真空含浸を利用した穴埋め方法Ａ－３では、まず、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂを樹脂槽１００１に浸した状態のまま真空炉に入れ、円筒形回転部９ｂに形成された隙間９０にある空気や水分を真空によって取り除く。次に、当該真空炉を大気状態にする（図７（ａ））。

図７（ｂ）は、図７（ａ）におけるγ部を拡大した図である。図７（ｂ）に示したように、円筒形回転部９ｂを樹脂槽１００１に浸した状態で真空状態から大気状態にすることで、円筒形回転部９ｂに形成された隙間９０内と当該隙間９０の周囲との間に大きな気圧差が生じ、その気圧差によって隙間９０部分に樹脂１０００が吸引される。

このように真空含浸を利用して樹脂１０００をＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂの隙間９０に注入することで、円筒形回転部９ｂに形成された穴の穴埋め処理をすることができる。

なお、本第１実施形態の穴埋め方法Ａ－３では、本発明の第１実施形態の変形例７の構成のように、円筒形回転部９ｂの軸方向下部の端面が樹脂１０００に浸かる（接触する）ようにすることもできる。この時、円筒形回転部９ｂの端面は軸方向の上下にあるので、真空含浸は当該両方の端面に対して別々に行われる。

このように端面からのみ真空含浸を行う構成にすることで、真空含浸を行

うための設備を小規模にすることができる。

なお、場合によっては、最初から樹脂槽１００１に浸した状態ではなく、円筒形回転部９ｂに形成された隙間９０にある空気や水分を真空によって取り除いてから、円筒形回転部９ｂを樹脂槽１００１浸す構成にすることも可能である。

[0037] （真空含浸による穴埋め処理（Ａ－３）に係る変形例）

本発明の第１実施形態に係る穴埋め処理の方法Ａ－３では、塗装による穴埋め処理の方法（Ａ）に記載した第１実施形態の各変形例１～変形例７の構成を用いることで、より効率の良い耐食表面処理８０を行うことが可能になる。

[0038] （ｉｉ－１－Ｂ：埋め込みによる穴埋め処理）

図８は、本発明の第１実施形態に係る埋め込みによる穴埋め方法（Ｂ）を説明するための図である。

本発明の第１実施形態に係る埋め込みによる穴埋め方法Ｂでは、粘度の高い液体ペースト状の穴埋め剤と、当該穴埋め剤をＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された穴（隙間９０）に埋め込む道具１００３を用いて、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂの表面の隙間９０を埋める。

埋め込みの方法としては、図８（ａ）に示したように、へら等の道具１００３を用いて、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂの表面の凹凸を埋めるように樹脂１０００をＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された穴に押し込む。

このように埋め込み処理をすることで、図８（ｂ）に示したように、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された穴の穴埋め処理をすることができる。

[0039] （埋め込みによる穴埋め処理（Ｂ）に係る変形例）

本発明の第１実施形態に係る穴埋め処理の方法Ｂでは、塗装による穴埋め処理の方法（Ａ）に記載した第１実施形態の各変形例１～変形例６の構成を用いることで、より効率の良い耐食表面処理８０を行うことが可能になる。

[0040] （ｉｉ－１－Ｃ：融解による穴埋め処理）

図９は、本発明の第１実施形態に係る融解による穴埋め方法（Ｃ）を説明するための図である。

本発明の第１実施形態に係る融解による穴埋め方法Ｃでは、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された穴（隙間９０）を塞ぐために、当該円筒形回転部９ｂを加熱処理する。このように加熱することで、図９（ａ）に示したように円筒形回転部９ｂに形成された隙間９０の入口（即ち、円筒形回転部９ｂの軸方向端面）が融解すると同時に隙間９０の中に存在していた空気が抜け、抜けた空気の分だけ隙間９０内の圧力が低くなって、当該融解した表面部分が隙間９０の内側に閉じるように変形する。

表面を融解させる方法としては、円筒形回転部９ｂの端面をホットプレートなどの高温部材に接触させ、円筒形回転部９ｂの端面近傍のみを融解する。この方法では、円筒形回転部９ｂ全体を加熱するのではなく、円筒形回転部９ｂの端面近傍のみを加熱するので、円筒形回転部９ｂ全体が熱で歪むのを起こりにくくすることができる。

他に表面を融解させる方法としては、摩擦熱を利用した方法がある。例えば、円筒形回転部９ｂを回転させ固定物に押し当てたり、円筒形回転部９ｂを固定し回転する部材に押し当てたりして、摩擦熱で融解させる。

このように、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された穴（隙間９０）付近表面を加熱処理して融解し、当該融解した表面を凝固させることで、図９（ｂ）に示したように融解部分が密着して固まり、接着させることができ、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに形成された穴の穴埋め処理をすることができる。

[0041] （融解による穴埋め処理（Ｃ）に係る変形例）

本発明の第１実施形態に係る穴埋め処理の方法Ｃでは、塗装による穴埋め処理の方法（Ａ）に記載した第１実施形態の各変形例２の構成を用いることで、より効率の良い耐食表面処理８０を行うことが可能になる。

[0042] （９）変形例９

更に、本発明の第１実施形態の変形例９に係る穴埋め処理の方法Ｃでは、前記円筒形回転部９ｂに用いられる前記繊維強化複合材料は熱可塑性樹脂にする。

この構成により、本発明の第１実施形態の変形例９に係る穴埋め処理では、融解による穴埋め処理の効果がより高まる。

[0043] （１０）変形例１０

更に、本発明の第１実施形態の変形例１０に係る穴埋め処理の方法Ｃでは、融解による穴埋め処理を行うに際し、真空中で行う。

この構成により、本発明の第１実施形態の変形例１０に係る穴埋め処理では、気体の対流による熱伝達が生じにくくなり、円筒形回転部９ｂ全体が加熱されることが抑制されて、円筒形回転部９ｂ全体が熱で歪むのを起こりにくくすることができる。その結果、必要な部分だけを効率よく融解による穴埋め処理を行うことが出来る。

[0044] 以上、上述した構成により、本発明の第１実施形態に係るターボ分子ポンプ１では、繊維強化プラスチック材（ＦＲＰ材）で形成された円筒形回転部９ｂに対する耐食表面処理８０の品質向上を実現することができる。

また、本発明の第１実施形態及び各変形例に係るターボ分子ポンプ１は、こうした耐食性が向上した繊維強化プラスチック材で製造された円筒形回転部９ｂを配設することで、繊維強化プラスチック材よりも重さのある金属で製造された円筒形回転部９ｂを配設した従来の真空ポンプに比べて性能が向上（特に、回転数の高速化）し、且つ、当該円筒形回転部９ｂの耐食性が向上したことで従来よりも長い期間作動し続けることができる。

[0045] （ｉｉ－２）第２実施形態

次に、本発明に係る円筒形回転部９ｂにおいて、耐食表面処理８０後に穴埋め処理を行う第２実施形態について、図１０を用いて説明する。

図１０には、本発明の第２実施形態に係る、耐食表面処理８０を施した後に穴埋め処理を行う円筒形回転部９ｂの概念図が示されている。

本発明の第２実施形態に係るターボ分子ポンプ１では、図１０に示したよ

うに、無電解ニッケルメッキなどの耐食表面処理８０を行った後に、ＦＲＰで製造された円筒形回転部９ｂに形成された穴（隙間９０）に対して穴埋め処理を施す。

なお、穴埋め処理については、上述した第１実施形態の各（Ａ）～（Ｃ）及び各変形例（１）～（８）を適用することができるので、説明は省略する。

[0046] また、上述した本発明の第２実施形態のように、耐食表面処理８０を施した後に穴埋め処理を行う場合、穴埋め処理に利用する樹脂１０００は、望ましくは、母材（ＦＲＰ）よりも耐食性が高い材料（樹脂）を利用する構成にする。

この構成にすることで、耐食表面処理８０を施した後に穴埋め処理を行った場合であっても、耐食表面処理８０が届きにくい隙間９０から腐食が始まり、耐食性が低下してしまうことを抑えることができる。

[0047] 上述した構成により、本発明の第２実施形態に係るターボ分子ポンプ１では、繊維強化プラスチック材（ＦＲＰ材）で形成された円筒形回転部９ｂに対する耐食表面処理８０の品質向上を実現することができる。

また、本発明の第２実施形態に係るターボ分子ポンプ１は、こうした耐食性が向上した繊維強化プラスチック材で製造された円筒形回転部９ｂを配設することで、繊維強化プラスチック材よりも重さのある金属で製造された円筒形回転部９ｂを配設した従来の真空ポンプに比べて性能（特に、回転数の高速化）が向上し、且つ、当該円筒形回転部９ｂの耐食性が向上したことで従来よりも長い期間作動し続けることができる。

[0048] なお、本発明の第１実施形態及び第２実施形態、ならびに各変形例は、以下（ｉ）（ｉｉ）のように構成することも可能である。

（ｉ）第１実施形態の各穴埋め処理方法（Ａ）～（Ｃ）は組み合わせることが可能である。例えば、ＦＲＰで製造した円筒形回転部９ｂに対して、融解を利用した穴埋め処理（穴埋め処理方法）を行った後に、更に、へら等の道具１００３を用いる穴埋め処理（穴埋め処理Ｂ）を行ったり、ディップ・

コーティングを利用した穴埋め処理（穴埋め処理Ａ－３）を行う際に、真空炉内で円筒形回転部９ｂを加熱し、融解を利用した穴埋め処理（穴埋め処理方法Ｃ）を行うなど、状況や条件に応じて各種組合せが考え得る。

（ｉｉ）充分な耐食性を確保できるのであれば、上述した第１実施形態、第１実施形態の各変形例、又は各変形例の組合せを適用した穴埋め処理において、母材（即ち、円筒形回転部９ｂを形成するＦＲＰ）よりも耐食性の高い材料を穴埋め剤として使用する構成にし、当該穴埋め処理を耐食表面処理８０の代替処理として製造工程に組み込む構成にすることが可能である。

[0049] このように、上述した本発明の各実施形態及び各変形例の構成により、各実施形態及び各変形例に係るターボ分子ポンプ１では、繊維強化プラスチック材（ＦＲＰ材）で形成された円筒形回転部９ｂに対する耐食表面処理８０の品質向上を実現することができる。

また、本発明の各実施形態及び各変形例に係るターボ分子ポンプ１は、こうした耐食性が向上した繊維強化プラスチック材で製造された円筒形回転部９ｂを配設することで、繊維強化プラスチック材よりも重さのある金属で製造された円筒形回転部９ｂを配設した従来の真空ポンプに比べて性能（特に、回転性能）が向上し、且つ、当該円筒形回転部９ｂの耐食性が向上したことで従来よりも長い期間作動し続けることができる。

符号の説明

[0050]
１　ターボ分子ポンプ
２　ケーシング
３　ベース
４　吸気口
５　フランジ部
６　排気口
７　シャフト
８　ロータ
９ａ　回転翼

９ｂ　円筒形回転部

１０　ステータコラム

２０　モータ部

３０、３１　径方向磁気軸受装置

４０　軸方向磁気軸受装置

５０　固定翼

６０　ねじ溝スペーサ

７０　スペーサ

８０　耐食表面処理

９０　隙間

１０００　樹脂

１００１　樹脂槽

１００２　塗装具

１００３　道具

１００４　塗装剤

１００５　隙間に存在する空気

１００６　マスキング

請求の範囲

[請求項1] 真空ポンプに配設されるロータに固定される、繊維強化複合材料で製造された円筒体であって、

前記円筒体は、製造過程で形成される穴に穴埋め処理が施されていることを特徴とする円筒体。

[請求項2] 前記穴埋め処理の後に、耐食表面処理が施されることを特徴とする請求項１に記載の円筒体。

[請求項3] 前記穴埋め処理の前に、耐食表面処理が施されることを特徴とする請求項１に記載の円筒体。

[請求項4] 前記穴埋め処理は、前記穴に穴埋め剤により穴埋めする処理であることを特徴とする請求項１、請求項２、又は請求項３に記載の円筒体。

[請求項5] 前記穴埋め剤は、前記繊維強化複合材料に使用されている樹脂と同じ樹脂であることを特徴とする請求項４に記載の円筒体。

[請求項6] 前記穴埋め処理では、前記穴に前記穴埋め剤により穴埋めする前に、前記繊維強化複合材料で製造された前記円筒体を加熱することを特徴とする請求項４又は請求項５に記載の円筒体。

[請求項7] 前記穴埋め剤は、硬化による収縮の割合が５％未満であることを特徴とする請求項４、請求項５、又は請求項６に記載の円筒体。

[請求項8] 前記穴埋め処理は、前記繊維強化複合材料で製造された前記円筒体を融解する処理であることを特徴とする請求項１、請求項２、又は請求項３に記載の円筒体。

[請求項9] 前記円筒体に用いられる前記繊維強化複合材料は、熱可塑性樹脂であることを特徴とする請求項８に記載の円筒体。

[請求項10] 前記円筒体を融解する処理による前記穴埋め処理は、穴埋めする箇所のみ加熱されていることを特徴とする請求項８又は請求項９に記載の円筒体。

[請求項11] 前記円筒体を融解する処理による前記穴埋め処理は、真空中で、加

熱する処理であることを特徴とする請求項８から請求項１０のうちいずれか１項に記載の円筒体。

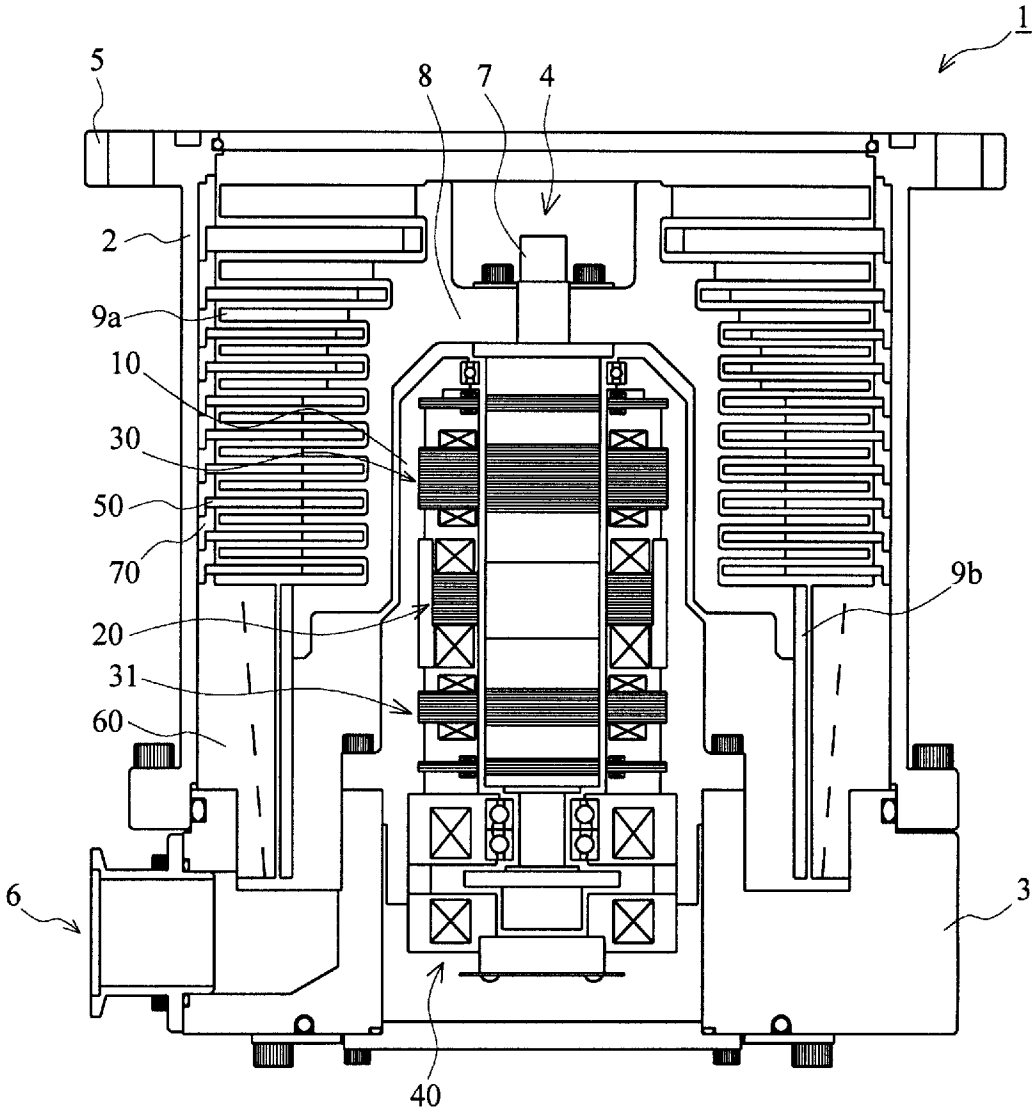
［請求項12］ 前記円筒体を融解する処理による前記穴埋め処理は、摩擦熱によって加熱する処理であることを特徴とする請求項８から請求項１１のうちいずれか１項に記載の円筒体。

［請求項13］ ロータを備えた真空ポンプであって、

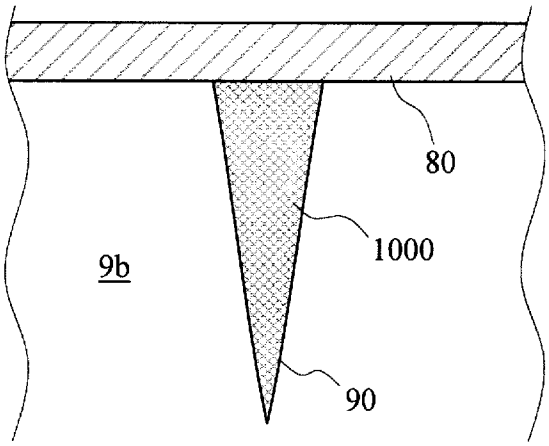
前記ロータは、繊維強化複合材料で製造された円筒体を備え、

前記円筒体は、請求項１から請求項１２のうちいずれか１項に記載の円筒体であることを特徴とする真空ポンプ。

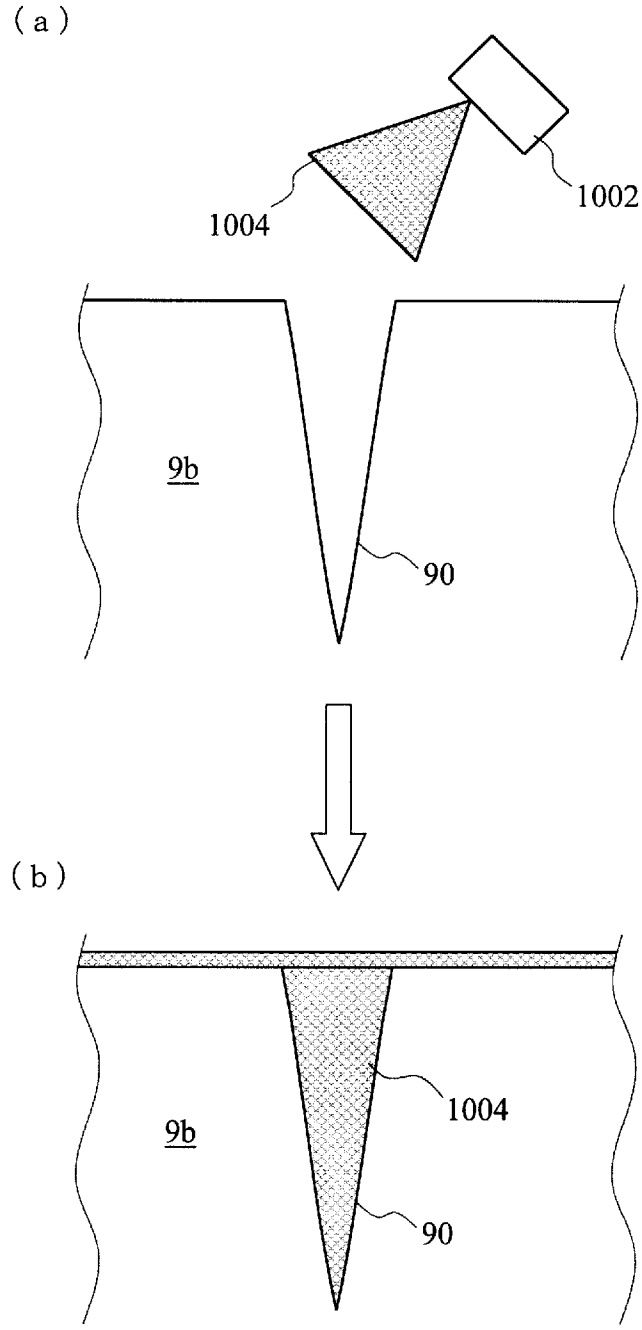
[図1]



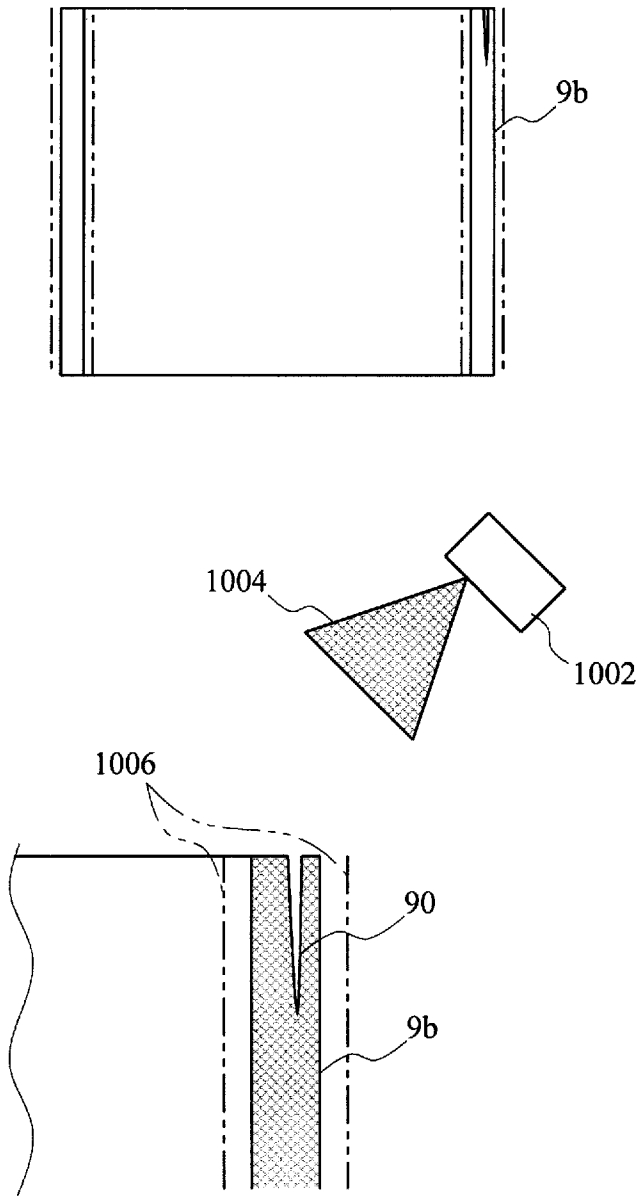
[図2]



[図3]

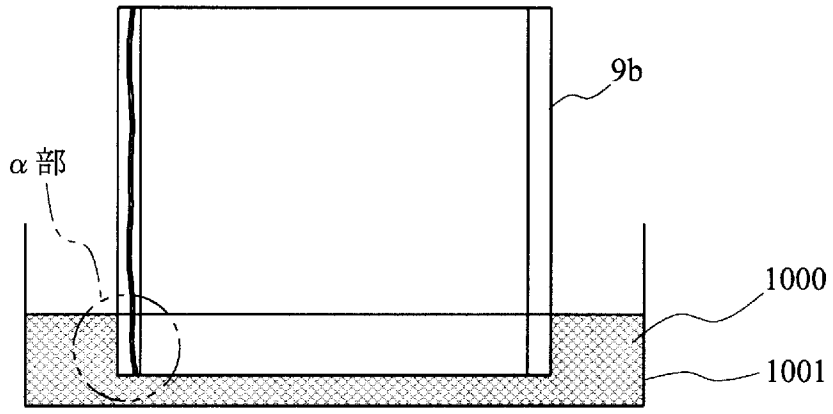


[図4]



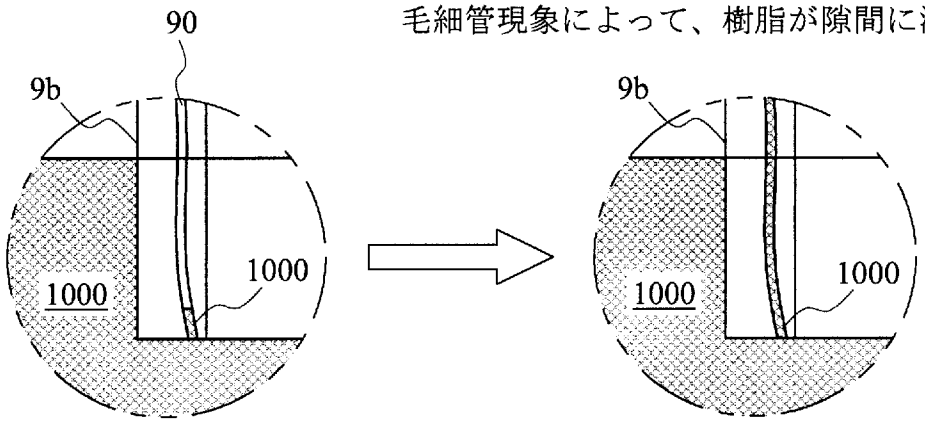
[図5]

（ａ）



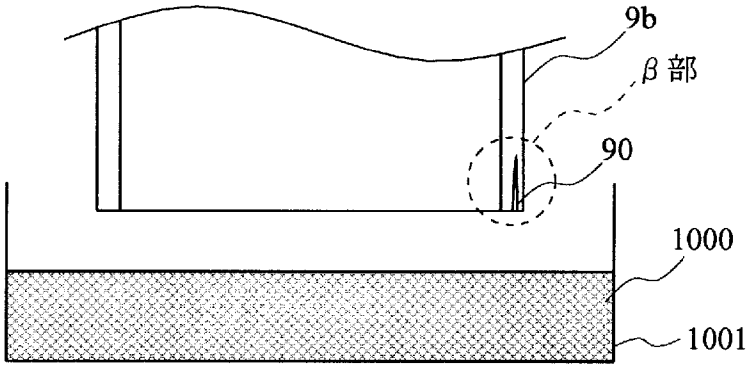
（ｂ） α部拡大

毛細管現象によって、樹脂が隙間に浸透していく

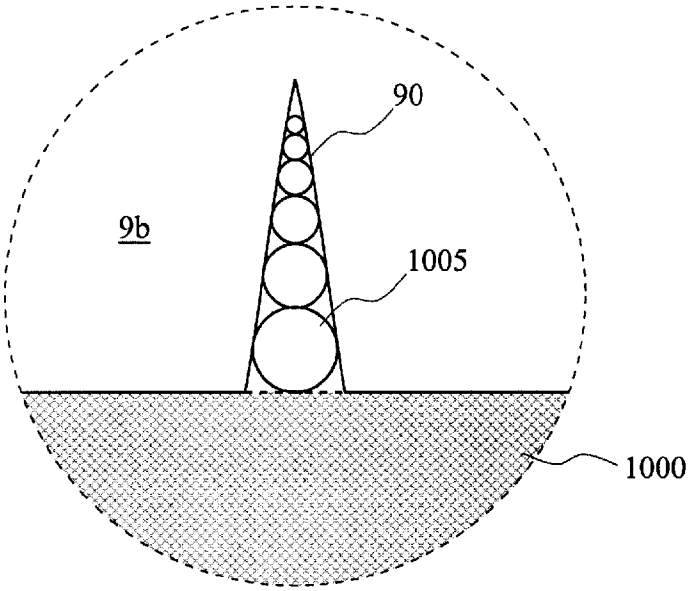


[図6]

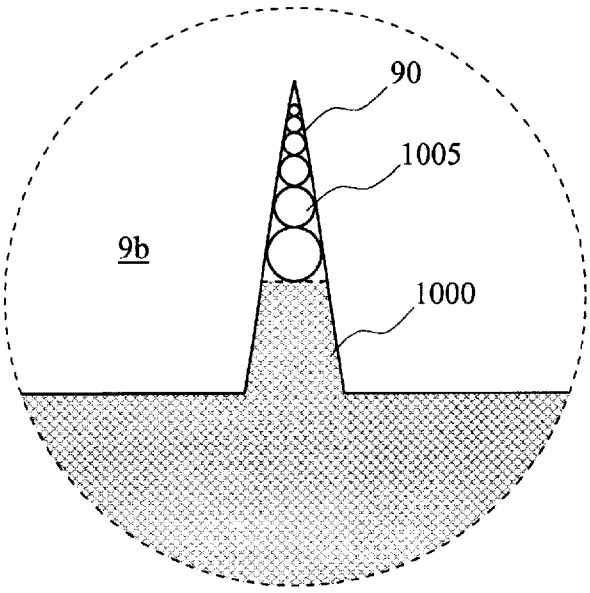
（ａ）



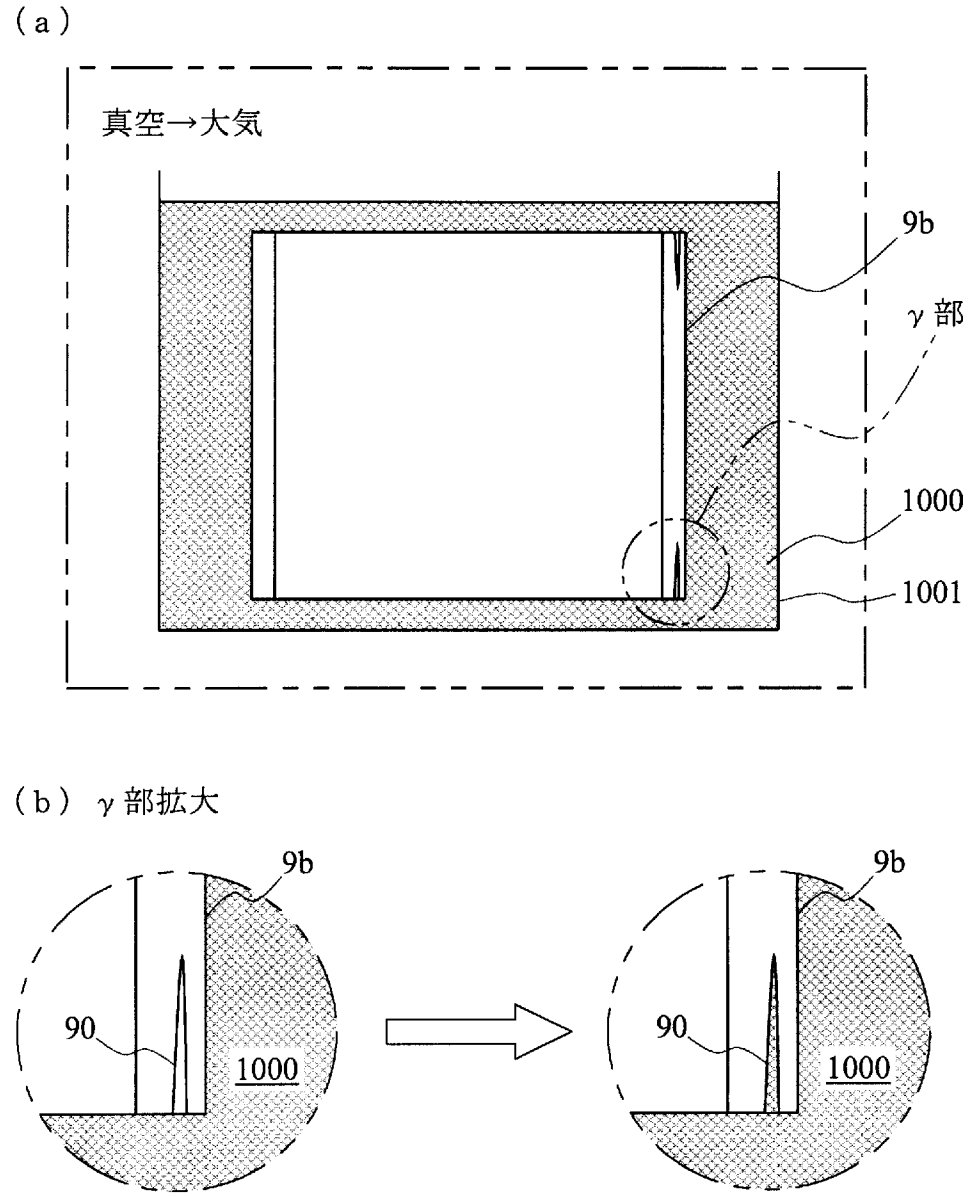
（ｂ）β部拡大（気体収縮前）



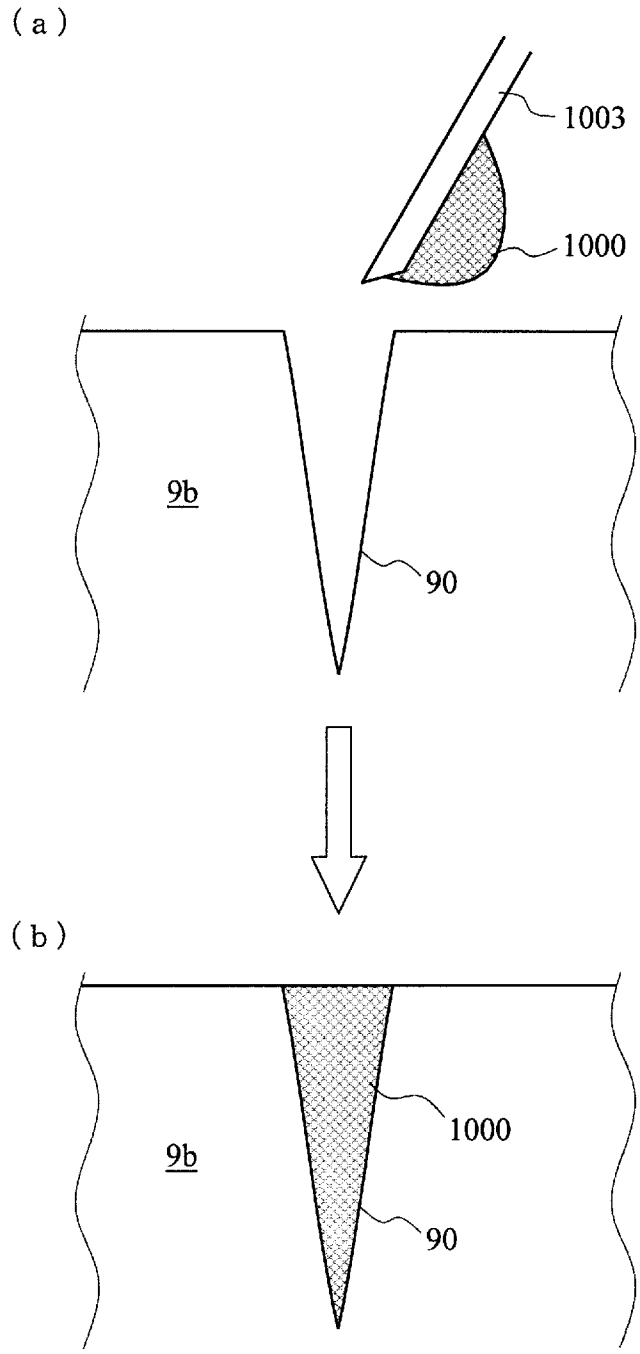
（ｃ）β部拡大（気体収縮後）



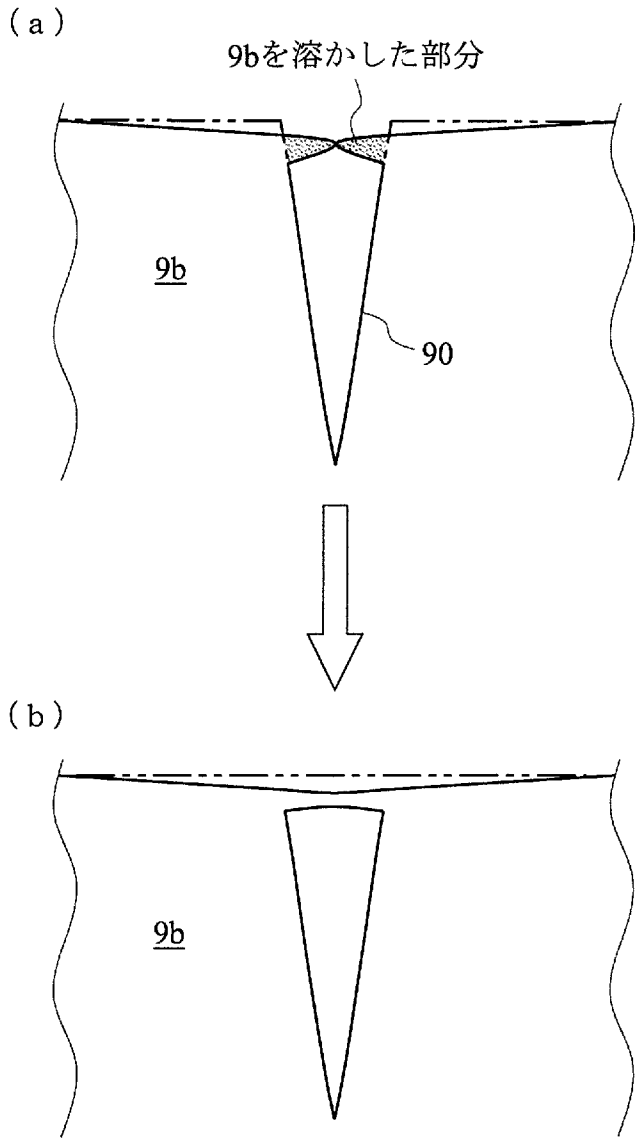
[図7]



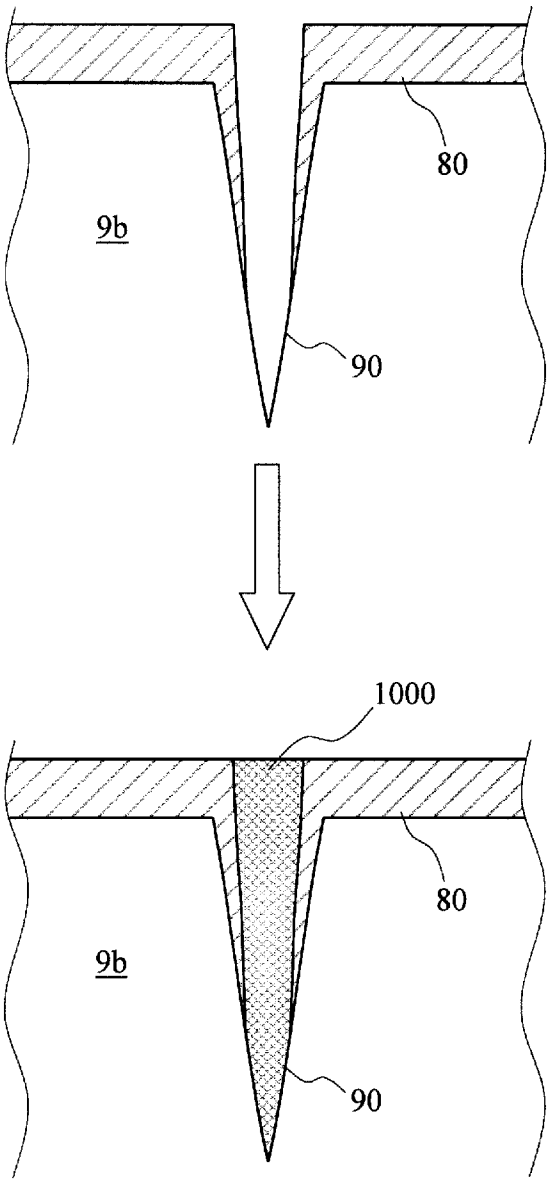
[図8]



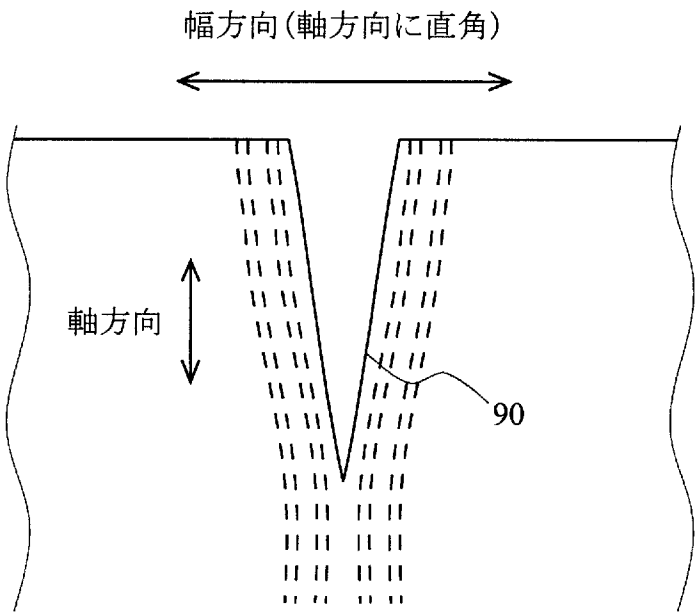
[図9]



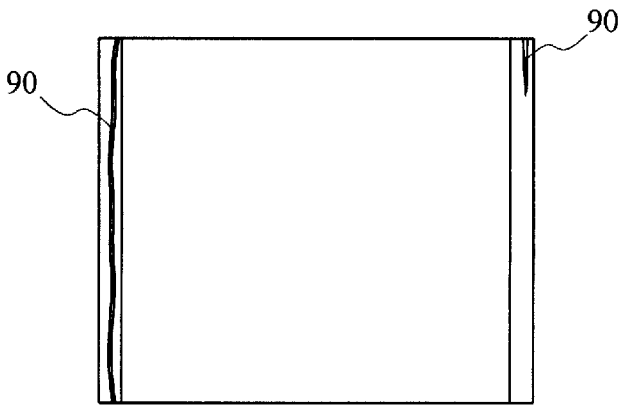
[図10]



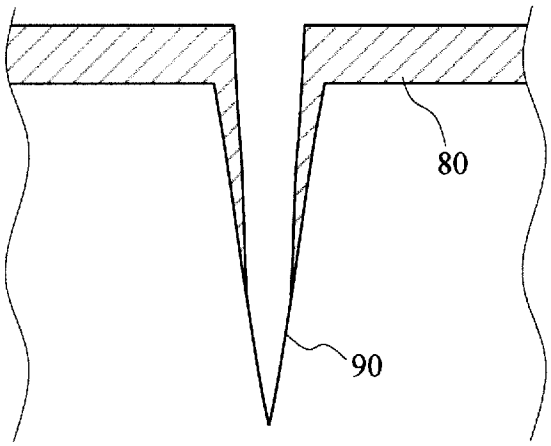
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/064221

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F04D19/04(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)
F04D19/04, C04B35/52, C04B35/80, D06M15/55, D06M15/507

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 A	JP 2005-180265 A (BOC Edwards Kabushiki Kaisha), 07 July 2005 (07.07.2005), paragraphs [0035] to [0043]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7,13 8-12
Y	WO 2008/038591 A1 (Toray Industries, Inc.), 03 April 2008 (03.04.2008), paragraphs [0061], [0113], [0114], [0186]; fig. 5 & US 2010/0092770 A1 & EP 2067592 A1 & KR 10-2009-0073081 A & CN 101516589 A	1,2,4-7,13

☒ 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	Date of mailing of the international search report
21 June, 2012 (21.06.12)	14 August, 2012 (14.08.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/064221

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-153164 A (Toho Rayon Co., Ltd.), 08 July 1987 (08.07.1987), page 2, upper left column, line 14 to lower right column, line 9 (Family: none)	1,2,4-7,13
Y	JP 5-124884 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 21 May 1993 (21.05.1993), paragraphs [0015] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1,3,4,13
Y	JP 2-91270 A (Kawasaki Steel Corp.), 30 March 1990 (30.03.1990), page 4, upper right column, line 2 to page 6, lower right column, line 8; fig. 1 (Family: none)	1,3,4,13
Y	JP 5-43364 A (Kawasaki Steel Corp.), 23 February 1993 (23.02.1993), paragraphs [0008] to [0025]; fig. 1 (Family: none)	1,3,4,13
A	JP 2004-278512 A (Alcatel), 07 October 2004 (07.10.2004), entire text; all drawings & US 2004/0076510 A1 & EP 1408237 A1 & FR 2845737 A1	1-13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０６４２２１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F04D19/04(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F04D19/04, C04B35/52, C04B35/80, D06M15/55, D06M15/507

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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 Ａ	JP 2005-180265 A（ＢＯＣエドワーズ株式会社）2005.07.07, 【００３５】－【００４３】, 図１－３（ファミリーなし）	１－７，１３ ８－１２
Ｙ	WO 2008/038591 A1（東レ株式会社）2008.04.03, 【００６１】, 【０１１３】, 【０１１４】, 【０１８６】, 図５ & US 2010/0092770 A1 & EP 2067592 A1 & KR 10-2009-0073081 A & CN 101516589 A	１，２，４－７，１３
Ｙ	JP 62-153164 A（東邦レーヨン株式会社）1987.07.08, 第２頁左上欄第１４行－右下欄第９行（ファミリーなし）	１，２，４－７，１３

☑　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 ２１．０６．２０１２	国際調査報告の発送日 １４．０８．２０１２
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）　３Ｏ　４１３０ 加藤　一彦 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

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
Ｙ	JP 5-124884 A（日産自動車株式会社）1993.05.21，【００１５】－【００２３】，図１（ファミリーなし）	１，３，４，１３
Ｙ	JP 2-91270 A（川崎製鉄株式会社）1990.03.30，第４頁右上欄第２行－第６頁右下欄第８行，第１図（ファミリーなし）	１，３，４，１３
Ｙ	JP 5-43364 A（川崎製鉄株式会社）1993.02.23，【０００８】－【００２５】，図１（ファミリーなし）	１，３，４，１３
Ａ	JP 2004-278512 A（アルカテル）2004.10.07，全文，全図 & US 2004/0076510 A1 & EP 1408237 A1 & FR 2845737 A1	１－１３