

(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
2015 年 5 月 7 日(07.05.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/064495 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 63/08 (2006.01) C02F 1/44 (2006.01)
B01D 63/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/078332
- (22) 国際出願日: 2014 年 10 月 24 日(24.10.2014)
- (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 2013-224827 2013 年 10 月 30 日(30.10.2013) JP
- (71) 出願人: 東洋紡株式会社 (TOYOBO CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒5308230 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目 2 番 8 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 島田 憲史 (SHIMADA, Norifumi); 〒5200292 滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡株式会社内 Shiga (JP). 森田 純輔 (MORITA, Junsuke); 〒5200292 滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡株式会社内 Shiga (JP). 北河 享 (KITAGAWA, Tooru); 〒5200292 滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡株式会社内 Shiga

(JP). 東 昌男 (HIGASHI, Masao); 〒5200292 滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡株式会社内 Shiga (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.

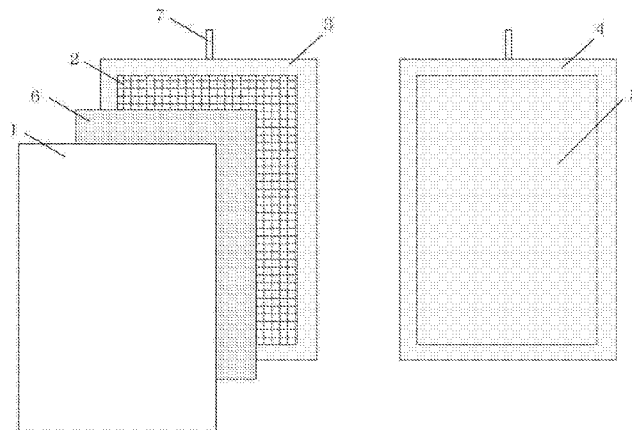
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

[続葉有]

(54) Title: FLAT MEMBRANE CARTRIDGE FOR WASTE WATER PROCESSING

(54) 発明の名称: 廃水处理用平膜カートリッジ

【図1】



(57) Abstract: [Problem] To provide a flat membrane cartridge with which it is possible to select a channel material and a buffer material that can reduce pressure loss and reduce suction pressure distribution on the surface of a separation membrane, and which can increase a waste water processing flow rate per unit membrane surface area using low power. [Solution] Provided is a flat membrane cartridge for waste water processing, in which, with respect to the front and back surfaces of a membrane support plate which is made of resin and which has a level difference on the front and back surfaces so that the edges are higher than the center, separation membranes are adhered to such front and back surfaces along the edges thereof so as to cover the center of the membrane support plate. The flat membrane cartridge is characterized by the following: between the center of the membrane support plate and the separation membrane, disposed are a channel material and a buffer material, in that order from the membrane support plate side; the channel material has openings of 0.5-3.2mm in the horizontal and vertical directions, a wire diameter of 0.4-1.0mm in the horizontal and vertical directions, a thickness of 0.6-2.0mm, and a porosity of 20-60%; and the buffer material has a basis weight of 10-110g/m², and a thickness of 0.1-0.5mm.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/064495 A1



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))

【課題】圧力損失の低減と、分離膜表面上の吸引圧力分布の低減を両立できる流路材及び緩衝材を選定し、低動力で単位膜面積当りの廃水处理流量を大きくすることが可能となる平膜カートリッジを提供する。【解決手段】中央部に比べて周縁部が高くなるように表裏両面に段差を設けた樹脂製の膜支持板の表裏両面に対して膜支持板の中央部を覆うように周縁部に沿ってそれぞれ分離膜を接着してなる廃水处理用平膜カートリッジであって、膜支持板の中央部と分離膜の間に膜支持板側から流路材と緩衝材が順に配置されていること、流路材が縦横共に0.5～3.2mmの目開き、縦横共に0.4～1.0mmの線径、0.6～2.0mmの厚み、及び20～60%の空間率を有すること、並びに緩衝材が10～110g/m²の目付及び0.1～0.5mmの厚みを有することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： 廃水処理用平膜カートリッジ

技術分野

[0001] 本発明は、膜ろ過廃水処理装置の膜ろ過分離に使用される平膜カートリッジに関する。

背景技術

[0002] 近年、世界的な人口増加や工業化、都市化、生活レベルの向上を背景にして、生活用水や工業用水に必要な質・量が高まっている。

[0003] 水資源の確保は、自然から得られる天然水を利用するほかに、海水から蒸発法や逆浸透法を利用して真水を得る方法、あるいは、塩分を含んだかん水から逆浸透現象を利用して真水を得る方法がある。しかしながら、天然に存在する真水の資源は限られており、かつ近年の異常天候の影響で利用可能性はますます狭くなる傾向にあると言われている。また、蒸発法や逆浸透法を用いて真水を作るためには、加熱や加圧のためのエネルギーを必要とするため、利用される地域は限られる。

[0004] 別の方法として、下水を再利用する方向性がある。従来 of 下水処理は、下水中の有機成分を活性汚泥により分解処理し、沈降ろ過等を経て処理水を放流していたが、大腸菌等のバクテリア群を完全に除去することは困難であった。しかしながら、MBR（膜分離活性汚泥法）では、活性汚泥によって処理された水を分離膜を用いてろ過するため、上記の有害バクテリア群を完全に除去することが可能であり、設備のコンパクト性や運転管理の容易さなど利点も多く、近年非常に注目を集める技術となってきた。MBRによって分離された水は、生活景観維持水や中水として利用可能であるばかりでなく、逆浸透法と組み合わせることで上水を得ることも可能である。海水を用いた逆浸透法では塩分濃度に抗う高压が必要であるが、MBRにより得られた処理水を原水として利用することで、安全にかつ低エネルギーで造水できることが特徴である。

- [0005] このように、MBRは将来予想される水不足を解消する方法として注目されている。この方法をさらに改良し、低コストで高効率なシステムに仕上げるためには、膜の分離性能を維持しながら、透水性能を確保する必要性に迫られている。
- [0006] また、膜が活性汚泥に浸漬した状態で長期にわたって使われると、活性汚泥の出す分泌物やその死骸そのもの、汚泥中に含まれる夾雑物などによって孔が閉塞するため、透水性能が落ちたり、これに対応するためにポンプ動力を上げる必要が生じたりする。これが、ファウリングと呼ばれる、膜を使用する際の最大の問題である。この問題に対し、次亜塩素酸ナトリウムや塩酸などの薬剤を用いて膜を洗浄することでファウリングを解消し、膜をフレッシュな状態に戻す操作が行われる。したがって、膜、及びカートリッジはこれらの薬剤への耐性と共に逆洗に耐えうる強度を持たす必要がある。
- [0007] しかしながら、これらの薬剤による洗浄操作は、その間にろ過運転ができないこと、薬剤コストや作業手間、薬剤の排液処理など、経済性や環境の面で問題が多い。したがって、薬剤による洗浄操作が少なくなるよう、いかにしてファウリングを防ぎ、より長期間使用できるようにするかが最大の課題となっている。
- [0008] 少ない動力でより多くの膜透過水量を得るには、膜、及び膜透過水流路内の圧力損失を小さくすることが必要とされる。また、膜面全体に吸引圧力を有効に作用させるために、膜透過水流路内の流れの偏りを低減することも求められる。
- [0009] 現在、浸漬タイプのろ過膜モジュールとして、特許文献1のような中空糸膜カートリッジや、特許文献2のような平膜カートリッジを複数設置したものが提案されている。中空糸膜カートリッジは、単位容積当りの膜面積を大きくでき、廃水処理量を多くできるが、汚泥や夾雑物などがカートリッジに付着し、中空糸の束の隙間に堆積しやすく、耐久性の面で問題がある。それに対して平膜カートリッジは、確保できる膜面積で劣るが、膜面の汚泥や夾雑物の付着、堆積が少ない点でメリットがある。

[0010] 平膜タイプの膜カートリッジとして、特許文献3で提案されているような膜支持板の表面に、開口する複数のスリットを一端で集水部に連通して膜支持板の上側部から下側部にわたって並列して設けたタイプや、特許文献4で提案されているような網目構造の膜支持板の内側に膜透過水流路を形成しているタイプがある。

[0011] また、特許文献5では、流路材が配された膜支持板と分離膜の間隙を膜透過水が取出口方向に流れるときの圧力損失を基に流路材の仕様を選定した平膜カートリッジが提案されている。しかし、このように選定した平膜カートリッジでは、吸引時の圧力損失が考慮されておらず、そのため吸引ポンプや膜洗浄用ブロワーの運転負荷が高まり、廃水処理コストを増大させる。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開平07-136470号公報

特許文献2：特開平11-033369号公報

特許文献3：特開平08-281264号公報

特許文献4：特開2012-045515号公報

特許文献5：特開2001-321766号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 本発明は、上述の従来技術の現状に鑑みなされたものであり、その目的は、圧力損失の低減と、分離膜表面上の吸引圧力分布の低減を両立できる流路材及び緩衝材を選定し、低動力で単位膜面積当りの廃水処理流量を大きくすることが可能となる平膜カートリッジを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明者は、上記目的を達成するために好適な流路材及び緩衝材について鋭意検討した結果、特定の目開き、線径、厚み、空間率を有する流路材、及び特定の目付、厚みを有する緩衝材をそれぞれ使用することにより、圧力損

失あたりの膜透過水流量が高まることを見出し、本発明の完成に至った。

[0015] 即ち、本発明は、以下の（１）～（４）の構成を有するものである。

（１）中央部に比べて周縁部が高くなるように表裏両面に段差を設けた樹脂製の膜支持板の表裏両面に対して膜支持板の中央部を覆うように周縁部に沿ってそれぞれ分離膜を接着してなる廃水処理用平膜カートリッジであって、膜支持板の中央部と分離膜の間に膜支持板側から流路材と緩衝材が順に配置されていること、流路材が縦横共に $0.5 \sim 3.2$ mmの目開き、縦横共に $0.4 \sim 1.0$ mmの線径、 $0.6 \sim 2.0$ mmの厚み、及び $20 \sim 60\%$ の空間率を有すること、並びに緩衝材が $10 \sim 110$ g/m²の目付及び $0.1 \sim 0.5$ mmの厚みを有することを特徴とする廃水処理用平膜カートリッジ。

（２）透過水が分離膜の外側から緩衝材、流路材、膜支持板の端部に設けられた透過水取出口の順で流れることを特徴とする（１）に記載の廃水処理用平膜カートリッジ。

（３）流路材が平織タイプの樹脂メッシュであり、緩衝材が不織布であることを特徴とする（１）または（２）に記載の廃水処理用平膜カートリッジ。

（４）膜支持板の周縁部が中央部より $0.6 \sim 2$ mm高く、樹脂メッシュ及び不織布を配置した中央部と周縁部の高さの差が 0.5 mm以下であることを特徴とする（１）～（３）のいずれかに記載の廃水処理用平膜カートリッジ。

発明の効果

[0016] 本発明の平膜カートリッジは、流路材として特定の目開き、線径、厚み、空間率を有する樹脂メッシュを使用し、さらに緩衝材として特定の目付、厚みを有する不織布を使用しているので、圧力損失の低減と、分離膜表面上の吸引圧力分布の低減を両立することができる。それにより、膜面積あたりの透水量が増加することで大量の廃水処理が可能となり、低動力による低コスト運転の達成が可能である。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の廃水処理用平膜カートリッジの片面の構成を概略的に示すものである。

[図2]溝状流路を持つ従来型の膜支持板の一例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明の廃水処理用平膜カートリッジについて図面を参照しながら説明する。

[0019] 本発明の平膜カートリッジは、図1に示すように、膜支持板3の中央部5に流路材2として樹脂メッシュを配置し、その上に緩衝材6を配置し、さらにその上に膜支持板3の周縁部4に沿って分離膜1を接着した構成をとる。本発明では、吸引時に分離膜1が流路材2側に押し付けられる状態となるため、膜保護の役割を持つ緩衝材6を間に配置する構成が必須である。吸引時に図1では、平膜カートリッジの膜支持板3の片面の構成のみが示されているが、本発明では、膜支持板3の表裏両面に同様の構成を有する。

[0020] 本発明の平膜カートリッジでの膜透過水の流れは、図1で説明すると、分離膜1の外表面に被処理液を接触させ、分離膜1の外側から内側へろ過が行われ、ろ過された膜透過水は、分離膜1と膜支持板3との間に配置された緩衝材6、流路材2中の空隙を順に通りながら、膜支持板3の端部に取り付けられた透過水取水口7の方向へ流れて行き、透過水取水口7から平膜カートリッジ外へ排出されるようになっている。

[0021] 本発明の平膜カートリッジは、膜支持板3の周縁部4を中央部5より0.6～2mm高くすることが好ましく、それにより形成される中央部5の凹空間には流路材2及び緩衝材6が配置され、この場合の中央部5と周縁部4の段差は0.5mm以下となるようにすることが好ましい。緩衝材6は、膜支持板3に接着した流路材2を覆うように配置し、流路材2と接着する。分離膜1は、流路材2、緩衝材6が配置された膜支持板3を覆うように周縁部4にて接着する。

[0022] 膜支持板3の中央部5の凹空間の厚み（周縁部4との段差）が大き過ぎると、平膜カートリッジ1枚当たりの厚みを大きくすることが必要となり、膜

ユニットあたりの設置可能枚数が減ってしまう。また、厚みを変えずに中央部5の凹空間を大きくすると、膜支持板3の中央部5を薄くすることが必要になり、平膜カートリッジの強度が低下してしまう。膜支持板3の中央部5の凹空間の厚みが小さ過ぎると、膜透過水流路が狭まり、圧力損失が高くなる。また、周縁部4との段差が大き過ぎると、段差部で分離膜1が折れ曲がることによる破損、または分離膜1の剥がれが生じる。従って、膜支持板3の中央部5と周縁部4は、上記で示したような高さの差であることが好ましい。

[0023] 分離膜1の材質は、特に限定されないが、例えば、ポリ塩化ビニル、塩素化ポリ塩化ビニル、ポリエーテルスルホン、もしくはポリテトラフルオロエチレン、またはこれらの混合物からなるものを適宜選択することができる。また、分離膜1の厚みは、80～150 μ mであることが好ましい。この厚みが大き過ぎると透水抵抗が高まるため透水性を低下させるおそれがあり、逆に薄すぎると膜強度が不十分となる可能性がある。

[0024] 膜支持板3の材質は、平膜カートリッジ全体の形状を保持することができる程度の剛性を持つものであれば特に限定されないが、例えばABS樹脂、塩化ビニル、ポリカーボネートを適宜選択することができる。膜支持板の大きさは、縦横300mm×200mm～1,200mm×550mmであり、周縁部の幅は、10mm～20mmであり、厚さは、中央部で2～4mmであることが好ましい。膜支持板3の中央部5と周縁部4の段差は、膜支持板の周縁部に同様の材質の板状部材を貼り付けることにより形成されることができる。

[0025] 流路材2は、透過水流路としての機能を満足するために、特定の範囲の目開き、線径、厚み、及び空間率を有することが必要である。市販品では、例えば、日本フィルコン（株）製のDOP-18Kの平織タイプの樹脂メッシュを好ましく使用できる。流路材2は、膜支持板の周縁部で囲まれて形成される中央部の凹空間に収まるのが好ましい。流路材2に用いる樹脂メッシュの材質については、特に限定されないが、ポリエステル、ナイロンなどの

樹脂から適宜選択可能である。

- [0026] 流路材 2 の空間率は、20～60%であることが必要である。空間率は、流路材 2 に用いる樹脂メッシュより形成される流路空間において、全面積に対する目開き部分の面積の割合であり、以下の式で算出される。

$$\text{空間率 (\%)} = (\text{目開き})^2 / [(\text{目開き}) + (\text{線径})]^2 \times 100$$

流路材 2 の縦方向の目開きと線径から算出された空間率と、流路材 2 の横方向の目開きと線径から算出された空間率の平均値を流路材 2 の空間率とした。空間率 20～60%の範囲を外れた流路材 2 を用いると、流路内の吸引圧力の分布のバラツキが大きくなり、膜面上の吸引圧力に差が生じることで膜面全体を有効に機能させることができなくなる。流路材 2 の空間率が大きすぎると吸引時に分離膜 1 が流路材 2 の目開き部に張り付き、流路を狭めてしまう。また、空間率が小さいと流路材 2 中の膜透過水の圧力損失が大きくなる。

- [0027] 流路材 2 の目開きと線径に関しては、空間率が 20～60%に収まるように、目開きは縦横共に 0.5～3.2 mm、線径は縦横共に 0.4～1.0 mm の範囲から選定される。また、流路材 2 の厚みに関しては、0.6～2.0 mm であることが必要である。0.6 mm より小さいと膜透過水の流路空間が狭くなり、圧力損失が増大してしまう。メッシュの厚みが 2.0 mm より大きいと平膜カートリッジ自体の厚みが大きくなり、膜ユニットあたりの設置可能枚数が減ってしまう。

- [0028] 緩衝材 6 は、分離膜 1 に掛かる応力を吸収し、吸引圧力で流路材 2 に貼り付くことを防止し、分離膜 1 を保護する役割を持つ。緩衝材 6 としては、不織布、網状構造体、スポンジ、ゴム、フィルムシートなどが挙げられるが、本発明においては、吸引により分離膜が流路材へ張り付くことを防止し、透水抵抗が小さく、厚みが薄くても強度があり、形状を保持できる不織布が好ましい。緩衝材 6 は、目付 10～110 g/m²、厚み 0.1～0.5 mm であることが好ましい。目付に関しては、小さすぎると分離膜 1 を保護する緩衝材として機能せず、吸引時に分離膜 1 と流路材 2 が張り付いてしまい、大

き過ぎると膜透過水の圧力損失となるので好ましくない。厚みに関しては、薄すぎると緩衝材として機能せず、厚すぎると膜支持板 3 の周縁部 4 と中央部 5 の段差が大きくなり、分離膜 1 と膜支持板 3 の接着力を弱めるので好ましくない。緩衝材 6 の大きさとしては、分離膜 1 の流路材 2 への貼り付きを防止する点から、流路材 2 と同じ平面面積を有することが好ましい。不織布の材質については、特に限定されず、例えばポリエステル、ポリプロピレンなどを適宜選択することができる。

[0029] 分離膜 1 と膜支持板 3 の接着は、分離膜 1 と膜支持板 3 の周縁部 4 の接着状態を維持することができれば十分であり、例えば、超音波溶着や熱溶着などの従来公知の方法により行なうことができる。超音波溶着であれば、流路材 2 を接着した膜支持板 3、及び流路材 2 の上に載せた緩衝材 6 を覆うように分離膜 1 を配置し、膜支持板 3 の周縁部 4 で分離膜 1 に押圧しながら、ホーンから出力する超音波振動によって分離膜 1 と膜支持板 3 を溶着することができる。

[0030] 透過水取水口 7 は、膜支持板 3 の端部に設けられるが、その内径は 3～6 mm、内側開口部の断面積は 7～28 mm²であることが好ましい。透過水取水口 7 の内径、断面積ともに上記の範囲より大きいと膜カートリッジの厚みが大きくなり、膜ユニットあたりの設置可能枚数が減少する可能性がある。上記の範囲より小さいと吸引時の圧力損失が増大してしまい、十分な処理流量を得ることが困難である。

[0031] 本発明の分離膜 1 の純水 F R は、15～50 mL/cm²/min/bar の範囲であることが好ましい。純水フラックス（純水 F R）は、単位時間単位面積単位圧力当たりを通過させることができる純水の体積であり、分離膜 1 の透水性能を表す。純水 F R が小さすぎると、実用に供したときに必要な廃水処理量を確保するために、平膜カートリッジの枚数を増やすことや、ポンプによる圧力を高めることが必要となり、経済面・エネルギー面の問題が大きい。一方、純水 F R を大きくするためには、分離膜 1 の細孔径を大きくする必要があるが、細孔径を大きくすることで分画性能が悪化し、膜として

十分な機能を果たせなくなる可能性がある。

[0032] 本発明の平膜カートリッジの構成を採用すると、吸引圧力分布が小さくなり、膜面全体をより均等に使うことができるようになる。また、流路内の偏流も緩和され、圧力損失を低下させ、膜透過水流量を増加させることができる。分離膜 1 と膜支持板 3 との間に設けた流路材 2 により形成される膜透過水流路を透過水取水口 7 の方向に膜透過水が流れるとき、膜透過水流量 (L/h) / 圧力損失 (kPa) で求められる値が 1.25 以上となることが好ましい。この数値が 1.25 以上であれば、平膜の吸引動力を低く抑えることができ、低動力で単位膜面積当りの良好な廃水処理流量を達することが可能となる。

実施例

[0033] 本発明の平膜カートリッジの効果を実施例によって示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。本発明における特性値の評価は、以下の方法に従った。

[0034] (1) 純水フラックス (FR)

純水 FR は以下に記載する方法で測定した。分離膜を $\phi 90\text{ mm}$ の円形にカットし、ろ過用ホルダーにセットした後、水圧 0.5 bar をかけてホルダー出口より 1 分間に採取される透水量より、下記式から純水 FR を求めた。なお、ろ過に使用する水は 25°C の RO 水（逆浸透膜を用いて濾過した水）とし、水圧をかけてから 30 秒経過後を採取開始時間とした。また、膜面からの水面高さは、 $3\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$ となるように調整した。

$$(\text{純水 } FR [\text{mL} / \text{cm}^2 / \text{min} / \text{bar}]) = (Q [\text{mL} / \text{min}]) / (A [\text{cm}^2]) / (P [\text{bar}])$$

(Q : 1 分間の透水量、 A : 有効膜面積 = 48 cm^2 、 P : 水圧 = 0.5 bar)

[0035] (2) 樹脂メッシュの線径、目開き、空間率

線径 (mm)、目開き (mm)、空間率 (%) は以下に記載する方法で測定した。線径は、流路材 2 に用いる樹脂メッシュを構成する線材の直径をノ

ギスにて測定した。また、目開きは線材 10 本当たりの長さをノギスにて測定し、その区間にある線材の本数分、線径を差し引き、目開き数で割り振ることで算出した。また、空間率は下記の式より算出した。

$$\text{空間率} = (\text{目開き})^2 / [(\text{目開き}) + (\text{線径})]^2 \times 100$$

流路材 2 の縦方向の目開きと線径から算出された空間率と、流路材 2 の横方向の目開きと線径から算出された空間率の平均値を流路材 2 の空間率とした。

[0036] (3) 膜透過水量、吸引圧力、及び圧力損失

膜透過水量、及び吸引圧力は以下に記載する方法で測定した。高さ 0.9 m、幅 0.4 m、奥行き 0.2 m のプラスチック容器の底面から高さ 0.2 m の位置に、平膜カートリッジを垂直に固定した。底面からの高さ 0.8 m まで純水を供給し、平膜カートリッジを浸漬させた。平膜カートリッジの透過水取水口を定量送液ポンプ（ローラーポンプ）と接続し、回転数を 50 rpm に設定して吸引ろ過を行った。圧力計は、平膜カートリッジと送液ポンプの中間に接続した。吸引ろ過中は水位を一定に維持し、また容器内の水温は 25℃ に維持した。送液ポンプの吐出口から膜透過水を採取した。膜透過水重量 (kg/min) は電子天秤にて測定した。膜透過水重量は、下記式で 25℃ の膜透過水量に換算した。

$$\text{透過水量 (L/min)} = \text{透過水重量 (kg/min)} / 0.99704 \text{ (kg/L)}$$

また、膜透過水採取時の圧力計の指示値から吸引圧力を確認し、平膜カートリッジの圧力損失 (Pa) とした。

[0037] (4) 不織布の目付

不織布の目付は、10 cm 角に切り取った不織布の重量を電子天秤にて秤量し、その結果から 1 m² あたりの重量を算出し、不織布の目付を求めた [g/m²]。

[0038] (5) 不織布の厚み

不織布の厚みは、厚み計を用いて任意の 5 点の厚みを計測し、その平均値

とした。

[0039] (実施例 1)

以下の構成で、膜カートリッジを製作し、廃水処理用平膜カートリッジとした。

塩化ビニル樹脂製の膜支持板（高さ 315 mm、幅 225 mm）の表裏面ともに、各々厚みの異なる塩化ビニル樹脂製の周縁部（幅 12.5 mm）を隙間無く接着することにより、周縁部の厚みが 6 mm であり、中央部より周縁部が 1 mm 高い膜支持板を作成した。また、膜支持板の一部に矩形の貫通部を設け、貫通部と連通して処理水を取り出し可能であり、断面積 8 mm²の透過水取水口用のノズルを取り付けた。

この膜支持板の中心部に、流路材として表 1 に示す樹脂メッシュ：日本フィルコン（株）DOP-18K（高さ 290 mm、幅 200 mm）をセットし、耐水接着剤にて膜支持板と接着し、膜透過水流路を形成した。樹脂メッシュの詳細は表 1 に示す通りである。

膜支持板と樹脂メッシュを接着し、樹脂メッシュの上面に緩衝材としてポリエチレンテレフタレート製の不織布：廣瀬製紙（株）O5TH-60（高さ 285 mm、幅 195 mm）をセットした。不織布の厚みと目付の詳細は表 1 に示す通りである。さらに、不織布上部から分離膜（高さ 305 mm、幅 215 mm、厚さ 0.13 mm）を膜支持板の周縁部と隙間無く接着した。裏面も同様に分離膜の接着までを行い、平膜カートリッジとした。

分離膜は、膜構成成分が塩素化ポリ塩化ビニルであり、厚み 130 μm、平均孔径 0.3 μm、純水 FR が 30 mL / cm² / min / bar のものを用いた。

実施例 1 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0040] (実施例 2)

平膜カートリッジの周縁部を中央部より 1.2 mm 高くし、空間率：26.3%の樹脂メッシュ：日本フィルコン（株）DOP-15Kを使用したこと以外は実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。実施例 2 の

平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0041] (実施例 3)

平膜カートリッジの周縁部を中央部より 2.0 mm 高くし、空間率：52.7%の樹脂メッシュ：くればあ（株）を使用したこと以外は実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。実施例 3 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0042] (実施例 4)

平膜カートリッジの周縁部を中央部より 1.0 mm 高くし、空間率：22.7%、目開き：0.55 mm（縦）、0.55 mm（横）の樹脂メッシュ：日本フィルコン（株）DOP-15Kを使用したこと以外は実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。実施例 4 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0043] (実施例 5、6)

目付 15 g/m²、厚み 0.12 mm の不織布：東洋紡（株）エクーレ 3151A（実施例 5）、及び目付 100 g/m²、厚み 0.39 mm の不織布：東洋紡（株）エクーレ 3A01A（実施例 6）を緩衝材にそれぞれ用いたこと以外は、実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。実施例 5、6 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0044] (実施例 7)

平膜カートリッジの周縁部を中央部より 2.0 mm 高くし、空間率：26.1%の樹脂メッシュ：日本フィルコン（株）OP-16Kを使用したこと以外は実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。実施例 7 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0045] (比較例 1)

平膜カートリッジの周縁部を中央部より 0.5 mm 高くし、空間率：18.2%の樹脂メッシュ：日本フィルコン（株）DOP-50を使用したこと以外は実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。比較例 1 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0046] (比較例 2)

平膜カートリッジの周縁部を中央部より 2.0 mm 高くし、空間率：71.8%の樹脂メッシュ：くればあ（株）を使用したこと以外は実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。比較例 2 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0047] (比較例 3)

平膜カートリッジの周縁部を中央部より 1.0 mm 高くし、空間率：27.3%、目開き：0.42 mm（縦）、0.45 mm（横）の樹脂メッシュ：日本フィルコン（株）DOP-25F 使用したこと以外は実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。比較例 3 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0048] (比較例 4)

平膜カートリッジの周縁部を中央部より 2.0 mm 高くし、空間率：64.0%、目開き：目開き：4.00 mm（縦）、4.00 mm（横）の樹脂メッシュ：くればあ（株）を使用したこと以外は実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。比較例 4 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0049] (比較例 5、6、7)

目付 5 g/m²、厚み 0.07 mm の不織布（比較例 5）、目付 120 g/m²、厚み 0.68 mm の不織布：東洋紡（株）ボランス 7121P（比較例 6）を緩衝材に用いたこと以外は、実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。また、同様の構成で緩衝材に不織布を用いない（比較例 7）平膜カートリッジも作成した。比較例 5、6、7 の平膜カートリッジの詳細は表 1 に示す通りである。

[0050] (比較例 8)

樹脂メッシュをなくして膜支持体の表面に溝状の流路を形成したこと以外は、実施例 1 と同様の構成の平膜カートリッジを作成した。溝状流路を持つ平膜カートリッジとしては、特開平 8-281264 に示されるものが挙げ

られる（図2参照）。比較例8の平膜カートリッジの詳細は表1に示す通りである。

[0051] [表1]

	流路形状	樹脂メッシュ(流路材)						不織布(緩衝材)		中央部と周縁部の 段差(mm)		膜透過水 流量 (L/h)	圧力損失 (kPa)	膜透過水流量 (L/h) /圧力損失(kPa)
		目開き (mm)		線径 (mm)		厚み (mm)	空間率 (%)	目付 (g・m ²)	厚み (mm)	樹脂メッシュ・不織布				
		縦	横	縦	横					配置前	配置後			
実施例1	メッシュ状 流路	0.80	0.79	0.50	0.55	0.94	36.3	70	0.13	1.00	0.07	11.2	7.3	1.53
実施例2	メッシュ状 流路	0.74	0.84	0.75	0.75	1.20	26.3	70	0.13	1.20	0.13	10.5	8.0	1.31
実施例3	メッシュ状 流路	2.38	2.38	0.90	0.90	1.92	52.7	70	0.13	2.00	0.05	10.7	7.5	1.43
実施例4	メッシュ状 流路	0.55	0.55	0.60	0.60	1.09	22.7	70	0.13	1.00	0.22	10.3	8.1	1.27
実施例5	メッシュ状 流路	0.80	0.79	0.50	0.55	0.94	36.3	15	0.12	1.00	0.06	10.6	8.2	1.29
実施例6	メッシュ状 流路	0.80	0.79	0.50	0.55	0.94	36.3	100	0.39	1.00	0.33	10.7	8.5	1.26
実施例7	メッシュ状 流路	0.74	0.89	0.75	0.80	1.13	26.1	70	0.13	2.00	0.74	10.2	8.7	1.17
比較例1	メッシュ状 流路	0.18	0.25	0.27	0.30	0.55	18.2	70	0.13	0.50	0.18	8.4	9.7	0.87
比較例2	メッシュ状 流路	5.00	5.00	0.90	0.90	1.82	71.8	70	0.13	2.00	0.05	9.2	8.2	1.12
比較例3	メッシュ状 流路	0.42	0.45	0.40	0.40	0.77	27.3	70	0.13	1.00	0.10	9.0	8.9	1.01
比較例4	メッシュ状 流路	4.00	4.00	1.00	1.00	2.10	64.0	70	0.13	2.00	0.23	9.3	8.3	1.12
比較例5	メッシュ状 流路	0.80	0.79	0.50	0.55	0.94	36.3	5	0.07	1.00	0.01	9.4	9.5	0.99
比較例6	メッシュ状 流路	0.80	0.79	0.50	0.55	0.94	36.3	120	0.68	1.00	0.62	10.2	9.0	1.13
比較例7	メッシュ状 流路	0.80	0.79	0.50	0.55	0.94	36.3	不織布無し		1.00	0.06	7.3	11.0	0.66
比較例8	流路溝	-	-	-	-	-	5.0	70	0.13	-	0.00	6.4	8.7	0.74

[0052] 表1の結果から明らかなように、実施例1～6では、優れた透過性能を持つ平膜カートリッジが得られている。一方で、実施例7では、樹脂メッシュ及び不織布を配置した中央部と周縁部の高さを0.5mmより大きくしたことで、分離膜面にひずみが生じ、膜透過水量が低下した。また中央部と周縁部の段差が大きいため、分離膜の表面に傷が生じた。

比較例1では樹脂メッシュの空間率を低くした結果、流路内の吸引圧力の分布のバラツキが大きくなり、また流路空間が狭い為、膜透過水量が低下した。比較例2では空間率を高くした結果、流路内の吸引圧力の分布のバラツキが大きくなり、膜透過水量が低下した。比較例3では、目開きが小さい樹脂メッシュを用いた結果、流路が狭まることで圧力損失が高くなり、膜透過水量が低下した。また比較例4では、樹脂メッシュの目開きが大きいため、

樹脂メッシュに分離膜が貼りつき、膜透過水量が低下した。比較例5では、目付が小さく、また厚みが小さい不織布を用いた結果、樹脂メッシュに分離膜が貼り付き、膜透過水流量が低下した。比較例6では、目付が大きく、厚みが大きい不織布を用いた結果、圧力損失が大きくなり、膜透過水量が低下した。比較例7では、不織布を用いないため、樹脂メッシュに分離膜が貼りつき、流路が狭まることで、膜透過水量が低下した。比較例8では、流路形状が溝状のカートリッジであり、流路空間が狭いため、膜透過水量が低下した。

産業上の利用可能性

[0053] 本発明の平膜カートリッジは、圧力損失の低減と、分離膜表面上の吸引圧力分布の低減を両立しているので、低コストで高効率な廃水処理に好適である。

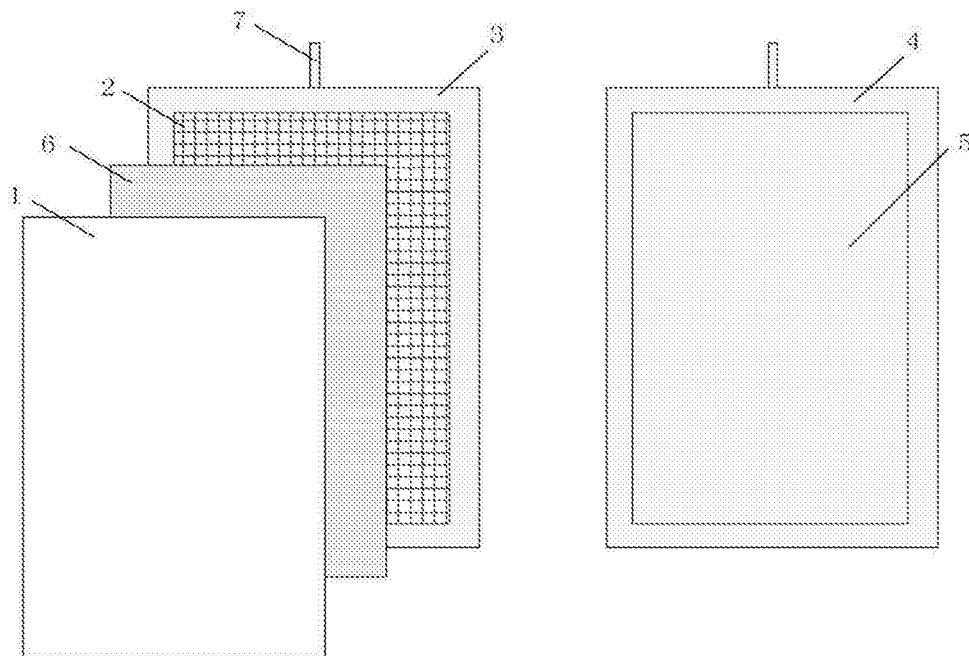
符号の説明

- [0054]
- | | |
|-----|------------|
| 1 | 分離膜 |
| 2 | 流路材 |
| 3 | 膜支持板 |
| 4 | 周縁部 |
| 5 | 中央部 |
| 6 | 緩衝材 |
| 7 | 透過水取水口 |
| 1 1 | 浸漬型膜カートリッジ |
| 1 2 | ろ板 |
| 1 3 | 集水部 |
| 1 4 | 吸引ノズル |
| 1 5 | スリット |

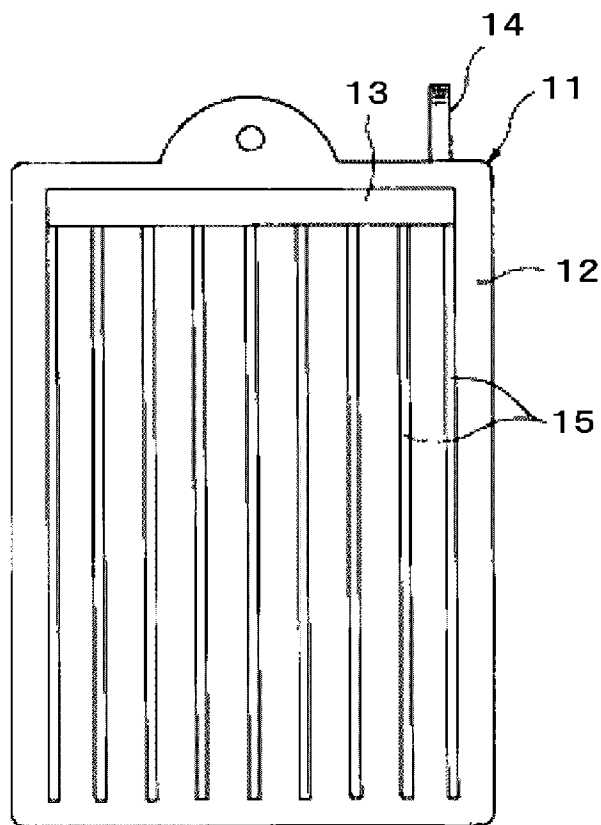
請求の範囲

- [請求項1] 中央部に比べて周縁部が高くなるように表裏両面に段差を設けた樹脂製の膜支持板の表裏両面に対して膜支持板の中央部を覆うように周縁部に沿ってそれぞれ分離膜を接着してなる廃水処理用平膜カートリッジであって、膜支持板の中央部と分離膜の間に膜支持板側から流路材と緩衝材が順に配置されていること、流路材として用いる樹脂メッシュが縦横共に0.5～3.2mmの目開き、縦横共に0.4～1.0mmの線径、0.6～2.0mmの厚み、及び20～60%の空間率を有すること、並びに緩衝材が10～110g/m²の目付及び0.1～0.5mmの厚みを有することを特徴とする廃水処理用平膜カートリッジ。
- [請求項2] 透過水が分離膜の外側から緩衝材、流路材、膜支持板の端部に設けられた透過水取出口の順で流れることを特徴とする請求項1に記載の廃水処理用平膜カートリッジ。
- [請求項3] 流路材が平織タイプの樹脂メッシュであり、緩衝材が不織布であることを特徴とする請求項1または2に記載の廃水処理用平膜カートリッジ。
- [請求項4] 膜支持板の周縁部が中央部より0.6～2mm高く、流路材及び緩衝材を配置した中央部と周縁部の高さの差が0.5mm以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の廃水処理用平膜カートリッジ。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/078332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D63/08(2006.01)i, B01D63/00(2006.01)i, C02F1/44(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)

B01D53/22, B01D61/00-B01D71/82, C02F1/44

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2000-312815 A (Nitto Denko Corp.), 14 November 2000 (14.11.2000), paragraphs [0001], [0010] to [0011], [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-4
Y	JP 2001-321766 A (Toray Industries, Inc.), 20 November 2001 (20.11.2001), claim 1; paragraphs [0001], [0017] to [0018], [0022]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-4
Y	JP 11-244672 A (Daicel Membrane-Systems Ltd.), 14 September 1999 (14.09.1999), paragraph [0013] (Family: none)	1-4

☒ 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 January 2015 (08.01.15)

Date of mailing of the international search report
27 January 2015 (27.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/078332

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 2003-144869 A (Toray Industries, Inc.), 20 May 2003 (20.05.2003), paragraphs [0011] to [0013], [0053] (Family: none)	1-4
A	WO 2009/004962 A1 (Sumitomo Electric Fine Polymer Inc.), 08 January 2009 (08.01.2009), paragraphs [0035] to [0036], [0056] to [0058], [0075]; fig. 9 & JP 5369278 B2 & US 2010/0096317 A1 & EP 2060314 A1 & CA 2662925 A1 & CN 101541406 A & AU 2008272189 A1 & KR 10-2010-0028011 A & SG 182176 A1	1-4
A	JP 2003-135939 A (Toray Industries, Inc.), 13 May 2003 (13.05.2003), paragraphs [0009] to [0010], [0047] to [0053]; fig. 9 to 10 (Family: none)	1-4
A	JP 2010-221218 A (Toray Industries, Inc.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraphs [0013] to [0014], [0043], [0051] to [0066]; fig. 8 to 9 & JP 5127107 B2 & US 2003/0150808 A1 & US 2008/0067127 A1 & EP 1371409 A1 & WO 2002/064240 A1 & CA 2432046 A1 & TW 514551 B & CN 1457268 A	1-4
A	JP 9-299969 A (Kubota Corp.), 25 November 1997 (25.11.1997), claim 1; paragraph [0011]; fig. 4 (Family: none)	1-4
A	JP 2003-181227 A (Asahi Kasei Corp.), 02 July 2003 (02.07.2003), paragraphs [0004] to [0005], [0014], [0021] (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D63/08(2006.01)i, B01D63/00(2006.01)i, C02F1/44(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. B01D53/22, B01D61/00- B01D71/82, C02F1/44

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2000-312815 A（日東電工株式会社）2000.11.14, 段落【0001】，【0010】 - 【0011】，【0023】，第1図（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2001-321766 A（東レ株式会社）2001.11.20, 請求項1, 段落【0001】，【0017】 - 【0018】，【0022】，第1-2図（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 11-244672 A（ダイセン・メンブレン・システムズ株式会社）1999.09.14, 段落【0013】（ファミリーなし）	1-4

☒ 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 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 1 . 2 0 1 5

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）

山本 吾一

4 D

5 5 7 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 1

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 2003-144869 A (東レ株式会社) 2003. 05. 20, 段落【0011】-【0013】, 【0053】 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2009/004962 A1 (住友電工ファインポリマー株式会社) 2009. 01. 08, 段落[0035]-[0036], [0056]-[0058], [0075], 第9図 & JP 5369278 B2 & US 2010/0096317 A1 & EP 2060314 A1 & CA 2662925 A1 & CN 101541406 A & AU 2008272189 A1 & KR 10-2010-0028011 A & SG 182176 A1	1-4
A	JP 2003-135939 A (東レ株式会社) 2003. 05. 13, 段落【0009】-【0010】, 【0047】 - 【0053】, 第9-10図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2010-221218 A (東レ株式会社) 2010. 10. 07, 段落【0013】-【0014】, 【0043】, 【0051】 - 【0066】, 第8-9図 & JP 5127107 B2 & US 2003/0150808 A1 & US 2008/0067127 A1 & EP 1371409 A1 & WO 2002/064240 A1 & CA 2432046 A1 & TW 514551 B & CN 1457268 A	1-4
A	JP 9-299969 A (株式会社クボタ) 1997. 11. 25, 請求項1, 段落 【0011】, 第4図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2003-181227 A (旭化成株式会社) 2003. 07. 02, 段落【0004】 - 【0005】, 【0014】, 【0021】 (ファミリーなし)	1-4