

(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  
2012 年 9 月 7 日(07.09.2012)



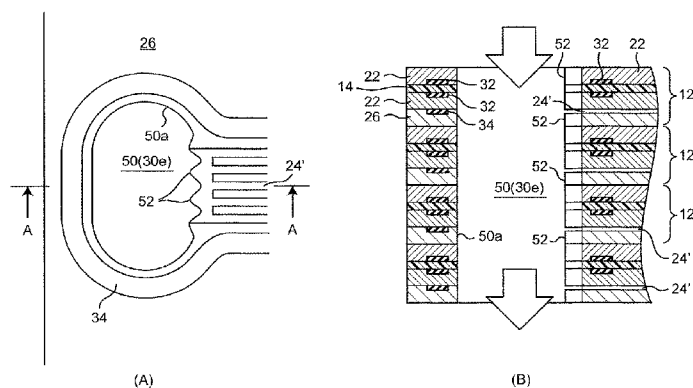
(10) 国際公開番号  
**WO 2012/117676 A1**

- (51) 国際特許分類:  
H01M 8/24 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)  
H01M 8/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/000905
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 10 日(10.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-044962 2011 年 3 月 2 日(02.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 〇 〇 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉村 光生 (YOSHIMURA, Mitsuo). 本川 裕一 (HONKAWA, Hirokazu). 新井 健二 (ARAI, Kenji).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et al.);  
〒5400001 大阪府大阪市中央区域見 1 丁目 3 番 7 号 I M P ビル青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POLYMER ELECTROLYTE FUEL CELL

(54) 発明の名称: 高分子電解質型燃料電池

[図2]



(57) Abstract: A polymer electrolyte fuel cell in which a plurality of single cells (12) are stacked, each single cell (12) having an ion conductive electrolyte membrane (14), an anode disposed on one side of the electrolyte membrane (14), a cathode disposed on the other side of the electrolyte membrane (14), and a conductive separator (26) on the center of which is formed a first refrigerant flow path (24) through which a refrigerant flows, wherein the separator (26) has: through holes (30e, 30f) extending in the stacking direction when a plurality of the single cells are stacked and constituting a manifold (50) through which the refrigerant flows; a second refrigerant flow path (24') for bringing the through holes (30e, 30f) into communication with the first refrigerant flow path (24); and a plurality of protrusions (52) protruding into the through holes (30e, 30f) from a section on the wall surface of the through holes (30e, 30f) in the periphery of the site at which the through holes (30e, 30f) come into contact with the second refrigerant flow path (24').

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/117676 A1



イオン導電性の電解質膜 14 と、電解質膜 14 の一方側に配置されるアノードと、電解質膜 14 の他方側に配置されるカソードと、冷媒が流れる第 1 の冷媒流路 24 が中央に形成された導電性のセパレータ 26 とを有する単電池 12 を複数積層した高分子電解質型燃料電池であって、セパレータ 26 が、単電池が複数積層されたときにその積層方向に延びて冷媒が流れるマニホールド 50 を構成する貫通穴 30 e、30 f と、貫通穴 30 e、30 f と第 1 の冷媒流路 24 とを連絡する第 2 の冷媒流路 24' と、貫通穴 30 e、30 f と第 2 の冷媒流路 24' との接続部の周囲である貫通穴 30 e、30 f の壁面の部分から、貫通穴 30 e、30 f 内に突出する複数の凸部 52 とを有する。

## 明 細 書

**発明の名称： 高分子電解質型燃料電池**

### 技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池に関し、特に、冷媒によるセパレータの電流腐食を原因とする、シール部材のシール性の低下を抑制する構造を備えた高分子電解質型燃料電池に関する。

### 背景技術

[0002] 従来より、高分子電解質型燃料電池は、水素を含有する燃料ガスと、空気など酸素を含有する酸化剤ガスとを、電気化学的に反応させることで、電力と熱とを同時に発生させるものであり、使用する燃料や構成材料によって様々な種類がある。

[0003] 図9は、従来からある高分子電解質型燃料電池の部分断面図である。高分子電解質型燃料電池100は、複数の単電池102を積層した構造であって、発生した熱を回収する冷媒が流れる冷媒用マニホールド104（冷媒流路）を備えている。

[0004] 単電池102は、水素イオンを選択的に輸送する陽イオン交換樹脂からなる高分子電解質膜106と、高分子電解質膜106の両側に配置される導電性のセパレータ108とを有する。また、図示していないが、単電池102は、一方のセパレータ108と対向する高分子電解質膜106の一方の表面に接合されたアノードと、他方のセパレータ108と対向する高分子電解質膜106の他方の表面に接合されたカソードとを有する。なお、高分子電解質膜106、アノード、およびカソードからなる構成体は、MEA（電極電解質膜接合体）と呼ばれる。

[0005] 冷媒用マニホールド104は、各単電池102の高分子電解質膜106、セパレータ108それぞれに形成された貫通穴が連結することにより構成される。冷媒用マニホールド104を流れる冷媒は、各単電池102に設けられた冷媒用流路110に流れ、単電池102から熱を回収する。

[0006]     ところで、水道水などのイオン導電体を冷媒として使用すると、１つ以上の単電池１０２を介在して離れた単電池１０２同士（例えば、図８において、白抜き矢印で示す冷媒の流れ方向の上流側から数えて１番目の単電池と３番目の単電池）の間に冷媒を介して短絡が生じ、それにより高電圧側の単電池１０２のセパレータ１０８が電流腐食して劣化することがある。これは、高電圧側の単電池１０２とイオン導電体との界面で酸化反応が起こることが原因である。セパレータ１０８の電流腐食が進行し、冷媒をシールするシール部材１１２と接触するセパレータ１０８の部分が劣化すると、シール部材１１２とセパレータ１０８の間の冷媒に対するシール性が低下し、冷媒が外部に漏れる可能性がある。同様に、冷媒を介する短絡により、燃料ガスや酸化剤ガス用のシール部材１１４、１１６のシール性も低下する可能性がある。

[0007]     この対処として、特許文献１に記載の高分子電解質型燃料電池は、冷媒を高抵抗とするために、冷媒の流路長が長くなるように冷媒流路が設けられている。

[0008]     また、特許文献２に記載の高分子電解質型燃料電池は、セパレータに比べて電流腐食しやすい犠牲材料が、高電位側の集電板内の冷媒流路に設けられている。

[0009]     さらに、特許文献３に記載の高分子電解質型燃料電池は、最も高電位の単電池よりもさらに高電位の部材を冷媒流路内に設けている。

[0010]     これ以外の対処として、冷媒として、純水が使用されることがある。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0011] 特許文献１：特開２００５－１５８６２９号公報

特許文献２：特開２００７－８７７６６号公報

特許文献３：特開２００８－１６２１６号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

- [0012] しかしながら、冷媒は、高分子電解質型燃料電池に接続された金属または樹脂などの材料で作製された配管内を流れるため、配管から溶出したイオン成分が溶解して導電率が上昇することがある。また、高分子電解質型燃料電池の中を流れる間に燃料電池を構成する部材（セパレータなど）から溶出したイオン成分が溶解し、冷媒の導電率が上昇することがある。すなわち、冷媒として純水を使用しても、冷媒の導電率が上昇する可能性がある。
- [0013] 冷媒の導電率が上昇することにより、上述したように、１つ以上の単電池を介在して離れた単電池同士の間で冷媒を介して短絡が生じ、それにより高電圧側の単電池のセパレータが電流腐食して劣化する可能性がある。そして、シール部材と接触するセパレータの部分が劣化し、シール部材がシールしていた燃料ガス、酸化剤ガス、冷媒が外部に漏れる可能性がある。
- [0014] なお、この対処として、冷媒の導電率の上昇を抑制するために、冷媒内のイオン成分を取り除く、純水によって希釈して冷媒内のイオン成分の濃度を下げる、イオン成分が溶出しにくい純度が高い材料で高分子電解質型燃料電池や配管を作製するなどが考えられるが、いずれもコストが増大する。
- [0015] そこで、本発明は、冷媒の導電率が上昇しても、冷媒によるセパレータの電流腐食を原因とする、シール部材とセパレータとの間のシール性の低下を抑制することができる構造を備えた高分子電解質型燃料電池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

- [0016] 上記目的を達成するために、本発明は以下のように構成する。
- [0017] 本発明の態様によれば、イオン導電性の電解質膜と、電解質膜の一方側に配置されるアノードと、電解質膜の他方側に配置されるカソードと、冷媒が流れる第１の冷媒流路が中央に形成された導電性のセパレータとを有する単電池を複数積層した高分子電解質型燃料電池であって、セパレータが、単電池が複数積層されたときにその積層方向に延びて冷媒が流れる冷媒用マニホールドを構成する貫通穴と、貫通穴と第１の冷媒用流路とを連絡する第２の

冷媒流路と、貫通穴と第2の冷媒流路との接続部の周囲である貫通穴の壁面の部分から、貫通穴内に突出する複数の凸部とを有する、高分子電解質型燃料電池が提供される。

### 発明の効果

[0018] 本発明によれば、貫通穴と第2の冷媒流路との接続部の周囲である貫通穴の壁面の部分に、その貫通穴内に突出する複数の凸部が設けられることにより、その凸部の先端に集中して電流腐食を発生させることができる。それにより、凸部の先端に比べてシール部材に近いセパレータの部分の電流腐食を抑制することができる。これにより、シール部材と接触するセパレータの部分の劣化を抑制することができ、シール部材とセパレータの間のシール性の低下を抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0019] 本発明のこれらの態様と特徴は、添付された図面についての好ましい実施の形態に関連した次の記述から明らかになる。この図面においては、

[図1]本発明の一実施の形態に係る高分子電解質型燃料電池の構成を説明するための図

[図2]本発明の一実施の形態に係る冷媒用マニホールドの断面であって、（A）は冷媒の流れ方向と直交する断面を示す図であり、（B）は冷媒の流れ方向と平行な断面を示す図

[図3]冷媒用マニホールド内の冷媒の電流密度を示す図

[図4]実施例1、実施例2、および比較例の冷媒用マニホールドの断面形状を示す図

[図5]実施例1 および実施例2の冷媒用マニホールドの断面形状の詳細を説明するための図

[図6]実施例1、実施例2、および比較例における、冷媒とセパレータとの界面上の複数の位置での電流密度を示す図

[図7]図6に示す界面上の複数の位置を説明するための図

[図8]異なる形状の凸部が設けられた冷媒用マニホールドの断面を示す図

[図9]従来の高分子電解質型燃料電池の冷媒用マニホールドの断面図

## 発明を実施するための形態

[0020] まず、本発明に係る実施の形態を説明する前に、冷媒によるセパレータの電流腐食について説明する。

[0021] 数式 1 は、高分子電解質型燃料電池において、 $n - 2$  個の単電池を介在して離れた 2 つの単電池  $B_1$  と  $B_n$  ( $n$  は 3 以上の整数) との間で短絡を発生させる冷媒の抵抗を求めるための式である。

[数1]

$$R = \frac{L}{\rho \times S} \quad \dots \quad (\text{数式 1})$$

[0022] ここで、 $R$  は冷媒の抵抗である。 $L$  は、2 つの単電池  $B_1$  と  $B_n$  の間の距離である。 $\rho$  は冷媒の導電率である。 $S$  は冷媒が流れる流路の断面積 (例えばマニホールドの断面積) である。

[0023] 数式 1 に示すように、冷媒の抵抗  $R$  は、導電率  $\rho$  と断面積  $S$  との積に対して反比例の関係である。したがって、導電率  $\rho$  が大きい場合は断面積  $S$  を小さくすれば、抵抗  $R$  を大きい値に維持することができる。

[0024] 例えば、導電率が約  $200 \mu\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  の水道水を冷媒として使用する場合、導電率が  $1 \mu\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  以下の純水を冷媒として使用する場合に比べて、冷媒の流路の断面積を約  $1 / 200$  にすればよい。

[0025] また、2 つの単電池  $B_1$  と  $B_n$  の間で短絡が生じた場合、高電圧側の単電池  $B_n$  から他の単電池  $B_{n-1} \sim B_2$  を介して低電圧側の単電池  $B_1$  に電流が流れ、単電池  $B_1$  から冷媒を介して単電池  $B_n$  に電流が流れる回路が形成される。このような回路で流れる電流を  $I$  とすると、数式 2 に示す関係が成立する。

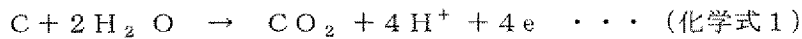
[数2]

$$n \times E = E_+ + E_- + I \times R \quad \dots \quad (\text{数式 2})$$

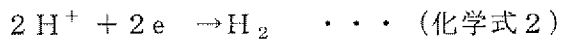
[0026] ここで、 $n$  は単電池の数である。 $E$  は単電池それぞれの電圧である。 $E_+$  は、高電圧側の単電池  $B_n$  と冷媒との間に発生する電圧である。 $E_-$  は、低電圧側の単電池  $B_1$  と冷媒との間に発生する電圧である。

[0027] このような回路において、冷媒が水であって、単電池のセパレータがカーボンから作製されている場合、高電圧側の単電池  $B_n$  のセパレータと冷媒との間では化学式 1 に示す酸化反応が生じ、低電圧側の単電池  $B_1$  のセパレータと冷媒との間では化学式 2 に示す還元反応が起こる。

[化1]



[化2]



[0028] 数式 2 に示す  $E_+$  が化学式 1 に示す酸化反応の活性化エネルギー以下であれば、化学式 1 に示す酸化反応は進行しないが、冷媒の抵抗  $R$  が低下することによって  $E_+$  が増加すると、化学式 1 に示す酸化反応が進行する。そして、カーボンから作製された高電圧側の単電池  $B_n$  のセパレータが劣化する。なお、これは、カーボンから作製されたセパレータに限らず、金属材料から作製されたセパレータでも同様に起こる。

[0029] したがって、化学式 1 に示す酸化反応の進行を抑制するためには、冷媒の抵抗  $R$  を大きくする、すなわち、距離  $L$  を大きくすること、導電率  $\rho$  を小さくすること、または断面積  $S$  を小さくすることの少なくとも 1 つを実行する必要がある。

[0030] ところが、距離  $L$  は、高分子電解質型燃料電池の要求出力（すなわち単電池の数）によって決まるため、冷媒の抵抗を高めるために変更することは困難である。

[0031] また、冷媒の導電率  $\rho$  を小さく維持するためには、冷媒内のイオン成分を取り除く、純水によって希釈して冷媒内のイオン成分の濃度を下げる、イオン成分が溶出しにくい純度が高い材料で高分子電解質型燃料電池や配管を作製するなどが考えられるが、いずれもコストが増大する。

[0032] さらに、断面積  $S$  を小さくすると、冷媒を吐出するポンプの脈動や泡ガミなどの影響が大きくなり、冷媒の流れ方向の下流側に位置する単電池に対する冷媒供給が不安定になる。その結果、冷媒の熱回収効率が低下する。

[0033] 以上のことを鑑みて、本発明はなされている。

[0034] ここからは、本発明の一実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0035] 図 1 は、本発明の一実施の形態に係る高分子電解質型燃料電池と、高分子電解質型燃料電池を構成する単電池の分解図とを示している。

[0036] 図 1 に示すように、高分子電解質型燃料電池 10 は、複数の単電池 12 を積層して構成される。

[0037] 単電池 12 は、水素イオンを選択的に輸送する陽イオン交換樹脂からなる高分子電解質膜 14 を有する。高分子電解質膜 14 の両面には、白金などの触媒能を有する金属を担持させたカーボン粉末を主成分とする触媒層 16 が形成されている。さらに、触媒層 16 上に、燃料ガス、酸化剤ガスなどの反応ガスが通気する通気性と電子伝導性とを備えたガス拡散層 18 が形成されている。

[0038] なお、高分子電解質膜 14、触媒層 16、およびガス拡散層 18 を接合してなるものは、MEA（電極電解質膜接合体）と呼ばれる。また、燃料ガスが供給される触媒層 16 およびガス拡散層 18 の組み合わせはアノード（燃料極）と呼ばれ、酸化剤ガスが供給される触媒層 16 およびガス拡散層 18 の組み合わせはカソード（酸素極）と呼ばれる。

[0039] 単電池 12 はまた、燃料ガスや酸化剤ガスをアノードやカソードに供給するためのガス流路 20 がMEA側の表面に形成されたセパレータ 22 を、MEAの両側に有する。

[0040] 単電池 12 はさらに、MEAの発電時に発生する熱を回収するために、水や不凍液などの液状の冷媒が流れる冷媒流路（第 1 の冷媒流路）24 がMEA側の表面の中央に形成されたセパレータ 26 を、セパレータ 22 の反MEA側に有する。

[0041] なお、セパレータ 22、26 は、例えば、カーボンまたは金属材料などの導電性材料から作製されている。

[0042] 高分子電解質膜 14、2つのセパレータ 22、およびセパレータ 26 それ

ぞれには、複数の単電池 1 2 が積層されたときにマニホールドを構成する、貫通穴 3 0 a ~ 3 0 f が形成されている。

[0043] 高分子電解質膜 1 4、2つのセパレータ 2 2、およびセパレータ 2 6それぞれの貫通穴 3 0 aは、各単電池 1 2の一方のセパレータ 2 2に形成されたガス流路 2 0に燃料ガスを供給する燃料ガス供給用マニホールドを構成する。また、貫通穴 3 0 bは、各単電池 1 2のガス流路 2 0から燃料ガスを回収する燃料ガス回収用マニホールドを構成する。

[0044] 貫通穴 3 0 cは、各単電池 1 2の他方のセパレータ 2 2に形成されたガス流路 2 0に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給用マニホールドを構成する。また、貫通穴 3 0 dは、各単電池 1 2のガス流路 2 0から酸化剤ガスを回収する酸化剤ガス回収用マニホールドを構成する。

[0045] 貫通穴 3 0 eは、各単電池 1 2のセパレータ 2 6の中央に形成された冷媒流路 2 4に冷媒を供給する冷媒供給用マニホールドを構成する。また、貫通穴 3 0 fは、各単電池 1 2の冷媒流路 2 4から冷媒を回収する冷媒回収用マニホールドを構成する。

[0046] 加えて、高分子電解質膜 1 4とセパレータ 2 2との間に、ガス流路 2 0と燃料ガスや酸化剤ガス用のマニホールドとから燃料電池 1 0の外部または他のマニホールド内に燃料ガスや酸化剤ガスが漏れないように、ガス流路 2 0および貫通穴 3 0 a ~ 3 0 dを囲んでシールするシール部材 3 2が介在されている。

[0047] 加えてまた、セパレータ 2 2とセパレータ 2 6との間に、冷媒流路 2 4と冷媒用のマニホールドから燃料電池 1 0の外部または他のマニホールド内に冷媒が漏れないように、冷媒流路 2 4および貫通穴 3 0 e ~ 3 0 fを囲んでシールするシール部材 3 4が介在されている。

[0048] なお、シール部材 3 2、3 4は、エチレンプロピレンジエンゴム（EPDM）、フッ素ゴム、シリコンゴム、または熱可塑性エラストマーなどの弾性体材料から作製されている。このようなシール部材 3 2、3 4が優れたシール性を発揮するためには、シール部材 3 2、3 4と接触するセパレータ 2

2, 26、高分子電解質膜14の表面は、中心線平均粗さ $R_a$ が3.2以下であるのが好ましい。

[0049] このような単電池12を要求出力に応じた数だけ積層することにより、燃料電池10は構成される。具体的には、積層されてブロック状の複数の単電池12を、集電板40を介して端板42によって挟み、ボルト44によって一体的に固定することにより、燃料電池10が作製される。端板42には、マニホールドに燃料ガス、酸化剤ガス、および冷媒を供給するための、または回収するための複数の流体継ぎ手46が設けられている。

[0050] 図2(A)は、冷媒用マニホールド50の単電池12の積層方向と直交する断面を示している。図2(B)は、冷媒用マニホールド50の単電池12の積層方向と平行する断面(図2(A)のA-A断面)を示している。

[0051] 図2(A)に示すように、冷媒用マニホールド50を構成するセパレータ26に形成されている貫通穴30e(30f)は、連絡用流路(第2の冷媒流路)24'と接続されている。連絡用流路24'は、セパレータ26に形成され、冷媒用マニホールド50(貫通穴30e、30f)と、セパレータ26の中央に形成された冷媒流路24とを連絡する。冷媒用マニホールド50(貫通穴30e、30f)と連絡用流路24'との接続部の周囲である冷媒用マニホールド50(すなわち貫通穴30e、30f)の壁面50aの部分から、冷媒用マニホールド50内に突出する複数の凸部52が設けられている。具体的には、単電池12の積層方向に見た場合、貫通穴30e、30fの断面形状が、冷媒用マニホールド50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に、貫通穴30e、30fの中央に向かって突出する複数の凸部52を備える。

[0052] なお、冷媒の圧損を考慮すると、冷媒用マニホールド50を構成する、高分子電解質膜14、セパレータ22, 26に形成されている貫通穴30e(30f)の断面形状は、単電池12の積層方向に見た場合に重なるように、同一の断面形状に形成されているのが好ましい。

[0053] このように、冷媒用マニホールド50の断面形状を、冷媒用マニホールド

50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に複数の凸部52を備える形状にすることによる効果を説明する。

[0054] 冷媒用マニホールド50の断面形状が、冷媒用マニホールド50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に複数の凸部52を備える形状の場合、例えば1つのセパレータ26に着目すれば、そのセパレータ26の電流腐食は、凸部52の先端から始まる。これは、セパレータ26の凸部52の先端の電流密度が、セパレータ26の他の部分の電流密度に比べて高いために起こる。

[0055] 図3は、ANSYS社の有限要素法ソフトウェア「ANSYS」を用いて冷媒用マニホールド50内の冷媒を電磁場解析した結果を示している（なお、電磁場解析の詳細については後述する）。図4は、電流密度をベクトル（矢印）で表現したものであり、長いベクトルほど、電流密度が高いことを示している。電流密度ベクトルが表示されていない部分は、凸部52に対応する。

[0056] 図3に示すように、セパレータ26の凸部52の表面に近くなるほど、冷媒の電流密度が高くなり、さらに凸部52の先端に近づくほど冷媒の電流密度は高くなる。これは、セパレータ26の凸部52の先端の電流密度が、セパレータ26の他の部分の電流密度に比べて高いことを示している。

[0057] このように電流密度が高いセパレータ26の凸部52の先端では、セパレータ26の他の部分に比べて、電流腐食が集中的に起こる。これに対して、セパレータ26の他の部分は、凸部52に電流が集中するため、凸部52に比べて電流腐食の進行が遅い。

[0058] 別の観点から見れば、図2（A）に示すように、シール部材34から離れた凸部52の先端で電流腐食が集中的に起こり、シール部材34に近いセパレータ26の部分では電流腐食の進行が遅くなる。

[0059] したがって、冷媒用マニホールド50の断面形状が、冷媒用マニホールド50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に複数の凸部52を備える形状の場合、すなわち、図2（A）に示すようにシール

部材 3 4 から離れた部分に複数の凸部 5 2 を備える場合、シール部材 3 4 に近いセパレータ 2 2, 2 6 の部分の電流腐食を抑制することができる。それにより、図 2 (B) に示すように、シール部材 3 4 と接触するセパレータ 2 2, 2 6 の部分の電流腐食による劣化を抑制することができる。その結果、シール部材 3 4 とセパレータ 2 2, 2 6 との間のシール性の低下を抑制することができる。同様に、シール部材 3 2 とセパレータ 2 2 との間のシール性の低下も抑制することができる。

[0060] このことを裏付けるシミュレーションを、発明者は実施している。

[0061] 発明者は、凸部の形状の違いによる冷媒の電流密度の違いをシミュレーションによって求めた。図 4 は、シミュレーションで用いた複数の冷媒用マニホールドの断面形状を示している。図 4 (A) は、実施例 1 の高分子電解質型燃料電池の冷媒用マニホールド 5 0 の断面形状を示している。図 4 (B) は、比較例の高分子電解質型燃料電池の冷媒用マニホールド 5 0 の断面形状を示している。図 4 (C) は、実施例 2 の高分子電解質型燃料電池の冷媒用マニホールド 5 0 の断面形状を示している。なお、図 4 (A) および図 4 (C) において、二点差線は、比較例の冷媒用マニホールド 5 0 の断面形状を示している。また、実施例 1、実施例 2、および比較例の冷媒用マニホールド 5 0 の断面形状は、同一面積である。

[0062] 図 5 は、シミュレーションにおける実施例 1 および実施例 2 の冷媒用マニホールド 5 0 の断面形状の詳細を示す図である。図 5 において、一点鎖線より左側は、シール部材 3 4 に相当する。また、二点差線は、図 4 (B) に示す比較例の冷媒用マニホールド 5 0 の断面形状の一部を示している。なお、実施例 1、実施例 2、および比較例は、冷媒用マニホールド 5 0 の中心からシール部材 3 4 までの距離が同一である。

[0063] 図 4 や図 5 に示すように、比較例の場合、マニホールド 5 0 の断面形状は小判形状であって、マニホールド 5 0 からシール部材 3 4 までの距離は 2.0 mm である。

[0064] 図 4 に示すように、実施例 1 は、実施例 2 に比べて複数の凸部 5 2 が密に

形成されている。さらに図5に示すように、実施例1の凸部52の先端のRは、0.5であって、実施例2の凸部52の0.33に比べて大きくされている。さらにまた、実施例1の凸部52の先端角は、80.42°であって、実施例2の凸部52の先端角20°に比べて広くされている。さらに、実施例1の凸部52の突出長さは、1.5mmであって、実施例2の凸部52の突出長さ2.7mmに比べて短くされている。

[0065] 図6は、実施例1、実施例2、および比較例の冷媒用マニホールド50内の冷媒とセパレータ26との界面における電流密度を示している。図6の横軸に示す位置1～21は、図7に示すように、冷媒とセパレータ26との界面上の位置を示している。

[0066] 冷媒とセパレータ26との界面上の各位置1～21における電流密度は、上述したANSYS社の有限要素法ソフトウェア「ANSYS」の電磁場解析モジュール「ANSYS Emag」を用いて算出した。このモジュールは導体および容量を含む系の低周波電気回路および電場とともに、電流または永久磁石による磁場のシミュレーションを行うことができる。また、低周波電磁場の静解析、過渡解析、および調和解析用の広範囲なツールセットが備わり、静電場、静磁場、電磁場、電気回路、および電流伝導のシミュレーションが可能であり、静電場および静磁場での荷電粒子トレーシングのシミュレーションも行える。

[0067] 本発明が冷媒を介して少なくとも1つの単電池を介在して離れた2つの単電池間で起こる短絡によってセパレータが電流腐食されることに対処するためのものであるため、実施例1、実施例2、および比較例それぞれにおいて、冷媒用マニホールド50内の冷媒を5層化した解析モデルを用いた。すなわち、異なる電位の5つの積層されたセパレータを想定した。

[0068] また、最高電位側の冷媒の層の境界（セパレータとの界面に対応する境界）には5Vの電位を、2番目に高電位の冷媒の層の境界には4Vの電位を、3番目に高電位の冷媒の層の境界には3Vの電位を、4番目に高電位の冷媒の層の境界には2Vの電位を、そして、5番目、すなわち最小電位の冷媒の

層の境界には1 Vの電位を設定した。

[0069] さらに、冷媒の電気伝導率を $10\ \mu\text{S}/\text{cm}$ と設定した。

[0070] 図6は、最高電位の冷媒の層とセパレータとの界面における電流密度を示している。

[0071] 図6に示すように、実施例1の場合（ひし形のプロット）、冷媒とセパレータ26との界面上の位置11（冷媒用マニホールド50の中央に最も近い位置）は、電流密度が約 $0.9\ \text{A}/\text{m}^2$ であり、電流密度が約 $0.7\ \text{A}/\text{m}^2$ である界面上の位置1および21（冷媒供給用マニホールド50の中央から最も遠い位置）に比べて、約 $0.2\ \text{A}/\text{m}^2$ 高い。すなわち、図5（A）に示すようにシール部材34から2.75 mm離れた遠い界面上の位置11の電流密度が、シール部材34から1.25 mm離れた界面上の位置1および21に比べて高い。この電流密度の差により、界面上の位置11に対応するセパレータ26の部分、すなわち凸部52の先端に集中して電流腐食が起こると推定される。

[0072] 実施例1の場合、まず、セパレータ26の凸部52の先端（位置11）から電流腐食が始まり、その後、先端からシール部材34側に向かって凸部52が徐々に電流腐食されると推定される。また、界面上の位置1および21に対応するセパレータ26の部分は、凸部52全体が電流腐食するまで、ほとんど電流腐食しないと推定される。

[0073] 図6に示すように、実施例2の場合（三角形のプロット）、冷媒とセパレータ26との界面上の位置15（冷媒用マニホールド50の中央に最も近い位置）は、電流密度が約 $1.3\ \text{A}/\text{m}^2$ であり、電流密度が約 $0.6\ \text{A}/\text{m}^2$ である界面上の位置1～9および21（冷媒用マニホールド50の中央から最も遠い位置）に比べて、約 $0.7\ \text{A}/\text{m}^2$ 高い。すなわち、図5（B）に示すようにシール部材34から4.2 mm離れた界面上の位置15の電流密度が、シール部材34から1.5 mm離れた界面上の位置1～9および21に比べて高い。この電流密度の差により、界面上の位置15に対応するセパレータ26の部分、すなわち凸部52の先端に集中して電流腐食が起こると推

定される。

[0074] また、実施例2の場合、凸部52の先端での電流密度は、実施例1の凸部52の先端での電流密度に比べて高い。これは、図5(A)および5(B)を比較してわかるように、実施例2の凸部52の先端のRが実施例1に比べて小さいこと、また、実施例2の凸部52の先端角が実施例1に比べて小さいこと、さらに、実施例2の凸部52の先端が実施例1に比べて冷媒用マニホールド50の中央に近いこと、これらによるものと推定することができる。したがって、凸部52の先端のRを小さくすること、凸部52の先端角を小さくすること、または冷媒用マニホールド50の中央に凸部52の先端を近づけることの少なくとも1つを実行すれば、凸部52の先端の電流密度が高くなると推定される。

[0075] これらに対して、図6に示すように、比較例の場合（四角形のプロット）、冷媒とセパレータ26との界面上の位置1〜21それぞれの電流密度は、約0.8 mmである。実施例1および2のように、他の界面上の位置に比べて電流密度が高い界面上の位置が存在しない。したがって、冷媒と接するセパレータ26の部分が、均等に電流腐食されると推定される。

[0076] 以上の実施例1、実施例2、および比較例により、冷媒用マニホールド50の断面形状を、シール部材34から離れた、冷媒用マニホールド50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に、マニホールド50の中央に向かって突出する複数の凸部52を備える形状とすることにより、シール部材34に近い、セパレータ22, 26の部分の電流腐食を抑制することができると推定される。

[0077] また、セパレータ22, 26の凸部52の先端を、そのRを小さくするほど、その角度を小さくするほど、その位置を冷媒用マニホールド50の中央に近づけるほど、凸部52の先端に集中して電流腐食を発生させることができ、それにより、シール部材34に近い、セパレータ22, 26の部分の電流腐食をさらに抑制することができると推定される。

[0078] なお、電流腐食の観点から言えばセパレータ22, 26の凸部52の先端

角は小さい方が好ましいが、製造のし易さや折れ易さを考慮すると、先端角は15～90度の範囲が好ましい。また、複数の凸部52は、多いほうが好ましい。

[0079] 以上、本実施の形態によれば、冷媒用マニホールド50の断面形状を、冷媒用マニホールド50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に、その中央に向かって突出する複数の凸部52を備える形状とすることにより、その凸部52の先端に集中して電流腐食を発生させることができる。それにより、凸部52に比べてシール部材34に近いセパレータ22, 26の部分の電流腐食を抑制することができる。これにより、シール部材32, 34と接触するセパレータ22, 26の部分の劣化を抑制することができ、シール部材32, 34とセパレータ22, 26の間のシール性の低下を抑制することができる。

[0080] また、複数の凸部を備えていない従来の冷媒用マニホールドの断面積と同一の断面積になるように、冷媒用マニホールド50の断面形状を、冷媒用マニホールド50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に、その中央に向かって突出する複数の凸部52を備える形状とすることにより、従来と同様の冷媒の熱回収効率を実現することができる。

[0081] 以上、上述の一実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上述の実施の形態に限らない。

[0082] 例えば、上述の実施形態の場合、図2(A)に示すように、冷媒用マニホールド50(貫通穴30e、30f)の断面形状は、冷媒用マニホールド50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する部分にのみ、複数の凸部52を備える形状である。これに代って、冷媒用マニホールドの断面形状は、全周にわたって複数の凸部52を備えてもよい。また、全周にわたって複数の凸部52を設ける場合、冷媒用マニホールド50と連絡用流路24'との接続部の周囲に対応する断面形状の部分の凸部が、他の部分の凸部に比べて冷媒用マニホールドの中央に大きく突出するような形状であってもよい。

[0083] また、上述の実施の形態の場合、図1に示すように、冷媒流路24は、セ

パレータ 26 のセパレータ 22 側の表面に形成されているが、これに限らない。セパレータ 22 の反高分子電解質膜 14 側の表面に形成してもよい。この場合、単電池 12 を構成するにあたり、セパレータ 26 が必要なくなる。

[0084] さらに、上述の実施の形態の場合、冷媒用マニホールド 50 の断面形状が、冷媒用マニホールド 50 と連絡用流路 24' との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に複数の凸部 52 を備えた形状であるが、本発明はこれに限らない。例えば、図 8 に示すように、冷媒用マニホールド 50（貫通穴 30e、30f）と連絡用流路 24' との接続部の周囲である冷媒用マニホールド 50 の壁面 50a の部分に、例えば、冷媒用マニホールド 50 内に突出する円錐状または角錐状の複数の凸部 52' を設けてもよい。すなわち、本発明の凸部は、広義には、冷媒用マニホールド 50（貫通穴 30e、30f）と連絡用流路 24' と接続部の周囲である冷媒用マニホールド 50 の壁面の部分から、冷媒用マニホールド 50 内に突出する凸部であればよい。そのために、冷媒用マニホールド 50 の断面形状が凸部を備えてもよいし、冷媒用マニホールド 50 の壁面 50a に立設する凸部であってもよい。

### 産業上の利用可能性

[0085] 本発明に係る高分子電解質型燃料電池は、ポータブル電源、電気自動車用電源、家庭内コージェネレーションシステムなどに使用する燃料電池として使用することができる。

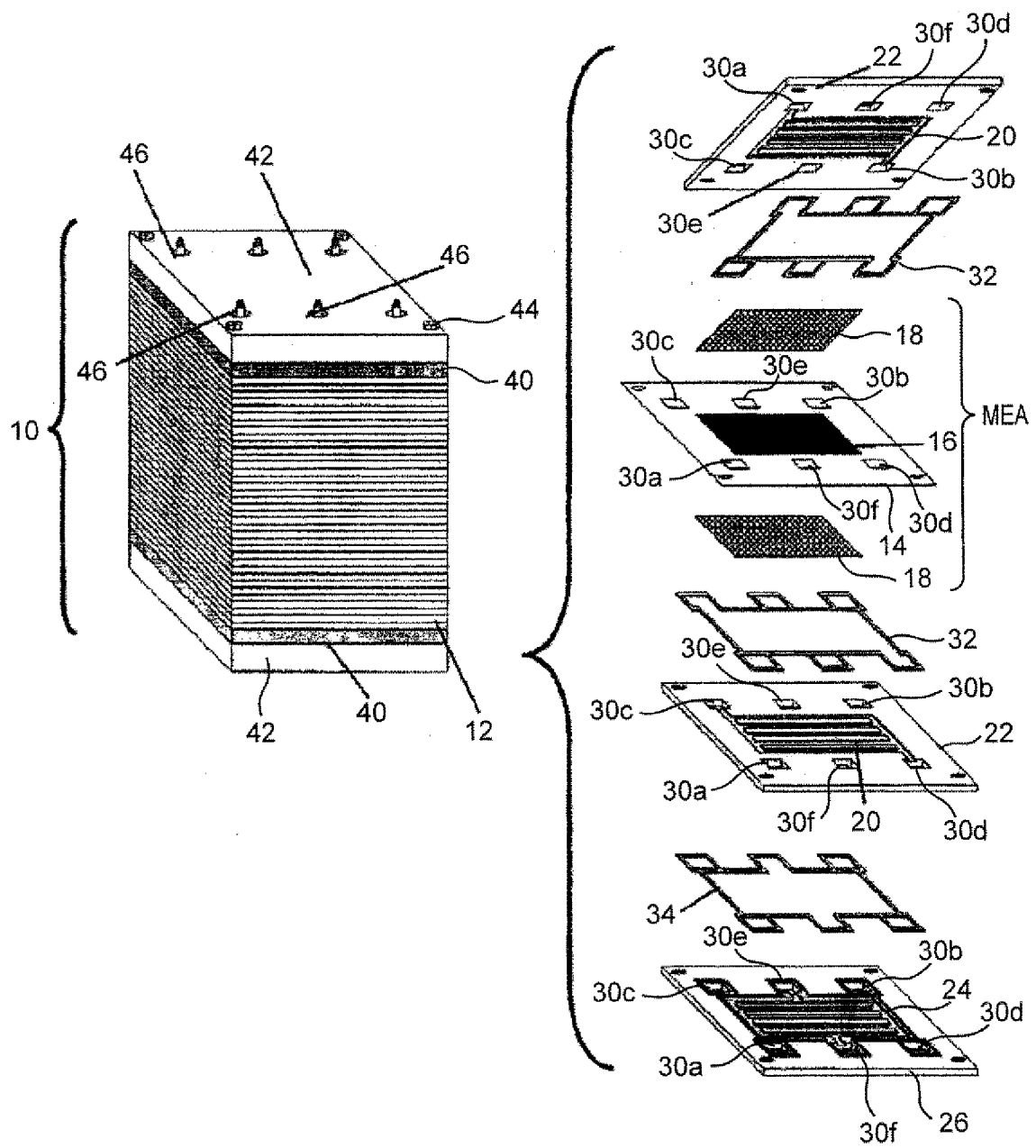
### 符号の説明

|        |     |               |
|--------|-----|---------------|
| [0086] | 12  | 単電池           |
|        | 14  | 電解質膜（高分子電解質膜） |
|        | 22  | セパレータ         |
|        | 26  | セパレータ         |
|        | 30e | 貫通穴           |
|        | 30f | 貫通穴           |
|        | 34  | シール部材         |
|        | 50  | マニホールド        |

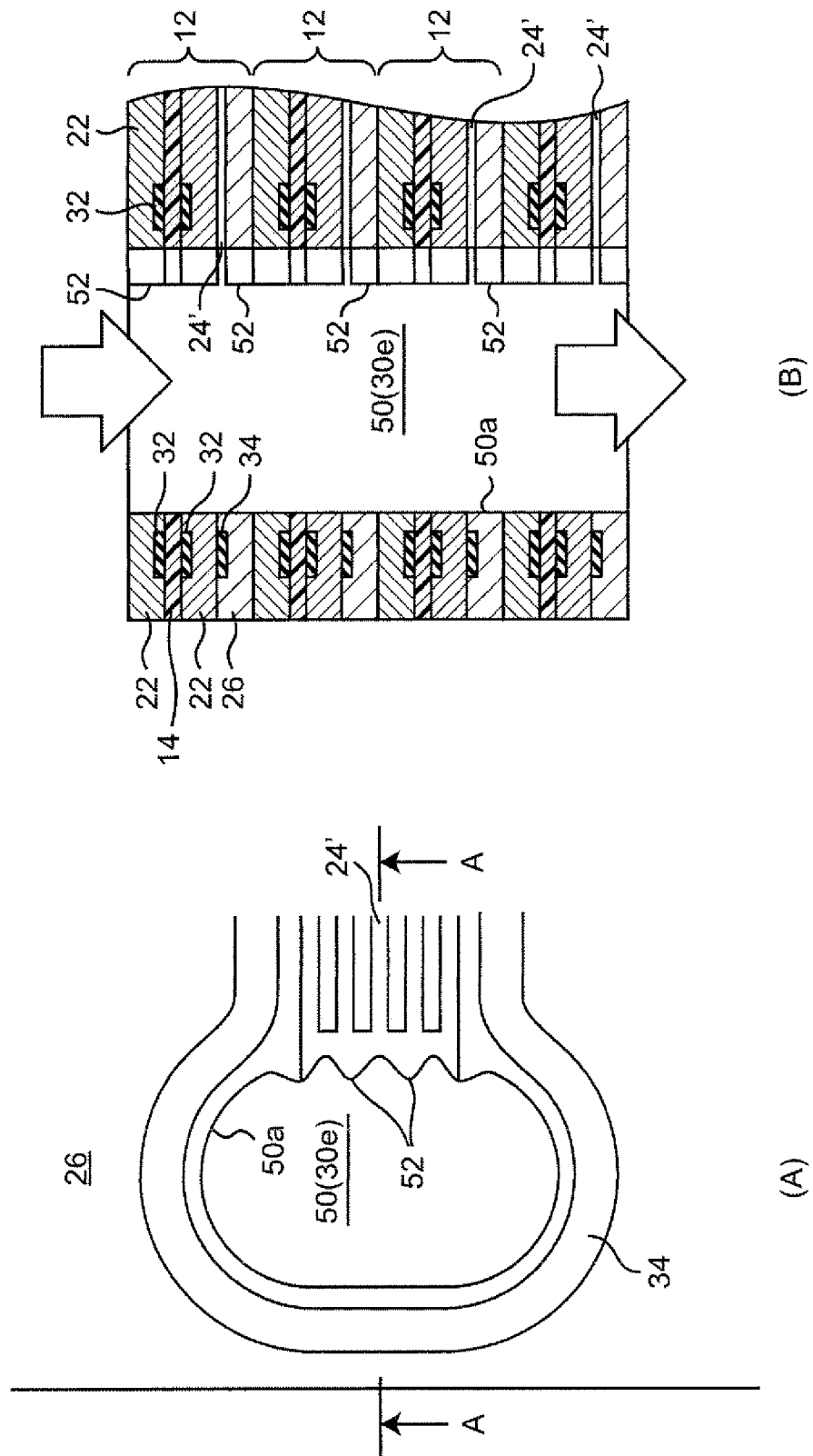
## 請求の範囲

- [請求項1]       イオン導電性の電解質膜と、電解質膜の一方側に配置されるアノードと、電解質膜の他方側に配置されるカソードと、冷媒が流れる第1の冷媒流路が中央に形成された導電性のセパレータとを有する単電池を複数積層した高分子電解質型燃料電池であって、
- セパレータが、
- 単電池が複数積層されたときにその積層方向に延びて冷媒が流れる冷媒用マニホールドを構成する貫通穴と、
- 貫通穴と第1の冷媒用流路とを連絡する第2の冷媒流路と、
- 貫通穴と第2の冷媒流路との接続部の周囲である貫通穴の壁面の部分から、貫通穴内に突出する複数の凸部とを有する高分子電解質型燃料電池。
- [請求項2]       セパレータの貫通穴の単電池積層方向と直交する断面形状が、貫通穴と第2の冷媒流路との接続部の周囲に対応する断面形状の部分に複数の凸部を備える形状である、請求項1に記載の高分子電解質型燃料電池。
- [請求項3]       各単電池のセパレータの貫通穴は、単電池積層方向と直交する断面形状が同一である、請求項2に記載の高分子電解質型燃料電池。
- [請求項4]       複数の凸部が、貫通穴の全周にわたって、貫通穴の壁面に設けられている、請求項1から3のいずれか一項に記載の高分子電解質型燃料電池。
- [請求項5]       第2の冷媒流路との接続部の周囲である貫通穴の壁面の部分から突出する凸部に比べて、貫通穴の壁面の他の部分から突出する凸部は突出量が小さい、請求項4に記載の高分子電解質型燃料電池。

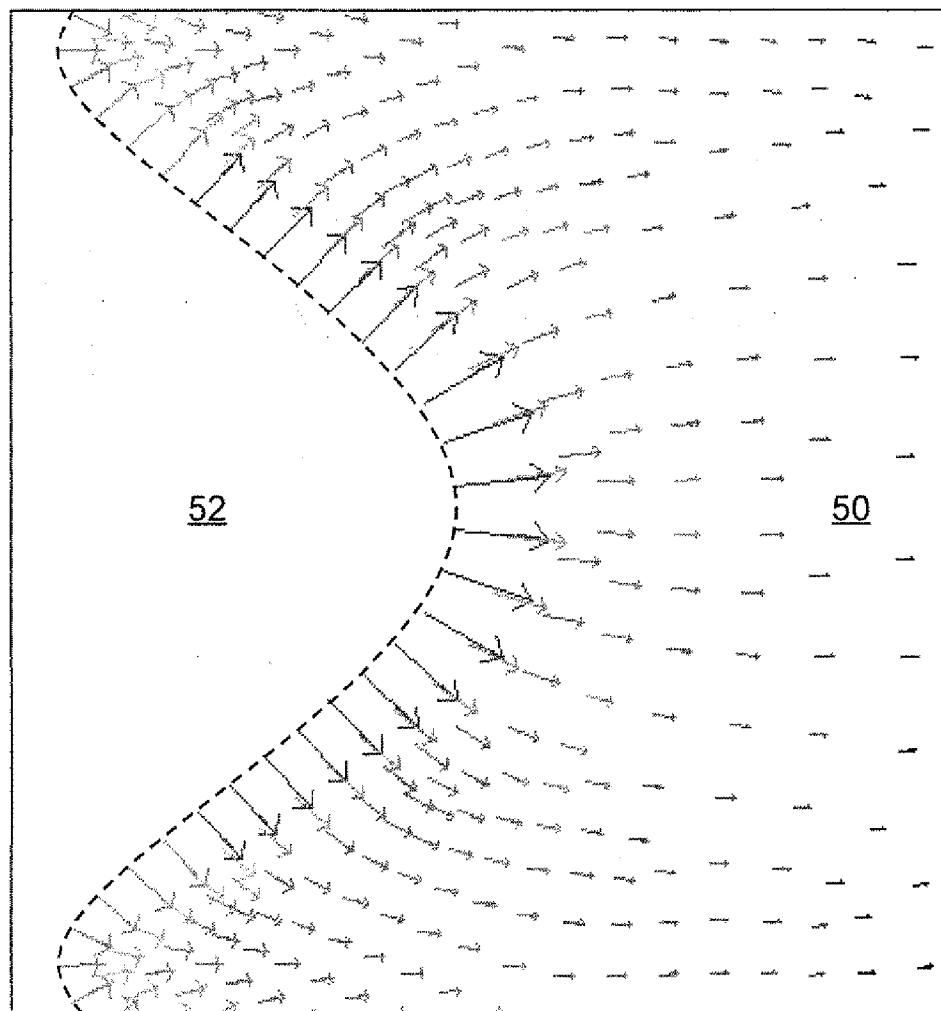
[図1]



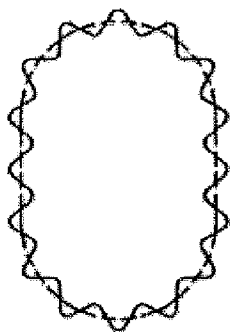
[図2]



[図3]

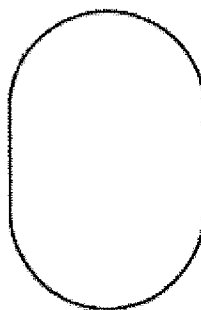


[図4]



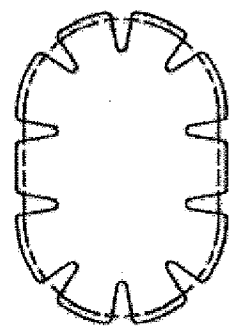
実施例 1

(A)



比較例

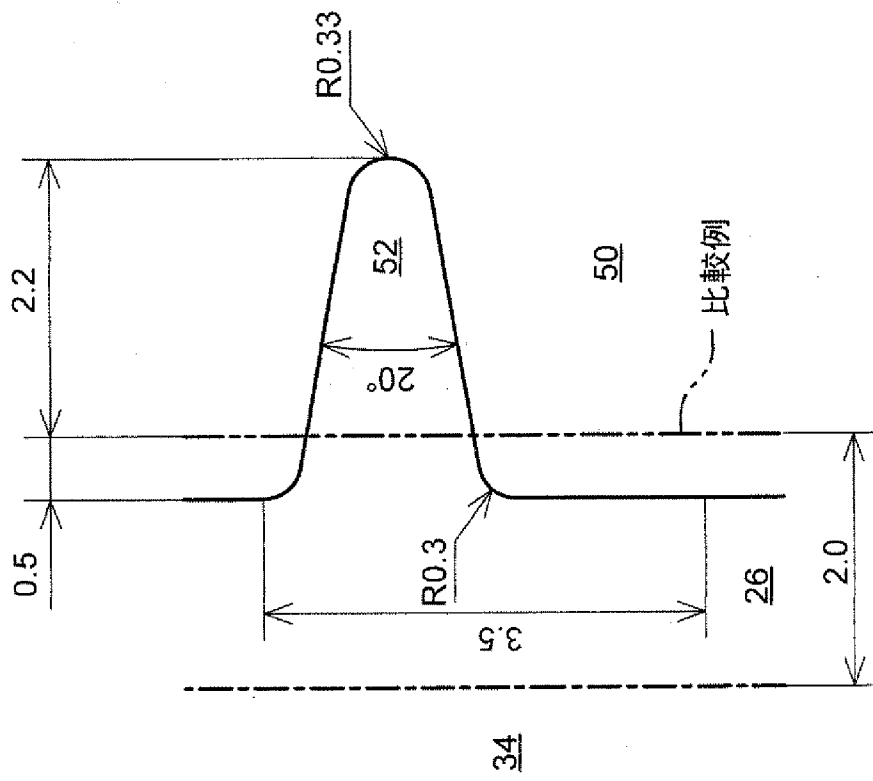
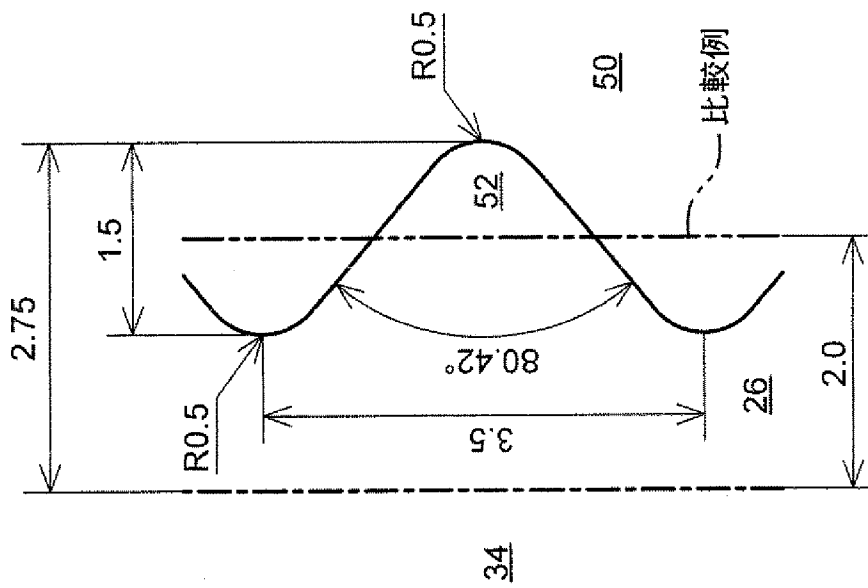
(B)



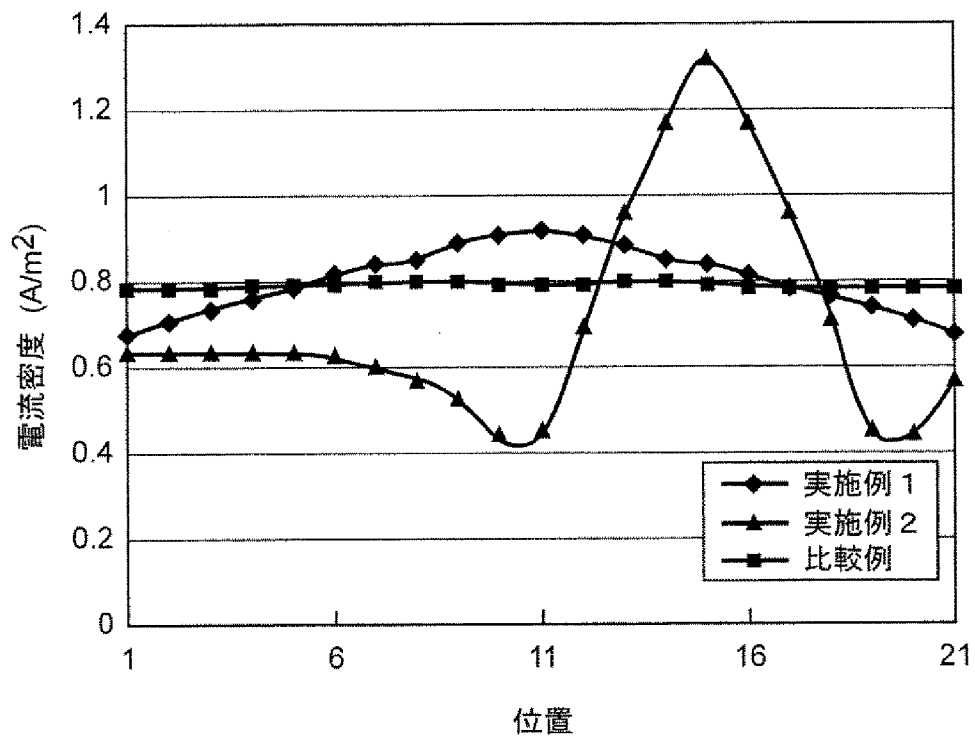
実施例 2

(C)

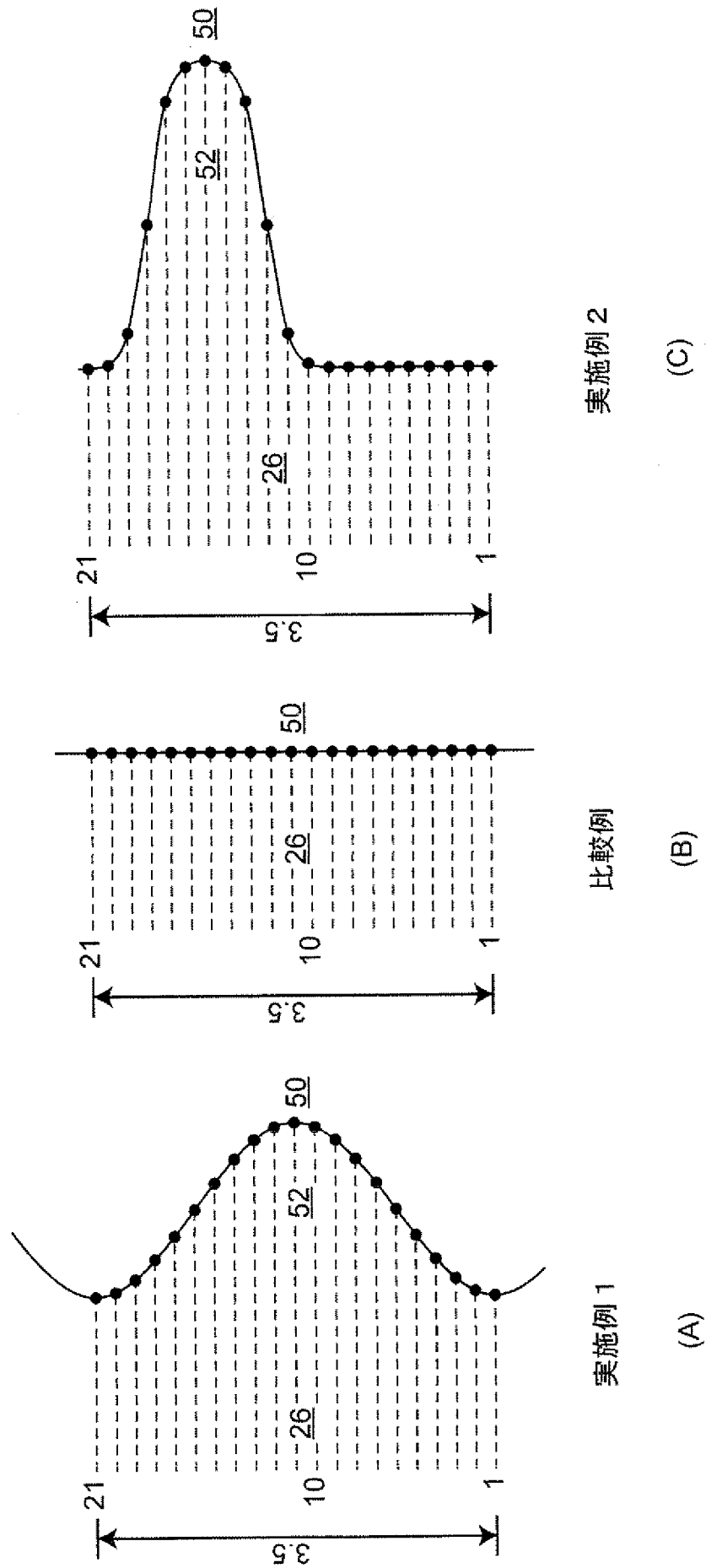
[図5]

実施例 2  
(B)実施例 1  
(A)

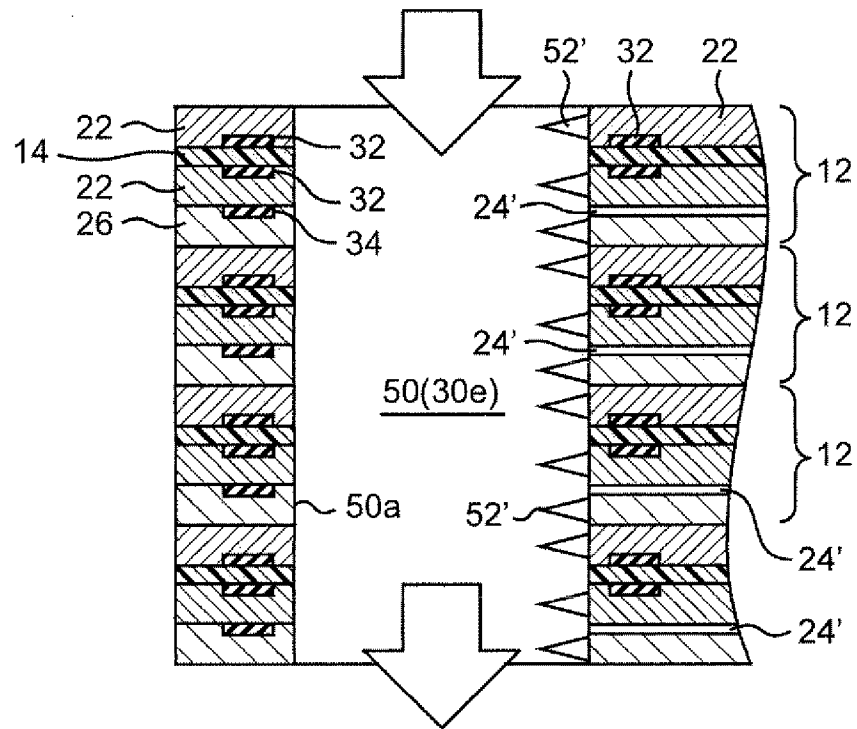
[図6]



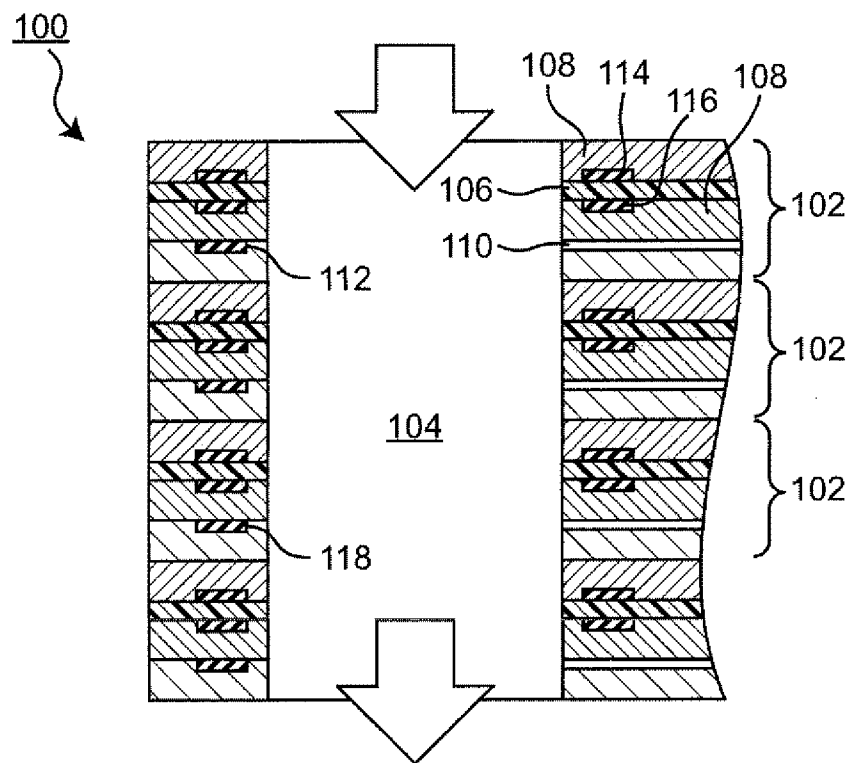
[図7]



[図8]



[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/000905

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/24(2006.01)i, H01M8/02(2006.01)i, H01M8/10(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)

H01M8/24, H01M8/02, H01M8/10

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2012 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2012 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2012 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 11-354142 A (Toshiba Corp.),<br>24 December 1999 (24.12.1999),<br>claims; paragraphs [0143] to [0145]; fig. 3<br>(Family: none) | 1-5                   |
| A         | JP 2005-209526 A (Fuji Electric Holdings Co.,<br>Ltd.),<br>04 August 2005 (04.08.2005),<br>claims; fig. 2<br>(Family: none)        | 1-5                   |
| A         | JP 2009-302069 A (Honda Motor Co., Ltd.),<br>24 December 2009 (24.12.2009),<br>claims<br>(Family: none)                            | 1-5                   |



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  
29 March, 2012 (29.03.12)

Date of mailing of the international search report  
10 April, 2012 (10.04.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01M8/24(2006.01)i, H01M8/02(2006.01)i, H01M8/10(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01M8/24, H01M8/02, 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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 2 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X               | JP 11-354142 A (株式会社東芝) 1999. 12. 24, 【特許請求の範囲】、【0 1 4 3】<br>- 【0 1 4 5】、【図 3】 (ファミリーなし) | 1 - 5          |
| A               | JP 2005-209526 A (富士電機ホールディングス株式会社) 2005. 08. 04, 【特許<br>請求の範囲】、【図 2】 (ファミリーなし)          | 1 - 5          |
| A               | JP 2009-302069 A (本田技研工業株式会社) 2009. 12. 24, 【特許請求の範囲】<br>(ファミリーなし)                       | 1 - 5          |

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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 9 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

前田 寛之

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7

4 X

2 9 3 0