(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
2022年8月11日(11.08.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/168333 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 8/0258 (2016.01) *H01M 8/10* (2016.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/004686

(22) 国際出願日： 2021年2月8日(08.02.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社エノモト (**ENOMOTO CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒4090198 山梨県上野原市上野原８１５４－１９ Yamanashi (JP). 国立大学法人山梨大学(**UNIVERSITY OF YAMANASHI**) [JP/JP]; 〒4008510 山梨県甲府市武田四丁目４番３７号 Yamanashi (JP).

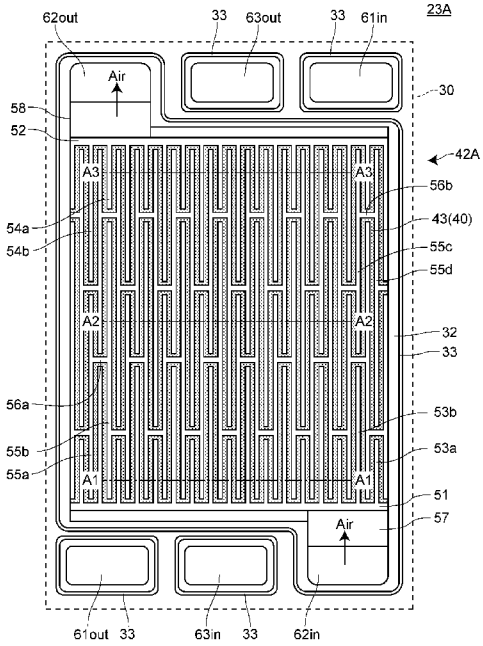
(72) 発明者: 谷内 浩 (**YANAI, Hiroshi**); 〒4090198 山梨県上野原市上野原８１５４－１９ 株式会社エノモト内 Yamanashi (JP). 那須三紀 (**NASU, Mitsunori**); 〒4090198 山梨県上野原市上野原８１５４－１９ 株式会社エノモト内 Yamanashi (JP). 渡辺 政廣 (**WATANABE, Masahiro**); 〒4008510 山梨県甲府市武田四丁目４番３７号 国立大学法人山梨大学内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: めぶき国際特許業務法人, 外 (**MEBUKI IP LAW FIRM** et al.); 〒4080044 山梨県北杜市小淵沢町１０３７番地５ Yamanashi (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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** GAS DIFFUSION LAYER, SEPARATOR AND ELECTROCHEMICAL REACTOR

(54) 発明の名称： ガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置



(57) **Abstract:** A gas supply diffusion layer 42A for fuel cells, the gas supply diffusion layer 42A having a sheet-like porous layer 40 that is capable of gas permeation and diffusion, while having electrical conductivity, and a plurality of grooves for gas flow channels, the grooves being formed in one surface of the porous layer 40 so as to extend from the gas inflow side toward the gas outflow side. With respect to this gas supply diffusion layer 42A for fuel cells, each of the plurality of grooves for gas flow channels has a plurality of gas inflow side grooves 53a, 53b which are formed on the gas inflow side, and a plurality of gas outflow side grooves 54a, 54b which are formed on the gas outflow side; and the plurality of gas inflow side grooves 53a, 53b include two or more kinds of gas inflow side grooves 53a, 53b which have different lengths. The present invention is able to provide a gas supply diffusion layer 42A for fuel cells, the gas supply diffusion layer 42A being capable of achieving a higher reaction efficiency (power generation efficiency) than ever before.

WO 2022/168333 A1

[続葉有]

(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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：ガスの透過及び拡散が可能で、かつ、導電性を有するシート状の多孔質体層４０と、多孔質体層４０の一方の面においてそれぞれがガスの流入側から流出側に向かって形成された複数のガス流路用溝とを有する燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ。燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、複数のガス流路用溝は、ガスの流入側に形成された複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂと、ガスの流出側に形成された複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂとを含み、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂは、異なる長さを有する２種以上のガス流入側溝５３ａ，５３ｂを含む。 本発明によれば、従来よりも反応効率（発電効率）を高くすることが可能な燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａを提供することができる。

明　細　書

発明の名称 ： ガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置

技術分野

[0001] 本発明は、ガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置に関する。

背景技術

[0002] 固体高分子形燃料電池（ＰＥＦＣ：Polymer Electrolyte Fuel Cell）の技術分野において、燃料電池用ガス（アノードガス、カソードガス）を均一に供給及び拡散させることが可能な燃料電池セルスタックが知られている（例えば、特許文献１参照。）。図３２は、従来の燃料電池セルスタック９２０を模式的に示す正面図である。図３３及び図３４は、従来の燃料電池セルスタック９２０におけるタイプＣＡのセパレータ９２１の平面図である。このうち図３３は燃料電池用ガス供給拡散層（カソードガス供給拡散層）９４２側から見た平面図であり、図３４は燃料電池用ガス供給拡散層（アノードガス供給拡散層）９４１側から見た平面図である。図３５は、図３３のＡ－Ａ線に沿った断面図である。

[0003] 従来の燃料電池セルスタック９２０は、図３２～図３５に示すように、金属板３０の少なくとも一方の面に多孔質体層による燃料電池用ガス供給拡散層が設けられた構造の複数のセパレータ（タイプＣＡのセパレータ９２１、タイプＡのセパレータ９２２、タイプＣのセパレータ９２３、タイプＡＷのセパレータ９２４）が積層された構造を有する。なお、タイプＣＡのセパレータ９２１、タイプＡのセパレータ９２２及びタイプＡＷのセパレータ９２４の「Ａ」は燃料電池用ガス供給拡散層（アノードガス供給拡散層）９４１を表し、タイプＣＡのセパレータ９２１及びタイプＣのセパレータ９２３の「Ｃ」は燃料電池用ガス供給拡散層（カソードガス供給拡散層）９４２を表し、タイプＡＷのセパレータ９２４の「Ｗ」は冷却水供給拡散層を表す。従来の燃料電池セルスタック９２０によれば、セパレータそのものに多孔質体層からなる燃料電池用ガス供給拡散層９４１，９４２が形成されていること

から、燃料電池用ガスを燃料電池用ガス供給拡散層の全面にわたって均一に拡散できる。その結果、燃料電池用ガスを膜電極接合体（ＭＥＡ）８１の全面にわたって均一に供給でき、燃料電池の発電効率を従来よりも高くできる。

[0004] なお、電気化学の分野においては、ガスの化学反応を用いる発電と電気分解とは表裏一体の関係にある。上記したような燃料電池用ガス供給拡散層、セパレータ及び燃料電池セルスタックは、ほぼそのままの構成で、ガスの代わりに水を用いれば電気分解（カソードガス及びアノードガスの生成）に転用することも可能であると考えられる。さらに、上記したような燃料電池用ガス供給拡散層、セパレータ及び燃料電池セルスタックは、ほぼそのままの構成で、ガスの代わりにガスと同様の流体である液体を用いるメタノール燃料電池（メタノール水溶液アノード、空気カソード）、リチウムイオン／空気電池（空気カソード）及びレドックスフロー電池（バナジウムイオン水溶液供給のアノード／カソード）に転用することも可能であると考えられる。このため、本明細書においては、「燃料電池用ガス供給拡散層」を含む表現（燃料電池用と電気分解用とを問わない表現）として「ガス拡散層」を用い、「燃料電池セルスタック」を含む表現として「電気化学反応装置」を用いる。なお、「ガス拡散層」は「ガスの拡散を主目的とする層」という程度の意味であり、層内部においてガス以外のもの（特に、水等の液体）を拡散させ又は流通させることもできる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第２０１５／０７２５８４号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、電気化学の技術分野においては、従来よりも反応効率（燃料電池であれば発電効率）を高くできる技術が求められている。そこで、本発明

は、従来よりも反応効率を高くできるガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置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

[0007] 本発明の一実施形態によるガス拡散層は、ガスの透過及び拡散が可能で、かつ、導電性を有するシート状の多孔質体層と、前記多孔質体層の一方の面においてそれぞれが前記ガスの流入側から流出側に向かって形成された複数のガス流路用溝とを有するガス拡散層であって、前記複数のガス流路用溝は、前記ガスの流入側に形成された複数のガス流入側溝と、前記ガスの流出側に形成された複数のガス流出側溝とを含み、前記複数のガス流入側溝は、異なる長さを有する２種以上のガス流入側溝を含むガス拡散層である。

[0008] 本発明の一実施形態によるセパレータは、ガス遮蔽板と、前記ガス遮蔽板の少なくとも一方の面に配設されたガス拡散層とを備えるセパレータであって、前記ガス拡散層は、本発明のガス拡散層であり、前記複数のガス流路用溝が前記ガス遮蔽板側に位置するように前記ガス遮蔽板に対して配置されており、前記ガス流路用溝と前記ガス遮蔽板とでガス流路が構成されているセパレータである。

[0009] 本発明の一実施形態による電気化学反応装置は、セパレータと、膜電極接合体とが積層されてなる電気化学反応装置であって、前記セパレータは、本発明のセパレータであり、前記セパレータと前記膜電極接合体とは、前記ガス拡散層の前記複数のガス流路用溝が形成されていない側の面に前記膜電極接合体が位置する位置関係で積層されている電気化学反応装置である。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、従来よりも反応効率を高くすることが可能なガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態１に係る燃料電池セルスタック２０を模式的に示す正面図である。

[図2]実施形態１に係る燃料電池セルスタック２０を模式的に示す側面図であ

る。

[図3]膜電極接合体（ＭＥＡ）８１を説明するために示す図である。

[図4]実施形態１に係る燃料電池用セパレータ２３Ａの平面図である。

[図5]実施形態１に係る燃料電池用セパレータ２３Ａの断面図である。

[図6]実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおけるガス流入側溝５３ａ，５３ｂ及びガス流出側溝５４ａ，５４ｂを説明するために示す図である。

[図7]実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおける中継用溝５５ａ～５５ｄ及び連通溝５６ａ，５６ｂを説明するために示す図である。

[図8]実施形態１に係る燃料電池用セパレータ２３Ａ以外のセパレータ（燃料電池用セパレータ２１，２２，２４，２５）の断面図である。

[図9]実施形態２に係る燃料電池用セパレータ２３Ｂの平面図である。

[図10]実施形態２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂにおけるガス流入側溝５３ｃ～５３ｆ及びガス流出側溝５４ｃ～５４ｆを説明するために示す図である。

[図11]実施形態２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂにおける中継用溝５５ｅ及び連通溝５６ｃを説明するために示す図である。

[図12]実施形態３に係る燃料電池用セパレータ２３Ｃの平面図である。

[図13]実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃにおけるガス流入側溝５３ｇ～５３ｊ及びガス流出側溝５４ｇ～５４ｊを説明するために示す図である。

[図14]実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃにおける中継用溝５５ｄ～５５ｊ及び連通溝５６ｄ，５６ｅを説明するために示す図である。

[図15]実施形態４に係る燃料電池用セパレータ２３Ｄの平面図である。

[図16]実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄにおけるガス流入側溝５３ｋ～５３ｎ及びガス流出側溝５４ｋ，５４ｌを説明するために示す図である。

[図17]実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄにおける中継用溝

５５ｋ～５５ｐを説明するために示す図である。

[図18]実施形態５に係る燃料電池用セパレータ２３Ｅの平面図である。

[図19]実施形態６に係る燃料電池用セパレータ２３Ｆの平面図である。

[図20]実施形態７に係る燃料電池用セパレータ２３Ｇの平面図である。

[図21]実施形態８に係る燃料電池用セパレータ２３Ｈの平面図である。

[図22]比較例における燃料電池用セパレータ２３Ｉの平面図である。

[図23]試験例で用いたアノードガス用の燃料電池用セパレータ２２Ａの平面図である。

[図24]試験例３において電流密度分布を計測するときにおける領域の区分を説明するために示す図である。

[図25]試験例１の結果（ガス流路用溝のパターンと発電特性との関係）を示すグラフである。

[図26]試験例２の結果（ガス流路用溝のパターンと燃料電池用ガス供給拡散層における圧力損失との関係）を示すグラフである。

[図27]試験例３の結果（ガス流路用溝のパターンと燃料電池用ガス供給拡散層における電流密度分布との関係）を示すグラフである。

[図28]変形例１に係る燃料電池用セパレータ２３Ｊの平面図である。

[図29]変形例２に係る燃料電池用セパレータ２３Ｋの平面図である。

[図30]変形例３に係る燃料電池用セパレータ２３Ｌの平面図である。

[図31]変形例４に係る燃料電池用セパレータ２３Ｍの平面図である。

[図32]従来の燃料電池セルスタック９２０を模式的に示す正面図である。

[図33]従来の燃料電池セルスタック９２０におけるタイプＣＡの燃料電池用セパレータ９２１の平面図である。

[図34]従来の燃料電池セルスタック９２０におけるタイプＣＡの燃料電池用セパレータ９２１の平面図である。

[図35]図３３のＡ－Ａ線に沿った断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明のガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置を図に示す

実施形態を用いて詳細に説明する。

[0013] ［実施形態１］

図１は、実施形態１に係る燃料電池セルスタック２０（電気化学反応装置）を模式的に示す正面図である。図２は、実施形態１に係る燃料電池セルスタック２０を模式的に示す側面図である。

[0014] 実施形態１に係る燃料電池セルスタック２０（電気化学反応装置）は、燃料電池用セパレータ２１，２２，２３Ａ，２４（セパレータ）と、膜電極接合体８１とが積層されてなる燃料電池セルスタックである。さらに言えば、燃料電池セルスタック２０は、固体高分子形燃料電池（PEFC：Polymer Electrolyte Fuel Cell）である。燃料電池セルスタック２０は、複数の単セルを有する。燃料電池セルスタック２０の各セルは、膜電極接合体８１と、膜電極接合体８１を挟んでカソード側を構成する要素とアノード側を構成する要素とを有する。

[0015] 燃料電池用セパレータ２１は、金属板３０（ガス遮蔽板）の一方の面にカソードガス供給拡散層Ｃが形成され、他方の面にアノードガス供給拡散層Ａが形成されている（タイプＣＡのセパレータ）。燃料電池用セパレータ２２は、金属板３０の一方の面にアノードガス供給拡散層Ａが形成されている（タイプＡのセパレータ）。燃料電池用セパレータ２３Ａは、金属板３０の一方の面にカソードガス供給拡散層Ｃが形成されている（タイプＣのセパレータ）。燃料電池用セパレータ２４は、金属板３０の一方の面にカソードガス供給拡散層Ｃが形成され、他方の面に冷却水供給拡散層Ｗが形成されている（タイプＣＷのセパレータ）。

[0016] 各セルは、カソード側とアノード側とが交互になるように配置されている。カソードガス供給拡散層Ｃとアノードガス供給拡散層Ａとは、膜電極接合体（ＭＥＡ）８１を挟んで対向して設けられている。実施形態においては、単セルが２つ配置される毎に冷却水を供給する冷却水供給拡散層Ｗが設けられている。なお、冷却水供給拡散層Ｗは、単セル１つ置きに設けられていてもよいし、３つ置き又はそれ以上置きに設けられていてもよい。冷却水供給

拡散層Wには金属板３０（好ましくはタイプＡまたはタイプＣのセパレータにおける金属板３０）が対向するように、燃料電池用セパレータ２１，２２，２３Ａ，２４が組み合わされて積層されている。

[0017] なお、燃料電池セルスタックは、図１及び図２には図示していないが、金属板３０の一方の面にアノードガス供給拡散層Ａが形成され、他方の面に冷却水供給拡散層Wが形成されたもの（タイプＡＷのセパレータ）を備えていてもよい。また、金属板３０の一方の面に冷却水供給拡散層Wが形成されたセパレータ（タイプWのセパレータ）を備えていてもよい。また、金属板の両面に冷却水供給拡散層Wが形成されたセパレータを備えていてもよい。各セパレータの構成の詳細については後述する。

[0018] 積層されたセルの両端部には、集電板２７Ａ，２７Ｂが配設されている。さらに集電板２７Ａ、２７Ｂの外側には、絶縁シート２８Ａ，２８Ｂを介してエンドプレート７５，７６が配置されている。燃料電池用セパレータ２１，２２，２３Ａ，２４は、エンドプレート７５、７６によって両側から押圧されている。燃料電池セルスタック２０の両端に位置し、集電板２７Ａ，２７Ｂに接するセパレータについては、その金属板３０（耐食層）が外方を向くようにすることが好ましい。

[0019] 図１及び図２においては、燃料電池用セパレータ２１，２２，２３Ａ，２４、膜電極接合体８１、集電板２７Ａ，２７Ｂ、絶縁シート２８Ａ，２８Ｂ、及び、エンドプレート７５，７６は、分かり易くするために、離間して描かれているが、これらは、図示された配列の順に、相互に密に接合されている。接合の方法は特に限定されない。例えば、エンドプレート７５，７６により各部材を両側から押圧することのみによって接合してもよいし、各部材の適宜の位置を接着剤により接着したうえでエンドプレート７５，７６により各部材を両側から押圧することにより接合してもよいし、その他の方法により接合してもよい。各燃料電池用セパレータ２１，２２，２３Ａ，２４、膜電極接合体８１、集電板２７Ａ，２７Ｂ、絶縁シート２８Ａ，２８Ｂ等は、例えば厚さが百μｍ程度から十ｍｍ程度である。本明細書の各実施形態に

おける各図は、厚さを誇張して描かれている。

[0020] アノード側のエンドプレート７５の一端部にはアノードガス供給口７１ｉｎ、カソードガス排出口７２ｏｕｔ及び冷却水排出口７３ｏｕｔがそれぞれ設けられている。他方、カソード側のエンドプレート７６の一端部（エンドプレート７５の上記一端部とは反対側）には、アノードガス排出口７１ｏｕｔ、カソードガス供給口７２ｉｎ及び冷却水供給口７３ｉｎ（図２ではこれらがまとめて破線で示されている）が設けられている。これらの各供給口、各排出口にはそれぞれ対応する流体の供給管、排出管が接続されることになる。

[0021] 各燃料電池用セパレータ２１，２２，２３Ａ，２４には、それぞれ、アノードガス供給口７１ｉｎに連通するアノードガス流入口６１ｉｎ、カソードガス排出口７２ｏｕｔに連通するカソードガス（及び生成水）流出口６２ｏｕｔ、及び、冷却水排出口７３ｏｕｔに連通する冷却水流出口６３ｏｕｔが設けられている。また、各燃料電池用セパレータ２１，２２，２３Ａ，２４には、それぞれ、アノードガス排出口７１ｏｕｔに連通するアノードガス流出口６１ｏｕｔ、カソードガス供給口７２ｉｎに連通するカソードガス流入口６２ｉｎ、及び、冷却水供給口７３ｉｎに連通する冷却水流入口６３ｉｎが設けられている。

[0022] アノードガス供給口７１ｉｎ、カソードガス供給口７２ｉｎ及び冷却水供給口７３ｉｎを通じてカソードガス、アノードガス及び冷却水が供給される。実施形態１においては、アノードガスとして水素ガスを使用し、カソードガスとして空気を用いた場合を例示する。

[0023] 次に、膜電極接合体８１について説明する。

図３は、膜電極接合体（ＭＥＡ）８１を説明するために示す図である。図３（ａ）は膜電極接合体８１の平面図であり、図３（ｂ）は膜電極接合体８１の正面図であり、図３（ｃ）は膜電極接合体の側面図である。

[0024] 膜電極接合体８１は、図３に示すように、電解質膜（ＰＥＭ）８２と、電解質膜８２の両面にそれぞれ配置された触媒層（ＣＬ）８５と、各触媒層８

５の外側の面に配置されたマイクロポーラスレイヤ（ＭＰＬ）８３とを有する。本明細書においては、電解質膜８２とその両側に配置された触媒層８５から構成されるものを触媒コート電解質膜（Catalyst Coated Membrame:ＣＣＭ）という。マイクロポーラスレイヤ８３は多孔質体層４０よりも微細な径の気孔（細孔）を有する。なお、マイクロポーラスレイヤ８３は、省略することもできる。また、後述する変形例７で後述するように、マイクロポーラスレイヤ８３の触媒層８５への直接付与を省略する場合には、マイクロポーラスレイヤ８３を触媒層８５と接する燃料電池用ガス供給拡散層４１，４２Ａの表面に付与することもできる。

[0025] 次に、燃料電池用セパレータ２３Ａを例にとって燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ（ガス供給拡散層）について説明する。図４は、燃料電池用セパレータ２３Ａの平面図である。

図４はタイプＣの燃料電池用セパレータ２３Ａを金属板３０の側から見た平面図であるが、燃料電池用セパレータ２３Ａにおける複数のガス流路用溝の配置を分かり易く表すために、金属板３０の図示は省略している。なお、図４をはじめとするセパレータの平面図においては、符号の表示が複雑になることを避けるために、ガス流路用溝（ガス流入側溝、ガス流出側溝及び中継用溝）については、同形状の溝が複数ある場合であっても、原則任意の１つの溝にのみ符号を表示している。

[0026] 図５は、実施形態１に係る燃料電池用セパレータ２３Ａの断面図である。図５（ａ）は図４のＡ１－Ａ１線に沿った断面図であり、図５（ｂ）は図４のＡ２－Ａ２線に沿った断面図であり、図５（ｃ）は図４のＡ３－Ａ３線に沿った断面図である。図５においては、燃料電池用セパレータ２３Ａと膜電極接合体８１との位置関係を示すために、膜電極接合体８１が接合された状態の燃料電池用セパレータ２３Ａを示している。また、膜電極接合体８１の断面構造の図示は省略している。図６は、実施形態１に係る燃料電池用セパレータ２３Ａにおけるガス流入側溝５３ａ，５３ｂ及びガス流出側溝５４ａ，５４ｂを説明するために示す図である。図７は、実施形態１に係る燃料電

池用セパレータ２３Ａにおける中継用溝５５ａ～５５ｄ及び連通溝５６ａ，５６ｂを説明するために示す図である。溝の配置を分かり易く表すために、図６においては中継用溝５５ａ～５５ｄ及び連通溝５６ａ，５６ｂの図示を省略し、図７においてはガス流入側溝５３ａ，５３ｂ及びガス流出側溝５４ａ，５４ｂの図示を省略している。

[0027] 燃料電池用セパレータ２３Ａは、図４及び図５に示すように、ガス遮蔽板である金属板３０と、金属板３０の少なくとも一方の面に配設された燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａとを備えるセパレータである。図５中、金属板３０には、断面であることを示すハッチングを施している。金属板３０は、インコネル、ニッケル、金、銀及び白金のうち一以上からなる金属、またはオーステナイト系ステンレス鋼板への金属のめっきもしくはクラッド材であることが好ましい。これらの金属を用いることにより耐食性を向上できる。

[0028] 燃料電池用セパレータ２３Ａにおいては、金属板３０の縦方向の一端部（図４の下部）に、図４の右、中央、左の順に、カソードガス流入口６２ｉｎと、冷却水流入口６３ｉｎと、アノードガス流出口６１ｏｕｔとが設けられている。また、他端部（図４の上部）に、図４の左、中央、右の順に、カソードガス流出口６２ｏｕｔと、冷却水流出口６３ｏｕｔと、アノードガス流入口６１ｉｎとが設けられている。

[0029] 各流入口６１ｉｎ，６２ｉｎ，６３ｉｎ、各流出口６１ｏｕｔ，６２ｏｕｔ，６３ｏｕｔ、及び、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの形成領域のそれぞれの周囲は、電子導電性又は非電子導電性の緻密枠３２によって囲まれている。緻密枠３２はアノードガス、カソードガス及び冷却水の漏洩を防ぐ。緻密枠３２の外面には、各流入口６１ｉｎ，６２ｉｎ，６３ｉｎ、各流出口６１ｏｕｔ，６２ｏｕｔ，６３ｏｕｔ、及び、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの形成領域を囲むように、緻密枠３２に沿って溝が形成されている（図示せず。）。この溝内にガスケット（パッキン、Ｏリングなどのシール材）３３が配置されている。

[0030] 金属板３０の両面には、上記の各流入口６１ｉｎ，６２ｉｎ，６３ｉｎ、

及び、各流出口６１ｏｕｔ，６２ｏｕｔ，６３ｏｕｔが設けられている部分を除いて、その全面に電子導電性を有する耐食層（図５においては図示せず）が形成されている。各流入口６１ｉｎ，６２ｉｎ，６３ｉｎ、及び、各流出口６１ｏｕｔ，６２ｏｕｔ，６３ｏｕｔの内周面に耐食層が形成されていてもよい。金属板３０の側面及び端面に耐食層が形成されていてもよい。耐食層は、好ましくは緻密枠３２と同じ組成の緻密層であり、金属板３０の腐食を抑制する作用を有する。セパレータを組み合わせて図１あるいは図２に示すような燃料電池セルスタック２０を構成する段階で、ガスケット３３は接合される他のセパレータ、膜電極接合体８１又は集電板２７Ａ，２７Ｂと密着して流体の漏洩を抑制する。

[0031] 燃料電池用セパレータ２３Ａは、タイプＣのセパレータであって、図４～図７に示すように、基板としての長方形の金属板３０の一方の面における中央部にカソードガスを供給・拡散する燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａが形成されている。つまり、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、カソードガス用の燃料電池用ガス供給拡散層である。燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、ガスの透過及び拡散が可能で、かつ、導電性を有するシート状の多孔質体層４０と、多孔質体層４０の一方の面においてそれぞれがガス（燃料電池用セパレータ２３Ａにおいてはカソードガス）の流入側から流出側に向かって形成された複数のガス流路用溝とを有する。複数のガス流路用溝は、金属板３０（ガス遮蔽板）側に位置するように金属板３０（ガス遮蔽板）に対して配置され、ガス流路用溝と金属板３０（ガス遮蔽板）とでガス流路が構成されている。なお、燃料電池用セパレータ２３Ａと膜電極接合体８１とは、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの複数のガス流路用溝が形成されていない側の面に膜電極接合体８１が位置する位置関係で積層されている（図５参照。）。なお、「ガス流路用溝」及び「ガス流路」はガス専用のものではなく、ガス以外のもの（特に、水等の液体）も流通させるために用いることもできる。

[0032] 本明細書において、「ガスの流入側から流出側に向かって」とは、「およ

そガスの流れる方向に沿って」という意味であり、「ガスの流入側から流出側に向かう」方向は、多孔質体層４０全体としてみた場合の多孔質体層４０内のガスの流れの方向である。これは、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａのように、カソードガス流入口６２ｉｎとカソードガス流出口６２ｏｕｔが金属板３０の対角線上の位置に配設されている場合に、ガス流路は上記の対角線に沿って形成されている必要はなく、実施形態１のように、「ガスの流入側から流出側に向かう」方向は、「多孔質体層４０全体としてみた場合の多孔質体層４０内のガスの流れの方向が、図４の紙面の下から上の縦方向に向かうような場合は」、図４のように、図４の紙面の下から上の縦方向に沿って複数のガス流路用溝は形成されていればよいし、また、それ以外の方向に沿って形成されていてもよい。

[0033] 複数のガス流路用溝は、ガスの流入側（図４及び図６の下部）に形成された複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂと、ガスの流出側（図４及び図６の上部）に形成された複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂとを含む。複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂは、異なる長さを有する２種以上の（この場合２種の）ガス流入側溝５３ａ，５３ｂを含む。

[0034] 燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、隣接する２つのガス流入側溝５３ａ，５３ｂは異なる長さを有する（図６参照。）。言い換えると、ガスの流入側から流出側に向かう「ｙ方向」に垂直な「ｘ方向」に沿って隣接する２つのガス流入側溝５３ａ，５３ｂにおける流出側の終端の位置が「ｙ方向」に沿って離間した位置に存在する。なお、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、隣接する３つのガス流入側溝のうち少なくとも１つのガス流入側溝が他のガス流入側溝とは異なる長さを有することとなり、隣接する４つのガス流入側溝のうち少なくとも１つのガス流入側溝が他のガス流入側溝とは異なる長さを有することになる。

なお、本明細書において、「隣接する３つのガス流入側溝のうち少なくとも１つのガス流入側溝が他のガス流入側溝とは異なる長さを有する」、「隣接する４つのガス流入側溝のうち少なくとも１つのガス流入側溝が他のガス

流入側溝とは異なる長さを有する」とは、「隣接する３つのガス流入側溝を１組のガス流入側溝群と定義したとき、ガス拡散層に含まれる複数組のガス流入側溝群のうちどの組のガス流入側溝群を見ても、３つのガス流入側溝のうち少なくとも１つが他のガス流入側溝とは異なる長さを有する」、「隣接する４つのガス流入側溝を１組のガス流入側溝群と定義したとき、ガス拡散層に含まれる複数組のガス流入側溝群のうちどの組のガス流入側溝群を見ても、４つのガス流入側溝のうち少なくとも１つが他のガス流入側溝とは異なる長さを有する」ことを意味する。後述するガス流出側溝の場合も同様である。

[0035] 燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂは、異なる長さを有する２種以上の（この場合２種の）ガス流出側溝５４ａ，５４ｂを含む。隣接する２つのガス流出側溝５４ａ，５４ｂは、異なる長さを有する（図６参照。）。言い換えると、上記「ｘ方向」に沿って隣接する２つのガス流出側溝５４Ａ，５４Ｂにおける流入側の始端の位置が、上記「ｙ方向」に沿って離間した位置に存在する。なお、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、隣接する３つのガス流出側溝のうち少なくとも１つのガス流出側溝が他のガス流出側溝とは異なる長さを有することとなり、隣接する４つのガス流出側溝のうち少なくとも１つのガス流出側溝が他のガス流出側溝とは異なる長さを有することにもなる。

[0036] 燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂのうち最も短い長さを有するガス流入側溝５３ａは、多孔質体層４０のガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％未満の長さを有し、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂのうち最も長い長さを有するガス流入側溝５３ｂは、多孔質体層４０のガスの流入側から流出側に沿った長さの４０％以上の長さを有する。

[0037] 燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂのうち最も短い長さを有するガス流入側溝５３ａは、多孔質体層４０のガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％未満の長さを有する。ま

た、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂのうち最も長い長さを有するガス流出側溝５４ｂは、多孔質体層４０のガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％以上の長さを有する。

[0038] また、複数のガス流路用溝は、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂ及び複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂに加えて、ガス流入側溝５３ａ，５３ｂとガス流出側溝５４ａ，５４ｂとの間に形成された複数の中継用溝５５ａ～５５ｄを含む。複数の中継用溝５５ａ～５５ｄは、ガスの流入側から流出側に向かう方向とは垂直な方向（ｘ方向）に沿って連通している。具体的には、中継用溝５５ａ，５５ｂは連通溝５６ａにより連通しており、中継用溝５５ｃ，５５ｄは連通溝５６ｂにより連通している（図７参照。）。中継用溝５５ａ，５５ｂと中継用溝５５ｃ，５５ｄとは独立しているため、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、複数の中継用溝５５ａ～５５ｄが２段で形成されているということもできる。なお、中継用溝と連通溝との連通部分のようなガス流路用溝において角や隅ができる部分には、適宜の面取り処理や丸め処理が施されていてもよい。

[0039] 複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂ、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂ及び複数の中継用溝５５ａ～５５ｄは、互いに入り込むように形成されている（図４及び図５参照。）。また、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａを平面視したとき、多孔質体層４０全体の面積に対するガス流路用溝形成領域の面積の割合は、３０％～８０％の範囲内にある。当該面積の割合は、４０％～７０％の範囲内にあることが好ましい。

[0040] カソードガスとしての空気（酸素ガス及び窒素ガス）は、多孔質体層４０（ガス拡散層４３）内を拡散する。多孔質体層４０は、導電材（好ましくは炭素系導電材）と高分子樹脂の混合物を含む。高分子樹脂に炭素系導電材を混合することにより、高分子樹脂に高い導電性を付与することができ、また高分子樹脂の結着性により炭素材の成型性を向上させることができる。多孔質体層４０の流体抵抗は、多孔質体層の気孔率と流体の流れる面の面積に依存する。気孔率が大きくなれば流体抵抗は小さくなる。流体が流れる面積が

大きくなれば流体抵抗は小さくなる。およその目安としては、（カソードガス用の）燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおいては、多孔質体層４０の気孔率は、５０～８５％程度である。なお、（アノードガス用の）燃料電池用ガス供給拡散層４１においては、多孔質体層４０の気孔率は、３０～８５％程度である。

[0041] 多孔質体層４０の気孔率が上記のように構成されていることから、複数のガス流路用溝の内表面を介して、ガス流路用溝と多孔質体層４０との間のカソードガス、水蒸気、凝結水の流通が適切に行われるようになる結果、多量のガスを膜電極接合体に対して均一に供給できるようになり、また、発電時に使用されなかったカソードガスや発電時に生成した水蒸気や凝結水をガス流路用溝外に効率よく排出することができるようになる。その結果、ガス流路用溝の内表面に、金属、セラミックス、樹脂等からなるガス不透過層に微細なガス流通孔を多数開口したガス透過フィルターのようなものを形成する必要も無い。

[0042] 炭素系導電材の含有率を調整することにより、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの気孔率を調整することができ、ひいては、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの移動抵抗を調整することができる。特に炭素系導電材の含有率を高くすると移動抵抗が小さくなる（気孔率が大きくなる）。逆に、炭素系導電材の含有率を低くすると移動抵抗が大きくなる（気孔率が小さくなる）。耐食層及び緻密枠３２も炭素系導電材と高分子樹脂の混合物であり、炭素系導電材の適度な含有率により、導電性を確保しつつ緻密化したものであるのが好ましい。

[0043] 炭素系導電材としては特に限定されないが、例えば黒鉛、カーボンブラック、ダイヤモンド被覆カーボンブラック、炭化ケイ素、炭化チタン、カーボン繊維、カーボンナノチューブ等を用いることができる。高分子樹脂としては、熱硬化性樹脂及び熱可塑性樹脂のいずれも用いることができる。高分子樹脂の例としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、ゴム系樹脂、フラン樹脂、フッ化ビニリデン樹脂等が挙げられる。

[0044] カソードガス流入口６２ｉｎと多孔質体層４０が形成されている領域との間には流入通路５７が形成されている（図４参照。）。カソードガス流出口６２ｏｕｔと多孔質体層４０が形成されている領域との間には流出通路５８が形成されている。これらの流入通路５７及び流出通路５８は膜電極接合体８１又はそのフレーム８１Ａを支持するためのものである。したがって、カソードガスを円滑に流し、かつ膜電極接合体８１をサポートできる構造であればよい。例えば、気孔率のきわめて大きい多孔質層でもよいし、多数の支柱を配列した構造でもよい。多孔質体層４０における流入通路５７と面する領域には金属板３０の幅方向に沿って細長いガス流入側段差５１が形成されている。また、多孔質体層４０における流出通路５８と面する領域にも金属板３０の幅方向に沿って細長いガス流出側段差５２が形成されている。但し、ガス流入側段差５１及びガス流出側段差５２は、これらを省略することもできる。

[0045] 多孔質体層４０、流入通路５７、及び流出通路５８は、緻密枠３２と同じ高さ（厚さ）に形成されている。燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａにおける金属板３０に対向する側の面には、空隙からなる複数のガス流路用溝が設けられており、これら複数のガス流路用溝と金属板３０との隙間に複数のガス流路が形成されている。複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂはガス流入側段差５１を介して流入通路５７と連通し、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂはガス流出側段差５２を介して流出通路５８と連通している。ガス流路用溝の数及び構造は図示のものに限定されない。

[0046] 実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、これを輸送機器用の燃料電池に用いる場合には、輸送機器の種類・大きさにもよるが、多孔質体層４０の横幅は例えば３０ｍｍ～３００ｍｍ程度である。ガス流路用溝の幅は例えば０．３ｍｍ～２ｍｍ程度である。多孔質体層４０の厚さは例えば１５０～４００μｍ程度であり、ガス流路用溝の深さは例えば１００～３００μｍ程度であり、ガス流路用溝の底と多孔質体層４０の他方の面との距離（天井厚）は例えば１００～３００μｍ程度である。実施形態１に係る燃料

電池用ガス供給拡散層４２Ａを輸送機器以外の用途（例えば定置用）の燃料電池や電気分解のための装置に用いる場合には、上記のサイズに限定されるものではなく、必要とされる性能などに応じて適宜のサイズのものを用いることができる。

[0047] タイプＡの燃料電池用セパレータ２２における燃料電池用ガス供給拡散層４１も、基本的には燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａと同様の構成を有する。但し、ガス供給拡散層に供給するガスが水素ガスであることから、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａよりも気孔率が低く、また、厚さが薄い（後述する図８（ｂ）参照。）。

[0048] タイプＣＡの燃料電池用セパレータ２１においては、ガス拡散層として燃料電池用ガス供給拡散層４１及び燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａを用いる（後述する図８（ａ）参照。）。タイプＣＷの燃料電池用セパレータ２４は、タイプＣの燃料電池用セパレータ２３Ａにおける燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａが形成されていない面に冷却水供給拡散層が形成されたものである（後述する図８（ｃ）参照。）。タイプＡＷの燃料電池用セパレータ２５は、タイプＡの燃料電池用セパレータ２２における燃料電池用ガス供給拡散層４１が形成されていない面に冷却水供給拡散層が形成されたものである（後述する図８（ｄ）参照。）。

[0049] 実施形態１に係る燃料電池セルスタック２０を運転すると、アノードガス（水素ガス）を導入する燃料極ではプロトン（H^+）が生成する。プロトンは、膜電極接合体８１中を拡散して酸素極側に移動し、酸素と反応して水が生成する。生成した水は、酸素極側から排出される。このとき、上記のような構造を有する燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａを備える燃料電池用セパレータ２３Ａにおいては、カソードガス流入口６２ｉｎから流入した空気は流入通路５７及びガス流入側段差５１を通って、ガス流入側溝５３ａ，５３ｂに流入する。ガス流入側段差５１内に流入した空気の一部はガス流路用溝内に入ってガス流路用溝から多孔質体層４０（ガス拡散層４３）内に入り、他の一部は多孔質体層４０（ガス拡散層４３）の端面から直接に多孔質体層４０

（ガス拡散層４３）に入って、多孔質体層４０（ガス拡散層４３）内を拡散していく。

[0050] 空気は、多孔質体層４０（ガス拡散層４３）内を平面方向に拡散しながら厚さ方向にも拡散し、多孔質体層４０（ガス拡散層４３）に接して設けられた膜電極接合体８１に供給され、発電反応に寄与する。発電に使用されなかったガス（未使用の酸素ガス及び窒素ガス）及び発電時に生成した水（水蒸気又は凝縮水）は多孔質体層４０（ガス拡散層４３）、ガス流路用溝、ガス流出側段差５２を介して流出通路５８に流出する。流出通路５８に流出した酸素ガス、窒素ガス及び水は、最終的に流出通路５８からカソードガス流出口６２ｏｕｔ及びカソードガス排出口７２ｏｕｔを通って排出されていく。このとき、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの構造上、全ての水は排出されず、一部が多孔質体層４０（ガス拡散層４３）内に留まる。

[0051] 実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、上記のような特徴を有することから、発電時に膜電極接合体８１で生成した水（水蒸気又は凝縮水）を、多孔質体層４０及びガス流路用溝を介してガス流路用溝外に効率良く排出できるようになる。

[0052] ［実施形態１の効果］

実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、多孔質体層４０の一方の面において複数のガス流路用溝（ガス流入側溝５３ａ，５３ｂ、ガス流出側溝５４ａ，５４ｂ及び中継用溝５５ａ～５５ｄ）が形成されていることから、従来よりもガスの移動抵抗が減少し、膜電極接合体に対して従来よりも多量のガスを供給できる。

[0053] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、多孔質体層４０の一方の面において複数のガス流路用溝が形成されていることから、多孔質体層４０の他方の面に配設される膜電極接合体８１に対するガスの供給は必ず多孔質体層４０を介して行われるので、複数のガス流路が多孔質体層４０の一方の面から他方の面にかけて開口されている場合よりもガスを膜電極接合体８１に対して均一に供給できる。

[0054] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、多孔質体層４０の一方の面において複数のガス流路用溝が形成されていることから、発電に使用されなかったガス（この場合燃料電池用のカソードガス（酸素ガス、窒素ガス））を、多孔質体層４０及びガス流路用溝を介してガス流路用溝外に効率良く排出できるようになるため、また、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂと複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂとの間に形成される伏流領域において伏流ガス流れに押し出される形で発電に使用されなかったガスがガス流路用溝外に効率良く排出できるようになるため、従来よりもガスの移動抵抗を低く保つこと、ひいては、反応ガス濃度を高く保つことが可能となり、従来よりも反応効率（実施形態１の場合には燃料電池の発電効率）を高くできる、ガス拡散層となる。

[0055] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、多孔質体層４０の一方の面において複数のガス流路用溝が形成されていることから、発電時に膜電極接合体８１で生成した水分（水蒸気又は凝縮水）を、多孔質体層４０及びガス流路用溝を介してガス流路用溝外に効率良く排出できるようになるため、また、伏流領域においては伏流ガス流れに押し出される形で水分（水蒸気又は凝縮水）をガス流路用溝外に効率良く排出できるようになるため、従来よりも排水性に優れたガス拡散層となる。

[0056] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数のガス流路用溝が、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂと複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂとを含み、これらのうち複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂが、異なる長さを有する２種以上のガス流入側溝５３ａ，５３ｂを含むことから、複数のガス流入側溝のうち相対的に短い長さを有するガス流入側溝５３ａ（流出側終端部）の作用により、本来乾燥しやすい流入側領域における多孔質体層４０が乾燥しにくくなり、多孔質体層４０が乾燥し過ぎることによる反応効率の低下が抑制できる。また、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂのうち相対的に長い長さを有するガス流入側溝５３ｂの作用により、本来滞留得し易い水分（水蒸気又は凝縮水）がガス流入側溝５３ｂを通して効

率的に排出され排水性が高くなり、また、流入側領域から離れていて本来ガス圧が低下し易い領域においてもガス圧が低下しにくくなり、ガス圧低下による反応効率の低下が抑制できる。これらにより、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、従来よりも反応効率（実施形態１の場合には燃料電池の発電効率）を高くでき、さらには、従来よりも排水性に優れた、ガス拡散層となる。

[0057] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、隣接する２つのガス流入側溝５３ａ，５３ｂは異なる長さを有する、すなわち上記ｘ方向に沿って隣接する２つのガス流入側溝５３ａ，５３ｂにおける流出側終端部（デッドエンド部）の位置が、上記したｙ方向に沿って離間した位置に存在することから、流出側終端部が一層分散する。これにより、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、反応効率をより一層高くでき、さらには、より一層排水性に優れたガス拡散層となる。

[0058] なお、本発明においては、隣接する４つ又は３つのガス流入側溝のうち少なくとも１つのガス流入側溝が、他のガス流入側溝とは異なる長さを有するものであってもよい。この場合でも、燃料電池用ガス供給拡散層は、隣接する２つのガス流入側溝が異なる長さを有する場合と同趣旨の効果を有する。

[0059] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂのうち最も短い長さを有するガス流入側溝５３ａが多孔質体層４０のガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％未満の長さを有することから、多孔質体層４０が乾燥し過ぎることによる反応効率の低下を一層抑制できる。また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂのうち最も長い長さを有するガス流入側溝５３ｂが多孔質体層４０のガスの流入側から流出側に沿った長さの４０％以上の長さを有することから、排水性を一層高くでき、かつ、ガス圧低下による反応効率の低下を一層抑制できる。

[0060] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂが、異なる長さを有する２種以上のガス流出側溝５

４ａ，５４ｂを含む。従って、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂについても、異なる長さを有する２種以上のガス流出側溝５４ａ，５４ｂを含むことから、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂのうち相対的に長いガス流出側溝５４ｂの作用により、本来滞留しやすい水分（水蒸気・凝集水）の排出効率が高くなり、ガス拡散が促進され、反応効率（実施形態１の場合には発電効率）を高められる。一方、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂのうち相対的に短いガス流出側溝５４ａの作用により、ガス流出側の領域においても上流のガス拡散用溝からのガスの伏流により所定の反応（実施形態１の場合には発電）がおこなわれ、全体としての反応効率（実施形態１の場合には発電効率）を高くできる。

[0061] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、隣接する２つのガス流出側溝５４ａ，５４ｂは異なる長さを有することから、長い溝と短い溝が分散して配置される。これにより、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａは、反応効率を一層高くでき、さらには、一層排水性に優れたガス拡散層となる。

[0062] なお、本発明においては、隣接する４つ又は３つのガス流出側溝のうち少なくとも１つのガス流出側溝が、他のガス流出側溝とは異なる長さを有するものであってもよい。この場合でも、燃料電池用ガス供給拡散層は、隣接する２つのガス流出側溝が異なる長さを有する場合と同趣旨の効果を有する。

[0063] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂのうち最も短い長さを有するガス流入側溝５３ａは、多孔質体層４０のガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％未満の長さを有するため、乾燥しやすい流入側の多孔質体層４０を特に乾燥しにくくすることが可能となり、反応効率を一層上昇させることが可能となる。また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂのうち最も長い長さを有するガス流出側溝５４ｂは、多孔質体層４０のガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％以

上の長さを有するため、滞留しやすい水分（水蒸気・凝集水）がガス流出側溝５４ｂを通して効率的に排出されることから、ガス拡散を促進することが可能となり、この観点からも反応効率を一層上昇させることができる。

[0064] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数のガス流路用溝は、複数の中継用溝５５ａ～５５ｄを含むため、流出側終端部（デッドエンド部）の数を増やすことが可能となり、伏流領域を通過するガスの量を増やして反応効率を一層高くすることが可能となる。また、多孔質体層４０の乾燥防止や、水分（水蒸気・凝集水）の排出効率向上のバランスの最適化を図ることも可能となる。

[0065] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数の中継用溝５５ａ～５５ｄは、ガスの流入側から流出側に向かう方向とは垂直な方向（ｘ方向）に沿って連通しているため、連通する方向に沿ってガス圧を均等化することが可能となる。

[0066] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、複数のガス流入側溝５３ａ，５３ｂ、複数のガス流出側溝５４ａ，５４ｂ及び複数の中継用溝５５ａ～５５ｄは、互いに入り込むように形成されているため、ガス圧の均等化や伏流の増大を図ることが可能となる。

[0067] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａを平面視したとき、多孔質体層４０全体の面積に対するガス流路用溝形成領域の面積の割合は、３０％～８０％の範囲内にあるため、十分なガス供給能力と十分な機械的強度とを両立することが可能となる。

[0068] また、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａによれば、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａが、カソードガス用の燃料電池用ガス供給拡散層であるため、燃料電池セルスタックの性能を高くすることができる。

[0069] 実施形態１に係る燃料電池用セパレータ２３Ａは、ガス遮蔽板である金属板３０と、金属板３０の少なくとも一方の面に配設された燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａとを備えるセパレータであって、燃料電池用ガス供給拡散層

４２Ａは、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａであり、複数のガス流路用溝（ガス流入側溝５３ａ，５３ｂ、ガス流出側溝５４ａ，５４ｂ及び中継用溝５５ａ～５５ｄ）が金属板３０側に位置するように金属板３０に対して配置されており、ガス流路用溝と金属板３０とでガス流路が構成されていることから、従来よりも反応効率を高くできるセパレータとなる。

[0070] 実施形態１に係る燃料電池セルスタック２０は、セパレータと、膜電極接合体８１とが積層されてなる燃料電池セルスタックであって、セパレータは、実施形態１に係る燃料電池用セパレータ２３Ａであり、燃料電池用セパレータ２３Ａと膜電極接合体８１とは、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの複数のガス流路用溝（ガス流入側溝５３ａ，５３ｂ、ガス流出側溝５４ａ，５４ｂ及び中継用溝５５ａ～５５ｄ）が形成されていない側の面に膜電極接合体８１が位置する位置関係で積層されていることから、従来よりも反応効率を高くできる燃料電池セルスタックとなる。

[0071] また、実施形態１に係る燃料電池セルスタック２０によれば、燃料電池セルスタック２０が燃料電池セルスタックであることから、従来よりも燃料電池の発電効率を高くできる燃料電池セルスタックとなる。

[0072] ［燃料電池用セパレータ２３Ａの製造方法］

一例として、耐食層、緻密枠３２、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ等は、熱硬化性樹脂（又は熱可塑性樹脂）、炭素系導電材粉末（及び、状況に応じて炭素繊維）、樹脂粉末および揮発性溶剤を混錬したペースト状の材料を用いた等方圧加圧により形成することができる。それぞれの部材及び部分に特有の形状は、例えば、プリント、スタンプ、絞り出し等により形成することができる。また、各部材を熱圧着やロールプレス（ホットプレス）で配置又は形成することもできる。

[0073] なお、上記した製造方法は、燃料電池用セパレータ２３Ａ以外のセパレータ（燃料電池用セパレータ２１，２２，２４，２５）を製造する際にも適用できる。

[0074] ［燃料電池用セパレータ２３Ａ以外のセパレータ］

図８は、燃料電池用セパレータ２３Ａ以外のセパレータ（燃料電池用セパレータ２１，２２，２４，２５）の断面図である。図８（ａ）はタイプＣＡの燃料電池用セパレータ２１の断面図であり、図８（ｂ）はタイプＡの燃料電池用セパレータ２２の断面図であり、図８（ｃ）はタイプＣＷの燃料電池用セパレータ２４の断面図であり、図８（ｄ）はタイプＡＷの燃料電池用セパレータ２５の断面図である。図８は、燃料電池用セパレータ２３ＡのＡ１－Ａ１断面（図５（ａ）参照。）に相当する断面による断面図である。図８においては、全ての複数のガス流路用溝に符号を付すと図面がわかりにくくなるため、１つのガス流路用溝のみにガス流路用溝である（ガス流入側溝、ガス流出側溝又は中継用溝のいずれかである）ことを示す「５３」の符号を付している。

[0075] 本発明のガス拡散層は、燃料電池用セパレータ２１の（カソードガス用）燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ及び／又は（アノードガス用）燃料電池用ガス供給拡散層４１に適用することができる（図８（ａ）参照。）。また、本発明のガス拡散層は、燃料電池用セパレータ２２の（アノードガス用）燃料電池用ガス供給拡散層４１に適用することができる（図８（ｂ）参照。）。また、本発明のガス拡散層は、燃料電池用セパレータ２４の（カソードガス用）燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａに適用することができる（図８（ｃ）参照。）。また、本発明のガス拡散層は、燃料電池用セパレータ２５の（アノードガス用）燃料電池用ガス供給拡散層４１に適用することができる（図８（ｄ）参照。）。

[0076] このように本発明のガス拡散層を上記のような燃料電池用セパレータ２１，２２，２４，２５の燃料電池用ガス供給拡散層に適用した場合であっても、従来よりも反応効率（燃料電池であれば発電効率）を高くできる、ガス拡散層となる。

[0077] ［実施形態２］

図９は、実施形態２に係る燃料電池用セパレータ２３Ｂの平面図である。但し、図４の場合と同様に、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂの流路パター

ンを分かり易く表すために、金属板３０の図示は省略している。以降の図１０～図２３及び図２９～図３１においても同様である。図１０は、実施形態２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂにおけるガス流入側溝５３ｃ～５３ｆ及びガス流出側溝５４ｃ～５４ｆを説明するために示す図である。図１１は、実施形態２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂにおける中継用溝５５ｅ及び連通溝５６ｃを説明するために示す図である。

[0078] 実施形態２に係る燃料電池用セパレータ２３Ｂにおける燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂは、基本的には実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａと同様の構成を有するが、ガス流路用溝の構成が実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの場合と異なる。実施形態２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂにおいては、図９～図１１に示すように、それぞれ長さが異なる２種以上の（この場合４種の）ガス流入側溝５３ｃ～５３ｆ及びガス流出側溝５４ｃ～５４ｆが形成されている。また、ガス流入側溝５３ｃ～５３ｆ及びガス流出側溝５４ｃ～５４ｆに入り込むように中継用溝５５ｅが形成されている。中継用溝５５ｅは複数形成されており、それぞれの中継用溝５５ｅは連通溝５６ｃにより連通している。

[0079] 実施形態２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂ及び燃料電池用セパレータ２３Ｂは、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ及び燃料電池用セパレータ２３Ａと同様に、従来よりも反応効率を高くできるガス拡散層及びセパレータとなる。また、実施形態２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂ及び燃料電池用セパレータ２３Ｂによれば、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ及び燃料電池用セパレータ２３Ａと共通する特徴に起因する共通の効果も得られる。

[0080] ［実施形態３］

図１２は、実施形態３に係る燃料電池用セパレータ２３Ｃの平面図である。図１３は、実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃにおけるガス流入側溝５３ｇ～５３ｊ及びガス流出側溝５４ｇ～５４ｊを説明するために示す図である。図１４は、実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４

２Ｃにおける中継用溝５５ｄ～５５ｊ及び連通溝５６ｄ，５６ｅを説明するために示す図である。

[0081] 実施形態３に係る燃料電池用セパレータ２３Ｃにおける燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃは、基本的には実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａと同様の構成を有するが、ガス流路用溝の構成が実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの場合と異なる。実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃにおいては、図１２～図１４に示すように、それぞれ長さが異なる２種以上の（この場合４種の）ガス流入側溝５３ｇ～５３ｊ及びガス流出側溝５４ｇ～５４ｊが形成されている。また、ガス流入側溝５３ｇ～５３ｊ及びガス流出側溝５４ｇ～５４ｊに入り込むように中継用溝５５ｆ～５５ｊが形成されている。このうち、ガス流入側溝５３ｉ，５３ｊ及び中継用溝５５ｉ，ｊは１本の溝から２本の溝への分岐箇所を有する。また、中継用溝５５ｆと中継用溝５５ｇとは連通溝５６ｄにより連通しており、中継用溝５５ｆ，５５ｇと中継用溝５５ｈとは連通溝５６ｄにより連通している。つまり、燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃは、複数の中継用溝として、隣接する２本の中継用溝が連通するように形成された中継用溝のペアがガスの流入側から流出側に向かう方向とは垂直な方向に沿って形成されている複数の中継用溝５５ｆ～５５ｈを含む。

[0082] 実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃ及び燃料電池用セパレータ２３Ｃは、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ及び燃料電池用セパレータ２３Ａと同様に、従来よりも反応効率を高くできるガス拡散層及びセパレータとなる。また、実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃによれば、複数の中継用溝として、隣接する２本の中継用溝が連通するように形成された中継用溝のペアがガスの流入側から流出側に向かう方向とは垂直な方向に沿って形成されている複数の中継用溝５５ｆ～５５ｈを含むため、圧力損失を低くすることが可能となり、伏流するガス及び水蒸気又は凝集水が下流側に流れ込みやすくなり、ガスをより均一に拡散させることが可能となるとともに、水蒸気または凝集水をより効率良く燃料電池用

ガス供給拡散層４２Ｃの外に排出することが可能となる。また、実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃによれば、複数のガス流路用溝の一部は、「１本の溝から２本の溝への分岐箇所」を有するため、場所を限定したガス圧の均等化が可能となる。また、流出側終端部（デッドエンド部）の数を増やすことが可能となり、伏流領域を通過するガスの量を増やして反応効率を一層高くすることが可能となる。また、実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃ及び燃料電池用セパレータ２３Ｃによれば、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ及び燃料電池用セパレータ２３Ａと共通する特徴に起因する共通の効果も得られる。

[0083] ［実施形態４］

図１５は、実施形態４に係る燃料電池用セパレータ２３Ｄの平面図である。図１６は、実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄにおけるガス流入側溝５３ｋ～５３ｎ及びガス流出側溝５４ｋ，５４ｌを説明するために示す図である。図１７は、実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄにおける中継用溝５５ｋ～５５ｐを説明するために示す図である。

[0084] 実施形態４に係る燃料電池用セパレータ２３Ｄにおける燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄは、基本的には実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａと同様の構成を有するが、ガス流路用溝の構成が実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａの場合と異なる。実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄにおいては、図１５～図１７に示すように、それぞれ長さが異なる２種以上の（この場合４種の）ガス流入側溝５３ｋ～５３ｎ及びガス流出側溝５４ｋ，５４ｌが形成されている。また、ガス流入側溝５３ｋ～５３ｎ及びガス流出側溝５４ｋ，５４ｌに入り込むように中継用溝５５ｋ～５５ｐが形成されている。このうち、中継用溝５５ｋ～５５ｎは２本の溝から１本の溝への合流箇所を有する。なお、実施形態４の変形として、ガス流入側溝５３ｋ～５３ｎとガス流出側溝５４ｋ，５４ｌとを入れ替え、中継用溝５５ｋ～５５ｎを上記入れ替えに対応する配置及び形状とする形態も考えられる。

[0085] 実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄ及び燃料電池用セパレータ２３Ｄは、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ及び燃料電池用セパレータ２３Ａと同様に、従来よりも反応効率を高くできるガス拡散層及びセパレータとなる。また、実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄによれば、複数のガス流路用溝の一部は、「２本の溝から１本の溝への合流箇所」を有するため、場所を限定したガス圧の均等化が可能となる。また、実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄ及び燃料電池用セパレータ２３Ｄによれば、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ及び燃料電池用セパレータ２３Ａと共通する特徴に起因する共通の効果も得られる。

[0086] ［実施形態５～８］

図１８は、実施形態５に係る燃料電池用セパレータ２３Ｅの平面図である。図１９は、実施形態６に係る燃料電池用セパレータ２３Ｆの平面図である。図２０は、実施形態７に係る燃料電池用セパレータ２３Ｇの平面図である。図２１は、実施形態８に係る燃料電池用セパレータ２３Ｈの平面図である。

[0087] 実施形態５～８に係る燃料電池用セパレータ２３Ｅ～２３Ｈ及び燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｅ～４２Ｈは、基本的には実施形態１～４に係る燃料電池用セパレータ２３Ａ～２３Ｄ及び燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ～４２Ｄと同様の構成を有するが、燃料電池用ガス供給拡散層の縦横比が実施形態１～４に係る燃料電池用セパレータ２３Ａ～２３Ｄ及び燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ～４２Ｄの場合と異なる。また、実施形態５～８に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｅ～４２Ｈにおいては、ガス流路用溝を構成する各溝の幅等も実施形態１～４に係る燃料電池用セパレータ２３Ａ～２３Ｄとは異なる。但し、ガス流路用溝のパターンについては、実施形態５に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｅは実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａと、実施形態６に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｆは実施形態２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｂと、実施形態７に係る燃料電池用

ガス供給拡散層４２Ｇは実施形態３に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｃと、実施形態８に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｈは実施形態４に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｄと、それぞれ同様である（図１８～図２１参照。）。

[0088] 実施形態５～８に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｅ～４２Ｈ及び燃料電池用セパレータ２３Ｅ～２３Ｈは、実施形態１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ及び燃料電池用セパレータ２３Ａと同様に、従来よりも反応効率を高くできる燃料電池用ガス供給拡散層及び燃料電池用セパレータとなる。また、実施形態５～８に係る燃料電池用セパレータ２３Ｅ～２３Ｈ及び燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｅ～４２Ｈによれば、対応する燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａ～４２Ｄ及び燃料電池用セパレータ２３Ａ～２３Ｄと同様の効果が得られる。

[0089] ［試験例］

次に、本発明に係るガス拡散層及びセパレータを実際に製造して燃料電池の最小単位である単セルを形成し、ガス流路用溝のパターンの違いが特性にどのような影響を及ぼすか試験した結果について説明する。試験例は、後述する実施例１、実施例２及び比較例について、「電流密度と電圧との関係」を測定し（試験例１）、「電流密度とカソードガスの圧力との関係」を測定し（試験例２）、「電流密度分布」を測定する（試験例３）ことにより行った。これらの試験は実施例１、実施例２及び比較例についての試験結果を比較するものであるため、「比較試験」ということもできる。

[0090] まず、試験例で製造した単セルについて説明する。単セルとしては、実施例１に係る単セル（以下、単に「実施例１」という。）、実施例２に係る単セル（以下、単に「実施例２」という）及び比較例に係る単セル（以下、単に「比較例」という）の３種類を製造して試験を行った。単セルとしては、カソードガス用の燃料電池用セパレータ（タイプＣのセパレータ）とアノードガス用の燃料電池用セパレータ（タイプＡのセパレータ）で膜電極接合体を挟み込んだもの（図示せず。）を用いた。実施例１のカソードガス用の燃

料電池用ガス供給拡散層においては、ガス流路用溝の形状を実施形態５に示すもの（図１８参照。）とした。実施例２のカソードガス用の燃料電池用ガス供給拡散層においては、ガス流路用溝の形状を実施形態８に示すもの（図２１参照。）とした。比較例のカソードガス用の燃料電池用ガス供給拡散層においては、ガス流路用溝の形状を図２２に示すものとした。

[0091] 図２２は、比較例における燃料電池用セパレータ２３１の平面図である。図２２（ａ）はガス流路用溝を全て表示する図であり、図２２（ｂ）はガス流路用溝のうちガス流入側溝５３ｏ及びガス流出側溝５４ｍのみを表示する図（中継用溝５５ｑ～５５ｔ及び連通溝５６ｆ，５６ｇを表示しない図）である。比較例のカソードガス用の燃料電池用ガス供給拡散層においては、ガス流路用溝の形状を燃料電池用セパレータ２３１の燃料電池用ガス供給拡散層４２１に形成されたもの（図２２参照）とした。燃料電池用ガス供給拡散層４２１においては、ガス流入側溝５３ｏ及びガス流出側溝５４ｍとして、それぞれ同じ長さの溝を用いた。中継用溝５５ｑ～５５ｔのうち中継用溝５５ｑ，５５ｒは、幅方向に（ｘ方向に）連通している連通溝５６ｆにより連通しており、中継用溝５５ｓ，５５ｔは、連通溝５６ｇにより連通している。

[0092] 図２３は、試験例（実施例１、実施例２及び比較例）で用いたアノードガス用の燃料電池用セパレータ２２Ａの平面図である。実施例１、実施例２及び比較例におけるアノードガス用の燃料電池用ガス供給拡散層は、図２３に示した燃料電池用セパレータ２２Ａに記載の燃料電池用ガス供給拡散層４１Ａを用いた。燃料電池用ガス供給拡散層４１Ａにおけるガス流路用溝の形状は、基本的には比較例における燃料電池用ガス供給拡散層４２１におけるガス流路用溝の形状と同様であり、ガス流入側溝５３ｏ、ガス流出側溝５４ｍ及び中継用溝５５ｑ～５５ｓが形成されている。ただし、単セルにおいてアノードガスとカソードガスとは流れる方向が逆となるため、燃料電池用ガス供給拡散層４１Ａにおいては、ガス流路用溝の上流下流が入れ替わっている。なお、試験例においては試験結果に影響を及ぼすのはガス流路用溝のパタ

ーンの差異のみである（実施例１、実施例２及び比較例においてガス流路用溝以外の構成要素は共通している）ため、ガス流路用溝のパターン以外については説明を省略する。

[0093] 各試験例（試験例１～３）においては、発電条件として、燃料電池の使用条件を考慮して「ドライ条件、背圧無し（発電条件１）」、「ドライ条件、背圧有り（発電条件２）」及び「ウェット条件、背圧無し（発電条件３）」を採用した。試験時の単セルの温度は８０℃とした。カソードガスとしては空気を用い、アノードガスとしては水素ガスを用いた。カソードガス利用率は４０％とし、アノードガス利用率は７０％とした。触媒としては白金触媒（田中貴金属工業製のＴＥＣ１０Ｅ５０Ｅ）を用い、担持量は両極とも約０．３ｍｇ／ｃｍ^{2}とした。高分子膜としてはメルク社のＮＡＦＩＯＮ（登録商標） ＮＲ２１１からなる厚さ２５μｍのものを用いた。有効面積は２９．１６ｃｍ^2（３ｃｍ×９．７２ｃｍ）とした。「ドライ条件」におけるカソードガス・アノードガスの湿度は３０％ＲＨとし、「ウェット条件」におけるカソードガス・アノードガスの湿度は８０％ＲＨとした。「背圧無し」における背圧は０ｋＰａＧ、つまり大気圧とした。「背圧有り」における背圧は１５０ｋＰａＧ、つまり大気圧に１５０ｋＰａを足した値とした。

[0094] 試験例１～３においては、パナソニックプロダクションエンジニアリング株式会社製の燃料電池単セル評価装置を用いた。そして、試験例１における「電流密度と電圧との関係」の測定及び試験例２における「電流密度とカソードガスの圧力との関係」の測定は、電子負荷装置の電流値を変更することにより電流密度を徐々に増加させながら電圧及びカソードガスの入口側の圧力を測定することにより行った。なお、当該測定中、電流値に合わせて反応ガス（アノードガス及びカソードガス）の供給量を調整することで、ガス利用率を一定とした。

[0095] 試験例３においては、Ｓ＋＋社製の電流密度分布センサーＣｕｒｒｅｎｔ ｓｃａｎ ｌｉｎを併用した。そして、試験例３における「電流密度分布」の測定は、単セルにおいて発電がなされる領域を２０行６列に区分し区分

ごとに電流密度を測定することにより行った。当該測定は、平均電流密度が一定となる条件で行った。図２４は、試験例３において電流密度分布を計測するときにおける領域の区分を説明するために示す図である。図２４に示すセパレータＳは、単セルに用いたタイプＣのセパレータに共通する構成を示すもの（ガス流路用溝の記載を省略したもの）である。図２４のガス供給拡散層４２上の右から３列目に示す数字は、区分した領域にガスの流入側から流出側に向かって領域番号を付したものである。当該領域番号の数字は、後述する図２７のグラフの横軸（領域番号）の数字に対応する。

[0096] 次に、試験の結果について説明する。図２５は、試験例１の結果（ガス流路用溝のパターンと発電特性との関係）を示すグラフ、直接的には実施例１、実施例２及び比較例における電流密度と電圧との関係（いわゆるＩ－Ｖ性能）を示すグラフである。図２６は、試験例２の結果（ガス流路用溝のパターンと燃料電池用ガス供給拡散層における圧力損失との関係）を示すグラフ、直接的には実施例１、実施例２及び比較例における電流密度とカソードガスの圧力との関係を示すグラフである。図２７は、試験例３の結果（ガス流路用溝のパターンと燃料電池用ガス供給拡散層における電流密度分布との関係）を示すグラフ、直接的には実施例１、実施例２及び比較例における電流密度分布を示すグラフである。図２５（ａ）、図２６（ａ）及び図２７（ａ）は発電条件１についてのグラフであり、図２５（ｂ）、図２６（ｂ）及び図２７（ｂ）は発電条件２についてのグラフであり、図２５（ｃ）、図２６（ｃ）及び図２７（ｃ）は発電条件３についてのグラフである。なお、図２７（ａ）、図２７（ｂ）及び図２７（ｃ）においては、実施例１、実施例２及び比較例の文字の後ろに「平均電流密度の電流を流したときに得られる出力電圧」の値を記載している。また、各グラフにおいては、実施例１の結果を破線で、実施例２の結果を一点鎖線で、比較例の結果を実線で、それぞれ記載している。

なお、発電条件１においては、電流密度を増加させると得られる電圧が急激に低下して有意な結果が得られなくなったため、図２５及び図２６に示す

ように、電流密度と電圧との関係についての測定を０．６～０．８Ａ／ｃｍ^{2}で打ち切った。また、この結果、図２７においては、発電条件１の場合だけ、設定平均電流密度を０．６Ａ／ｃｍ^{2}とした条件で電流密度分布の測定を行った。

[0097] １．試験例１の結果

試験例１の結果、いずれの発電条件の場合でも、どの電流密度で比較しても実施例１及び実施例２の場合には比較例の場合よりも高い電圧が得られ、発電効率が高くなることが分かった（図２５参照。）。

[0098] ２．試験例２の結果

試験例２の結果、いずれの発電条件の場合でも、同じ電流密度が得られるときに生ずるカソードガスの燃料電池用ガス供給拡散層内における圧力損失が、試験例１及び試験例２の場合には比較例の場合よりも低くて済むことが分かった（図２６参照。）。

これらの結果は、実施例１及び実施例２の場合には比較例の場合よりも発電効率を高くできることを意味している。

[0099] ３．試験例３の結果

まず、平均電流密度（Ｊｍ）とは、図２４の領域１～２０を含む各区画（ｉ）で得られる個別の電流密度（Ｊｉ）の合計を全区画の面積で除した値である。これらの区画内において、触媒の有効利用率で決まる活性化過電圧（Ｅａ）、燃料電池用ガス供給拡散層内のガス供給／排出能で決まるガス拡散過電圧（Ｅｄ）、電極内の電子及びイオンの導電性で決まる抵抗過電圧（Ｅｒ）のそれぞれが小さいほど、大きな電流密度値が得られる。ある区画が関与して得られる電圧（Ｅｉ）と理論的に可能な電池電圧(Ｅｔ)との関係は、「Ｅｉ＝Ｅｔ－Ｅａ－Ｅｄ－Ｅｒ」という式で求められる。

触媒層及び燃料電池用ガス供給拡散層は電子導電性であるため、個別の区画が関与して得られる電圧（Ｅｉ）は電極全体として計測される電位（Ｅ（図２５で示される電圧（Ｖ）と実質的に一致））と同一値を示す。従って、本発明の燃料電池用ガス供給拡散層におけるガス流路用溝のパターンを適用

して反応ガスの供給／排出能が改善できれば、活性化過電圧（Ｅａ）及びガス拡散過電圧（Ｅｄ）が減少し、また、局所での反応生成水の排出／電極内の均等分配が出来れば、抵抗過電圧（Ｅｒ）が減少し、その結果、個別の区画が関与して得られる電圧（Ｅｉ）及び電極全体として計測される電位（Ｅ）が増加するはずである。

[0100] まず、発電条件１の「ドライ条件、背圧無し」（図２７（ａ）参照。）においては、０．６Ａ／ｃｍ^{2}での電池出力が実施例１で０．５２２×０．６Ｗ／ｃｍ^2、実施例２で０．５５１×０．６Ｗ／ｃｍ^{2}と、比較例の０．４５２×０．６Ｗ／ｃｍ^{2}と比較して明らかに高い。それにもかかわらず、ガス流入側（領域番号１～７）では、いずれの場合でも、同程度の低い電流密度しか得られないことがわかった。これは、ドライ条件のガスを用いたことから多孔質体層（特にガス流入側の領域における多孔質体層）が乾燥し過ぎることに起因していると考えられる。しかし、実施例１及び実施例２では反応生成水が中間領域（領域番号７～１６）を有効に加湿することから、比較例に比べ高電流密度をもたらし、上述の高い電池出力をもたらしている。こうなった理由は、本発明におけるガス流路用溝のパターンによる反応ガスの供給／排出能が改善できたことから活性化過電圧（Ｅａ）及びガス拡散過電圧（Ｅｄ）が減少したこと、並びに、反応生成水の排出及び電極内の均等分配ができた結果、抵抗過電圧（Ｅｒ）が減少し、個別の区画が関与して得られる電圧（Ｅｉ）及び電極全体として計測される電位（Ｅ）の増加につながったと判断される。

[0101] 次に、発電条件２の「ドライ条件、背圧有り」（図２７（ｂ）参照。）においても、２．０Ａ／ｃｍ^{2}での電池出力が実施例１で０．５１９×２Ｗ／ｃｍ^2、実施例２で０．５５４×２Ｗ／ｃｍ^{2}であり、比較例の０．４３６×２Ｗ／ｃｍ^{2}よりも高かった。発電条件２においては、発電条件１でのいずれの結果よりも電池出力の高出力化を図ることができた。これは、背圧付与の効果により発電量そのものが増大するとともに、発電で生成する水分量が増大する結果、多孔質体層の乾燥が抑制され電池出力が高くなるためである。ま

た、発電条件２における実施例１及び実施例２の電流密度分布は、発電条件２における比較例の電流密度分布並びに発電条件１における実施例１、実施例２及び比較例の電流密度分布と比べ、発電領域がガス流入側（領域番号１～１０）に明らかにシフトしている。実施例１及び実施例２の場合には、特に相対的に短い長さを有するガス流入側溝の作用により、ガス流入側の領域での発電で生成する水分が多くなり、この領域での多孔質体層の乾燥がより一層抑制され、活性化過電圧（Ｅａ）及びガス拡散過電圧（Ｅｄ）の減少により、電極全体として一層高い電池出力が得られたと考えられる。

[0102] 次に、発電条件３の「ウェット条件、背圧無し」（図２７（ｃ）参照。）においても、実施例１、実施例２及び比較例のいずれの場合でも、発電条件１の場合よりも電池出力を高くできることがわかった。この結果は、ウェット条件を採用した効果によりガス流入側（領域番号１～１０）の多孔質体層の乾燥が抑制され、これらの領域の電流密度が増大することで、電池出力が高くなることに起因することがわかった。比較例に比べ、実施例１及び実施例２においては、そのガス流路用溝のパターンにより、電極全面へのガス供給及び加湿の効果が広がったため、各区画の電位（Ｅｉ）が改善され、したがって電極電位（Ｅ）も改善され、電池出力向上がもたらされた。

[0103] ［変形例１～４］

本発明における複数のガス流路用溝のパターンは、上記した各実施形態で説明したものに限られない。図２８は、変形例１に係る燃料電池用セパレータ２３Ｊの平面図である。図２９は、変形例２に係る燃料電池用セパレータ２３Ｋの平面図である。図３０は、変形例３に係る燃料電池用セパレータ２３Ｌの平面図である。図３１は、変形例４に係る燃料電池用セパレータ２３Ｍの平面図である。

[0104] 変形例１に係る燃料電池用セパレータ２３Ｊの燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｊにおいては、異なる長さを有する２種以上の（この場合２種の）ガス流入側溝５３ｐ，５３ｑが形成されており、このうち長い２本のガス流入側溝５３ｑが燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｊのｘ方向全体に渡って形成され

ている連通溝５６ｆと連通している（図２８参照。）。連通溝５６ｆは、ガスの流れの方向に沿って形成されている追加の溝５３ｒ，５３ｓと連通している。なお、変形例１に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｊにおいてはガス流出側溝５４ｍは全て同じ長さであるが、本発明はこれに限られず、ガス流出側溝５４ｍとは長さが異なるガス流出側溝を有していてもよい。

[0105] 変形例２に係る燃料電池用セパレータ２３Ｋの燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｋにおいては、異なる長さを有する２種以上の（この場合２種の）ガス流入側溝５３ｔ，５３ｕが形成されており、このうち長い２本のガス流入側溝５３ｕが燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｋを３つの領域に区分するような構成となっている（図２９参照。）。中継用溝５５ｕ等の中継用溝は、ガス流入側溝５３ｕにより区分された領域にそれぞれ形成されている連通溝５６ｇ～５６ｉ等の連通溝と連通している。なお、変形例２に係る燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｋにおいてはガス流出側溝５４ｎは全て同じ長さであるが、ガス流出側溝５４ｎとは長さが異なるガス流出側溝を有していてもよい。

[0106] 変形例３に係る燃料電池用セパレータ２３Ｌの燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｌにおいては、単に長さが異なる溝が形成されているだけではなく、ガス流入側溝５３ｖ、ガス流出側溝５４ｏ及び中継用溝５５ｖのような多段階に渡って分岐又は合流する溝が形成されている（図３０参照）。図３０においては、多段階に渡る分岐や合流の例示として、ガス流入側溝５３ｖが分岐する場所を、符号Ｖを付した破線で囲んで強調している。

[0107] 変形例４に係る燃料電池用セパレータ２３Ｍの燃料電池用ガス供給拡散層４２Ｍにおいては、複数のガス流路用溝の基本的なパターンは、基本的には実施形態１に係る燃料電池用セパレータ２３Ａの燃料電池用ガス供給拡散層４２Ａと同様である。しかし、変形例４におけるガス流入用溝５３ｗ，５３ｘ、ガス流出用溝５４ｑ，５４ｒ及び中継用溝５５ｘ～５５ｚは、それぞれジグザグ状に形成されている。なお、本発明においては、ガス流路用溝は、ウェーブ状や円弧状に形成されていてもよい。さらに、本発明においては、ガス流路用溝は、幅が変化する形状であってもよい。つまり、本発明におい

ては、ガス流路用溝は直線状以外の形状で形成されていてもよい。このように、本発明における複数のガス流路用溝のパターンは、本発明の効果を損なうような形態でなければ、個々の事情等に応じて任意の形状に形成することができる。

[0108] ［変形例５］

上記した各実施形態においては、膜電極接合体として、燃料電池用ガス供給拡散層とほぼ同じ面積の触媒層８５を有する膜電極接合体８１を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。膜電極接合体として、燃料電池用ガス供給拡散層よりも小さい面積の触媒層８５を有する膜電極接合体を用いてもよい。

[0109] ［変形例６］

上記した各実施形態においては、ガス流路用溝として、多孔質体層４０（又はガス流路用溝）の表面のガス流路用溝の幅と、ガス流路用溝の底のガス流路用溝の幅とが等しく、断面が長方形状のガス流路用溝を用いたが（図５及び図８参照。）、本発明はこれに限定されるものではない。溝の底が表面よりも狭い断面三角形状のガス流路用溝であってもよいし、溝の底が表面よりも狭い断面半円形状のガス流路用溝であってもよいし、その他の形状のガス流路用溝であってもよい。

[0110] ［変形例７］

上記した各実施形態においては、ガス拡散層として、一方の面にガス流路用溝が形成された多孔質体層４０を備える燃料電池用ガス供給拡散層を用いたが（図４参照。）、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、一方の面にガス流路用溝が形成された多孔質体層４０と、当該多孔質体層４０の他方の面に配設されたマイクロポーラスレイヤとを備える燃料電池用ガス供給拡散層を用いることもできる。このような構成とした場合には、マイクロポーラスレイヤを備えない膜電極接合体を用いてセパレータを構成することができるようになる。

[0111] ［変形例８］

上記した各実施形態においては、ガス遮蔽板として金属板３０を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。金属板３０以外の、ガスを遮蔽する性質をもった材料からなる板（例えば、導電性の微粒子及び樹脂からなる導電性複合素材板や、集電シートと組み合わせたセラミックス板又は樹脂板）を用いることもできる。

[0112] なお、各変形例に記載の特徴は、本発明のガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置の全般に適用可能である。例えば、各変形例に記載の特徴は、タイプＣＡの燃料電池用セパレータ２１、タイプＣＷの燃料電池用セパレータ２４、タイプＡの燃料電池用セパレータ２２、タイプＡＷの燃料電池用セパレータ２５、これら燃料電池用ガス供給拡散層を備えた燃料電池用セパレータ及び燃料電池セルスタックにも適用可能である。

[0113] ［変形例９］

本発明のガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置は、電気分解のために用いることもできる。

[0114] 以上、本発明のガス拡散層、セパレータ及び電気化学反応装置を、図示の実施の形態に基づいて説明したが、本発明は上記の各実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能となるものである。

符号の説明

[0115] ２０…燃料電池セルスタック、２１，２２，２２Ａ，２３Ａ～２３Ｌ，２４，２５…燃料電池用セパレータ、２７Ａ，２７Ｂ…集電板、２８Ａ，２８Ｂ…絶縁シート、３０…金属板、３２…緻密枠、３３…ガスケット、４０…多孔質体層、４１，４１Ａ，４２，４２Ａ～４２Ｌ…燃料電池用ガス供給拡散層、４３…ガス拡散層、５１…ガス流入側段差、５２…ガス流出側段差、５３…ガス流路用溝、５３ａ～５３ｑ，５３ｔ～５３ｘ…ガス流入側溝、５３ｒ，５３ｓ…追加の溝、５４ａ～５４ｑ…ガス流出側溝、５５ａ～５５ｚ…中継用溝、５６ａ～５６ｉ…連通溝、５７…流入通路、５８…流出通路、６１ｉｎ…アノードガス流入口、６１ｏｕｔ…アノードガス流出口、６２ｉｎ

…カソードガス流入口、６２ｏｕｔ…カソードガス流出口、６３ｉｎ…冷却水流入口、６３ｏｕｔ…冷却水流出口、７１ｉｎ…アノードガス供給口、７１ｏｕｔ…アノードガス排出口、７２ｉｎ…カソードガス供給口、７２ｏｕｔ…カソードガス排出口、７３ｉｎ…冷却水供給口、７３ｏｕｔ…冷却水排出口、７５，７６…エンドプレート、８１…膜電極接合体、８１Ａ…フレーム、８２…電解質膜、８３…マイクロポーラスレイヤ、８５…触媒層

請求の範囲

[請求項1] ガスの透過及び拡散が可能で、かつ、導電性を有するシート状の多孔質体層と、

前記多孔質体層の一方の面において前記ガスの流入側から流出側に向かって形成された複数のガス流路用溝とを有するガス拡散層であって、

前記複数のガス流路用溝は、前記ガスの流入側に形成された複数のガス流入側溝と、前記ガスの流出側に形成された複数のガス流出側溝とを含み、

前記複数のガス流入側溝は、異なる長さを有する２種以上のガス流入側溝を含むことを特徴とするガス拡散層。

[請求項2] 請求項１に記載のガス拡散層において、

隣接する４つの前記ガス流入側溝のうち少なくとも１つの前記ガス流入側溝は、他の前記ガス流入側溝とは異なる長さを有することを特徴とするガス拡散層。

[請求項3] 請求項２に記載のガス拡散層において、

隣接する２つの前記ガス流入側溝は、異なる長さを有することを特徴とするガス拡散層。

[請求項4] 請求項１～３のいずれかに記載のガス拡散層において、

前記複数のガス流入側溝のうち最も短い長さを有するガス流入側溝は、前記多孔質体層の前記ガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％未満の長さを有し、前記複数のガス流入側溝のうち最も長い長さを有するガス流入側溝は、前記多孔質体層の前記ガスの流入側から流出側に沿った長さの４０％以上の長さを有することを特徴とするガス拡散層。

[請求項5] 請求項１～４のいずれかに記載のガス拡散層において、

前記複数のガス流出側溝は、異なる長さを有する２種以上のガス流出側溝を含むことを特徴とするガス拡散層。

[請求項6] 請求項５に記載のガス拡散層において、

隣接する４つの前記ガス流出側溝のうち少なくとも１つの前記ガス流出側溝は、他の前記ガス流出側溝とは異なる長さを有することを特徴とするガス拡散層。

[請求項7] 請求項６に記載のガス拡散層において、

隣接する２つの前記ガス流出側溝は、異なる長さを有することを特徴とするガス拡散層。

[請求項8] 請求項１～７のいずれかに記載のガス拡散層において、

前記複数のガス流入側溝のうち最も短い長さを有するガス流入側溝は、前記多孔質体層の前記ガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％未満の長さを有し、前記複数のガス流出側溝のうち最も長い長さを有するガス流出側溝は、前記多孔質体層の前記ガスの流入側から流出側に沿った長さの３０％以上の長さを有することを特徴とするガス拡散層。

[請求項9] 請求項１～８のいずれかに記載のガス拡散層において、

前記複数のガス流路用溝は、前記複数のガス流入側溝及び前記複数のガス流出側溝に加えて、前記ガス流入側溝と前記ガス流出側溝との間に形成された複数の中継用溝を含むことを特徴とするガス拡散層。

[請求項10] 請求項９に記載のガス拡散層において、

前記複数の中継用溝は、前記ガスの流入側から流出側に向かう方向とは垂直な方向に沿って連通していることを特徴とするガス拡散層。

[請求項11] 請求項９に記載のガス拡散層において、

前記複数の中継用溝として、前記隣接する２本の中継用溝が連通するように形成された中継用溝のペアが前記ガスの流入側から流出側に向かう方向とは垂直な方向に沿って形成されている複数の中継用溝を含むことを特徴とするガス拡散層。

[請求項12] 請求項９～１１のいずれかに記載のガス拡散層において、

前記複数のガス流入側溝、前記複数のガス流出側溝及び前記複数の

中継用溝は、互いに入り込むように形成されていることを特徴とするガス拡散層。

[請求項13] 請求項１～１２のいずれかに記載のガス拡散層において、

前記複数のガス流路用溝の全部又は一部は、「１本の溝から２本の溝への分岐箇所」又は「２本の溝から１本の溝への合流箇所」を有することを特徴とするガス拡散層。

[請求項14] 請求項１～１３のいずれかに記載のガス拡散層において、

前記ガス拡散層を平面視したとき、前記多孔質体層全体の面積に対する前記ガス流路用溝形成領域の面積の割合は、３０％～８０％の範囲内にあることを特徴とするガス拡散層。

[請求項15] 請求項１～１４のいずれかに記載のガス拡散層において、

燃料電池用ガス供給拡散層であることを特徴とするガス拡散層。

[請求項16] 請求項１５に記載のガス拡散層において、

カソードガス用の燃料電池用ガス供給拡散層であることを特徴とするガス拡散層。

[請求項17] ガス遮蔽板と、

前記ガス遮蔽板の少なくとも一方の面に配設されたガス拡散層とを備えるセパレータであって、

前記ガス拡散層は、請求項１～１６のいずれかに記載のガス拡散層であり、前記複数のガス流路用溝が前記ガス遮蔽板側に位置するように前記ガス遮蔽板に対して配置されており、

前記ガス流路用溝と前記ガス遮蔽板とでガス流路が構成されていることを特徴とするセパレータ。

[請求項18] セパレータと、膜電極接合体とが積層されてなる電気化学反応装置であって、

前記セパレータは、請求項１７に記載のセパレータであり、

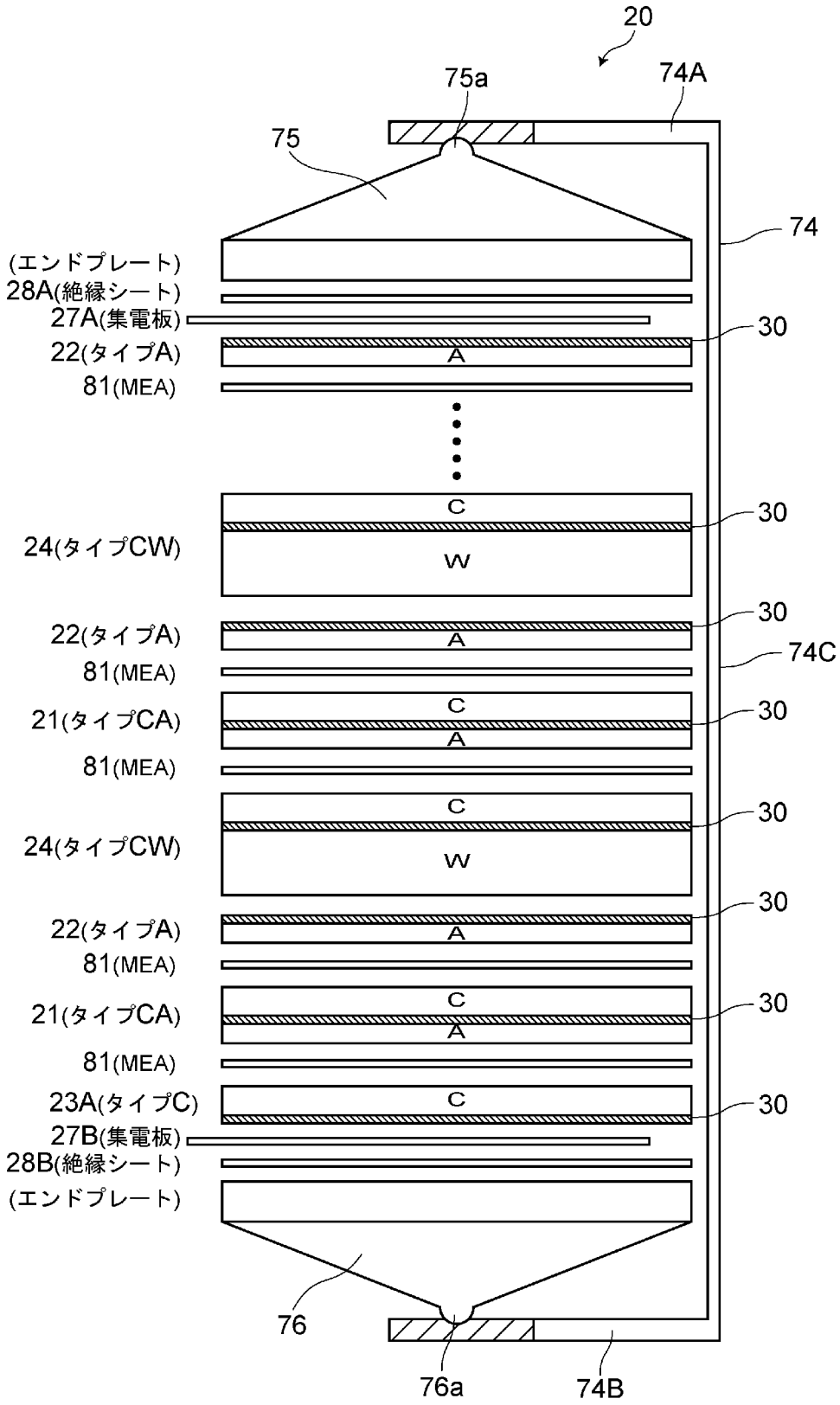
前記セパレータと前記膜電極接合体とは、前記ガス拡散層の前記複数のガス流路用溝が形成されていない側の面に前記膜電極接合体が位

置する位置関係で積層されていることを特徴とする電気化学反応装置。

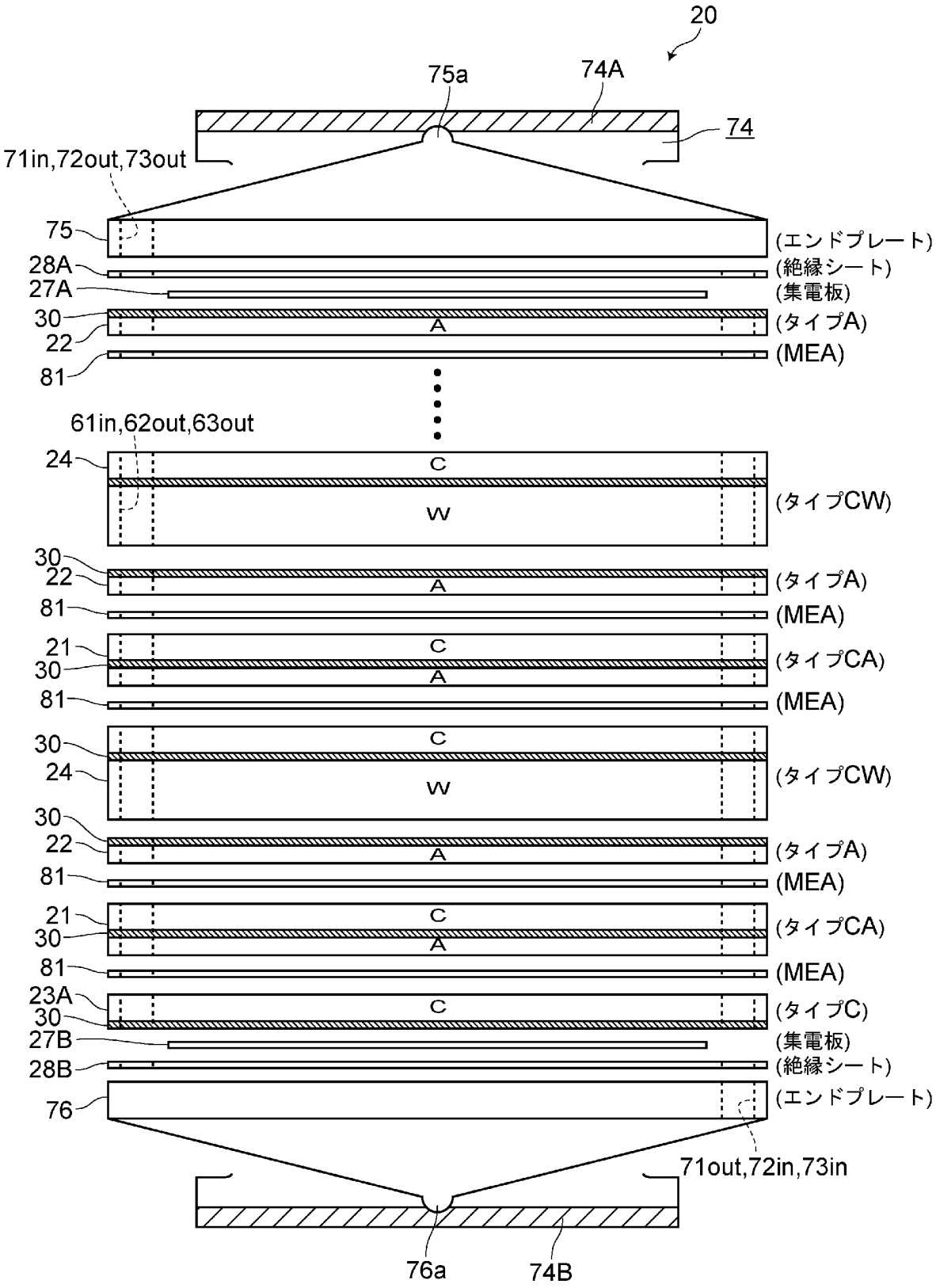
[請求項19] 請求項１８に記載の電気化学反応装置において、

燃料電池セルスタックであることを特徴とする電気化学反応装置。

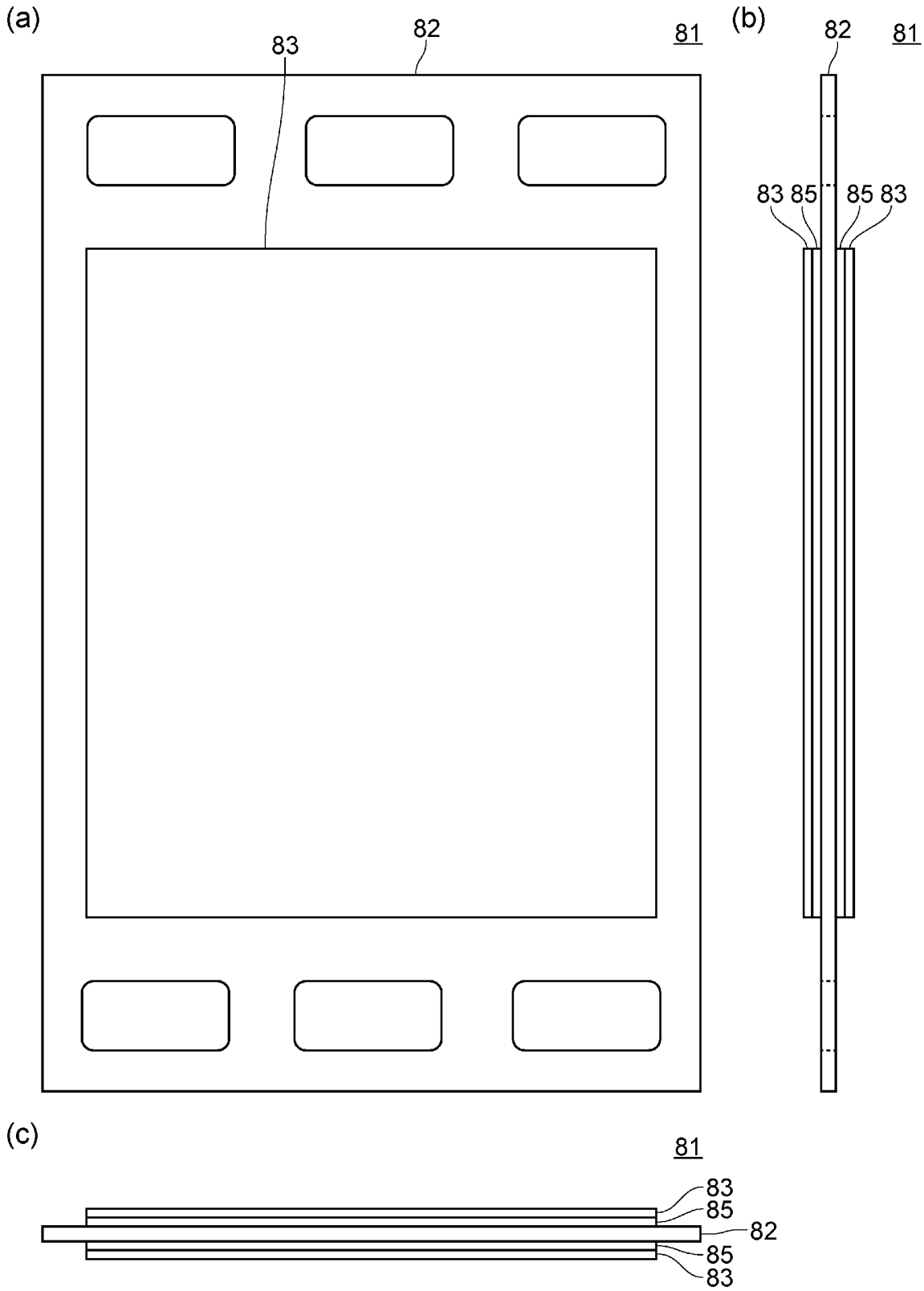
[図1]


20
75a
74A
75
74
(エンドプレート)
28A(絶縁シート)
27A(集電板)
22(タイプA)
81(MEA)
30
A
C
24(タイプCW)
W
74C
21(タイプCA)
23A(タイプC)
27B(集電板)
28B(絶縁シート)
(エンドプレート)
76
76a
74B

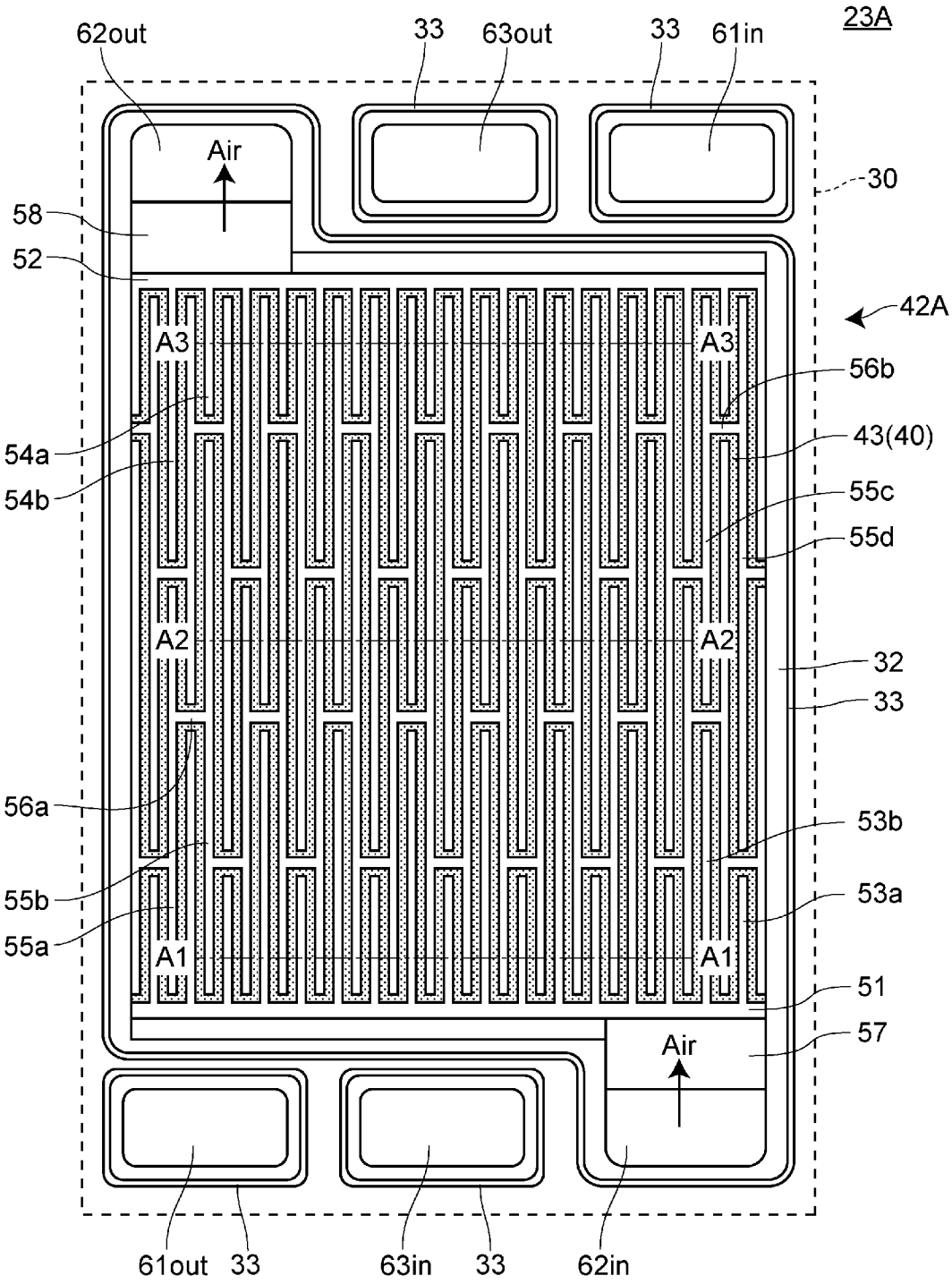
[図2]


20
75a
74A
74
71in,72out,73out
75
(エンドプレート)
28A
(絶縁シート)
27A
(集電板)
30
A
(タイプA)
22
81
(MEA)
61in,62out,63out
24
C
W
(タイプCW)
30
22
A
(タイプA)
81
(MEA)
21
C
(タイプCA)
30
A
81
(MEA)
30
C
24
W
(タイプCW)
30
22
A
(タイプA)
81
(MEA)
21
C
(タイプCA)
30
A
81
(MEA)
23A
C
(タイプC)
30
27B
(集電板)
28B
(絶縁シート)
76
(エンドプレート)
71out,72in,73in
76a
74B

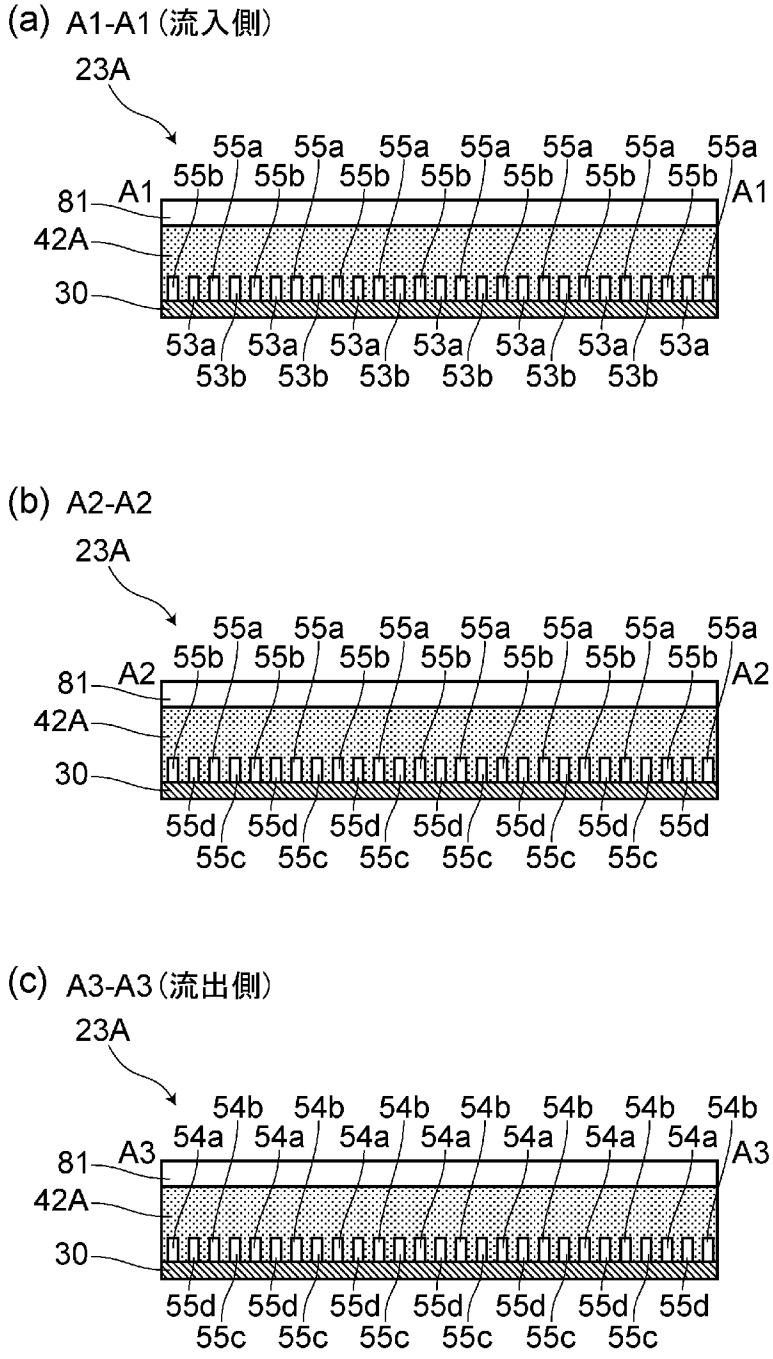
[図3]



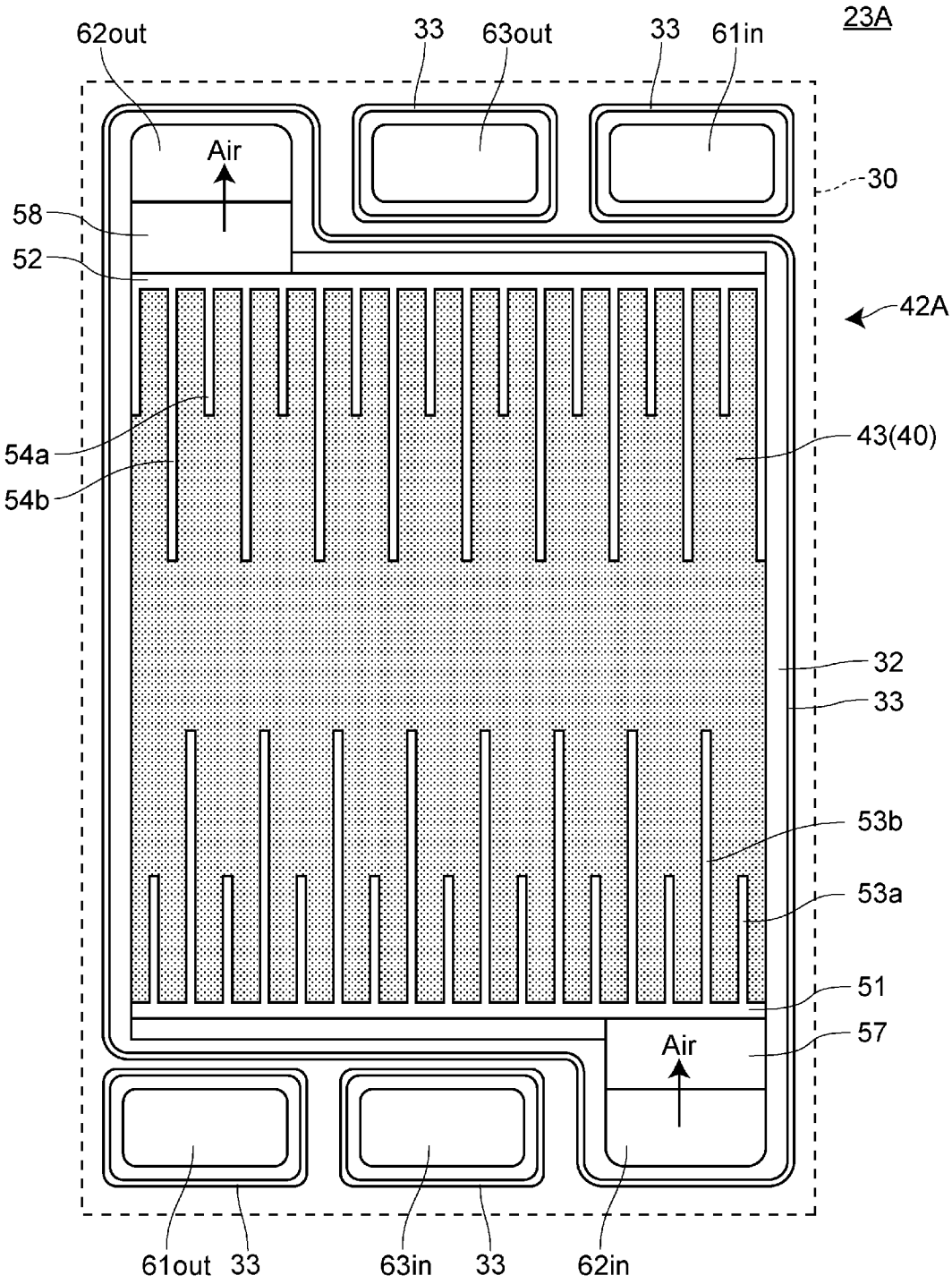
[図4]


62out
33
63out
33
61in
23A
Air
30
58
52
42A
A3
A3
56b
54a
43(40)
54b
55c
55d
A2
A2
32
33
56a
53b
55b
53a
55a
A1
A1
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

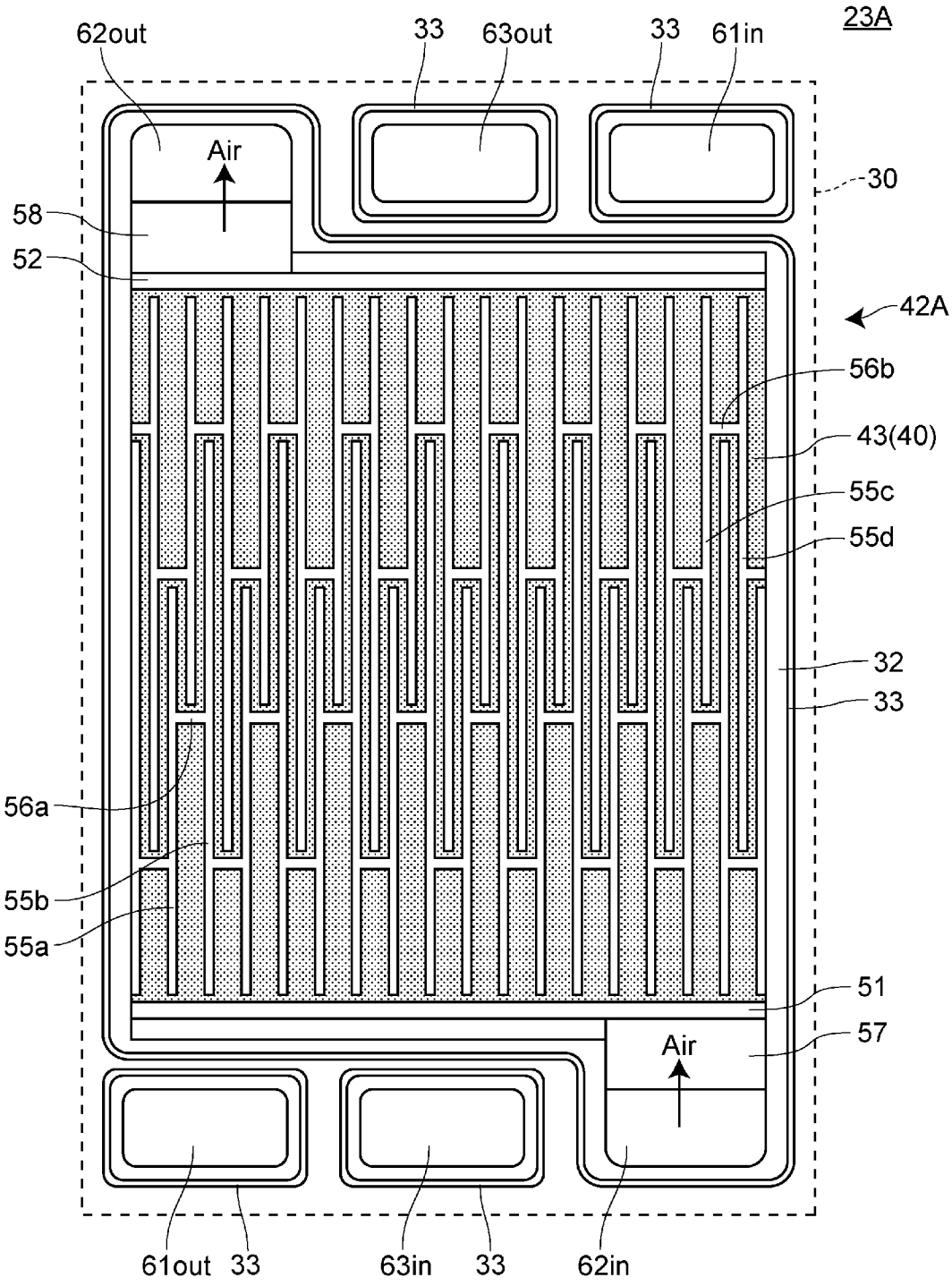
[図5]


(a) A1-A1 (流入側)
23A
55a 55a 55a 55a 55a 55a 55a
55b 55b 55b 55b 55b 55b 55b
81
A1
A1
42A
30
53a 53a 53a 53a 53a 53a 53a
53b 53b 53b 53b 53b 53b
(b) A2-A2
23A
55a 55a 55a 55a 55a 55a 55a
55b 55b 55b 55b 55b 55b 55b
81
A2
A2
42A
30
55d 55d 55d 55d 55d 55d 55d
55c 55c 55c 55c 55c 55c
(c) A3-A3 (流出側)
23A
54b 54b 54b 54b 54b 54b 54b
54a 54a 54a 54a 54a 54a 54a
81
A3
A3
42A
30
55d 55d 55d 55d 55d 55d 55d
55c 55c 55c 55c 55c 55c

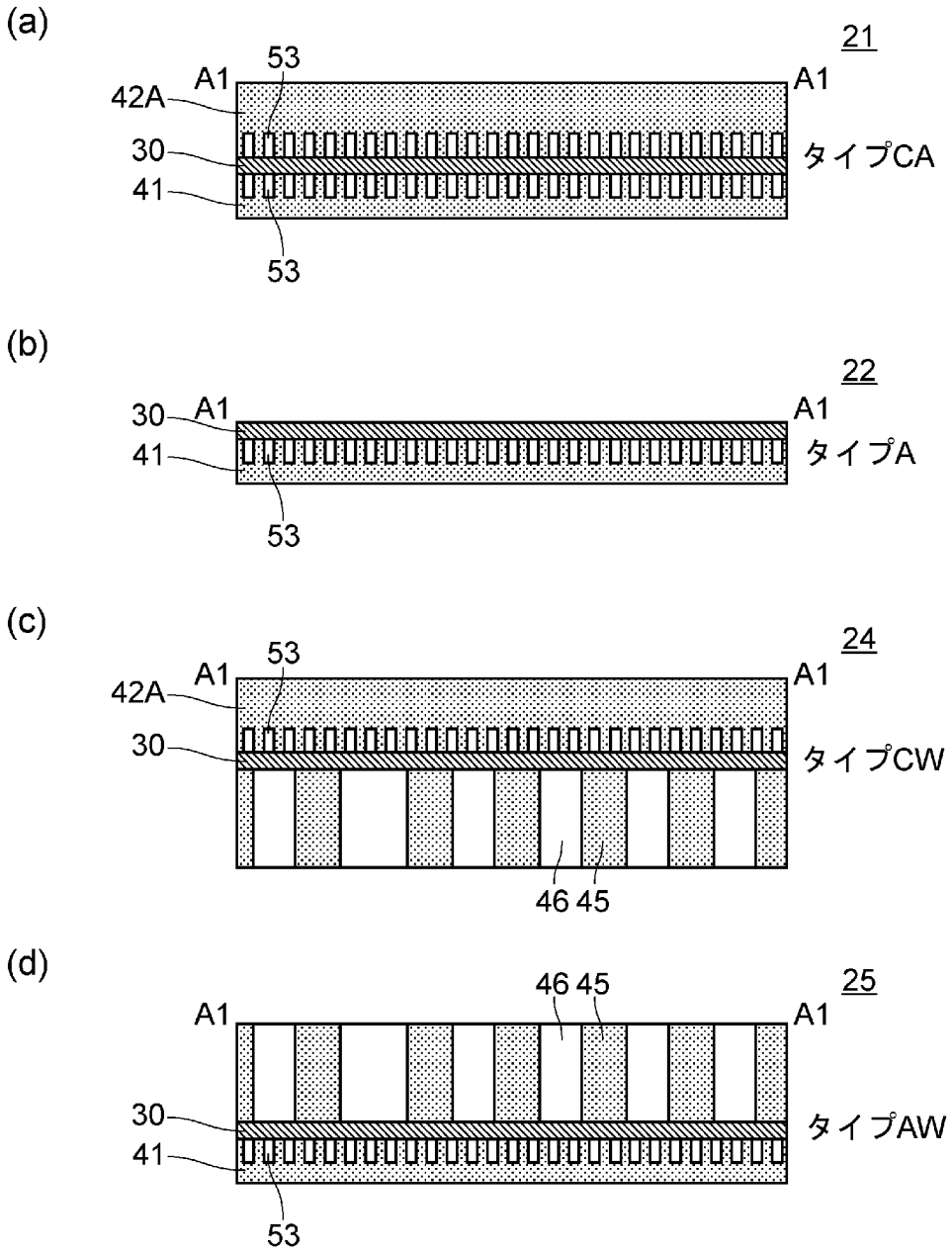
[図6]


62out
33
63out
33
61in
23A
Air
30
58
52
42A
54a
54b
43(40)
32
33
53b
53a
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

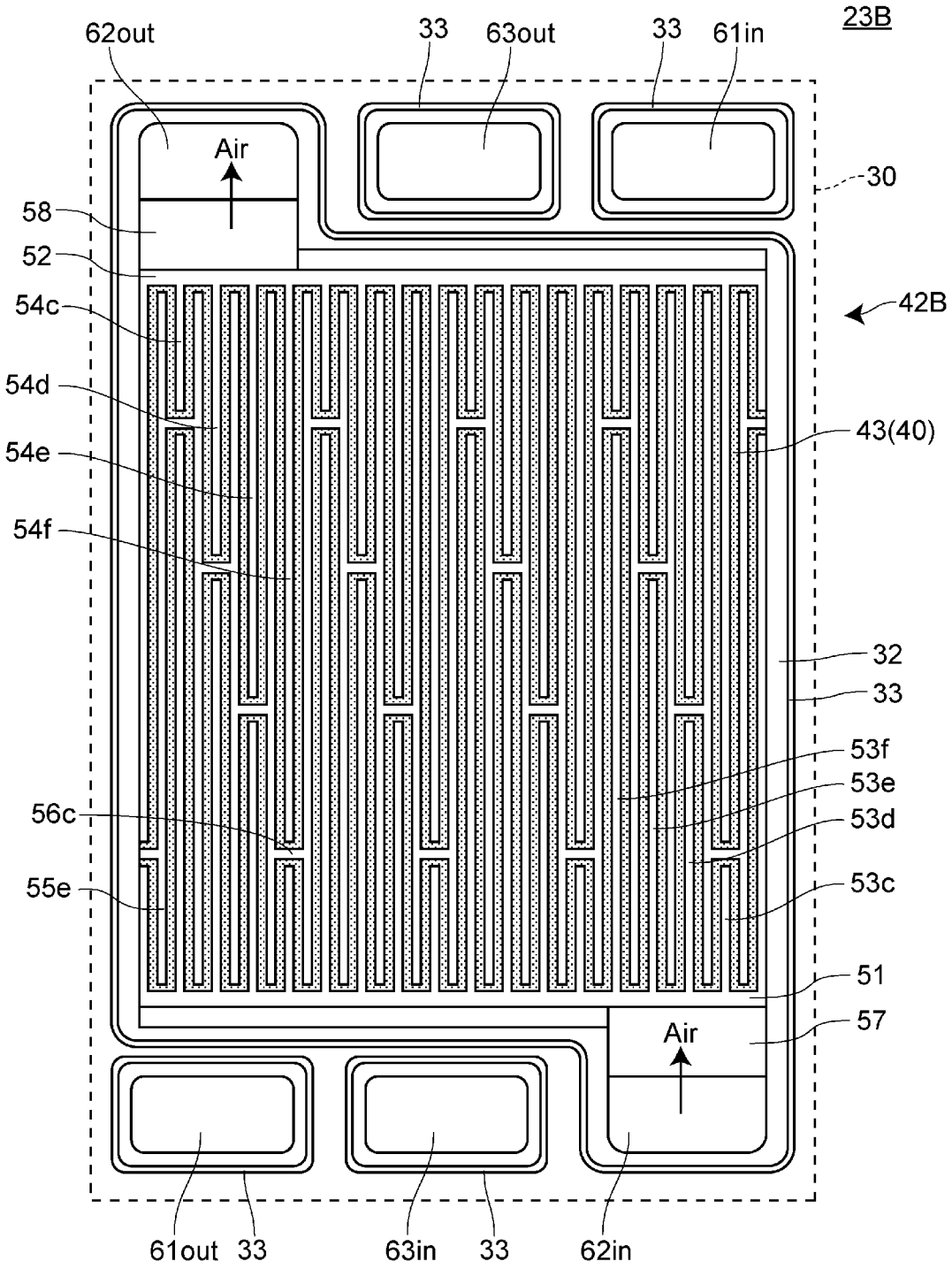
[図7]


62out
33
63out
33
61in
23A
Air
30
58
52
42A
56b
43(40)
55c
55d
32
33
56a
55b
55a
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

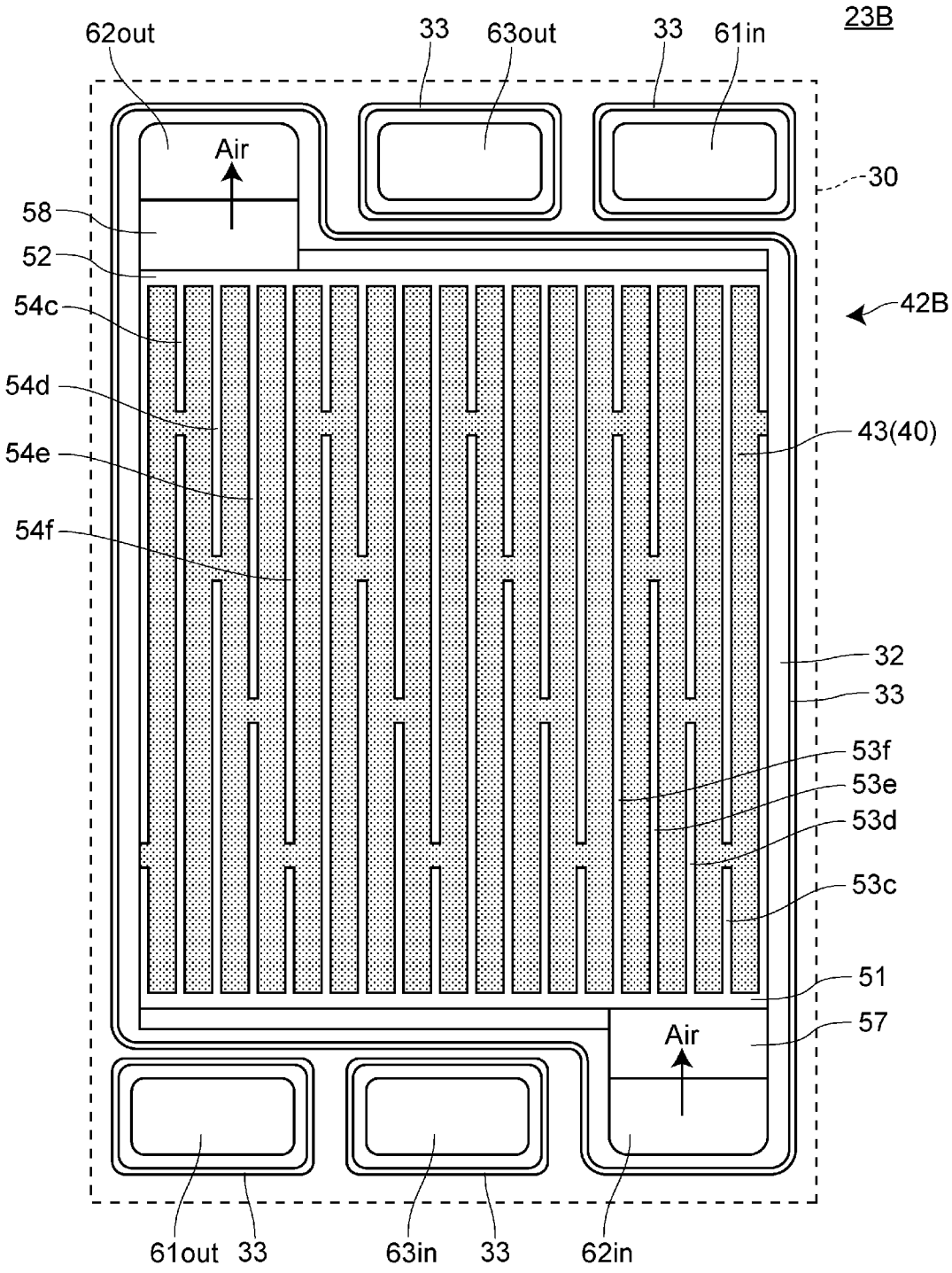
[図8]


(a)
21
53
A1
A1
42A
30
41
タイプCA
53
(b)
22
30
A1
A1
41
タイプA
53
(c)
24
53
A1
A1
42A
30
タイプCW
46 45
(d)
46 45
25
A1
A1
30
41
タイプAW
53

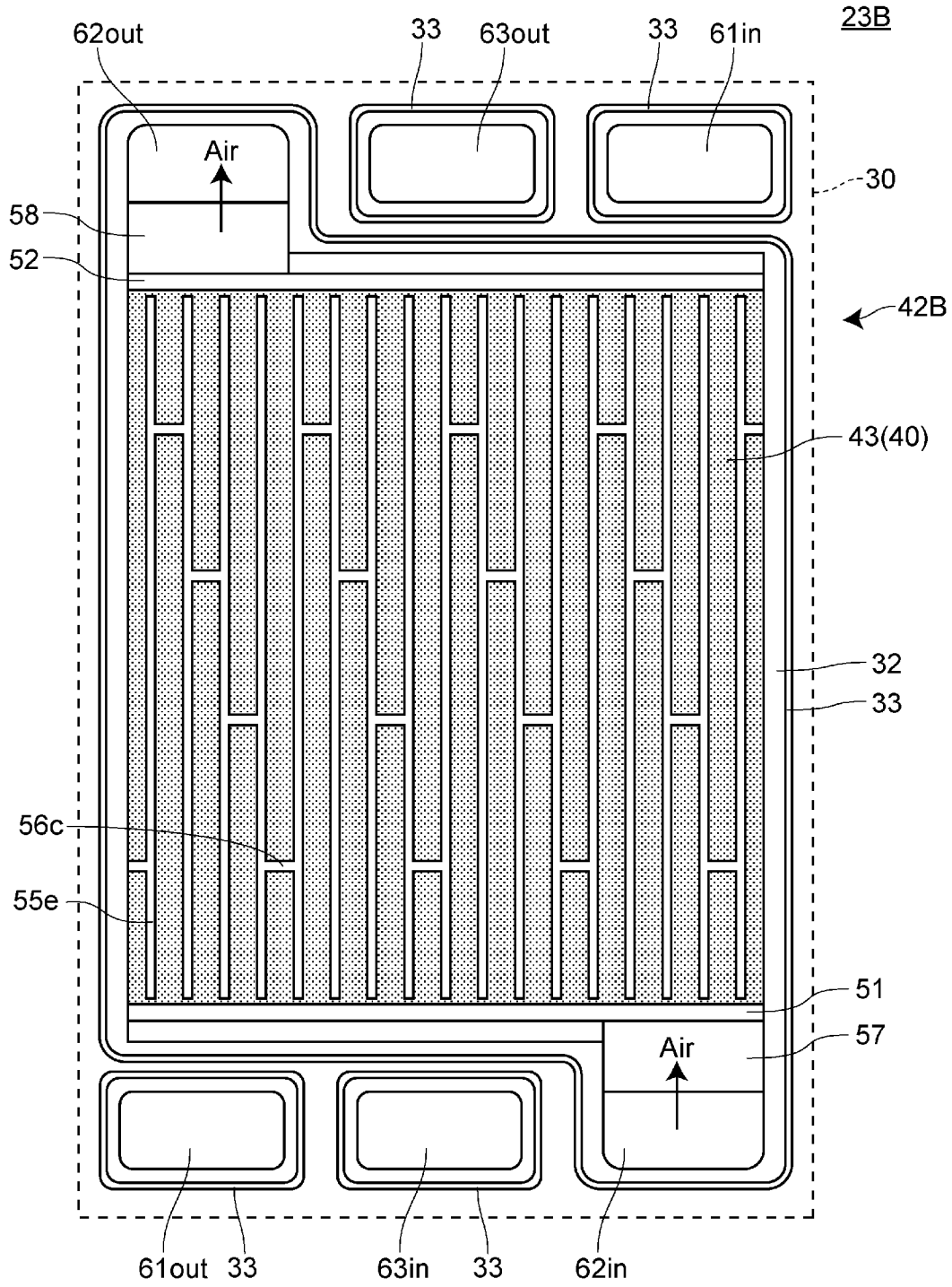
[図9]


62out
33
63out
33
61in
23B
Air
30
58
52
54c
42B
54d
43(40)
54e
54f
32
33
53f
53e
56c
53d
55e
53c
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

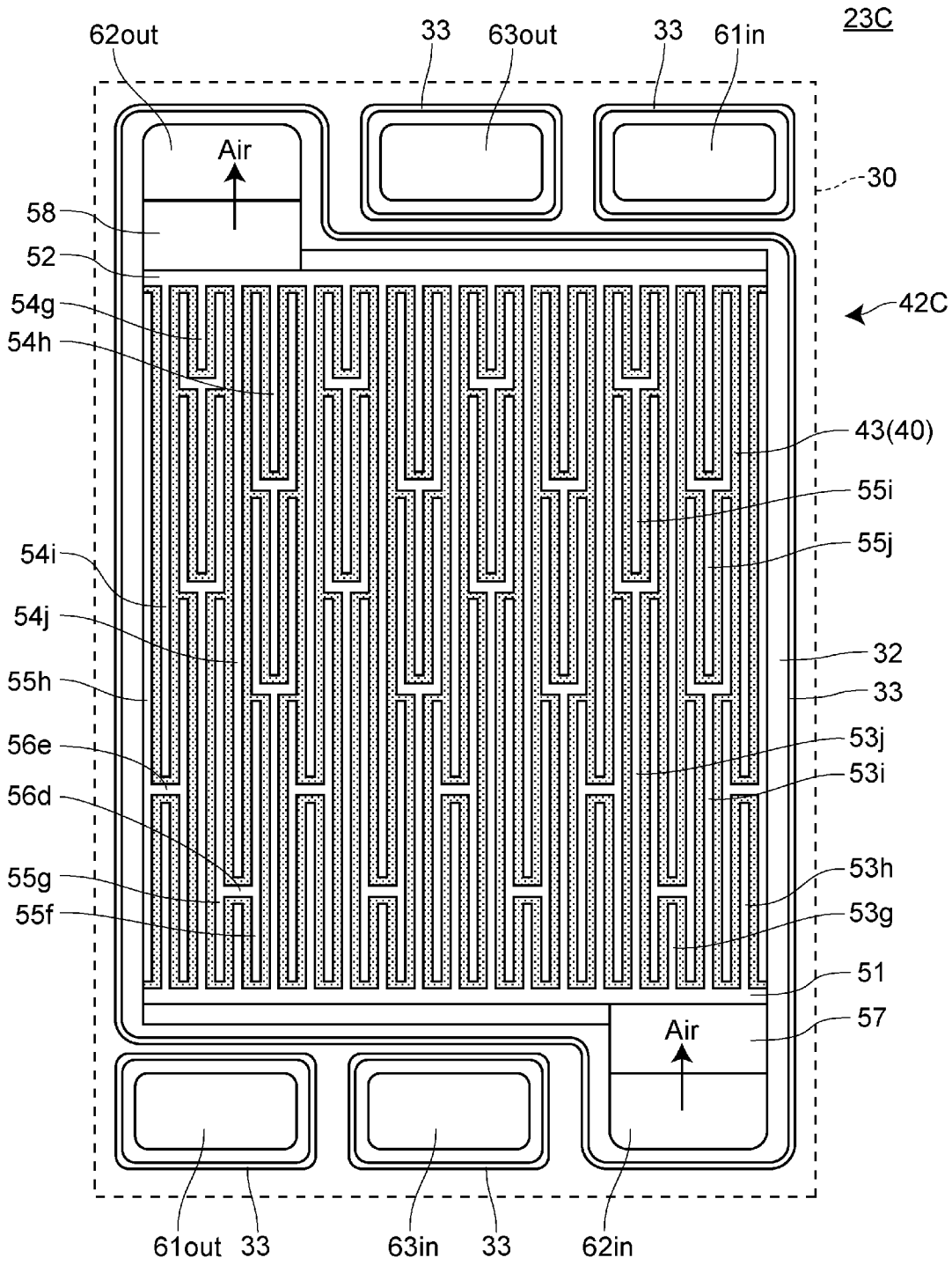
[図10]


62out
33
63out
33
61in
23B
Air
30
58
52
54c
42B
54d
43(40)
54e
54f
32
33
53f
53e
53d
53c
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

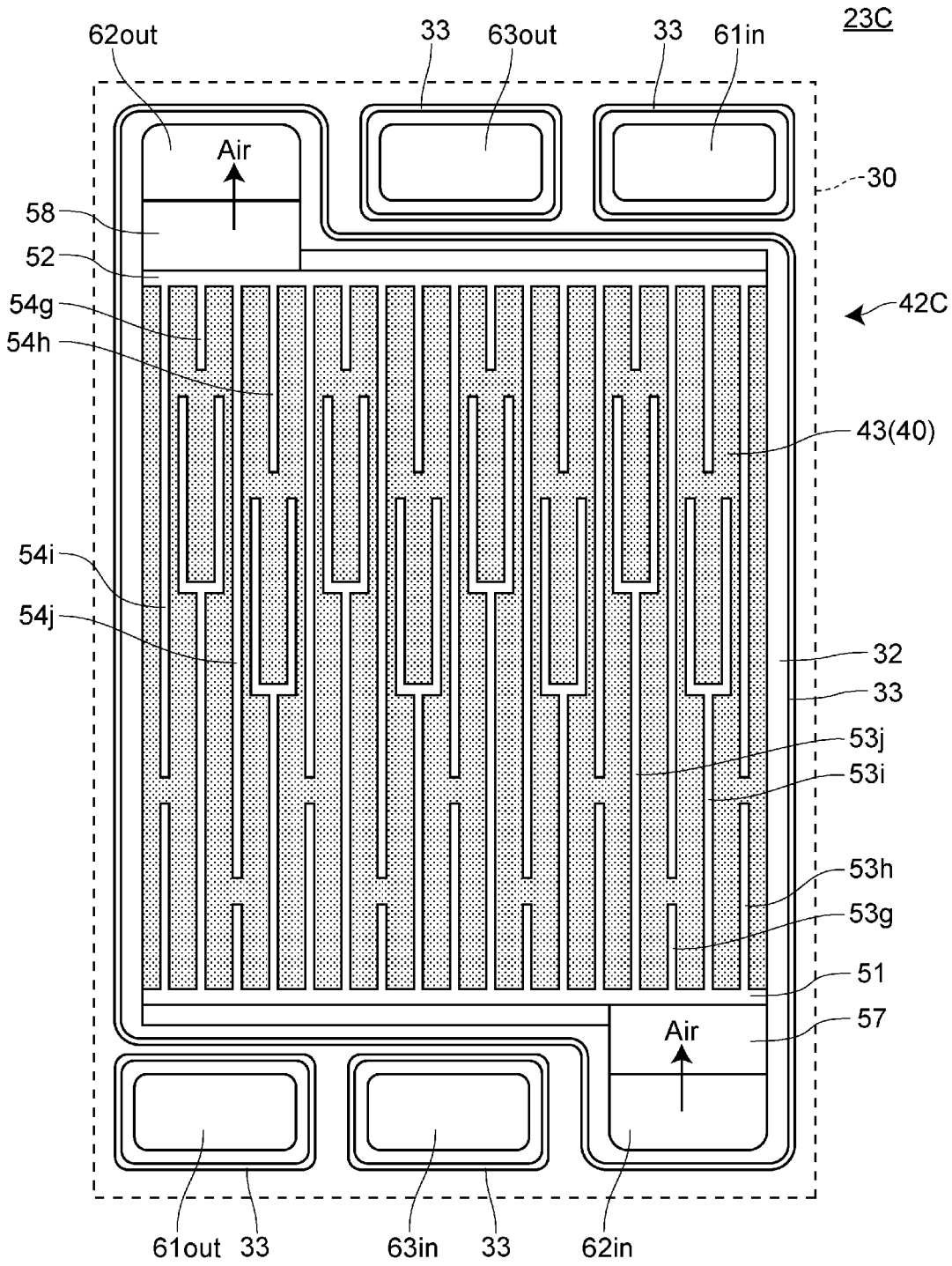
[図11]


62out
33
63out
33
61in
23B
Air
30
58
52
42B
43(40)
32
33
56c
55e
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

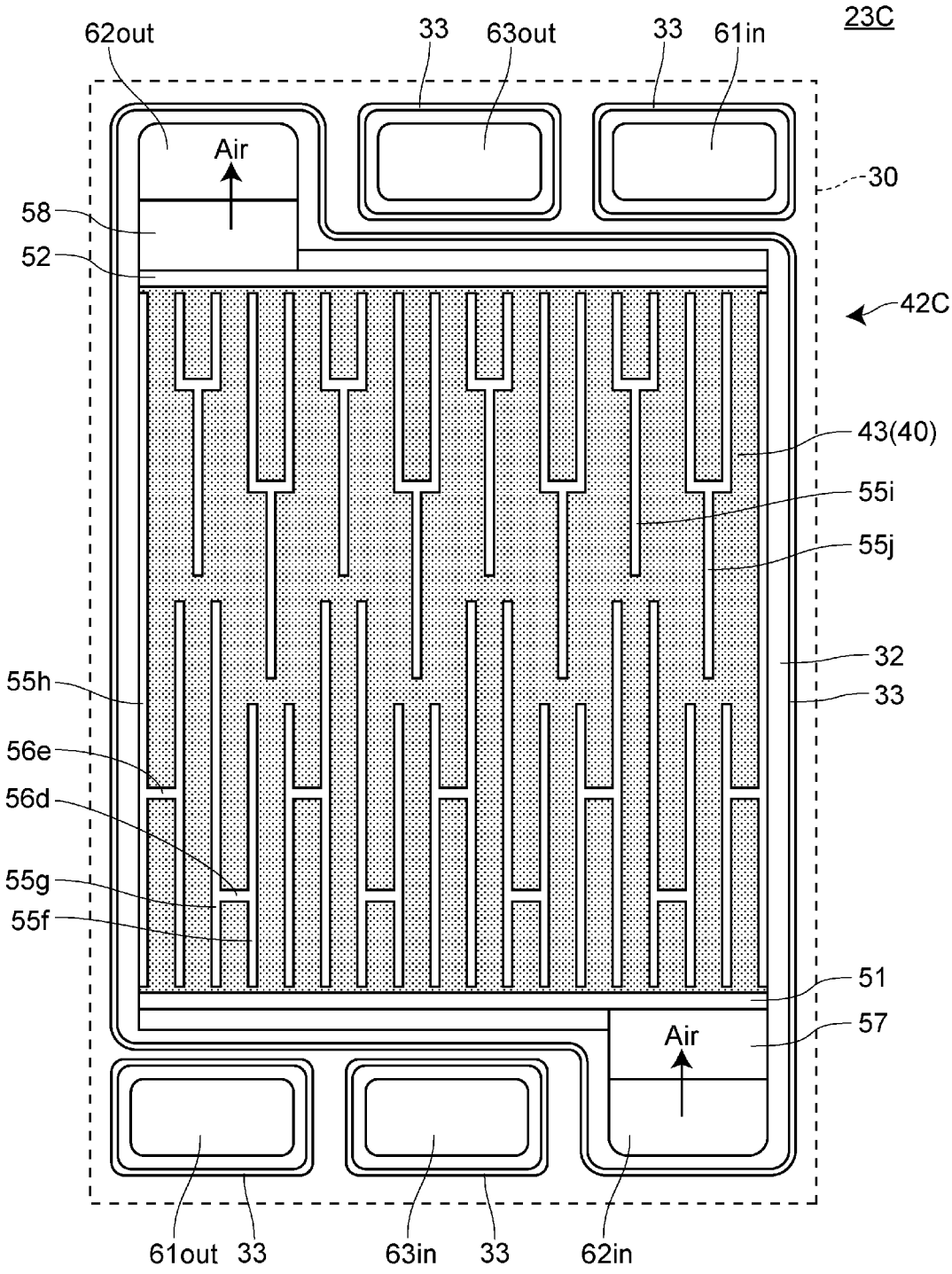
[図12]


62out
33
63out
33
61in
23C
Air
30
58
52
54g
54h
42C
43(40)
55i
55j
54i
54j
32
55h
33
56e
53j
56d
53i
55g
53h
55f
53g
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

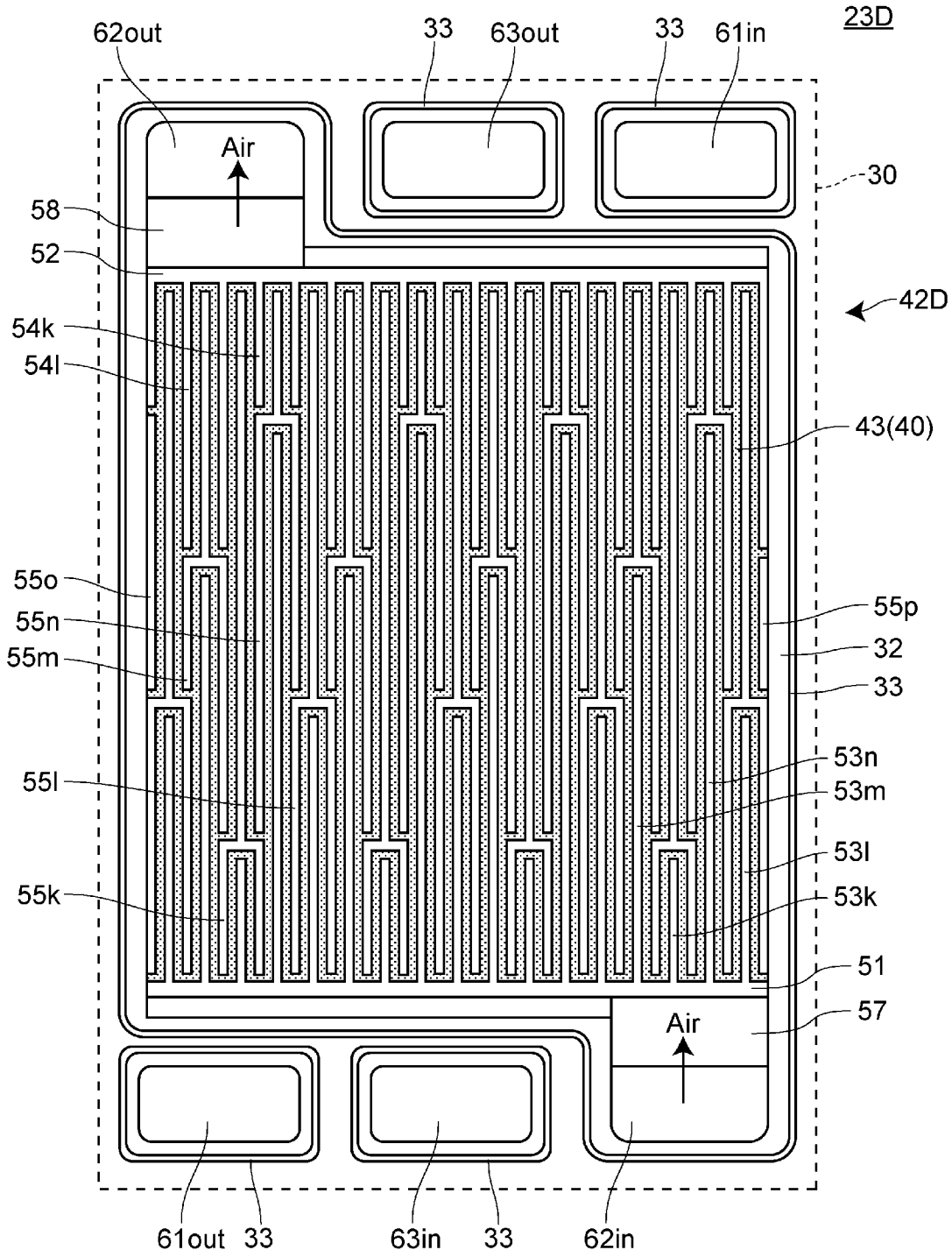
[図13]


23C
62out
33
63out
33
61in
Air
30
58
52
54g
54h
42C
43(40)
54i
54j
32
33
53j
53i
53h
53g
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

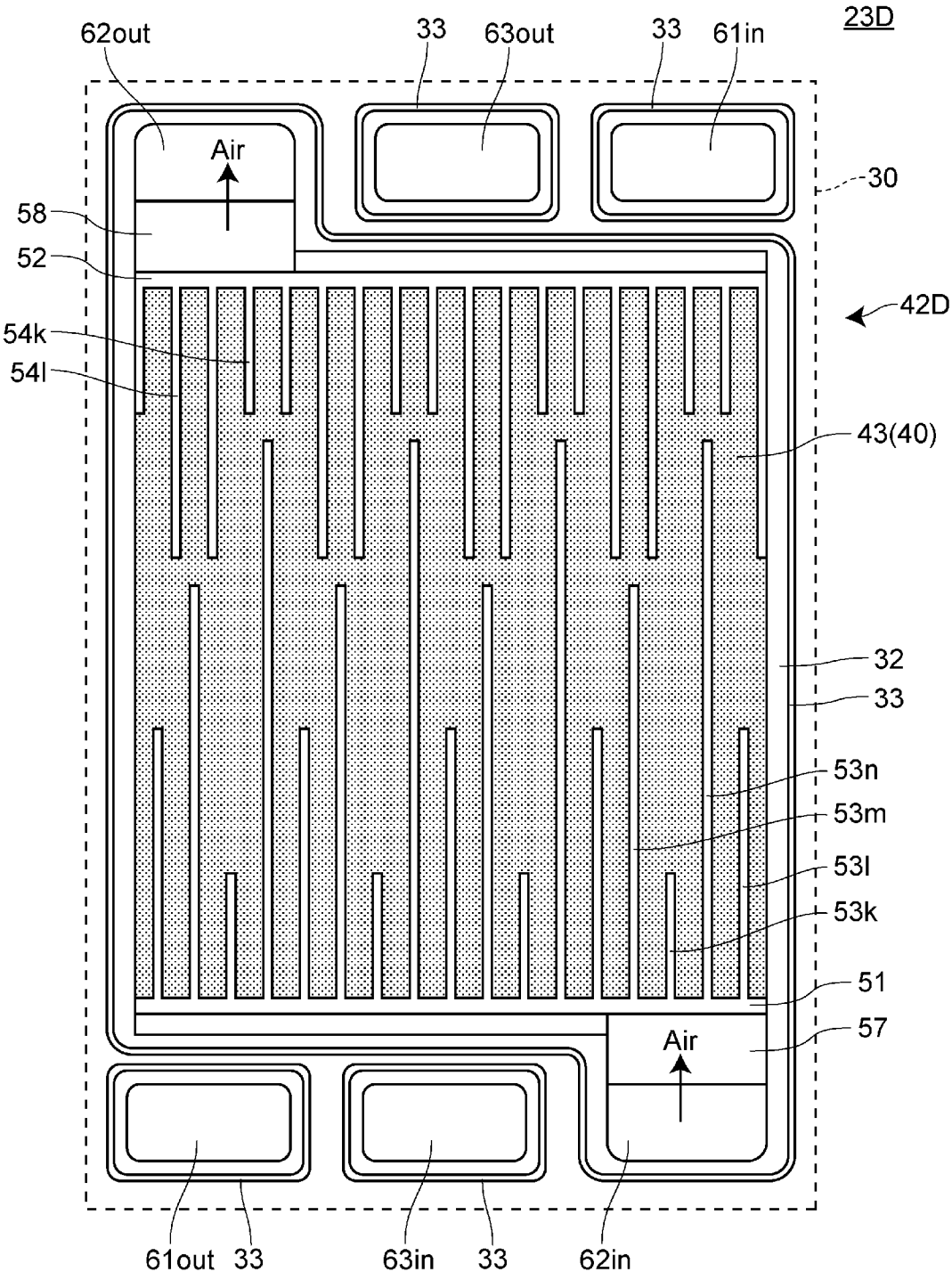
[図14]


62out
33
63out
33
61in
23C
Air
30
58
52
42C
43(40)
55i
55j
32
33
55h
56e
56d
55g
55f
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

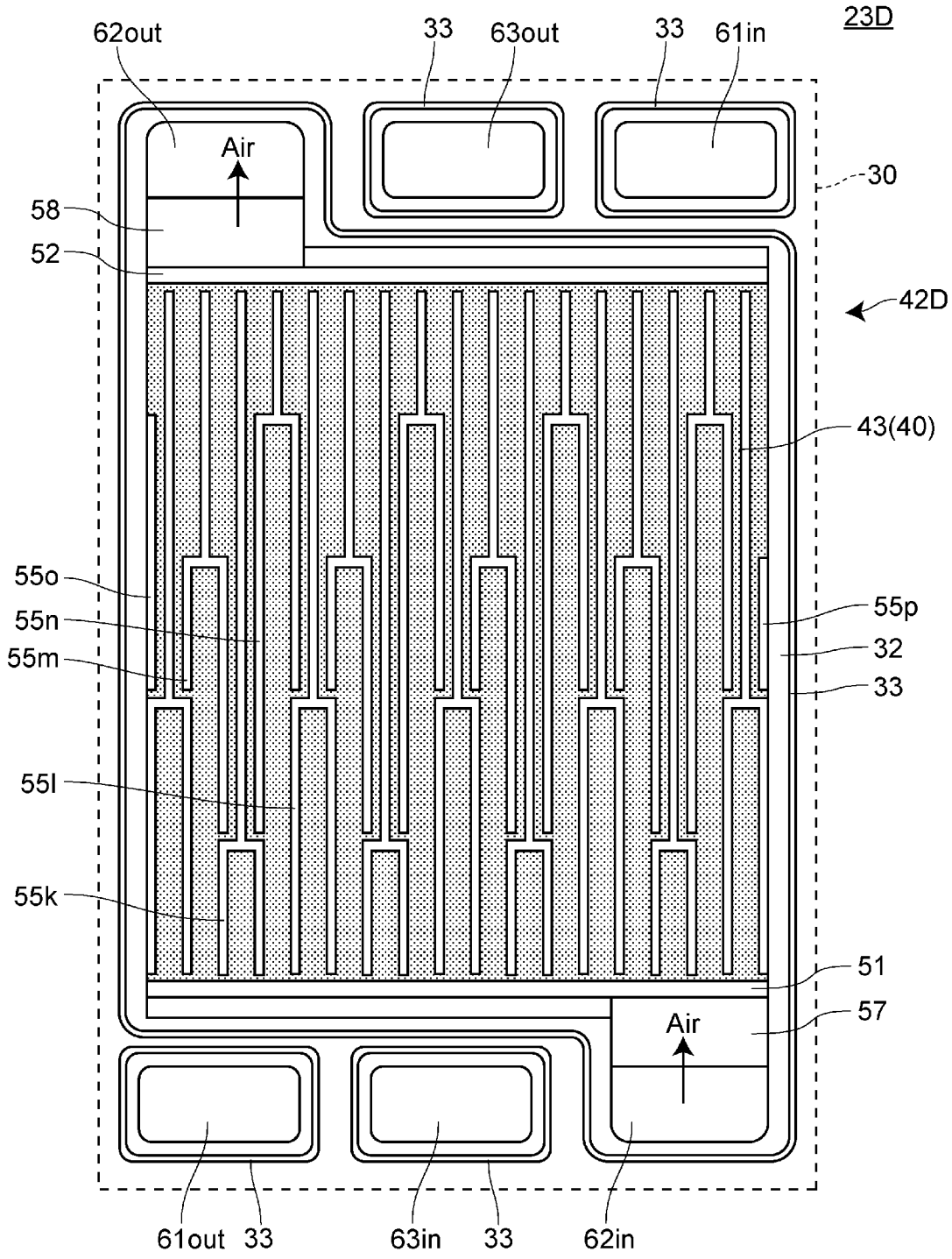
[図15]


23D
62out
33
63out
33
61in
Air
30
58
52
42D
54k
54l
43(40)
55o
55n
55m
55p
32
33
53n
53m
55l
53l
55k
53k
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

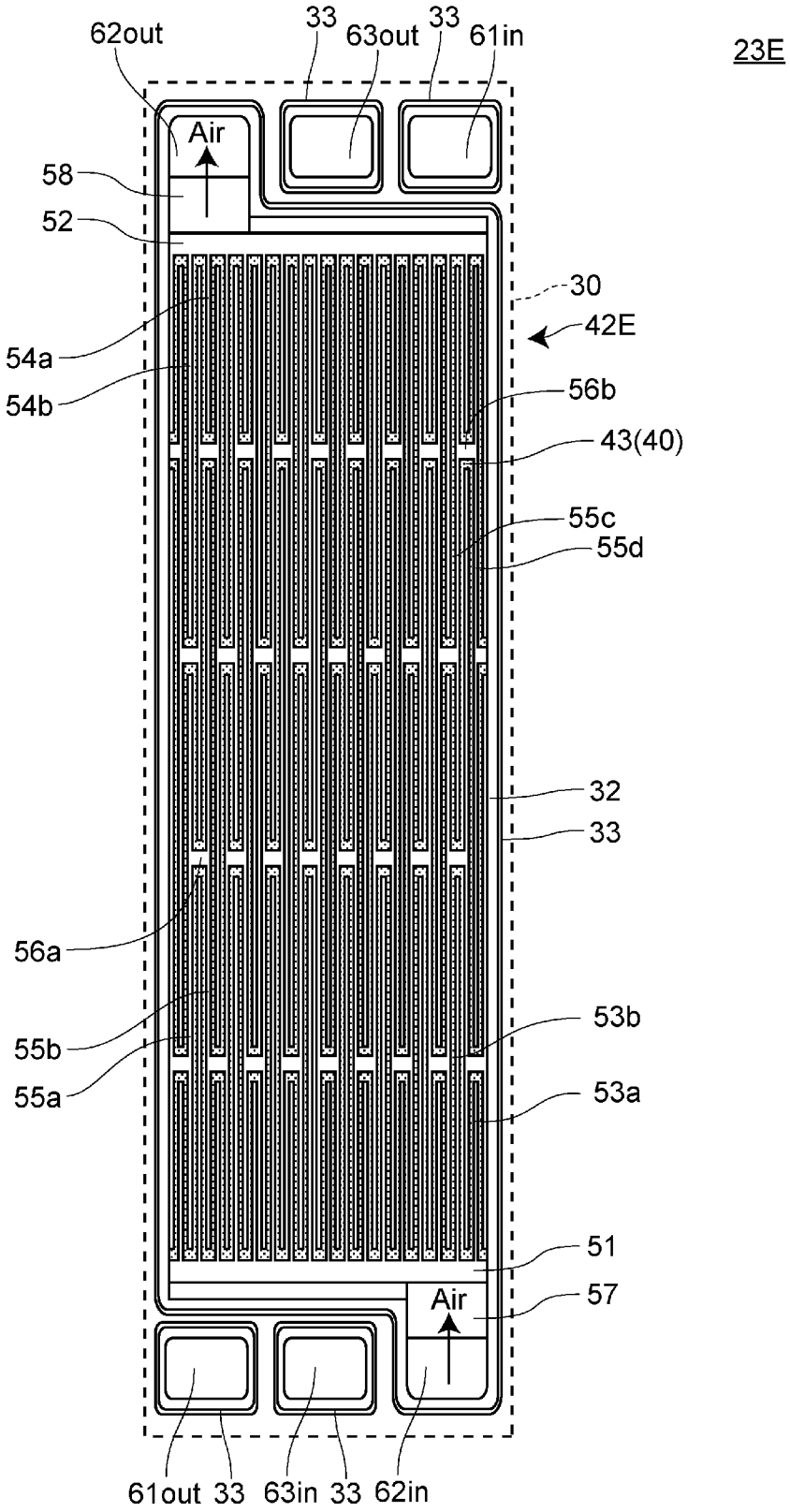
[図16]


62out
33
63out
33
61in
23D
Air
30
58
52
42D
54k
54l
43(40)
32
33
53n
53m
53l
53k
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

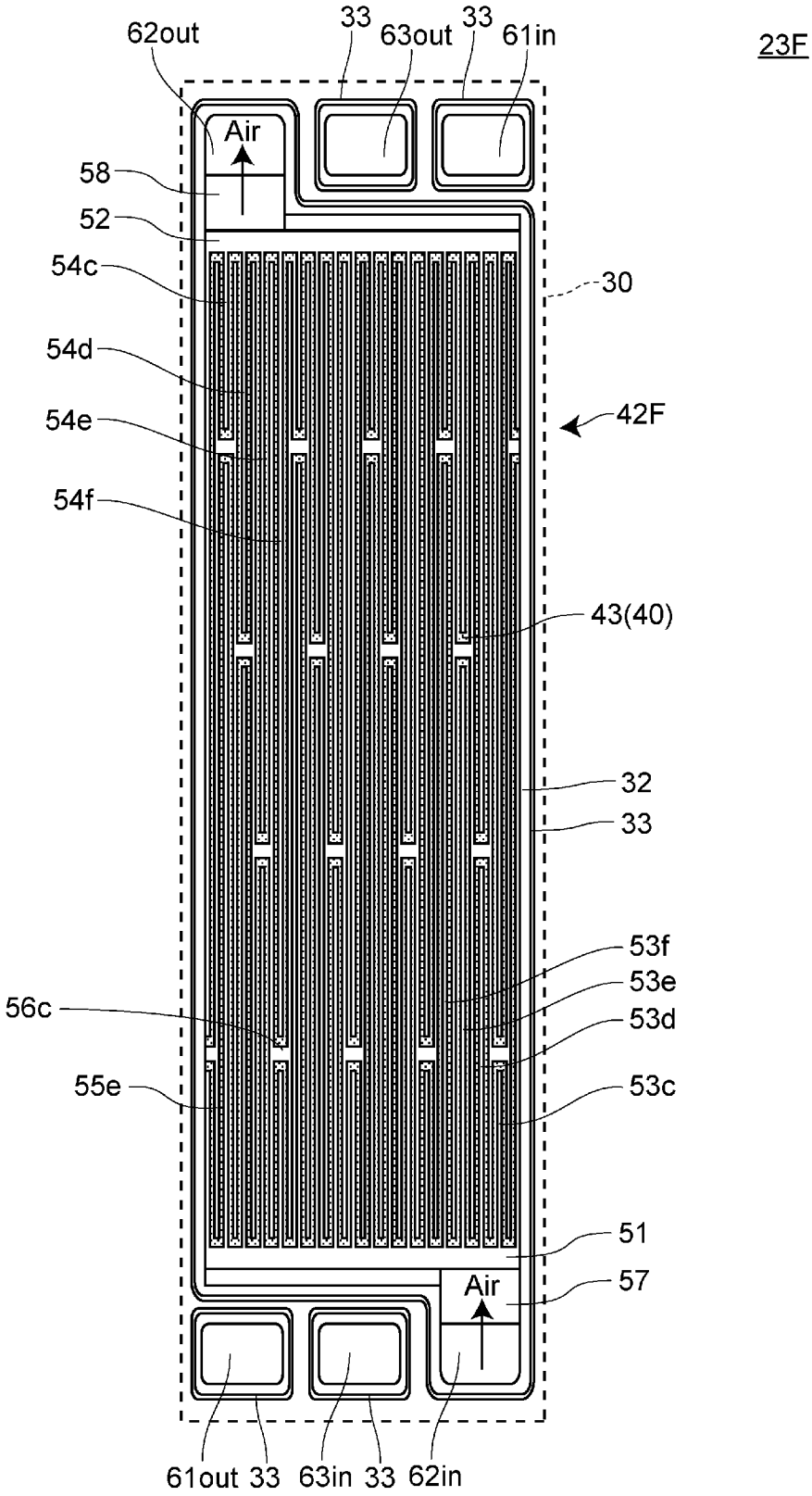
[図17]


23D
62out
33
63out
33
61in
Air
30
58
52
42D
43(40)
55o
55n
55m
55p
32
33
55l
55k
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

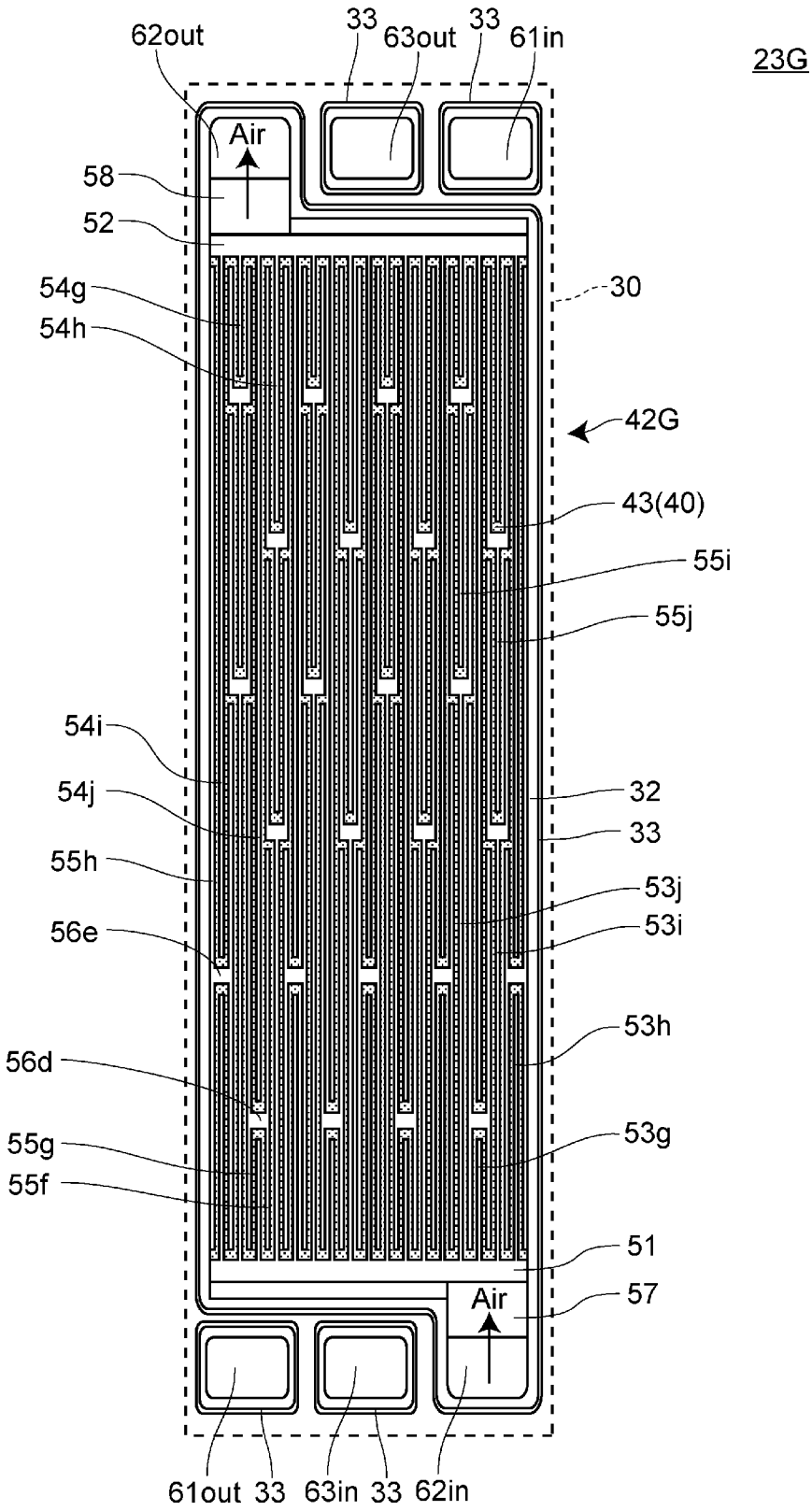
[図18]


23E
62out
33
63out
33
61in
Air
58
52
30
42E
54a
54b
56b
43(40)
55c
55d
32
33
56a
53b
55b
55a
53a
51
Air
57
61out
33
63in
33
62in

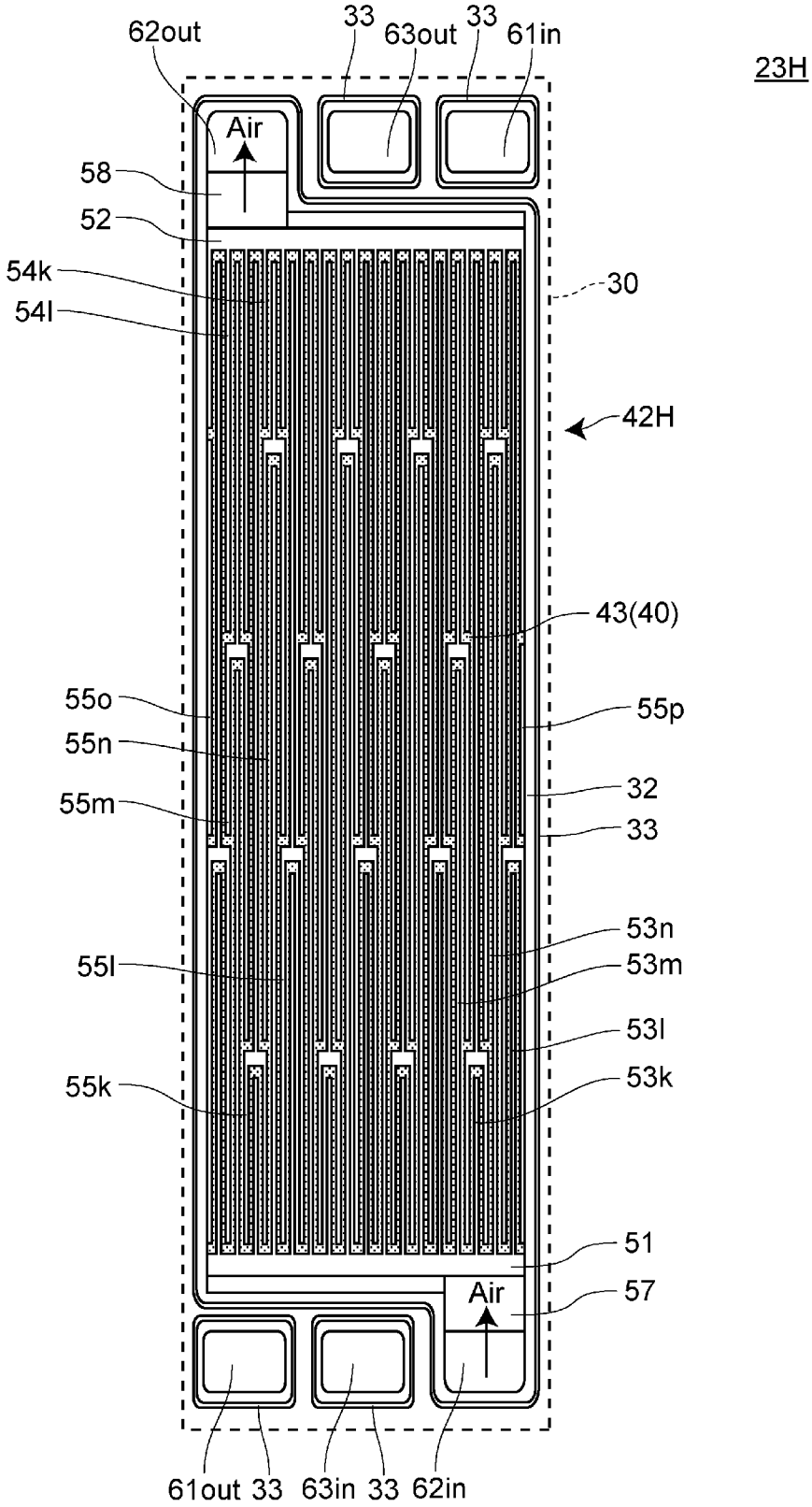
[図19]


62out
33
63out
33
61in
23F
Air
58
52
54c
30
54d
42F
54e
54f
43(40)
32
33
53f
53e
53d
56c
55e
53c
51
Air
57
61out
33
63in
33
62in

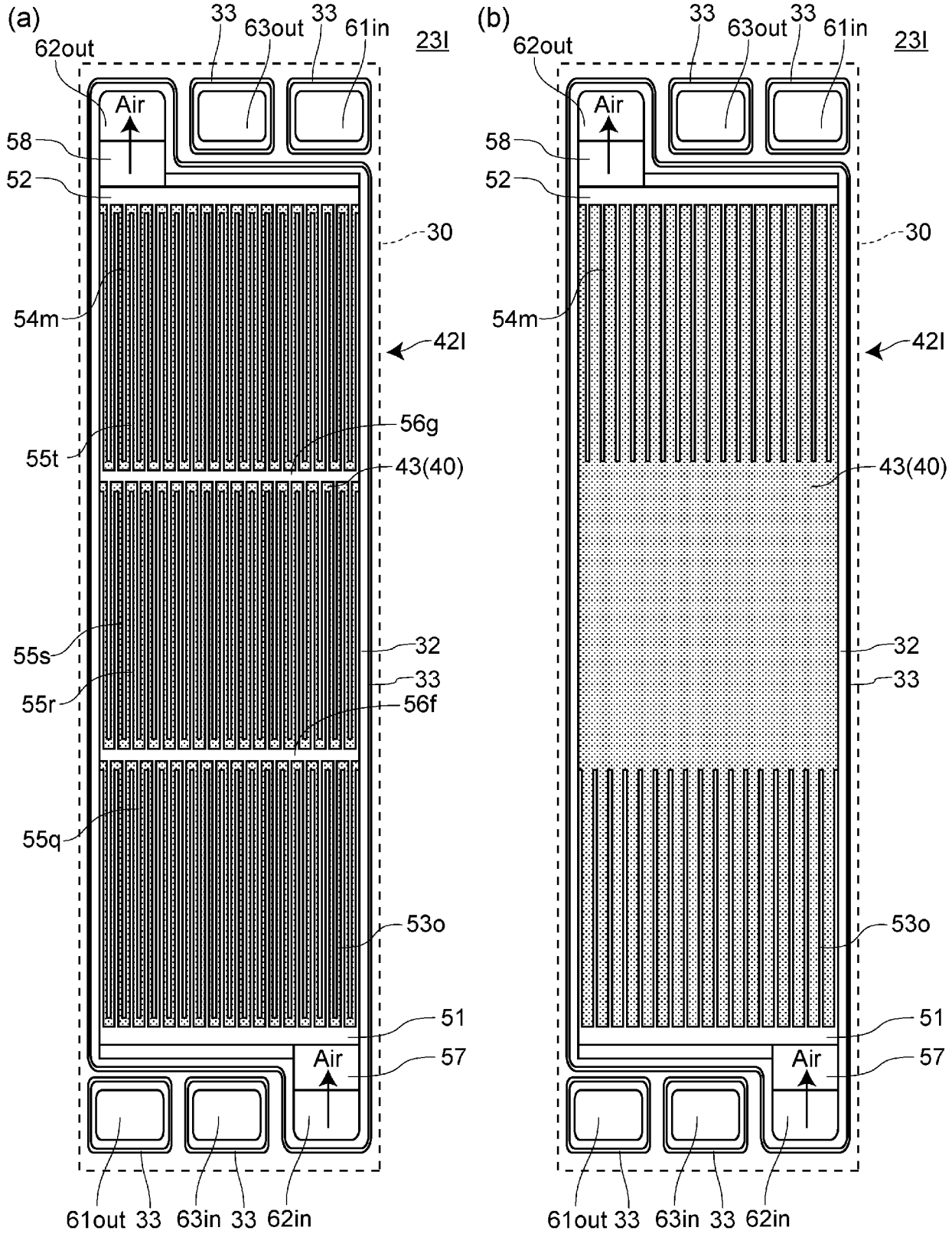
[図20]


62out
33
63out
33
61in
23G
Air
58
52
54g
54h
30
42G
43(40)
55i
55j
54i
54j
32
33
55h
53j
56e
53i
53h
56d
55g
53g
55f
51
Air
57
61out
33
63in
33
62in

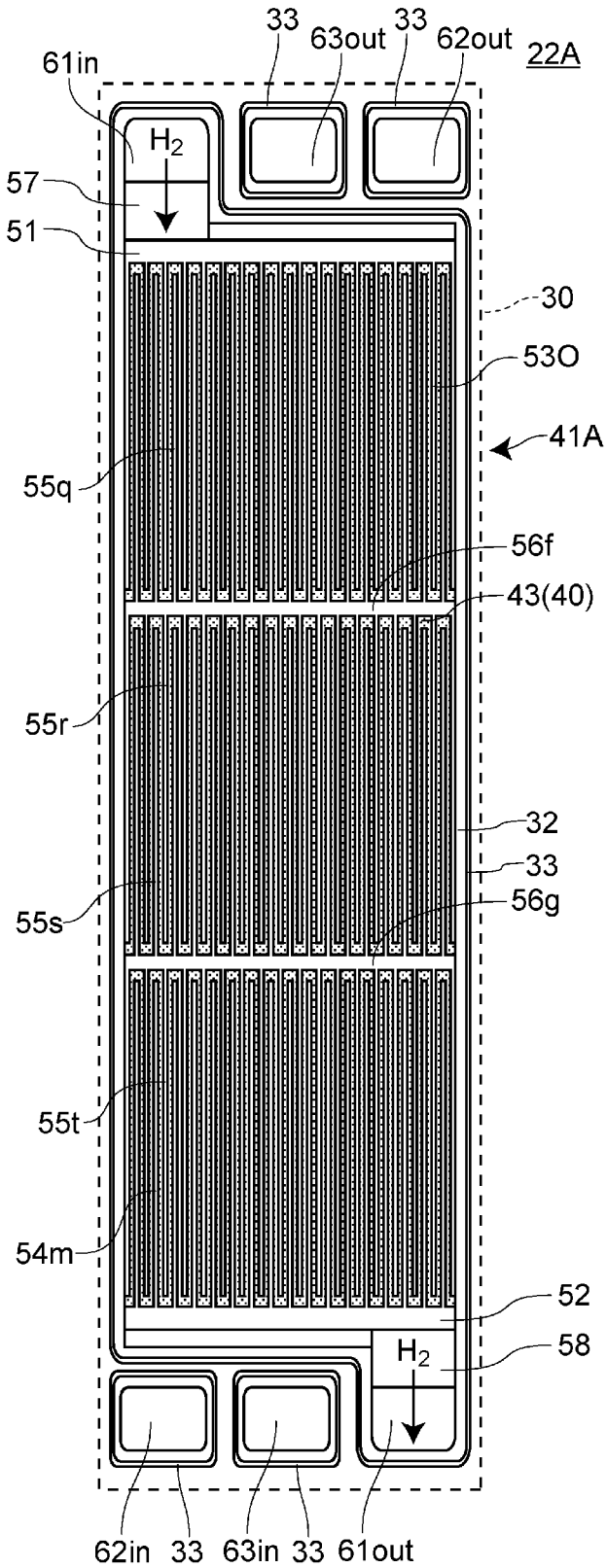
[図21]


62out
33
63out
33
61in
23H
Air
58
52
54k
54l
30
42H
43(40)
55o
55n
55m
55p
32
33
53n
53m
53l
53k
55l
55k
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

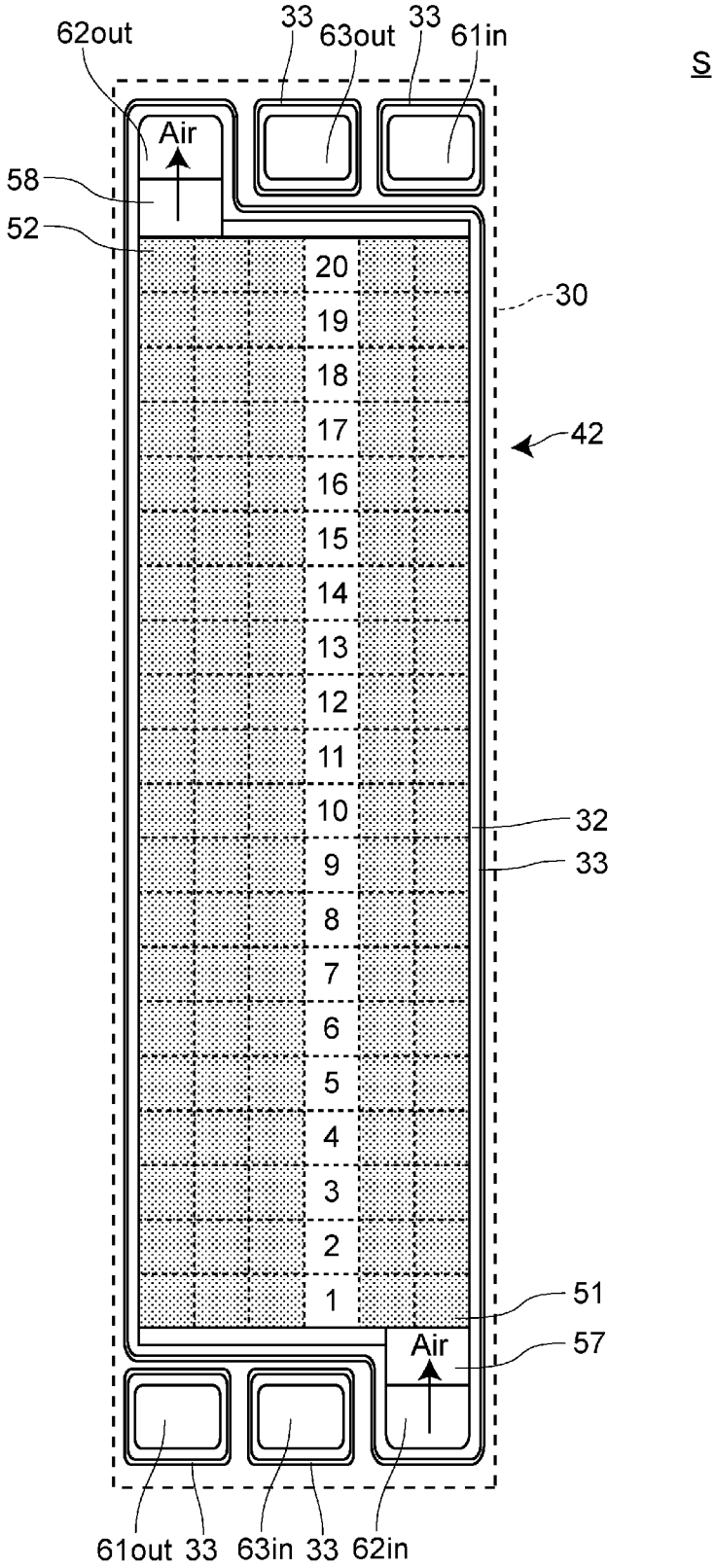
[図22]


(a)
33
63out
33
61in
23I
62out
Air
58
52
30
54m
42I
56g
55t
43(40)
55s
32
33
55r
56f
55q
53o
51
Air
57
61out
33
63in
33
62in
(b)
33
63out
33
61in
23I
62out
Air
58
52
30
54m
42I
43(40)
32
33
53o
51
Air
57
61out
33
63in
33
62in

[図23]

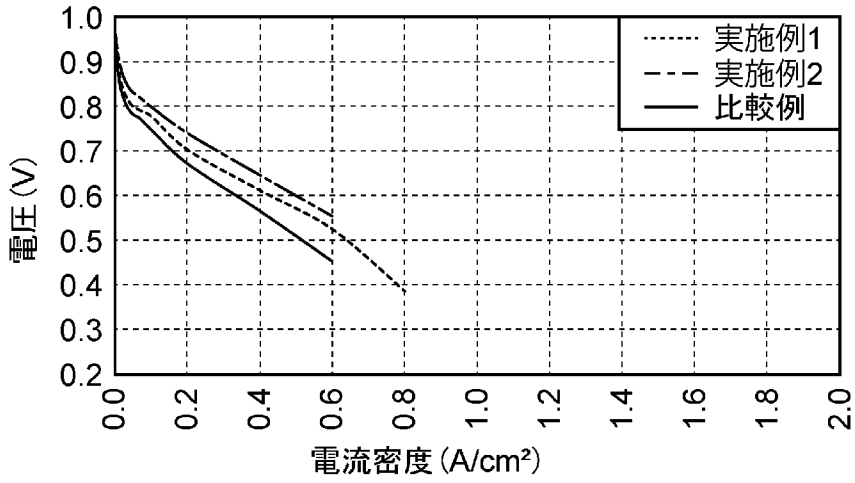

33
63out
33
62out
22A
61in
H2
57
51
30
53O
41A
55q
56f
43(40)
55r
32
33
56g
55s
55t
54m
52
58
H2
62in
33
63in
33
61out

[図24]

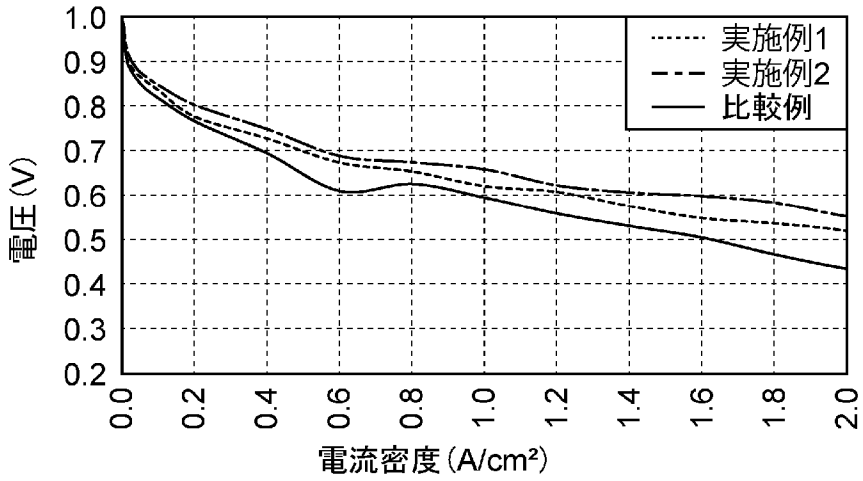

62out
33
63out
33
61in
S
Air
58
52
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
30
42
32
33
51
Air
57
61out
33
63in
33
62in

[図25]

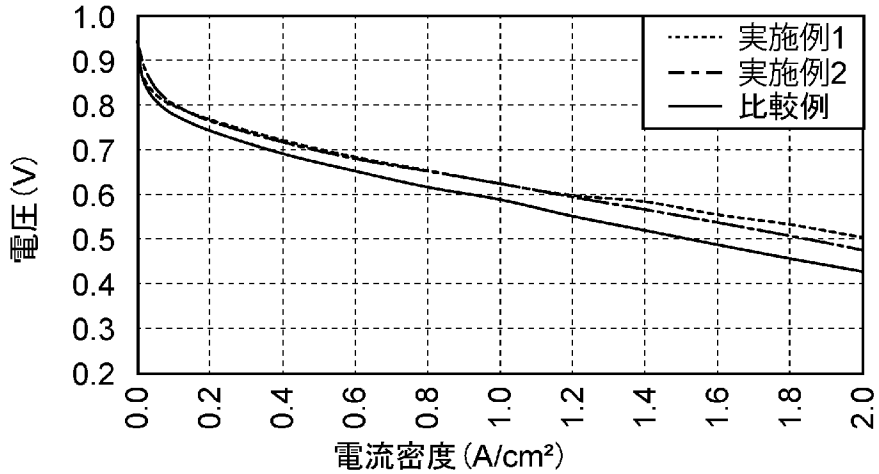
(a) 発電条件1



(b) 発電条件2

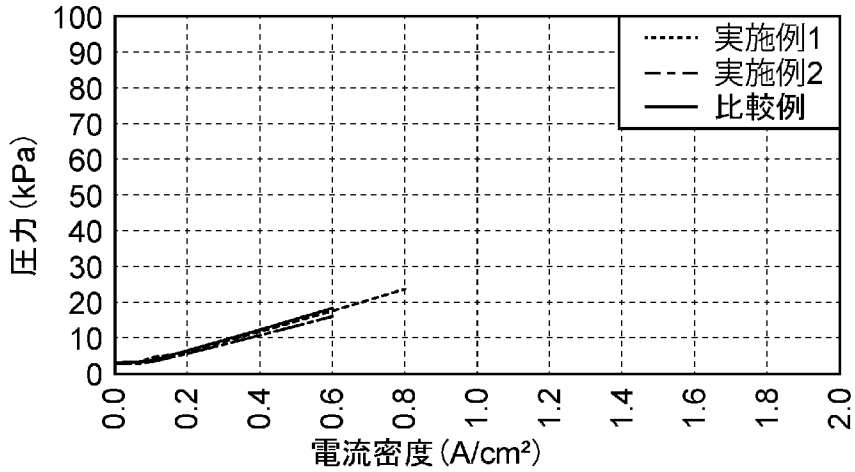


(c) 発電条件3

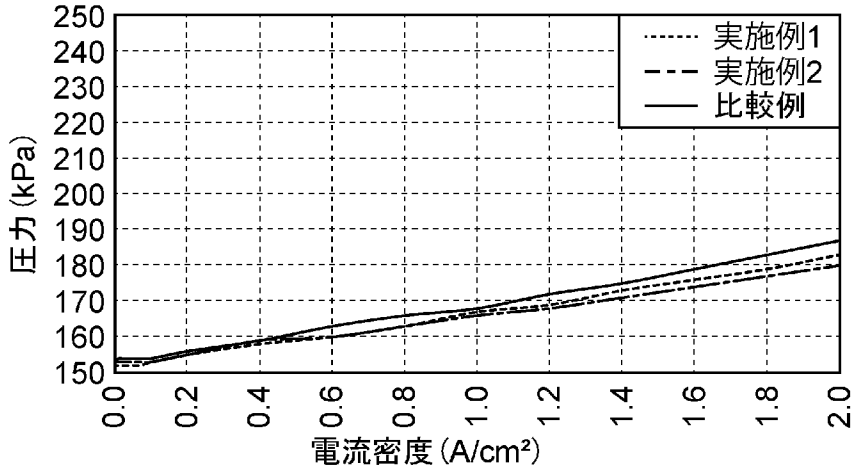


[図26]

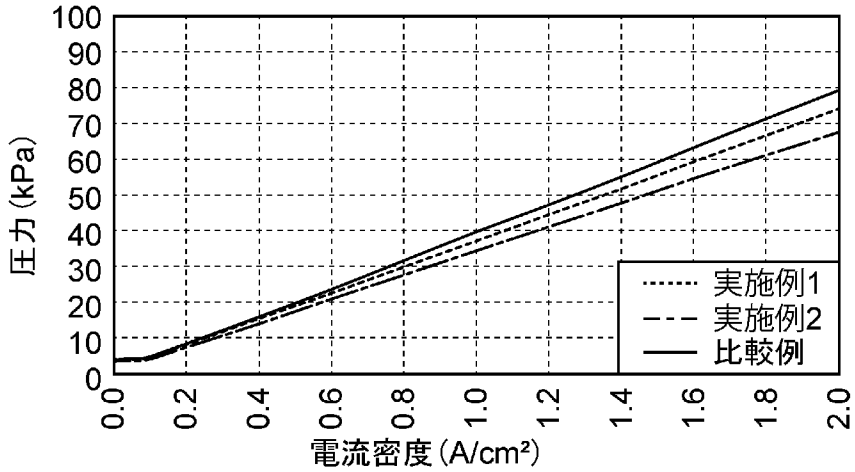
(a) 発電条件1



(b) 発電条件2

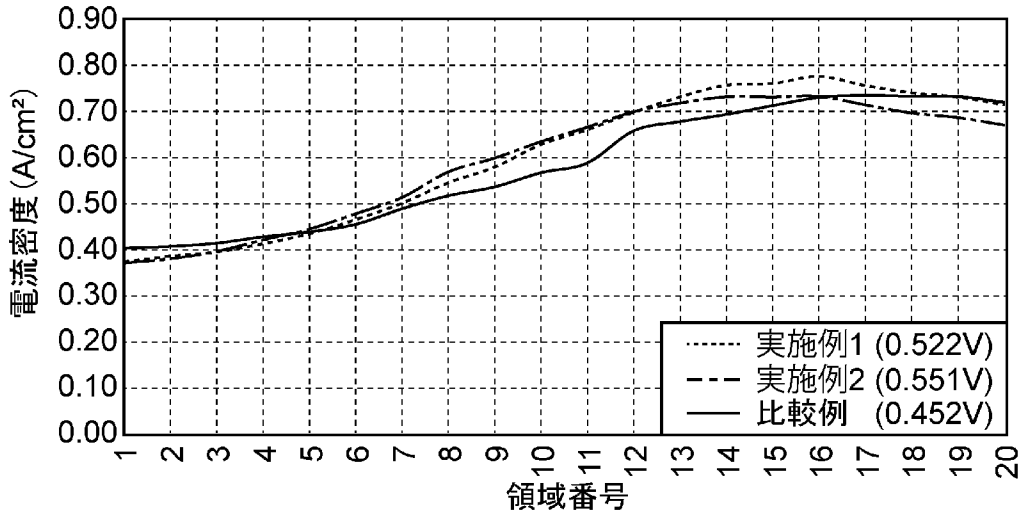


(c) 発電条件3

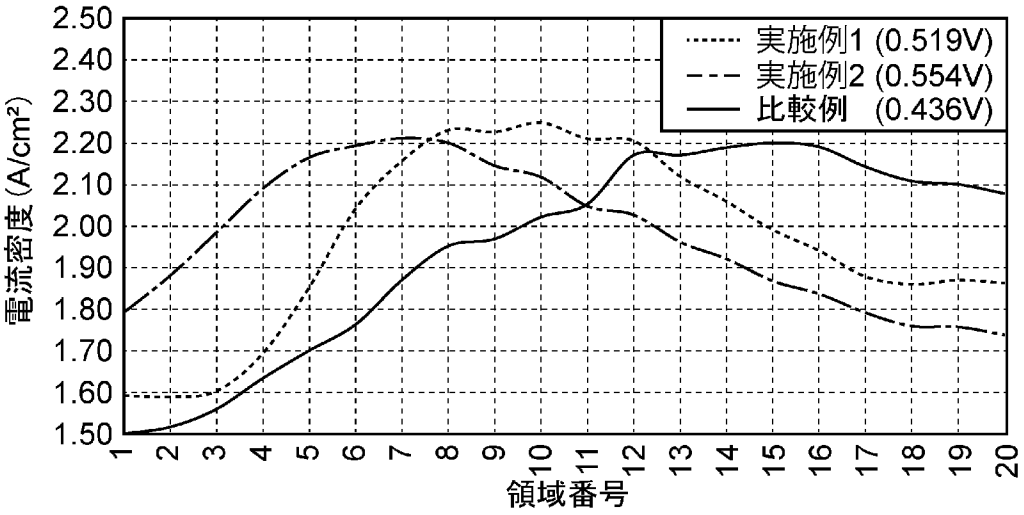


[図27]

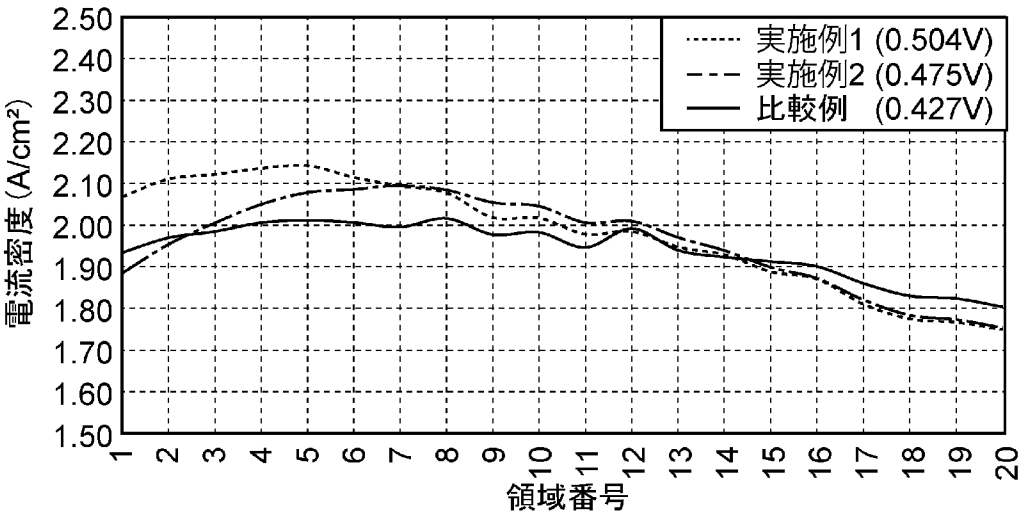
(a) 発電条件1 (平均電流密度:0.6A/cm²)



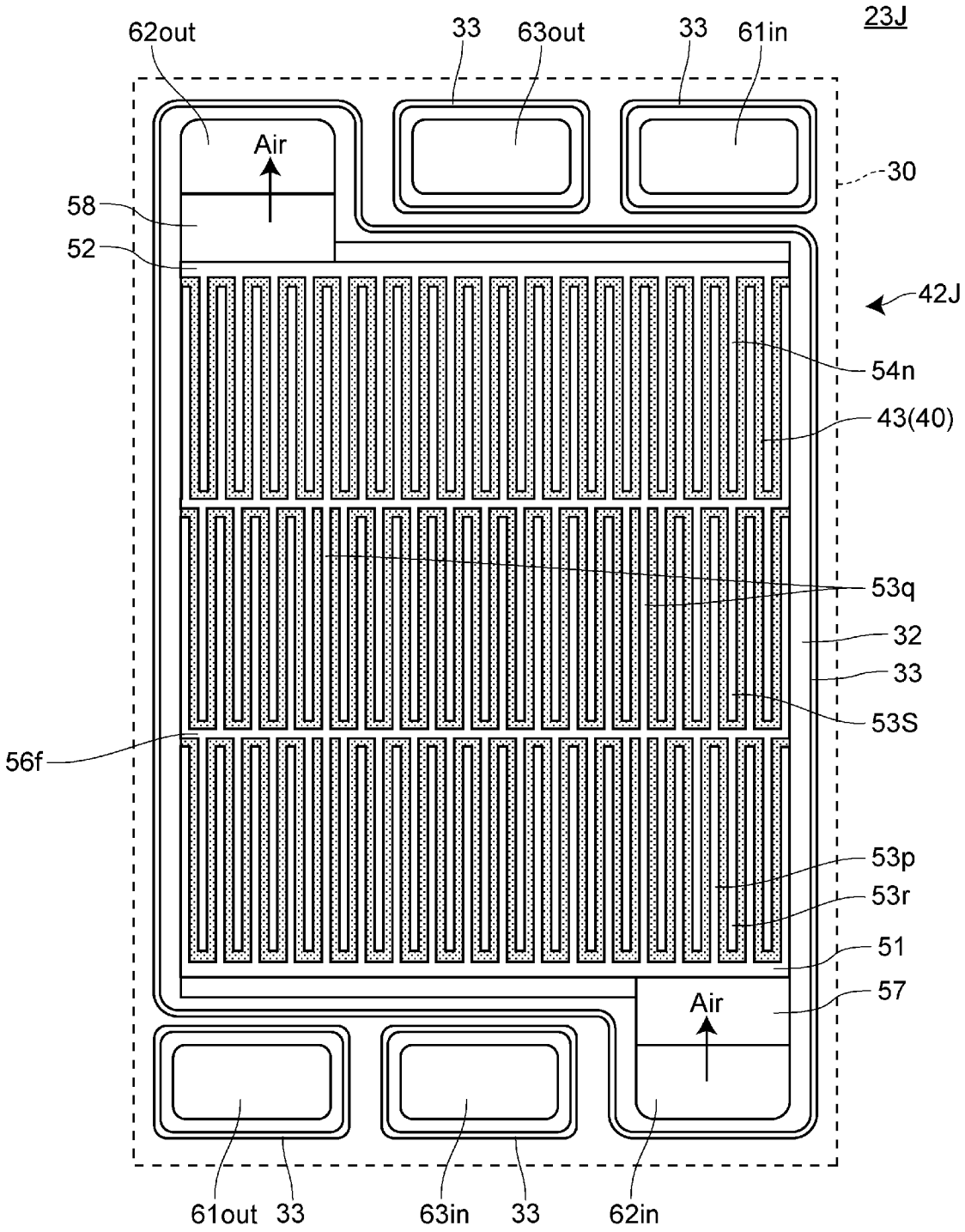
(b) 発電条件2 (平均電流密度:2.0A/cm²)



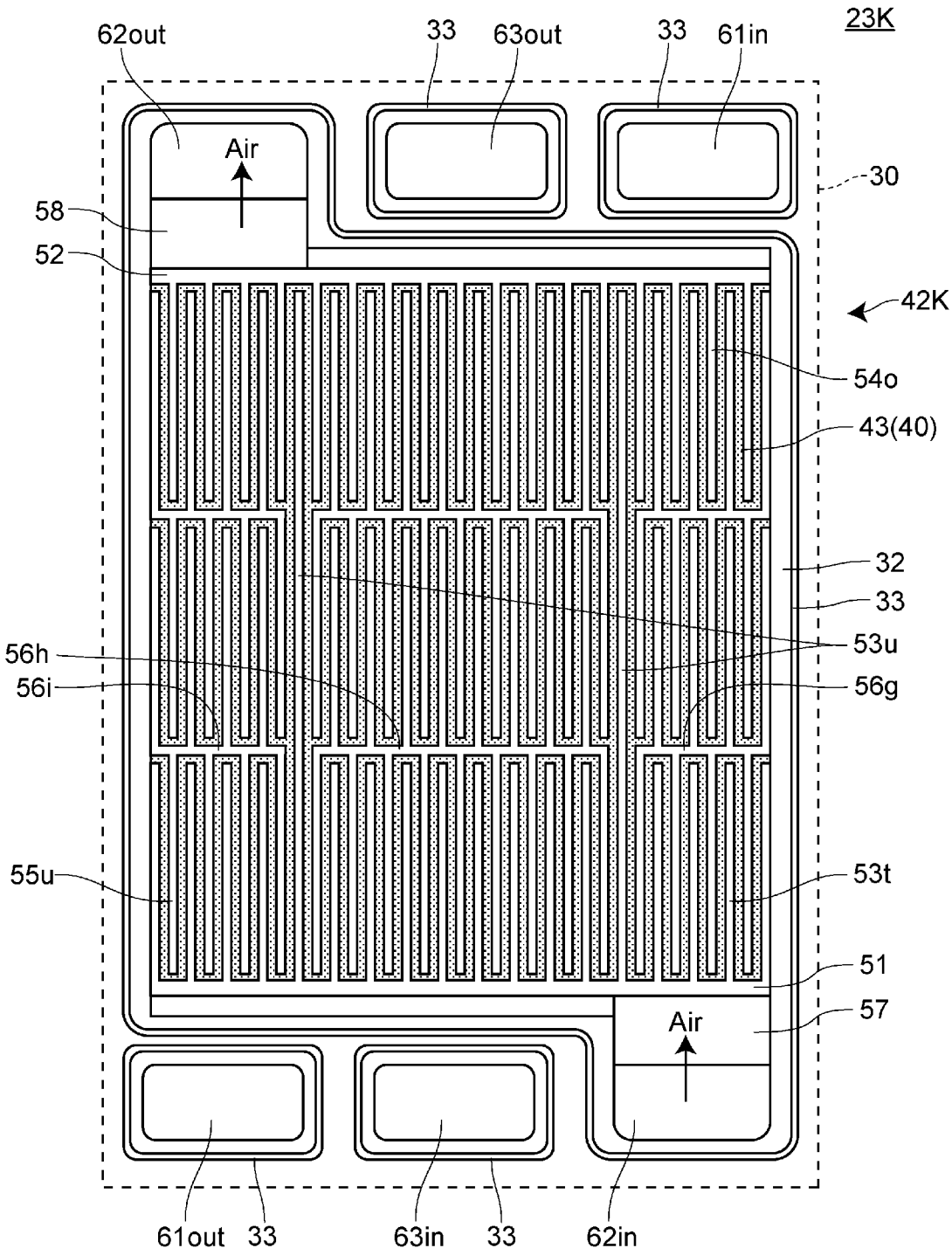
(c) 発電条件3 (平均電流密度:2.0A/cm²)



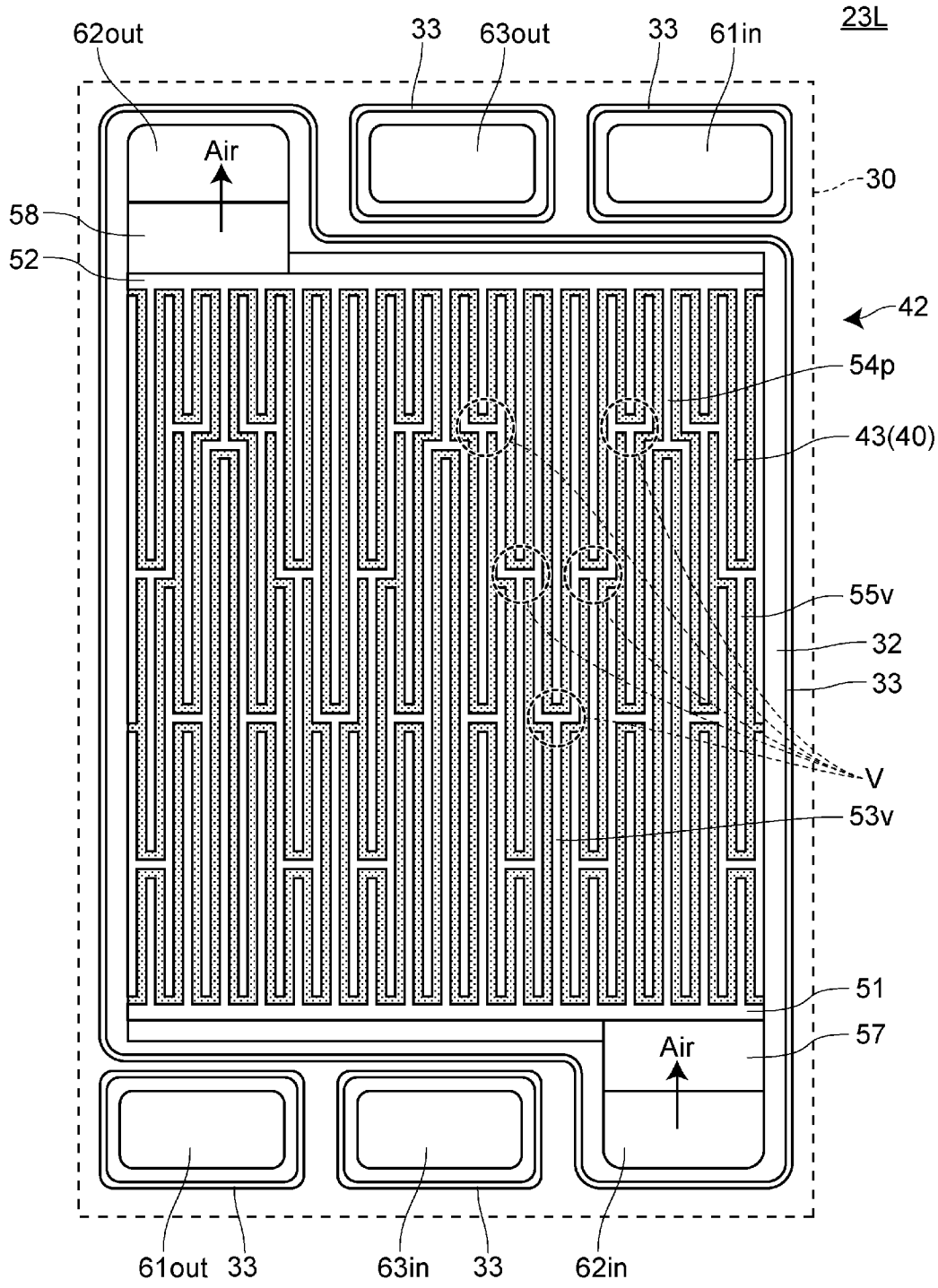
[図28]


62out
33
63out
33
61in
23J
Air
30
58
52
42J
54n
43(40)
53q
32
33
53S
56f
53p
53r
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

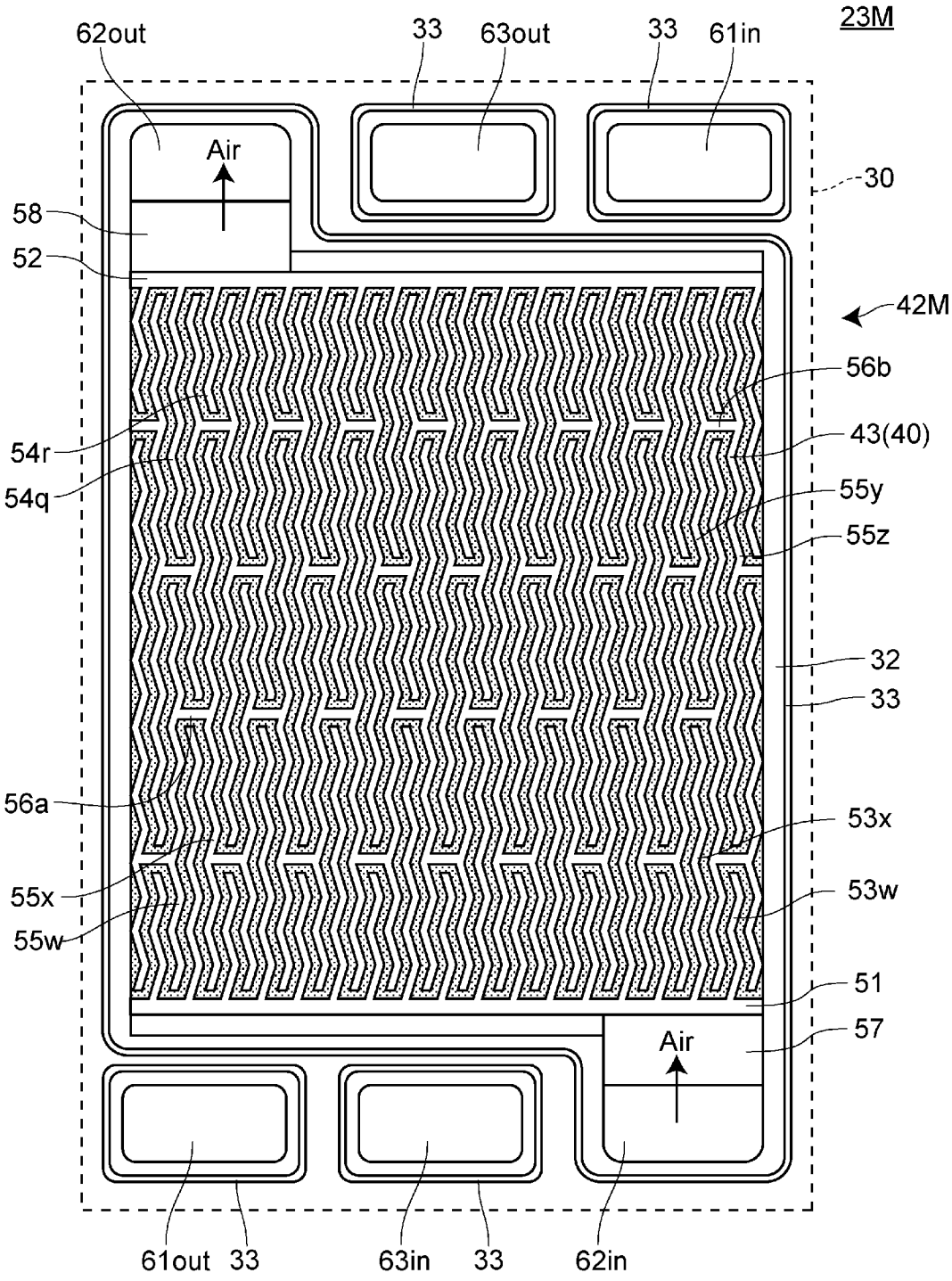
[図29]


62out
33
63out
33
61in
23K
Air
30
58
52
42K
54o
43(40)
32
33
53u
56h
56i
56g
55u
53t
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

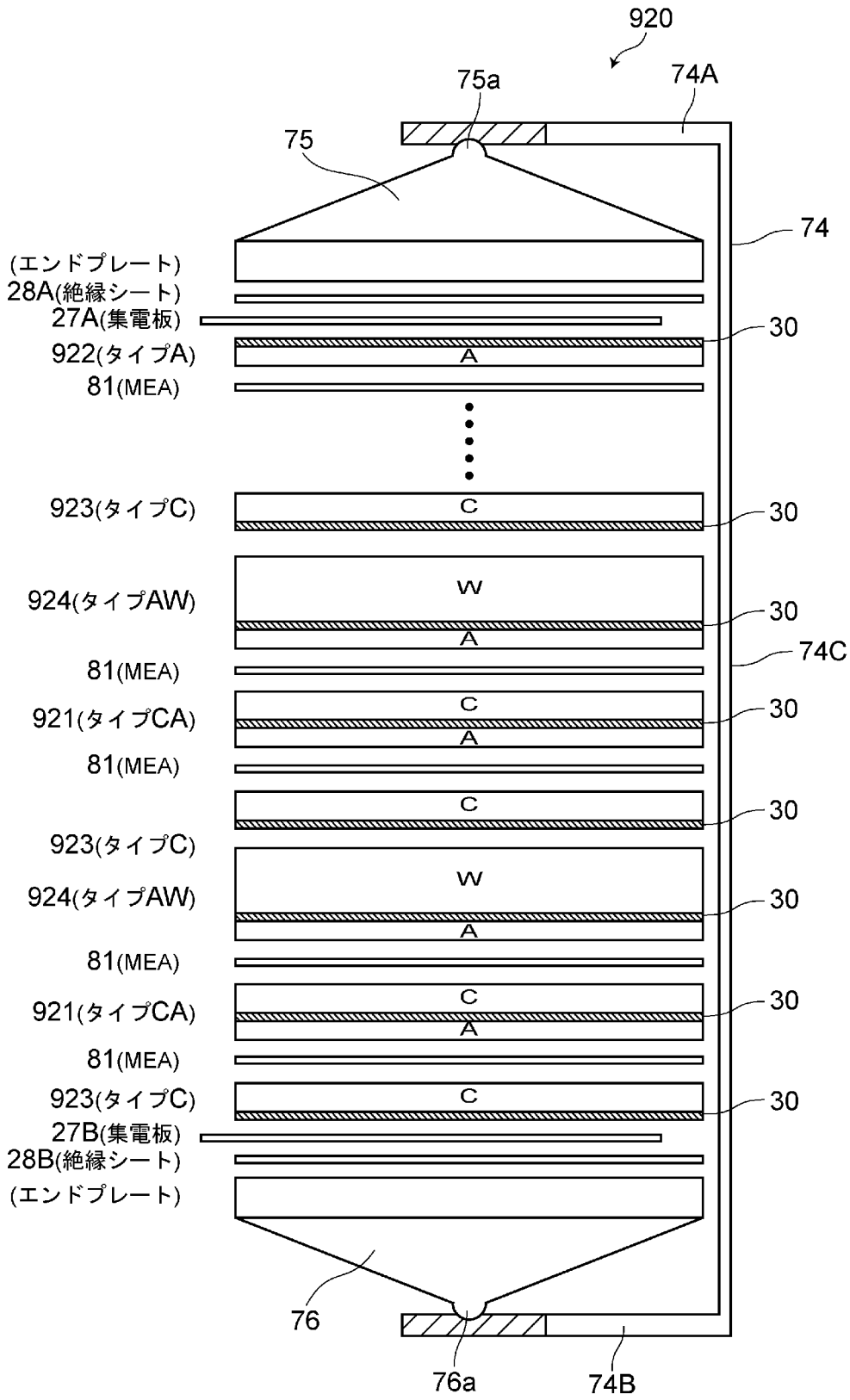
[図30]


62out
33
63out
33
61in
23L
Air
30
58
52
42
54p
43(40)
55v
32
33
V
53v
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

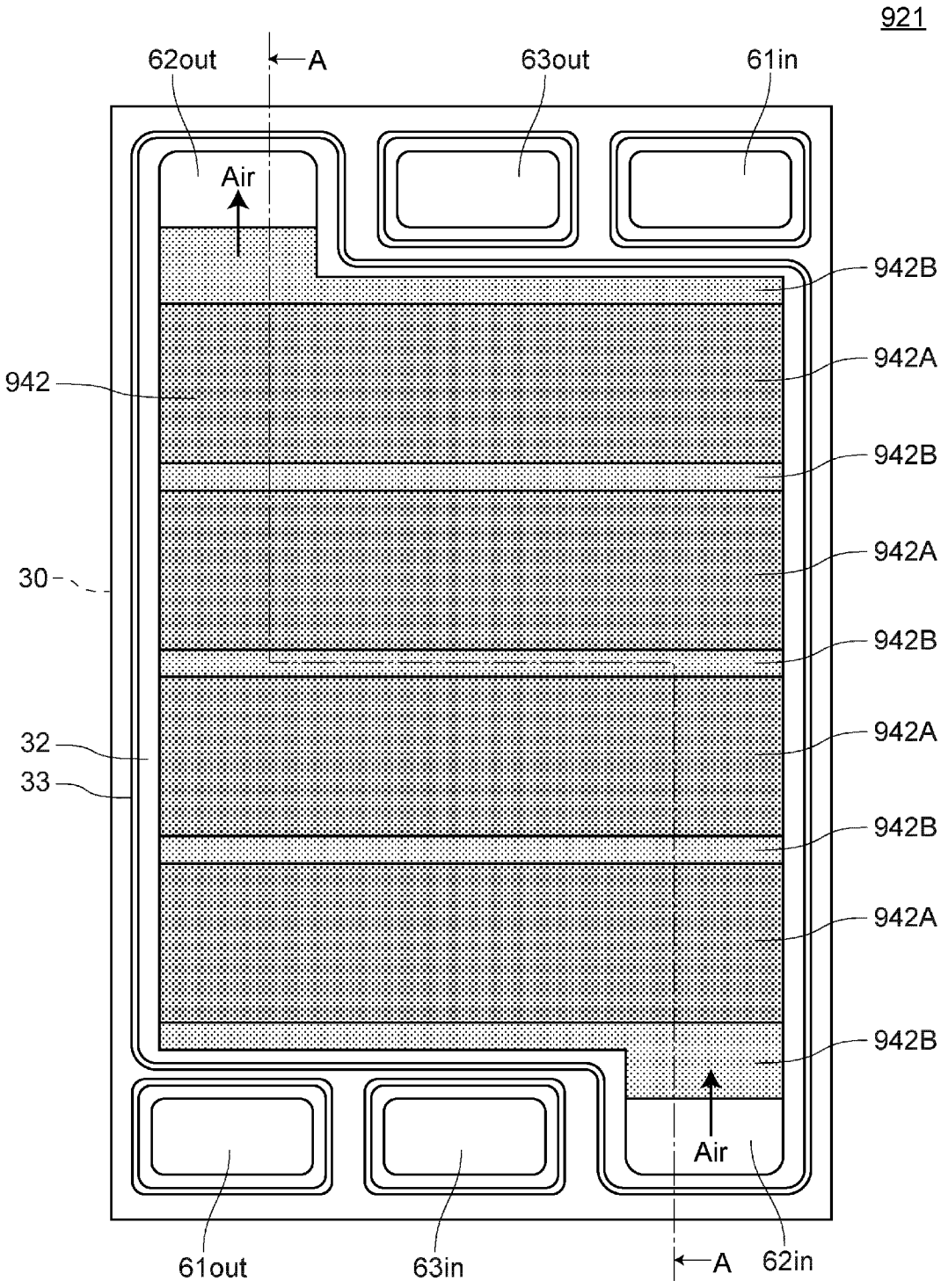
[図31]


62out
33
63out
33
61in
23M
Air
30
58
52
42M
56b
54r
43(40)
54q
55y
55z
32
33
56a
53x
55x
53w
55w
51
57
Air
61out
33
63in
33
62in

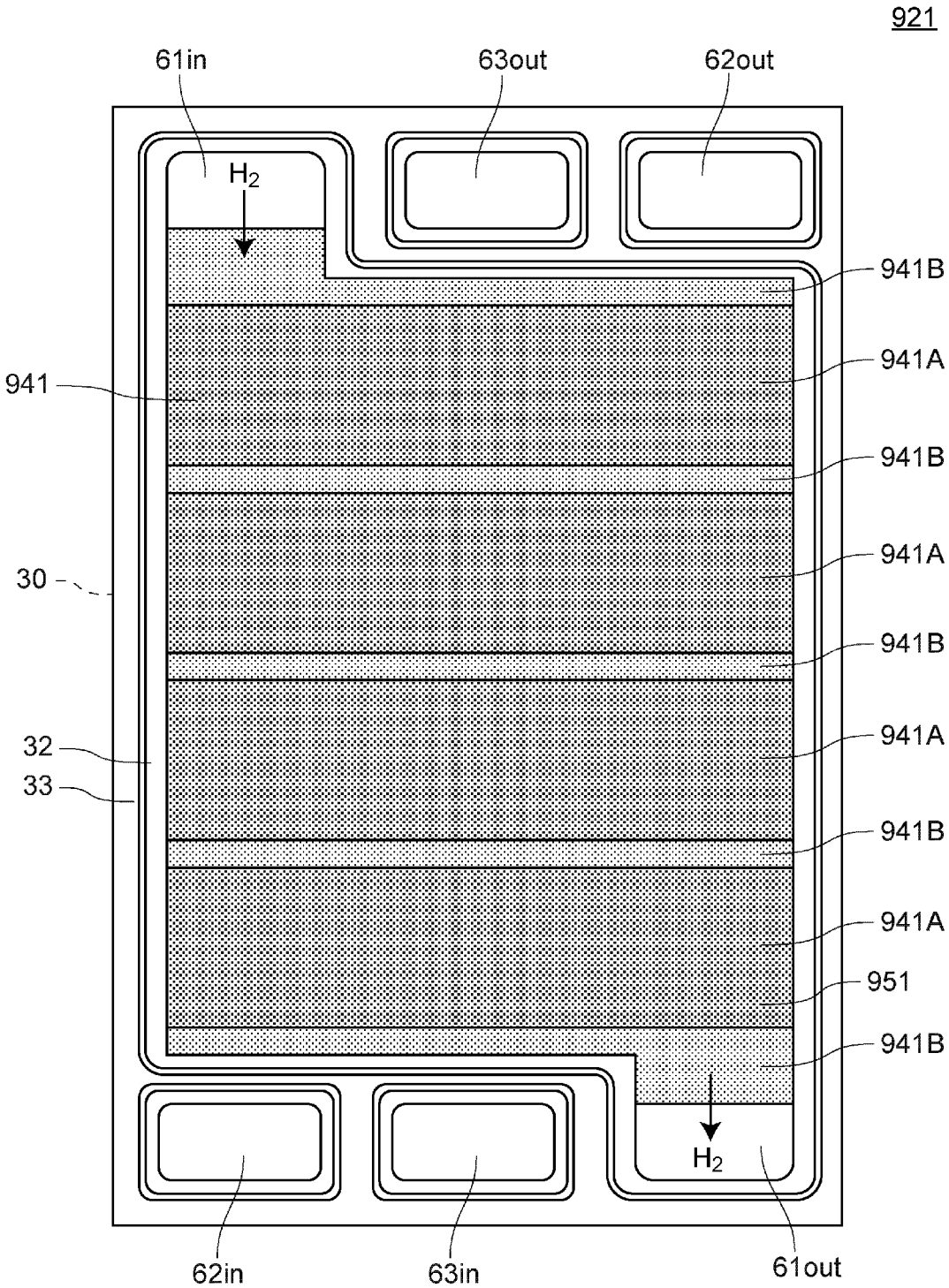
[図32]


920
75a
74A
75
74
(エンドプレート)
28A(絶縁シート)
27A(集電板)
922(タイプA)
A
30
81(MEA)
923(タイプC)
C
924(タイプAW)
W
74C
921(タイプCA)
76
76a
74B
27B(集電板)
28B(絶縁シート)

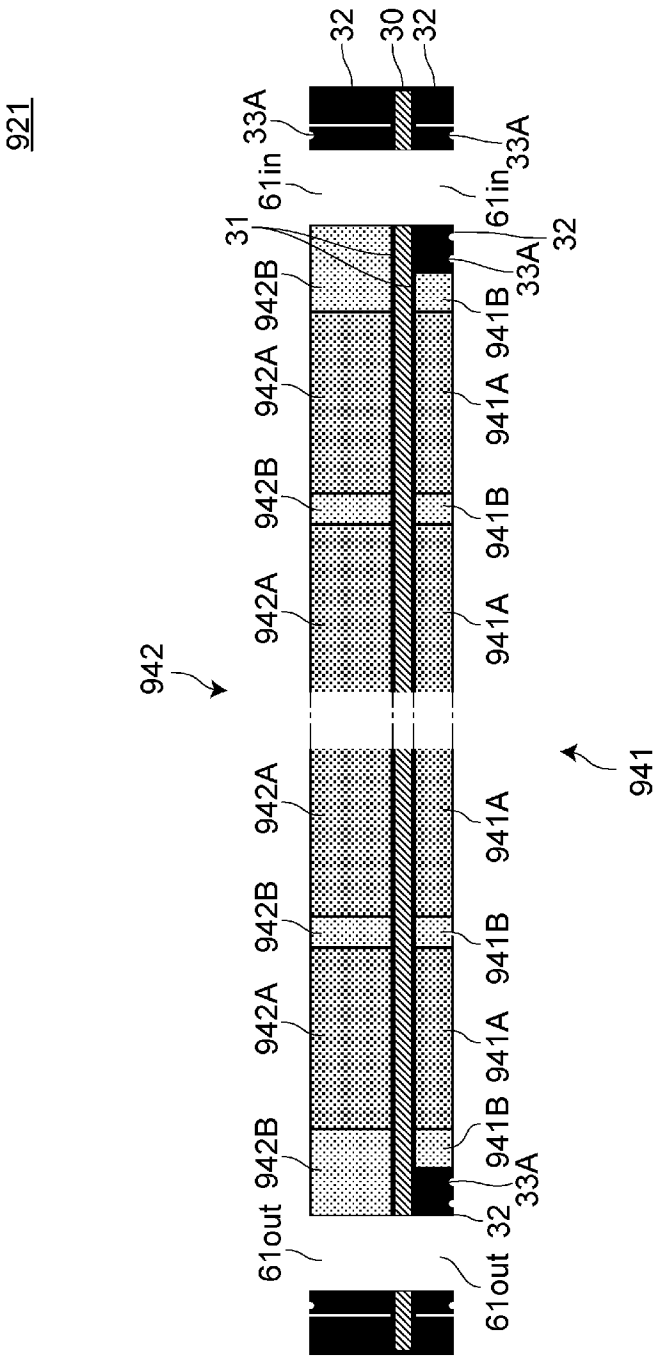
[図33]


921
62out
A
63out
61in
Air
942B
942
942A
942B
30
942A
942B
32
942A
33
942B
942A
942B
Air
61out
63in
A
62in

[図34]


921
61in
63out
62out
H2
941B
941A
941
941B
30
941A
941B
32
941A
33
941B
941A
951
941B
H2
62in
63in
61out

[図35]


921
32
30
32
33A
61in
61in
33A
31
32
33A
942B
941B
942A
941A
942B
941B
942A
941A
942
941
942A
941A
942B
941B
942A
941A
942B
941B
33A
61out
32
61out

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/004686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01M8/0258(2016.01)i, H01M8/10(2016.01)i
FI: H01M8/0258, H01M8/10101

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. H01M8/0258, H01M8/10

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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	JP 2017-16942 A (UNIVERSITY OF YAMANASHI) 19 January 2017 (2017-01-19), paragraphs [0035], [0036], [0048], [0050], [0056], [0075], [0076], fig. 1, 2, 8	1-3, 5-7, 9-19 4, 8
A	JP 2008-47299 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 28 February 2008 (2008-02-28), paragraphs [0033]-[0039], fig. 3, 4	1-19
A	JP 2002-100372 A (JAPAN STORAGE BATTERY CO., LTD.) 05 April 2002 (2002-04-05), claim 1, paragraphs [0013]-[0016], [0023], [0026], fig. 1	1-19

☐ 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
26 March 2021	06 April 2021

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/004686

JP 2017-16942 A	19 January 2017	(Family: none)
JP 2008-47299 A	28 February 2008	US 2010/0003560 A1 paragraphs [0042]-[0048], fig. 3, 4 CA 2660579 A1 CN 101501900 A WO 2008/017935 A2
JP 2002-100372 A	05 April 2002	(Family: none)

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/004686

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01M 8/0258(2016.01)i; H01M 8/10(2016.01)i
FI: H01M8/0258; H01M8/10 101

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））

H01M8/0258; H01M8/10

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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	JP 2017-16942 A (国立大学法人山梨大学) 19.01.2017 (2017-01-19) [0035], [0036], [0048], [0050], [0056], [0075], [0076], 図1, 図2, 図8	1-3,5-7,9-19
A		4,8
A	JP 2008-47299 A (トヨタ自動車株式会社) 28.02.2008 (2008-02-28) [0033]～[0039], 図3, 図4	1-19
A	JP 2002-100372 A (日本電池株式会社) 05.04.2002 (2002-04-05) 請求項1, [0013]～[0016], [0023], [0026], 図1	1-19

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
26.03.2021	06.04.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
守安　太郎 4X 9347
電話番号 03-3581-1101 内線 3477

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/004686

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-16942 A	19.01.2017	（ファミリーなし）	
JP 2008-47299 A	28.02.2008	US 2010/0003560 A1 [0042] to [0048], FIG. 3, FIG. 4 CA 2660579 A1 CN 101501900 A WO 2008/017935 A2	
JP 2002-100372 A	05.04.2002	（ファミリーなし）	