

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 1 月 29 日 (29.01.2004)

PCT

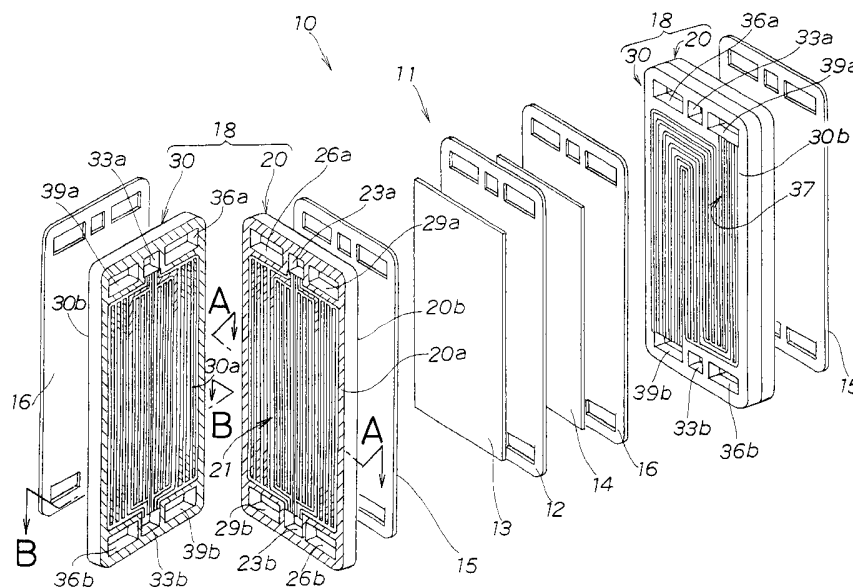
(10) 国際公開番号
WO 2004/010524 A1

- (51) 国際特許分類: **H01M 8/02, 8/10** (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009083 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西 好次
(22) 国際出願日: 2003 年 7 月 17 日 (17.07.2003) (NISHI, Yoshitsugu) [JP/JP]; 〒350-1381 埼玉県狭
(25) 国際出願の言語: 日本語 山市 新狭山 1 丁目 10 番地 1 ホンダエンジニア
(26) 国際公開の言語: 日本語 リング株式会社内 Saitama (JP). 石黒 顕一 (ISHIG-
(30) 優先権データ: URO, Kenichi) [JP/JP]; 〒350-1381 埼玉県狭山市 新
特願2002-209571 2002 年 7 月 18 日 (18.07.2002) JP 狭山 1 丁目 10 番地 1 ホンダエンジニアリング株
特願2002-209585 2002 年 7 月 18 日 (18.07.2002) JP 式会社内 Saitama (JP).
特願2002-244311 2002 年 8 月 23 日 (23.08.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本 (74) 代理人: 下田 容一郎, 外 (SHIMODA, Yo-ichiro et al.);
田 技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO 〒107-0052 東京都港区 赤坂 1 丁目 1 番 12 号 明産
KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都港 溜池ビル Tokyo (JP).
区 南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING SEPARATOR FOR FUEL CELL, AND METHOD OF CONNECTING THE SEPARATOR TO ELECTRODE DIFFUSION LAYER

(54) 発明の名称: 燃料電池用セパレータの製造方法及び該セパレータと電極拡散層の接合方法



(57) Abstract: A method of manufacturing separators (18) for fuel cell holding an anode (13) and a cathode (14) along an electrolyte membrane (12) from both sides thereof through diffusion layers (15, 16), comprising the steps of mixing a thermoplastic resin (46) with a conductive material (45) to form a mixed material (50), forming a separator material (68) with the mixed material, and radiating electron beam (72) to the contact surfaces (20b, 30b) of the separator material to harden the contact surfaces of the separators, whereby even if a reaction heat is generated in a fuel cell (10), the elasticity of the contact surfaces of the separators can be assured.

(57) 要約: 電解質膜(12)に沿わせたアノード(13)及びカソード(14)を拡散層(15,16)を介して両側から挟み込む燃料電池用セパレータ(18)の製造方法である。この製造方法は、熱可塑性樹脂(46)及び導電性材料(45)を混合して混合材(50)とし、この混合材でセパレータ素材(68)を形成

[続葉有]



LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

- 1 -

明 細 書

燃料電池用セパレータの製造方法及び
該セパレータと電極拡散層の接合方法

技術分野

本発明は、電解質膜にアノード及びカソードを重ね合わせ、これらを拡散層を介して両側から挟持する燃料電池用セパレータの製造方法及び該セパレータと電極拡散層の接合方法に関する。

背景技術

燃料電池は、水の電気分解の逆の原理を利用し、水素と酸素とを反応させて水を得る過程で電気を得ることができる電池である。一般に、水素に燃料ガスを置き換え、酸素に空気や酸化剤ガスを置き換えるので、燃料ガス、空気、酸化剤ガスの用語を使用することが多い。以下に、一般的な燃料電池を分解斜視で示す図25を参照してその基本構成を説明する。

図25に示されるように、燃料電池200は、電解質膜201の対向面にアノード202及びカソード203を重ね合わせ、これらの電極202、203を拡散層204、205を介して第1セパレータ206及び第2セパレータ207で挟むことでセルモジュールを構成する。このセルモジュールを多数個積層することで燃料電池200を得る。

アノード202には燃料ガスを効果的に接触させる必要がある。このため、第1セパレータ206の面206aに溝（図示せず）を多数本条設し、その面206aに拡散層204を重ねて溝を塞ぐことにより、燃料ガスの流路となる第1流路（図示せず）を形成する。

一方、カソード203には酸化剤ガスを効果的に接触させる必要がある。このため、第2セパレータ207の面207aに溝208...を多数本条設し、第2セパレータ207の面207aに拡散層205を重ねて溝208...を塞ぐことにより、酸化剤ガスの流路となる第2流路（図示せず）を形成する。

また、第1セパレータ206には、面206aの裏側の面206bに冷却水通

- 2 -

路用溝 209・・・を多数本条設し、第2セパレータ 207には、面 207a の裏側の面 207b に冷却水通路用溝（図示せず）を多数本条設する。

第1、第2セパレータ 206、207を重ね合わせることで、それぞれの冷却水通路用溝 209・・・を合わせて冷却水通路（図示せず）を形成する。

この第1、第2のセパレータ 206、207を製造する方法としては、例えば日本国特許公開公報JP-A-2001-126744「燃料電池用セパレータおよびその製造方法」が知られている。

この製造方法によれば、熱可塑性樹脂に導電性粒子を含めた状態で加熱混練し、この加熱混練した混合物を押出し成形し、圧延ロールで長尺シートに成形し、この長尺シートを所定寸法に切断してブランク材とした後、このブランク材の両面、或いは片面にガス通路や冷却水通路用の溝を成形することにより第1、第2セパレータ 206、207を得る。

第1、第2セパレータ 206、207にそれぞれ拡散層 204、205を重ね合わせて第1、第2流路を形成するためには、第1、第2セパレータ 206、207のそれぞれの面 206a、207aに拡散層 204、205を密着状態に重ね合わせる必要がある。

しかしながら、第1、第2セパレータ 206、207を熱可塑性樹脂で成形したので、燃料電池を使用する際に発生する反応熱で、第1、第2セパレータ 206、207のそれぞれの面 206a、207aが軟化する。

このため、第1、第2セパレータ 206、207のそれぞれの面 206a、207aと拡散層 204、205とを密着状態に保つことが難しい。

この不具合を解消するために、第1、第2セパレータ 206、207のそれぞれの面 206a、207aと拡散層 204、205との間にシール材を塗布して、第1、第2セパレータ 206、207のそれぞれの面 206a、207aと拡散層 204、205との密着状態に保つようにしている。

同様に、第1セパレータ 206と第2セパレータ 207との重ね合わせ面間にシール材を塗布して、第1セパレータ 206と第2セパレータ 207とを密着状態に保つようにしている。このため、第1セパレータの面 206aと拡散層 204との間や、第2セパレータの面 207aと拡散層 205との間に塗布するシー

- 3 -

ル材が必要になり、部品点数が増える。加えて、第1セパレータ206の面206aと拡散層204との間や、第2セパレータ207の面207aと拡散層205との間にシール材を塗布する手間がかかり、そのことが生産性を上げる妨げになっていた。

燃料電池としては、例えば、日本国特許公開公報JP-A-2000-123848「燃料電池」に開示された技術が知られている。この電池を分解斜視で示す図26を参照して、その要部を説明する。

図26に示されるように、燃料電池300は、電解質膜301にアノード302及びカソード303を添わせ、これらをガスケット304、305を介して第1セパレータ306及び第2セパレータ307で挟むことでセルモジュールを形成する。

詳細には、第1セパレータ306の面306aに燃料ガスの流路となる第1流路308が形成され、第2セパレータ307の面307aに酸化剤ガスの流路となる第2流路309が形成され、各々中央の電解質膜301に燃料ガスと酸化剤ガスを臨ませるように構造である。

このセルモジュール1個で得る電気出力は比較的小さいので、このようなセルモジュールを多数個積層することで、所望の電気出力を得る。従って、第1・第2セパレータ306、307は隣のセルに燃料ガスや酸化剤ガスが洩れないようにする分離部材であることから「セパレータ」と呼ばれる。

第1セパレータ306は面306aに燃料ガスのための流路308を備え、第2セパレータ307は面307aに酸化剤ガスのための流路309を備えるが、ガスを効果的にアノード302及びカソード303に接触させる必要があり、そのために、流路308、309はごく浅い溝を多数本条設する必要がある。

そして、第1・第2セパレータ306、307は、流路308、309に燃料ガス又は酸化剤ガスを供給するために上部にそれぞれ燃料ガス供給孔部310a、酸化剤ガス供給孔部311aを備え、下部にそれぞれ燃料ガス排出孔部310b、酸化剤ガス排出孔部311bを備え、また、冷却水を通すための冷却水供給孔部312aをそれぞれの上部に、冷却水排出孔部312bをそれぞれの下部に備える。

- 4 -

上述した燃料電池 300 は、通常アノード 302 と第 1 セパレータ 306 との間にアノード拡散層（図示せず）を備えるとともに、カソード 03 と第 2 セパレータ 307 との間にカソード拡散層（図示せず）を備える。

そして、第 1 セパレータ 306 にアノード拡散層を合わせるために、一例として第 1 セパレータ 306 とアノード拡散層との間にシール材（図示せず）を介在させている。また、第 2 セパレータ 307 にカソード拡散層を合わせるために、一例として第 2 セパレータ 307 とカソード拡散層との間にシール材（図示せず）を介在させている。

よって、第 1 セパレータ 306 及びアノード拡散層間の電氣的な接触抵抗が増すとともに、第 2 セパレータ 307 及びカソード拡散層間の電氣的な接触抵抗が増し、燃料電池の出力が小さくなる虞がある。

また、第 1 セパレータ 306 とアノード拡散層との間にシール材を介在させるとともに、第 2 セパレータ 307 とカソード拡散層との間シール材を介在させる必要があるので、そのことが構成部材を減らす妨げになっていた。

加えて、第 1 セパレータ 306 とアノード拡散層との間にシール材を組み付ける（一例として、塗布する）工数や、第 2 セパレータ 307 とカソード拡散層との間にシール材を組み付ける（一例として、塗布する）工数が必要になり、そのことが組付け工数を減らす妨げになっていた。

一方、上記した冷却水供給孔部 312a 及び冷却水排出孔部 312b は、それぞれ図示せぬ冷却水通路に連結したものである。

冷却水通路は、例えば、第 1 セパレータ 306 の面 306a の裏側の面及び第 2 セパレータ 307 の面 307a の裏側の面のそれぞれに冷却水通路用溝を形成し、この冷却水通路用溝と、隣り合うセルのセパレータに設けた冷却水通路用溝とを合わせるにより形成するものである。

このように、第 1、第 2 セパレータ 306、307 同士を合わせて冷却水通路を形成する場合、第 1、第 2 セパレータ 306、307 は一体化されていないので、第 1、第 2 セパレータ 306、307 間の電氣的な接触抵抗が増して燃料電池の出力が小さくなる虞がある。

さらに、第 1、第 2 セパレータ 306、307 同士を合わせて冷却水通路を形

- 5 -

成した場合、第１、第２セパレータ３０６、３０７の合わせ部に冷却水の洩れを防止するシール材が必要になり、そのことが構成部材を減らす妨げになっていた。加えて、第１、第２セパレータ３０６、３０７間にシール材を組み付ける（一例として、塗布する）工数が必要になり、そのことが組付け工数を減らす妨げになっていた。

発明の開示

本発明は、第１の面において、電解質膜に沿わせたアノード及びカソードを拡散層を介して両側から挟み込む燃料電池用セパレータの製造方法において、熱可塑性樹脂及び導電性材料を混合して混合材を得る工程と、この混合材で前記拡散層との接触面にガス流路溝を備えたセパレータ素材を形成する工程と、このセパレータ素材の接触面に電子線を照射する工程と、から成る燃料電池用セパレータの製造方法を提供する。

セパレータ素材を熱可塑性樹脂で成形し、ガス流路溝を備えた接触面に電子線を照射することにより、ガス流路溝を備えた接触面を、ある程度硬化させることができる。よって、燃料電池の反応熱が発生した場合でも、セパレータの接触面の弾力性を確保することができ、セパレータの接触面を拡散層に密に接触させた状態を保つことができる。

したがって、セパレータの接触面と拡散層との間にシール材を塗布する必要がないので、部品点数を減らしてコストを下げることができる。セパレータの接触面と拡散層との間にシール材を塗布する手間をも省くことができるので生産性を高めることができる。

また、セパレータの接触面と拡散層との間にシール材を塗布する必要がないので、セパレータの接触面及び拡散層間接触抵抗を抑えて燃料電池の出力を高めることができる。

さらに、セパレータ素材の接触面に電子線を照射するだけの簡単な工程で、燃料電池用セパレータの接触面をシール性に優れた部位に変えることができる。その結果、シール性に優れた燃料電池用セパレータを効率よく生産することが可能になり、セパレータのコスト化を図ることができる。

熱可塑性樹脂は、エチレン・酢ビ共重合体、エチレン・エチルアクリレート共

- 6 -

重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイドから選択した樹脂とし、導電性材料は、黒鉛、ケッチェンブラック、アセチレンブラックの少なくとも一種から選択した炭素粒子とするのが好ましい。

エチレン・酢ビ共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイドは熱可塑性樹脂のなかで特に柔軟性に優れた樹脂であり、これらの樹脂でセパレータを成型することにより、セパレータの接触面を拡散層により一層密に接触させることができる。よって、セパレータの接触面と拡散層との間の隙間をより一層好適にシールすることができる。

一方、黒鉛、ケッチェンブラック、アセチレンブラックは導電性に優れているため、比較的少量で導電性を確保することができる。これにより、熱可塑性樹脂に含む割合を比較的少量にして、熱可塑性樹脂の物性への影響を抑えることができる。

本発明は、第2の面において、熱可塑性樹脂のセパレータに炭素繊維の電極拡散層を重ね合わせ、この電極拡散層とセパレータとに加圧力をかけ、電極拡散層及びセパレータの一方を振動させて摩擦熱を発生させることにより、セパレータに電極拡散層を溶着することから成る燃料電池用セパレータと電極拡散層との接合方法を提供する。

熱可塑性樹脂のセパレータと電極拡散層とを摩擦熱で溶着して一体化することにより、セパレータと電極拡散層との間の電氣的接触抵抗を抑えることができる。また、熱可塑性樹脂のセパレータと電極拡散層とを一体化することで、セパレータと電極拡散層とを合わせるために従来必要とされていたシール材を排除することができる。セパレータと電極拡散層との間からシール材を排除することで、構成部材を減らすことができる。加えて、セパレータと電極拡散層との間にシール材を組み付ける（一例として、塗布する）組付け工数を減らすことができる。このように、構成部材を減らすとともに組付け工数を減らすことで、セパレータのコストを抑えることができる。

本発明は、第3の面において、熱可塑性樹脂の第1セパレータと、この第1セ

- 7 -

パレータに接合する面に冷却水通路用溝を設けた熱可塑性樹脂の第2セパレータとを準備し、この第2セパレータに第1セパレータを重ね合わせた後に第1、第2セパレータに加圧力をかけ、第1、第2セパレータの一方を振動させて摩擦熱を発生させることにより、第2セパレータを第1セパレータに溶着し、この第1セパレータで前記冷却水通路用溝を塞いで冷却水通路を形成することから成る燃料電池用セパレータの製造方法を提供する。

熱可塑性樹脂の第1、第2セパレータを摩擦熱で溶着して一体化するとともに、第1セパレータで冷却水通路用溝を塞いで冷却水通路を形成する。このように、第1、第2セパレータを摩擦熱で溶着して一体化することで、第1、第2セパレータ間の電気的な接触抵抗を抑えることができる。また、第1、第2セパレータを摩擦熱で溶着して一体化することで、第1、第2セパレータ間からシール材を除去することができる。このように、第1、第2セパレータ間からシール材を除去することで構成部材を減らすことができる。加えて、第1、第2セパレータ間にシール材を組み付ける組付け工数を減らすことができる。このように、構成部材を減らすとともに組付け工数を減らすことで、セパレータのコストを抑えることができる。

加圧力は $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ （約 $980 \sim 4903 \text{ kPa}$ ）とし、振動の周波数は 240 Hz とするのが望ましい。

本発明における圧力は、全てゲージ圧力である。

加圧力が 10 kg f / cm^2 未満では、第1、第2セパレータの接合面に十分な摩擦熱を発生させることが難しく、第1、第2セパレータを溶着させることができない。そこで、加圧力を 10 kg f / cm^2 以上に設定して第1、第2セパレータを溶着させるようにした。一方、加圧力が 50 kg f / cm^2 を超えると、第1、第2セパレータの接合面に大きな摩擦熱が発生して第1、第2セパレータが過大に溶けてしまい、第1、第2セパレータの周縁からバリが発生する。

このため、第1、第2セパレータの周縁に発生したバリを除去する余分な工程が必要になる。そこで、加圧力を 50 kg f / cm^2 以下に設定して第1、第2セパレータの周縁からバリが発生することを防止するようにした。これにより、バリの除去作業を除去することができるので、生産性を高めることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施例による燃料電池用セパレータ製造方法で製造した燃料電池用セパレータの燃料電池を示す分解斜視図である。

図 2 は、図 1 の A-A 線断面図である。

図 3 は、図 1 の B-B 線断面図である。

図 4 は、図 1 の燃料電池用セパレータの断面図である。

図 5 は、本発明の第 1 実施例による燃料電池用セパレータ製造方法のフローチャートである。

図 6 A 及び 6 B は、該製造方法において混合材をペレット状に形成する工程を示す説明図である。

図 7 は、該製造方法におけるプレス工程の説明図である。

図 8 は、該製造方法において電子線を照射する工程を示す説明図である。

図 9 は、本発明の第 2 実施例による、燃料電池用セパレータと電極拡散層との接合方法で接合した燃料電池の分解斜視図である。

図 10 は、図 9 の C-C 線断面図である。

図 11 は、本発明の第 2 実施例による接合方法を実施する振動溶着装置の断面図である。

図 12 A 及び図 12 B は、本発明の第 2 実施例による接合方法における、第 1 セパレータ及びアノード拡散層をセットする工程を示す説明図である。

図 13 A 及び図 13 B は、本発明の第 2 実施例による接合方法における、第 1 セパレータ及びアノード拡散層に加圧力をかける工程を示す説明図である。

図 14 A 及び図 14 B は、本発明の第 2 実施例による接合方法における、第 1 セパレータにアノード拡散層を振動溶着する工程を示す説明図である。

図 15 は、本発明の第 2 実施例による接合方法における、振動溶着した第 1 セパレータ及びアノード拡散層を取り出す工程を示す説明図である。

図 16 A 及び図 16 B は、本発明の第 2 実施例による接合方法における、第 2 セパレータ及びカソード拡散層をセットする工程を示す説明図である。

図 17 A 及び図 17 B は、本発明の第 2 実施例による接合方法における、第 2 セパレータにカソード拡散層を振動溶着する工程を示す説明図である。

図 18 A 及び図 18 B は、本発明の第 2 実施例による接合方法で得たセパレータをセットする例を示す説明図である。

図 19 A 及び図 19 B は、本発明の第 2 実施例による接合方法で得たセパレータ同士を振動溶着する例を示す説明図である。

図 20 は、本発明の第 3 実施例による燃料電池用セパレータ製造方法で得た燃料電池用セパレータを示す断面図である。

図 21 A 及び図 21 B は、本発明の第 3 実施例による製造方法における、第 1、第 2 セパレータをセットする工程を示す説明図である。

図 22 A 及び図 22 B は、本発明の第 3 実施例による製造方法における、第 1、第 2 セパレータに加圧力をかける工程を示す説明図である。

図 23 A 及び図 23 B は、本発明の第 3 実施例による製造方法における、第 1、第 2 セパレータを振動溶着する工程を示す説明図である。

図 24 は、本発明の第 3 実施例による製造方法における、振動溶着した第 1、第 2 セパレータを取り出す工程を示す説明図である。

図 25 は、従来の燃料電池を示す分解斜視図である。

図 26 は、他の従来の燃料電池の分解斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

図 1 に示されるように、燃料電池 10 は、一例として電解質膜 12 に固体高分子電解質を使用し、この電解質膜 12 にアノード 13 及びカソード 14 を添わせ、アノード 13 側にアノード拡散層 15 を介してセパレータ 18 を合わせるとともに、カソード 14 側にカソード拡散層 16 を介してセパレータ（燃料電池用セパレータ）18 を合わせることによりセルモジュール 11 を構成し、このセルモジュール 11 を多数個積層した固体高分子型燃料電池である。

セパレータ 18 は、第 1 セパレータ 20 と、第 2 セパレータ 30 とからなり、第 1 セパレータ 20 の冷却水通路形成面 20 a と第 2 セパレータ 30 の接合面 30 a を、一例として振動溶着で接合したものである。

このように、第 1、第 2 セパレータ 20、30 を振動溶着することにより、第 1 セパレータ 20 の冷却水通路用溝 21・・・を第 2 セパレータ 30 で覆い、冷却水通路 22・・・（図 4 参照）を形成する。

この冷却水通路 22・・・には、第 1、第 2 セパレータ 20、30 の上端中央の冷却水供給孔部 23a、33a が連通するとともに、第 1、第 2 セパレータ 20、30 の下端中央の冷却水排出孔部 23b、33b が連通する。

第 1 セパレータ 20 は、燃料ガス通路形成面（接触面）20b 側に燃料ガス通路用溝 24・・・（図 2 参照）を備え、燃料ガス通路形成面 20b にアノード拡散層 15 を重ね合わせることで、燃料ガス通路用溝 24・・・をアノード拡散層 15 で塞いで燃料ガス通路 25・・・（図 4 参照）を形成する。

この燃料ガス通路 25・・・に、第 1、第 2 セパレータ 20、30 の上端左側の燃料ガス供給孔部 26a、36a を連通するとともに、第 1、第 2 セパレータ 20、30 の下端右側の燃料ガス排出孔部 26b、36b を連通する。

第 2 セパレータ 30 は、酸化剤ガス通路形成面（接触面）30b 側に酸化剤ガス通路用溝 37・・・を備え、酸化剤ガス通路形成面 30b にカソード拡散層 16 を重ね合わせることで、酸化剤ガス通路用溝 37・・・をカソード拡散層 16 で塞いで酸化剤ガス通路 38・・・（図 4 参照）を形成する。

この酸化剤ガス通路 38・・・に、第 1、第 2 セパレータ 20、30 の上端右側の酸化剤ガス供給孔部 29a、39a を連通するとともに、第 1、第 2 セパレータ 20、30 の下端左側の酸化剤ガス排出孔部 29b、39b を連通する。

次に図 2 を参照するに、第 1 セパレータ 20 は、熱可塑性樹脂に導電性材料を混合した樹脂で略矩形状（図 1 参照）に形成した部材で、冷却水通路形成面 20a に冷却水通路用溝 21・・・を多数本条備え、燃料ガス通路形成面 20b に燃料ガス通路用溝 24・・・を多数本条備える。

熱可塑性樹脂としては、一例としてエチレン・酢ビ（酢酸ビニル）共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイトが該当するが、これに限定するものではない。

導電性材料（炭素材料）としては、ケッチェンブラック、黒鉛、アセチレンブラックのうち少なくとも一種から選択した炭素粒子が該当するが、これに限定するものではない。

なお、ケッチェンブラックは、導電性に優れたカーボンブラックで、一例とし

てケッチェン・ブラック・インターナショナル株式会社製（販売元；三菱化学株式会社）のものが該当するが、これに限るものではない。

エチレン・酢ビ（酢酸ビニル）共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイトは、熱可塑性樹脂のなかで柔軟性のある樹脂であり、この樹脂を使用することで、第 1 セパレータ 20 を柔軟性に優れた部材とすることができる。

加えて、燃料ガス通路形成面 20 b は、電子線を照射することで、ある程度硬化させるとともに、3 次元架橋構造とした面である。

このように、第 1 セパレータ 20 を柔軟性に優れた部材とするとともに、燃料ガス通路形成面 20 b を電子線を照射することで、燃料ガス通路形成面 20 b を弾力性に優れた面にすることができる。

またケッチェンブラック、黒鉛、アセチレンブラックは導電性に優れた材料であり、導電性材料（炭素材料）としてケッチェンブラック、黒鉛、アセチレンブラックのうち少なくとも一種から選択した炭素粒子を使用することにより、比較的少量で第 1 セパレータ 20 の導電性を確保することができる。

このため、熱可塑性樹脂に含む割合を比較的少量に抑えることができるので、熱可塑性樹脂の成形性を維持して、第 1 セパレータ 20 を容易に成形することができる。

図 3 に示されるように、第 2 セパレータ 30 は、第 1 セパレータ 20 と同様に、熱可塑性樹脂に導電性材料を混合した樹脂で略矩形状（図 1 参照）に形成した部材で、接合面 30 a を平坦に形成し、酸化剤ガス通路形成面 30 b に酸化剤ガス通路用溝 37・・・を多数本条備える。

熱可塑性樹脂としては、一例としてエチレン・酢ビ（酢酸ビニル）共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイトが該当するが、これに限定するものではない。

導電性材料（炭素材料）としては、ケッチェンブラック、黒鉛、アセチレンブラックのうち少なくとも一種から選択した炭素粒子が該当するが、これに限定す

るものではない。

エチレン・酢ビ（酢酸ビニル）共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイトは、熱可塑性樹脂のなかで柔軟性のある樹脂あり、この樹脂を使用することで、第2セパレータ30を柔軟性に優れた部材とすることができる。

加えて、酸化剤ガス通路形成面30bは、電子線を照射することで、ある程度硬化させるとともに、3次元架橋構造とした面である。

このように、第2セパレータ30を柔軟性に優れた部材とするとともに、酸化剤ガス通路形成面30bを電子線を照射することで、酸化剤ガス通路形成面30bを弾力性に優れた面にすることができる。

またケッチェンブラック、黒鉛、アセチレンブラックは導電性に優れた材料であり、導電性材料（炭素材料）としてケッチェンブラック、黒鉛、アセチレンブラックのうち少なくとも一種から選択した炭素粒子を使用することにより、比較的少量で第2セパレータ30の導電性を確保することができる。

このため、熱可塑性樹脂に含む割合を比較的少量に抑えることができるので、熱可塑性樹脂の成形性を維持して、第2セパレータ30を容易に成形することができる。

次に、セパレータ18に電極拡散層15、16を重ね合わせた状態を示す図4を参照する。

セパレータ18は、第1、第2セパレータ20、30を重ね合わせた後に第1、第2セパレータ20、30に加圧力をかけ、第1、第2セパレータ20、30の一方を振動させて摩擦熱を発生させることにより、第1セパレータ20の冷却水通路形成面20aと、第2セパレータ30の接合面30aとを振動溶着し、第1セパレータ20の冷却水通路用溝21を第2セパレータ30で塞いで冷却水通路22を形成したものである。

なお、第1、第2セパレータ20、30の接合は振動溶着に限らないで、その他の方法で接合することも可能である。

燃料ガス通路形成面20bにアノード拡散層15を合わせることで、燃料ガス通路用溝24…及びアノード拡散層15で燃料ガス通路25…を形成する。

第1セパレータ20を柔軟性に優れた樹脂で成形し、さらに燃料ガス通路形成面20bに電子線を照射することで、燃料ガス通路形成面20bを、ある程度硬化させるとともに、架橋反応を進めることにより3次元架橋構造とした。

このように、燃料ガス通路形成面20bを3次元架橋構造とすることで、高分子鎖が末端以外の任意の位置で互いに連結して、燃料ガス通路形成面20bの耐熱性や剛性を高めることができる。

これにより、燃料電池の反応熱が発生した場合に、燃料ガス通路形成面20bの弾性力を確保することができるので、燃料ガス通路形成面20bをアノード拡散層15に密に接触させた状態を保つことができる。

よって、燃料ガス通路形成面20bとアノード拡散層15との間にシール材を塗布する必要がない。したがって、部品点数を減らすことができるとともにシール材を塗布する手間を省くことができ、さらに燃料ガス通路形成面20b及びアノード拡散層15間の接触抵抗を抑えて燃料電池の出力を高めることができる。

また、酸化剤ガス通路形成面30bにカソード拡散層16を合わせることで、酸化剤ガス通路用溝37…及びカソード拡散層16で酸化剤ガス通路38…を形成する。

第2セパレータ30を柔軟性に優れた樹脂で成形し、酸化剤ガス通路形成面30bに電子線を照射することで、酸化剤ガス通路形成面30bをある程度硬化させるとともに3次元架橋構造とした。これにより、燃料電池の反応熱が発生した場合に、酸化剤ガス通路形成面30bの弾性力を確保することができるので、酸化剤ガス通路形成面30bをカソード拡散層16に密に接触させた状態を保つことができる。

よって、酸化剤ガス通路形成面30bとカソード拡散層16との間にシール材を塗布する必要がない。したがって、部品点数を減らすことができるとともにシール材を塗布する手間を省くことができ、さらに酸化剤ガス通路形成面30b及びカソード拡散層16間の接触抵抗を抑えて燃料電池の出力を高めることができる。

次に、本発明に係る燃料電池用セパレータの製造方法（第1実施例）で第1セパレータ20を成形する例を図5～図8に基づいて説明する。

図 5 は本発明の第 1 実施例による燃料電池用セパレータ製造方法のフローチャートである。図中、S T × × はステップ番号を表す。

S T 1 0 : 熱可塑性樹脂と導電性材料とを混錬することにより混合材を得る。

S T 1 1 : 混錬した混合材を押出し成形することにより帯状のシートを成形する。

S T 1 2 : この帯状のシートの一方の面、すなわち冷却水通路形成面に相当する面に冷却水通路用溝をプレス成形するとともに、帯状のシートの他方の面、すなわち燃料ガス通路形成面に相当する面に燃料ガス通路用溝をプレス成形することにより、セパレータ素材を得る。

S T 1 3 : 燃料ガス通路用溝をプレス成形した面に電子線を照射する。

S T 1 4 : セパレータ素材を所定寸法に切断することにより第 1 セパレータを得る。

以下に、図 6 A 乃至図 8 を参照して、上記製造方法の S T 1 0 ~ S T 1 4 を詳しく説明する。

図 6 A 及び図 6 B は、本発明の第 1 実施例による製造方法における、混合材をペレット状に形成する工程の説明図である。具体的には、図 6 A は S T 1 0 を示し、図 6 B は S T 1 1 の前半を示す。

図 6 A において、先ず、エチレン・酢ビ共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイドから選択した熱可塑性樹脂 4 6 を準備する。

次に、黒鉛、ケッチェンブラック、アセチレンブラックの炭素粒子から少なくとも一種を選択した導電性材料 4 5 を準備する。

準備した熱可塑性樹脂 4 6 及び導電性材料 4 5 を混錬装置 4 7 の容器 4 8 に矢印の如く投入する。投入した熱可塑性樹脂 4 6 及び導電性材料 4 5 を、混錬羽根（又はスクリー）4 9 を矢印の如く回転することにより容器 4 8 内で混錬する。

図 6 B において、熱可塑性樹脂 4 6 及び導電性材料 4 5 を混錬した混合材 5 0 を第 1 押出し成形装置 5 1 のホッパー 5 2 に投入し、投入した混合材 5 0 を第 1 押出し成形装置 5 1 で押出し成形する。押出し成形した成形材 5 3 を水槽 5 4 に通すことで、水槽 5 4 内の水 5 5 で成形材 5 3 を冷却する。

冷却した成形材 53 をカッター装置 56 のカッター 57 で所定の長さに切断して、切断したペレット 58 … をストック籠 59 にストックする。

図 7 は、上記製造方法におけるプレス工程の説明図であり、詳しくは、S T 11 の後半～S T 12 を示す。

前工程で得たペレット 58 … を第 2 押出し成形装置 60 のホッパー 61 に矢印の如く投入し、投入したペレット 58 … を第 2 押出し成形装置 60 で押出し成形する。押出し成形した成形材 62 を圧延ロール 63 で圧延して帯状のシート 64 を成形する。

圧延ロール 63 の下流側にはプレス装置 65 を備え、このプレス装置 65 は、帯状のシート 64 の上下にそれぞれ上下のプレス型 66, 67 を備える。

上プレス型 66 は、帯状のシート 64 の他方の面 64 b に対向するプレス面 66 a に凹凸部（図示せず）を備える。この凹凸部は、帯状のシート 64 の他方の面 64 b に燃料ガス通路用溝 24 …（図 4 参照）をプレス成形するものである。

一方、下プレス型 67 は、帯状のシート 64 の一方の面 64 a に対向するプレス面 67 a に凹凸部（図示せず）を備える。この凹凸部は、帯状のシート 64 の一方の面 64 a に冷却水通路用溝 21 …（図 4 参照）をプレス成形するためのものである。

上下のプレス型 66, 67 をプレス開始位置 P1 に配置し、上下のプレス型 66, 67 で帯状のシート 64 の両面 64 a, 64 b を押圧し、この状態を維持しながら上下のプレス型 66, 67 を帯状のシート 64 の押出速度に合わせて矢印 a, b の如く連動する。かくして、帯状のシート 64 の一方の面 64 a、すなわち冷却水通路形成面 20 a（図 4 参照）に相当する面に冷却水通路用溝 21 … をプレス成形するとともに、帯状のシート 64 の他方の面 64 b、すなわち燃料ガス通路形成面 20 b（図 4 参照）に相当する面に燃料ガス通路用溝 24 … をプレス成形して、帯状のシート 64 をセパレータ素材 68 に成形する。

上下のプレス型 66, 67 がプレス解除位置 P2 に到達すると、上下のプレス型 66, 67 を矢印 c, d の如く帯状のシート 64 から離れる方向に移動し、上下のプレス型 66, 67 が解除側の所定位置に到達した後、上下のプレス型 66, 67 を矢印 e, f の如く上流側に向けて移動する。上下のプレス型 66, 67 が

- 16 -

プレス開始側の所定位置に到達した後、上下のプレス型 66, 67 を矢印 g, h の如くプレス開始位置 P 1 まで移動する。

上述の工程を順次繰り返すことにより、帯状のシート 64 の両面 64 a, 64 b に、図 4 に示す冷却水通路用溝 21...及び燃料ガス通路用溝 24...をそれぞれプレス成形する。

図 7 においては、理解を容易にするために上下のプレス型 66, 67 をそれぞれ 1 個ずつ備えた例について説明したが、実際には上下のプレス型 66, 67 をそれぞれ複数個備える。

上下のプレス型 66, 67 をそれぞれ複数個備えることで、帯状のシート 64 の両面 64 a, 64 b に冷却水通路用溝 21...及び燃料ガス通路用溝 24... (図 4 参照) をそれぞれ連続的にプレス成形することができる。

なお、上下のプレス型 66, 67 には、図 1 に示す燃料ガス供給孔部 26 a 及び燃料ガス排出孔部 26 b を成形する部位を備える。また、上下のプレス型 66, 67 には、図 1 に示す酸化剤ガス供給孔部 29 a 及び酸化剤ガス排出孔部 29 b を成形する部位を備える。

さらに、上下のプレス型 66, 67 には、図 1 に示す冷却水供給孔部 23 a 及び冷却水排出孔部 23 b を成形する部位を備える。

よって、上下のプレス型 66, 67 で帯状のシート 64 の両面 64 a, 64 b に、図 4 に示す冷却水通路用溝 21...及び燃料ガス通路用溝 24...をそれぞれ連続的にプレス成形するとともに、図 1 に示す冷却水供給孔部 23 a 及びガス供給孔部 26 a, 29 a や冷却水排出孔部 23 b 及びガス排出孔部 26 b, 29 b を同時に成形する。

図 8 は、第 1 実施例における、電子線照射工程およびシート切断工程の説明図であり、詳しくは S T 1 3 ~ S T 1 4 を示す。

プレス装置 65 (図 7 参照) の下流側には、前工程で得たセパレータ素材 68 の上方、すなわち燃料ガス通路用溝 24... (図 4 参照) をプレス形成した他方の面 68 b の上方に電子線照射装置 70 を備える。

この電子線照射装置 70 の電子銃 71 から電子線 72...を放射する。この電子線 72 で、燃料ガス通路用溝 24...をプレス形成した他方の面 68 b の上方

を照射する。これにより、燃料ガス通路用溝 24・・・をプレス形成した他方の面 68b を、ある程度硬化させるとともに、3次元架橋構造とする。

電子線照射装置 70 の下流側には、前工程で得たセパレータ素材 68 の上方にカッター装置 73 を備える。このカッター装置 73 のカッター 74 を矢印 i の如く下降することにより、セパレータ素材 68 を所定寸法に切断して第 1 セパレータ 20・・・を得る。これにより、第 1 セパレータ 20 の製造工程を完了する。

このように、本発明に係る燃料電池用セパレータの製造方法によれば電子線 72 を照射するだけの簡単な方法で、燃料ガス通路形成面 20b (図 4 参照) をある程度硬化させるとともに、3次元架橋構造とすることができる。

よって、燃料ガス通路形成面 20b の弾力性を好適に保つことができ、シール性を良好に保つことができる。このため、シール性に優れた第 1 セパレータ 20 を効率よく生産することができる。

また、エチレン・酢ビ共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイドは熱可塑性樹脂のなかで特に柔軟性に優れた樹脂であり、これらの樹脂 45 で第 1 セパレータ 20 を成形することにより、第 1 セパレータ 20 の燃料ガス通路形成面 20b (図 4 参照) の柔軟性を好適に確保することができる。

図 5～図 8 に関連して、第 1 セパレータ 20 の製造方法を説明したが、同様の方法で第 2 セパレータ 30 を製造してもよい。但し、第 2 セパレータ 30 は、第 1 セパレータ 20 のように冷却水通路用溝 21・・・を備えておらず、平坦な接合面 30a を備えているため、図 7 に示す下プレス型 67 は、帯状のシート 64 の一方の面に対向する面に、帯状のシート 64 の一方の面に冷却水通路用溝 21・・・をプレス成形する凹凸部を備える必要はない。

次に、本発明の第 2 および第 3 実施例を図 9 乃至図 24 に基づいて説明する。なお、第 2～第 3 実施例において、第 1 実施例と同一部材については同一符号を付してその説明を省略する。

まず、本発明の第 2 実施例による、燃料電池用セパレータと電極拡散層の接合方法によって接合した燃料電池を分解斜視で示す図 9 を参照する。

図 9 に示されるように、燃料電池 110 は、一例として電解質膜 112 に固体

高分子電解質を使用し、この電解質膜 112 にアノード 113 及びカソード 114 を添わせ、アノード 113 側にアノード拡散層 115 を介してセパレータ 118 を合わせるとともに、カソード 114 側にカソード拡散層 116 を介してセパレータ 118 を合わせることによりセルモジュール 111 を構成し、このセルモジュール 111 を多数個積層した固体高分子型燃料電池である。

セパレータ 118 は、第 1 セパレータ 120 と、第 2 セパレータ 130 とからなり、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120a と第 2 セパレータ 130 の接合面 130a を、一例として振動溶着で接合したものである。

このように、第 1、第 2 セパレータ 120、130 を振動溶着することにより、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路用溝 121... を第 2 セパレータ 130 で覆い、冷却水通路 122... (図 10 参照) を形成する。

この冷却水通路 122... には、第 1、第 2 セパレータ 120、130 の上端中央の冷却水供給孔部 123a、133a が連通するとともに、第 1、第 2 セパレータ 120、130 の下端中央の冷却水排出孔部 123b、133b が連通する。

第 1 セパレータ 120 は、燃料ガス通路形成面 120b 側に燃料ガス通路用溝 124... (図 10 参照) を備え、燃料ガス通路形成面 120b にアノード拡散層 115 を重ね合わせた状態で、一例として振動溶着することで、燃料ガス通路用溝 124... をアノード拡散層 115 で塞いで燃料ガス通路 125... (図 10 参照) を形成する。

この燃料ガス通路 125... に、第 1、第 2 セパレータ 120、130 の上端左側の燃料ガス供給孔部 126a、136a を連通するとともに、第 1、第 2 セパレータ 120、130 の下端右側の燃料ガス排出孔部 126b、136b を連通する。

第 2 セパレータ 130 は、酸化剤ガス通路形成面 130b 側に酸化剤ガス通路用溝 137... を備え、酸化剤ガス通路形成面 130b にカソード拡散層 116 を重ね合わせた状態で、一例として振動溶着することで、酸化剤ガス通路用溝 137... をカソード拡散層 116 で塞いで酸化剤ガス通路 138... (図 10 参照) を形成する。

この酸化剤ガス通路 138・・・に、第 1、第 2 セパレータ 120、130 の上端右側の酸化剤ガス供給孔部 129a、139a を連通するとともに、第 1、第 2 セパレータ 120、130 の下端左側の酸化剤ガス排出孔部 129b、139b を連通する。

第 1、第 2 セパレータ 120、130 を構成する樹脂としては、一例として耐酸性を備えた熱可塑性樹脂に、天然黒鉛、人造黒鉛、ケッチェンブラック、アセチレンブラックなどを単独或いは混合配合し、炭素材料を 60～95wt% 含んだ樹脂組成物が該当するがこれに限定するものではない。

なお、ケッチェンブラックは、導電性に優れたカーボンブラックで、一例としてケッチェン・ブラック・インターナショナル株式会社製（販売元；三菱化学株式会社）のものが該当するが、これに限るものではない。

第 1、第 2 セパレータ 120、130 は、上記樹脂組成物を射出成形、加熱プレス成形又はロール成形などで成形したカーボンモールドセパレータである。

耐酸性を備えた熱可塑性樹脂としては、例えばエチレン・酢ビ（酢酸ビニル）共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイドなどが該当するが、これに限定するものではない。

アノード拡散層 115 は、例えばカーボン織布、カーボン不織布、カーボンマット、カーボンペーパーの炭素繊維が該当するが、これに限定するものではない。

カソード拡散層 116 は、アノード拡散層 115 と同様に、例えばカーボン織布、カーボン不織布、カーボンマット、カーボンペーパーの炭素繊維が該当するが、これに限定するものではない。

図 10 を参照するに、第 1 セパレータ 120 は、図 9 から明らかなように略矩形状に形成した部材であり、燃料ガス通路形成面 120b に燃料ガス通路用溝 124・・・を多数本条有し、この燃料ガス通路形成面 120b にアノード拡散層 115 を振動溶着することで、燃料ガス通路用溝 124・・・及びアノード拡散層 115 で燃料ガス通路 125・・・を形成し、冷却水通路形成面 120a に冷却水通路用溝 121・・・を多数本条有する。

第 2 セパレータ 130 も、図 9 から明らかなように略矩形状の部材であり、酸

化剤ガス通路形成面 130b に酸化剤ガス通路用溝 137... を多数本条有し、この酸化剤ガス通路形成面 130b にカソード拡散層 116 を振動溶着することで、酸化剤ガス通路用溝 137... 及びカソード拡散層 116 で酸化剤ガス通路 138... を形成するものである。

セパレータ 118 は、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120a と、第 2 セパレータ 130 の接合面 130a とを振動溶着し、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路用溝 121 を第 2 セパレータ 130 の接合面 130a で塞いで冷却水通路 122 を形成したものである。

このように、熱可塑性樹脂の第 1 セパレータ 120 とアノード拡散層 115 とを振動溶着で一体化することで、第 1 セパレータ 120 とアノード拡散層 115 との間の電気的な接触抵抗を抑えることができる。また、熱可塑性樹脂の第 1 セパレータ 120 とアノード拡散層 115 とを一体化することで、第 1 セパレータ 120 とアノード拡散層 115 とを合わせるために従来必要とされていたシール材を排除することができる。

同様に、熱可塑性樹脂の第 2 セパレータ 130 とカソード拡散層 116 とを振動溶着で一体化することで、第 2 セパレータ 130 とカソード拡散層 116 との間の電気的な接触抵抗を抑えることができる。また、熱可塑性樹脂の第 2 セパレータ 130 とカソード拡散層 116 とを一体化することで、第 2 セパレータ 130 とカソード拡散層 116 とを合わせるために従来必要とされていたシール材を排除することができる。

さらに、熱可塑性樹脂の第 1、第 2 セパレータ 120, 130 を振動溶着してセパレータ 118 を一体化するとともに、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路用溝 121 を第 2 セパレータ 130 の接合面 30a で塞いで冷却水通路 122 を形成した。

このように、第 1、第 2 セパレータ 120, 130 を振動溶着してセパレータ 118 を一体化することで、第 1、第 2 セパレータ 120, 130 間の電気的な接触抵抗を抑えることができる。また、第 1、第 2 セパレータ 120, 130 を振動溶着してセパレータ 118 を一体化することで、従来必要とされていたシール材を第 1、第 2 セパレータ 120, 130 間から排除することができる。

- 21 -

次に、本発明の第2実施例による、燃料電池用セパレータと電極拡散層の接合方法を実施するための振動溶着装置を断面で示す図11を参照する。

振動溶着装置140は、基台141に一定間隔をおいて左右の支柱142、142を立て、左右の支柱142、142の上端を左右の梁143、143に連結し、左右の支柱142、142にガイド144、144を介して昇降部材145を昇降自在に取り付け、昇降部材145と基台141との間にエアシリンダ146を配置し、シリンダ部147を基台141に連結するとともにピストンロッド148を昇降部材145に連結し、昇降部材145に下サポート部149を取り付け、左右の梁143に振動発生機構150を取り付け、振動発生機構150の下部に下サポート部149に対向するように上サポート部151を取り付けたものである。

振動発生機構150は、左右の梁143にそれぞれ枠部材152、152を固定し、左右の枠部材152、152にそれぞれ固定電磁石部153、153を備え、左右の枠部材152、152にクロスメンバー154を渡し、クロスメンバー154に支持部155を取り付けるとともに、この支持部155を左右の固定電磁石部153、153間に配置し、支持部155にスライド部材156を左右方向に移動自在に取り付け、スライド部材156の左右端にそれぞれ左右の移動電磁石部157、157を取り付けることにより、左移動電磁石部157を左固定電磁石部153に対向させるとともに、右移動電磁石部157を右固定電磁石部153に対向させたものである。

この振動溶着装置140によれば、エアシリンダ146のピストンロッド148を進退することにより、昇降部材145と一緒に下サポート部149を昇降することができる。

一方、左右の固定電磁石部153、153及び左右の移動電磁石部157、157を通電することにより、スライド部材156と一緒に上サポート部151を左右方向に振動することができる。

次に、図12A乃至図19を参照して、第2実施例による、燃料電池用セパレータと電極拡散層の接合方法を説明する。

まず、第1セパレータ120にアノード拡散層115を振動溶着する例を図1

2 A乃至図 1 5に基づいて説明する。

図 1 2 A及び図 1 2 Bは、第 2 実施例による接合方法における、第 1 セパレータ及びアノード拡散層をセットする工程の説明図である。

図 1 2 Aにおいて、振動溶着装置 1 4 0 に備えたエアシリンダ 1 4 6 のピストンロッド 1 4 8 を後退させることにより、昇降部材 1 4 5 と一緒に下サポート部 1 4 9 をセット位置 H 1 まで下降させる。これにより、下サポート部 1 4 9 を上サポート部 1 5 1 から離すことができる。

図 1 2 Bにおいて、下サポート部 1 4 9 と上サポート部 1 5 1 との間に第 1 セパレータ 1 2 0 及びアノード拡散層 1 1 5 を配置し、第 1 セパレータ 1 2 0 及びアノード拡散層 1 1 5 を下サポート部 1 4 9 のセット凹部 1 5 8 に向けて矢印 j の如く下降する。

図 1 3 A及び図 1 3 Bは、第 2 実施例による接合方法における、第 1 セパレータ及びアノード拡散層に加圧力をかける工程の説明図である。

図 1 3 Aにおいて、下サポート部 1 4 9 のセット凹部 1 5 8 に第 1 セパレータ 1 2 0 の冷却水通路形成面 1 2 0 a 側を収容するとともに、第 1 セパレータ 1 2 0 の燃料ガス通路形成面 1 2 0 b にアノード拡散層 1 1 5 を重ね合わせる。

次に、振動溶着装置 1 4 0 (図 1 2 A 参照) に備えたエアシリンダ 1 4 6 のピストンロッド 1 4 8 を進出させることにより、昇降部材 1 4 5 と一緒に下サポート部 1 4 9 を矢印 k の如く上昇させる。

図 1 3 Bにおいて、下サポート部 1 4 9 を加圧位置 H 2 まで上昇することで、アノード拡散層 1 1 5 を上サポート部 1 5 1 のセット凹部 1 5 9 に収納するとともに、第 1 セパレータ 1 2 0 及びアノード拡散層 1 1 5 に加圧力 F 1 をかけることができる。

加圧力 F 1 は、一例として $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ とした。加圧力 F 1 を $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ とした理由は以下の通りである。

すなわち、加圧力 F 1 が 10 kg f / cm^2 未満では、第 1 セパレータ 1 2 0 の燃料ガス通路形成面 1 2 0 b とアノード拡散層 1 1 5 に十分な摩擦熱を発生させることが難しく、第 1 セパレータ 1 2 0 及びアノード拡散層 1 1 5 を溶着させることができない。そこで、加圧力 F 1 を 10 kg f / cm^2 以上に設定して第

- 23 -

第1セパレータ120及びアノード拡散層115を溶着させるようにした。

一方、加圧力 F_1 が 50 kg f/cm^2 を超えると、第1セパレータ120の燃料ガス通路形成面120bとアノード拡散層115に大きな摩擦熱が発生して燃料ガス通路形成面120bとアノード拡散層115とが過大に溶けてしまい、第1セパレータ120の周縁やアノード拡散層115の周縁からバリが発生する。

このため、第1セパレータ120の周縁やアノード拡散層115の周縁に発生したバリを除去する余分な工程が必要になる。そこで、加圧力 F_1 を 50 kg f/cm^2 以下に設定して第1セパレータ120の周縁やアノード拡散層115の周縁からバリが発生することを防止するようにした。

図14A及び図14Bは、第2実施例による接合方法における、第1セパレータにアノード拡散層を振動溶着する工程の説明図である。

図14Aにおいて、振動溶着装置140の左右の固定電磁石部153、153及び左右の移動電磁石部157、157を通電することにより、スライダ部材156と一緒に上サポート部151を矢印Iの如く左右方向に振動する。

なお、このときの振動周波数（周波数）は 240 Hz である。 240 Hz の振動周波数は比較的小物の振動溶着に適している。よって、振動周波数を 240 Hz とすることで、比較的小物の部材である第1セパレータ120及びアノード拡散層115を好適に振動溶着することができる。

図14Bにおいて、上サポート部151を矢印Iの如く左右方向に振動することにより、アノード拡散層115を矢印Iの如く振動させる。これにより、第1セパレータ120の燃料ガス通路形成面120bとアノード拡散層115とに摩擦熱を発生させる。

第1セパレータ120を熱可塑性樹脂で形成したので、第1セパレータ120の燃料ガス通路形成面120bとアノード拡散層115とに摩擦熱を発生させることにより、第1セパレータ120の燃料ガス通路形成面120bとアノード拡散層115とを溶着することができる。

これにより、第1セパレータ120の燃料ガス通路形成面120bに形成した燃料ガス通路用溝124...をアノード拡散層115で塞いで燃料ガス通路12

５・・・を形成することができる。

次に、図１５を参照して、第２実施例による接合方法における、振動溶着した第１セパレータ及びアノード拡散層を取り出す工程を説明する。

振動溶着装置１４０に備えたエアシリンダ１４６のピストンロッド１４８（図４（ａ）参照）を後退させることにより、昇降部材１４５と一緒に下サポート部１４９を下降する。

下サポート部１４９をセット位置Ｈ１まで下降させて、下サポート部１４９を上サポート部１５１から離し、振動溶着で一体化された第１セパレータ１２０及びアノード拡散層１１５を振動溶着装置１４０から取り出す。

次に、第２セパレータ１３０にカソード拡散層１１６を振動溶着する例を図１６Ａ乃至図１７Ｂに基づいて説明する。

図１６Ａ及び図１６Ｂは、第２実施例による接合方法における、第２セパレータ及びカソード拡散層をセットする工程の説明図である。

図１６Ａにおいて、一体化した第１セパレータ２０及びアノード拡散層１１５（図１５参照）を振動溶着装置１４０から取り出した後、下サポート部１４９と上サポート部１５１との間に第２セパレータ１３０及びカソード拡散層１１６を配置し、これらの部材１３０、１１６を下サポート部１４９のセット凹部１５８に向けて矢印ｍの如く下降する。

図１６Ｂにおいて、下サポート部１４９のセット凹部１５８に第２セパレータ１３０の接合面１３０ａ側を収容するとともに、第２セパレータ１３０の酸化剤ガス通路形成面１３０ｂにカソード拡散層１１６を重ね合わせる。

次に、振動溶着装置１４０（図１２Ａ参照）に備えたエアシリンダ１４６のピストンロッド１４８を進出させることにより、昇降部材１４５と一緒に下サポート部１４９を矢印ｎの如く上昇させる。

図１７Ａ及び図１７Ｂは、第２実施例による接合方法における、第２セパレータにカソード拡散層を振動溶着する工程の説明図である。

図１７Ａにおいて、下サポート部１４９を加圧位置Ｈ３まで上昇することで、カソード拡散層１１６を上サポート部１５１のセット凹部１５９に収納するとともに、第２セパレータ１３０及びカソード拡散層１１６に加圧力Ｆ２をかけるこ

とができる。

加圧力 F_2 は、加圧力 F_1 と同様に、一例として $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ とした。加圧力 F_2 を $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ とした理由は、図 13B の加圧力 F_1 で説明した通りである。

すなわち、加圧力 F_2 が 10 kg f / cm^2 未満では、第 2 セパレータ 130 の酸化剤ガス通路形成面 130b とカソード拡散層 116 に十分な摩擦熱を発生させることが難しく、第 2 セパレータ 130 及びカソード拡散層 116 を溶着させることができない。そこで、加圧力 F_2 を 10 kg f / cm^2 以上に設定して第 2 セパレータ 130 及びカソード拡散層 116 を溶着させるようにした。

一方、加圧力 F_2 が 50 kg f / cm^2 を超えると、第 2 セパレータ 130 の酸化剤ガス通路形成面 130b とカソード拡散層 116 に大きな摩擦熱が発生して酸化剤ガス通路形成面 130b とカソード拡散層 116 とが過大に溶けてしまい、第 2 セパレータ 130 の周縁やカソード拡散層 116 の周縁からバリが発生する。このため、第 2 セパレータ 130 の周縁やカソード拡散層 116 との周縁に発生したバリを除去する余分な工程が必要になる。そこで、加圧力 F_2 を 50 kg f / cm^2 以下に設定して第 2 セパレータ 130 の周縁やカソード拡散層 116 の周縁からバリが発生することを防止するようにした。

この状態で、図 12A に示す振動溶着装置 140 の左右の固定電磁石部 153、153 及び左右の移動電磁石部 157、157 を通電することにより、スライダ部材 156 と一緒に上サポート部 151 を矢印 $\circ$ の如く左右方向に振動する。

このときの、振動周波数（周波数）は 240 Hz である。

振動周波数を 240 Hz とした理由は、図 14A に関連して説明した通りである。すなわち、 240 Hz の振動周波数は比較的小物の振動溶着に適している。よって、振動周波数を 240 Hz とすることで、比較的小物の部材である第 2 セパレータ 130 及びカソード拡散層 116 を好適に振動溶着することができる。

上サポート部 151 を矢印 $\circ$ の如く左右方向に振動することにより、カソード拡散層 116 を矢印 $\circ$ の如く振動させる。これにより、第 2 セパレータ 130 の酸化剤ガス通路形成面 130b とカソード拡散層 116 とに摩擦熱を発生させる。

- 26 -

第2セパレータ130を熱可塑性樹脂で形成したので、第2セパレータ130の酸化剤ガス通路形成面130bとカソード拡散層116とに摩擦熱を発生させ、第2セパレータ130の酸化剤ガス通路形成面130bとカソード拡散層116とを溶着することができる。

かくして、第2セパレータ130の酸化剤ガス通路形成面130bに形成した酸化剤ガス通路用溝137...をカソード拡散層116で塞いで酸化剤ガス通路138...を形成することができる。

図17Bにおいて、振動溶着装置140に備えたエアシリンダ146のピストンロッド148（図12A参照）を後退させることにより、昇降部材145と一緒に下サポート部149を下降する。

これにより、下サポート部149をセット位置H1まで下降させて、下サポート部149を上サポート部151から離し、振動溶着で一体化された第2セパレータ130及びカソード拡散層116を振動溶着装置140から取り出す。

次に、図18A乃至図19Bを参照して、第1、第2セパレータを振動溶着する要領を説明する。

図18Aおよび図18Bは、第2実施例で得たセパレータをセットする要領を説明する図である。

図18Aにおいて、振動溶着で一体化した第2セパレータ130及びカソード拡散層116を振動溶着装置140から取り出した後、下サポート部149と上サポート部151との間に、振動溶着で一体化された第1セパレータ120及びアノード拡散層115と、振動溶着で一体化された第2セパレータ130及びカソード拡散層116とを配置し、これらの部材を下サポート部149のセット凹部158に向けて矢印pの如く下降する。

図18Bにおいて、下サポート部149のセット凹部158にカソード拡散層116を収容するとともに、第2セパレータ130の接合面130aに第1セパレータ120の冷却水通路形成面120aを重ね合わせる。

次に、振動溶着装置40（図12A参照）に備えたエアシリンダ146のピストンロッド148を進出させることにより、昇降部材145と一緒に下サポート部149を矢印qの如く上昇させる。

図 19 A 及び図 19 B は、第 2 実施例で得たセパレータ同士を振動溶着する要領を説明する図である。

図 19 A において、下サポート部 149 を加圧位置 H4 まで上昇することで、アノード拡散層 115 を上サポート部 151 のセット凹部 159 に収納するとともに、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120 a と第 2 セパレータ 130 の接合面 130 a との合わせ面に加圧力 F_3 をかけることができる。

ここで、加圧力 F_3 を、加圧力 F_1 と同様に、一例として $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ とした。加圧力 F_3 を $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ とした理由は、図 13 B の加圧力 F_1 で説明した通りである。

すなわち、加圧力 F_3 が 10 kg f / cm^2 未満では、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120 a と第 2 セパレータ 130 の接合面 130 a とに十分な摩擦熱を発生させることが難しく、冷却水通路形成面 120 a と接合面 130 a とを溶着させることができない。

そこで、加圧力 F_3 を 10 kg f / cm^2 以上に設定して第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120 a と第 2 セパレータ 130 の接合面 130 a とを溶着させるようにした。

一方、加圧力 F_3 が 50 kg f / cm^2 を超えると、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120 a と第 2 セパレータ 130 の接合面 130 a とに大きな摩擦熱が発生して冷却水通路形成面 120 a と接合面 130 a とが過大に溶けてしまい、第 1 セパレータ 120 の周縁や第 2 セパレータ 130 の周縁からバリが発生する。

このため、第 1 セパレータ 120 の周縁や第 2 セパレータ 130 の周縁に発生したバリを除去する余分な工程が必要になる。そこで、加圧力 F_3 を 50 kg f / cm^2 以下に設定して第 1 セパレータ 120 の周縁や第 2 セパレータ 130 の周縁からバリが発生することを防止するようにした。

この状態で、図 12 A に示す振動溶着装置 140 の左右の固定電磁石部 153, 153 及び左右の移動電磁石部 157, 157 を通電することにより、スライダ部材 156 と一緒に上サポート部 151 を矢印 r の如く左右方向に振動する。このときの、振動周波数（周波数）は 240 Hz である。

- 28 -

振動周波数を240Hzとした理由は、図14Aで説明した通りである。すなわち、240Hzの振動周波数は比較的小物の振動溶着に適している。よって、振動周波数を240Hzとすることで、比較的小物の部材である第1、第2セパレータ120、130を好適に振動溶着することができる。

上サポート部151を矢印rの如く左右方向に振動することにより、アノード拡散層115及び第1セパレータ120を矢印rの如く振動させる。これにより、第1セパレータ120の冷却水通路形成面120aと第2セパレータ130の接合面130aとに摩擦熱を発生させる。

第1、第2セパレータ120、130を熱可塑性樹脂で形成したので、冷却水通路形成面120aと接合面130aとに摩擦熱を発生させ、第1セパレータ120の冷却水通路形成面120aと第2セパレータ130の接合面130aとを溶着することによりセパレータ118を形成することができる。

この際、第1セパレータ120の冷却水通路形成面120aに形成した冷却水通路用溝121を第2セパレータ130の接合面130aで塞いで冷却水通路122を形成することができる。

図19Bにおいて、振動溶着装置140に備えたエアシリンダ146のピストンロッド148（図12A参照）を後退させることにより、昇降部材145と一緒に下サポート部149を下降する。

下サポート部149をセット位置H1まで下降させて、下サポート部149を上サポート部151から離し、セパレータ118と、このセパレータ118に振動溶着で一体化されたアノード拡散層115及びカソード拡散層116とを振動溶着装置140から取り出す。これにより、セパレータ118の製造工程を完了する。

以上説明したように、第2実施例の燃料電池用セパレータ製造方法により、熱可塑性樹脂の第1セパレータ120に炭素繊維のアノード拡散層115を重ね合わせ、このアノード拡散層115と第1セパレータ120とに加圧力F1をかけ、アノード拡散層115を振動させて摩擦熱を発生させることにより、第1セパレータ120にアノード拡散層115を溶着することができる。

第1セパレータ120とアノード拡散層115とを振動溶着で一体化すること

で、第1セパレータ120とアノード拡散層115との間の電氣的な接触抵抗を抑えることができる。また、第1セパレータ120とアノード拡散層115とを振動溶着で一体化することで、第1セパレータ120とアノード拡散層115とを合わせるために従来必要とされていたシール材を排除することができる。さらに、第1セパレータ120とアノード拡散層115との間からシール材を排除することで、構成部材を減らすことができる。加えて、第1セパレータ120とアノード拡散層115との間にシール材を組み付ける（一例として、塗布する）組付け工数を減らすことができる。

また、熱可塑性樹脂の第2セパレータ130に炭素繊維のカソード拡散層116を重ね合わせ、このカソード拡散層116と第2セパレータ130とに加圧力F2をかけ、カソード拡散層116を振動させて摩擦熱を発生させることにより、第2セパレータ130にカソード拡散層116を溶着することができる。

第2セパレータ130とカソード拡散層116とを振動溶着で一体化することで、第2セパレータ130とカソード拡散層116との間の電氣的な接触抵抗を抑えることができる。さらに、第2セパレータ130とカソード拡散層116とを振動溶着で一体化することで、第2セパレータ130とカソード拡散層116とを合わせるために従来必要とされていたシール材を排除することができる。また、第2セパレータ130とカソード拡散層116との間からシール材を排除することで、構成部材を減らすことができる。加えて、第2セパレータ130とカソード拡散層116との間にシール材を組み付ける（一例として、塗布する）組付け工数を減らすことができる。

さらに、熱可塑性樹脂の第1、第2セパレータ120、130を重ね合わせ、第1、第2セパレータ120、130に加圧力F3をかけ、第1セパレータ120を振動させて摩擦熱を発生させることにより、第1、第2セパレータ120、130を溶着することができる。

第1、第2セパレータ20、30を振動溶着で一体化することで、第1セパレータ20と第2セパレータ30との間の電氣的な接触抵抗を抑えることができる。また、第1、第2セパレータ120、130を振動溶着で一体化することで、第1、第2セパレータ120、130を合わせるために従来必要とされていたシ

- 30 -

ール材を排除することができる。さらに、第１、第２セパレータ１２０、１３０間からシール材を排除することで構成部材を減らすことができる。加えて、第１、第２セパレータ１２０、１３０間にシール材を組み付ける（一例として、塗布する）組付け工数を減らすことができる。

本発明の第２実施例による方法得たセパレータ（試験例１及び２）の抵抗過電圧について試験した。その結果を以下の表１及び表２に基づいて説明する。

表 1

		比較例１	試験例１
セルモジュール温度		80 °C	80 °C
アノードガス		燃料ガス(純H ₂)	燃料ガス(純H ₂)
カソードガス		酸化剤ガス(空気)	酸化剤ガス(空気)
ガス 温度	アノード	80 °C	80 °C
	カソード	80 °C	80 °C
ガス 圧力	アノード	50 kPa	50 kPa
	カソード	100 kPa	100 kPa
電流密度		0.883 A/cm ²	0.883 A/cm ²
結果		比較例１と比べて試験例１の抵抗過電圧が１セルモジュール当たり0.014V減少した。	

試験例１は、図１２Ａ乃至図１５に示される要領で第１セパレータ１２０とアノード拡散層１１５とを振動溶着で一体化し、さらに図１６Ａ～図１７Ｂの要領で第２セパレータ１３０とカソード拡散層１１６とを振動溶着で一体化し、第１、第２セパレータ１２０、１３０間に、通常のシール材を介在させたものである。

比較例１は、第１セパレータ１２０とアノード拡散層１１５との間に、通常のセパレータを介在させ、また第２セパレータ１３０とカソード拡散層１１６との、通常のセパレータを介在させ、さらに第１、第２セパレータ１２０、１３０間に、通常のシール材を介在させたものである。

比較例１と試験例１の抵抗過電圧は以下の条件で測定した。

すなわち、セルモジュールの温度を８０℃に設定し、アノードガス（燃料ガス）として純H₂を供給するとともに、カソードガス（酸化剤ガス）として空気を供

- 31 -

給した。

アノード側の燃料ガス温度を 80℃、カソード側の酸化剤ガス温度を 80℃とし、アノード側の燃料ガス圧力を 50 kPa、カソード側の酸化剤ガス圧力を 100 kPa とした。この条件下において、電流密度が 0.883 A/cm² の電流を流した。

この結果、試験例 1 の抵抗過電圧を、比較例 1 の抵抗過電圧と比較して、1 セルモジュール当たり 0.014 V 減らすことができた。

よって、試験例 1 のように、第 1 セパレータ 120 及びアノード拡散層 115 を振動溶着で一体化し、さらに第 2 セパレータ 130 とカソード拡散層 116 とを振動溶着で一体化することにより、抵抗過電圧を減らして燃料電池の出力低下を防ぐことができることが分かる。

次いで、表 2 を参照する。

表 2

		比較例 1	試験例 2
セルモジュール温度		80℃	80℃
アノードガス		燃料ガス(純H ₂)	燃料ガス(純H ₂)
カソードガス		酸化剤ガス(空気)	酸化剤ガス(空気)
ガス 温度	アノード	80℃	80℃
	カソード	80℃	80℃
ガス 圧力	アノード	50 kPa	50 kPa
	カソード	100 kPa	100 kPa
電流密度		0.883 A/cm ²	0.883 A/cm ²
結果		比較例 1 と比べて試験例 2 の抵抗過電圧が 1 セルモジュール当たり 0.041 V 減少した。	

試験例 2 は、図 12A 乃至図 15 に示される要領で第 1 セパレータ 120 とアノード拡散層 115 とを振動溶着で一体化し、また図 16A 乃至図 17B に示される要領で第 2 セパレータ 130 とカソード拡散層 116 とを振動溶着で一体化し、さらに図 18A 乃至図 19B に示される要領で第 1 セパレータ 120 と第 2 セパレータ 130 とを振動溶着で一体化したものである。

比較例 1 は、表 1 で説明したように、第 1 セパレータ 120 とアノード拡散層

１１５との間に、通常のセパレータを介在させ、また第２セパレータ１３０とカソード拡散層１１６との、通常のセパレータを介在させ、さらに第１、第２セパレータ１２０、１３０間に、通常のシール材を介在させたものである。

比較例１と試験例２との抵抗過電圧を以下の条件で測定した。

すなわち、セルモジュールの温度を８０℃に設定し、アノードガス（燃料ガス）として純Ｈ₂を供給するとともに、カソードガス（酸化剤ガス）として空気を供給した。

アノード側の燃料ガス温度を８０℃、カソード側の酸化剤ガス温度を８０℃とし、アノード側の燃料ガス圧力を５０ｋＰa、カソード側の酸化剤ガス圧力を１００ｋＰaとした。この条件下において、電流密度が０．８８３Ａ／ｃｍ²の電流を流した。

この結果、試験例２の抵抗過電圧を、比較例１の抵抗過電圧と比較して、１セルモジュール当たり０．０４１Ｖ減らすことができた。

よって、試験例２のように、第１セパレータ１２０とアノード拡散層１１５とを振動溶着で一体化し、また第２セパレータ１３０とカソード拡散層１１６とを振動溶着で一体化し、さらに第１セパレータ１２０と第２セパレータ１３０とを振動溶着で一体化することにより、抵抗過電圧を減らして燃料電池の出力低下を防ぐことができることが分かる。

次に、本発明の第２実施例の変形例について説明する。

第２実施例では、第１セパレータ１２０とアノード拡散層１１５とを振動溶着装置１４０を使用して溶着し、また第２セパレータ１３０とカソード拡散層１１６とを振動溶着装置１４０を使用して溶着し、さらに第１、第２セパレータ１２０、１３０を振動溶着装置１４０を使用して溶着した例について説明したが、これに限らず、例えば超音波溶着で溶着しても同様の効果を得ることができる。

ここで、超音波溶着とは、超音波振動子で発生した振動エネルギーを利用して、溶着することをいう。

この変形例の超音波溶着によれば、第１セパレータ１２０とアノード拡散層１１５とを重ね合わせた後に第１セパレータ１２０とアノード拡散層１１５とに加圧をかけ、この状態で、超音波振動子で発生した振動エネルギーをホーンを介

- 33 -

して第1セパレータ120及びアノード拡散層115に与えて、第1セパレータ120及びアノード拡散層115の重ね合わせ面に摩擦熱を発生させることにより、第1セパレータ120及びアノード拡散層115を溶着することができる。

また、上記変形例の超音波溶着によれば、第2セパレータ130とカソード拡散層116とを重ね合わせた後に第2セパレータ130とカソード拡散層116とに加圧力をかけ、この状態で、超音波振動子で発生した振動エネルギーをホーンを介して第2セパレータ130及びカソード拡散層116に与えて、第2セパレータ130及びカソード拡散層116の重ね合わせ面に摩擦熱を発生させることにより、第2セパレータ130及びカソード拡散層116を溶着することができる。

さらに、上記変形例の超音波溶着によれば、第1、第2セパレータ120、130を重ね合わせた後に第1、第2セパレータ120、130に加圧力をかけ、この状態で、超音波振動子で発生した振動エネルギーをホーンを介して第1、第2セパレータ120、130に与えて、第1、第2セパレータ120、130の重ね合わせ面に摩擦熱を発生させることにより、第1、第2セパレータ120、130を溶着することができる。

次に、図20を参照して、本発明の第3実施例による燃料電池用セパレータ製造方法で得た燃料電池用セパレータを説明する。この図は、アノード拡散層及びカソード拡散層を想像線で示した点で図10と異なる。

第1セパレータ120は、図10に関連して説明したように、燃料ガス通路形成面120bに燃料ガス通路用溝124...を多数本条有し、この燃料ガス通路形成面120bにアノード拡散層115を合わせることで、燃料ガス通路用溝124...及びアノード拡散層115で燃料ガス通路125...を形成し、冷却水通路形成面120aに冷却水通路用溝121...を多数本条有する。

第2セパレータ130は、図10に関連して説明したように、酸化剤ガス通路形成面130bに酸化剤ガス通路用溝137...を多数本条有し、この酸化剤ガス通路形成面130bにカソード拡散層116を合わせることで、酸化剤ガス通路用溝137...及びカソード拡散層116で酸化剤ガス通路138...を形成するものである。

- 34 -

セパレータ 118 は、第 1、第 2 セパレータ 120、130 を重ね合わせた後に第 1、第 2 セパレータ 120、130 に加圧力をかけ、第 1、第 2 セパレータ 120、130 の一方を振動させて摩擦熱を発生させることにより、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120a と、第 2 セパレータ 130 の接合面 130a とを振動溶着し、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路用溝 121 を第 2 セパレータ 130 で塞いで冷却水通路 122 を形成したものである。

このように、熱可塑性樹脂の第 1、第 2 セパレータ 120、130 を摩擦熱で振動溶着してセパレータ 118 を一体化するとともに、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路用溝 121 を第 2 セパレータ 130 で塞いで冷却水通路 122 を形成することで、従来必要とされていたシール材を第 1、第 2 セパレータ 120、130 間から排除することができる。

次に、図 21A 乃至図 24 を参照して、第 3 実施例による燃料電池用セパレータ製造方法を説明する。

図 21A 及び図 21B は、第 3 実施例による製造方法における、第 1、第 2 セパレータをセットする工程の説明図である。

図 21A において、振動溶着装置 140 に備えたエアシリンダ 146 のピストンロッド 148 を後退させることにより、昇降部材 145 と一緒に下サポート部 149 をセット位置 H1 まで下降させる。これにより、下サポート部 149 を上サポート部 151 から離すことができる。

図 21B において、下サポート部 149 と上サポート部 151 との間に第 1、第 2 セパレータ 120、130 を配置し、これらのセパレータ 120、130 を下サポート部 149 のセット凹部 158 に向けて矢印 s の如く下降する。

図 22A 及び図 22B は、第 3 実施例による製造方法における、第 1、第 2 セパレータに加圧力をかける工程の説明図である。

図 22A において、下サポート部 149 のセット凹部 158 に第 2 セパレータ 130 の酸化剤ガス通路形成面 130b 側を収容するとともに、第 2 セパレータ 130 の接合面 130a に第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120a を重ね合わせる。

次に、振動溶着装置 140（図 21A 参照）に備えたエアシリンダ 146 のピ

- 35 -

ストンロッド 148 を進出させることにより、昇降部材 145 と一緒に下サポート部 149 を矢印 t の如く上昇させる。

図 22B において、下サポート部 149 を加圧位置 H5 まで上昇することで、第 1 セパレータ 120 の燃料ガス通路形成面 120b 側を上サポート部 151 のセット凹部 159 に収納するとともに、第 1、第 2 セパレータ 120, 130 に加圧力 F4 をかけることができる。

加圧力 F4 は、加圧力 F1 と同様に、一例として $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ とした。加圧力 F4 を $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ とした理由は図 13B の加圧力 F1 で説明した通りである。

すなわち、加圧力 F4 が 10 kg f / cm^2 未満では、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120a と第 2 セパレータ 130 の接合面 130a に十分な摩擦熱を発生させることが難しく、第 1、第 2 セパレータ 120, 130 を溶着させることができない。

そこで、加圧力 F4 を 10 kg f / cm^2 以上に設定して第 1、第 2 セパレータ 120, 130 を溶着させるようにした。

一方、加圧力 F4 が 50 kg f / cm^2 を超えると、第 1 セパレータ 120 の冷却水通路形成面 120a と第 2 セパレータ 130 の接合面 130a に大きな摩擦熱が発生して冷却水通路形成面 120a と接合面 130a とが過大に溶けてしまい、第 1、第 2 セパレータ 120, 130 の周縁からバリが発生する。

このため、第 1、第 2 セパレータ 120, 130 の周縁に発生したバリを除去する余分な工程が必要になる。そこで、加圧力 F4 を 50 kg f / cm^2 以下に設定して第 1、第 2 セパレータ 120, 130 の周縁からバリが発生することを防止するようにした。

図 23A 及び図 23B は、第 3 実施例による製造方法における、第 1、第 2 セパレータを振動溶着する工程の説明図である。

図 23A において、振動溶着装置 140 の左右の固定電磁石部 153, 153 及び左右の移動電磁石部 157, 157 を通電することにより、スライダ部材 156 と一緒に上サポート部 151 を矢印 u の如く左右方向に振動する。

なお、このときの振動周波数（周波数）は 240 Hz である。 240 Hz の振

- 36 -

動周波数は比較的小物の振動溶着に適している。よって、振動周波数を240Hzとすることで、比較的小物の部材である第1、第2セパレータ120、130を好適に振動溶着することができる。

図23Bにおいて、上サポート部151を矢印uの如く左右方向に振動することにより、第1セパレータ120を矢印uの如く振動させる。これにより、第1セパレータ120の冷却水通路形成面120aと第2セパレータ130の接合面130aとに摩擦熱を発生させる。

第1、第2セパレータ120、130を熱可塑性樹脂で形成したので、第1セパレータ120の冷却水通路形成面120aと第2セパレータ130の接合面130aとに摩擦熱を発生させることにより、第1、第2セパレータ120、130を冷却水通路形成面120aと接合面130aとで溶着することができる。

これにより、第1セパレータ120の冷却水通路形成面120aに形成した冷却水通路用溝121...を第2セパレータ130の接合面130aで塞いで冷却水通路122...を形成することができる。

図24は、第3実施例による製造方法における、振動溶着した第1、第2セパレータを取り出す工程の説明図である。

振動溶着装置140に備えたエアシリンダ146のピストンロッド148（図21A参照）を後退させることにより、昇降部材145と一緒に下サポート部149を下降する。

下サポート部149をセット位置H1まで下降させて、下サポート部149を上サポート部151から離し、振動溶着で第1、第2セパレータ120、130を一体化したセパレータ118を振動溶着装置140から取り出す。これにより、セパレータ118の製造工程を完了する。

以上説明したように、第3実施例の燃料電池用セパレータの製造方法によれば、セパレータ118を形成する際に、第1、第2セパレータ120、130を摩擦熱で振動溶着して一体化するとともに、第1セパレータ120の冷却水通路用溝21を第2セパレータ130で塞いで冷却水通路22を形成することができる。

第1、第2セパレータ120、130を振動溶着で一体化することで、第1、第2セパレータ120、130間の電氣的な接触抵抗を抑えることができる。

- 37 -

また、第1、第2セパレータ120、130を振動溶着で一体化することで、従来必要とされていたシール材を第1、第2セパレータ120、130間から除去することができる。第1、第2セパレータ120、130間からシール材を除去することで構成部材を減らすことができる。加えて、第1、第2セパレータ120、130間にシール材を組み付ける（塗布する）組付け工数を減らすことができる。

第3実施例による方法で得たセパレータ118（図20参照；試験例3）の抵抗過電圧を試験した。その結果を以下の表3に基づいて説明する。

表3

		比較例2	試験例3
セルモジュール温度		80 °C	80 °C
アノードガス		燃料ガス(純H ₂)	燃料ガス(純H ₂)
カソードガス		酸化剤ガス(空気)	酸化剤ガス(空気)
ガス 温度	アノード	80 °C	80 °C
	カソード	80 °C	80 °C
ガス 圧力	アノード	50 kPa	50 kPa
	カソード	100 kPa	100 kPa
電流密度		0.883 A/cm ²	0.883 A/cm ²
結果		比較例2と比べて試験例3の抵抗過電圧が1セルモジュール当たり0.027V減少した。	

比較例2は、第1セパレータと第2セパレータとを溶着しないで、シール材で接合させたセパレータである。

試験例3は、第1セパレータ120と第2セパレータ130とを振動溶着した第3実施例に係るセパレータ118である。

比較例2と試験例3の抵抗過電圧は以下の条件で測定した。

すなわち、セルモジュールの温度を80°Cに設定し、アノードガス（燃料ガス）として純H₂を供給するとともに、カソードガス（酸化剤ガス）として空気を供給した。

アノード側の燃料ガス温度を80°C、カソード側の酸化剤ガス温度を80°Cとし、アノード側の燃料ガス圧力を50kPa、カソード側の酸化剤ガス圧力を1

- 38 -

00kPaとした。この条件下において、電流密度が 0.883 A/cm^2 の電流を流した。

この結果、試験例3の抵抗過電圧を、比較例2の抵抗過電圧と比較して、1セルモジュール当たり0.027V減らすことができた。

よって、試験例3のように、第1セパレータ120と第2セパレータ130とを振動溶着させることにより、抵抗過電圧を減らして燃料電池の出力低下を防ぐことができることが分かる。

次に、第3実施例による製造方法の変形例について説明する。

第3実施例による製造方法では、第1、第2セパレータ120、130を振動溶着装置140を使用して溶着した例について説明したが、これに限らないで、例えば超音波溶着で第1、第2セパレータ120、130を溶着しても同様の効果を得ることができる。

ここで、超音波溶着とは、超音波振動子で発生した振動エネルギーを利用して、溶着することをいう。

この変形例の超音波溶着は、第1、第2セパレータ120、130を重ね合わせた後に第1、第2セパレータ120、130に加圧力をかけ、この状態で、超音波振動子で発生した振動エネルギーをホーンを介して第1、第2セパレータ120、130に与えて、第1、第2セパレータ120、130の重ね合わせ面に摩擦熱を発生させることにより、第1、第2セパレータ120、130を溶着することができる。

上記変形例の超音波溶着によれば、第3実施例による製造方法の振動溶着と同様に、第1、第2セパレータ120、130を溶着することで、第1セパレータ120に形成した冷却水通路用溝121を第2セパレータ130で塞いで冷却水通路122を形成することができる。

なお、上記実施例では、電解質膜12、112として固体高分子電解質を使用した固体高分子型燃料電池10、110について説明したが、これに限らないで、その他の燃料電池に適用することも可能である。

また、第1実施例による方法では、第1、第2セパレータ20、40を押出し成形やプレス成形で連続的に成形した例について説明したが、これに限らないで、

加熱プレス方法、射出成形方法やトランスファー成形方法などのその他の製造方法で成形することも可能である。

トランスファー成形方法とは、成形材料をキャビティとは別のポット部に１ショット分入れ、プランジャーによって熔融状態の材料をキャビティに移送して成形する方法である。

さらに、第１実施例による方法では、第１、第２セパレータ２０、３０を振動溶着で接合した例について説明したが、これに限らないで、第１セパレータ２０の冷却水通路形成面２０ａに電子線を照射するとともに、第２セパレータ３０の接合面３０ａに電子線を照射して、冷却水通路形成面２０ａ及び接合面３０ａの弾力性を高めることにより、第１、第２セパレータ２０、３０を重ね合わせて冷却水通路形成面２０ａと接合面３０ａとを好適にシールすることも可能である。

また、第２、第３実施例による方法では、第１セパレータ１２０にアノード拡散層１１５を溶着する際に、アノード拡散層１１５を振動させる例について説明したが、アノード拡散層１１５に代えて第１セパレータ１２０を振動させても同様の効果を得ることができる。

さらに、第２、第３実施例による方法では、第２セパレータ１３０にカソード拡散層１１６を溶着する際に、カソード拡散層１１６を振動させる例について説明したが、カソード拡散層１１６に代えて第２セパレータ１３０を振動させても同様の効果を得ることができる。

加えて、第２及び第３実施例による方法では、第１、第２セパレータ１２０、１３０を溶着する際に、第１セパレータ１２０を振動させる例について説明したが、第１セパレータ１２０に代えて第２セパレータ１３０を振動させても同様の効果を得ることができる。

また、第２及び第３実施例による方法では、第１セパレータ１２０に冷却水通路用溝１２１を形成し、第２セパレータ１３０の接合面１３０ａを平坦面とした例について説明したが、第１セパレータ１２０を平坦面として第２セパレータ１３０に冷却水通路用溝を形成することも可能である。

加えて、第１、第２セパレータ１２０、１３０のそれぞれに冷却水通路用溝を形成し、第１、第２セパレータ１２０、１３０を振動用着することにより、それ

- 40 -

ぞれに冷却水通路用溝で冷却水通路を形成することも可能である。

産業上の利用可能性

以上説明したように本発明は、熱可塑性樹脂及び導電性材料を混合して混合材とし、この混合材で拡散層との接触面にガス流路溝を備えたセパレータ素材を形成し、このセパレータ素材の接触面に電子線を照射することで、シール材を塗布する手間を省くことができる。従って、生産性を高めるとともにコストを抑えることができるので、例えば、自動車の燃料電池のように比較的大量生産品に適用することで本発明を有効に利用することができる。

- 41 -

請 求 の 範 囲

1. 電解質膜に沿わせたアノード及びカソードを拡散層を介して両側から挟み込む燃料電池用セパレータの製造方法において、

熱可塑性樹脂及び導電性材料を混合して混合材を得る工程と、

この混合材で前記拡散層との接触面にガス流路溝を備えたセパレータ素材を形成する工程と、

このセパレータ素材の接触面に電子線を照射する工程と、からなる燃料電池用セパレータの製造方法。

2. 前記熱可塑性樹脂は、エチレン・酢ビ共重合体、エチレン・エチルアクリレート共重合体、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリフェニレンサルファイド、変性ポリフェニレンオキサイドから選択した樹脂であり、

前記導電性材料は、黒鉛、ケッチェンブラック、アセチレンブラックの少なくとも一種から選択した炭素粒子であることを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータの製造方法。

3. 熱可塑性樹脂のセパレータに炭素繊維の電極拡散層を重ね合わせ、

この電極拡散層とセパレータとに加圧力をかけ、

電極拡散層及びセパレータの一方を振動させて摩擦熱を発生させることにより、セパレータに電極拡散層を溶着することを特徴とする燃料電池用セパレータと電極拡散層との接合方法。

4. 前記加圧力を $10 \sim 50 \text{ kgf/cm}^2$ (約 $980 \sim 4903 \text{ kPa}$)、前記振動の周波数を 240 Hz としたことを特徴とする請求項3に記載の燃料電池用セパレータと電極拡散層との接合方法。

5. 熱可塑性樹脂の第1セパレータ及び第2セパレータを準備し、

これら第1、第2セパレータを重ね合わせた後に第1、第2セパレータに加圧

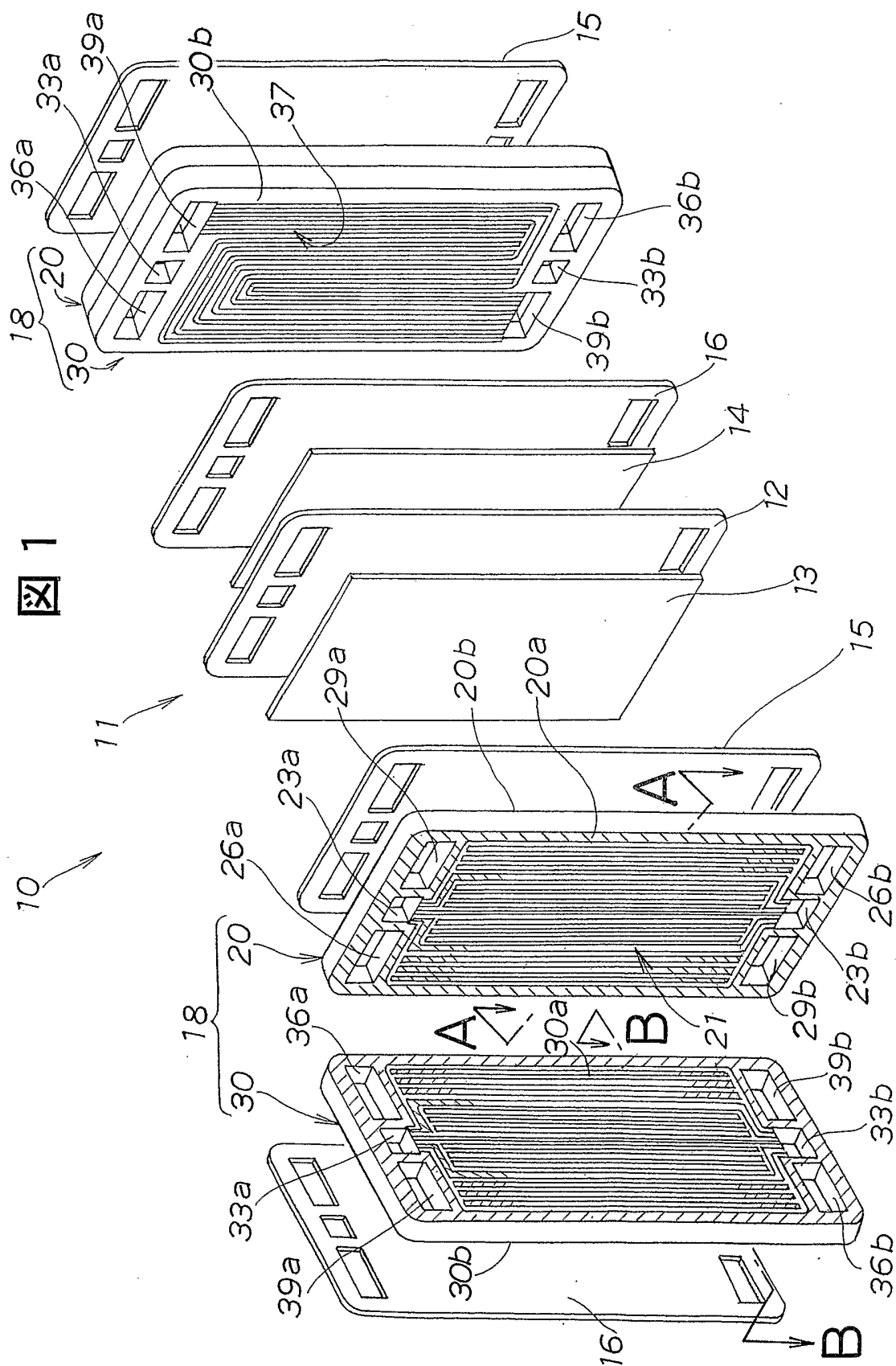
- 42 -

力をかけ、

第1、第2セパレータの一方を振動させて摩擦熱を発生させることにより、第2セパレータを第1セパレータに溶着し、

第1、第2セパレータの少なくとも一方に形成した冷却水通路用溝を他方のセパレータで塞いで冷却水通路を形成することを特徴とする燃料電池用セパレータの製造方法。

6. 前記加圧力を $10 \sim 50 \text{ kg f / cm}^2$ (約 $980 \sim 4903 \text{ kPa}$)、前記振動の周波数を 240 Hz としたことを特徴とする請求項5に記載の燃料電池用セパレータの製造方法。



2/25

図 2

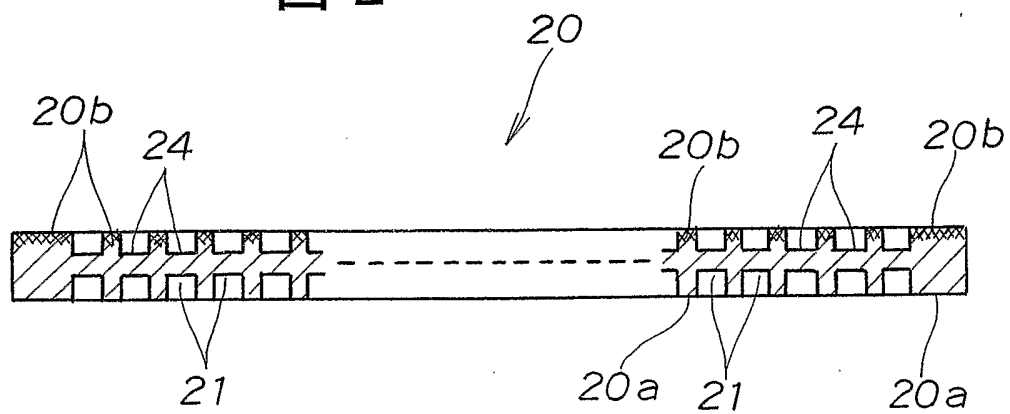


図 3

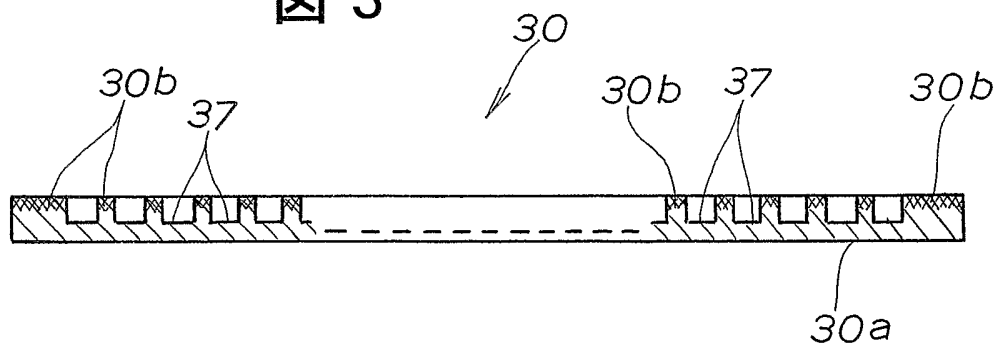
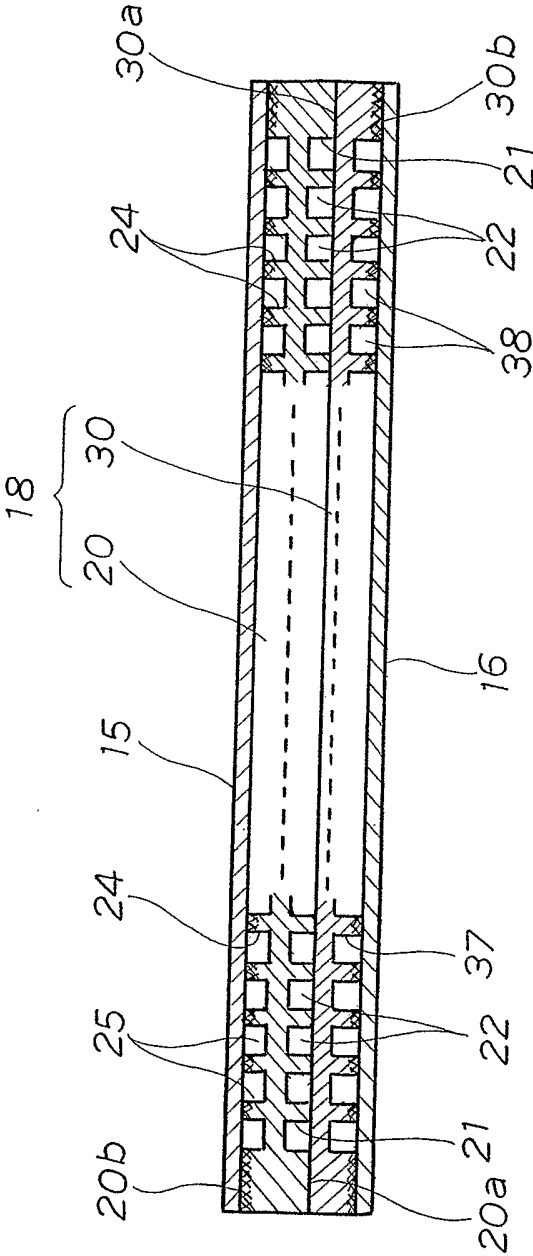
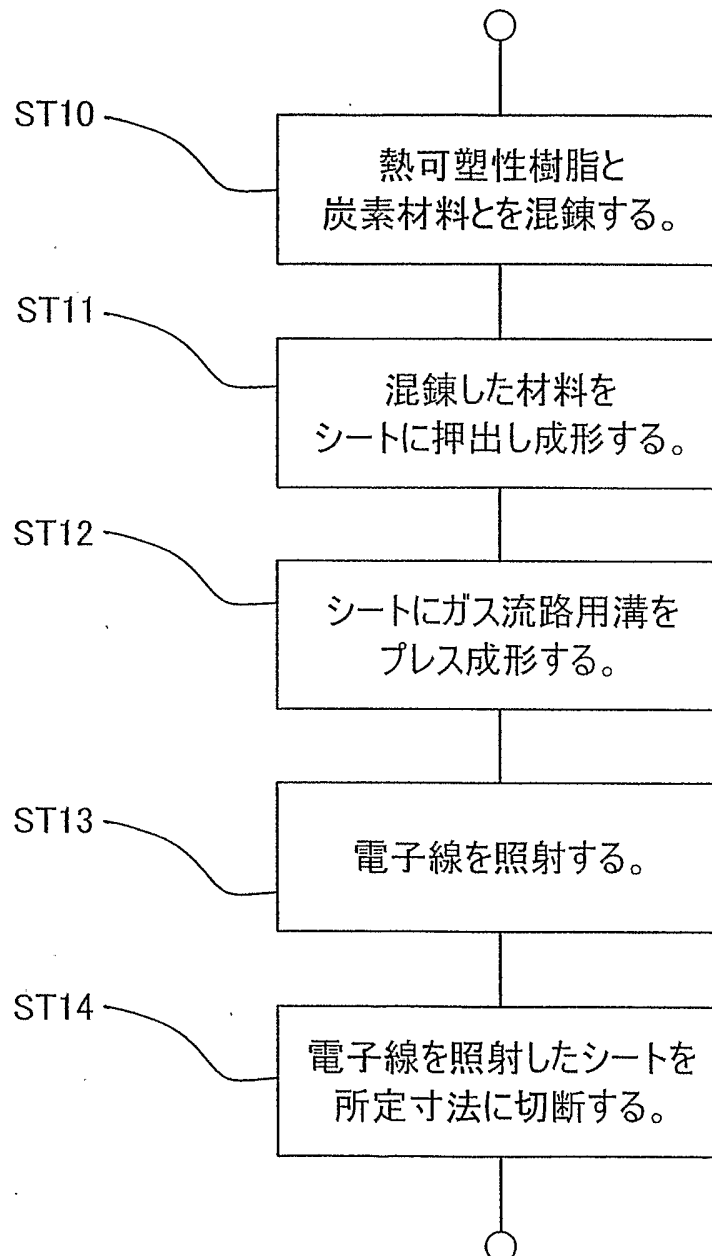


図 4



4/25

図 5



5/25

図 6A

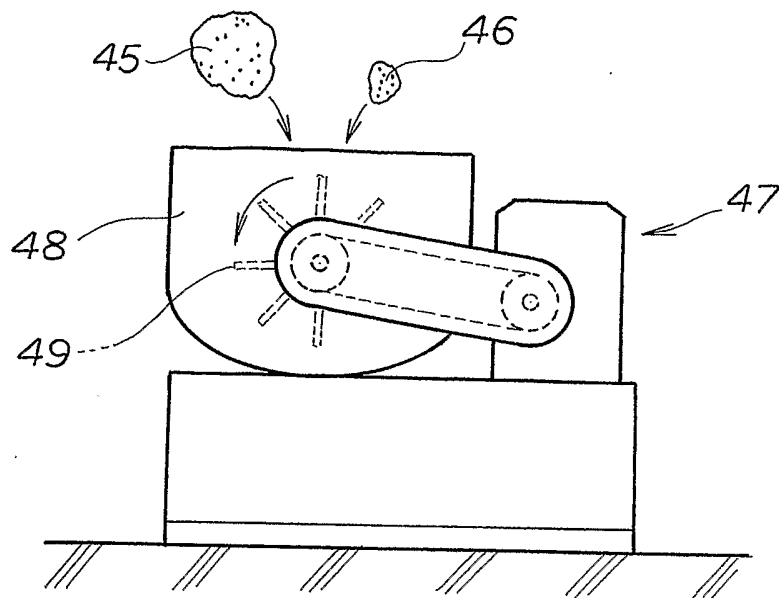


図 6B

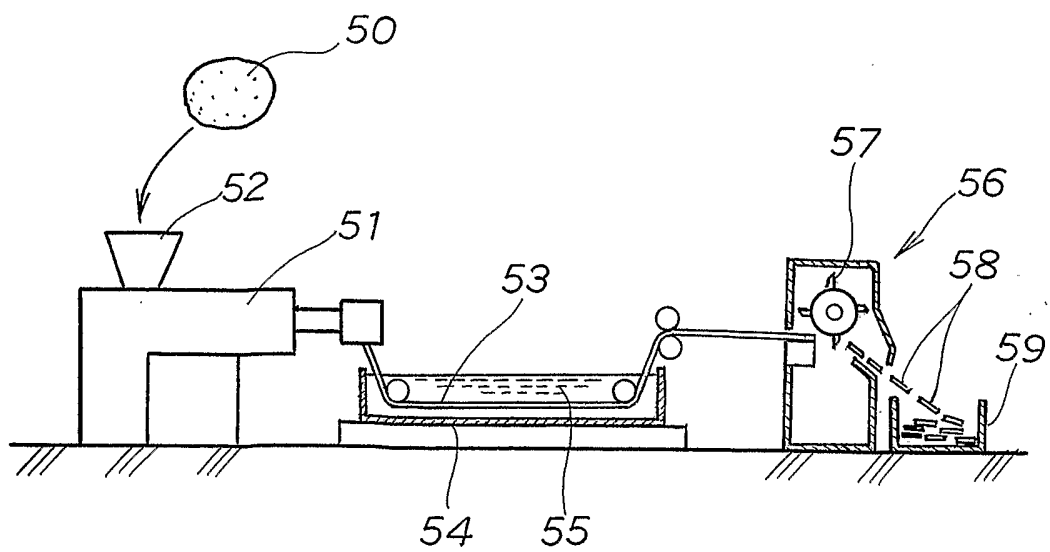
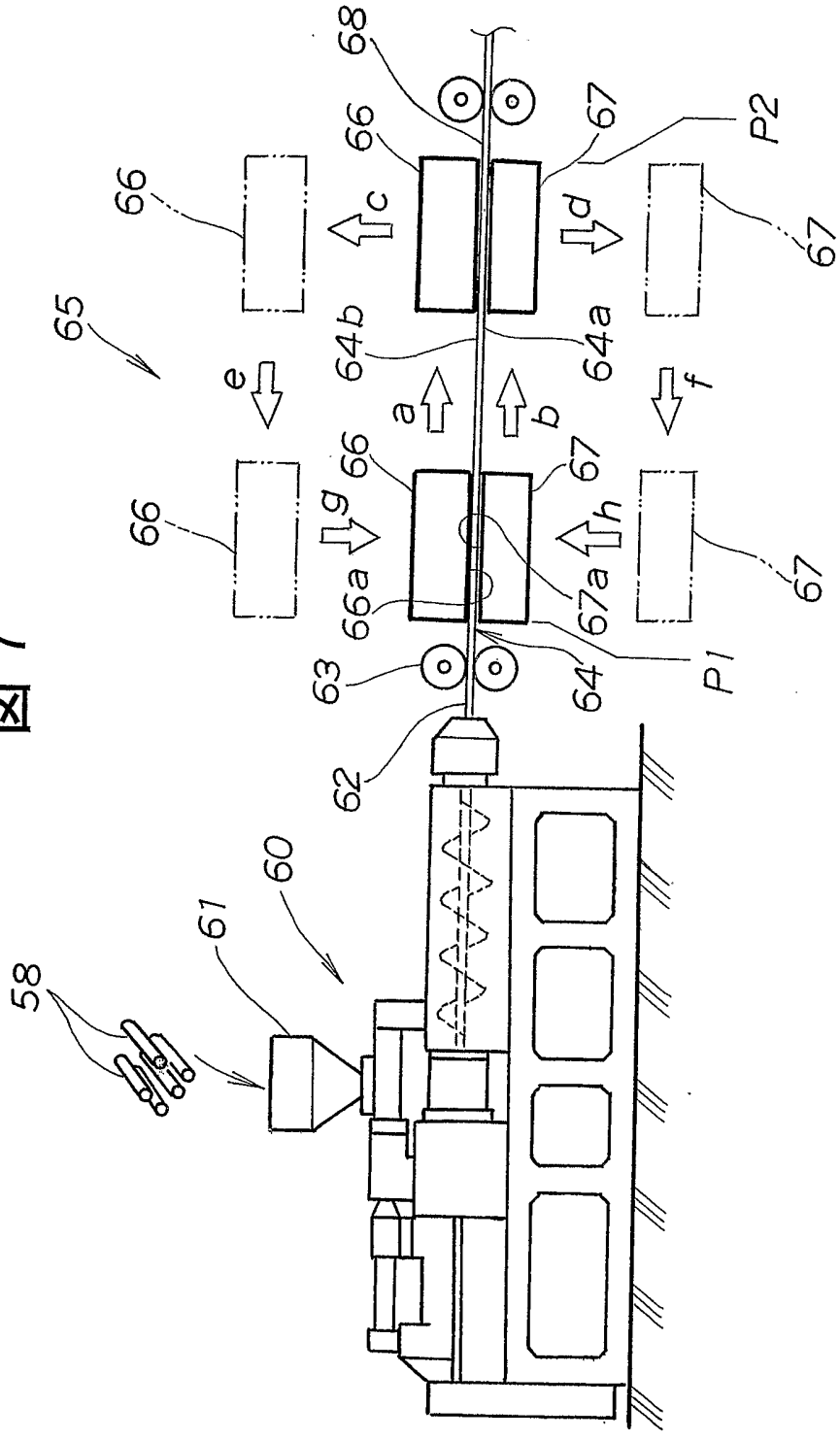
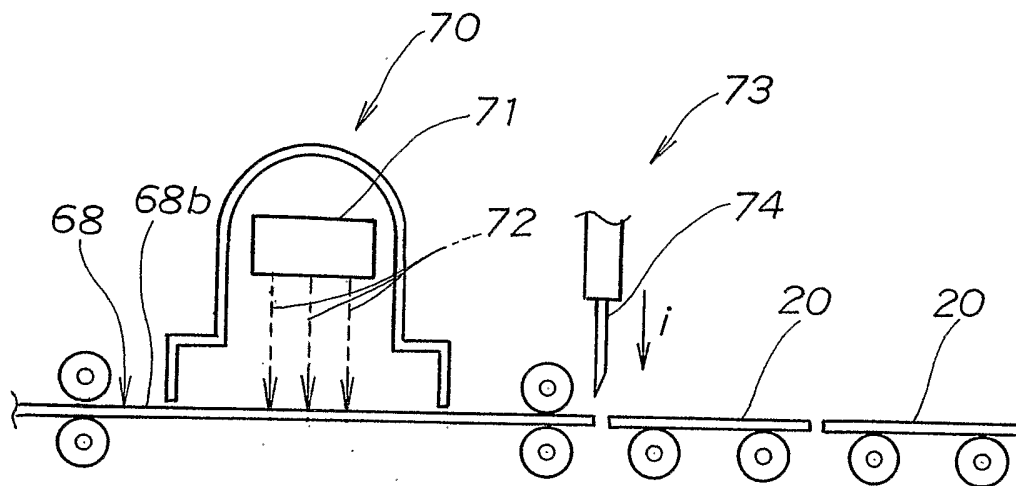


図 7



7/25

図 8



8/25

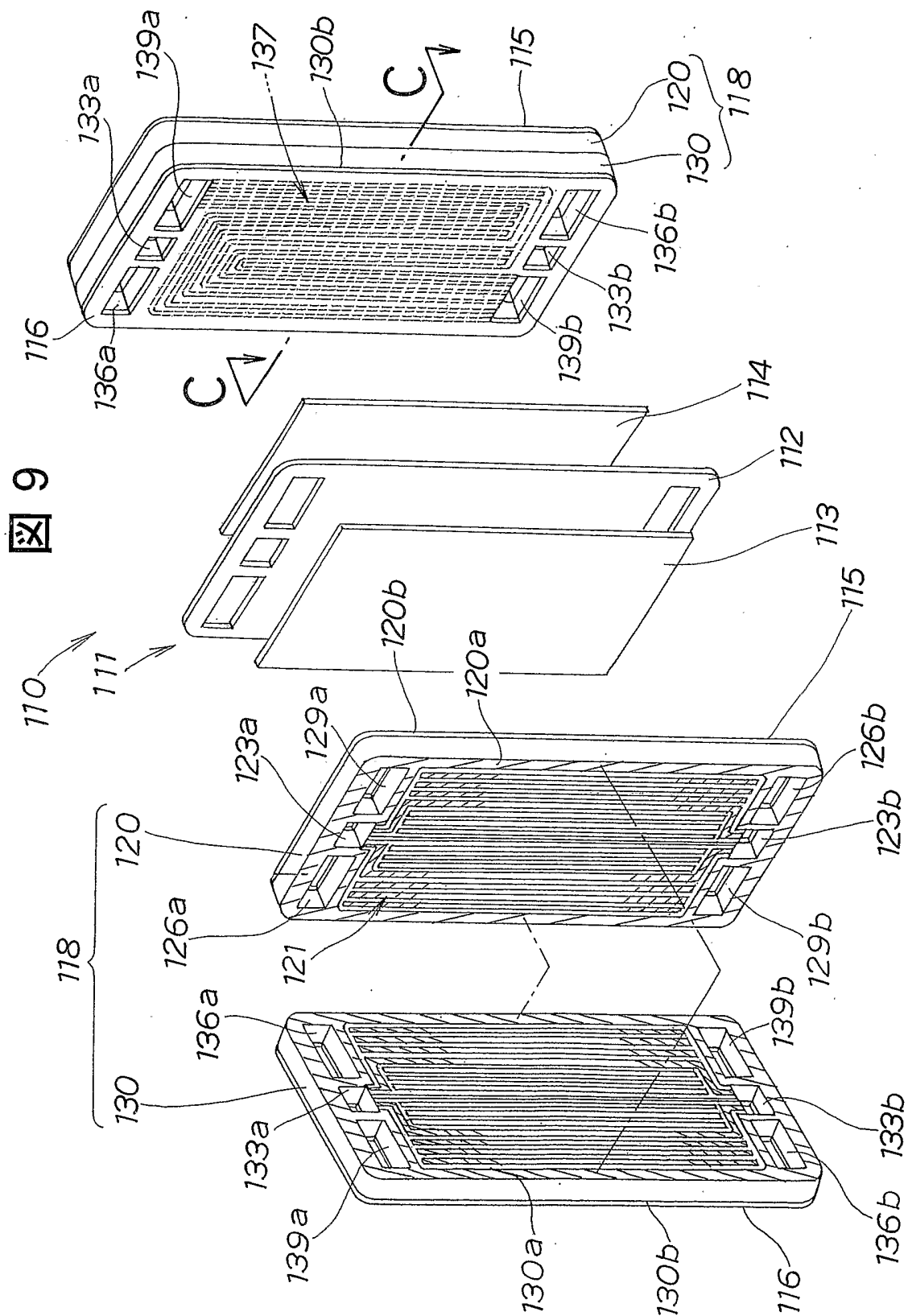


図 10

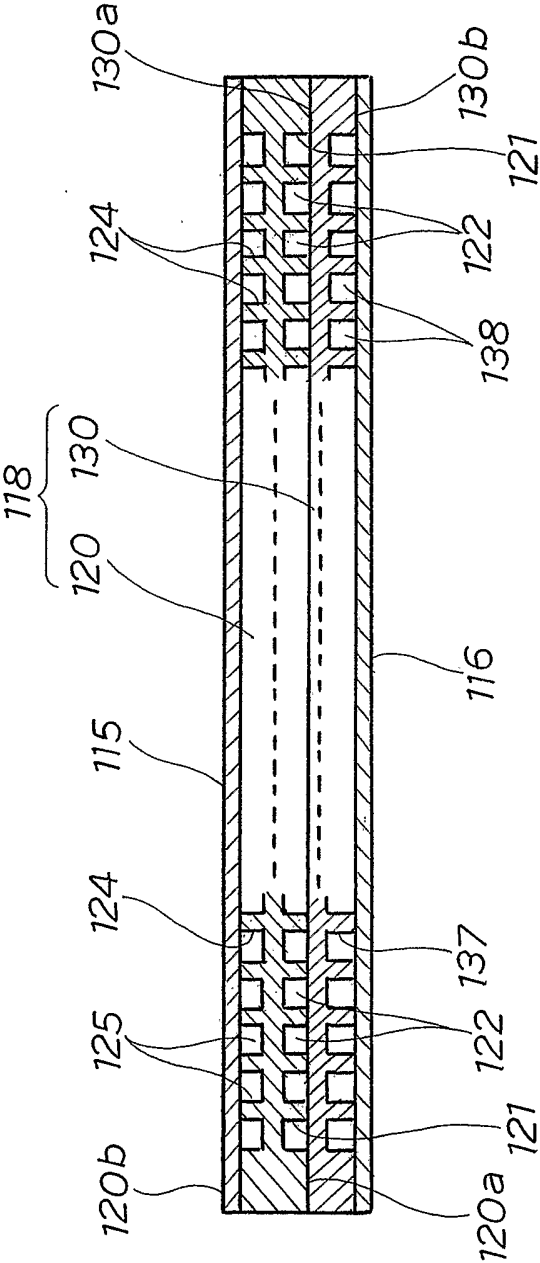
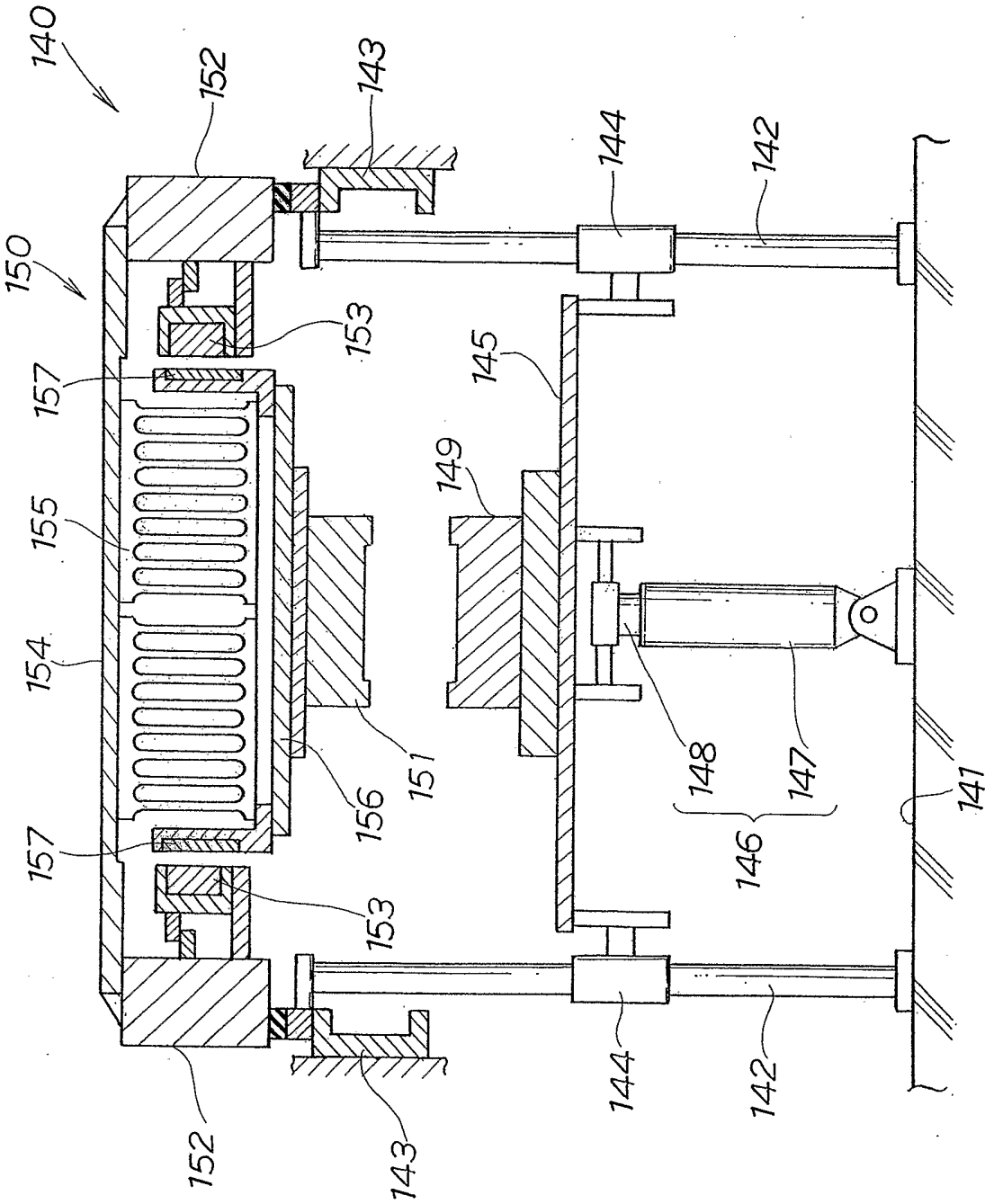


図 11



11/25

図 12A

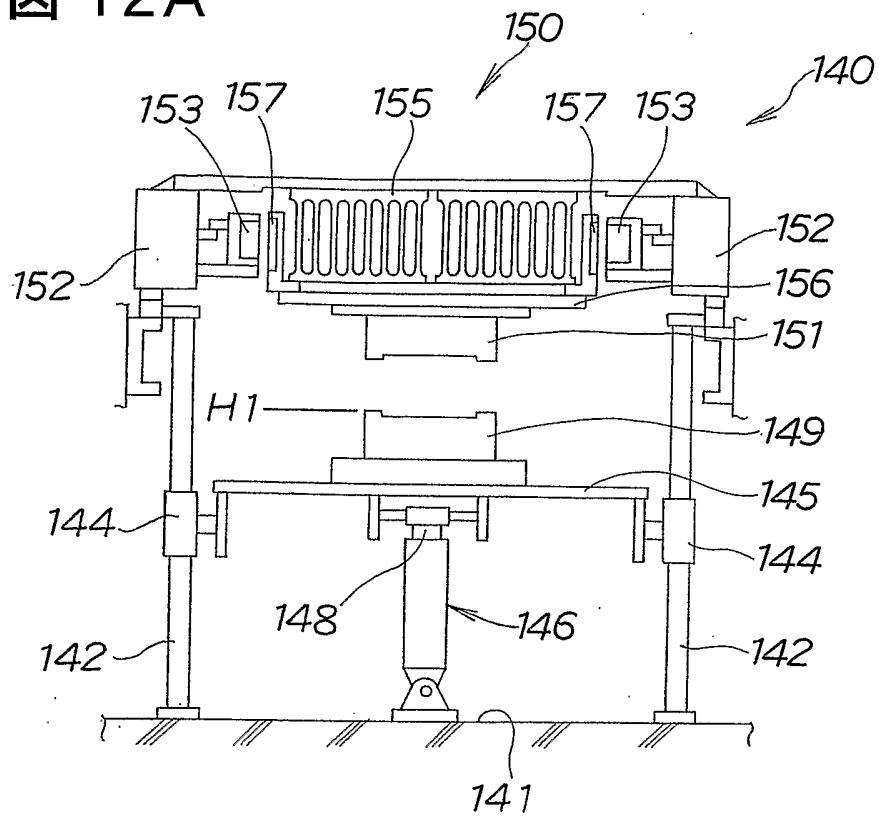
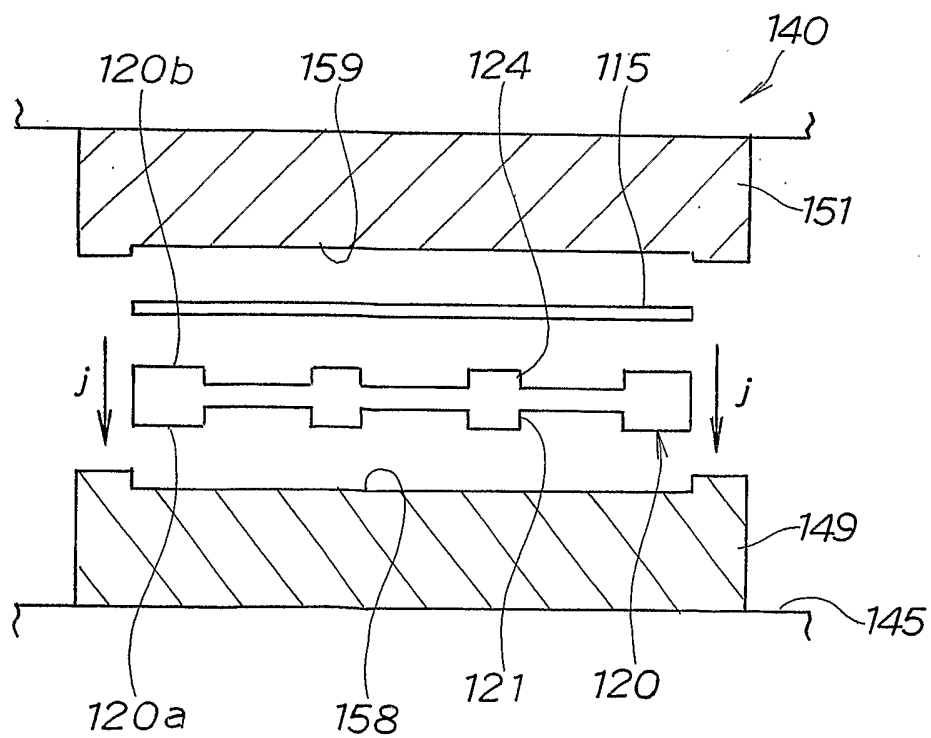


図 12B



12/25

図 13A

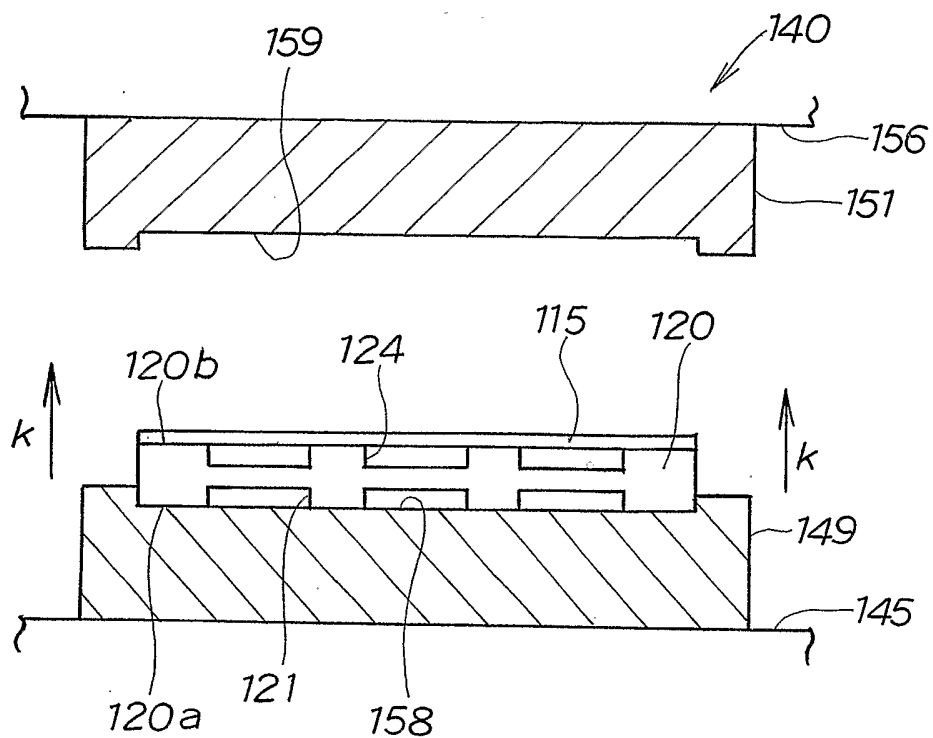
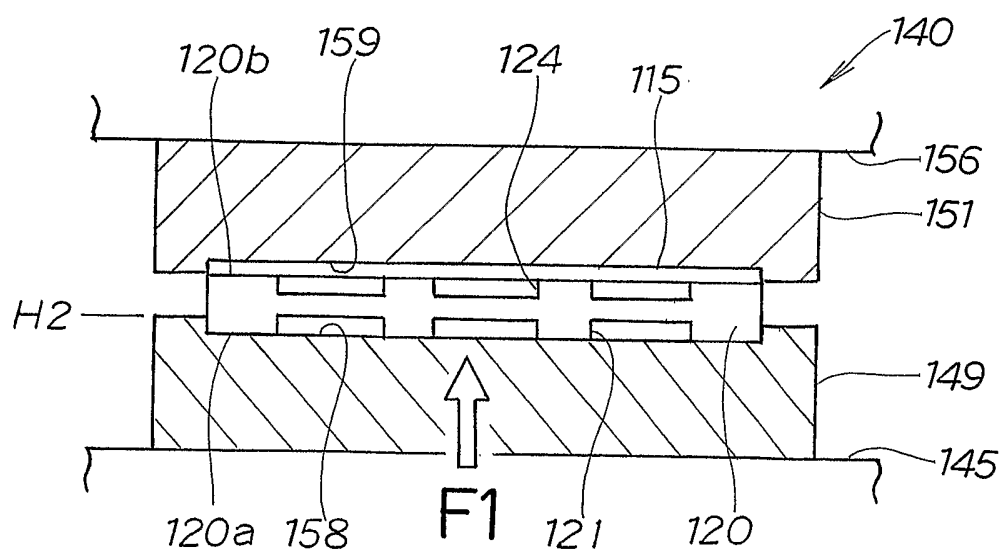
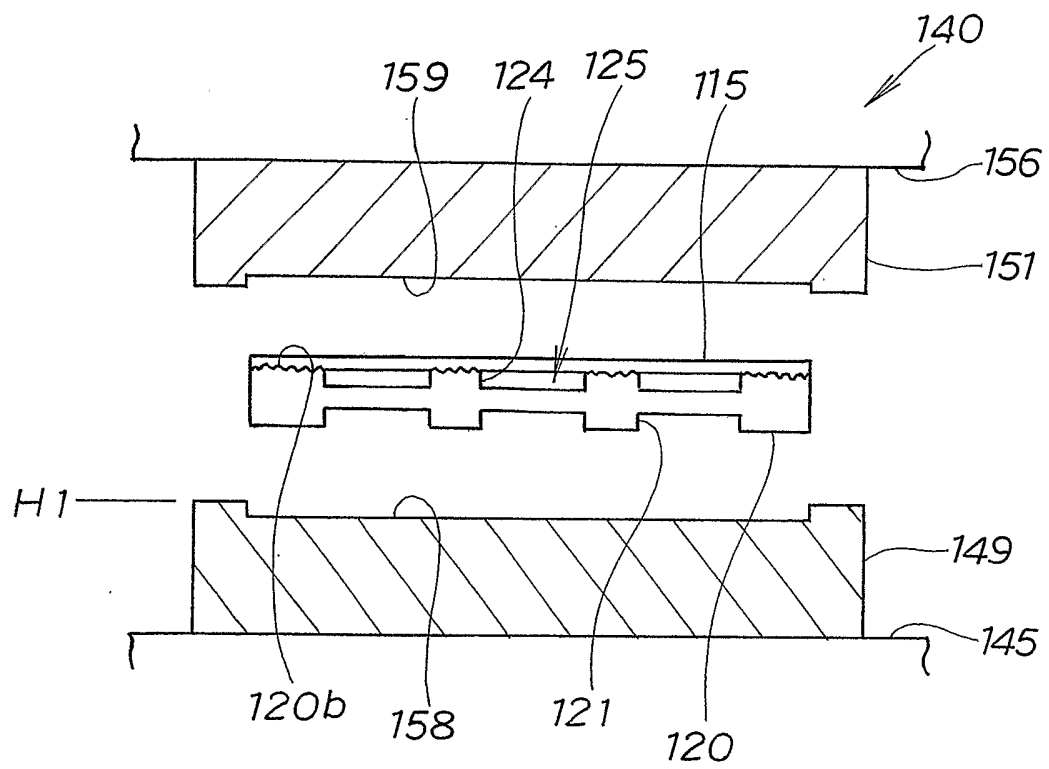


図 13B



14/25

図 15



15/25

図 16A

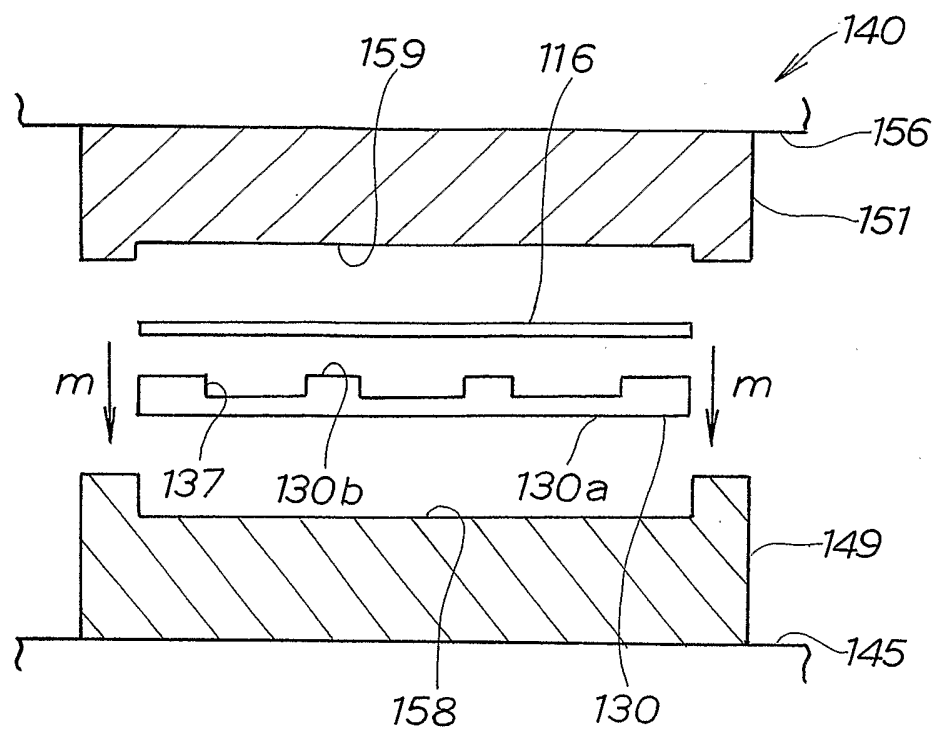
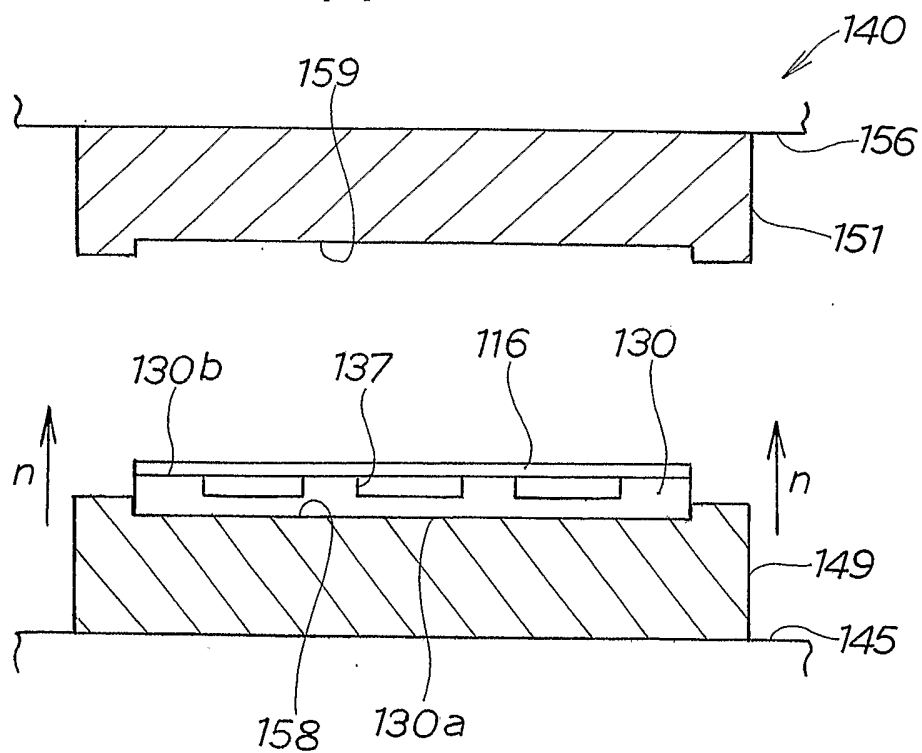


图 16B



16/25

図 17A

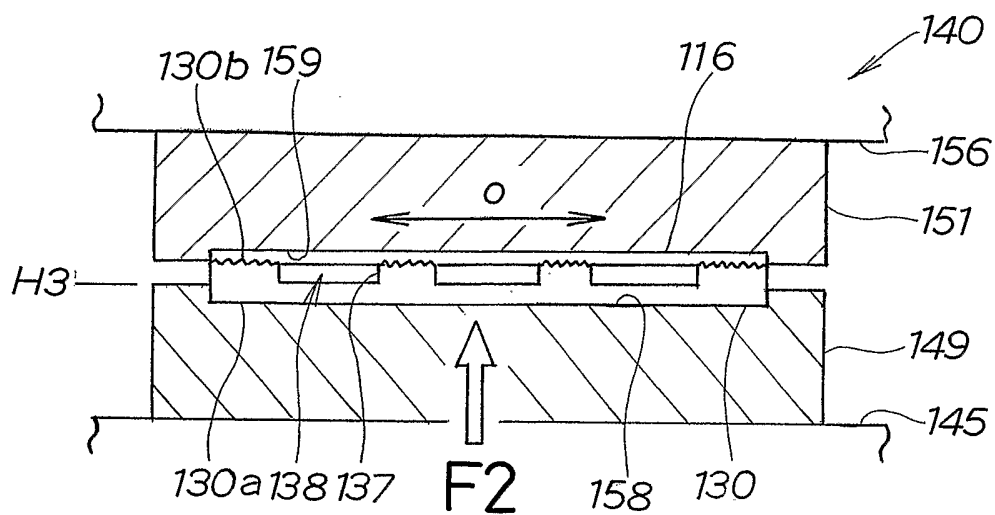
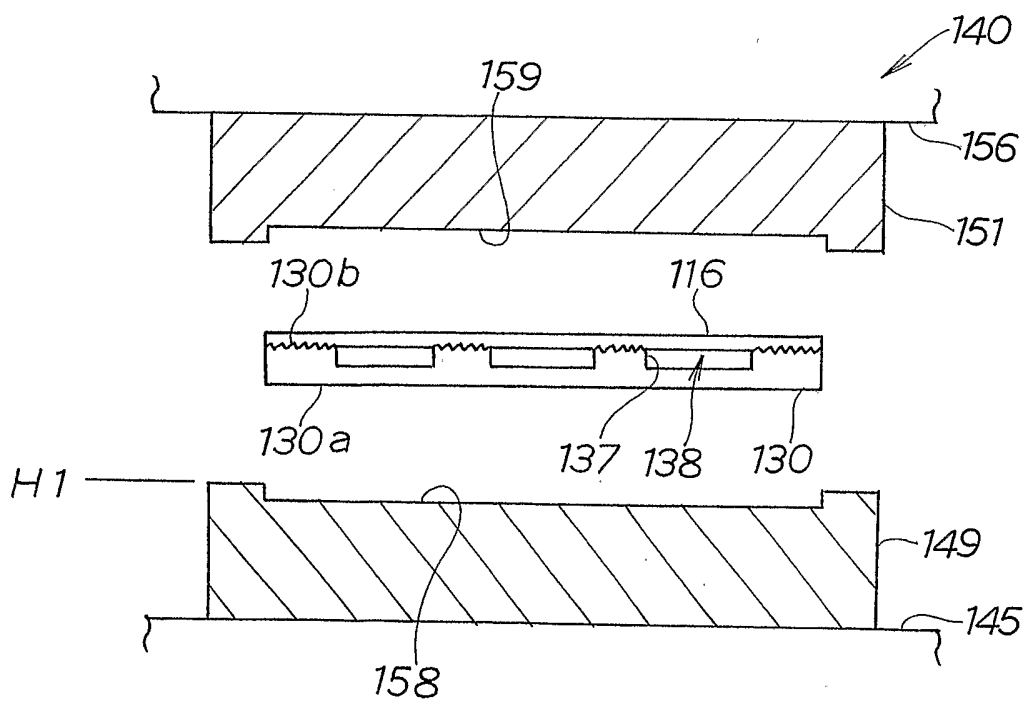


図 17B



17/25

図 18A

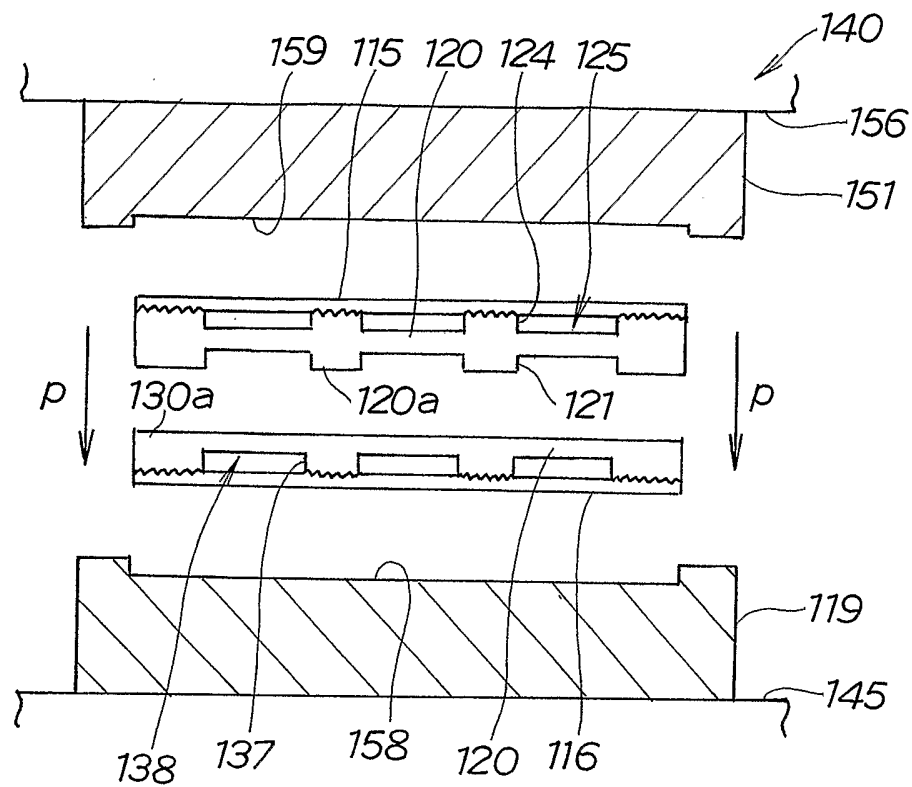
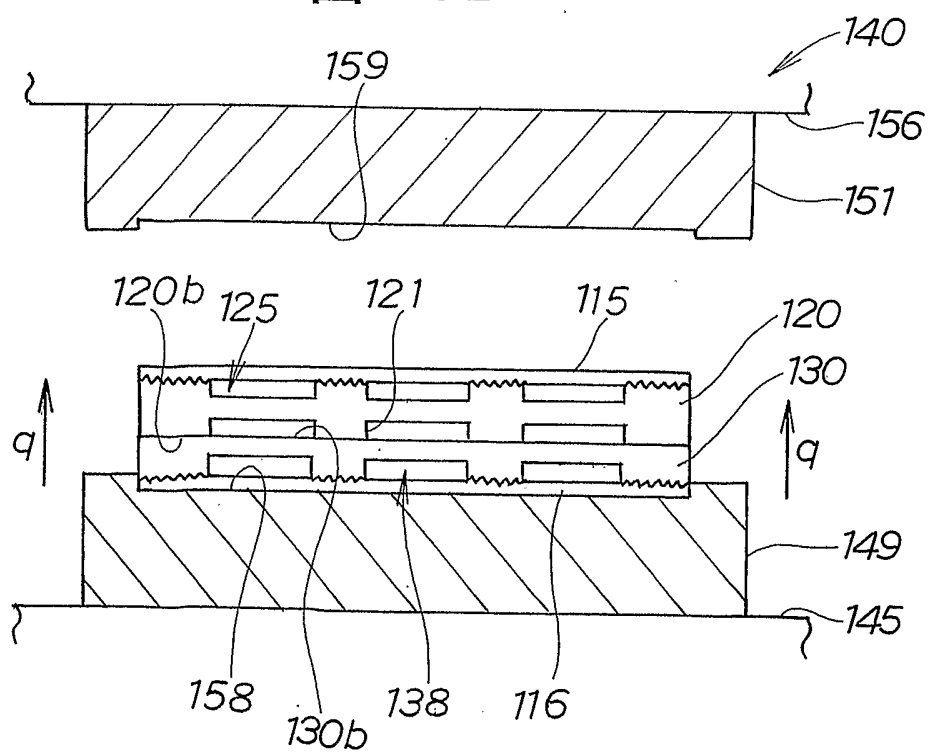


図 18B



18/25

図 19A

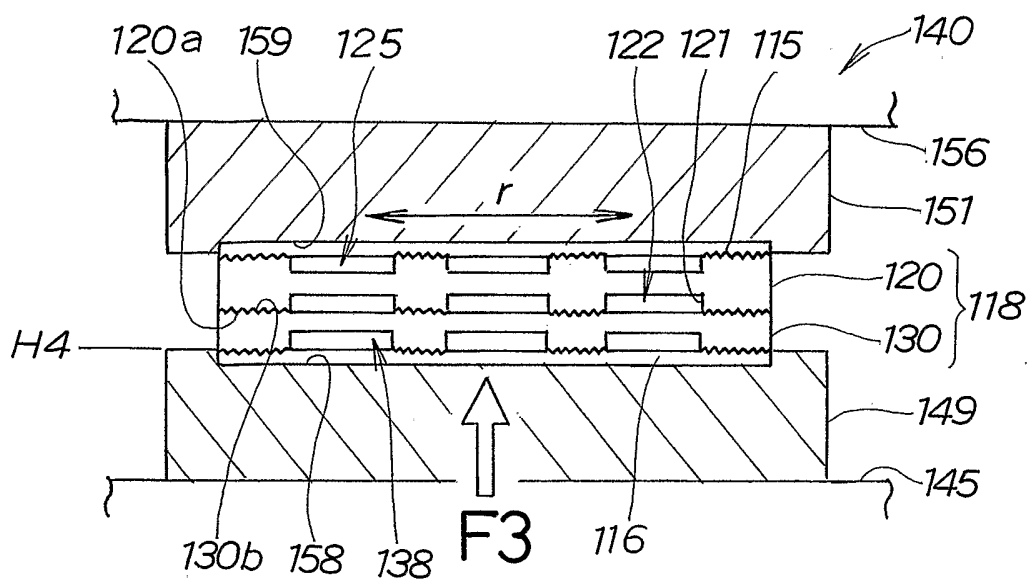


図 19B

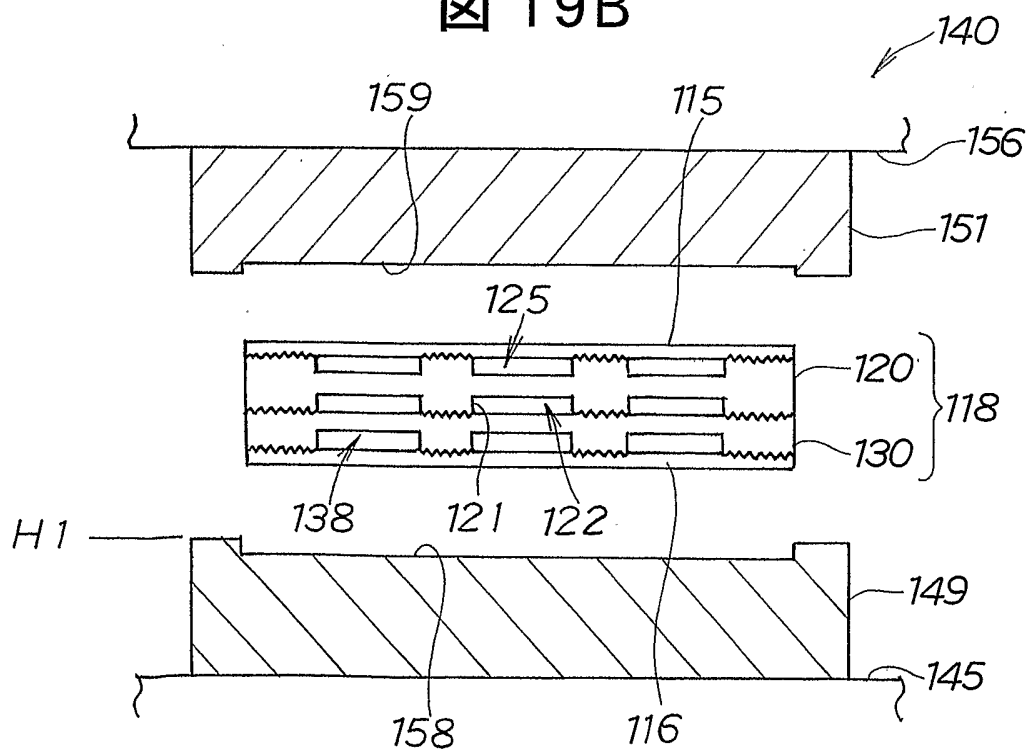
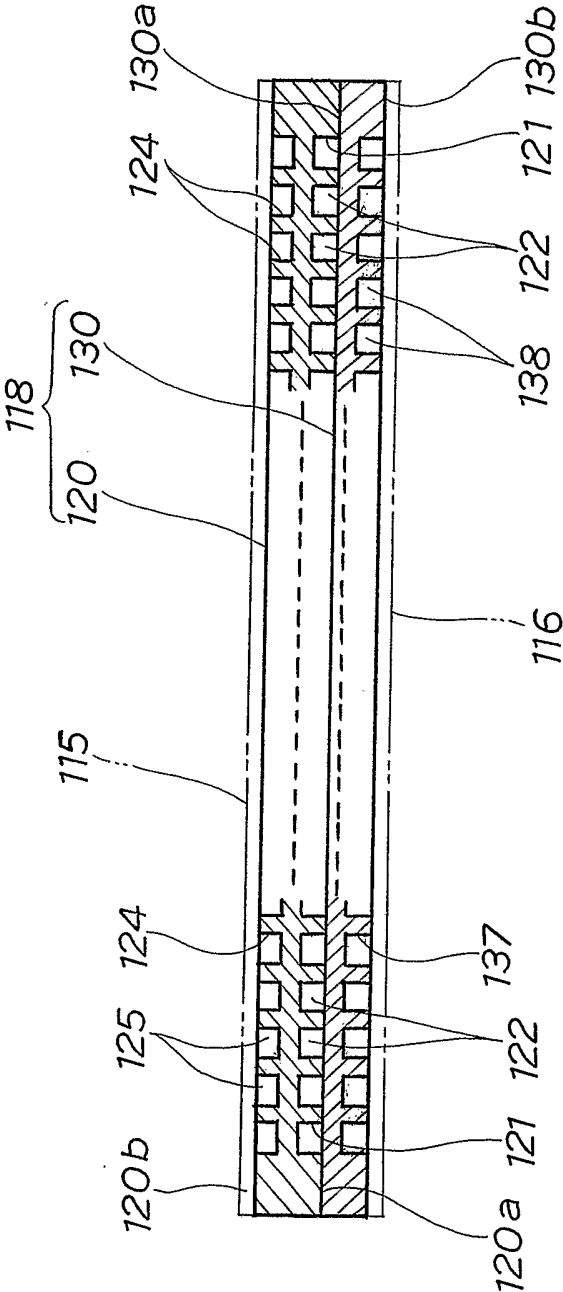


図 20



20/25

図 21 A

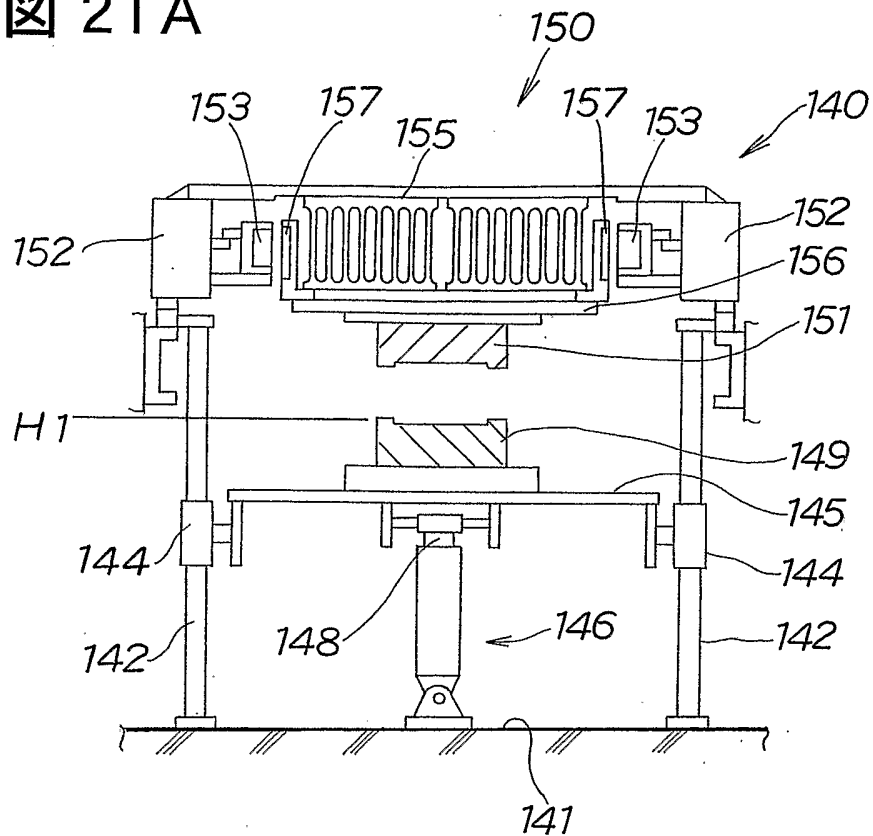
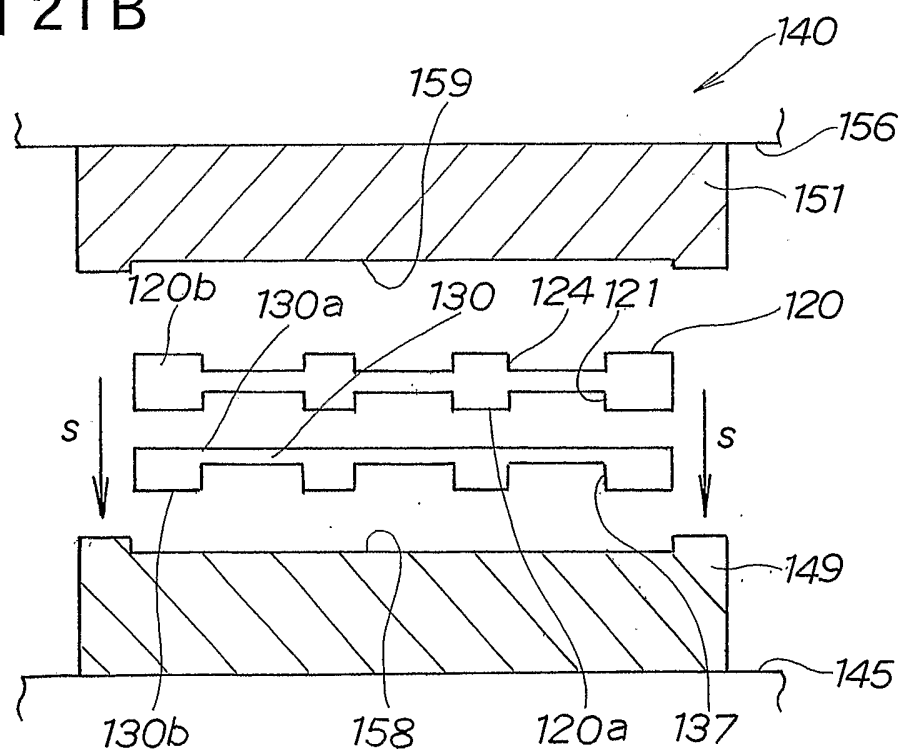


図 21 B



21/25

図 22A

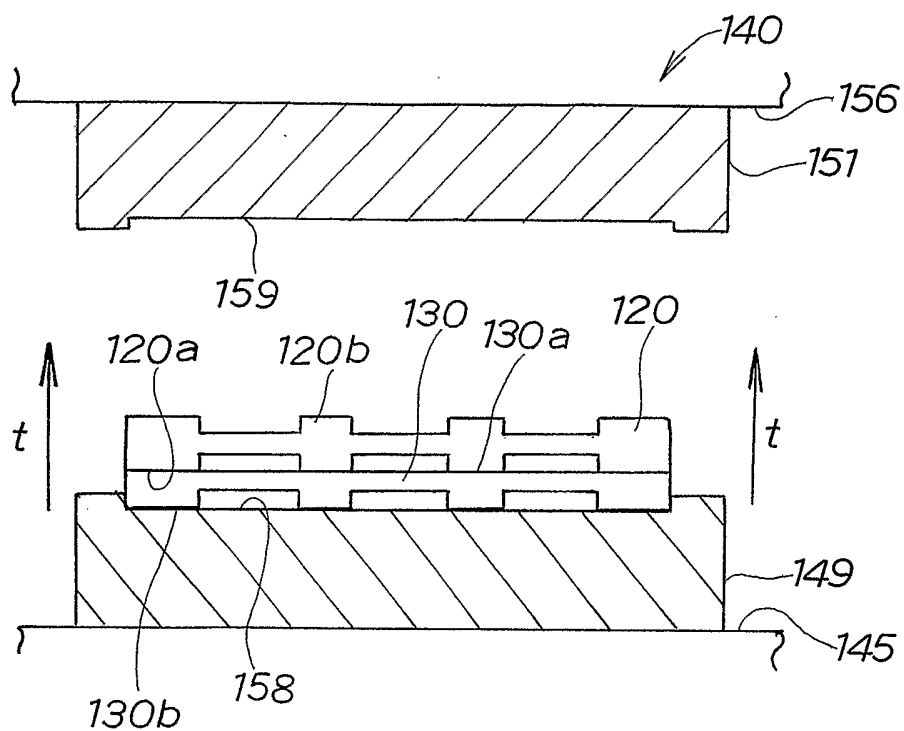


図 22B

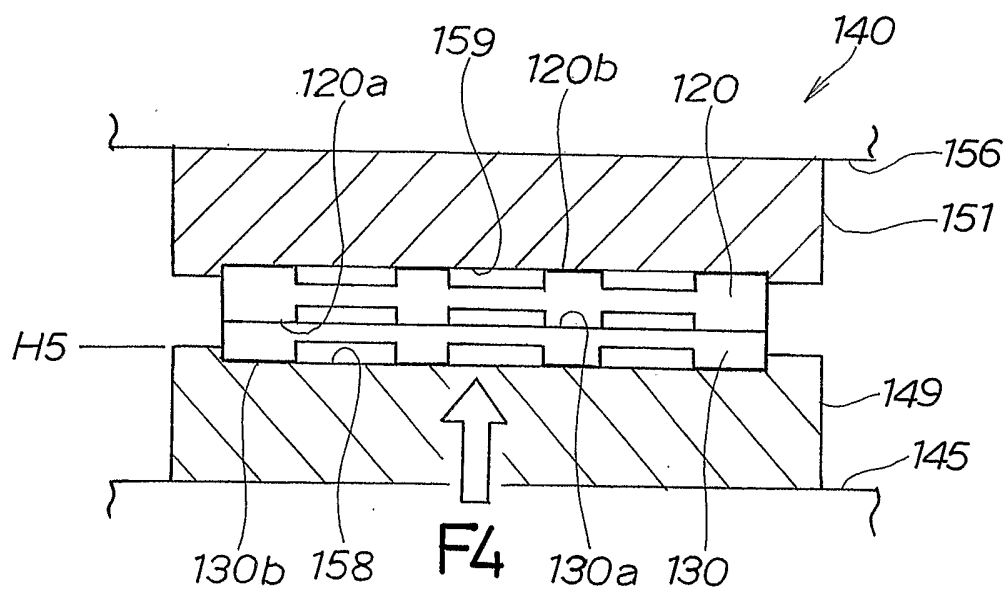


図 23A

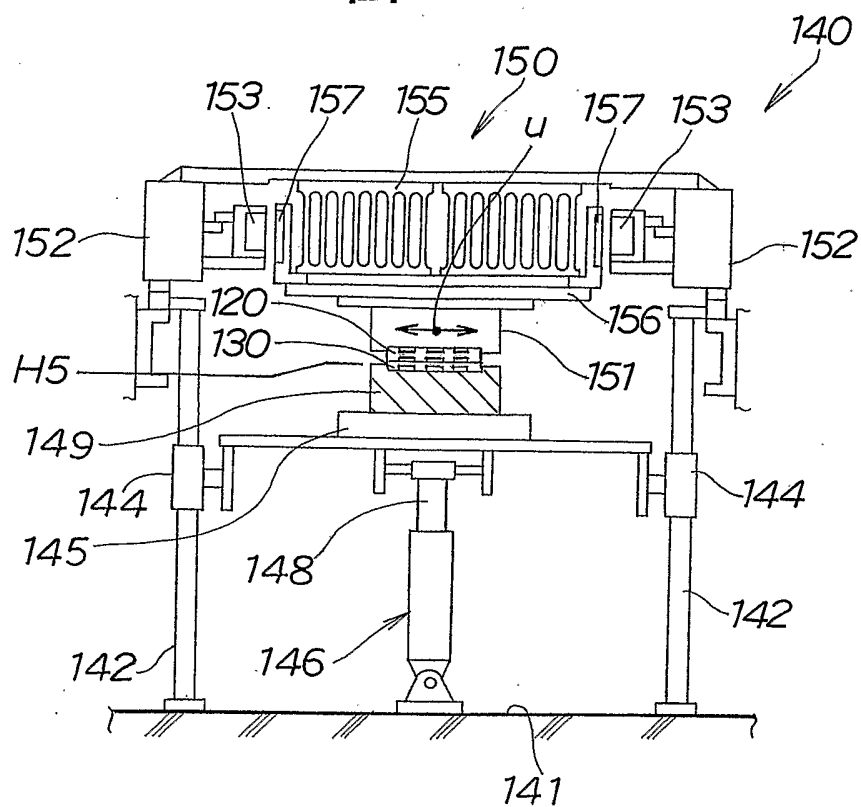
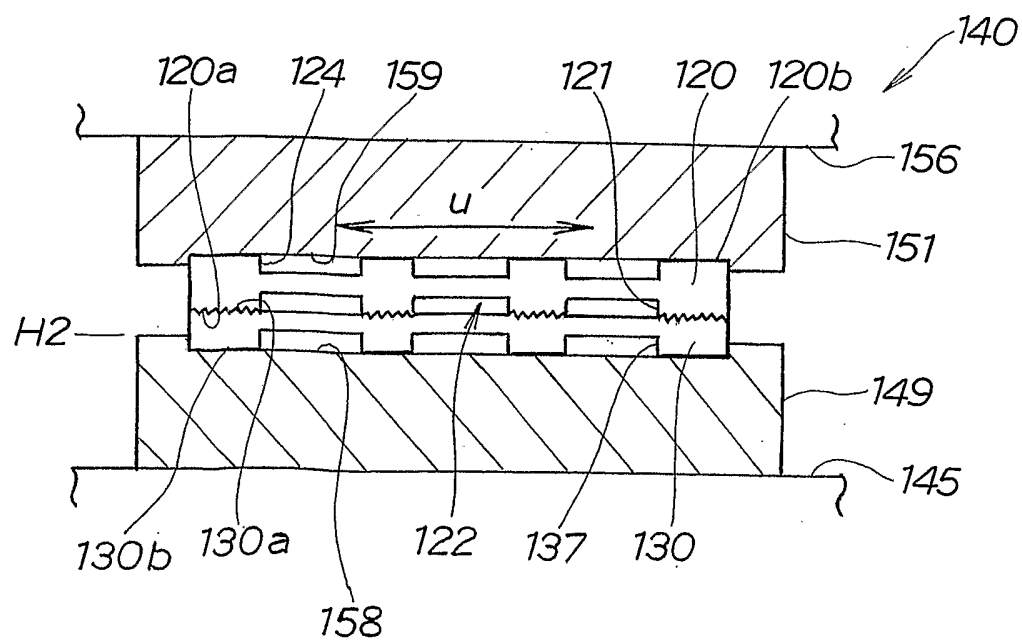


図 23B



23/25

図 24

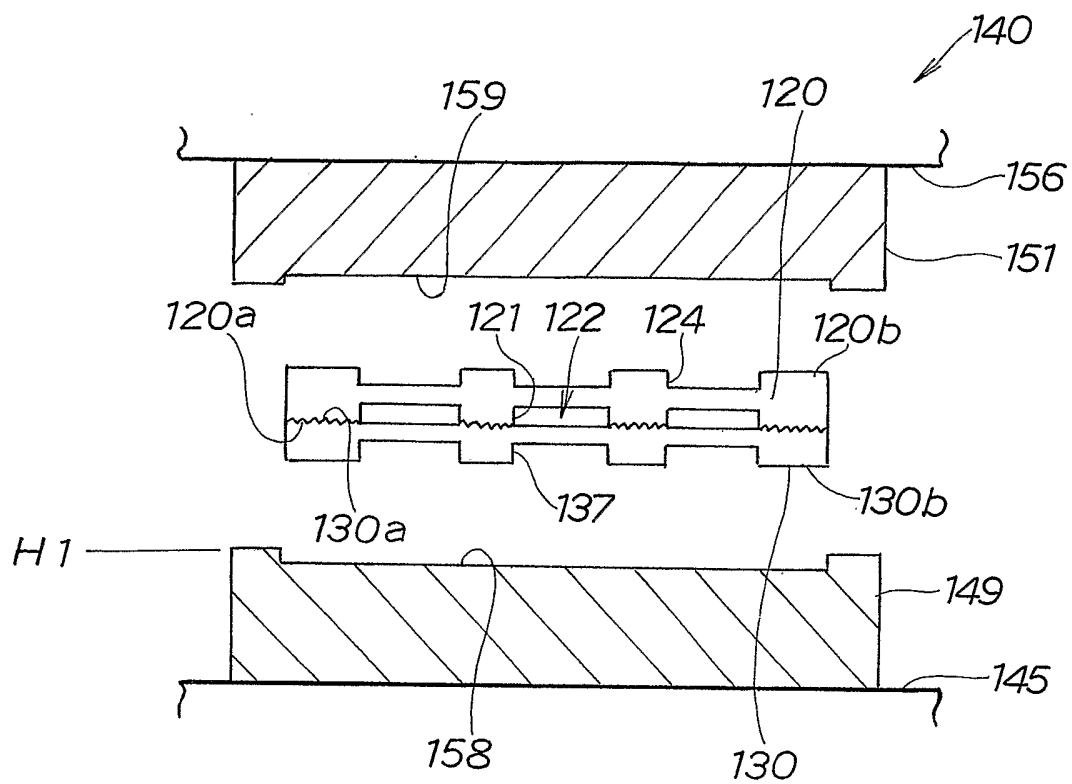


図 25
(先行技術)

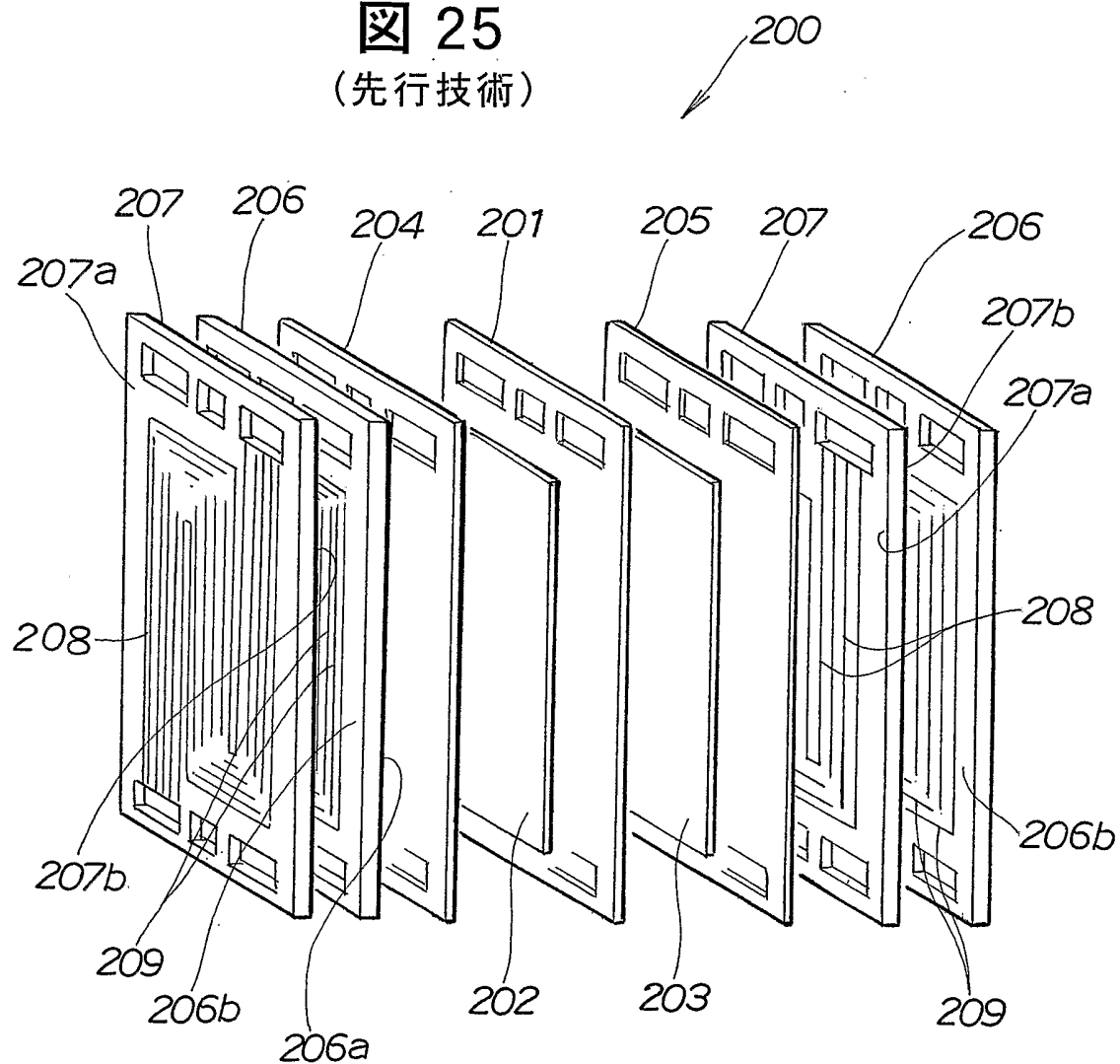
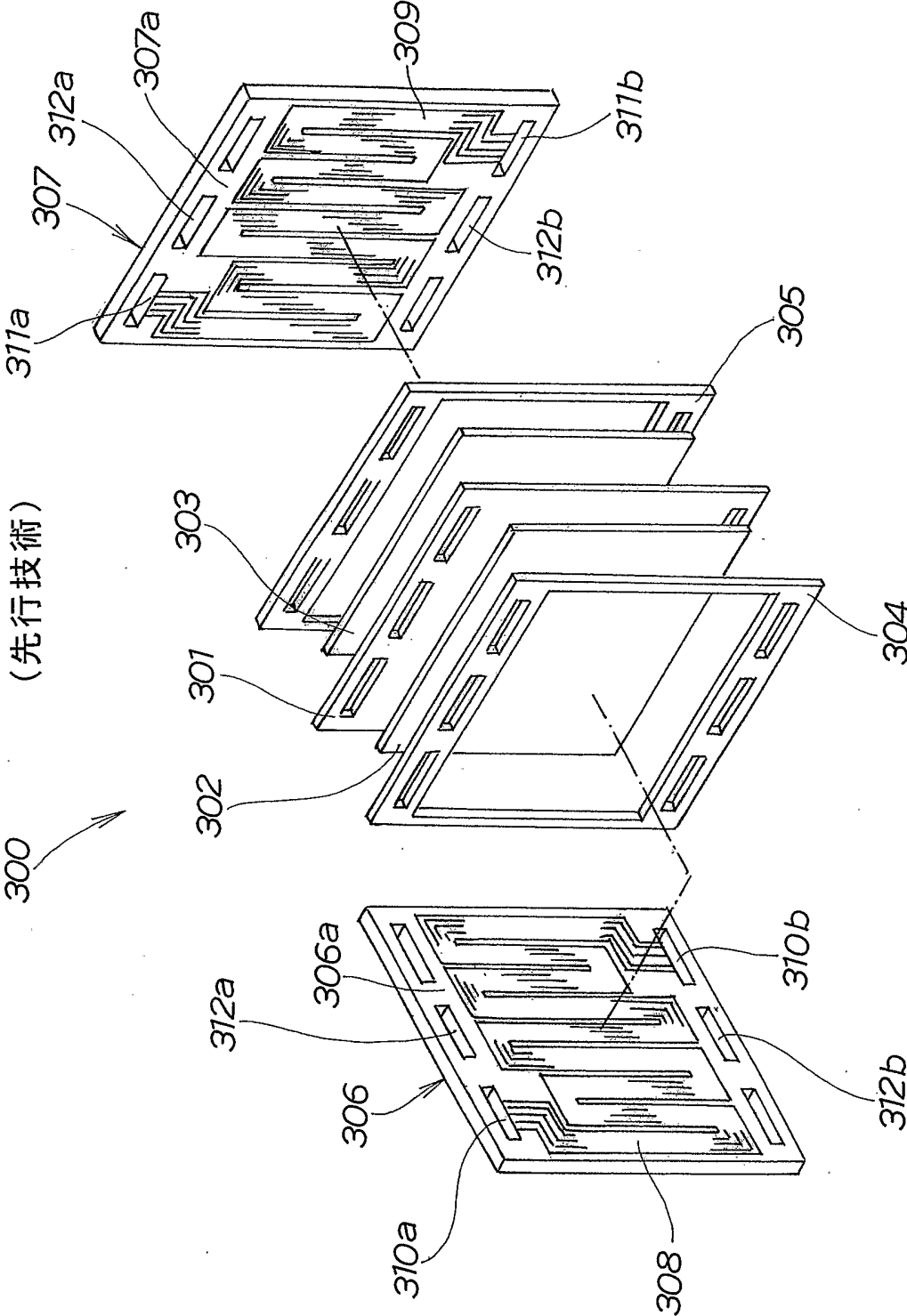


図 26
(先行技術)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09083

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01M8/02, H01M8/10

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.Cl⁷ 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 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 1029893 A2 (NICHIAS CORP.), 23 August, 2000 (23.08.00), Claims; Par. No. [0043], & JP 2000-234055 A Claims; Par. Nos. [0010] to [0018] & JP 2000-239488 A Claims; Par. Nos. [0014] to [0023]	1 2-6
Y	JP 2002-198063 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 12 July, 2002 (12.07.02), Claims; Par. No. [0010] (Family: none)	2
Y	JP 2002-184420 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 28 June, 2002 (28.06.02), Claims; Par. No. [0025] (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
13 August, 2003 (13.08.03)

Date of mailing of the international search report
26 August, 2003 (26.08.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09083

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1010492 A2 (Ultex Corp.), 21 June, 2000 (21.06.00), All pages & JP 2000-176654 A Full text	3-6
Y	JP 6-290796 A (Shin-Etsu Polymer Co., Ltd.), 18 October, 1994 (18.10.94), Par. No. [0023] (Family: none)	3-6
Y	JP 2000-12067 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 14 January, 2000 (14.01.00), Claims; Fig. 3 (Family: none)	5-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H01M8/02、H01M8/10		
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 ⁷ 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003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)		
WPI/L		
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 請求の範囲の番号
X	EP 1029893 A2 (NICHIAS CORPORATION) 2000.08.23 Claims, [0043]	1
Y	& JP 2000-234055 A 【特許請求の範囲】、【0010】 - 【0018】 & JP 2000-239488 A 【特許請求の範囲】、【0014】 - 【0023】	2-6
Y	JP 2002-198063 A (三菱化学株式会社) 2002.07.12 【特許請求の範囲】、【0010】 (ファミリーなし)	2
☒ 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	13.08.03	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 前田 寛之 電話番号 03-3581-1101 内線 3477

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 請求の範囲の番号
Y	J P 2002-184420 A (三菱化学株式会社) 200 2.06.28 【特許請求の範囲】、【0025】 (ファミリーなし)	2
Y	EP 1010492 A2 (Ultex Corporation) 2000.0 6.21 all pages & J P 2000-176654 A 全文	3-6
Y	J P 6-290796 A (信越ポリマー株式会社) 1994. 10.18 【0023】 (ファミリーなし)	3-6
Y	J P 2000-12067 A (富士電機株式会社) 2000. 01.14 【特許請求の範囲】、【図3】 (ファミリーなし)	5-6