

(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 3 月 19 日(19.03.2015)



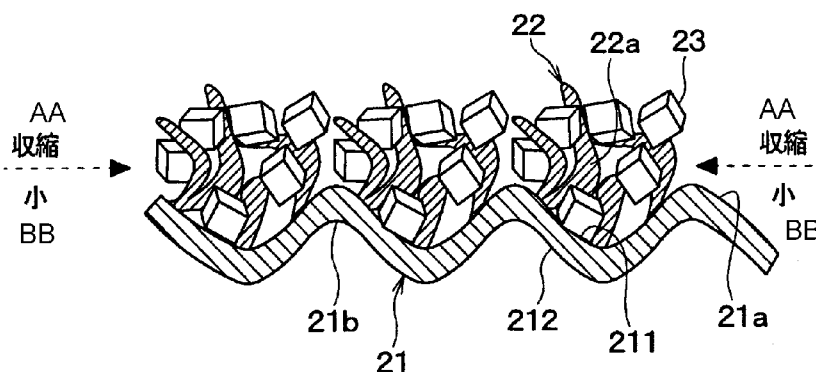
(10) 国際公開番号

WO 2015/037236 A1

- (51) 国際特許分類:
F28D 20/00 (2006.01) *F28F 13/18* (2006.01)
F25B 17/08 (2006.01) *F28F 23/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/004669
- (22) 国際出願日: 2014 年 9 月 10 日(10.09.2014)
- (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 2013-190643 2013 年 9 月 13 日(13.09.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 竹内 伸介(TAKEUCHI, Shinsuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 永島 久夫(NAGASHI-MA, Hisao); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (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), 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))

(54) Title: ADSORBER

(54) 発明の名称: 吸着器



AA Contraction
BB Small

(57) Abstract: An adsorber wherein a porous sintered body (22) formed by sintering a metal powder (22a) is bonded to the outer surface (21a) of heat medium pipes (21) in the interior of which a heat medium flows. An adsorption agent (23) is retained on the sintered body (22). Grooves (211) are provided on the outer surface (21a) of the heat medium pipes (21), and grooves (212) are provided on the inner surface (21b) of the heat medium pipes (21).

(57) 要約: 吸着器において、内部を熱媒体が流れる熱媒体管 (21) の外面 (21a) には、金属粉 (22a) が焼結してなる多孔質の焼結体 (22) が接合されている。焼結体 (22) には、吸着剤 (23) が保持されている。熱媒体管 (21) の外面 (21a) に溝 (211) を設けるとともに、熱媒体管 (21) の内面 (21b) に溝 (212) を設ける。



WO 2015/037236 A1

明 細 書

発明の名称：吸着器

関連出願の相互参照

[0001] 本願は、2013年9月13日に出願された日本国特許出願第2013-190643号に基づくものであり、この開示をもってその内容を本明細書中に開示したものとする。

技術分野

[0002] 本開示は、吸着器に関するものである。

背景技術

[0003] 従来、吸着器として、特許文献1に記載のものがある。この吸着器は、内部を熱媒体が流れる熱媒体管と、熱媒体管の外面に接合された多孔質の焼結体と、焼結体に保持された吸着剤とを備えている。熱媒体管としては、内面と外面に溝のない平滑管が用いられている。焼結体は、金属粉同士の間空隙を形成しつつ、金属粉同士を結合させるとともに、金属粉と熱媒体管を結合させるように、金属粉を焼結させたものである。この従来の吸着器では、吸着剤を焼結体に保持させることにより、吸着剤と熱媒体管との間の伝熱性を向上させている。

[0004] 吸着剤が気相冷媒を吸着したり脱離したりする際の吸着器の吸着能力には、吸着剤と熱媒体管内を流れる熱媒体との間の伝熱性が大きく寄与する。このため、吸着剤と熱媒体との間の伝熱性を向上させることが求められる。

[0005] しかし、上記した従来の吸着器では、熱媒体管の外面が平滑であるため、焼結時における金属粉の収縮が大きくなってしまう。この場合、金属粉が熱媒体管との界面上で大きく移動することで、金属粉と熱媒体管の外面との接合が阻害され、金属粉と熱媒体管の接合面積が小さくなる。このため、金属粉と熱媒体管との間の熱抵抗が大きくなってしまいう問題があることを、本願の発明者は見出した。また、熱媒体管の内面が平滑であるため、熱媒体と熱媒体管との間の熱伝達率が低いという問題がある。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2008-107075号公報（US2008/0078532A1に対応）

発明の概要

- [0007] そこで、本開示は、上記した従来の吸着器と比較して、熱媒体管の内側と外側の両側の伝熱性向上が可能な吸着器を提供することを目的とする。
- [0008] 上記目的を達成するため、本開示の吸着器は、
内部を熱媒体が流れる熱媒体管と、
熱媒体管の外面に接合され、金属粉が焼結してなる多孔質の焼結体と、
焼結体に保持された吸着剤とを備え、
熱媒体管は、外面に溝が設けられているとともに、内面に溝が設けられている。
- [0009] これによれば、熱媒体管の外面に溝を設けたので、外面が平滑な場合と比較して、焼結時における金属粉の収縮を抑制できる。このため、金属粉と熱媒体管との接合面積を増大させることができ、熱媒体管の外側の熱抵抗を下げるができる。また、熱媒体管の内面に溝を設けたので、内面が平滑な場合と比較して、伝熱面積を増大でき、熱媒体管内を流れる熱媒体と熱媒体管との間の熱伝達率を向上させることができる。よって、本開示によれば、熱媒体管の内側と外側の両側の伝熱性向上が可能となる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]図1は、本開示の第1実施形態における吸着器の正面図である。
- [図2]図2は、図1中のⅠ－Ⅰ線における断面図である。
- [図3]図3は、図2中のⅡ－Ⅱ線における断面図である。
- [図4]図4は、第1実施形態における熱媒体管の外観図である。
- [図5]図5は、第1実施形態における熱媒体管の外面上の焼結体および吸着剤の模式図である。

[図6]図6は、第1実施形態における吸着器の製造工程を示すフローチャートである。

[図7]図7は、比較例1における熱媒体管の外面上の焼結体および吸着剤の模式図である。

[図8]図8は、第1実施形態における熱媒体管と焼結体との接合箇所を示すSEM写真である。

[図9]図9は、比較例1における熱媒体管と焼結体との接合箇所を示すSEM写真である。

[図10]図10は、第1実施形態における熱媒体管の内径に対する内面の溝深さの比 (h_i / d_i) と平滑管の熱伝達率に対する熱伝達率比との関係を示す図である。

[図11]図11は、第1実施形態における熱媒体管の内径に対する内面の溝深さの比 (h_i / d_i) と平滑管の熱伝達率に対する熱伝達率比との関係を示す図である。

[図12]図12は、第1実施形態における熱媒体管の内径に対する内面の溝深さの比 (h_i / d_i) と平滑管の吸着能力に対する吸着能力比との関係を示す図である。

[図13]図13は、比較例2における熱媒体管の内径に対する内面の溝深さの比 (h_i / d_i) と平滑管の吸着能力に対する吸着能力比との関係を示す図である。

[図14]図14は、第1実施形態における熱媒体管の内径に対する内面の溝深さの比 (h_i / d_i) と平滑管のCOPに対するCOP比との関係を示す図である。

[図15]図15は、第1実施形態における熱媒体管の内径に対する内面の溝深さの比 (h_i / d_i) と溝加工前の熱媒体管の板厚比との関係を示す図である。

[図16]図16は、本開示の第2実施形態における熱媒体管の外観図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

[0012] (第1実施形態)

本実施形態の吸着器は、車両用などの空調装置に適用されるものである。
図1～3に示すように、この吸着器1は、吸着熱交換部2と、ケーシング3と、第1、第2プレート4、5と、第1、第2タンク6、7とを備えている。

[0013] 吸着熱交換部2は、水、不凍液、冷媒等の熱媒体が流れる複数の熱媒体管21と、熱媒体管21の外表面21aに接合された多孔質の焼結体22と、焼結体22に保持された吸着剤23とを有している。

[0014] 各熱媒体管21は、横断面が円形状の円筒管であり、互いに所定間隔で平行に配置されている。各熱媒体管21は、熱伝導性に優れる金属、例えば、銅、銅合金で構成されたものである。焼結体22は、複数の熱媒体管21のそれぞれの周囲に配置されており、各熱媒体管21の外周方向全域を覆っている。

[0015] 図4に示すように、各熱媒体管21は、その外表面21aと内表面21bの両方に溝211、212を有している。本実施形態では、外表面21aの溝211と内表面21bの溝212は、どちらも、らせん溝であり、熱媒体管21の長手方向(軸方向)に交差する方向に延びている。外表面21aの溝211と内表面21bの溝212は、同じ形状であり、幅 w_o 、 w_i および深さ h_o 、 h_i が同じである。

[0016] 外表面21aの溝211は、後述の通り、焼結時における金属粉22aの収縮を抑制するためのものである。したがって、外表面21aの溝211の幅 w_o は、焼結体22の収縮を抑制できる大きさとされ、焼結前の金属粉22aの長さよりも大きな幅とされる。

[0017] 図5に示すように、焼結体22は、金属粉22aの間に空隙を形成しつつ、金属粉22a同士を結合させるとともに、金属粉22aと熱媒体管21と

を結合させるように、金属粉 2 2 a を焼結させたものである。このため、焼結体 2 2 は、三次元網目構造を有している。焼結体 2 2 を構成する金属粉 2 2 a としては、吸着剤 2 3 よりも熱伝導性に優れる金属、例えば、銅、銅合金で構成され、形状が繊維状であるものが用いられる。

[0018] 吸着剤 2 3 は、気相冷媒としての水蒸気を吸着する固体状のものである。吸着剤 2 3 は、図 5 に示すように、焼結体 2 2 の空隙内に配置されており、焼結体 2 2 の空隙よりも粒径が小さな粒子状のものである。吸着剤 2 3 としては、シリカゲル、ゼオライト等が用いられる。

[0019] 図 2 に示すように、ケーシング 3 は、内部に吸着熱交換部 2 を収容している。ケーシング 3 は、下端側開口部と上端側開口部とを有する円筒形状である。ケーシング 3 の下端側開口部と上端側開口部は、第 1、第 2 プレート 4、5 で封止されている。

[0020] 第 1、第 2 プレート 4、5 には、熱媒体管 2 1 が貫通可能な貫通孔が複数形成されている。第 1、第 2 プレート 4、5 の貫通孔に熱媒体管 2 1 の端部が挿入されている。そして、熱媒体管 2 1 と第 1、第 2 プレート 4、5 とが気密に接合されている。このようにして、ケーシング 3 と第 1、第 2 プレート 4、5 とによって、熱媒体管 2 1 の外部が密閉空間とされて、真空容器が構成されている。この真空容器内は、水蒸気以外には、他の気体は存在しないように構成されている。

[0021] 第 1、第 2 タンク 6、7 は、複数の熱媒体管 2 1 への熱媒体の分配および複数の熱媒体管 2 1 からの熱媒体の合流を行うためのタンクである。下方の第 1 タンク 6 には、熱媒体の流入配管 1 0 が設けられている。上方の第 2 タンク 7 には、熱媒体の流出配管 1 1 が設けられている。このため、第 1 タンク 6 に流入した熱媒体は、複数の熱媒体管 2 1 を通って、第 2 タンク 7 から流出する。

[0022] ケーシング 3 の上部には、水蒸気の流入配管 8 および流出配管 9 が設けられている。このため、水蒸気の吸着時では、水蒸気が蒸発器側から流入配管 8 を通って、ケーシング 3 内部に流入する。また、水蒸気の脱離時では、吸

着剤 2 3 から脱離した水蒸気が、流出配管 9 より凝縮器側へ流出する。

[0023] 上記した構成の吸着器 1 において、水蒸気の吸着時では、蒸発器での水の蒸発により生成した水蒸気が、吸着器 1 内部に流入して、吸着剤 2 3 に吸着される。吸着剤 2 3 が水蒸気を吸着することで、蒸発器内部の真空状態が維持され、蒸発器内部で水が蒸発し続けることが可能となる。このとき、吸着剤 2 3 が高温になると、水蒸気が吸着剤 2 3 に吸着されなくなるため、熱媒体管 2 1 を流れる冷却用の熱媒体によって、吸着剤 2 3 が冷却される。

[0024] 一方、水蒸気の脱離時では、熱媒体管 2 1 に加熱用の熱媒体が流れるように切り替えられる。これにより、熱媒体管 2 1 を流れる加熱用の熱媒体によって、吸着剤 2 3 が加熱され、吸着剤 2 3 に吸着された水蒸気が脱離される。脱離された水蒸気は、凝縮器で凝縮されて水となり、凝縮された水は、蒸発器に戻される。

[0025] 次に、上記した構成の吸着器 1 の製造方法について説明する。

[0026] 図 6 に示すように、第 1 組付工程 S 1 0 0 と、充填工程 S 1 1 0 と、第 2 組付工程 S 1 2 0 と、加熱工程 S 1 3 0 とを順に行うことで、吸着器 1 が製造される。

[0027] 第 1 組付工程 S 1 0 0 では、吸着器 1 の各構成部品の一部を組み付ける。この工程では、次の充填工程 S 1 1 0 で金属粉 2 2 a を充填できるように、少なくとも、第 1、第 2 プレート 4、5 の一方を除く吸着熱交換部 2 の構成部品とケーシング 3 とを組み付けた状態とする。

[0028] このとき、熱媒体管 2 1 として、外面 2 1 a と内面 2 1 b の両方にらせん溝 2 1 1、2 1 2 が形成されたものを用いる。らせん溝 2 1 1、2 1 2 の形成方法については、一般的な加工方法を採用できる。本実施形態では、平滑管の外面に対して機械的力を加えることにより、外面と内面の両方を同時に変形させて、外面と内面に凹凸形状を形成する方法を採用する。これにより、らせん溝 2 1 1、2 1 2 を容易に形成できる。この加工方法を採用することで、熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a と内面 2 1 b の両方に、同じ形状のらせん溝 2 1 1、2 1 2 が形成される。

- [0029] 続いて、充填工程 S 1 1 0 で、ケーシング 3 の内部であって、各熱媒体管 2 1 の外側に、金属粉 2 2 a と吸着剤 2 3 の混合粉末を充填する。
- [0030] 続いて、第 2 組付工程 S 1 2 0 で、第 1 組付工程で組み付けた構成部品以外の吸着器 1 の構成部品を組み付ける。
- [0031] 続いて、加熱工程 S 1 3 0 で、組み付けた吸着器 1 を加熱することにより、吸着器 1 の構成部品同士のろう付けを行うとともに、金属粉 2 2 a を焼結させる。これにより、金属粉 2 2 a 同士が結合するとともに、金属粉 2 2 a と熱媒体管 2 1 とが結合することで、内部に吸着剤 2 3 を保持する焼結体 2 2 が形成される。
- [0032] なお、吸着器 1 の製造方法は、上記した製造方法に限定されず、上記した製造方法を変更してもよい。例えば、充填工程 S 1 1 0 で、ケーシング 3 の内部に金属粉 2 2 a と吸着剤 2 3 の混合粉末を充填する代わりに、金属粉 2 2 a のみを充填してもよい。この場合、加熱工程 S 1 3 0 後に、ケーシング 3 の内部に吸着剤 2 3 を含む溶液を充填する工程や乾燥工程を行うことで、焼結体 2 2 に吸着剤 2 3 を保持させる。また、上記した各工程の他に、他の工程を追加してもよい。
- [0033] 次に、本実施形態の効果について説明する。
- [0034] 図 7 に示すように、熱媒体管 2 1 として平滑管を用いた比較例 1 では、熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a が平滑である場合、加熱工程 S 1 3 0 での金属粉 2 2 a の焼結時に、金属粉 2 2 a の収縮が大きくなってしまう。この場合、金属粉 2 2 a が熱媒体管 2 1 との界面上で大きく移動することで、金属粉 2 2 a と熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a との接合が阻害され、金属粉 2 2 a と熱媒体管 2 1 の接合面積が小さくなる。このため、金属粉 2 2 a と熱媒体管 2 1 との間の熱抵抗が大きくなってしまう。
- [0035] これに対して、図 5 に示すように、本実施形態では、熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a に、らせん溝 2 1 1 が設けられている。このらせん溝 2 1 1 は、熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a に設けられて、熱媒体管 2 1 の軸方向に交差する方向（軸方向に非平行な方向）に延びる溝である。別の言い方をすれば、らせん

溝 2 1 1 は、熱媒体管 2 1 の中心軸を中心としてらせん状に延びている。熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a には、らせん溝 2 1 1 により熱媒体管 2 1 の軸方向に複数の凹凸（谷部、山部）が形成される。これにより、熱媒体管の外面が平滑な場合と比較して、焼結時における熱媒体管 2 1 の軸方向での金属粉 2 2 a の収縮を抑制できる。このため、金属粉 2 2 a と熱媒体管 2 1 との接面積を増大させることができ、熱媒体管 2 1 の外側の熱抵抗を下げるができる。なお、本実施形態では、熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a に設けるらせん溝 2 1 1 の数は 1 つであるが、該らせん溝 2 1 1 の数は 1 つに限定されるものではない。即ち、らせん溝 2 1 1 は、熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a に複数設けられていてもよい。例えば、熱媒体管 2 1 の中心軸を中心としてらせん状に延びる複数のらせん溝 2 1 1 を熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a において軸方向に並べて設けても良い。具体的には、熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a において、図 4 に示すらせん溝 2 1 1 の右側または左側に、該らせん溝 2 1 1 から離間した別のらせん溝を設けても良い。

[0036] さらに、本実施形態では、熱媒体管 2 1 の内面 2 1 b にも、外面 2 1 a と同様に、らせん溝 2 1 2 を設けている。これにより、図 7 に示される熱媒体管 2 1 の内面 2 1 b が平滑な比較例 1 と比較して、伝熱面積を増大できるとともに、旋回流による攪拌作用を生じさせることができるので、熱媒体管 2 1 内を流れる熱媒体と熱媒体管 2 1 との間の熱伝達率を向上させることができる。なお、熱媒体管 2 1 の外面 2 1 a のらせん溝 2 1 1 について上述したように、熱媒体管 2 1 の内面 2 1 b にも、複数のらせん溝を設けても良い。

[0037] よって、本実施形態によれば、熱媒体管 2 1 の外側と内側の両側の伝熱性向上が可能となり、吸着器 1 の吸着能力の向上が可能となる。

[0038] ここで、本願の発明者が本実施形態の効果を確認した実験結果について説明する。

[0039] （１）管外側の熱抵抗低下

熱媒体管として内面と外面の両方にらせん溝を備えたらせん溝管（以下、単にらせん溝管とも称する）と平滑管の両方を用意し、金属粉と吸着剤の混

合粉末を熱媒体管の外面に配置して焼結させた。このとき、使用したらせん溝管は、外面と内面の溝形状が同じものである。らせん溝管と平滑管は銅管であり、金属粉は銅粉である。

[0040] そして、熱媒体管外側の焼結体を破壊して除去し、走査型電子顕微鏡（SEM）にて熱媒体管の外面を観察した。その結果、図8に示すらせん溝管の外面と、図9に示す比較例1の平滑管の外面のどちらにも、銅粉が存在しており、焼結体との接合箇所が確認された。図8、9中の白い粒子が銅粉である。この銅粉は、熱媒体管に接合しているので除去されずに残っている。したがって、この銅粉の位置が、熱媒体管と焼結体との接合箇所である。

[0041] 図8、9を比較してわかるように、図8のらせん溝管の方が図9の平滑管よりも、焼結体との接合箇所が多く、接合面積が増大していることが確認された。よって、内面と外面の両方にらせん溝を備えたらせん溝管を用いることで、平滑管を用いる場合と比較して、管外側の熱抵抗を下げられることがわかる。

[0042] （2）管内側の熱伝達率向上

熱媒体管として内面と外面の両方にらせん溝を備えたらせん溝管と平滑管とを用意し、熱媒体管と熱媒体との間の熱伝達率をウィルソンプロット法により測定した。用いた平滑管およびらせん溝管の管内径 d_i 、らせん溝管のらせん溝条数および内面の溝深さ h_i を表1に示す。らせん溝管は、外面と内面の溝形状が同じものである。

[0043] [表1]

	平滑管	両面らせん溝管			
管内径 d_i (mm)	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64
らせん溝条数	—	3条	3条	3条	3条
らせん溝深さ h_i (mm)	—	0.09	0.21	0.36	0.5
h_i/d_i	0	0.025	0.058	0.099	0.137

測定では、一般的な吸着器で 사용되는ような領域は層流域であるため、

レイノルズ数 (Re) を 500 と 1500 とした。測定条件は、冷水 30℃、温水 40℃である。使用した平滑管およびらせん溝管は、外側に焼結体および吸着剤が設けられていない状態のものである。

- [0044] 図 10、11 に、それぞれ、 $Re = 500$ 、1500 の測定結果を示す。図 10、11 の縦軸は、平滑管の熱伝達率に対するらせん溝管の熱伝達率比である。図 10、11 の横軸は、熱媒体管の内径に対する内面の溝深さの比 (h_i/d_i) であり、 $h_i/d_i = 0$ のときが平滑管である。なお、図 10 の $Re = 500$ のときの熱伝達率が、吸着時（冷却時）の熱伝達率であり、図 11 の $Re = 1500$ のときの熱伝達率が、脱離時（加熱時）の熱伝達率に相当する。図 10、11 に示すように、 $h_i/d_i > 0.058$ のとき、熱伝達率比が 1 を超えており、平滑管と比較してらせん溝管の熱伝達率が向上することがわかる。

- [0045] (3) 管内側の熱伝達率向上による吸着器の吸着能力向上

図 10、11 に示す $Re = 500$ 、1500 のときの熱伝達率比を用いて、吸着シミュレータにて、平滑管の吸着能力に対するらせん溝管の吸着能力比を算出した。 $h_i/d_i > 0.15$ の範囲の熱伝達率比については、図 10、11 に示す熱伝達率比を一次近似した推定値を用いた。この算出結果は、管外面に多孔質の焼結体が接合され、この焼結体の内部に吸着剤が保持された状態のものである。ただし、管外側の熱抵抗値として、内面と外面の両方にらせん溝を備えたらせん溝管においても、平滑管と同じものを用いた。このとき用いた管外側の熱抵抗値は、予め実験から求めたものである。

- [0046] 図 12 に、算出結果を示す。図 12 の横軸は、 h_i/d_i であり、 $h_i/d_i = 0$ のときが平滑管である。図 12 に示すように、 $h_i/d_i > 0.058$ のとき、吸着能力比が 1 を超え、 $h_i/d_i \geq 0.099$ のとき、吸着能力比が 1.2 を超えた。この結果より、 $h_i/d_i > 0.058$ とすることで、平滑管と比較してらせん溝管の吸着能力が向上し、さらに、 $h_i/d_i \geq 0.099$ とすることで、らせん溝管の吸着能力が飛躍的に向上することがわかる。したがって、らせん溝管の管内径 d_i および内面の溝深さ h_i

については、 $h_i / d_i > 0.058$ の関係を満たすことが好ましく、 $h_i / d_i \geq 0.099$ の関係を満たすことがより好ましい。

[0047] また、比較例2として、上記した平滑管、らせん溝管の外側に多孔質の焼結体を配置せず、吸着剤のみを配置した吸着器の吸着能力比を吸着シミュレータにて算出した。このとき、図12の算出結果と同様に、図10、11に示す $Re = 500$ 、 1500 のときの熱伝達率向上比を用いた。また、管外側の熱抵抗値として、管外側に吸着剤のみが充填された状態のときの熱抵抗値を用いた。このとき用いた管外側の熱抵抗値は、予め実験から求めたものである。

[0048] 図13に示すように、比較例2では、 $h_i / d_i > 0.058$ のとき、吸着能力比が1をわずかに超える程度であった。このように、管外側に多孔質の焼結体を配置しない比較例2の吸着器は、管外側の熱抵抗が大きいいため、管内側の伝熱促進を行っても、吸着能力向上にほとんど寄与しない。

[0049] これに対して、管外面に多孔質の焼結体を接合した吸着器は、管外側の熱抵抗が小さいため、管内側の伝熱促進により、大きく吸着能力が向上する。したがって、管内面21bのらせん溝212による伝熱促進によって、飛躍的に吸着能力が向上するのは、管外面21aに多孔質の焼結体22が接合され、この焼結体22の内部に吸着剤23が保持された吸着器1の特有の効果である。

[0050] なお、上述の通り、図12に示す吸着能力比の算出結果は、管外側の熱抵抗値として、平滑管を用いたときの熱抵抗値を用いたものである。内面と外面の両方にらせん溝を備えたらせん溝管を用いた場合、平滑管を用いた場合よりも、管外側の熱抵抗が低下することから、 $h_i / d_i \geq 0.099$ のとき、吸着能力が図12に示す結果よりもさらに向上することが容易に推測される。

[0051] (4) 省エネ効果

吸着器の性能を表す指標として、省エネ効果を示すCoefficient of Performance (COP) がある。このCOPは、次式により算出される。

[0052] $COP = \text{出力} / \text{入熱} = \text{吸着能力} / (\text{発熱量} + \text{熱容量})$

COPは、出力としての吸着能力と、それに必要な入熱としての冷熱量によって算出される。同じ吸着能力を発揮するために必要な冷熱量が少ないほど、省エネ効果が高いと言える。

[0053] 冷熱量は、吸着剤を脱離状態（加熱状態）から吸着状態（冷却状態）に切り替えるために、必要な冷熱量であり、吸着時の吸着剤自体の発熱分を冷却するのに必要な冷熱量と、加熱状態から冷却状態となるように吸着器全体の熱容量を冷却するのに必要な冷熱量である。このため、COPは、吸着能力と、吸着時の吸着剤自体の発熱量および吸着器全体の熱容量とによって算出される。なお、発熱量は、吸着能力に対して所定の係数をかけたものであり、吸着能力から求められる。熱容量は、熱媒体管の重量等から求められる。

[0054] 図12に示す吸着能力比を用いて、平滑管のCOPに対するらせん溝管（即ち、内面と外面の両方にらせん溝を備えたらせん溝管）のCOP比を算出した結果を図14に示す。

[0055] ここで、本実施形態の溝加工方法では、被加工部が伸びて板厚が薄くなるため、加工前の平滑管の板厚が同じ場合、溝を深くするほど、溝加工後の板厚が薄くなってしまう。そこで、COP比の算出では、溝深さに関わらず、溝加工後におけるらせん溝管の板厚を同じとして算出した。具体的には、図15に示すように、溝を深くするほど、溝加工による減肉分を補うように、溝加工前の平滑管の板厚を厚肉化した。図15の縦軸の板厚比は、平滑管の板厚と、らせん溝管における溝加工前の平滑管の板厚との比である。このため、本実施形態のらせん溝管は、溝を深くするほど、熱媒体管の重量が増加し、熱容量が増加する。上記式からわかるように、熱容量が増加すると、COPは悪化する。

[0056] したがって、図14に示すように、 h_i / d_i の範囲として、COP比が1を超える範囲と、COP比が1よりも低い範囲とが存在する。COP比が1を超えるのは、 $0.070 < h_i / d_i < 0.250$ のときである。よって、内面と外面の両方にらせん溝を備えたらせん溝管の管内径 d_i および内

面の溝深さ h_i については、省エネ効果を得るために、 $0.070 < h_i / d_i < 0.250$ の関係を満たすように設定することが好ましい。

[0057] なお、図15において、 $h_i / d_i > 0.099$ の範囲では、 h_i / d_i が大きくなるにつれて、板厚比が直線状に上昇しているため、熱容量も直線状に上昇することが推測される。また、図12において、 $h_i / d_i > 0.099$ の範囲では、吸着能力比は、ほぼ一定であった。このため、図14に示すCOP比と h_i / d_i との関係において、 $h_i / d_i > 0.099$ の範囲では、 h_i / d_i が大きくなるにつれて、COP比が直線状に低下するものと推測される。

[0058] また、上記した実験結果は、外面と内面の溝形状が同じらせん溝管を使用した場合のものであるが、外面と内面の溝形状が異なるらせん溝管を使用した場合においても、同様の実験結果が得られることが推測される。

[0059] (第2実施形態)

本実施形態は、第1実施形態に対して、熱媒体管21の溝211、212の向きを変更したものである。他の構成については、第1実施形態と同じである。

[0060] すなわち、図16に示すように、本実施形態では、熱媒体管21として、外面21aと内面21bの両方に蛇腹形状の溝213、214を形成したものを採用している。この溝213、214は、熱媒体管21の軸方向に交差する方向、より具体的には、熱媒体管21の軸方向に直交する方向に延びており、熱媒体管21の軸方向に複数設けられている。即ち、熱媒体管21の外面21aには、熱媒体管21の周方向に延びる複数の溝213が軸方向に並んで設けられており、熱媒体管21の内面21bには、熱媒体管21の周方向に延びる複数の溝214が軸方向に並んで設けられている。したがって、これらの溝213、214も、熱媒体管21の軸方向に交差する方向（より具体的には、軸線方向に直交する方向）に延びている。このため、本実施形態によっても、第1実施形態と同様の効果が得られる。

[0061] (他の実施形態)

本開示は上記した実施形態に限定されるものではなく、下記のように、本開示の範囲内において適宜変更が可能である。

- [0062] (1) 熱媒体管 21 の外面 21 a と内面 21 b に設ける溝は、熱媒体管 21 の軸方向に平行な方向に延びていてもよい。この場合、焼結時における熱媒体管 21 の外周方向での金属粉 22 a の収縮を抑制できる。このため、熱媒体管 21 の外面 21 a が平滑な場合と比較して、金属粉 22 a と熱媒体管 21 との接合面積を増大させることができ、熱媒体管 21 の外側の熱抵抗を下げるることができる。また、この場合によっても、熱媒体管 21 の内面 21 b が平滑な場合と比較して、熱媒体管 21 の内面 21 b の伝熱面積を増大できるので、熱媒体管 21 内を流れる熱媒体と熱媒体管 21 との間の熱伝達率を向上させることができる。
- [0063] よって、この場合によっても、熱媒体管 21 の外側と内側の両側の伝熱性向上が可能となり、吸着器 1 の吸着性能向上が可能となる。
- [0064] (2) 熱媒体管 21 の外面 21 a の溝と内面 21 b の溝は、同じ形状でなくてもよいが、どちらも、第 1、第 2 実施形態のように、熱媒体管 21 の軸方向に交差する方向に延びていることが好ましい。熱媒体管 21 の軸方向での金属粉 22 a の収縮の方が、熱媒体管 21 の外周方向での金属粉 22 a の収縮よりも大きい。このため、熱媒体管 21 の外面 21 a に、軸方向に交差する方向に延びる溝を設けて、軸方向での金属粉 22 a の収縮を抑制することにより、熱媒体管 21 の外側の熱抵抗を下げる効果が大きくなる。また、熱媒体管 21 の内面 21 b に、軸方向に交差する方向に延びる溝を設けることにより、熱媒体管 21 の内面 21 b の伝熱面積の増大だけでなく、熱媒体管 21 の内部での熱媒体の攪拌作用が得られ、熱媒体と熱媒体管 21 との間の熱伝達率向上の効果が大きくなる。
- [0065] (3) 金属粉 22 a の形状は、繊維状に限られず、多孔質の焼結体を形成できれば、球状等の他の形状であってもよい。
- [0066] (4) 気相冷媒は、水蒸気に限られず、他の気相冷媒を採用してもよい。
- [0067] (5) 上記各実施形態は、互いに無関係なものではなく、組み合わせが明

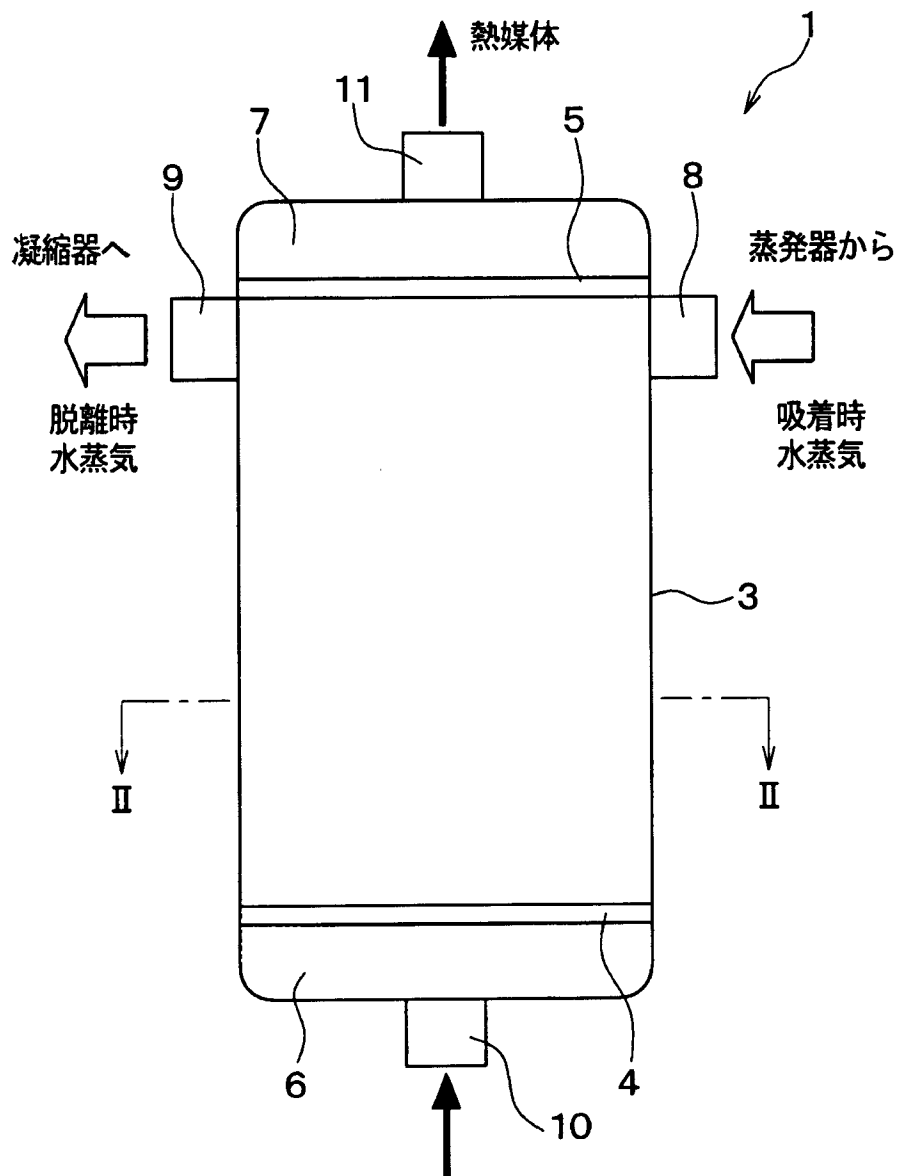
らかに不可な場合を除き、適宜組み合わせが可能である。また、上記各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

請求の範囲

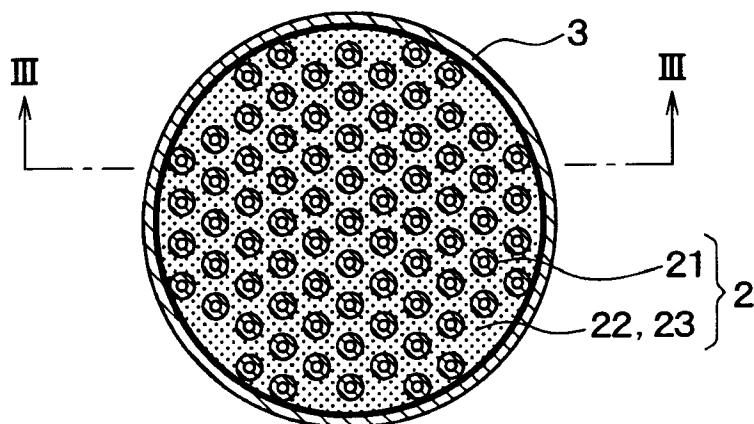
- [請求項1] 内部を熱媒体が流れる熱媒体管（21）と、
前記熱媒体管（21）の外表面（21a）に接合され、金属粉が焼結してなる多孔質の焼結体（22）と、
前記焼結体（22）に保持された吸着剤（23）とを備え、
前記熱媒体管（21）は、前記外表面（21a）に溝（211、213）が設けられているとともに、内表面（21b）に溝（212、214）が設けられている吸着器。
- [請求項2] 前記外表面（21a）の前記溝（211、213）と前記内表面（21b）の前記溝（212、214）は、前記熱媒体管（21）の軸方向に交差する方向に延びており、
前記外表面（21a）の前記溝（211、213）は、前記外表面（21a）に設けられた複数の溝（211、213）のうちの1つであり、
前記内表面（21b）の前記溝（212、214）は、前記内表面（21b）に設けられた複数の溝（212、214）のうちの1つである請求項1に記載の吸着器。
- [請求項3] 前記外表面（21a）の前記溝（211）と前記内表面（21b）の前記溝（212）は、前記熱媒体管（21）の軸方向に交差する方向に延びるらせん溝である請求項1または2に記載の吸着器。
- [請求項4] 前記内表面（21b）の前記溝（212）は、該溝（212）の深さを h_i とし、前記熱媒体管（21）の内径を d_i としたとき、 $h_i / d_i > 0.058$ の関係を満たす請求項3に記載の吸着器。
- [請求項5] 前記内表面（21b）の前記溝（212）は、 $h_i / d_i > 0.070$ の関係を満たす請求項4に記載の吸着器。
- [請求項6] 前記内表面（21b）の前記溝（212）は、 $h_i / d_i \geq 0.099$ の関係を満たす請求項5に記載の吸着器。
- [請求項7] 前記内表面（21b）の前記溝（212）は、 $h_i / d_i < 0.25$

0 の関係を満たす請求項 4 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の吸着器。

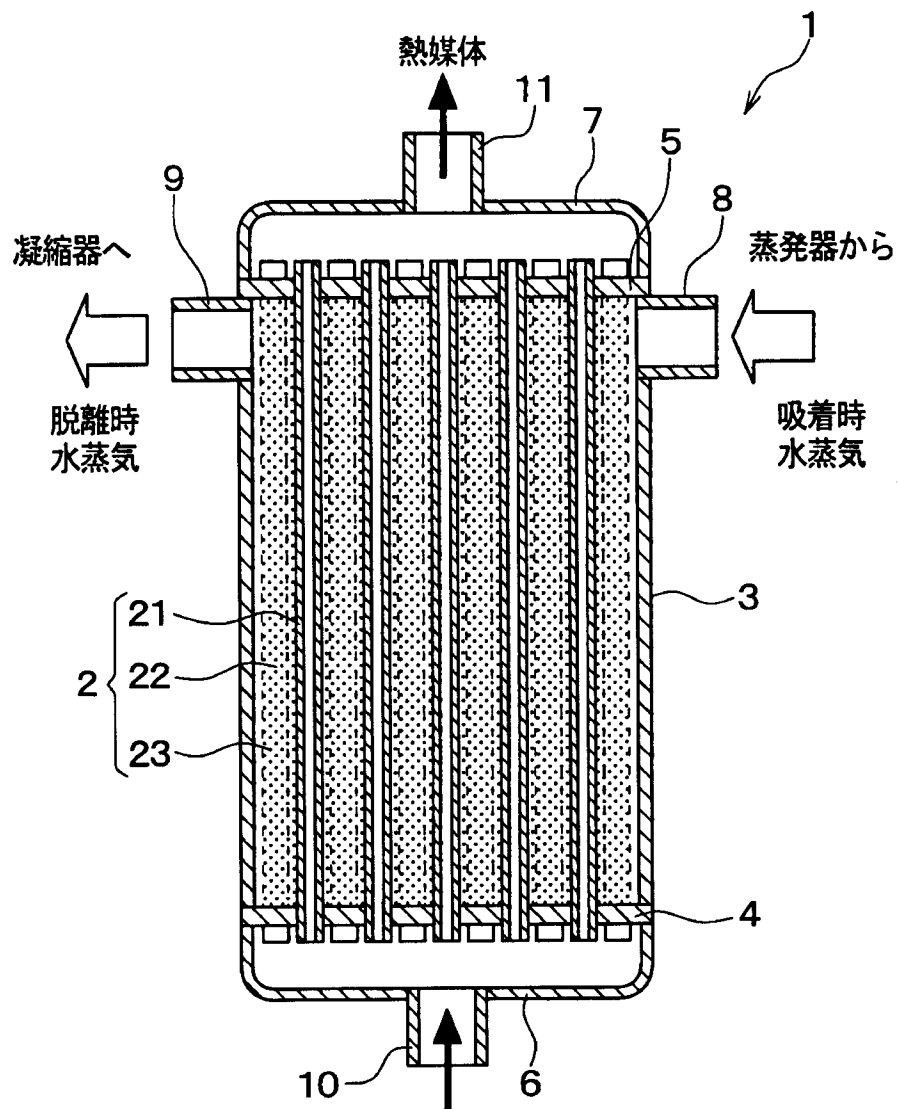
[図1]



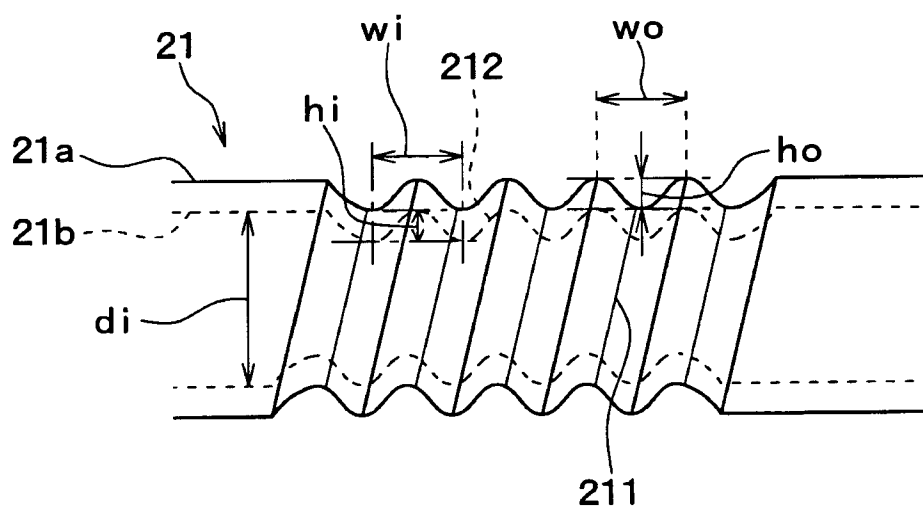
[図2]



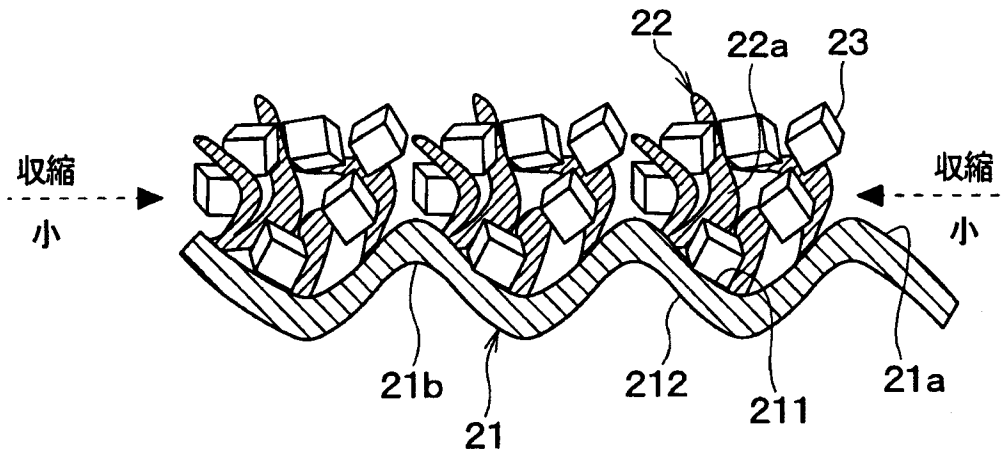
[図3]



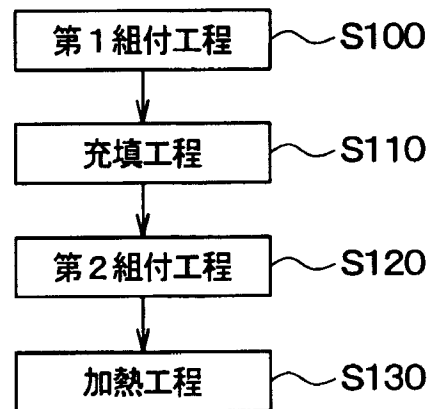
[図4]



[図5]

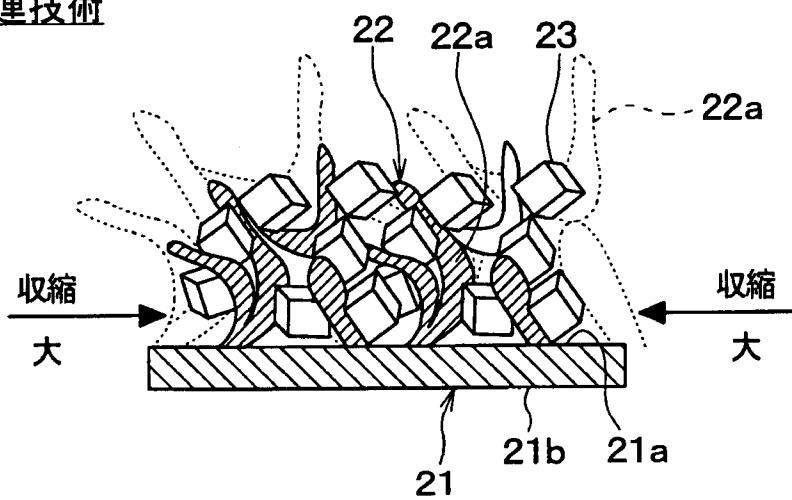


[図6]

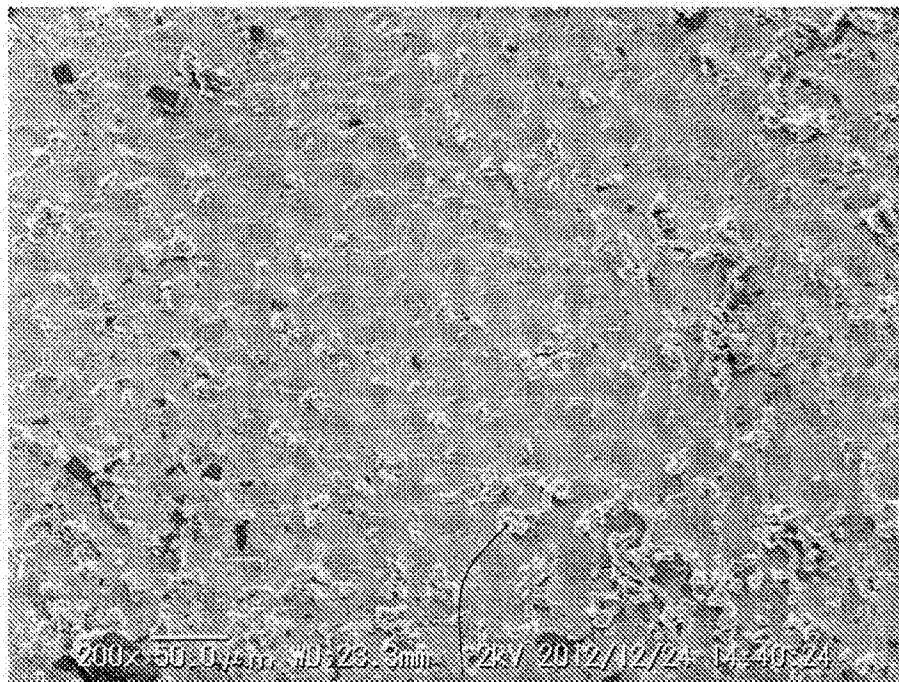


[図7]

関連技術

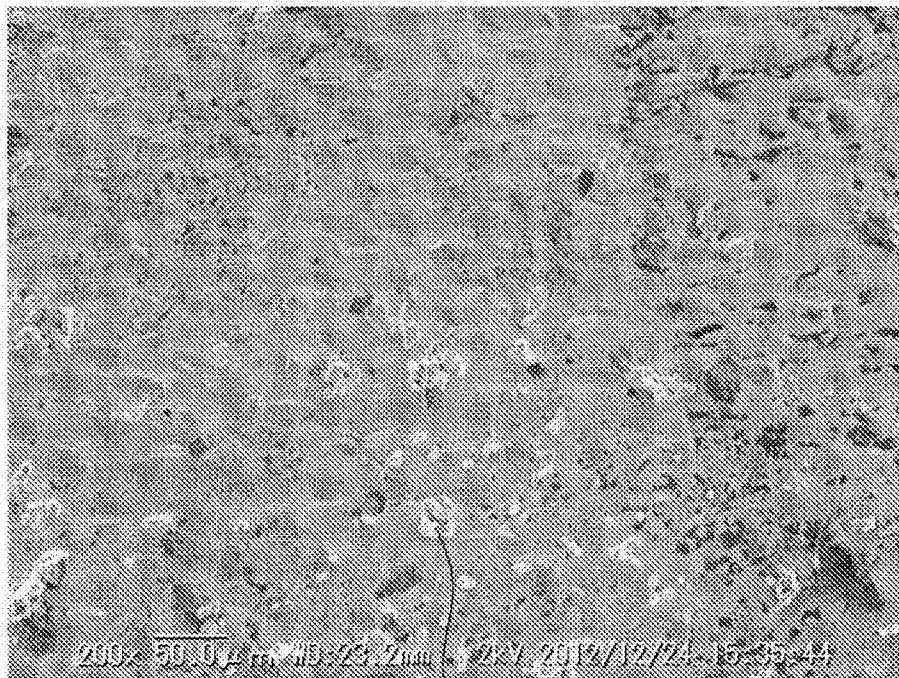


[図8]



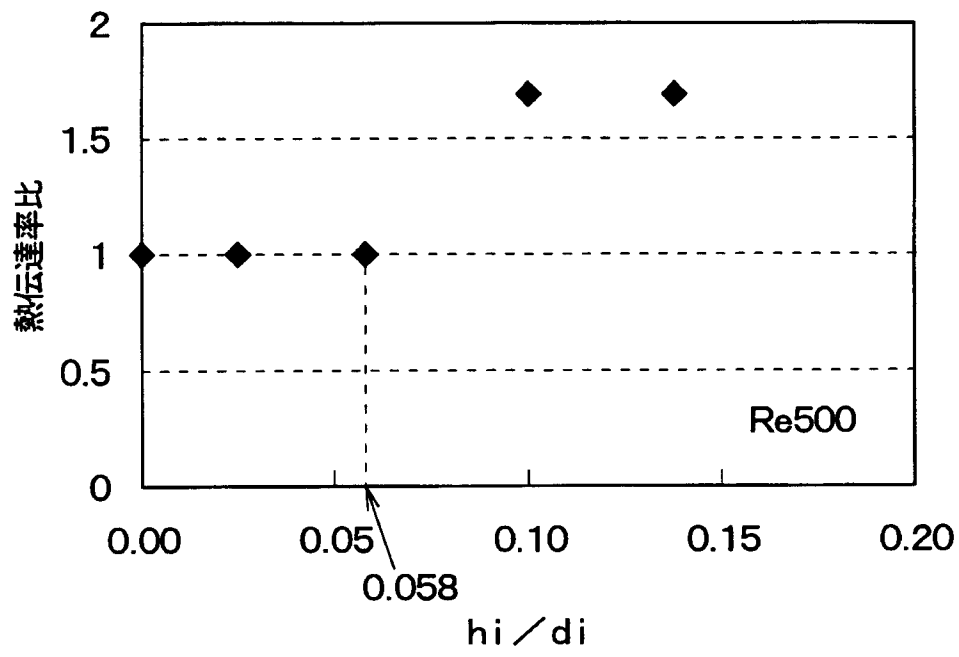
銅粉

[図9]

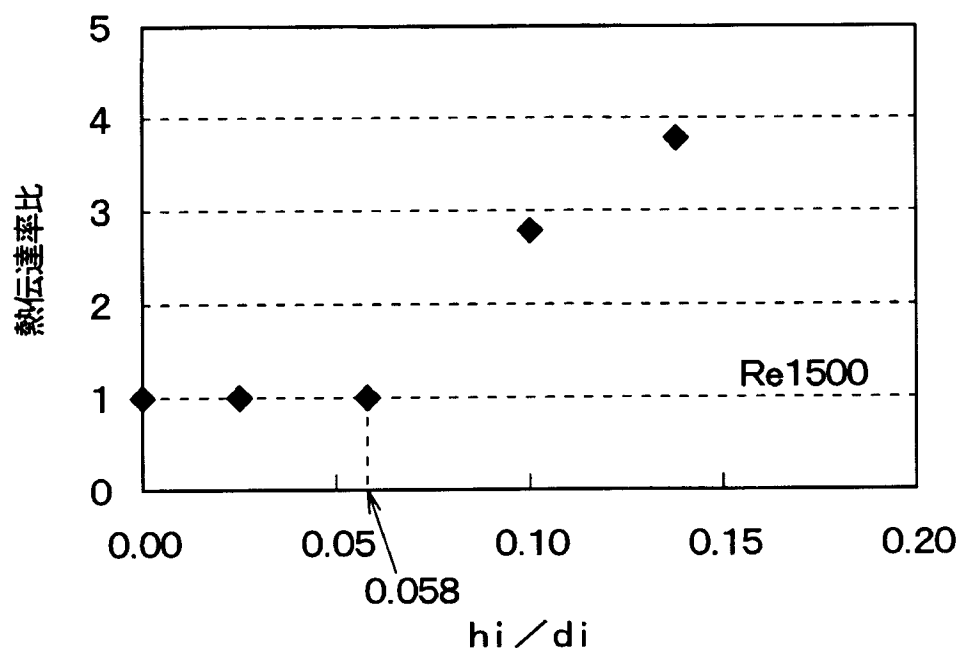
関連技術

銅粉

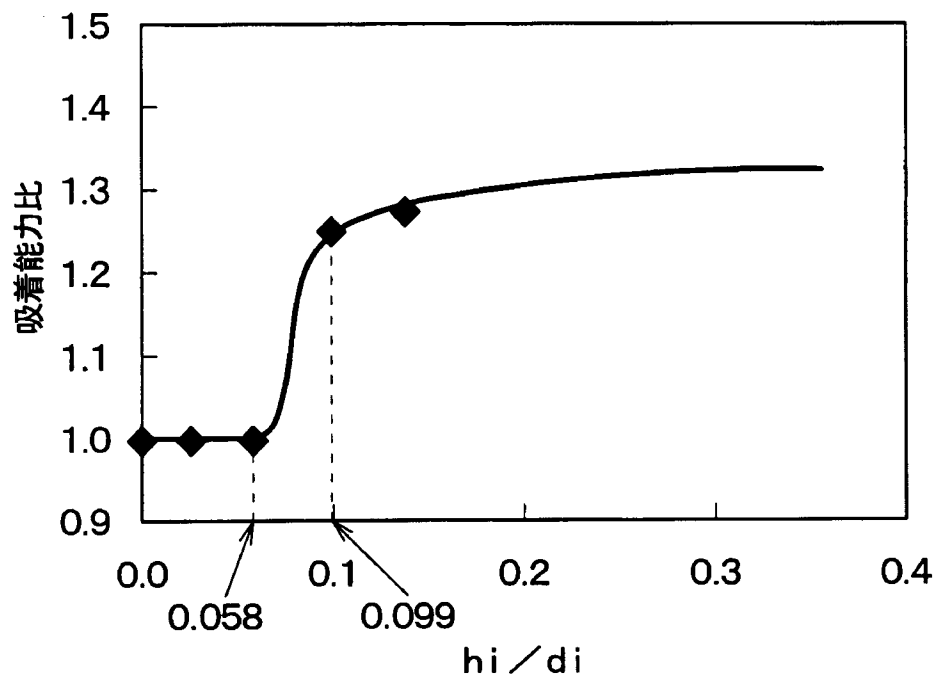
[図10]



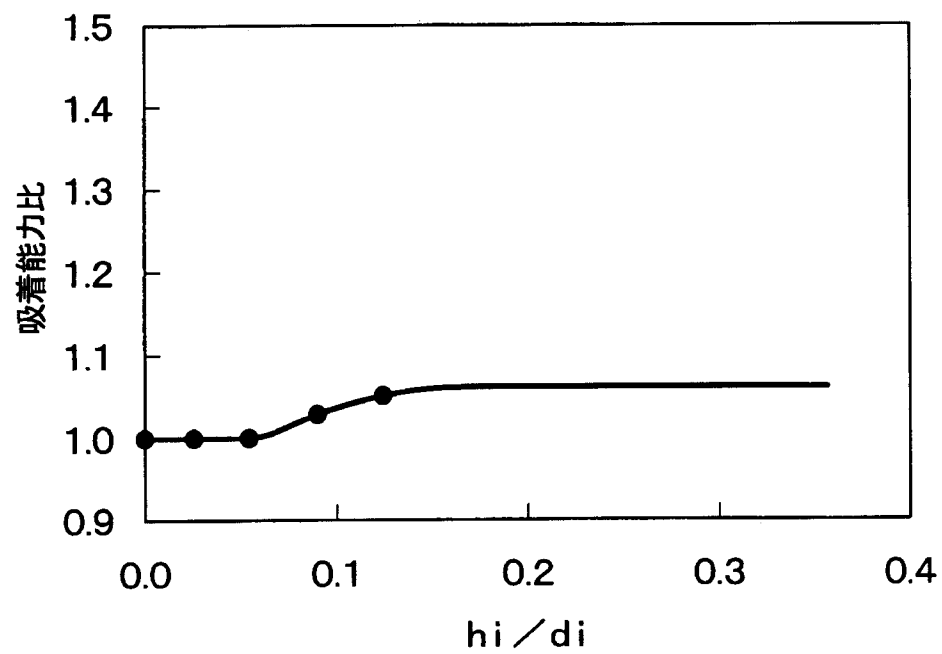
[図11]



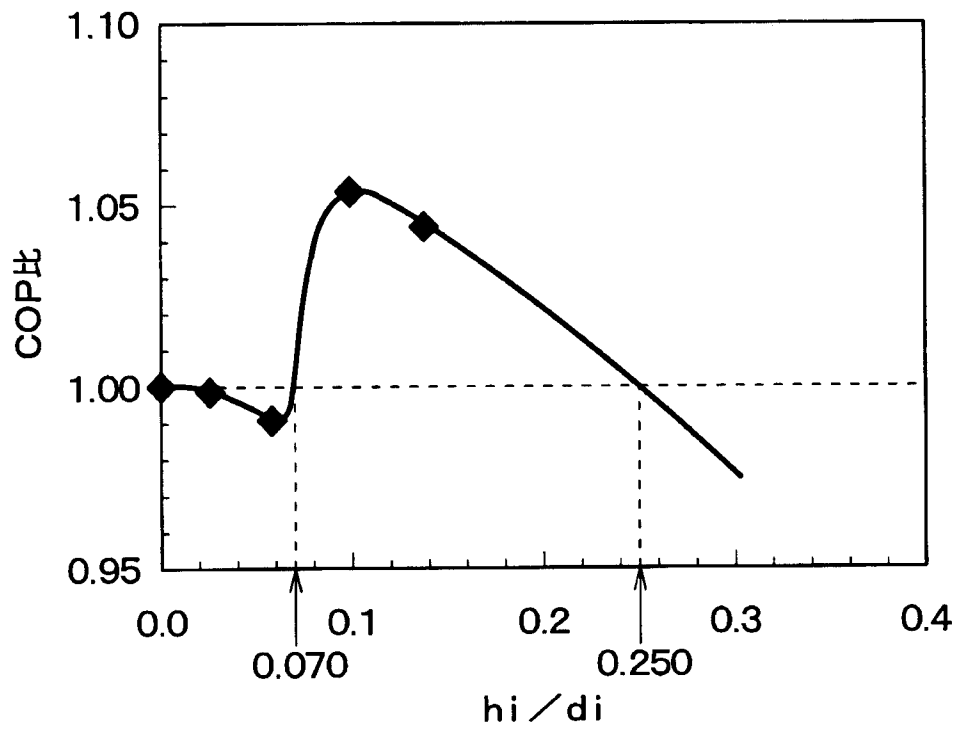
[図12]



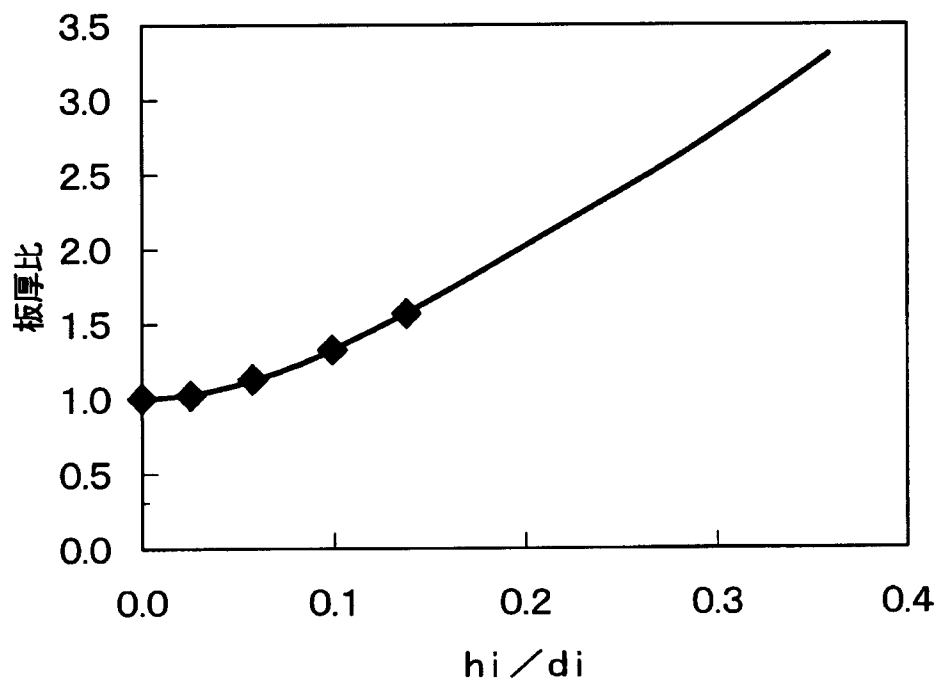
[図13]

関連技術

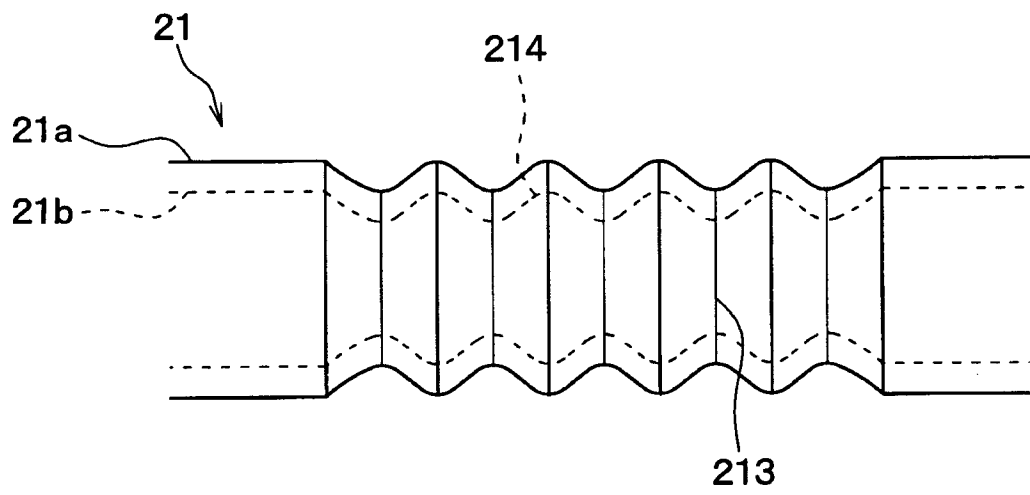
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/004669

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D20/00(2006.01)i, F25B17/08(2006.01)i, F28F13/18(2006.01)i, F28F23/00(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)

F25B17/08, F25B35/04-37/00, F28D20/00, F28F1/00, F28F13/18, F28F23/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	JP 2008-107075 A (Denso Corp.), 08 May 2008 (08.05.2008), entire text; all drawings & US 2008/0078532 A1	1-7
A	JP 4-148194 A (Daikin Industries, Ltd.), 21 May 1992 (21.05.1992), page 2, upper right column, line 15 to lower right column, line 7; fig. 4 (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, 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
28 November, 2014 (28.11.14)

Date of mailing of the international search report
09 December, 2014 (09.12.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/004669

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 60-200063 A (Matsushita Refrigeration Co.), 09 October 1985 (09.10.1985), page 2, upper left column, line 13 to upper right column, line 10; page 2, lower right column, line 20 to page 3, upper left column, line 13; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-7
A	JP 10-185353 A (Chubu Electric Power Co., Inc.), 14 July 1998 (14.07.1998), paragraphs [0021] to [0038]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7
A	JP 4-44602 B2 (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 22 July 1992 (22.07.1992), column 5, lines 24 to 31; column 9, line 38 to column 10, line 12; fig. 5 & US 4819717 A & DE 3612760 A	1-7
A	WO 2013/001390 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.), 03 January 2013 (03.01.2013), page 9, line 29 to page 10, line 26; fig. 5 & CN 103597299 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F28D20/00(2006.01)i, F25B17/08(2006.01)i, F28F13/18(2006.01)i, F28F23/00(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. F25B17/08, F25B35/04-37/00, F28D20/00, F28F1/00, F28F13/18, F28F23/00

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
A	JP 2008-107075 A (株式会社デンソー) 2008.05.08, 全文, 全図 & US 2008/0078532 A1	1-7
A	JP 4-148194 A (ダイキン工業株式会社) 1992.05.21, 第2ページ右上欄第15行-右下欄第7行, 第4図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 60-200063 A (松下冷機株式会社) 1985.10.09, 第2ページ左上欄第13行-右上欄第10行, 第2ページ右下欄第20行-第3ページ左上欄第13行, 第1-6図 (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

2 8 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 9 . 1 2 . 2 0 1 4

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）

西山 真二

3 M

9 5 3 6

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

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 10-185353 A (中部電力株式会社) 1998. 07. 14, 段落【0021】 －【0038】, 図1－3 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 4-44602 B2 (工業技術院長) 1992. 07. 22, 第5欄第24－31行, 第9欄第38行－第10欄第12行, 第5図 & US 4819717 A & DE 3612760 A	1-7
A	WO 2013/001390 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2013. 01. 03, 第9ページ第29行－第10ページ第26行、図5 & CN 103597299 A	1-7