

(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
2018年8月16日(16.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/147349 A1

(51) 国際特許分類:

B21C 23/22 (2006.01) *F28F 19/00* (2006.01)
B21C 25/02 (2006.01) *F28F 19/06* (2006.01)
F28F 1/02 (2006.01) *F28F 21/08* (2006.01)
F28F 1/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/004302

(22) 国際出願日: 2018年2月8日(08.02.2018)

(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 2017-023868 2017年2月13日(13.02.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社 U A C J (UACJ CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千

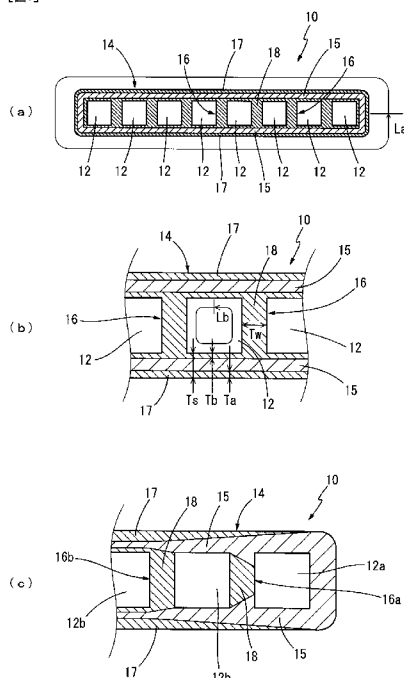
代田区大手町一丁目7番2号 Tokyo (JP). 株式会社 U A C J 押出加工 (UACJ EXTRUSION CORPORATION) [JP/JP]; 〒1030026 東京都中央区日本橋兜町6番5号 Tokyo (JP). 株式会社 デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 中村 真一 (NAKAMURA, Shinichi); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社 U A C J 内 Tokyo (JP). 山下尚希 (YAMASHITA, Naoki); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社 U A C J 内 Tokyo (JP). 永尾 誠一 (NAGAO, Seiichi); 〒4550011 愛知県名古屋市港区千年三丁目1番12号 株式会社 U A C J 押出加工名古屋

(54) Title: ALUMINUM EXTRUDED FLAT PERFORATED PIPE EXHIBITING EXCELLENT INNER/OUTER SURFACE CORROSION RESISTANCE, AND ALUMINUM HEAT EXCHANGER OBTAINED USING SAME

(54) 発明の名称: 内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管及びそれを用いてなるアルミニウム製熱交換器

[図1]



(57) Abstract: An aluminum extruded flat perforated pipe, wherein corrosion resistance is effectively increased on the inner surface of a plurality of holes independently extending in parallel with one another in the axial direction of the pipe, and on the outer surface side of the pipe where an outer fin is brazed and joined thereto. An aluminum extruded flat perforated pipe



内 Aichi (JP). 内藤 壽久(NAITOU, Kazuhisa);
〒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). 沖ノ谷 剛
(OKINOTANI, Takeshi); 〒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). 市川 晋(ICHIKAWA, Susumu);
〒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). 伊藤 彰(ITO, H,
Akira); 〒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).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(74) 代理人：中島 三千雄，外(NAKASHIMA, Michio
et al.); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅三
丁目 1 6 番 2 2 号 名古屋ダイヤビルディング
1 号館 中島国際特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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).

10 obtained by extruding an aluminum pipe main body material and a more electrochemically basic aluminum sacrificial anode material, wherein: an inner-surface sacrificial anode section 18 is formed by exposing the aluminum sacrificial anode material of at least part of the hole inner-circumferential section of each of the plurality of holes 12 extending in the pipe axial direction; and an outer-surface sacrificial anode section 17 is formed by exposing the aluminum sacrificial anode material, which is more electrochemically basic than is the aluminum pipe main body material, on the outer surface side of the aluminum extruded flat perforated pipe 10.

(57) 要約：アルミニウム押出扁平多穴管において、その管軸方向に互いに独立して平行に延びる複数の空孔の内面における防食性と共に、アウターフィンがろう付け接合される管外面側の防食性を、効果的に高めること。アルミニウム管本体材料とそれよりも電気化学的に卑なアルミニウム犠牲陽極材料とを押し出し加工して得られるアルミニウム押出扁平多穴管 10 において、管軸方向に延びる複数の空孔 12 のそれぞれの孔内周部の少なくとも一部に、アルミニウム犠牲陽極材料を露呈させて、内面犠牲陽極部 18 を形成する一方、アルミニウム押出扁平多穴管 10 の外面側にも、アルミニウム管本体材料よりも電気化学的に卑なアルミニウム犠牲陽極材料を露呈せしめて、外面犠牲陽極部 17 を形成した。

明 細 書

発明の名称：

内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管及びそれを用いてなる
アルミニウム製熱交換器

技術分野

[0001] 本発明は、内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管とそれを用いてなるアルミニウム製熱交換器に係り、特に、熱交換器、中でもカーエアコン、ラジエータ等の自動車用熱交換器の伝熱管として好適に用いることが出来る、冷却液の流通せしめられる流路内面の耐食性と共に、アウターフィン等が接合される外面側の耐食性にも優れた熱交換器用アルミニウム押出扁平多穴管と、それを用いて得られたアルミニウム製の熱交換器に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、ラジエータやヒータ等、伝熱チューブが冷却液（冷媒）の流路となる熱交換器では、かかる伝熱チューブの内面防食のために、チューブ内面側となる面に犠牲材料がクラッドされてなる板材をチューブ状に折り曲げて、形成される板製の伝熱チューブが、用いられてきている。特に、熱交換器の高性能化には、流路数を増加させることが有効であるところから、かかる板製の伝熱チューブにおいては、インナーフィンを設けることによって、複数の流路がチューブ内に形成されるようになっている。しかし、そのような構造は、接合点が多いために、ろう付け接合不良が生じ易く、耐圧強度不足によるバーストが懸念される問題がある。また、ろう付け時に用いられるフラックスによって、内面に形成される流路の目詰まり等の問題も内在している。これら問題を解決するには、各流路の仕切り壁がろう付けされたものではなく、フラックスも使用することなく製造される押出扁平多穴管を使用することが有効である。

[0003] また、上記の伝熱チューブとして押出扁平多穴管を用いた熱交換器の場合

において、多穴管内部の流路に冷媒が流通せしめられる一方、その外面側となる面（平坦面）には、A l－S i系のアルミニウムろう材がクラッドされたアルミニウムフィンを組み付けて、ろう付け固定せしめ、そして、そのフィンに沿って、熱交換流体としての空気を流すことによって、それら冷媒と空気との間で熱交換が行われるようになっている。このため、押出扁平多穴管を用いる場合の外面の防食手法として、管表面に予め溶射或いは塗装等の方法によってZ nを付着させておき、その後のろう付け加熱によりZ nを拡散させ、その際、チューブ表層に形成されたZ n拡散層が、それより深部のチューブ層に対して犠牲陽極として働き、管肉厚方向への腐食を抑制して、管の貫通寿命を延ばすようにした対策が考えられている。この場合、押出扁平多穴管には、押し出された後に、Z nの溶射或いは塗装等のZ n付着工程が必要となり、更に、ろう付けに必要となるフッ化物系フラックスの塗布工程、或いは熱交換器コアに組み付けられた後にコア全体へのフラックス塗布工程が必要となることから、製造工程の増加が避けられず、製造コストの上昇を招いてしまう等の問題が内在している。

[0004] ところで、上述のような押出扁平多穴管としては、通常、アルミニウム若しくはアルミニウム合金をポートホール押出しして得られるものが用いられており、例えば、特開平6－142755号公報（特許文献1）、特開平5－222480号公報（特許文献2）、WO2013／125625（特許文献3）等には、各種の断面形状を呈する扁平多穴管が、明らかにされている。

[0005] そして、かかる熱交換器の伝熱チューブとして用いられる、押出加工によって得られる扁平多穴管にあつては、上述せるように、その内面側の流路（通路）には、冷却液が流通せしめられるものであるところから、そのような冷却液に起因して、流路内面に腐食が惹起されるという問題があり、また管外表面側においても、何等防食処理が施されていないために、内面側及び外表面側の両面から腐食が惹起されるという問題がある。このため、そのような流路内面側及び管外表面側からの腐食の進行によって、管壁を貫通する腐

食孔等が生じたりすると、熱交換器としての機能を全く喪失することとなるのである。

[0006] そこで、上記した押出扁平多穴管にあっては、前記特開平5-222480号公報（特許文献2）にも明らかにされている如く、特定の成分組成のアルミニウム合金を単一で用いて、押出加工することによって、適切な防食性を具備する扁平多穴管を製造する対策が提案されているのであるが、そのような扁平多穴管は、流路の内面の防食性及び管外面の防食性の何れも十分でなく、近年における高い防食性の要請に充分に応え得ないのみならず、チューブ全体を特定材質のアルミニウム合金にて構成するものであるところから、得られるチューブの特性が、かかる特定合金組成のアルミニウム合金によって制限を受けるという問題も内在している。

[0007] なお、材質の異なる二つのアルミニウム合金材料を同時に押出加工することにより、それら二つの材質からなる中空扁平チューブを製造する方法も明らかにされており、特開昭63-97309号公報（特許文献4）では、A1000系又はA3000系アルミニウム合金からなる芯材形成材料とA4000系のろう材用アルミニウム合金からなる表皮形成材料とから構成された複合ビレットを用いて、ポートホールダイスから同時に押出加工することによって、管周壁部の外表面の平坦部にろう材層がクラッドされてなるクラッド管の製造方法が提案されているのであるが、そのようなクラッド管は、その表面に、単にろう材層を形成しただけのものであるために、犠牲陽極効果は期待出来ず、管内面の防食性は勿論のこと、管外面の防食性をも有するものではなかった。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平6-142755号公報

特許文献2：特開平5-222480号公報

特許文献3：WO2013/125625

特許文献4：特開昭63-97309号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] かかる状況下、本発明者らは、アルミニウム材料の押出加工によって得られるアルミニウム押出扁平多穴管において、その管軸方向に互いに独立して平行に延びるように設けられる複数の流路の内面防食性と共に、アウターフィン、ヘッダプレート等がろう付け接合される外面側の防食性をも向上させるべく、鋭意検討した結果、押出加工されるアルミニウム材料として、通常のアルミニウム管本体材料と、それよりも電気化学的に卑なアルミニウム犠牲陽極材料とを用いて、同時に熱間押出加工することにより、得られるアルミニウム押出扁平多穴管の複数の流路の内面に、かかるアルミニウム犠牲陽極材料からなる犠牲陽極部を有利に露呈せしめ得ると共に、それと同時に、アルミニウム押出扁平多穴管の管外表面にも、そのような犠牲陽極部を有利に露呈せしめることが出来、そして内外面それぞれに露呈された犠牲陽極部の存在によって発揮される犠牲陽極効果により、そのようなアルミニウム押出扁平多穴管の流路内面に対して優れた内面防食性を付与し得、且つ、管外周部の外面側に対しても、優れた外面防食性を同時に付与し得ることを見出したのである。

[0010] 従って、本発明は、かくの如き知見に基づいて完成されたものであって、その解決課題とするところは、アルミニウム材料の押出加工によって得られる、全体として扁平な横断面形状を呈するアルミニウム押出扁平多穴管において、その管軸方向に互いに独立して平行に延びるように設けられた流路の内面における防食性と共に、アルミニウム押出扁平多穴管の管外周部における外面防食性を効率的に高めることにあり、また他の課題とするところは、流路内面と管外周面の防食性を犠牲陽極効果によって著しく高めたアルミニウム押出扁平多穴管と、それを用いて得られる防食性に優れたアルミニウム製熱交換器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] そして、本発明にあっては、かくの如き課題の解決のために、アルミニウ

ム材料の押出加工によって得られた、全体として扁平な横断面形状を呈する押出管であって、互いに独立して管軸方向に平行に延びる複数の流路を有し、且つそれら流路が、管軸方向に延びる内部隔壁部を介して、扁平形状の長手方向に配列せしめられているアルミニウム押出扁平多穴管にして、前記アルミニウム材料としてアルミニウム管本体材料とこのアルミニウム管本体材料よりも電気化学的に卑なアルミニウム犠牲陽極材料とを用いた押出加工によって形成されていると共に、前記複数の流路のそれぞれの横断面における流路内周部の少なくとも一部において、該アルミニウム犠牲陽極材料が露呈せしめられて、内面犠牲陽極部が形成されてなり、且つ、管外周部においては、かかる管外周部の全域に、又は少なくとも管外周部における平坦部の一部に、前記アルミニウム犠牲陽極材料が露呈せしめられて、外面犠牲陽極部が形成されていることを特徴とする内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管を、その要旨とするものである。

[0012] なお、かかる本発明に従う内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管の望ましい態様の一つにあっては、前記押出加工されるアルミニウム材料が、前記アルミニウム犠牲陽極材料よりなる内面犠牲陽極部形成用芯材と、この内面犠牲陽極部形成用芯材の回りに配置した、前記アルミニウム管本体材料よりなる筒状中間材と、この筒状中間材の外周部に更に配置した、前記アルミニウム犠牲陽極材料よりなる外面犠牲陽極部形成用鞘材とから構成される三層構造の複合ビレットである。

[0013] また、本発明においては、有利には、前記複数の流路の隣り合うものの間に位置する内部隔壁部において、前記内面犠牲陽極部は、かかる内部隔壁部の厚さの100%以下の割合で存在せしめられており、更に内部隔壁部以外の管周壁部において、前記アルミニウム管本体材料からなる管本体部は、前記管周壁部の厚さの10%以上の割合の厚さで存在せしめられることとなる。

[0014] さらに、かかる本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管の別の望ましい態様の一つにあっては、前記アルミニウム犠牲陽極材料は、前記アルミニウ

ム管本体材料よりも電気化学的に卑となるものであって、その電位差は、5 mV以上、300 mV以下であることが好ましい。

[0015] そして、本発明にあっては、前記内面犠牲陽極部は、管横断面において、前記流路の周長の少なくとも10%以上の長さに亘って形成されて、該流路の内面に露呈せしめられていることが望ましいのである。

[0016] 加えて、本発明にあっては、有利には、前記外面犠牲陽極部は、管横断面において、前記管外周部の周長の50%以上、100%以下の割合で形成されており、特に、かかる管外周部の全体に露呈せしめられていることが望ましいのである。

[0017] 本発明の望ましい他の態様の一つによれば、前記複数の流路の隣り合うものの間に存在する内部隔壁部のうち、前記扁平形状の長手方向の両端部に位置する内部隔壁部は、それぞれ、他の内部隔壁部よりも厚さが厚くされている。

[0018] また、本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管の更に望ましい他の態様の一つによれば、前記複数の流路の隣り合うものの間に位置する内部隔壁部が、その壁厚の最も薄い部位から、該内部隔壁部によって接続される両側の管周壁部に向かって連続的に若しくは段階的に増大する壁厚において延び、該両側の管周壁部に対して、かかる内部隔壁部の最も薄い壁厚部位の厚さよりも大なる厚さの連結部にてそれぞれ連結せしめられている。

[0019] なお、本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管の好ましい態様の一つによれば、前記押出管が、一般に、ポートホールダイスを用いた前記アルミニウム材料の押出加工によって、形成されることとなる。

[0020] さらに、本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管の他の好ましい態様の一つにあっては、前記アルミニウム管本体材料として、JIS称呼のA1000系純アルミニウム材料又はA3000系アルミニウム合金材料が用いられることとなる。

[0021] 更にまた、本発明の他の好ましい態様の一つにあっては、前記アルミニウム犠牲陽極材料として、Znを含有するアルミニウム合金材料が用いられる

。

[0022] そして、本発明にあっては、上述の如き本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管と、このアルミニウム押出扁平多穴管の平坦部となる外面側にろう付け接合されたアルミニウム製アウターフィンとを含んで構成されていることを特徴とするアルミニウム製熱交換器をも、その要旨とするものである。

発明の効果

[0023] このように、本発明に従う構成とされたアルミニウム押出扁平多穴管においては、その管軸方向に互いに独立して平行に延びる複数の流路の内面に、それぞれ、アルミニウム犠牲陽極材料からなる内面犠牲陽極部が露呈されて存在せしめられ、且つそれと共に、管外表面にも、アルミニウム犠牲陽極材料からなる外面犠牲陽極部が露呈されて存在せしめられているところから、それら内外面にそれぞれ存在せしめられる犠牲陽極部の犠牲陽極効果によって、管内外面の防食性が効果的に高められ得ることとなるのであり、これによって、ラジエータやヒータ等、チューブ内面側が冷却液となる熱交換器の伝熱管として有利に用いられ得ると共に、アウターフィン、ヘッドプレート等が接合される外面側に対しても、Zn溶射、塗装及びフラックス付着工程等を必要とすることなく、効率的に外面防食性を付与することが出来ることとなったのである。

[0024] また、かかる本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管は、アルミニウム管本体材料、アルミニウム内面犠牲陽極材料及びアルミニウム外面犠牲陽極材料とから構成され、これら3つの材料の同時押出加工によって形成されるものであるところから、管としての特性は、アルミニウム管本体材料にて確保しつつ、内外面の防食性は、それぞれのアルミニウム犠牲陽極材料にて効果的に発揮せしめ得ることとなるのであって、これにより、目的とする押出扁平多穴管の設計自由度を有利に高め得る利点も有しているのである。

[0025] さらに、本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管を用いて、Al-Si系アルミニウム合金等からなるアウターフィンを組み付け、ろう付け加熱により接合して構成されるアルミニウム製熱交換器にあっては、かかるアルミ

ニウム押出扁平多穴管の優れた内面及び外面の防食特性によって、熱交換器としての防食性も有利に高められ得るものとなるのである。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管の一例を模式的に示す横断面説明図であって、(a)は、その全体図を示し、(b)は、その中央部の一部を拡大して示す図であり、(c)は、その端部において、内外面の犠牲陽極部が異なる露呈割合である例を拡大して示す説明図である。

[図2]本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管の異なる他の例を模式的に示す断面部分説明図であって、(a)は、図1(c)に相当する異なる例を示し、(b)は、図1(b)に相当する異なる例を概念的に示すものである。

[図3]本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管における内部隔壁部の各種形態を模式的に示す、図1(b)に相当する断面説明図であって、(a)、(b)及び(c)は、それぞれ、内部隔壁部の異なる例を示す説明図である。

[図4]本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管における内部隔壁部の更に別の形態を模式的に示す断面説明図である。

[図5]実施例において用いられた複合ビレットの横断面を示す説明図である。

[図6]実施例において用いられた単体ビレットの横断面を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明を更に具体的に明らかにするために、本発明の代表的な実施の形態について、図面を参照しつつ、詳細に説明することとする。

[0028] 先ず、図1には、本発明に従う内面及び外面の防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管の一例が、その長手方向（管軸方向）に対して直角な方向の断面となる横断面の形態において、模式的に示されている。そこにおいて、本発明に従う扁平多穴管10は、全体として扁平な横断面形状を呈するアルミニウム材料の押出管であって、互いに独立して管軸方向に平行に延びる矩形断面形状の空孔からなる流路12の複数（ここでは、8個）を備えていると共に、それら複数の流路12が、管幅方向において、換言すれば扁平形状の長手方向（図において左右方向）に、所定間隔を隔てて配列せしめられ

てなる構造とされている。また、この扁平多穴管 10 の対応する上面と下面は、それぞれ平坦面とされて、そこに、従来と同様に、アルミニウム又はその合金からなる公知のプレートフィンやコルゲートフィンの如きアウターフィン（図示せず）が、ろう付け等の接合手法により取り付けられて、熱交換器として用いられ得るようになっている。なお、流路 12 の横断面形状は、ここでは、矩形形状とされているが、公知の円形、楕円形、三角形、台形等の形状、又は、それらを組み合わせた各種の形状を採用することが可能である。

[0029] そして、本発明にあっては、このような構造の扁平多穴管 10 において、図 1 の（a）から明らかな如く、その管周壁部 14 の外表面側には、アルミニウム犠牲陽極材料からなる外面犠牲陽極部 17 が、管外周長 L_a の全域に、又は少なくとも外周部における平坦部の一部において（ここでは、全周において）、露呈せしめられている一方、隣り合う流路 12、12 の間に位置する内部隔壁部 16 を含む流路 12 の周囲に、アルミニウム犠牲陽極材料からなる内面犠牲陽極部 18 が存在せしめられて、この内面犠牲陽極部 18 が、流路 12 の内周部の少なくとも一部において（ここでは、全周において）、露呈せしめられるようになっている。なお、ここで、管周壁部 14 は、図示の如く、扁平多穴管 10 の外周壁を構成するものであって、各流路 12 に対して、それぞれ外部隔壁部として機能するものである。

[0030] ところで、かかる扁平多穴管 10 の管周壁部 14 における、アルミニウム管本体材料からなる管本体部 15 の厚さは、図 1（b）に示される管周壁部 14 の厚さ T_s の 10% 以上、望ましくは 20% 以上であることが好ましい。この管本体部 15 が、管周壁部 14 の厚さ T_s の 10% 以上の厚さで存在せしめられることで、外面犠牲陽極部 17 及び内面犠牲陽極部 18 が腐食消耗後においても、管本体部 15 には、貫通腐食が発生することなく保護され、以て扁平多穴管 10 の流路 12 を流通する熱交換媒体が漏洩することなく、熱交換器としての寿命が延長されることとなるのである。なお、かかる管本体部 15 の厚さが、管周壁部 14 の厚さ T_s の 10% 未満になると、外面

犠牲陽極部 17 及び内面犠牲陽極部 18 に含有される Zn が、ろう付け加熱時に管本体部 15 の厚さ全体に拡散してしまうようになることから、それら外面犠牲陽極部 17 及び内面犠牲陽極部 18 が腐食消耗後に、管本体部 15 に貫通腐食が生じ易くなると共に、管周壁部 14 の厚さが薄くなり過ぎて、扁平多穴管 10 としての耐圧強度が低下する等の問題を惹起する。

[0031] なお、扁平多穴管 10 における外面犠牲陽極部 17 が、管外周長 L_a を与える管周壁部 14 に位置する場合には、図 1 (b) に示されるように、その厚さ T_a は、一般に、かかる管周壁部 14 の厚さ T_s の 45% 以下、望ましくは 40% 以下の割合において存在せしめられ、その下限としては、好ましくは 1% 以上、より好ましくは 5% 以上の割合となるように、少なくとも管外表面を含んで存在せしめられることとなる。即ち、 $T_a \leq 0.45 \times T_s$ であり、また $T_a \geq 0.01 \times T_s$ が好ましいのである。一方、内面犠牲陽極部 18 が、内部隔壁部 16 以外の管周壁部 14 に位置する場合には、その厚さ T_b は、一般に、かかる管周壁部 14 の厚さ T_s の 45% 以下、望ましくは 40% 以下の割合において存在せしめられ、その下限としては、好ましくは 1% 以上、より好ましくは 5% 以上の割合となるように、存在せしめられることとなる。即ち、 $T_b \leq 0.45 \times T_s$ であり、また $T_b \geq 0.01 \times T_s$ が好ましいのである。なお、それら管周壁部 14 に位置する外面犠牲陽極部 17 及び内面犠牲陽極部 18 のそれぞれが管周壁部 14 の肉厚 T_s の 45% を超えるようになると、それら外面犠牲陽極部 17 及び内面犠牲陽極部 18 が腐食消耗後に、管周壁部 14 の厚さが薄くなり過ぎて、扁平多穴管 10 としての耐圧強度が低下する等の問題を惹起する。

[0032] また、上述の如き外面犠牲陽極部 17 は、扁平多穴管 10 の管外周長 L_a の全体に亘って、又はその少なくとも平坦部の一部の管周壁部 14 の外面側において、露呈せしめられるものであって、その露呈範囲は、管外周面の全周長 L_a の 50% 以上、100% 以下に相当する範囲において露呈するように構成されていることが望ましく、好ましくは 60% 以上、より好ましくは 70% 以上が有利に採用されることとなる。このように、外面犠牲陽極部 1

7が管外周長 L_a の50%以上の領域に亘って露呈せしめられていることによって、犠牲陽極効果による防食性が、より有利に発現され得ることとなるのであり、特に、最も好ましい状態としては、図1の(a)に示される如く、外面犠牲陽極部17が管外周長 L_a の全体に亘って存在している場合である。なお、管外周長 L_a における外面犠牲陽極部17の厚さを露呈領域の全てに亘って同一とする必要はなく、例えば、図1の(c)に示されるように、管周方向に異なる厚さ割合を有する外面犠牲陽極部17が、露呈されるようにすることも可能である。更に、そのような外面犠牲陽極部17は、管外周長 L_a に対し、連続して露呈せしめられていることが望ましいのであるが、また部分的に非連続となっていたり、或いは所定長さにおいて管周方向の複数の位置で管軸方向に延びる形態において露呈せしめられていても、何等差し支えない。また、本発明にあっては、有利には、そのような外面犠牲陽極部17が、扁平多穴管10の任意の横断面において、常に管周壁部14に露呈せしめられてなる構造が、採用されることとなる。

[0033] さらに、上述の如き内面犠牲陽極部18は、扁平多穴管10に設けられた複数の流路12の全ての内面において、露呈せしめられるものであり、更にそのような内面犠牲陽極部18は、それぞれの流路12の内面において、管軸方向に連続して露呈せしめられていることが望ましいのであるが、また部分的に非連続となっていたり、或いは所定長さにおいて管周方向の複数の位置で管軸方向に延びる形態において露呈せしめられていても、何等差し支えない。本発明にあっては、有利には、そのような内面犠牲陽極部18が、扁平多穴管10の任意の横断面において、常に流路12の内面に露呈せしめられてなる構造が、採用されることとなる。

[0034] 一方、かかる扁平多穴管10における内面犠牲陽極部18は、図1の(b)に示される如く、内部隔壁部16に位置する場合においては、かかる内部隔壁部16の厚さ T_w の100%以下の割合で存在せしめられ、その下限は、好ましくは内部隔壁部16の厚さ T_w の少なくとも1%以上、より好ましくは5%以上となるように、少なくとも流路内面を含んで存在せしめられる

こととなる。このように、内面犠牲陽極部 18 にて内部隔壁部 16 を構成することにより、内部隔壁部 16 においては、犠牲陽極効果により優先して腐食が進行することとなり、以て管周壁部 14 の内面側において、腐食により早期に冷却液漏れを生じる貫通孔の発生を抑制乃至は阻止する効果が、有利に発揮されるのである。

[0035] そして、そのような内面犠牲陽極部 18 の流路 12 の内面における露呈領域としては、図 1 の (b) に示される流路 12 の横断面における内周長 L_b の少なくとも 10% 以上に相当する範囲において露呈するように構成されていることが望ましく、好ましくは 30% 以上、より好ましくは 50% 以上が有利に採用されることとなる。このように、内面犠牲陽極部 18 が流路 12 の内周長 L_b のより長い領域に亘って露呈せしめられていることにより、犠牲陽極効果による防食性がより有利に発現され得ることとなるのであり、特に、最も好ましい状態としては、図 1 の (a) や (b) に示される如く、内面犠牲陽極部 18 が流路 12 の内周長 L_b の全長に亘って存在している場合である。なお、各流路 12 における内面犠牲陽極部 18 の露呈領域を全て同一とする必要はなく、例えば、図 1 の (c) に示されるように、流路 12 毎に異なる露呈割合において、内面犠牲陽極部 18 を露呈させることも可能である。

[0036] なお、本発明に従う扁平多穴管 10 において、その内外面に露呈せしめられるアルミニウム犠牲陽極材料は、アルミニウム管本体材料よりも電気化学的に卑となるものである。従って、それら材料の電位差は、0 mV 超えであることが必要とされるものであるが、好ましくは 5 mV 以上、300 mV 以下の範囲である。この電位差が 5 mV 以上となることで、より厳しい腐食環境下においても、確実に犠牲陽極効果を発揮し易くなるのである。一方、電位差が 300 mV 超えとなると、犠牲陽極効果が顕著となり、犠牲陽極材の腐食消耗が激しくなる等の問題が惹起される。このように、内外面犠牲陽極部 17, 18 が、アルミニウム管本体材料からなる管周壁部 14 等より電位的に卑であることによって、有効な犠牲陽極効果が発揮され得て、管周壁部

の外面及び流路内面の防食性が、より有利に発現され得ることとなるのである。

[0037] ところで、かくの如き扁平多穴管 10 において、内外面の犠牲陽極部 17, 18 以外の管周壁部 14 の少なくとも中心部を構成するアルミニウム管本体材料としては、従来から押出加工による扁平多穴管の製造に用いられているアルミニウム材料がそのまま用いられ得るものであって、例えば、JIS 称呼の A1000 系純アルミニウム材料や、A3000 系アルミニウム合金材料等を用いることが出来、更には、そのようなアルミニウム材料に対して、電位を貴にするために、合金成分として Cu が所定量（例えば、0.1～0.7 質量%程度）含有せしめられている材料であってもよい。また、外面犠牲陽極部 17 及び内面犠牲陽極部 18 を与えるアルミニウム犠牲陽極材料には、上記のアルミニウム管本体材料よりも電気化学的に卑である、換言すれば自然電位が卑となる公知のアルミニウム合金材料が用いられ、例えば、合金成分として Zn を所定量、一般に 0.1～10 質量%程度含むアルミニウム合金等が用いられることとなる。

[0038] そして、上述の如き本発明に従う扁平多穴管 10 は、押出加工されるアルミニウム材料として、上記したアルミニウム管本体材料と内外面に存在せしめられるアルミニウム犠牲陽極材料とを用い、それら材料を同時押出加工することによって、製造されるものであるが、それら管本体材料と内外面の犠牲陽極材料とは、一般に、芯鞘構造の複合ビレットとして用いられることとなる。具体的には、管本体材料の内部（中心部）に設けた空洞部に、例えば矩形形状（角部が曲線状のものを含む）、円形、長形、楕円形、長円形と楕円形との組合せ、多角形などの、該空洞部に対応した断面形状を有すると共に、断面寸法を最適化した内面犠牲陽極材料を配置せしめた複合ビレットに対し、更に、その複合ビレットの外周面を覆うように、その複合ビレットの断面寸法に合うように内部の形状を最適化した筒状の外面犠牲陽極材料を配置せしめて、それらを溶接等によって接合して、一体化することにより、内面犠牲陽極材料からなる芯材部分の周りに、管本体材料からなる筒状中間材

部分が形成されてなり、更に、その管本体材料の外周部に外面犠牲陽極材料（鞘材）が形成されるという３層からなる柱状構造の複合ビレットが、用いられるのである。

[0039] また、かかる複合ビレットの製造には、公知の各種の手段が採用され得、例えば、外面犠牲陽極材料からなるビレットの中心部に所定の大きさの貫通孔を設けて、鞘ビレットを形成した後、その貫通孔内に管本体材料からなるビレット（中間材）を挿入し、更に、その中間材ビレットの中心部に所定大きさの貫通孔を設けて、その貫通孔内に内面犠牲陽極材料からなる芯ビレットを挿入して、一体化せしめる手法の他、そのような鞘ビレットを二つ割りにした形態において作製し、そしてそれら二つ割りの鞘ビレットの空所に、中間材ビレットと芯ビレットを配置した形態において、全体を溶接等により固定して、一体化せしめる手法等によって、目的とする複合ビレットを形成することが可能である。

[0040] さらに、かかる複合ビレットには、従来の押出扁平多穴管の製造の場合と同様な、複数の押出口を有するダイス、所謂ポートホールダイスを用いて、熱間押出加工する手法が適用され、これにより、目的とする押出扁平多穴管を得ることが出来ることとなるのであるが、その際、扁平多穴管の複数の流路に対応するように配設された長手の押出口を有するダイスに対して、複合ビレットの内部に配置せしめられた内面犠牲陽極材料の所定の断面形状における長手方向が、かかるダイスの押出口の長手方向と一致するように、当該複合ビレットを配置して、熱間押出加工が実施されるのである。このような複合ビレットのポートホールダイスに対する押出形態の採用により、得られる扁平多穴管の扁平形状の両端部に位置する流路を仕切る隔壁部にまで、複合ビレット中の内面犠牲陽極材料を効果的に配分せしめ得て、犠牲陽極部を流路の内周面に有利に露出せしめ得ることとなる。

[0041] なお、上述の如くして、アルミニウム管本体材料、アルミニウム外面犠牲陽極材料及びアルミニウム内面犠牲陽極材料からなる複合ビレットを同時押出加工することによって製造される、本発明に従うアルミニウム押出扁平多

穴管にあっては、一般に、先の図1の(c)に示されるように、流路12の存在位置によって、流路内面に露呈せしめられている内面犠牲陽極部18の割合(面積)が異なる構造となり、これによって、内部隔壁部16における内面犠牲陽極部18の腐食に差が生じ易くなる。即ち、扁平形状の長手方向の両端部となる、扁平多穴管10の幅方向両端部の流路12aにおいては、それよりも扁平形状の長手方向の中央部側となる他の流路12bよりも、内面犠牲陽極部18の露呈割合(面積)が少なく、それによって、流路12aを区画する内部隔壁部16aと流路12bの扁平形状の長手方向中央部側の内部隔壁部16bとの間における犠牲陽極部18の腐食に差が生じるようになるのである。このため、本発明にあっては、図2(a)に示される如く、扁平多穴管10の幅方向両端部に位置して、両端部の流路12aを区画する内部隔壁部16aの厚さ T_{we} を、それよりも幅方向中央部側に位置する他の内部隔壁部16bの厚さ T_{wi} よりも厚くなるように構成して、腐食による両端部側の内部隔壁部16aの残存厚さを改善することが推奨されるのである。

- [0042] また、図2(a)に示されるように、内面犠牲陽極部18が内部隔壁部16(16a, 16b)に存在し、管周壁部14には殆ど存在しないか、或いは存在しても、その厚さが内部隔壁部16の厚さよりも薄い場合には、内部隔壁部16が主として腐食されることとなるのであるが、その際、内部隔壁部16の管周壁部14に対する連結部16cにおいて、優先的に腐食され易くなる。このため、本発明にあっては、図2の(b)に示される如く、かかる内部隔壁部16の管周壁部14に対する連結部16cの幅 T_b を、内部隔壁部16の最小厚さ(壁厚の最も薄い部位の厚さ) T_{min} よりも大きくする構成が有利に採用され、これによって、内部隔壁部16の連結部16cの腐食減少が有利に改善せしめられ得ることとなる。即ち、複数の流路の隣り合うものの間に位置する内部隔壁部16が、その壁厚の最も薄い部位から、そのような内部隔壁部16によって接続される両側の(図2(b)において上下に位置する)管周壁部14に向かって連続的に若しくは段階的に増大する

壁厚において延び、かかる両側の管周壁部 14 に対して、内部隔壁部 16 の最も薄い壁厚部位の厚さ $T_{\min}$ よりも大なる厚さ（幅）の連結部 16c、16c にて、それぞれ、連結せしめられていることが望ましいのである。なお、ここで、連結部 16c の幅 T_b は、内部隔壁部 16 の両側において、管周壁部 14 からそれぞれ立ち上がり、内部隔壁部 16（連結部 16c）を与える部位間の距離を意味するものとする。

[0043] そして、かかる本発明の好ましい連結部 16c の形態は、図 2 に示される形状に限定されるものでは決してなく、例えば図 3 や図 4 に示される如き形状を採用することも可能である。具体的には、図 3（a）においては、内部隔壁部 16 の中間部位に位置する最小厚さ部位から、内部隔壁部 16 の厚さが直線的に変化する形状が採用されており、また図 3（b）においては、内部隔壁部 16 の最小厚さ部位の厚さ $T_{\min}$ より曲線的に厚さが厚くなる形態が示されており、更に図 3（c）においては、図における上側の管周壁部 14 に近接した位置に、内部隔壁部 16 の最小厚さ部位が位置せしめられ、そこから、上下方向の両側に位置する管周壁部 14 に向かって、壁厚が直線的に又は曲線的に増大せしめられて、上下の管周壁部 14、14 にそれぞれ連結せしめられるようになっているのである。しかも、図 3（c）に示される形態においては、内部隔壁部 16 の上下の連結部 16c、16c の幅が異なる（ $T'_b < T_b$ ）構造とされている。更にまた、図 4 には、内部隔壁部 16 の最小厚さ部位が上下方向に所定長さに渡って存在せしめられ、そしてその上下の端部から、壁厚が段階的に（段付構造において）増大せしめられて、上下の管周壁部 14、14 に対して、それぞれ連結されているのである。なお、例示の内部隔壁部 16 の両側の形状は、何れも、同一形状とされているが、勿論、異なる形状とすることも可能である。このように、本発明に従う連結部 16c を介して、管周壁部 14 に連結される内部隔壁部 16 の形状は、当業者の知識に基づいて、種々変更せしめられ得るものであることが、理解されるべきである。

[0044] ところで、上述の如き本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管は、熱交

換器における冷媒流路部材として、好適に用いられ得るものである。そして、本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管を冷媒通路管として用いる場合においては、例えば、互いに間隔を置いて配置された一对のアルミニウム製ヘッダータンクと、両ヘッダータンク間に、幅方向を通風方向に平行に向けた状態で、ヘッダータンクの長手方向に間隔を置いて互いに平行に配列され、かつ両端部が両ヘッダータンクに接続された複数のアルミニウム押出扁平多穴管と、隣り合う扁平多穴管同士の間及び両端の扁平多穴管の外側に配置されて、それら扁平多穴管にろう付け固定された、アウターフィンであるアルミニウム製コルゲート状フィンと、両端のコルゲート状フィンの外側に配置されて、かかるフィンにろう付けされたアルミニウム製サイドプレートとを備えてなる構造において、熱交換器が構成されることとなるが、勿論、そのような構造の熱交換器の他にも、公知の各種の熱交換器における冷媒通路管として、本発明に従うアルミニウム押出扁平多穴管を用いることが出来ることは、言うまでもないところである。

[0045] なお、よく知られているように、熱交換器における一对のヘッダータンクは、一方のヘッダータンクから扁平多穴管に冷媒若しくは冷却液を分配して流入させると共に、他方のヘッダータンクは、扁平多穴管から流出した冷媒若しくは冷却液を集合させるものであって、例えば、公知の如く、ヘッダープレートとヘッダープレートとを対向してろう付けしたものや、板を管状に曲げ成形して、その管状とされたものの合わせ部を溶接又はろう付けして構成されたものの他、管状に押し出された押出管等が、用いられることとなる。

[0046] 以上、本発明の代表的な実施形態について詳述してきたが、それは、あくまでも例示に過ぎないものであって、本発明は、そのような実施形態に係る具体的な記述によって何等限定的に解釈されるものではないことが、理解されるべきである。

[0047] そして、本発明が、当業者の知識に基づいて、種々なる変更、修正、改良等を加えた態様において実施され得るものであり、またそのような実施の態

様が、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて、何れも、本発明の範疇に属するものであることは、言うまでもないところである。

実施例

[0048] 以下に、本発明の代表的な実施例を示し、本発明を更に具体的に明らかにすることとするが、本発明が、そのような実施例の記載によって、何等の制約をも受けるものでないことも、また、理解されるべきである。

[0049] ー実施例 1ー

下記表 1 に示される成分組成（％：質量基準）を有する管本体材料と外面犠牲陽極材料と内面犠牲陽極材料とからなる、図 5 に示される如き三層構造の複合ビレット a～h を製作し、その熱間押出加工によって、それぞれ、それら複合ビレット a～h に対応した扁平多穴管 A～H を得た。また、下記表 1 に示される成分組成の、図 6 又は図 5 に示される如き構造の単体若しくは複合ビレット i, j を同様に製作し、その熱間押出加工によって、単体ビレット i 及び複合ビレット j に対応した扁平多穴管 I 及び J をそれぞれ得た。そして、それら得られた扁平多穴管 A～J を用いて、以下の（1）外面及び内面犠牲陽極部の形成範囲の測定、（2）電位測定、（3）外面防食性評価、及び（4）内面防食性評価を実施した。

[0050]

[表1]

複合ビレット種類	ビレットの成分		
	管本体材料	犠牲陽極材料	
		外面犠牲陽極用	内面犠牲陽極用
a	Al-0.4%Cu	Al-2%Zn	Al-2%Zn
b	Al-0.4%Cu	Al-0.2%Zn	Al-0.2%Zn
c	Al-0.4%Cu	Al-0.5%Zn	Al-0.5%Zn
d	Al-0.4%Cu	Al-1%Zn	Al-1%Zn
e	Al-0.4%Cu	Al-3%Zn	Al-3%Zn
f	Al-0.4%Cu	Al-8%Zn	Al-8%Zn
g	JIS A3003合金	Al-2%Zn	Al-2%Zn
h	Al-0.4%Cu	Al-2%Zn	Al-2%Zn
i	Al-0.4%Cu	—	—
j	Al-0.4%Cu	Al-0.5%Zn	Al-0.5%Zn

[0051] 具体的には、先ず、かかる表1に示される複合ビレットa～h及びjを与える管本体材料用成分、外面犠牲陽極材料用成分及び内面犠牲陽極材料成分を用いて、常法に従って、DC鋳造により、それぞれ90mmφのビレットを作製した。次に、その作製された各種のビレットのうち、それぞれの内面犠牲陽極用ビレットを用い、それらを、矩形の縦・横寸法が30mm～70mmの範囲内において種々組み合わせて、所定の矩形断面寸法を与えるように、成形・加工した。なお、複合ビレットjにおける内面犠牲陽極用ビレットは、50mm×50mmの正形状の断面とした。また、外径が50mmφ～85mmφとされた、それぞれの管本体用ビレットには、それらの断面中央部に、かかる加工済みの内面犠牲陽極用ビレットを挿入し得る貫通孔を形成せしめて、その貫通孔内に、内面犠牲陽極用ビレットを嵌入し、更に、それら管本体用ビレットと内面犠牲陽極用ビレットからなる複合ビレットが挿

入し得る貫通孔を形成した外面犠牲陽極用ビレットを嵌め合わせて、それらの長手方向両端面において、MIG溶接により固定・接合せしめることにより、それぞれの複合ビレットa～h及びjを、図5に示される如き断面形態を有する、三層柱状構造の一体的な複合ビレット20として、作製した。更に、上記表1に示される管本体材料用成分からなる単体ビレットiを作製した。この管本体材料用成分の単体ビレットiは、犠牲陽極用ビレットを用いていない従来材と同様な、図6において、30として示される単体ビレットである。なお、図5、6において、22及び32は、管本体用ビレットであり、24は外面犠牲陽極用ビレット、25は内面犠牲陽極用ビレットである。

[0052] 次いで、かかる得られた複合ビレット20又は単体ビレット30を、ビレットヒータにて500℃まで加熱した後、8穴の矩形穴（8個の流路）を形成するための押出口を備えた、従来と同様なポートホールダイスを用いて、熱間押出加工することにより、図1に示される如き8穴の扁平多穴管A～H及びI～J（全体厚さ：2.0mm、扁平方向の幅：16mm、管周壁部及び内部隔壁部の肉厚：0.25mm）を、それぞれ製造した。

[0053] （1）外面及び内面犠牲陽極部並びに管本体部の形成範囲の測定

かくして得られた8穴の各種の扁平多穴管（10）について、それらを押出長手方向の1/2の位置でそれぞれ切断して、その断面を観察した。即ち、かかる断面のミクロ組織を倍率25倍で撮影した写真を用いて、その外面犠牲陽極部（17）、内面犠牲陽極部（18）及び管本体部（15）の領域を物差しで計測することにより、外面犠牲陽極部（17）及び内面犠牲陽極部（18）並びに管本体部（15）の形成範囲を測定した。

[0054] そして、このような外面犠牲陽極部（17）、内面犠牲陽極部（18）及び管本体部（15）の形成範囲の測定において、外面犠牲陽極部（17）の形成範囲が、管周壁部（14）の厚さの45%以下である場合は（○）とし、45%を超える場合は（×）として、評価した。また、管本体部（15）の形成範囲が、管周壁部（14）の厚さの10%以上である場合は（○）と

し、10%未満の場合は(×)として、評価した。そして、管周壁部(14)の管外周長(La)に対する外面犠牲陽極部(17)の露呈割合(扁平多穴管の外周面に外面犠牲陽極材料が露呈された範囲の合計長さ)が、50%以上である場合は(○)とする一方、管外周長(La)の0%以上、50%未満である場合は(×)として、評価した。更に、内面犠牲陽極部(18)の露呈範囲において、流路(12)の内周長(Lb)(矩形の流路の4つの壁面の合計長さ)に対する内面犠牲陽極部(18)の割合が、10%以上である場合は(○)とし、そしてその内周長(Lb)に対する割合が0%以上、10%未満である場合は(×)として、評価した。更にまた、流路が隣り合う内部隔壁部(16)における内面犠牲陽極部(18)の厚さが、内部隔壁部(16)の厚さの0%を超え、100%以下の場合は(○)とし、0%の場合は(×)として、評価した。加えて、管周壁部(14)における内面犠牲陽極部(18)の厚さが、管周壁部(14)の厚さの45%以下の場合は(○)とし、それが45%を超える場合は(×)として、評価した。

[0055] 下記の表2には、扁平多穴管A～H及び扁平多穴管I、Jについて、上記の外面犠牲陽極部(17)、内面犠牲陽極部(18)及び管本体部(15)の形成範囲を測定した結果が、それぞれ示されている。そこでは、管周壁部(14)における外面犠牲陽極部(17)の最大厚さの割合、管外周長(La)に対して、露呈された外面犠牲陽極部(17)の合計長さの割合、各流路(12)で露呈される内面犠牲陽極部(18)の周長が最小となる値(割合)、内部隔壁部(16)や管周壁部(14)における内面犠牲陽極部(18)の最大厚さの割合、管周壁部(14)における管本体部(15)の最小厚さの割合が示されている。

[0056]

[表2]

扁平多穴管 種類	外面犠牲陽極部(17) の存在形態				内面犠牲陽極部(18) の存在形態						管本体部(15) の存在形態	
	管周壁部 に対する 厚さ(最大厚さ) の割合(%)	評価	管外周長 に対する 長さ(合計長さ) の割合(%)	評価	流路内周長 に対する 長さ(最小長さ) の割合(%)	評価	内部隔壁部 に対する 厚さ(最大厚さ) の割合(%)	評価	管周壁部 に対する 厚さ(最大厚さ) の割合(%)	評価	管周壁部 に対する 厚さ(最小厚さ) の割合(%)	評価
A	45	○	90	○	95	○	100	○	5	○	90	○
B	5	○	80	○	80	○	100	○	45	○	10	○
C	20	○	75	○	85	○	100	○	25	○	50	○
D	10	○	75	○	50	○	100	○	20	○	60	○
E	15	○	80	○	80	○	100	○	5	○	90	○
F	5	○	85	○	10	○	100	○	10	○	80	○
G	5	○	85	○	85	○	100	○	20	○	60	○
H	20	○	50	○	95	○	100	○	20	○	60	○
I	0	×	0	×	0	×	0	×	0	×	100	○
J	48	×	45	×	0	×	100	○	48	×	4	×

[0057] かかる断面観察の結果、上記の押出加工によって得られた扁平多穴管A～

Hにおいては、管周壁部（14）に形成される外面犠牲陽極部（17）は、何れも、管周壁部（14）の厚さの45%以下の厚さにおいて、存在せしめられていることが確認された。また、管外周長（ L_a ）に対する外面犠牲陽極部（17）の露呈部位の合計長さは、何れも、管外周長（ L_a ）の50%以上、100%以下の割合であることが確認された。更に、隣接する流路（12）の間に位置する内部隔壁部（16）の全てに、内面犠牲陽極用ビレットからなる内面犠牲陽極部（18）が、内部隔壁部（16）の厚さの100%以下の厚さにおいて露呈されていることが確認された。また、管周壁部（14）に形成される内面犠牲陽極部（18）の厚さは、何れも、内部隔壁部（16）の厚さの45%以下であり、更に、そのような扁平多穴管（10）の全ての流路（12）では、管内周長（ L_b ）の10%を超えた長さ範囲において、内面犠牲陽極部（18）が露呈されていることが認められた。加えて、管本体部（15）の厚さにあっても、扁平多穴管A～Hの何れもが、管周壁部（14）の厚さの10%以上となるものであった。

[0058] また、このように熱間押出して得られた扁平多穴管（10）にあっては、その押出長手方向において、外面犠牲陽極用ビレット及び内面犠牲陽極用ビレットにてそれぞれ形成される外面犠牲陽極部（17）及び内面犠牲陽極部（18）が、管外周長（ L_a ）及び流路（12）の内面に安定して露呈せしめられていることも、確認された。

[0059] 一方、単体ビレット i（A1-0.4%Cu）である単体ビレット30を用いて、ポートホールダイスによる熱間押出加工を実施して得られた扁平多穴管Iは、犠牲陽極用ビレットを用いていないため、当然のことながら、外面犠牲陽極部（17）及び内面犠牲陽極部（18）の露呈部位は、何等存在していなかった。また、内面犠牲陽極用ビレットとして、50mm×50mmの正形状に加工されたビレットを用いて作製された複合ビレットjから得られた扁平多穴管Jは、その幅方向中央部の内部隔壁部（16）において、内面犠牲陽極用ビレットからなる内面犠牲陽極部（18）が内部隔壁部（16）の厚さの100%以下の厚さで露呈されていることが確認された。ま

た、管周壁部（１４）に形成された内面犠牲陽極部（１８）の厚さは、最も厚い部位で管周壁部（１４）の厚さの４８％に相当するものとなった。更に、幅方向両端部の流路（１２）においては、流路内面に、内面犠牲陽極部（１８）が全く露呈しておらず、従ってその露呈割合は、流路（１２）の周長の０％となるものであった。

[0060] （２）電位測定

上記で得られた、扁平多穴管Ａ～Ｈ及び扁平多穴管Ｉ、Ｊとを用いて、それぞれ、管本体材料と内面犠牲陽極材料の電位を測定した。今回の電位測定では、外面犠牲陽極材料と内面犠牲陽極材用に用いられた犠牲陽極材料は同一成分のものを用いたため、管本体と犠牲陽極材料との電位は同じであることから、管本体材料と内面犠牲陽極材料のみで電位測定を行った。なお、扁平多穴管Ｉは、管本体材料のみで構成された単一ビレットから製造されており、内面犠牲陽極部（１８）は形成されていない。

[0061] 具体的には、扁平多穴管Ａ～Ｈと扁平多穴管Ｉ、Ｊに対して、それらが熱交換器における伝熱管として用いられる際の、フィン接合のためのろう付け加熱を想定して、６００℃×３分の加熱処理を施した後、それらを押出長手方向に４０ｍｍの長さでそれぞれ切断した。そして、管本体材料の電位を測定する供試材は、その管周壁部の片側の外表面に形成された外面犠牲陽極部の全てを、耐水ペーパー＃１０００を用いて削り落とし、更に露出した管本体材料にて形成された部分の厚さの半分まで削り落とした。次いで、その面削した面の幅方向中央部に、１０ｍｍ×１０ｍｍの管本体材料の露出面を残し、切断端面の片側に電位測定用のリード線を接続する部位を除く全てをシリコン樹脂にてマスキングすることにより、電氣的に絶縁した。また、内面犠牲陽極部（１８）（犠牲陽極材料）の電位を測定する供試材は、その扁平形状の長手方向（管軸に直角な方向）に延びる切断面において、厚さ１／２の位置で切断し、その半体の幅方向中央部に１０ｍｍ×１０ｍｍの内面犠牲陽極部（１８）の露出面を残して、切断端面の片側に電位測定用のリード線を接続する部位を除く全てをシリコン樹脂にてマスキングすることによ

り、電氣的に絶縁した。

[0062] また、電位の測定方法としては、参照電極として、飽和KClカロメル電極（SCE：Saturated Calomel Electrode）を用いる一方、試験溶液としては、酢酸にてpH3に調整された5%NaCl水溶液を用い、それを室温下にて攪拌しつつ、その溶液に供試材を24時間浸漬した後、それぞれの電位を測定する方法を、採用した。

[0063] そして、上記測定で得られた管本体材料と内面犠牲陽極材料との電位差の結果を、下記表3に示す。なお、かかる管本体材料と内面犠牲陽極材料との電位差が、5mV以上、300mV以下の場合は（◎）とし、その電位差が0mVを超え、5mV未満の場合及び300mVを超える場合は（○）とし、0mVの場合は（×）として、評価した。

[0064] [表3]

扁平多穴管 種類	電位差 (mV)	評価
A	150	◎
B	3	○
C	10	◎
D	100	◎
E	250	◎
F	350	○
G	100	◎
H	150	◎
I	0	×
J	150	◎

[0065] かかる表3に示される電位測定結果より明らかな如く、扁平多穴管A～Hの、想定されるろう付け加熱後における内面犠牲陽極部（18）（犠牲陽極

材料)と管本体材料との電位差は、3～350 mVであり、何れも、有効な犠牲陽極効果を有する結果を示すものであった。

[0066] これに対して、扁平多穴管 I を供試材とした場合にあっては、かかる扁平多穴管 I は、犠牲陽極材料を用いることなく、従来材と同様の、管本体材料のみで構成された扁平多穴管であるところから、その電位差は 0 mV であった。

[0067] また、扁平多穴管 J を供試材として用い、上記と同様な電位測定を行ったところ、この扁平多穴管 J の、想定されるろう付け加熱後における内面犠牲陽極部 (18) (犠牲陽極材料) と管本体材料との電位差は 150 mV となり、内面犠牲陽極効果を有する結果となった。

[0068] (3) 外面防食性評価

上記で得られた、扁平多穴管 A～H と扁平多穴管 I, J とを供試材として、それぞれ、ASTM-G85-Annex A3 に規定される SWAAT 試験を実施し、それぞれの外面防食の効果を検証した。この SWAAT 試験は、定温度 (49℃) 条件下で、人工海水噴霧と湿潤環境を繰返して曝露負荷することによって、外面防食性を評価するものである。なお、上記試験で使用された供試材について、SWAAT 試験において、20 日間後では貫通は発生せず、30 日間後に貫通が認められた場合或いは未貫通の場合は (◎) とし、10 日間後では貫通は発生せず、20 日間後に貫通が認められた場合は (○) とし、10 日間後に貫通が認められた場合を (×) として、評価した。

[0069] 具体的には、扁平多穴管 A～H と扁平多穴管 I, J に対して、それらが熱交換器における伝熱管として用いられる際の、フィン接合のためのろう付け加熱を想定して、600℃×3 分の加熱処理を施した後、それらを押出長手方向に 100 mm の長さで切断し、流路が露出した切断端面の両端をシリコーン樹脂にてマスキングした。また、SWAAT 試験に用いた試験液は、ASTM D1141 による人工海水を作製し、この人工海水に酢酸を添加して pH 3 に調整した。また、試験条件は 0.5 時間噴霧－湿潤 1.5 時間を

1 サイクルとし、このサイクルを繰り返し、10日、20日及び30日の3水準の期間での外面防食性の評価試験を実施した。

[0070] そして、かかる外面防食性の評価試験の終了した供試材に対しては、両端部のシリコンシーラント樹脂を剥離した後、ヒータで昇温したリン酸クロム酸液に投入して、供試材表面の腐食生成物を除去して、供試材表面における貫通孔の有無を調べた。具体的には、扁平多穴管のそれぞれの流路に、浸透性の高い、赤く着色された探傷液を滴下し、扁平多穴管の外面側にその探傷液の染み出しを確認する方法により貫通孔の有無を調べた。更に、その貫通孔を調べた供試材を、埋め込み樹脂で埋包した後、最大腐食部に対して耐水ペーパーによる断面出しを施し、更にバフ研磨にて鏡面仕上げすることにより、それぞれの供試材の管外周面の腐食状況を観察した。

[0071] 以下の表4には、扁平多穴管A～H及び扁平多穴管I、Jについて、上記のSWAAT試験を10、20及び30日間実施して評価した結果が、それぞれ示されている。

[0072] [表4]

扁平多穴管 種類	外面防食性評価	評価
A	未貫通	◎
B	20日間後に貫通	○
C	30日間後に貫通	◎
D	20日間後に貫通	○
E	未貫通	◎
F	20日間後に貫通	○
G	20日間後に貫通	○
H	20日間後に貫通	○
I	10日間後に貫通	×
J	10日間後に貫通	×

[0073] かかる表4の結果より明らかな如く、扁平多穴管A～Hは、SWAAT試験の10日後の評価において、管周壁部を貫通する貫通孔が生じていないことが認められた。また、20日後の評価においては、扁平多穴管B、D、F、G及びHにおいて、管周壁部を貫通する貫通孔が確認された。更に、30日後の評価においては、扁平多穴管C以外の何れの扁平多穴管にも、貫通孔は認められなかった。従って、扁平多穴管A～Hは、何れも、外面犠牲陽極部(17)の存在による犠牲陽極効果によって、有効な外面防食が施されていることが、認められた。

[0074] これに対して、扁平多穴管Iは、犠牲陽極材料を用いることなく、従来材と同様の管本体材料のみを用いた扁平多穴管であるため、SWAAT試験を10、20及び30日間実施したところ、全てのサイクル後の評価において、管周壁部を貫通する腐食孔が生じていることが、認められた。これは、本発明に係る扁平多穴管の如く、外面犠牲陽極部(17)が管外周部に存在しないために、犠牲陽極効果が得られず、外面防食効果が発揮され得なかったことにより、早期に貫通が生じたものと認められた。

[0075] また、扁平多穴管Jは、上記と同様なSWAAT試験を10、20及び30日間実施したところ、全てのサイクル後の評価において、管周壁部を貫通する腐食孔が生じていることが認められた。この貫通部は、何れも、外面犠牲陽極部(17)が厚く形成されている部位であり、かかる外面犠牲陽極部(17)や内面犠牲陽極部(18)に含有されるZnが、ろう付け加熱に相当する加熱処理時に管本体部(15)全体に拡散してしまい、その結果、外面犠牲陽極部(17)が早期に消耗して、管本体部(15)から内面犠牲陽極部(18)に腐食が進行することにより、早期に貫通が生じたものと認められた。

[0076] (4) 内面防食性評価

上記で得られた、扁平多穴管A～Hと扁平多穴管I、Jを供試材として、それぞれ、OY水浸漬試験を実施し、それぞれの内面防食の効果を検証した。このOY水浸漬試験は、純水1Lに、塩化ナトリウム：0.026g、硫

酸ナトリウム（無水）：0.089 g、塩化第二銅（2水和物）：0.003 g、及び塩化第二鉄（6水和物）：0.145 gを溶かして得られた試験液に対して、上記の供試材を内面のみを暴露して浸漬し、80℃の温度で8時間保持した後、室温で16時間保持することを1サイクルとして、それを30サイクル、60サイクル又は90サイクル繰り返すことにより、各供試材（流路）の内面防食性を評価するものである。

[0077] 具体的には、扁平多穴管A～Hと扁平多穴管I、Jに対して、それらが熱交換器における伝熱管として用いられる際の、フィン接合のためのろう付け加熱を想定して、600℃×3分の加熱処理を施した後、それらを押出長手方向に100mmの長さで切断し、その外表面及び切断端面の全てをシリコン樹脂にてマスキングすることにより、電氣的に絶縁した。次いで、このシリコン樹脂でマスキングされた供試材を、上記のOY試験液に浸漬せしめて、攪拌下、80℃の温度で8時間浸漬した後、加熱及び攪拌を停止した状態において、更に16時間保持することを1サイクルとして、それを30、60又は90サイクル繰り返すことにより、3水準の期間での防食性の評価試験を実施した。

[0078] そして、かかる防食性の評価試験の終了した供試材に対しては、表面のシリコンシーラント樹脂を剥離した後、ヒータで昇温したリン酸クロム酸液に投入して、供試材表面の腐食生成物を除去して、供試材表面における貫通孔の有無を調べた。具体的には、扁平多穴管のそれぞれの流路に、浸透性が高く、赤く着色された探傷液を滴下し、扁平多穴管の外側にその探傷液の染み出しを確認する方法により貫通孔の有無を調べた。更に、その腐食生成物を除去した供試材を、その扁平形状の長手方向（管軸に直角な方向）に延びる切断面において、厚さ1/2の位置で切断して、その半体を、埋め込み樹脂で埋包した後、最大腐食部に対して耐水ペーパーによる断面出しを施し、更にバフ研磨にて鏡面仕上げすることにより、それぞれの供試材の流路内面の腐食状況を観察した。なお、上記試験で使用された供試材について、OY水浸漬試験において、60サイクルでは貫通は発生せず、90サイクル後に

貫通が認められた場合或いは未貫通の場合は（◎）とし、30サイクルでは貫通は発生せず、60サイクル後に貫通が認められた場合は（○）とし、30サイクル後に貫通が認められた場合を（×）として、評価した。

[0079] 以下の表5には、扁平多穴管A～H及び扁平多穴管I、Jについて、上記のOY水浸漬試験を30、60、又は90サイクルにおいて実施した結果が、それぞれ示されている。

[0080] [表5]

扁平多穴管 種類	内面防食性評価	評価
A	未貫通	◎
B	60サイクル後に貫通	○
C	60サイクル後に貫通	○
D	60サイクル後に貫通	○
E	未貫通	◎
F	60サイクル後に貫通	○
G	90サイクル後に貫通	◎
H	未貫通	◎
I	30サイクル後に貫通	×
J	30サイクル後に貫通	×

[0081] かかる表5の結果より明らかな如く、扁平多穴管A～Hは、何れも、OY水浸漬試験の30サイクル後の評価において、管周壁部を貫通する貫通孔が生じていないことが認められた。また、60サイクル後の評価においては、扁平多穴管B、C、D、Fにおいて、管周壁部を貫通する貫通孔が確認された。更に、90サイクル後の評価においては、扁平多穴管Gにおいて、管周壁部を貫通する貫通孔が観察された。一方、扁平多穴管A、E及びHには、貫通孔は何等認められなかった。従って、扁平多穴管A～Hは、何れも、内

面犠牲陽極部（１８）の存在による犠牲陽極効果によって、有効な内面防食が施されていることが、認められた。

[0082] これに対して、扁平多穴管Ⅰは、犠牲陽極材料を用いることなく、従来材と同様の管本体材料のみを用いた扁平多穴管であるため、ＯＹ水浸漬試験を３０、６０及び９０サイクル実施したところ、全てのサイクル後の評価において、管周壁部を貫通する腐食孔が生じていることが、認められた。これは、本発明に係る扁平多穴管の如く、内面犠牲陽極部（１８）が流路の周りに存在しないために、犠牲陽極効果が得られず、内面防食効果が発揮され得なかったことにより、早期に貫通が生じたものと認められた。

[0083] また、扁平多穴管Ⅱは、上記と同様なＯＹ水浸漬試験を３０、６０又は９０サイクル実施したところ、全てのサイクル後の評価において、管周壁部を貫通する腐食孔が生じていることが認められた。この貫通部は、何れも、内面犠牲陽極部（１８）が厚く形成されている部位であり、かかる内面犠牲陽極部（１８）や外面犠牲陽極部（１７）に含有されるＺｎが、ろう付け加熱に相当する加熱処理時に管本体部（１５）全体に拡散してしまい、その結果、内面犠牲陽極部（１８）が早期に消耗して、管本体部（１５）から外面犠牲陽極部（１７）に腐食が進行することにより、早期に貫通が生じたものと認められた。

[0084] ー実施例２ー

実施例１において製作された複合ビレットaを用い、実施例１と同様にし、ポートホールサイズの異なるポートホールダイスからの熱間押出加工を実施することにより、図２（a）又は（b）に示されるような、８穴の矩形穴（８個の流路）を有する、下記表５に示される如き扁平多穴管AA乃至AHをそれぞれ製造した。そして、それら得られた各種の扁平多穴管について、それらの横断面を調べ、管幅方向中央部側の内部隔壁部（１６b）の厚さ（ T_{wi} ）、管幅方向端部側の内部隔壁部（１６a）の厚さ（ T_{we} ）、内部

壁部（１６）の最薄壁部位の厚さ（ T_{min} ）、及び内部隔壁部（１６）の上

下の連結部（１６ｃ）の幅（Ｔｂ）を、それぞれ測定して、その結果を、下記表６に示した。

[0085] [表6]

扁平多穴管 種類	扁平多穴管構造			
	幅方向中央部側の 内部隔壁部厚さ (T_{wi} :mm)	幅方向端部側の 内部隔壁部厚さ (T_{we} :mm)	内部隔壁部の 最薄壁部厚さ (T_{min} :mm)	内部隔壁部 連結部の幅 (T_b :mm)
AA	0.2	0.2	0.2	0.7
AB	0.2	0.3	0.2	0.7
AC	0.16	0.4	0.16	0.66
AD	0.16	0.4	0.16	0.8
AE	0.2	0.2	0.2	0.9
AF	0.24	0.4	0.24	1
AG	0.2	0.2	0.2	0.2
AH	0.2	0.3	0.2	0.2

[0086] また、かかる得られた扁平多穴管ＡＡ乃至ＡＨについて、実施例１と同様に、その横断面における内面犠牲陽極部（１８）の形成範囲を測定し、内面犠牲陽極部（１８）の存在状態として、下記表７に示した。更に、それぞれの扁平多穴管について、実施例１と同様なＯＹ水浸漬試験を３０、６０又は９０サイクル繰り返して、内面防食性評価を実施し、その結果も、下記表７に併せ示した。なお、ＯＹ水浸漬試験において、６０サイクルでは貫通は発生しないが、９０サイクル後に、内部隔壁部（１６）に貫通が認められた場合或いは未貫通の場合は、（◎）とし、３０サイクルでは貫通は発生しないが、６０サイクル後に、内部隔壁部（１６）に貫通が認められた場合は、（○）とし、３０サイクル後に、内部隔壁部（１６）に貫通が認められた場合は、（×）として、評価した。

[0087]

[表7]

扁平多穴管 種類	内面犠牲陽極部(18)の存在形態						OY水浸漬試験	
	幅方向端部の流路 (12a)	幅方向中央部側の流路 (12b)	幅方向端部の内部隔壁部 (16a)	幅方向中央部側の内部隔壁部 (16b)	各流路の管周壁部(14)	最大厚さ(%)	幅方向端部の内部隔壁部(16a)の腐食状況	内部隔壁部の連結部(16c)の腐食状況
	周長(%)	最小周長(%)	最大厚さ(%)	最大厚さ(%)	最大厚さ(%)			
AA	20	50	100	100	0	0	×	○
AB	20	50	100	100	0	0	◎	○
AC	20	50	100	100	0	0	◎	○
AD	20	50	100	100	0	0	◎	◎
AE	20	50	100	100	0	0	×	◎
AF	20	50	100	100	0	0	◎	◎
AG	20	50	100	100	0	0	×	×
AH	20	50	100	100	0	0	○	×

[0088] かかる表7に示されるように、扁平多穴管AA乃至AHは、何れも、両端部に位置する流路(12a)を区画する管周壁部(14)における内面犠牲陽極部(18)の存在は0%であり、流路内面には管本体材料が露出している一方、両端部に位置する流路(12a)とその隣に位置する流路(12b)とを仕切る端部内部隔壁部(16a)においては、その厚さに相当する厚さにおいて、内面犠牲陽極部(18)が形成されており、そして端部流路(

12a)の周長全体に占める内面犠牲陽極部(18)の露呈割合は20%となるものであった。また、扁平多穴管の幅方向の両端部以外に位置する流路(12b)を区画する管周壁部(14)において存在する内面犠牲陽極部(18)は、0%であり、流路内面には、管本体材料が露出している一方、扁平管の幅方向両端部以外に位置する流路(12b)を区画する内部隔壁部(16b)の厚さに相当する100%の割合の内面犠牲陽極部(18)が存在し、そして流路(12b)の周長全体に占める内面犠牲陽極部(18)の露呈(存在)領域の最小値は、50%となるものであった。

[0089] そして、かかる扁平多穴管AA乃至AHに対するOY水浸漬試験の結果、何れの扁平多穴管に対する90サイクルの繰返し試験後においても、その管周壁部(14)を貫通するような腐食孔の発生は、何等認められなかった。

[0090] また、各扁平多穴管における内部隔壁部(16)の腐食に関して、扁平多穴管AA、AE及びAGにおいては、それぞれ、幅方向端部に位置する流路(12a)を区画する内部隔壁部(16a)における内面犠牲陽極部(18)が優先腐食され、OY水浸漬試験における30サイクル後において、かかる内部隔壁部(16a)を貫通する腐食孔が生じていることを認めた。そして、扁平多穴管AB、AC、AD及びAFにおいては、多穴管幅方向の両端部に位置する流路(12a)を区画する内部隔壁部(16a)の厚さ(T_{we})が、そのような端部以外に位置する、換言すれば該内部隔壁部(16a)よりも多穴管幅方向中央部側に位置する内部隔壁部(16b)の厚さ(T_{wi})より、厚く構成されているところから、OY水浸漬試験の60サイクル後においても、腐食による貫通孔は発生せず、更に90サイクル後においても、一部の扁平多穴管には、その端部の内部隔壁部(16a)を貫通する腐食孔が生じていないことを認めた。

[0091] さらに、扁平多穴管AG及びAHにおいては、内部隔壁部(16)の連結部(16c)の幅が十分でないために、管周壁部(14)において、流路(12)内に露呈する管本体材料との電位差によって、内部隔壁部(16)の上下の連結部(16c)が優先的に腐食され、それによって、OY水浸漬試

験の30サイクル後に、内部隔壁部（16）の貫通腐食が認められた。これに対して、扁平多穴管AD乃至AFにあっては、内部隔壁部（16）の上下の連結部（16c）の幅（Tb）が、内部隔壁部（16）の最小壁厚さ（最小）Tminよりも大きく構成されているところから、かかる内部隔壁部（16）の連結部（16c）側に位置する内面犠牲陽極部（18）の優先腐食が有利に抑制され、OY水浸漬試験の60サイクル後においては、かかる内部隔壁部（16）において貫通腐食孔は認められず、90サイクル後においても、一部の扁平多穴管には、そのような貫通腐食孔の存在を認めることが出来なかった。

符号の説明

[0092]	10	扁平多穴管	12	流路（空孔）
	14	管周壁部	15	管本体部
	16	内部隔壁部	17	外面犠牲陽極部
	18	内面犠牲陽極部		
	20	複合ビレット	22	管本体ビレット
	24	外面犠牲陽極用ビレット	25	内面犠牲陽極用ビレット
	30	単体ビレット	32	管本体ビレット

請求の範囲

〔請求項1〕 アルミニウム材料の押出加工によって得られた、全体として扁平な横断面形状を呈する押出管であって、互いに独立して管軸方向に平行に延びる複数の流路を有し、且つそれら流路が、管軸方向に延びる内部隔壁部を介して、扁平形状の長手方向に配列せしめられているアルミニウム押出扁平多穴管にして、

前記アルミニウム材料としてアルミニウム管本体材料とこのアルミニウム管本体材料よりも電気化学的に卑なアルミニウム犠牲陽極材料とを用いた押出加工によって形成されていると共に、前記複数の流路のそれぞれの横断面における流路内周部の少なくとも一部において、該アルミニウム犠牲陽極材料が露呈せしめられて、内面犠牲陽極部が形成されてなり、且つ、管外周部においては、かかる管外周部の全域に、又は少なくとも管外周部における平坦部の一部に、前記アルミニウム犠牲陽極材料が露呈せしめられて、外面犠牲陽極部が形成されていることを特徴とする内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

〔請求項2〕 前記押出加工されるアルミニウム材料が、前記アルミニウム犠牲陽極材料よりなる内面犠牲陽極部形成用芯材と、この内面犠牲陽極部形成用芯材の回りに配置した、前記アルミニウム管本体材料よりなる筒状中間材と、この筒状中間材の外周部に更に配置した、前記アルミニウム犠牲陽極材料よりなる外面犠牲陽極部形成用鞘材とから構成される三層構造の複合ビレットである請求項1に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

〔請求項3〕 前記複数の流路の隣り合うものの間に位置する前記内部隔壁部において、前記内面犠牲陽極部が、該内部隔壁部の厚さの100%以下の割合で存在せしめられている請求項1又は請求項2に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

〔請求項4〕 前記内部隔壁部以外の管周壁部において、前記アルミニウム管本体

材料からなる管本体部は、該管周壁部の厚さの10%以上の割合の厚さで存在せしめられている請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

[請求項5] 前記内面犠牲陽極部及び前記外面犠牲陽極部をそれぞれ構成する前記アルミニウム犠牲陽極材料と前記アルミニウム管本体材料との電位差は、5 mV以上、300 mV以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

[請求項6] 前記内面犠牲陽極部が、管横断面において、前記流路の周長の少なくとも10%以上の長さに亘って形成されて、該流路の内面に露呈せしめられている請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

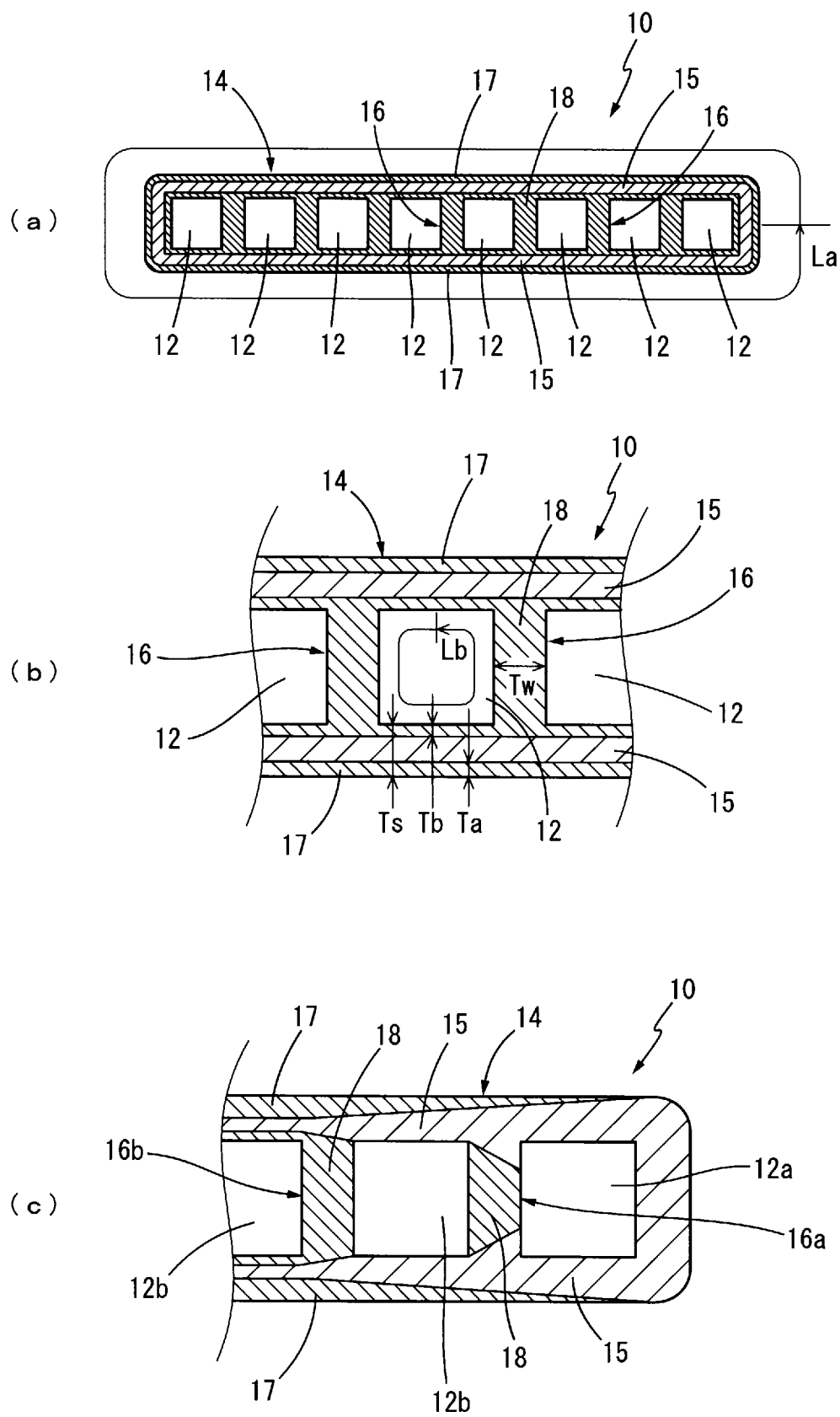
[請求項7] 前記外面犠牲陽極部が、管横断面において、前記管外周部の周長の50%以上、100%以下の割合で存在せしめられている請求項1乃至請求項6の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

[請求項8] 前記複数の流路の隣り合うものの間に存在する前記内部隔壁部のうち、前記扁平形状の長手方向の両端部に位置する内部隔壁部は、それぞれ、他の内部隔壁部よりも厚さが厚くされている請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

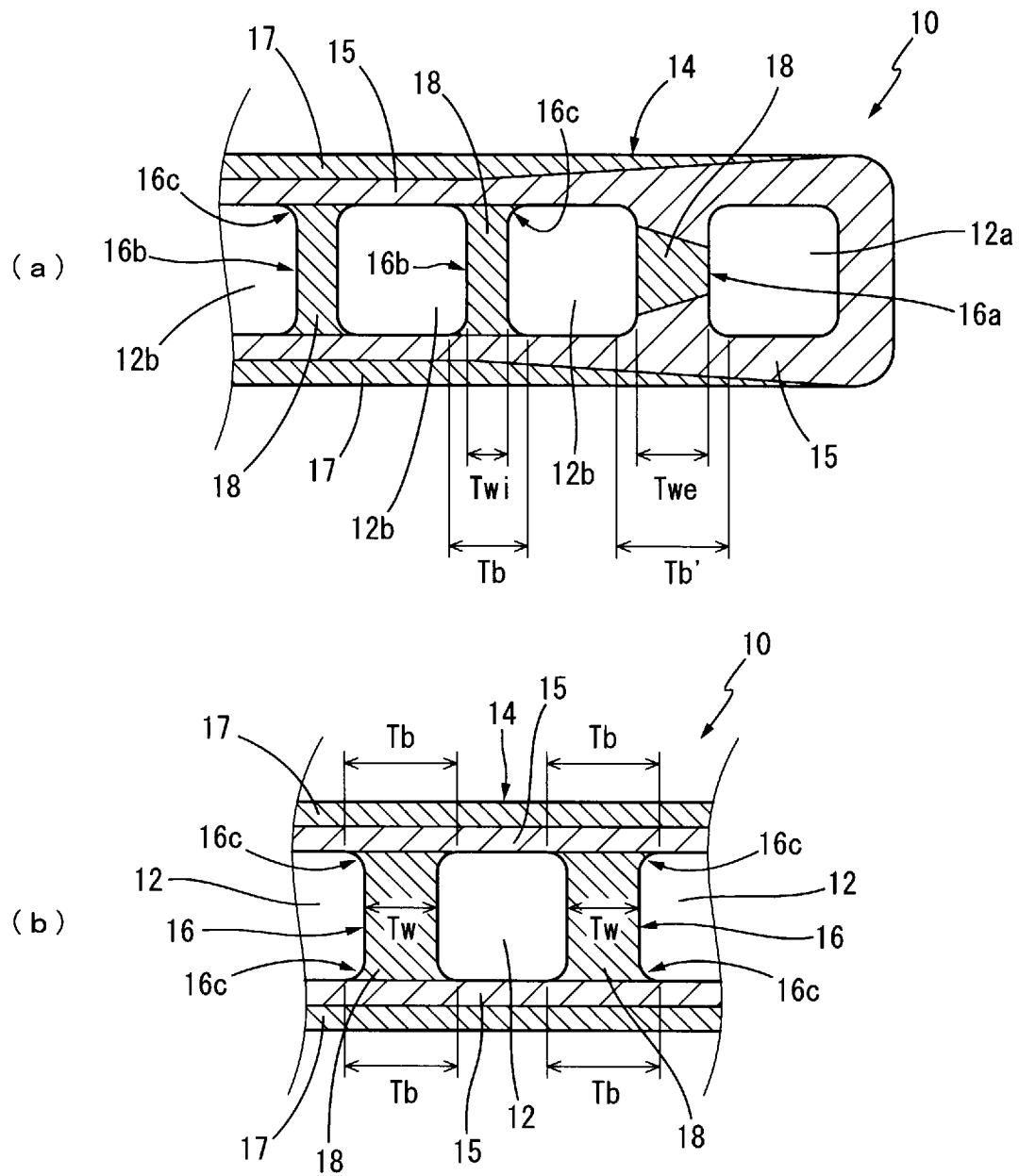
[請求項9] 前記複数の流路の隣り合うものの間に位置する前記内部隔壁部が、その壁厚の最も薄い部位から、該内部隔壁部によって接続される両側の管周壁部に向かって連続的に若しくは段階的に増大する壁厚において延び、該両側の管周壁部に対して、該内部隔壁部の最も薄い壁厚部位の厚さよりも大なる厚さの連結部にてそれぞれ連結せしめられている請求項1乃至請求項8の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。

- [請求項10] 前記押出管が、ポートホールダイスを用いた前記アルミニウム材料の押出加工によって形成されている請求項1乃至請求項9の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。
- [請求項11] 前記アルミニウム管本体材料が、JIS称呼のA1000系純アルミニウム材料又はA3000系アルミニウム合金材料である請求項1乃至請求項10の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。
- [請求項12] 前記アルミニウム犠牲陽極材料が、Znを含有するアルミニウム合金材料である請求項1乃至請求項11の何れか1項に記載の内外面防食性に優れたアルミニウム押出扁平多穴管。
- [請求項13] 請求項1乃至請求項12の何れか1項に記載のアルミニウム押出扁平多穴管と、該アルミニウム押出扁平多穴管の外面にろう付け接合されたアルミニウム製アウターフィンとを含んで構成されていることを特徴とするアルミニウム製熱交換器。

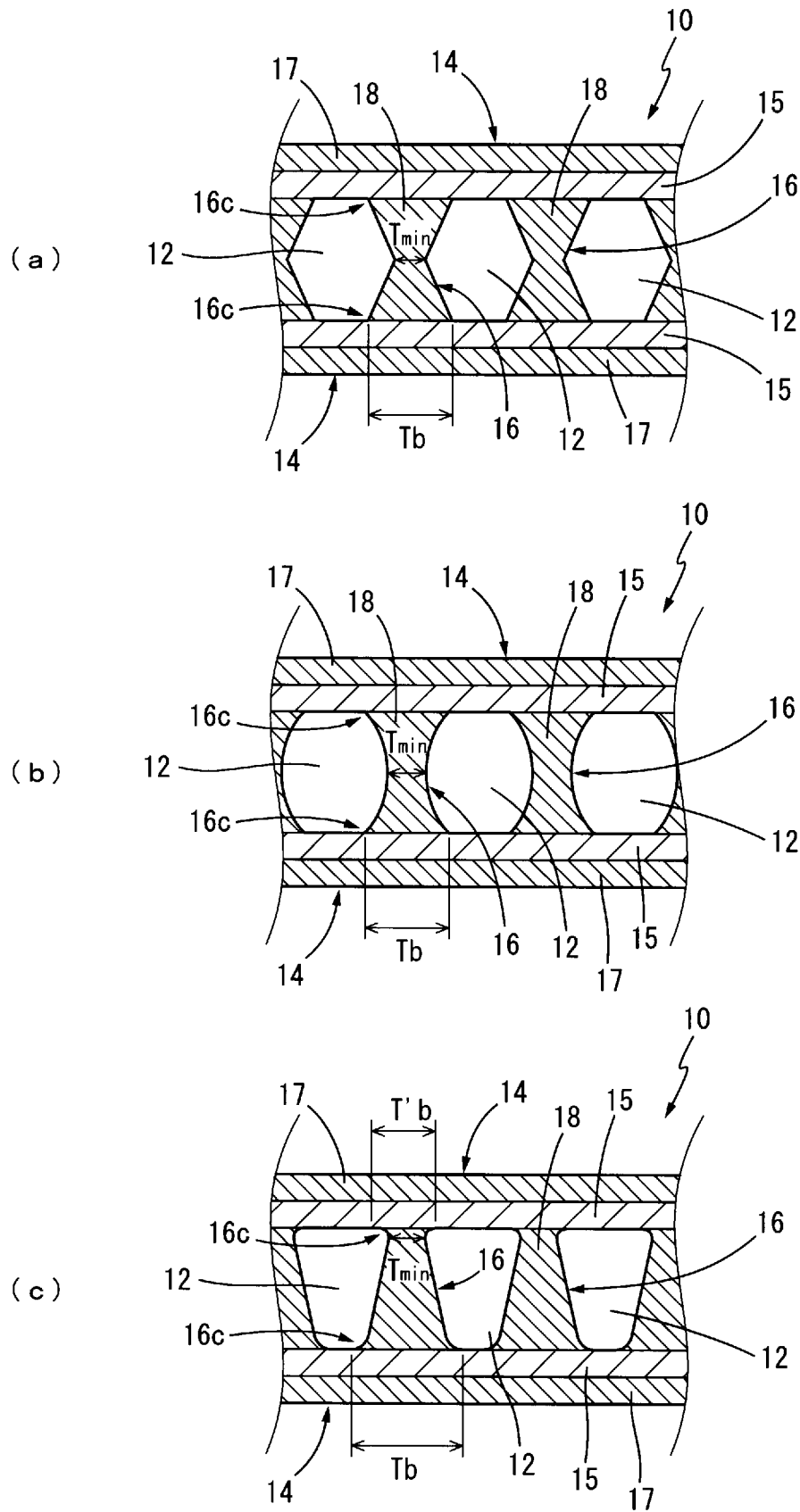
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/004302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B21C23/22 (2006.01) i, B21C25/02 (2006.01) i, F28F1/02 (2006.01) i, F28F1/30 (2006.01) i, F28F19/00 (2006.01) i, F28F19/06 (2006.01) i, F28F21/08 (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)

Int. Cl. B21C23/22, B21C25/02, F28F1/02, F28F1/30, F28F19/00, F28F19/06, F28F21/08

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	US 2006/0118282 A1 (REN, Baolute) 08 June 2006, claims, paragraphs [0003]-[0007], [0029]-[0031], [0057], [0062], [0063], fig. 4-5 (Family: none)	1-7, 9-13 8
A	JP 2014-095524 A (HITACHI APPLIANCES, INC.) 22 May 2014, paragraphs [0066]-[0069], fig. 10, 11, (Family: none)	8
A	JP 5-164496 A (TOKYO GAS CO., LTD.) 29 June 1993, entire text, all drawings, (Family: none)	1-13



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
09.03.2018

Date of mailing of the international search report
27.03.2018

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/JP2018/004302

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/020171 A1 (SHOWA DENKO KABUSHIKI KAISHA) 12 February 2009, entire text, all drawings & JP 2010-229426 A	1-13
P, A	WO 2017/026510 A1 (UACJ CORP.) 16 February 2017, entire text, all drawings & JP 2017-36906 A	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B21C23/22(2006.01)i, B21C25/02(2006.01)i, F28F1/02(2006.01)i, F28F1/30(2006.01)i,
F28F19/00(2006.01)i, F28F19/06(2006.01)i, F28F21/08(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. B21C23/22, B21C25/02, F28F1/02, F28F1/30, F28F19/00, F28F19/06, F28F21/08

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 <u>A</u>	US 2006/0118282 A1 (REN, Baolute) 2006.06.08, Claims, [0003]-[0007], [0029]-[0031], [0057], [0062]-[0063], FIG. 4-5 (ファミリーなし)	1-7, 9-13 <u>8</u>
A	JP 2014-095524 A (日立アプライアンス株式会社) 2014.05.22, [0066]-[0069], 図 10-11 (ファミリーなし)	8
A	JP 5-164496 A (東京瓦斯株式会社) 1993.06.29, 全文全図 (ファミリーなし)	1-13

☑ 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

09.03.2018

国際調査報告の発送日

27.03.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

國方 康伸

4 E

5 5 7 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

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	WO 2009/020171 A1 (昭和電工株式会社) 2009.02.12, 全文全図 & JP 2010-229426 A	1-13
P, A	WO 2017/026510 A1 (株式会社UACJ) 2017.02.16, 全文全図 & JP 2017-36906 A	1-13