

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7330422号
(P7330422)

(45)発行日 令和5年8月21日(2023.8.21)

(24)登録日 令和5年8月10日(2023.8.10)

(51)国際特許分類

F I

C 2 5 B 9/77 (2021.01)

C 2 5 B 9/77

C 2 5 B 1/04 (2021.01)

C 2 5 B 1/04

C 2 5 B 9/00 (2021.01)

C 2 5 B 9/00

A

請求項の数 14 (全63頁)

(21)出願番号	特願2023-523179(P2023-523179)	(73)特許権者	000003182
(86)(22)出願日	令和4年12月9日(2022.12.9)		株式会社トクヤマ
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/045519		山口県周南市御影町1番1号
審査請求日	令和5年4月18日(2023.4.18)	(74)代理人	100129838
(31)優先権主張番号	特願2021-200688(P2021-200688)		弁理士 山本 典輝
(32)優先日	令和3年12月10日(2021.12.10)	(74)代理人	100101203
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 山下 昭彦
早期審査対象出願		(72)発明者	田中 康行
			山口県周南市御影町1番1号 株式会社
			トクヤマ内
		審査官	池ノ谷 秀行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アルカリ水電解用電解槽

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

アルカリ水からなる電解液を電解して酸素及び水素を得るための電解槽であって、
導電性の第1の背面隔壁と、該第1の背面隔壁の外周部に設けられた第1のフランジ部と、前記第1の背面隔壁に電氣的に接続された酸素発生用陽極とを備え、陽極室を画定する、陽極エンドセルと、
導電性の第2の背面隔壁と、該第2の背面隔壁の外周部に設けられた第2のフランジ部と、前記第2の背面隔壁に電氣的に接続された水素発生用陰極とを備え、陰極室を画定する、陰極エンドセルと、
前記陽極エンドセルと前記陰極エンドセルとの間に配置され、それぞれイオン透過性の隔膜と、該隔膜の少なくとも周縁部を保持する保護部材とを備える、複数の隔膜要素と、
それぞれ導電性の第3の背面隔壁と、該第3の背面隔壁の外周部に設けられた第3のフランジ部と、前記第3の背面隔壁に電氣的に接続された酸素発生用陽極とを備え、陽極室を画定する、複数の陽極室セルであって、該複数の陽極室セルのそれぞれは、それぞれの隣接する前記隔膜要素の間に配置されている、複数の陽極室セルと、
それぞれ導電性の第4の背面隔壁と、該第4の背面隔壁の外周部に設けられた第4のフランジ部と、前記第4の背面隔壁に電氣的に接続された水素発生用陰極とを備え、陰極室を画定する、複数の陰極室セルであって、該複数の陰極室セルのそれぞれは、それぞれの隣接する前記隔膜要素の間に配置されている、複数の陰極室セルと、
を含む積層構造を備え、

10

それぞれの隣接する前記隔膜要素の間には、前記第 3 の背面隔壁を前記陽極エンドセル側に向けた一の陽極室セルと、前記第 4 の背面隔壁を前記陰極エンドセル側に向けた一の陰極室セルとの組が、該第 3 の背面隔壁と該第 4 の背面隔壁とが隣接するように配置され、

それぞれの隣接する前記隔膜要素の間において、前記第 3 の背面隔壁と前記第 4 の背面隔壁とは、一体に形成されていてもいなくてもよく、前記第 3 のフランジ部と前記第 4 のフランジ部とは、一体に形成されていてもいなくてもよく、

前記複数の隔膜要素は、前記陽極エンドセルに隣接する第 1 の隔膜要素と、前記陰極エンドセルに隣接する第 2 の隔膜要素とを含み、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の下部、各陽極室セルの第 3 のフランジ部の下部、各陰極室セルの第 4 のフランジ部の下部、及び前記第 2 の隔膜要素以外の各隔膜要素の保護部材の下部には、陽極液供給用流通部が設けられており、

10

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の下部、及び前記第 2 の隔膜要素の保護部材の下部には、前記陽極液供給用流通部が設けられているか又は設けられておらず、

前記陽極エンドセル及び各陽極室セルのそれぞれは、前記陽極液供給用流通部および前記陽極室と流体連通して設けられた、陽極液供給用分岐流路を備え、

各陽極液供給用分岐流路を通じて、前記陽極液供給用流通部から各陽極室に陽極液が供給され、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の上部、各陽極室セルの第 3 のフランジ部の上部、各陰極室セルの第 4 のフランジ部の上部、及び前記第 2 の隔膜要素以外の各隔膜要素の保護部材の上部には、陽極液・ガス回収用流通部が設けられており、

20

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の上部、及び前記第 2 の隔膜要素の保護部材の上部には、前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられているか又は設けられておらず、

前記陽極エンドセル及び各陽極室セルのそれぞれは、前記陽極液・ガス回収用流通部および前記陽極室と流体連通して設けられた、陽極液・ガス回収用分岐流路を備え、

各陽極液・ガス回収用分岐流路を通じて、各陽極室から陽極液および陽極室中のガスが前記陽極液・ガス回収用流通部に回収され、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の下部、各陽極室セルの第 3 のフランジ部の下部、各陰極室セルの第 4 のフランジ部の下部、及び前記第 1 の隔膜要素以外の各隔膜要素の保護部材の下部には、陰極液供給用流通部が設けられており、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の下部、及び前記第 1 の隔膜要素の保護部材の下部には、前記陰極液供給用流通部が設けられているか又は設けられておらず、

30

前記陰極エンドセル及び各陰極室セルのそれぞれは、前記陰極液供給用流通部および前記陰極室と流体連通して設けられた、陰極液供給用分岐流路を備え、

各陰極液供給用分岐流路を通じて、前記陰極液供給用流通部から各陰極室に陰極液が供給され、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の上部、各陽極室セルの第 3 のフランジ部の上部、各陰極室セルの第 4 のフランジ部の上部、及び前記第 1 の隔膜要素以外の各隔膜要素の保護部材の上部には、陰極液・ガス回収用流通部が設けられており、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の上部、及び前記第 1 の隔膜要素の保護部材の上部には、前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられているか又は設けられておらず、

40

前記陰極エンドセル及び各陰極室セルのそれぞれは、前記陰極液・ガス回収用流通部および前記陰極室と流体連通して設けられた、陰極液・ガス回収用分岐流路を備え、

各陰極液・ガス回収用分岐流路を通じて、各陰極室から陰極液および陰極室中のガスが前記陰極液・ガス回収用流通部に回収され、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通部、前記陽極液供給用分岐流路、前記陽極液・ガス回収用流通部、及び前記陽極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液供給用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の前記陰極液供給用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

50

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の前記陰極液・ガス回収用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の、前記陰極液供給用流通部、前記陰極液供給用分岐流路、前記陰極液・ガス回収用流通部、及び前記陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液供給用流通部が設けられている場合には、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の前記陽極液供給用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の前記陽極液・ガス回収用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

10

前記陽極室セルの第 3 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通部、前記陽極液供給用分岐流路、前記陽極液・ガス回収用流通部、前記陽極液・ガス回収用分岐流路、前記陰極液供給用流通部、及び前記陰極液・ガス回収用流通部に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極室セルの第 4 のフランジ部の、前記陰極液供給用流通部、前記陰極液供給用分岐流路、前記陰極液・ガス回収用流通部、前記陰極液・ガス回収用分岐流路、前記陽極液供給用流通部、及び前記陽極液・ガス回収用流通部に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われている

20

ことを特徴とし、

前記第 3 のフランジ部の、前記隔膜要素に接する表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記第 4 のフランジ部の、前記隔膜要素に接する表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、
アルカリ水電解用電解槽。

【請求項 2】

それぞれの隣接する前記隔膜要素の間において、前記第 3 の背面隔壁と前記第 4 の背面隔壁とが一体に形成されておらず、前記第 3 のフランジ部と前記第 4 のフランジ部とが一体に形成されておらず、前記陽極室セルと前記陰極室セルとが別個の電解セルであり、

30

各陽極室セルは、

前記第 3 のフランジ部の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記第 3 のフランジ部の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、
を備え、

前記陽極室セルに設けられた前記陽極液供給用分岐流路は、該陽極室セルが画定する陽極室と、該陽極室セルに設けられた前記陽極液供給用流通孔とに流体連通して設けられており、

前記陽極室セルに設けられた前記陽極液・ガス回収用分岐流路は、該陽極室セルが画定する陽極室と、該陽極室セルに設けられた前記陽極液・ガス回収用流通孔とに流体連通して設けられており、

40

各陰極室セルは、

前記第 4 のフランジ部の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記第 4 のフランジ部の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、
を備え、

前記陰極室セルに設けられた前記陰極液供給用分岐流路は、該陰極室セルが画定する陰極室と、該陰極室セルに設けられた前記陰極液供給用流通孔とに流体連通して設けられて

50

おり、

前記陰極室セルに設けられた前記陰極液・ガス回収用分岐流路は、該陰極室セルが画定する陰極室と、該陰極室セルに設けられた前記陰極液・ガス回収用流通孔とに流体連通して設けられており、

前記第 1 の隔膜要素および前記第 2 の隔膜要素以外の各隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、

を備え、

10

前記第 1 の隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液供給用流通部が設けられている場合には、前記第 1 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた陰極液供給用流通孔をさらに備え、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記第 1 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた陰極液・ガス回収用流通孔をさらに備え、

20

前記第 2 の隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陰極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陰極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液供給用流通部が設けられている場合には、前記第 2 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた陽極液供給用流通孔をさらに備え、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記第 2 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた陽極液・ガス回収用流通孔をさらに備え、

30

前記複数の陽極室セルに設けられた各陽極液供給用流通孔と、前記複数の陰極室セルに設けられた各陽極液供給用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陽極液供給用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陽極液供給用流通部が、前記陽極エンドセルの陽極液供給用流通部、および、前記陰極エンドセルに陽極液供給用流通部が設けられている場合には該陰極エンドセルの陽極液供給用流通部と、さらに流体連通しており、

前記複数の陽極室セルに設けられた各陽極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の陰極室セルに設けられた各陽極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陽極液・ガス回収用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陽極液・ガス回収用流通部が、前記陽極エンドセルの陽極液・ガス回収用流通部、および、前記陰極エンドセルに陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には該陰極エンドセルの陽極液・ガス回収用流通部と、さらに流体連通しており、

40

前記複数の陽極室セルに設けられた各陰極液供給用流通孔と、前記複数の陰極室セルに設けられた各陰極液供給用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陰極液供給用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陰極液供給用流通部が、前記陰極エンドセルの陰極液供給用流通部、および、前記陽極エンドセルに陰極液供給用流通部が設けられている場合には該陽極エンドセルの陰極液供給用流通部と、さらに流体連通しており、

前記複数の陽極室セルに設けられた各陰極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の陰極室セルに設けられた各陰極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陰

50

極液・ガス回収用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陰極液・ガス回収用流通部が、前記陰極エンドセルの陰極液・ガス回収用流通部、および、前記陽極エンドセルに陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には該陽極エンドセルの陰極液・ガス回収用流通部と、さらに流体連通しており、

各陽極室セルの第3のフランジ部の、前記陽極液供給用流通孔、前記陰極液供給用流通孔、前記陽極液・ガス回収用流通孔、前記陰極液・ガス回収用流通孔、前記陽極液供給用分岐流路、及び前記陽極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

各陰極室セルの第4のフランジ部の、前記陽極液供給用流通孔、前記陰極液供給用流通孔、前記陽極液・ガス回収用流通孔、前記陰極液・ガス回収用流通孔、前記陰極液供給用分岐流路、及び前記陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、

10

請求項1に記載の電解槽。

【請求項3】

それぞれの隣接する前記隔膜要素の間において、前記第3の背面隔壁と前記第4の背面隔壁とが一体の隔壁として形成されており、前記第3のフランジ部と前記第4のフランジ部とが一体に形成されており、前記陽極室セルと前記陰極室セルとの組が単一のバイポーラ電解エレメントを構成しており、

各バイポーラ電解エレメントは、

前記第3のフランジ部および前記第4のフランジ部の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

20

前記第3のフランジ部および前記第4のフランジ部の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

各バイポーラ電解エレメントの陽極液供給用分岐流路は、該バイポーラ電解エレメントが画定する陽極室と、該バイポーラ電解エレメントに設けられた前記陽極液供給用流通孔とに流体連通して設けられており、

各バイポーラ電解エレメントの陽極液・ガス回収用分岐流路は、該バイポーラ電解エレメントが画定する陽極室と、該バイポーラ電解エレメントに設けられた前記陽極液・ガス回収用流通孔とに流体連通して設けられており、

30

各バイポーラ電解エレメントの陰極液供給用分岐流路は、該バイポーラ電解エレメントが画定する陰極室と、該バイポーラ電解エレメントに設けられた前記陰極液供給用流通孔とに流体連通して設けられており、

各バイポーラ電解エレメントの陰極液・ガス回収用分岐流路は、該バイポーラ電解エレメントが画定する陰極室と、該バイポーラ電解エレメントに設けられた前記陰極液・ガス回収用流通孔とに流体連通して設けられており、

前記第1の隔膜要素および前記第2の隔膜要素以外の各隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

40

前記第1の隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

前記陽極エンドセルの第1のフランジ部に前記陰極液供給用流通部が設けられている場合には、前記第1の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた陰極液供給用流通孔をさらに備え、

前記陽極エンドセルの第1のフランジ部に前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられて

50

いる場合には、前記第 1 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた陰極液・ガス回収用流通孔をさらに備え、

前記第 2 の隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陰極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陰極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液供給用流通部が設けられている場合には、前記第 2 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた陽極液供給用流通孔をさらに備え、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記第 2 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた陽極液・ガス回収用流通孔をさらに備え、

10

各バイポーラ電解エレメントに設けられた陽極液供給用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陽極液供給用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陽極液供給用流通部が、前記陽極エンドセルの陽極液供給用流通部、および、前記陰極エンドセルに陽極液供給用流通部が設けられている場合には該陰極エンドセルの陽極液供給用流通部と、さらに流体連通しており、

各バイポーラ電解エレメントに設けられた陽極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陽極液・ガス回収用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陽極液・ガス回収用流通部が、前記陽極エンドセルの陽極液・ガス回収用流通部、および、前記陰極エンドセルに陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には該陰極エンドセルの陽極液・ガス回収用流通部と、さらに流体連通しており、

20

各バイポーラ電解エレメントに設けられた陰極液供給用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陰極液供給用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陰極液供給用流通部が、前記陰極エンドセルの陰極液供給用流通部、および、前記陽極エンドセルに陰極液供給用流通部が設けられている場合には該陽極エンドセルの陰極液供給用流通部と、さらに流体連通しており、

各バイポーラ電解エレメントに設けられた陰極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陰極液・ガス回収用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陰極液・ガス回収用流通部が、前記陰極エンドセルの陰極液・ガス回収用流通部、および、前記陽極エンドセルに陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には該陽極エンドセルの陰極液・ガス回収用流通部と、さらに流体連通しており、

30

各バイポーラ電解エレメントの第 3 のフランジ部および第 4 のフランジ部の、陽極液供給用流通孔、陰極液供給用流通孔、陽極液・ガス回収用流通孔、陰極液・ガス回収用流通孔、陽極液供給用分岐流路、陰極液供給用分岐流路、陽極液・ガス回収用分岐流路、及び陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、

請求項 1 に記載の電解槽。

【請求項 4】

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通部、前記陽極液供給用分岐流路、前記陽極液・ガス回収用流通部、及び前記陽極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の面積の 99.0% 以上が、それぞれ前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

40

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液供給用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の前記陰極液供給用流通部に面した表面の面積の 99.0% 以上が、前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の前記陰極液・ガス回収用流通部に面した表面の面積の 99.0% 以上が、前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の、前記陰極液供給用流通部、前記陰極液供給

50

用分岐流路、前記陰極液・ガス回収用流通部、及び前記陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の面積の 99.0% 以上が、それぞれ前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液供給用流通部が設けられている場合には、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の前記陽極液供給用流通部に面した表面の面積の 99.0% 以上が、前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の前記陽極液・ガス回収用流通部に面した表面の面積の 99.0% 以上が、前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記第 3 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通部、前記陽極液供給用分岐流路、前記陽極液・ガス回収用流通部、前記陽極液・ガス回収用分岐流路、前記陰極液供給用流通部、及び前記陰極液・ガス回収用流通部に面した各表面の面積の 99.0% 以上が、それぞれ前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

10

前記第 4 のフランジ部の、前記陰極液供給用流通部、前記陰極液供給用分岐流路、前記陰極液・ガス回収用流通部、前記陰極液・ガス回収用分岐流路、前記陽極液供給用流通部、及び前記陽極液・ガス回収用流通部に面した各表面の面積の 99.0% 以上が、それぞれ前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電解槽。

【請求項 5】

前記第 3 のフランジ部の、前記隔膜要素に接する表面の面積の 99.0% 以上が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

20

前記第 4 のフランジ部の、前記隔膜要素に接する表面の面積の 99.0% 以上が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電解槽。

【請求項 6】

前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われた各表面において、該電気絶縁性の樹脂材料による被覆の厚みが 50 ~ 1500 μm である、

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電解槽。

【請求項 7】

前記陽極液供給用流通部、及び、前記陽極液・ガス回収用流通部が、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部を貫通して設けられており、

30

前記陰極液供給用流通部が、前記第 1 の隔膜要素の保護部材の下部および前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の下部にも、該第 1 のフランジ部を貫通して設けられており、

前記陰極液・ガス回収用流通部が、前記第 1 の隔膜要素の保護部材の上部および前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の上部にも、該第 1 のフランジ部を貫通して設けられており、

前記陽極エンドセルに設けられた前記陽極液供給用流通部を通じて、前記電解槽の外部から陽極液が各陽極室に供給され、

前記陽極エンドセルに設けられた前記陰極液供給用流通部を通じて、前記電解槽の外部から陰極液が各陰極室に供給され、

40

前記陽極エンドセルに設けられた前記陽極液・ガス回収用流通部を通じて、陽極液および各陽極室中のガスが、各陽極室から前記電解槽の外部に取り出され、

前記陽極エンドセルに設けられた前記陰極液・ガス回収用流通部を通じて、陰極液および各陰極室中のガスが、各陰極室から前記電解槽の外部に取り出される、

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電解槽。

【請求項 8】

前記陰極液供給用流通部、及び、前記陰極液・ガス回収用流通部が、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部を貫通して設けられており、

前記陽極液供給用流通部が、前記第 2 の隔膜要素の保護部材の下部および前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の下部にも、該第 2 のフランジ部を貫通して設けられており、

50

前記陽極液・ガス回収用流通部が、前記第 2 の隔膜要素の保護部材の上部および前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の上部にも、該第 2 のフランジ部を貫通して設けられており、

前記陰極エンドセルに設けられた前記陽極液供給用流通部を通じて、前記電解槽の外部から陽極液が各陽極室に供給され、

前記陰極エンドセルに設けられた前記陰極液供給用流通部を通じて、前記電解槽の外部から陰極液が各陰極室に供給され、

前記陰極エンドセルに設けられた前記陽極液・ガス回収用流通部を通じて、陽極液および各陽極室中のガスが、各陽極室から前記電解槽の外部に取り出され、

前記陰極エンドセルに設けられた前記陰極液・ガス回収用流通部を通じて、陰極液および各陰極室中のガスが、各陰極室から前記電解槽の外部に取り出される、
請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電解槽。

10

【請求項 9】

各隔膜要素の保護部材の少なくとも表面が、電気絶縁性の樹脂材料により形成されている、

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電解槽。

【請求項 10】

前記陽極エンドセルに隣接して配置された、陽極側プレスフレームと、

前記陰極エンドセルに隣接して配置された、陰極側プレスフレームと、
をさらに備え、

20

前記積層構造が、前記陽極側プレスフレームと前記陰極側プレスフレームとの間に挟まれて締め付けられている、

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電解槽。

【請求項 11】

アルカリ水を電解して少なくとも水素ガスを製造する方法であって、

(a) 請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のアルカリ水電解用電解槽に、変動する直流電流を通電することにより、前記陰極液・ガス回収用流通部から水素ガスを回収する工程を含み、

前記工程 (a) において、前記電解槽が前記変動する直流電流の最小値で運転されるとき単位時間あたりの主反応の水素ガス発生量が、前記電解槽が前記変動する直流電流の最大値で運転されるとき単位時間あたりの主反応の水素ガス発生量の 15 % 未満であることを特徴とする、ガス製造方法。

30

【請求項 12】

前記工程 (a) が、前記陽極液・ガス回収用流通部から酸素ガスを回収することをさらに含む、

請求項 11 に記載のガス製造方法。

【請求項 13】

前記工程 (a) において、陽極室内部の圧力が、大気圧に対して + 20 kPa 以上に保たれる、

請求項 11 に記載のガス製造方法。

40

【請求項 14】

前記工程 (a) において、陰極室内部の圧力が、大気圧に対して + 20 kPa 以上に保たれる、

請求項 11 に記載のガス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アルカリ水電解用の電解槽に関し、より詳しくは、再生可能エネルギー等の不安定電源を用いたアルカリ水の電解に好適に用いることのできる電解槽に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

水素ガスおよび酸素ガスの製造方法として、アルカリ水電解法が知られている。アルカリ水電解法においては、アルカリ金属水酸化物（例えばNaOH、KOH等。）が溶解した塩基性の水溶液（アルカリ水）を電解液として用いて水を電気分解することにより、陰極から水素ガスが発生し、陽極から酸素ガスが発生する。アルカリ水電解用の電解槽としては、イオン透過性の隔膜によって区画された陽極室および陰極室を備え、陽極室に陽極が、陰極室に陰極がそれぞれ配置された電解セルが、複数直列に積層された電解槽が知られている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 3 】

【 文献 】 特許第 5 6 2 8 0 5 9 号 公 報

特開 2 0 1 2 - 0 6 4 2 5 4 号 公 報

特開 2 0 1 4 - 0 6 2 0 1 6 号 公 報

特許第 6 0 9 3 3 5 1 号 公 報

国際公開 2 0 1 3 / 1 9 1 1 4 0 号

特開 2 0 0 2 - 3 3 2 5 8 6 号 公 報

特許第 4 4 5 3 9 7 3 号 公 報

国際公開 2 0 1 4 / 1 7 8 3 1 7 号

特許第 6 6 2 1 9 7 0 号 公 報

20

特開 2 0 1 3 - 1 9 4 2 9 6 号 公 報

特開 2 0 1 5 - 1 8 3 2 5 4 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

図 1 は、一の実施形態に係る従来のアルカリ水電解槽 9 0 0 を模式的に説明する断面図であり、図 2 は図 1 の A - A 矢視図である。図 1 及び 2 において、紙面上下方向が鉛直上下方向にそれぞれ対応する。電解槽 9 0 0 は、陽極エンドユニット 9 0 1 e 及び陰極エンドユニット 9 0 2 e との間に、陽極 9 1 4 を収容する陽極室セル 9 1 0 と、陰極 9 2 4 を収容する陰極室セル 9 2 0 とが、イオン透過性の隔膜 9 3 0 を介して交互に複数配置された構造を含んでなる。電解槽 9 0 0 は、陽極エンドユニット 9 0 1 e と、陰極エンドユニット 9 0 2 e と、それぞれ導電性の背面隔壁 9 1 1 を備え陽極 9 1 4 を収容する、複数の陽極室セル 9 1 0 と、それぞれ導電性の背面隔壁 9 2 1 を備え且つ陰極 9 2 4 を収容する、複数の陰極室セル 9 2 0 と、それぞれ周縁部がガasket 9 4 0 によって挟持された、複数のイオン透過性隔膜 9 3 0 とを備える。それぞれの隣接する一組の隔膜 9 3 0、9 3 0 の間には、陽極室セル 9 1 0 と陰極室セル 9 2 0 との組が、背面隔壁 9 1 1 と背面隔壁 9 2 1 とが隣接するように配置されている。

30

陽極エンドユニット 9 0 1 e は、電解槽の陽極側端部側（図 1 の紙面右側）から順に配置された、陽極側プレスフレーム 9 6 1、陽極側絶縁板 9 5 1、及び陽極エンドセル 9 1 0 e を備えてなる。陰極エンドユニット 9 0 2 e は、電解槽の陰極側端部側（図 1 の紙面左側）から順に配置された、陰極側プレスフレーム 9 6 2、陰極側絶縁板 9 5 2、及び陰極エンドセル 9 2 0 e を備えてなる。

40

【 0 0 0 5 】

陽極エンドセル 9 1 0 e、各陽極室セル 9 1 0、各陰極室セル 9 2 0、陰極エンドセル 9 2 0 e、及び各ガasket 9 4 0 のそれぞれ下部には陽極液供給用流通部 9 7 1 が、それぞれ上部には陽極液・ガス回収用流通部 9 7 3 が設けられており、該陽極液供給用流通部 9 7 1 から各陽極室 A に陽極液が供給され、該陽極液・ガス回収用流通部 9 7 3 に各陽極室 A から陽極液および陽極 9 1 4 での発生ガスが回収される。

陰極エンドセル 9 2 0 e、各陽極室セル 9 1 0、各陰極室セル 9 2 0、及び各ガasket 9 4 0 のそれぞれ下部には陰極液供給用流通部 9 7 2 が、それぞれ上部には陰極液・ガ

50

ス回収用流通部 9 7 4 が設けられており、該陰極液供給用流通部 9 7 2 から各陰極室 C に陰極液が供給され、該陰極液・ガス回収用流通部 9 7 4 に各陰極室 C から陰極液および陰極 9 2 4 での発生ガスが回収される。

【 0 0 0 6 】

陽極液供給用流通部に陽極液を供給する陽極液供給管 9 8 1 が、陰極側プレスフレーム 9 6 2 及び陰極側絶縁板 9 5 2 に設けられた第 1 の貫通孔（不図示）を通じて、陽極液供給用流通部 9 7 1 に接続されている。

陰極液供給用流通部に陰極液を供給する陰極液供給管 9 8 2 が、陰極側プレスフレーム 9 6 2 及び陰極側絶縁板 9 5 2 に設けられた第 2 の貫通孔（不図示）を通じて、陰極液供給用流通部 9 7 2 に接続されている。

10

陽極液・ガス回収用流通部から陽極液およびガスを回収する陽極液・ガス回収管 9 8 3 が、陰極側プレスフレーム 9 6 2 及び陰極側絶縁板 9 5 2 に設けられた第 3 の貫通孔（不図示）を通じて、陽極液・ガス回収用流通部 9 7 3 に接続されている。

陰極液・ガス回収用流通部から陰極液およびガスを回収する陰極液・ガス回収管 9 8 4 が、陰極側プレスフレーム 9 6 2 及び陰極側絶縁板 9 5 2 に設けられた第 4 の貫通孔（不図示）を通じて、陰極液・ガス回収用流通部 9 7 4 に接続されている。

【 0 0 0 7 】

陽極エンドセル 9 1 0 e、各陽極室セル 9 1 0、各陰極室セル 9 2 0、及び陰極エンドセル 9 2 0 e は金属製であり、陽極液供給管 9 8 1、陰極液供給管 9 8 2、陽極液・ガス回収管 9 8 3、及び陰極液・ガス回収管 9 8 4 も金属製である。陽極エンドセル 9 1 0 e には陽極端子が、陰極エンドセル 9 2 0 e には陰極端子が、それぞれ接続されている。陽極側プレスフレーム 9 6 1、陰極側プレスフレーム 9 6 2、陽極液供給管 9 8 1、陰極液供給管 9 8 2、陽極液・ガス回収管 9 8 3、及び陰極液・ガス回収管 9 8 4 は、安全のためにいずれも電氣的に接地されている。

20

【 0 0 0 8 】

しかしながら、陽極液は陽極液供給管 9 8 1、陽極液供給用流通部 9 7 1、各陽極室 A、陽極液・ガス回収用流通部 9 7 3、及び陽極液・ガス回収管 9 8 3 の間で連続しているため、各陰極室セル 9 2 0 及び陰極エンドセル 9 2 0 e の、陽極液供給用流通部 9 7 1 及び陽極液・ガス回収用流通部 9 7 3 に面した部分が、作用極である陽極 9 1 4 に対してそれぞれ対極（カウンター電極）として作用し、陽極液供給用流通部 9 7 1 及び陽極液・ガス回収用流通部 9 7 3 の内部において陽極反応の逆反応が起きる。同様に、陰極液は陰極液供給管 9 8 2、陰極液供給用流通部 9 7 2、各陰極室 C、陰極液・ガス回収用流通部 9 7 4、及び陰極液・ガス回収管 9 8 4 の間で連続しているため、各陽極室セル 9 1 0 及び陽極エンドセル 9 1 0 e の、陰極液供給用流通部 9 7 2 及び陰極液・ガス回収用流通部 9 7 4 に面した部分が、作用極である陰極 9 2 4 に対してそれぞれ対極（カウンター電極）として作用し、陰極液供給用流通部 9 7 2 及び陰極液・ガス回収用流通部 9 7 4 の内部において陰極反応の逆反応が起きる。これらの逆反応に対応して流れる電流はリーク電流と呼ばれる。

30

【 0 0 0 9 】

アルカリ水電解槽 9 0 0 において、各陽極室 A では主反応（陽極反応）により酸素ガスが発生し、各陽極室 A において発生した酸素ガスは陽極液・ガス回収用流通部 9 7 3 を通じて陽極液・ガス回収管 9 8 3 から回収されるところ、陽極反応の逆反応では水素ガスが発生するため、リーク電流が発生すると陽極液・ガス回収管 9 8 3 から回収される酸素ガスに水素ガスが混入し、回収される酸素ガスの純度が低下してしまう。またアルカリ水電解槽 9 0 0 において、各陰極室 C では主反応（陰極反応）により水素ガスが発生し、各陰極室 C において発生した水素ガスは陰極液・ガス回収用流通部 9 7 4 を通じて陰極液・ガス回収管 9 8 4 から回収されるところ、陰極反応の逆反応では酸素ガスが発生するため、リーク電流が発生すると陰極液・ガス回収管 9 8 4 から回収される水素ガスに酸素ガスが混入し、回収される水素ガスの純度が低下してしまう。なお、陽極反応の逆反応は陽極液供給管 9 8 1 及び陽極液・ガス回収管 9 8 3 を陽極 9 1 4 の対極としても起き得るが、各

40

50

陽極 9 1 4 から陽極液供給管 9 8 1 及び陽極液・ガス回収管 9 8 3 までの間は液抵抗が比較的大きいのに対し、各陽極 9 1 4 から各陰極室セル 9 2 0 及び陰極エンドセル 9 2 0 e までの間はその距離の短さに由来して液抵抗が小さいので、各陰極室セル 9 2 0 及び陰極エンドセル 9 2 0 e における逆反応に由来するリーク電流は、全リーク電流の中でより大きな割合を占めやすい。同様に、陰極反応の逆反応は陰極液供給管 9 8 2 及び陰極液・ガス回収管 9 8 4 を陰極 9 2 4 の対極としても起き得るが、各陰極 9 2 4 から陰極液供給管 9 8 2 及び陰極液・ガス回収管 9 8 4 までの間は液抵抗が比較的大きいのに対し、各陰極 9 2 4 から各陽極室セル 9 1 0 及び陽極エンドセル 9 1 0 e までの間はその距離の短さに由来して液抵抗が小さいので、各陽極室セル 9 1 0 及び陽極エンドセル 9 1 0 e における逆反応に由来するリーク電流は、全リーク電流の中でより大きな割合を占めやすい。したがって、各陰極室セル 9 2 0 及び陰極エンドセル 9 2 0 e において発生するリーク電流、並びに、各陽極室セル 9 1 0 及び陽極エンドセル 9 1 0 e において発生するリーク電流を低減ないし抑制することが、ガス純度を高める上で特に重要であると考えられる。

10

【 0 0 1 0 】

近年、太陽光や風力等の再生可能エネルギーを用いて発電された電力を用いて製造した水素を、貯蔵および運搬の可能なエネルギー源として利用することが提案されている。しかしながら、再生可能エネルギーの発電量は一般に不安定である。特に太陽光発電による電力は一日の中の時間帯および天候に依存して大きく変動する。例えば朝および夕方の時間帯や、曇天時や雨天時の発電量は極端に少ない。このような不安定電源を二次電池等で安定化することなくアルカリ水電解の電源として利用した場合、主反応の電流値は電源からの供給電力に依存して大きく変動することになる。その一方で、主反応の電流値が変動してもリーク電流値にはあまり大きな変化はないことが知られている。したがって、電源からの供給電力が少ない場合には、主反応の電流が小さいので、主反応による水素ガスや酸素ガスの発生量は少なくなる一方で、リーク電流値は主反応の電流値に比例するほどは減少しないので、逆反応で発生するガスの量は大きくは減少しない。その結果、得られる水素ガス中の酸素ガス濃度、及び得られる酸素ガス中の水素ガス濃度が上昇し、得られるガスの品質が低下することになる。また条件によっては得られるガスの組成が爆発範囲内になる可能性もある。

20

【 0 0 1 1 】

本発明は、リーク電流の影響を低減ないし抑制することが可能な、アルカリ水電解用電解槽を提供することを課題とする。また、該アルカリ水電解用電解槽を用いたガス製造方法を提供する。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明は、次の [1] ~ [1 5] の形態を包含する。

[1] アルカリ水からなる電解液を電解して酸素及び水素を得るための電解槽であって、導電性の第 1 の背面隔壁と、該第 1 の背面隔壁の外周部に設けられた第 1 のフランジ部と、前記第 1 の背面隔壁に電氣的に接続された酸素発生用陽極とを備え、陽極室を画定する、陽極エンドセルと、

導電性の第 2 の背面隔壁と、該第 2 の背面隔壁の外周部に設けられた第 2 のフランジ部と、前記第 2 の背面隔壁に電氣的に接続された水素発生用陰極とを備え、陰極室を画定する、陰極エンドセルと、

40

前記陽極エンドセルと前記陰極エンドセルとの間に配置され、それぞれイオン透過性の隔膜と、該隔膜の少なくとも周縁部を保持する保護部材とを備える、複数の隔膜要素と、

それぞれ導電性の第 3 の背面隔壁と、該第 3 の背面隔壁の外周部に設けられた第 3 のフランジ部と、前記第 3 の背面隔壁に電氣的に接続された酸素発生用陽極とを備え、陽極室を画定する、複数の陽極室セルであって、該複数の陽極室セルのそれぞれは、それぞれの隣接する前記隔膜要素の間に配置されている、複数の陽極室セルと、

それぞれ導電性の第 4 の背面隔壁と、該第 4 の背面隔壁の外周部に設けられた第 4 のフランジ部と、前記第 4 の背面隔壁に電氣的に接続された水素発生用陰極とを備え、陰極室

50

を画定する、複数の陰極室セルであって、該複数の陰極室セルのそれぞれは、それぞれの隣接する前記隔膜要素の間に配置されている、複数の陰極室セルと、を含む積層構造を備え、

それぞれの隣接する前記隔膜要素の間には、前記第 3 の背面隔壁を前記陽極エンドセル側に向けた一の陽極室セルと、前記第 4 の背面隔壁を前記陰極エンドセル側に向けた一の陰極室セルとの組が、該第 3 の背面隔壁と該第 4 の背面隔壁とが隣接するように配置され、

それぞれの隣接する前記隔膜要素の間において、前記第 3 の背面隔壁と前記第 4 の背面隔壁とは、一体に形成されていてもいなくてもよく、前記第 3 のフランジ部と前記第 4 のフランジ部とは、一体に形成されていてもいなくてもよく、

前記複数の隔膜要素は、前記陽極エンドセルに隣接する第 1 の隔膜要素と、前記陰極エンドセルに隣接する第 2 の隔膜要素とを含み、

10

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の下部、各陽極室セルの第 3 のフランジ部の下部、各陰極室セルの第 4 のフランジ部の下部、及び前記第 2 の隔膜要素以外の各隔膜要素の保護部材の下部には、陽極液供給用流通部が設けられており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の下部、及び前記第 2 の隔膜要素の保護部材の下部には、前記陽極液供給用流通部が設けられているか又は設けられておらず、

前記陽極エンドセル及び各陽極室セルのそれぞれは、前記陽極液供給用流通部および前記陽極室と流体連通して設けられた、陽極液供給用分岐流路を備え、

各陽極液供給用分岐流路を通じて、前記陽極液供給用流通部から各陽極室に陽極液が供給され、

20

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の上部、各陽極室セルの第 3 のフランジ部の上部、各陰極室セルの第 4 のフランジ部の上部、及び前記第 2 の隔膜要素以外の各隔膜要素の保護部材の上部には、陽極液・ガス回収用流通部が設けられており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の上部、及び前記第 2 の隔膜要素の保護部材の上部には、前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられているか又は設けられておらず、

前記陽極エンドセル及び各陽極室セルのそれぞれは、前記陽極液・ガス回収用流通部および前記陽極室と流体連通して設けられた、陽極液・ガス回収用分岐流路を備え、

各陽極液・ガス回収用分岐流路を通じて、各陽極室から陽極液および陽極室中のガスが前記陽極液・ガス回収用流通部に回収され、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の下部、各陽極室セルの第 3 のフランジ部の下部、各陰極室セルの第 4 のフランジ部の下部、及び前記第 1 の隔膜要素以外の各隔膜要素の保護部材の下部には、陰極液供給用流通部が設けられており、

30

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の下部、及び前記第 1 の隔膜要素の保護部材の下部には、前記陰極液供給用流通部が設けられているか又は設けられておらず、

前記陰極エンドセル及び各陰極室セルのそれぞれは、前記陰極液供給用流通部および前記陰極室と流体連通して設けられた、陰極液供給用分岐流路を備え、

各陰極液供給用分岐流路を通じて、前記陰極液供給用流通部から各陰極室に陰極液が供給され、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の上部、各陽極室セルの第 3 のフランジ部の上部、各陰極室セルの第 4 のフランジ部の上部、及び前記第 1 の隔膜要素以外の各隔膜要素の保護部材の上部には、陰極液・ガス回収用流通部が設けられており、

40

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の上部、及び前記第 1 の隔膜要素の保護部材の上部には、前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられているか又は設けられておらず、

前記陰極エンドセル及び各陰極室セルのそれぞれは、前記陰極液・ガス回収用流通部および前記陰極室と流体連通して設けられた、陰極液・ガス回収用分岐流路を備え、

各陰極液・ガス回収用分岐流路を通じて、各陰極室から陰極液および陰極室中のガスが前記陰極液・ガス回収用流通部に回収され、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通部、前記陽極液供給用分岐流路、前記陽極液・ガス回収用流通部、及び前記陽極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

50

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液供給用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の前記陰極液供給用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の前記陰極液・ガス回収用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の、前記陰極液供給用流通部、前記陰極液供給用分岐流路、前記陰極液・ガス回収用流通部、及び前記陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液供給用流通部が設けられている場合には、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の前記陽極液供給用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

10

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の前記陽極液・ガス回収用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陽極室セルの第 3 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通部、前記陽極液供給用分岐流路、前記陽極液・ガス回収用流通部、前記陽極液・ガス回収用分岐流路、前記陰極液供給用流通部、及び前記陰極液・ガス回収用流通部に面した各表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極室セルの第 4 のフランジ部の、前記陰極液供給用流通部、前記陰極液供給用分岐流路、前記陰極液・ガス回収用流通部、前記陰極液・ガス回収用分岐流路、前記陽極液供給用流通部、及び前記陽極液・ガス回収用流通部に面した各表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われている

20

ことを特徴とする、アルカリ水電解用電解槽。

【 0 0 1 3 】

[2] それぞれの隣接する前記隔膜要素の間において、前記第 3 の背面隔壁と前記第 4 の背面隔壁とが一体に形成されておらず、前記第 3 のフランジ部と前記第 4 のフランジ部とが一体に形成されておらず、前記陽極室セルと前記陰極室セルとが別個の電解セルであり、

各陽極室セルは、

30

前記第 3 のフランジ部の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記第 3 のフランジ部の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、
を備え、

前記陽極室セルに設けられた前記陽極液供給用分岐流路は、該陽極室セルが画定する陽極室と、該陽極室セルに設けられた前記陽極液供給用流通孔とに流体連通して設けられており、

前記陽極室セルに設けられた前記陽極液・ガス回収用分岐流路は、該陽極室セルが画定する陽極室と、該陽極室セルに設けられた前記陽極液・ガス回収用流通孔とに流体連通して設けられており、

40

各陰極室セルは、

前記第 4 のフランジ部の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記第 4 のフランジ部の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、
を備え、

前記陰極室セルに設けられた前記陰極液供給用分岐流路は、該陰極室セルが画定する陰極室と、該陰極室セルに設けられた前記陰極液供給用流通孔とに流体連通して設けられており、

50

前記陰極室セルに設けられた前記陰極液・ガス回収用分岐流路は、該陰極室セルが画定する陰極室と、該陰極室セルに設けられた前記陰極液・ガス回収用流通孔とに流体連通して設けられており、

前記第 1 の隔膜要素および前記第 2 の隔膜要素以外の各隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、

を備え、

前記第 1 の隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液供給用流通部が設けられている場合には、前記第 1 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた陰極液供給用流通孔をさらに備え、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記第 1 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた陰極液・ガス回収用流通孔をさらに備え、

前記第 2 の隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陰極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陰極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液供給用流通部が設けられている場合には、前記第 2 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた陽極液供給用流通孔をさらに備え、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記第 2 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた陽極液・ガス回収用流通孔をさらに備え、

前記複数の陽極室セルに設けられた各陽極液供給用流通孔と、前記複数の陰極室セルに設けられた各陽極液供給用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陽極液供給用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陽極液供給用流通部が、前記陽極エンドセルの陽極液供給用流通部、および、前記陰極エンドセルに陽極液供給用流通部が設けられている場合には該陰極エンドセルの陽極液供給用流通部と、さらに流体連通しており、

前記複数の陽極室セルに設けられた各陽極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の陰極室セルに設けられた各陽極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陽極液・ガス回収用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陽極液・ガス回収用流通部が、前記陽極エンドセルの陽極液・ガス回収用流通部、および、前記陰極エンドセルに陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には該陰極エンドセルの陽極液・ガス回収用流通部と、さらに流体連通しており、

前記複数の陽極室セルに設けられた各陰極液供給用流通孔と、前記複数の陰極室セルに設けられた各陰極液供給用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陰極液供給用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陰極液供給用流通部が、前記陰極エンドセルの陰極液供給用流通部、および、前記陽極エンドセルに陰極液供給用流通部が設けられている場合には該陽極エンドセルの陰極液供給用流通部と、さらに流体連通しており、

前記複数の陽極室セルに設けられた各陰極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の陰極室セルに設けられた各陰極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陰極液・ガス回収用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陰極液・

10

20

30

40

50

ガス回収用流通部が、前記陰極エンドセルの陰極液・ガス回収用流通部、および、前記陽極エンドセルに陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には該陽極エンドセルの陰極液・ガス回収用流通部と、さらに流体連通しており、

各陽極室セルの第 3 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通孔、前記陰極液供給用流通孔、前記陽極液・ガス回収用流通孔、前記陰極液・ガス回収用流通孔、前記陽極液供給用分岐流路、及び前記陽極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

各陰極室セルの第 4 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通孔、前記陰極液供給用流通孔、前記陽極液・ガス回収用流通孔、前記陰極液・ガス回収用流通孔、前記陰極液供給用分岐流路、及び前記陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、[1] に記載の電解槽。

10

【 0 0 1 4 】

[3] それぞれの隣接する前記隔膜要素の間において、前記第 3 の背面隔壁と前記第 4 の背面隔壁とが一体の隔壁として形成されており、前記第 3 のフランジ部と前記第 4 のフランジ部とが一体に形成されており、前記陽極室セルと前記陰極室セルとの組が単一のバイポーラ電解エレメントを構成しており、

各バイポーラ電解エレメントは、

前記第 3 のフランジ部および前記第 4 のフランジ部の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記第 3 のフランジ部および前記第 4 のフランジ部の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

20

各バイポーラ電解エレメントの陽極液供給用分岐流路は、該バイポーラ電解エレメントが画定する陽極室と、該バイポーラ電解エレメントに設けられた前記陽極液供給用流通孔とに流体連通して設けられており、

各バイポーラ電解エレメントの陽極液・ガス回収用分岐流路は、該バイポーラ電解エレメントが画定する陽極室と、該バイポーラ電解エレメントに設けられた前記陽極液・ガス回収用流通孔とに流体連通して設けられており、

各バイポーラ電解エレメントの陰極液供給用分岐流路は、該バイポーラ電解エレメントが画定する陰極室と、該バイポーラ電解エレメントに設けられた前記陰極液供給用流通孔とに流体連通して設けられており、

30

各バイポーラ電解エレメントの陰極液・ガス回収用分岐流路は、該バイポーラ電解エレメントが画定する陰極室と、該バイポーラ電解エレメントに設けられた前記陰極液・ガス回収用流通孔とに流体連通して設けられており、

前記第 1 の隔膜要素および前記第 2 の隔膜要素以外の各隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔および陰極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔および陰極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

40

前記第 1 の隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陽極液・ガス回収用流通孔と、を備え、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液供給用流通部が設けられている場合には、前記第 1 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた陰極液供給用流通孔をさらに備え、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記第 1 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた陰極液・ガス回収用流通孔をさらに備え、

50

前記第 2 の隔膜要素は、

前記保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた、陰極液供給用流通孔と、

前記保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた、陰極液・ガス回収用流通孔と、
を備え、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液供給用流通部が設けられている場合には、前記第 2 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の下部を積層方向に貫通して設けられた陽極液供給用流通孔をさらに備え、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記第 2 の隔膜要素の保護部材は、該保護部材の上部を積層方向に貫通して設けられた陽極液・ガス回収用流通孔をさらに備え、

10

各バイポーラ電解エレメントに設けられた陽極液供給用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陽極液供給用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陽極液供給用流通部が、前記陽極エンドセルの陽極液供給用流通部、および、前記陰極エンドセルに陽極液供給用流通部が設けられている場合には該陰極エンドセルの陽極液供給用流通部と、さらに流体連通しており、

各バイポーラ電解エレメントに設けられた陽極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陽極液・ガス回収用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陽極液・ガス回収用流通部が、前記陽極エンドセルの陽極液・ガス回収用流通部、および、前記陰極エンドセルに陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には該陰極エンドセルの陽極液・ガス回収用流通部と、さらに流体連通しており、

20

各バイポーラ電解エレメントに設けられた陰極液供給用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陰極液供給用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陰極液供給用流通部が、前記陰極エンドセルの陰極液供給用流通部、および、前記陽極エンドセルに陰極液供給用流通部が設けられている場合には該陽極エンドセルの陰極液供給用流通部と、さらに流体連通しており、

各バイポーラ電解エレメントに設けられた陰極液・ガス回収用流通孔と、前記複数の隔膜要素に設けられた各陰極液・ガス回収用流通孔とが流体連通することにより形成された一体の連続した陰極液・ガス回収用流通部が、前記陰極エンドセルの陰極液・ガス回収用流通部、および、前記陽極エンドセルに陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には該陽極エンドセルの陰極液・ガス回収用流通部と、さらに流体連通しており、

30

各バイポーラ電解エレメントの第 3 のフランジ部および第 4 のフランジ部の、陽極液供給用流通孔、陰極液供給用流通孔、陽極液・ガス回収用流通孔、陰極液・ガス回収用流通孔、陽極液供給用分岐流路、陰極液供給用分岐流路、陽極液・ガス回収用分岐流路、及び陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、[1] に記載の電解槽。

【 0 0 1 5 】

[4] 前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通部、前記陽極液供給用分岐流路、前記陽極液・ガス回収用流通部、及び前記陽極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の面積の 99.0% 以上が、それぞれ前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

40

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液供給用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の前記陰極液供給用流通部に面した表面の面積の 99.0% 以上が、前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に前記陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の前記陰極液・ガス回収用流通部に面した表面の面積の 99.0% 以上が、前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の、前記陰極液供給用流通部、前記陰極液供給用分岐流路、前記陰極液・ガス回収用流通部、及び前記陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の面積の 99.0% 以上が、それぞれ前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

50

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液供給用流通部が設けられている場合には、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の前記陽極液供給用流通部に面した表面の面積の 99.0%以上が、前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に前記陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の前記陽極液・ガス回収用流通部に面した表面の面積の 99.0%以上が、前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記第 3 のフランジ部の、前記陽極液供給用流通部、前記陽極液供給用分岐流路、前記陽極液・ガス回収用流通部、前記陽極液・ガス回収用分岐流路、前記陰極液供給用流通部、及び前記陰極液・ガス回収用流通部に面した各表面の面積の 99.0%以上が、それぞれ前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

10

前記第 4 のフランジ部の、前記陰極液供給用流通部、前記陰極液供給用分岐流路、前記陰極液・ガス回収用流通部、前記陰極液・ガス回収用分岐流路、前記陽極液供給用流通部、及び前記陽極液・ガス回収用流通部に面した各表面の面積の 99.0%以上が、それぞれ前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、[1] ~ [3] のいずれかに記載の電解槽。
【 0 0 1 6 】

[5] 前記第 3 のフランジ部の、前記隔膜要素に接する表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記第 4 のフランジ部の、前記隔膜要素に接する表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、[1] ~ [4] のいずれかに記載の電解槽。

【 0 0 1 7 】

20

[6] 前記第 3 のフランジ部の、前記隔膜要素に接する表面の面積の 99.0%以上が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており、

前記第 4 のフランジ部の、前記隔膜要素に接する表面の面積の 99.0%以上が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、[5] に記載の電解槽。

【 0 0 1 8 】

[7] 前記電気絶縁性の樹脂材料で覆われた各表面において、該電気絶縁性の樹脂材料による被覆の厚みが 50 ~ 1500 μm である、[1] ~ [6] のいずれかに記載の電解槽。

【 0 0 1 9 】

[8] 前記陽極液供給用流通部、及び、前記陽極液・ガス回収用流通部が、前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部を貫通して設けられており、

30

前記陰極液供給用流通部が、前記第 1 の隔膜要素の保護部材の下部および前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の下部にも、該第 1 のフランジ部を貫通して設けられており、

前記陰極液・ガス回収用流通部が、前記第 1 の隔膜要素の保護部材の上部および前記陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の上部にも、該第 1 のフランジ部を貫通して設けられており、

前記陽極エンドセルに設けられた前記陽極液供給用流通部を通じて、前記電解槽の外部から陽極液が各陽極室に供給され、

前記陽極エンドセルに設けられた前記陰極液供給用流通部を通じて、前記電解槽の外部から陰極液が各陰極室に供給され、

40

前記陽極エンドセルに設けられた前記陽極液・ガス回収用流通部を通じて、陽極液および各陽極室中のガスが、各陽極室から前記電解槽の外部に取り出され、

前記陽極エンドセルに設けられた前記陰極液・ガス回収用流通部を通じて、陰極液および各陰極室中のガスが、各陰極室から前記電解槽の外部に取り出される、[1] ~ [7] のいずれかに記載の電解槽。

【 0 0 2 0 】

[9] 前記陰極液供給用流通部、及び、前記陰極液・ガス回収用流通部が、前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部を貫通して設けられており、

前記陽極液供給用流通部が、前記第 2 の隔膜要素の保護部材の下部および前記陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の下部にも、該第 2 のフランジ部を貫通して設けられており、

50

前記陽極液・ガス回収用流通部が、前記第2の隔膜要素の保護部材の上部および前記陰極エンドセルの第2のフランジ部の上部にも、該第2のフランジ部を貫通して設けられており、

前記陰極エンドセルに設けられた前記陽極液供給用流通部を通じて、前記電解槽の外部から陽極液が各陽極室に供給され、

前記陰極エンドセルに設けられた前記陰極液供給用流通部を通じて、前記電解槽の外部から陰極液が各陰極室に供給され、

前記陰極エンドセルに設けられた前記陽極液・ガス回収用流通部を通じて、陽極液および各陽極室中のガスが、各陽極室から前記電解槽の外部に取り出され、

前記陰極エンドセルに設けられた前記陰極液・ガス回収用流通部を通じて、陰極液および各陰極室中のガスが、各陰極室から前記電解槽の外部に取り出される、[1]～[7]のいずれかに記載の電解槽。

10

【0021】

[10] 各隔膜要素の保護部材の少なくとも表面が、電気絶縁性の樹脂材料により形成されている、[1]～[9]のいずれかに記載の電解槽。

【0022】

[11] 前記陽極エンドセルに隣接して配置された、陽極側プレスフレームと、前記陰極エンドセルに隣接して配置された、陰極側プレスフレームと、をさらに備え、

前記積層構造が、前記陽極側プレスフレームと前記陰極側プレスフレームとの間に挟まれて締め付けられている、[1]～[10]のいずれかに記載の電解槽。

20

【0023】

[12] アルカリ水を電解して少なくとも水素ガスを製造する方法であって、

(a) [1]～[11]のいずれかに記載のアルカリ水電解用電解槽に、変動する直流電流を通電することにより、前記陰極液・ガス回収用流通部から水素ガスを回収する工程を含み、

前記工程(a)において、前記電解槽が前記変動する直流電流の最小値で運転されるとき単位時間あたりの主反応の水素ガス発生量が、前記電解槽が前記変動する直流電流の最大値で運転されるとき単位時間あたりの主反応の水素ガス発生量の15%未満であることを特徴とする、ガス製造方法。

30

【0024】

[13] 前記工程(a)が、前記陽極液・ガス回収用流通部から酸素ガスを回収することをさらに含む、[11]に記載のガス製造方法。

【0025】

[14] 前記工程(a)において、陽極室内部の圧力が、大気圧に対して+20kPa以上に保たれる、[12]又は[13]に記載のガス製造方法。

【0026】

[15] 前記工程(a)において、陰極室内部の圧力が、大気圧に対して+20kPa以上に保たれる、[12]～[14]のいずれかに記載のガス製造方法。

【発明の効果】

40

【0027】

本発明のアルカリ水電解用電解槽においては、陽極エンドセルの第1のフランジ部の、陽極液供給用流通部、陽極液供給用分岐流路、陽極液・ガス回収用流通部、及び陽極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われており；陽極エンドセルの第1のフランジ部に陰極液供給用流通部が設けられている場合には、陽極エンドセルの第1のフランジ部の陰極液供給用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており；陽極エンドセルの第1のフランジ部に陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、前記陽極エンドセルの第1のフランジ部の陰極液・ガス回収用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており；陰極エンドセルの第2のフランジ部の、陰極液供給用流通

50

部、陰極液供給用分岐流路、陰極液・ガス回収用流通部、及び陰極液・ガス回収用分岐流路に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われており；陰極エンドセルの第２のフランジ部に陽極液供給用流通部が設けられている場合には、陰極エンドセルの第２のフランジ部の陽極液供給用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており；陰極エンドセルの第２のフランジ部に陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、陰極エンドセルの第２のフランジ部の陽極液・ガス回収用流通部に面した表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われており；陽極室セルの第３のフランジ部の、陽極液供給用流通部、陽極液供給用分岐流路、陽極液・ガス回収用流通部、陽極液・ガス回収用分岐流路、陰極液供給用流通部、及び陰極液・ガス回収用流通部に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われており；陰極室セルの第４のフランジ部の、陰極液供給用流通部、陰極液供給用分岐流路、陰極液・ガス回収用流通部、陰極液・ガス回収用分岐流路、陽極液供給用流通部、及び陽極液・ガス回収用流通部に面した各表面の全部または一部が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料で覆われている。したがって本発明のアルカリ水電解用電解槽によれば、リーク電流によって逆反応が生じる際の作用極から対極までのイオン伝導抵抗（液抵抗）を増大させる、及び／又は、対極の電極面積を減らすことができるので、リーク電流の影響を低減ないし抑制することが可能になる。

10

【 0 0 2 8 】

本発明のガス製造方法によれば、本発明のアルカリ水電解用電解槽を用いることにより、リーク電流の影響を低減ないし抑制することが可能になるので、不安定電源を用いながらも純度の向上したガスを製造することが可能になる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 9 】

【図 1】従来のアルカリ水電解槽 9 0 0 を模式的に説明する断面図である。

【図 2】図 1 の A - A 矢視図である。

【図 3】本発明の一の実施形態に係る電解槽 1 0 0 を模式的に説明する断面図である。

【図 4】図 3 の B - B 矢視図である。

【図 5】（ A ）図 3 から陰極側プレスフレーム 6 2 のみを抜き出した図である。（ B ）（ A ）の B - B 矢視断面図である。

【図 6】（ A ）図 3 から陰極側絶縁部材 5 2 のみを抜き出した図である。（ B ）（ A ）の B - B 矢視断面図である。

30

【図 7】（ A ）図 3 から陰極エンドセル 2 0 e のみを抜き出した図である。（ B ）（ A ）の B - B 矢視断面図である。（ C ）（ A ）の C - C 矢視断面図である。

【図 8】（ A ）図 7 （ A ）の D - D 矢視断面図である。（ B ）図 7 （ A ）の E - E 矢視図である。

【図 9】（ A ）図 3 から陰極エンドセル 2 0 e に隣接する隔膜要素である第 2 の隔膜要素 3 0 C のみを抜き出した図である。（ B ）（ A ）の B - B 矢視断面図である。（ C ）（ A ）の C - C 矢視断面図である。

【図 1 0】（ A ）図 3 から陽極室セル 1 0 のみを抜き出した図である。（ B ）（ A ）の B - B 矢視断面図である。（ C ）（ A ）の C - C 矢視断面図である。

40

【図 1 1】（ A ）図 1 0 （ A ）の D - D 矢視断面図である。（ B ）図 1 0 （ A ）の E - E 矢視図である。

【図 1 2】（ A ）図 3 から第 1 の隔膜要素 3 0 A 及び第 2 の隔膜要素 3 0 C 以外の各隔膜要素 3 0 のみを抜き出した図である。（ B ）（ A ）の B - B 矢視断面図である。（ C ）（ A ）の C - C 矢視断面図である。

【図 1 3】（ A ）図 3 から陰極室セル 2 0 のみを抜き出した図である。（ B ）（ A ）の B - B 矢視断面図である。（ C ）（ A ）の C - C 矢視断面図である。

【図 1 4】（ A ）図 1 3 （ A ）の D - D 矢視断面図である、（ B ）図 1 3 （ A ）の E - E 矢視図である。

【図 1 5】（ A ）図 3 から陽極エンドセル 1 0 e に隣接する隔膜要素である第 1 の隔膜要

50

素 3 0 A のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視断面図である。

【図 1 6】(A) 図 3 から陽極エンドセル 1 0 e のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視断面図である。

【図 1 7】(A) 図 1 6 (A) の D - D 矢視断面図である。(B) 図 1 6 (A) の E - E 矢視図である。

【図 1 8】(A) 図 3 から陽極側絶縁部材 5 1 のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。

【図 1 9】(A) 図 3 から陽極側プレスフレーム 6 1 のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。

【図 2 0】他の一の実施形態に係る電解槽 2 0 0 を模式的に説明する断面図である。

【図 2 1】図 2 0 の B - B 矢視図である。

【図 2 2】(A) 図 2 0 から陽極側プレスフレーム 2 6 1 のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。

【図 2 3】(A) 図 2 0 から陽極側絶縁部材 2 5 1 のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。

【図 2 4】(A) 図 2 0 から陽極エンドセル 2 1 0 e のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視断面図である。

【図 2 5】(A) 図 2 4 (A) の D - D 矢視断面図である。(B) 図 2 4 (A) の E - E 矢視図である。

【図 2 6】(A) 図 2 0 から陽極エンドセル 2 1 0 e に隣接する隔膜要素である第 1 の隔膜要素 2 3 0 A のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視断面図である。

【図 2 7】(A) 図 2 0 から陰極エンドセル 2 2 0 e に隣接する隔膜要素である第 2 の隔膜要素 2 3 0 C のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視断面図である。

【図 2 8】(A) 図 2 0 から陰極エンドセル 2 2 0 e のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視断面図である。

【図 2 9】(A) 図 2 8 (A) の D - D 矢視断面図である。(B) 図 2 8 (A) の E - E 矢視図である。

【図 3 0】(A) 図 2 0 から陰極側絶縁部材 2 5 2 のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。

【図 3 1】(A) 図 2 0 から陰極側プレスフレーム 2 6 2 のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。

【図 3 2】他の一の実施形態に係る電解槽 3 0 0 を模式的に説明する断面図である。

【図 3 3】(A) 図 3 2 から一体型極室セル 3 1 0 のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。

【図 3 4】(A) 図 3 3 (A) の C - C 矢視断面図である。(B) 図 3 3 (A) の D - D 矢視断面図である。

【図 3 5】(A) 図 3 3 (A) の E - E 矢視断面図である。(B) 図 3 3 (A) の F - F 矢視図である。

【図 3 6】(A) 図 3 3 (A) の G - G 矢視断面図である。(B) 図 3 3 (A) の H - H 矢視図である。

【図 3 7】他の一の実施形態に係る電解槽 4 0 0 を模式的に説明する断面図である。

【図 3 8】(A) 図 3 7 から陰極エンドセル 4 2 0 e のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視図である。

【図 3 9】(A) 図 3 7 から陽極エンドセル 4 1 0 e のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視図である。

【図 4 0】(A) 図 3 7 から一体型極室セル 4 4 0 のみを抜き出した図である。(B) (A) の B - B 矢視断面図である。(C) (A) の C - C 矢視図である。

10

20

30

40

50

【図４１】（Ａ）図４０（Ａ）のＤ－Ｄ矢視断面図である。（Ｂ）図４０（Ａ）のＥ－Ｅ矢視図である。

【図４２】他の一の実施形態に係る電解槽５００を模式的に説明する断面図である。

【図４３】（Ａ）図４２から隔膜要素５３０／５３０Ｃを抜き出した図である。（Ｂ）（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。（Ｃ）（Ａ）のＣ－Ｃ矢視図である。

【図４４】（Ａ）図４２から第１の隔膜要素５３０Ａを抜き出した図である。（Ｂ）（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。（Ｃ）（Ａ）のＣ－Ｃ矢視図である。

【図４５】他の一実施形態に係る電解槽６００を模式的に説明する断面図である。

【図４６】（Ａ）図４５から隔膜要素６３０／６３０Ｃを抜き出した図である。（Ｂ）（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。

10

【図４７】（Ａ）図４６（Ａ）のＣ－Ｃ矢視断面図である。（Ｂ）図４６（Ａ）のＤ－Ｄ矢視断面図である。

【図４８】（Ａ）図４５から第１の隔膜要素６３０Ａを抜き出した図である。（Ｂ）（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。

【図４９】（Ａ）図４８（Ａ）のＣ－Ｃ矢視断面図である。（Ｂ）図４８（Ａ）のＤ－Ｄ矢視断面図である。

【図５０】（Ａ）電解槽６００における保護部材６４０／６４０Ｃ、６４０Ａを分解した姿勢を示す断面図である。（Ｂ）ガスケット６４１が基体枠６４２１／６４２１Ｃ、６４２１Ａの受容部６４２１ａに受け容れられ、支持部６４２１ｂに積層方向から支持されている姿勢を示す断面図である。（Ｃ）（Ｂ）における基体枠６４２１／６４２１Ｃ、６４２１Ａの面６４２１ｃとガスケットの面６４１ａとの間の段差に蓋枠６４２２が受け容れられた姿勢を示す断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【００３０】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。ただし、本発明はこれらの形態に限定されるものではない。なお、図面は必ずしも正確な寸法を反映したものではない。また図では、一部の符号を省略することがある。本明細書においては特に断らない限り、数値Ａ及びＢについて「Ａ～Ｂ」という表記は「Ａ以上Ｂ以下」を意味するものとする。かかる表記において数値Ｂのみに単位を付した場合には、当該単位が数値Ａにも適用されるものとする。また「又は」及び「若しくは」の語は、特に断りのない限り論理和を意味するものとする。また要素Ｅ_１及びＥ_２について「Ｅ_１及び／又はＥ_２」という表記は「Ｅ_１若しくはＥ_２、又はそれらの組み合わせ」を意味するものとし、要素Ｅ_１、…、Ｅ_Ｎ（Ｎは３以上の整数）について「Ｅ_１、…、Ｅ_{Ｎ－１}、及び／又はＥ_Ｎ」という表記は「Ｅ_１、…、Ｅ_{Ｎ－１}、若しくはＥ_Ｎ、又はそれらの組み合わせ」を意味するものとする。また図Ｎ（Ｎは４以上の整数）において、図３～Ｍ（Ｍは３以上Ｎ未満の整数）に既に表れた要素には図３～Ｍにおける符号と同一の符号を付し、説明を省略することがある。

30

【００３１】

< １．電解槽 >

図３は、本発明の一の実施形態に係る電解槽１００を模式的に説明する断面図である。電解槽１００は、アルカリ水電解用の電解槽である。図４は、図３のＢ－Ｂ矢視図である。図３及び４において、紙面上下方向が鉛直上下方向にそれぞれ対応する。図３に示すように、電解槽１００は、導電性の第１の背面隔壁１１ｅと、該第１の背面隔壁１１ｅの外周部に設けられた第１のフランジ部１２ｅと、第１の背面隔壁１１ｅに電氣的に接続された酸素発生用陽極１４とを備え、陽極室Ａを画定する、陽極エンドセル１０ｅと；導電性の第２の背面隔壁２１ｅと、該第２の背面隔壁２１ｅの外周部に設けられた第２のフランジ部２２ｅと、第２の背面隔壁２１ｅに電氣的に接続された水素発生用陰極２４とを備え、陰極室Ｃを画定する、陰極エンドセル２０ｅと；陽極エンドセル１０ｅと陰極エンドセル２０ｅとの間に配置され、それぞれイオン透過性の隔膜３１と、該隔膜３１の少なくとも周縁部を保持する保護部材３２とを備える、複数の隔膜要素３０、３０、…と；それぞれ導電性の第３の背面隔壁１１と、該第３の背面隔壁１１の外周部に設けられた第３のフ

40

50

ランジ部 1 2 と、第 3 の背面隔壁に電氣的に接続された酸素発生用陽極 1 4 とを備え、陽極室 A を画定する、複数の陽極室セル 1 0、1 0、... であって、該複数の陽極室セル 1 0、1 0、... のそれぞれは、それぞれの隣接する隔膜要素 3 0、3 0 の間に配置されている、複数の陽極室セル 1 0、1 0 ... と；それぞれ導電性の第 4 の背面隔壁 2 1 と、該第 4 の背面隔壁 2 1 の外周部に設けられた第 4 のフランジ部 2 2 e と、第 4 の背面隔壁 2 1 に電氣的に接続された水素発生用陰極 2 4 とを備え、陰極室 C を画定する、複数の陰極室セル 2 0、2 0、... であって、該複数の陰極室セル 2 0、2 0 ... のそれぞれは、それぞれの隣接する隔膜要素 3 0、3 0 の間に配置されている、複数の陰極室セル 2 0、2 0、... と、を含む積層構造を備えてなる。電解槽 1 0 0 において、保護部材 3 2 はガスカートである。複数の隔膜要素 3 0、3 0、... は、陽極エンドセル 1 0 e に隣接する第 1 の隔膜要素 3 0 A と、陰極エンドセル 2 0 e に隣接する第 2 の隔膜要素 3 0 C とを含む。それぞれの隣接する隔膜要素 3 0、3 0 の間には、第 3 の背面隔壁 1 1 を陽極エンドセル 1 0 e 側に向けた一の陽極室セル 1 0 と、第 4 の背面隔壁 2 1 を陰極エンドセル 2 0 e 側に向けた一の陰極室セル 2 0 との組が、該第 3 の背面隔壁 1 1 と該第 4 の背面隔壁 2 1 とが隣接するように配置されている。電解槽 1 0 0 において、該隣接して配置された第 3 の背面隔壁 1 1 と第 4 の背面隔壁 2 1 とは、別個の（すなわち、一体に形成されていない）部材である。

10

各陽極室セル 1 0 は、第 3 の背面隔壁 1 1 と、該第 3 の背面隔壁 1 1 の周縁部と接合または一体化され、第 3 の背面隔壁 1 1 及び隔膜 3 1 とともに陽極室 A を画定する第 3 のフランジ部 1 2 と、第 3 の背面隔壁 1 1 から突出して設けられた導電性リブ 1 3、1 3、... とを備え、該導電性リブ 1 3 によって酸素発生用陽極 1 4 が保持される。各陰極室セル 2 0 は、第 4 の背面隔壁 2 1 と、該第 4 の背面隔壁 2 1 の周縁部と接合または一体化され、第 4 の背面隔壁 2 1 及び隔膜 3 0 とともに陰極室 C を画定する第 4 のフランジ部 2 2 と、第 4 の背面隔壁 2 1 から突出して設けられた導電性リブ 2 3、2 3、... とを備え、該導電性リブ 2 3 によって水素発生用陰極 2 4 が保持される。

20

陽極エンドセル 1 0 e は、陽極エンドユニット 1 0 1 e に含まれている。陽極エンドユニット 1 0 1 e は、電解槽の陽極側端部側（図 3 の紙面右側）から順に配置された、陽極側プレスフレーム 6 1、陽極側絶縁部材 5 1、及び陽極エンドセル 1 0 e を備えてなる。陰極エンドセル 2 0 e は、陰極エンドユニット 1 0 2 e に含まれている。陰極エンドユニット 1 0 2 e は、電解槽の陰極側端部側（図 3 の紙面左側）から順に配置された、陰極側プレスフレーム 6 2、陰極側絶縁部材 5 2、及び陰極エンドセル 2 0 e を備えてなる。

30

陽極エンドセル 1 0 e は、第 1 の背面隔壁 1 1 e と、該第 1 の背面隔壁 1 1 e の周縁部と接合または一体化され、第 1 の背面隔壁 1 1 e 及び隔膜 3 1 とともに陽極室 A を画定する第 1 のフランジ部 1 2 e と、第 1 の背面隔壁 1 1 e から突出して設けられた導電性リブ 1 3 とを備え、該導電性リブ 1 3 によって酸素発生用陽極 1 4 が保持される。陰極エンドセル 2 0 e は、第 2 の背面隔壁 2 1 e と、該第 2 の背面隔壁 2 1 e の周縁部と接合または一体化され、第 2 の背面隔壁 2 1 e 及び隔膜 3 1 とともに陰極室 C を画定する第 2 のフランジ部 2 2 e と、第 2 の背面隔壁 2 1 e から突出して設けられた導電性リブ 2 3 とを備え、該導電性リブ 2 3 によって水素発生用陰極 2 4 が保持される。

【 0 0 3 2 】

図 5 (A) は、図 3 から陰極側プレスフレーム 6 2 のみを抜き出した図であり、図 5 (B) は図 5 (A) の B - B 矢視断面図である。図 5 (B) に示すように、陰極側プレスフレーム 6 2 は、その下部に設けられた第 1 の貫通孔 6 2 a 及び第 2 の貫通孔 6 2 b、並びに、その上部に設けられた第 3 の貫通孔 6 2 c 及び第 4 の貫通孔 6 2 d を備えている。陰極側プレスフレーム 6 2 は金属製の部材であり、その第 1 ~ 第 4 の貫通孔 6 2 a、6 2 b、6 2 c、及び 6 2 d に面した表面は、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料 6 8 で覆われている。電気絶縁性の樹脂材料 6 8 としては、後述する電気絶縁性の樹脂材料 2 8、2 8 e、1 8、1 8 e と同様の材料を用いることができる。また電気絶縁性の樹脂材料 6 8 による被覆の好ましい厚みは、後述する電気絶縁性の樹脂材料 2 8、2 8 e、1 8、1 8 e による被覆の好ましい厚みと同様である。またリーク電流の影響を低減する効果をさらに高める観点からは、電気絶縁性の樹脂材料 6 8 は、上記各表面の面積の 9 9 . 0 % 以上を覆う

40

50

ことが好ましく、99.5%以上を覆うことがより好ましく、上記各表面の全体を覆うことが最も好ましい。

【0033】

図6(A)は、図3から陰極側絶縁部材52のみを抜き出した図であり、図6(B)は図6(A)のB-B矢視断面図である。図6(B)に示すように、陰極側絶縁部材52は、その下部に設けられた第1の貫通孔52a及び第2の貫通孔52b、並びに、その上部に設けられた第3の貫通孔52c及び第4の貫通孔52dを備えている。図3において、陰極側絶縁部材52の第1の貫通孔52a、第2の貫通孔52b、第3の貫通孔52c、及び第4の貫通孔52dは、陰極側プレスフレーム62の第1の貫通孔62a、第2の貫通孔62b、第3の貫通孔62c、及び第4の貫通孔62dと、それぞれ連通している。

10

【0034】

図7(A)は、図3から陰極エンドセル20eのみを抜き出した図であり、図7(B)は図7(A)のB-B矢視断面図、図7(C)は図7(A)のC-C矢視断面図、図8(A)は図7(A)のD-D矢視断面図、図8(B)は図7(A)のE-E矢視図である。ただし図7(B)及び(C)並びに図8(A)及び(B)において、導電性リブ23及び陰極24は省略している。図7(B)及び(C)並びに図8(A)及び(B)に示すように、陰極エンドセル20eの第2のフランジ部22eの下部には、陽極液供給用流通部25ea及び陰極液供給用流通部25ebが設けられている。また陰極エンドセル20eの第2のフランジ部22eの上部には、陽極液・ガス回収用流通部25ec及び陰極液・ガス回収用流通部25edが設けられている。

20

図8(A)及び(B)に示すように、陰極エンドセル20eは、陰極液供給用流通部22ebおよび陰極室Cと流体連通して設けられた、陰極液供給用分岐流路26eをさらに備えており、該陰極液供給用分岐流路26eを通じて、陰極液供給用流通部25ebから陰極室Cに陰極液が供給される。また陰極エンドセル20eは、陰極液・ガス回収用流通部25edおよび陰極室Cと流体連通して設けられた、陰極液・ガス回収用分岐流路27eをさらに備えており、該陰極液・ガス回収用分岐流路27eを通じて、陰極室Cから陰極液および陰極室中のガスが陰極液・ガス回収用流通部25edに回収される。

図7(B)及び(C)並びに図8(A)及び(B)に示すように、陰極エンドセル20eの第2のフランジ部22eの、陽極液供給用流通部25eaに面した表面、陰極液供給用流通部25ebに面した表面、陽極液・ガス回収用流通部25ecに面した表面、陰極液・ガス回収用流通部22edに面した表面、陰極液供給用分岐流路26eに面した表面、及び、陰極液・ガス回収用分岐流路27eに面した表面は、それぞれ、電気絶縁性の樹脂材料28eで覆われている。ここで、上記各表面において、電気絶縁性の樹脂材料28eによる被覆の厚みは、電気絶縁性及び機械強度確保の観点から、好ましくは50 μ m以上、より好ましくは100 μ m以上、更に好ましくは300 μ m以上であり、また被覆厚みの精度及び被覆の施工コストの観点から好ましくは1500 μ m以下、より好ましくは1000 μ m以下、更に好ましくは800 μ m以下であり、一の実施形態において50~1500 μ m、又は100~1000 μ m、又は300~800 μ mであり得る。

30

また、電気絶縁性の樹脂材料28eは、上記各表面のそれぞれの全体を覆うことが最も好ましいが、リーク電流の影響を低減する効果が大きく損なわれない範囲であれば、上記各表面の一部が電気絶縁性の樹脂材料28eで覆われていなくてもよい。リーク電流の影響を低減する効果を高める観点からは、電気絶縁性の樹脂材料28eは、上記各表面の面積のそれぞれ99.0%以上を覆うことが好ましく、上記各表面の面積のそれぞれ99.5%以上を覆うことがより好ましい。

40

電気絶縁性の樹脂材料28eとしては、電気絶縁性の樹脂材料であって、耐アルカリ性を有するものを好ましく用いることができる。そのような樹脂材料の例としては、天然ゴム(NR)、スチレンブタジエンゴム(SBR)、クロロプレンゴム(CR)、ブタジエンゴム(BR)、アクリロニトリル-ブタジエンゴム(NBR)、エチレン-プロピレンゴム(EPT)、エチレン-プロピレン-ジエンゴム(EPDM)、イソブチレン-イソプレンゴム(IIR)、クロロスルホン化ポリエチレンゴム(CSM)等のエラストマー

50

；硬質塩化ビニル樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ナイロン樹脂、ポリアセタール樹脂、非結晶性ポリエステル樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリベンゾイミダゾール樹脂、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、テトラフルオロエチレン - パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂、テトラフルオロエチレン - エチレン共重合体樹脂、テトラフルオロエチレン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体等を挙げることができる。また、アルカリ耐性を有しない樹脂材料を使用する場合には、該樹脂材料の表面に耐アルカリ性を有する材料の層を被覆等により設けてもよい。陰極エンドセル 20 e の第 2 のフランジ部 22 e の上記表面を電気絶縁性の樹脂材料 28 e で覆う方法の一例としては、陰極エンドセル 20 e の第 2 のフランジ部 22 e の、陽極液供給用流通部 25 e a に面した表面、陰極液供給用流通部 25 e b に面した表面、陽極液・ガス回収用流通部 25 e c に面した表面、陰極液・ガス回収用流通部 22 e d に面した表面、陰極液供給用分岐流路 26 e に面した表面、及び、陰極液・ガス回収用分岐流路 27 e に面した表面を、それぞれ当該樹脂材料でコーティングするやり方を挙げることができる。

10

【0035】

図 9 (A) は、図 3 から陰極エンドセル 20 e に隣接する隔膜要素である第 2 の隔膜要素 30 C のみを抜き出した図であり、図 9 (B) は図 9 (A) の B - B 矢視断面図、図 9 (C) は図 9 (A) の C - C 矢視断面図である。図 9 (A) ~ (C) に示すように、第 2 の隔膜要素 30 C は、イオン透過性の隔膜 31 と、該隔膜 31 の少なくとも周縁部を保持する保護部材 32 C とを備えている。第 2 の隔膜要素 30 C の保護部材 32 C の下部には、陽極液供給用流通部 32 C a、及び、陰極液供給用流通部 32 C b が設けられている。また、第 2 の隔膜要素 30 C の保護部材 32 C の上部には、陽極液・ガス回収用流通部 32 C c、及び、陰極液・ガス回収用流通部 32 C d が設けられている。電解槽 100 において、保護部材 32 C はガasket であり、電気絶縁性の樹脂材料によって構成されている。

20

図 3 において、第 2 の隔膜要素 30 C の陽極液供給用流通部 32 C a は、陰極エンドセル 20 e の陽極液供給用流通部 25 e a と連通している。また第 2 の隔膜要素 30 C の陰極液供給用流通部 32 C b は、陰極エンドセル 20 e の陰極液供給用流通部 25 e b と連通している。また第 2 の隔膜要素 30 C の陽極液・ガス回収用流通部 32 C c は、陰極エンドセル 20 e の陽極液・ガス回収用流通部 25 e c と連通している。また第 2 の隔膜要素 30 C の陰極液・ガス回収用流通部 32 C d は、陰極エンドセル 20 e の陰極液・ガス回収用流通部 25 e d と連通している。

30

【0036】

図 10 (A) は、図 3 から陽極室セル 10 のみを抜き出した図であり、図 10 (B) は図 10 (A) の B - B 矢視断面図、図 10 (C) は図 10 (A) の C - C 矢視断面図、図 11 (A) は図 10 (A) の D - D 矢視断面図、図 11 (B) は図 10 (A) の E - E 矢視断面図である。ただし図 10 (B) 及び (C) 並びに図 11 (A) 及び (B) において、導電性リブ 13 及び陽極 14 は省略している。図 10 (B) 及び (C) 並びに図 11 (A) 及び (B) に示すように、陽極室セル 10 の第 3 のフランジ部 12 の下部には、陽極液供給用流通部 15 a 及び陰極液供給用流通部 15 b が設けられている。また陽極室セル 10 の第 3 のフランジ部 12 の上部には、陽極液・ガス回収用流通部 15 c 及び陰極液・ガス回収用流通部 15 d が設けられている。

40

図 11 (A) 及び (B) に示すように、陽極室セル 10 は、陽極液供給用流通部 15 a および陽極室 A と流体連通して設けられた、陽極液供給用分岐流路 16 を備え、該陽極液供給用分岐流路 16 を通じて、陽極液供給用流通部 15 a から陽極室 A に陽極液が供給される。また陽極室セル 10 は、陽極液・ガス回収用流通部 15 c および陽極室 A と流体連通して設けられた、陽極液・ガス回収用分岐流路 17 を備え、該陽極液・ガス回収用分岐流路 17 を通じて、陽極室 A から陽極液および陽極室中のガスが陽極液・ガス回収用流通部 15 c に回収される。

図 10 (B) 及び (C) 並びに図 11 (A) 及び (B) に示すように、陽極室セル 10

50

の第3のフランジ部12の、陽極液供給用流通部15aに面した表面、陽極液供給用分岐流路16に面した表面、陽極液・ガス回収用流通部15cに面した表面、陽極液・ガス回収用分岐流路17に面した表面、陰極液供給用流通部15bに面した表面、及び、陰極液・ガス回収用流通部15dに面した表面は、それぞれ、電気絶縁性の樹脂材料18で覆われている。電気絶縁性の樹脂材料18としては、電気絶縁性の樹脂材料28eについて上記説明したものと同様の材料を用いることができる。また上記表面に樹脂材料18を設ける方法としては、陰極エンドセル20eのフランジ部22eに樹脂材料28eを設ける方法として上記説明したものと同様の方法を採用できる。また電気絶縁性の樹脂材料18による被覆の好ましい厚みは、上記説明した電気絶縁性の樹脂材料28eによる被覆の好ましい厚みと同様である。

10

また電気絶縁性の樹脂材料18は、上記各表面のそれぞれの全部を覆うことが最も好ましいが、リーク電流の影響を低減する効果が大きく損なわれない範囲であれば、上記各表面の一部が電気絶縁性の樹脂材料18で覆われていなくてもよい。リーク電流の影響を低減する効果を高める観点からは、電気絶縁性の樹脂材料18は、上記各表面の面積のそれぞれ99.0%以上を覆うことが好ましく、上記各表面の面積のそれぞれ99.5%以上を覆うことがより好ましい。

【0037】

図12(A)は、図3から第1の隔膜要素30A及び第2の隔膜要素30C以外の各隔膜要素30のみを抜き出した図であり、図12(B)は図12(A)のB-B矢視断面図、図12(C)は図12(A)のC-C矢視断面図である。図12(A)~(C)に示すように、各隔膜要素30は、イオン透過性の隔膜31と、該隔膜31の少なくとも周縁部を保持する保護部材32とを備えている。隔膜要素30の保護部材32の下部には、陽極液供給用流通部32a、及び、陰極液供給用流通部32bが設けられている。また、隔膜要素30の保護部材32の上部には、陽極液・ガス回収用流通部32c、及び、陰極液・ガス回収用流通部32dが設けられている。電解槽100において、保護部材32はガスケットであり、電気絶縁性の樹脂材料によって構成されている。

20

【0038】

図13(A)は、図3から陰極室セル20のみを抜き出した図であり、図13(B)は図13(A)のB-B矢視断面図、図13(C)は図13(A)のC-C矢視断面図、図14(A)は図13(A)のD-D矢視断面図、図14(B)は図13(A)のE-E矢視図である。ただし図13(B)及び(C)並びに図14(A)及び(B)において、導電性リブ23及び陰極24は省略している。図13(B)及び(C)並びに図14(A)及び(B)に示すように、陰極室セル20の第4のフランジ部22の下部には、陽極液供給用流通部25a及び陰極液供給用流通部25bが設けられている。また陰極室セル20の第4のフランジ部22の上部には、陽極液・ガス回収用流通部25c及び陰極液・ガス回収用流通部25dが設けられている。

30

図14(A)及び(B)に示すように、陰極室セル20は、陰極液供給用流通部25bおよび陰極室Cと流体連通して設けられた、陰極液供給用分岐流路26をさらに備えており、該陰極液供給用分岐流路26を通じて、陰極液供給用流通部25bから陰極室Cに陰極液が供給される。また陰極室セル20は、陰極液・ガス回収用流通部25dおよび陰極室Cと流体連通して設けられた、陰極液・ガス回収用分岐流路27をさらに備えており、該陰極液・ガス回収用分岐流路27を通じて、陰極室Cから陰極液および陰極室中のガスが陰極液・ガス回収用流通部25dに回収される。

40

図13(B)及び(C)並びに図14(A)及び(B)に示すように、陰極室セル20の第4のフランジ部22の、陽極液供給用流通部25aに面した表面、陰極液供給用流通部25bに面した表面、陽極液・ガス回収用流通部25cに面した表面、陰極液・ガス回収用流通部22dに面した表面、陰極液供給用分岐流路26に面した表面、及び、陰極液・ガス回収用分岐流路27に面した表面は、それぞれ、電気絶縁性の樹脂材料28で覆われている。電気絶縁性の樹脂材料28としては、樹脂材料28eについて上記説明したものと同様の材料を用いることができる。また上記表面に樹脂材料28を設ける方法として

50

は、陰極エンドセル 20 e のフランジ部 22 e に樹脂材料 28 e を設ける方法として上記説明したものと同様の方法を採用できる。また電気絶縁性の樹脂材料 28 による被覆の好ましい厚みは、上記説明した電気絶縁性の樹脂材料 28 e による被覆の好ましい厚みと同様である。

また電気絶縁性の樹脂材料 28 は、上記各表面のそれぞれの全部を覆うことが最も好ましいが、リーク電流の影響を低減する効果が大きく損なわれない範囲であれば、上記各表面の一部が電気絶縁性の樹脂材料 28 で覆われていなくてもよい。リーク電流の影響を低減する効果を高める観点からは、電気絶縁性の樹脂材料 28 は、上記各表面の面積のそれぞれ 99.0% 以上を覆うことが好ましく、上記各表面の面積のそれぞれ 99.5% 以上を覆うことがより好ましい。

10

【0039】

図 15 (A) は、図 3 から陽極エンドセル 10 e に隣接する隔膜要素である第 1 の隔膜要素 30 A のみを抜き出した図であり、図 15 (B) は図 15 (A) の B - B 矢視断面図、図 15 (C) は図 15 (A) の C - C 矢視断面図である。図 15 (A) ~ (C) に示すように、第 1 の隔膜要素 30 A は、イオン透過性の隔膜 31 と、該隔膜 31 の少なくとも周縁部を保持する保護部材 32 A とを備えている。第 1 の隔膜要素 30 A の保護部材 32 A の下部には、陽極液供給用流通部 32 A a が設けられているが、陰極液供給用流通部は設けられていない。また、第 1 の隔膜要素 30 A の保護部材 32 A の上部には、陽極液・ガス回収用流通部 32 A c が設けられているが、陰極液・ガス回収用流通部は設けられていない。電解槽 100 において、保護部材 32 A はガasket であり、電気絶縁性の樹脂材料によって構成されている。

20

【0040】

図 16 (A) は、図 3 から陽極エンドセル 10 e のみを抜き出した図であり、図 16 (B) は図 16 (A) の B - B 矢視断面図、図 16 (C) は図 16 (A) の C - C 矢視断面図、図 17 (A) は図 16 (A) の D - D 矢視断面図、図 17 (B) は図 16 (A) の E - E 矢視図である。ただし図 16 (B) 及び (C) 並びに図 17 (A) 及び (B) において、導電性リブ 13 及び陽極 14 は省略している。図 16 (B) 及び (C) 並びに図 17 (A) 及び (B) に示すように、陽極エンドセル 10 e の第 1 のフランジ部 12 e の下部には、陽極液供給用流通部 15 e a が設けられているが、陰極液供給用流通部は設けられていない。また陽極エンドセル 10 e の第 1 のフランジ部 12 e の上部には、陽極液・ガス回収用流通部 15 e c が設けられているが、陰極液・ガス回収用流通部は設けられていない。

30

図 17 (A) 及び (B) に示すように、陽極エンドセル 10 e は、陽極液供給用流通部 15 e a および陽極室 A と流体連通して設けられた、陽極液供給用分岐流路 16 e を備え、該陽極液供給用分岐流路 16 e を通じて、陽極液供給用流通部 15 e a から陽極室 A に陽極液が供給される。また陽極エンドセル 10 e は、陽極液・ガス回収用流通部 15 e c および陽極室 A と流体連通して設けられた、陽極液・ガス回収用分岐流路 17 e を備え、該陽極液・ガス回収用分岐流路 17 e を通じて、陽極室 A から陽極液および陽極室中のガスが陽極液・ガス回収用流通部 15 e c に回収される。

図 16 (B) 及び (C) 並びに図 17 (A) 及び (B) に示すように、陽極エンドセル 10 e の第 1 のフランジ部 12 e の、陽極液供給用流通部 15 e a に面した表面、陽極液供給用分岐流路 16 e に面した表面、陽極液・ガス回収用流通部 15 e c に面した表面、及び、陽極液・ガス回収用分岐流路 17 e に面した表面は、それぞれ、電気絶縁性の樹脂材料 18 e で覆われている。電気絶縁性の樹脂材料 18 e としては、電気絶縁性の樹脂材料 28 e として上記説明したものと同様の材料を用いることができる。また上記表面に樹脂材料 18 e を設ける方法としては、陰極エンドセル 20 e のフランジ部 22 e に樹脂材料 28 e を設ける方法として上記説明したものと同様の方法を採用できる。また電気絶縁性の樹脂材料 18 e による被覆の好ましい厚みは、上記説明した電気絶縁性の樹脂材料 28 e による被覆の好ましい厚みと同様である。

40

また電気絶縁性の樹脂材料 18 e は、上記各表面のそれぞれの全部を覆うことが最も好

50

ましいが、リーク電流の影響を低減する効果が大きく損なわれない範囲であれば、上記各表面の一部が電気絶縁性の樹脂材料 18e で覆われていなくてもよい。リーク電流の影響を低減する効果を高める観点からは、電気絶縁性の樹脂材料 18e は、上記各表面の面積のそれぞれ 99.0% 以上を覆うことが好ましく、上記各表面の面積のそれぞれ 99.5% 以上を覆うことがより好ましい。

【0041】

図 18(A) は、図 3 から陽極側絶縁部材 51 のみを抜き出した図であり、図 18(B) は図 18(A) の B-B 矢視断面図である。図 18(B) に示すように、陽極側絶縁部材 51 は、陽極液供給用流通部、陰極液供給用流通部、陽極液・ガス回収用流通部、及び陰極液・ガス回収用流通部のいずれと連通する貫通孔も有していない。

10

【0042】

図 19(A) は、図 3 から陽極側プレスフレーム 61 のみを抜き出した図であり、図 19(B) は図 19(A) の B-B 矢視断面図である。図 19(B) に示すように、陽極側プレスフレーム 61 は、陽極液供給用流通部、陰極液供給用流通部、陽極液・ガス回収用流通部、及び陰極液・ガス回収用流通部のいずれと連通する貫通孔も有していない。

【0043】

電解槽 100 において、陽極エンドセル 10e の陽極液供給用流通部 15ea と、各陽極室セル 10 の陽極液供給用流通部 15a と、各陰極室セル 20 の陽極液供給用流通部 25a と、陰極エンドセル 20e の陽極液供給用流通部 25ea と、第 1 の隔膜要素 30A の陽極液供給用流通部 32Aa と、第 2 の隔膜要素 30C の陽極液供給用流通部 32Ca と、第 1 の隔膜要素 30A 及び第 2 の隔膜要素 30C 以外の各隔膜要素 30 の陽極液供給用流通部 32a とが相互に流体連通して、一体の陽極液供給用流通部 71 を形成している。

20

また、陽極エンドセル 10e の陽極液・ガス回収用流通部 15ec と、各陽極室セル 10 の陽極液・ガス回収用流通部 15c と、各陰極室セル 20 の陽極液・ガス回収用流通部 25c と、陰極エンドセル 20e の陽極液・ガス回収用流通部 25ec と、第 1 の隔膜要素 30A の陽極液・ガス回収用流通部 32Ac と、第 2 の隔膜要素 30C の陽極液・ガス回収用流通部 32Cc と、第 1 の隔膜要素 30A 及び第 2 の隔膜要素 30C 以外の各隔膜要素 30 の陽極液・ガス回収用流通部 32c とが相互に流体連通して、一体の陽極液・ガス回収用流通部 73 を形成している。

また、各陽極室セル 10 の陰極液供給用流通部 15b と、各陰極室セル 20 の陰極液供給用流通部 25b と、陰極エンドセル 20e の陰極液供給用流通部 25eb と、第 2 の隔膜要素 30C の陰極液供給用流通部 32Cb と、第 1 の隔膜要素 30A 及び第 2 の隔膜要素 30C 以外の各隔膜要素 30 の陰極液供給用流通部 32b とが相互に流体連通して、一体の陰極液供給用流通部 72 を形成している。

30

また、各陽極室セル 10 の陰極液・ガス回収用流通部 15d と、各陰極室セル 20 の陰極液・ガス回収用流通部 25d と、陰極エンドセル 20e の陰極液・ガス回収用流通部 25ed と、第 2 の隔膜要素 30C の陰極液・ガス回収用流通部 32Cd と、第 1 の隔膜要素 30A 及び第 2 の隔膜要素 30C 以外の各隔膜要素 30 の陰極液・ガス回収用流通部 32d とが相互に流体連通して、一体の陰極液・ガス回収用流通部 74 を形成している。

【0044】

40

陽極液供給用流通部 71 に陽極液を供給する陽極液供給管 81 が、陰極側プレスフレーム 62 及び陰極側絶縁部材 52 に陽極液供給用流通部 71 と連通して設けられた第 1 の貫通孔 62a、52a を通じて、陽極液供給用流通部 71 に接続されている(図 3 ~ 6 参照)。

陰極液供給用流通部 72 に陰極液を供給する陰極液供給管 82 が、陰極側プレスフレーム 62 及び陰極側絶縁部材 52 に陰極液供給用流通部 72 と連通して設けられた第 2 の貫通孔 62b、52b を通じて、陰極液供給用流通部 72 に接続されている(図 3 ~ 6 参照)。

陽極液・ガス回収用流通部 73 から陽極液およびガスを回収する陽極液・ガス回収管 83 が、陰極側プレスフレーム 62 及び陰極側絶縁部材 52 に陽極液・ガス回収用流通部 7

50

3と連通して設けられた第3の貫通孔62c、52cを通じて、陽極液・ガス回収用流通部73に接続されている(図3～6参照)。

陰極液・ガス回収用流通部74から陰極液およびガスを回収する陰極液・ガス回収管84が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陰極液・ガス回収用流通部74と連通して設けられた第4の貫通孔62d、52dを通じて、陰極液・ガス回収用流通部74に接続されている(図3～6参照)。

【0045】

第1、第2、第3、及び第4の背面隔壁11e、21e、11、及び21の材質としては、アルカリ耐性を有する剛性の導電性材料を特に制限なく用いることができ、例えばニッケル、鉄等の単体金属；普通鋼(すなわち低炭素鋼および中炭素鋼。)、高炭素鋼等の炭素鋼、ステンレス鋼(例えばSUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等。)の等の鋼、等の金属材料を好ましく採用できる。これら金属材料は、耐食性や導電性を向上させるために、ニッケルめっきを施して用いても良い。第1、第2、第3、第4のフランジ部12e、22e、12、及び22の材質としては、アルカリ耐性を有する剛性の材料を特に制限なく用いることができ、例えばニッケル、鉄等の単体金属；普通鋼(すなわち低炭素鋼および中炭素鋼。)、高炭素鋼等の炭素鋼、ステンレス鋼(例えばSUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等。)等の鋼、等の金属材料を好ましく採用できる。上記金属材料には、耐食性を向上させるために、ニッケルめっきを施しても良い。陽極エンドセル10eの第1の背面隔壁11eと第1のフランジ部12eとは溶接や接着等で接合されていてもよく、同一の材料で一体に形成されていてもよい。同様に、陰極エンドセル20eの第2の背面隔壁21eと第2のフランジ部22eとは溶接や接着等で接合されていてもよく、同一の材料で一体に形成されていてもよい。各陽極室セル10の第3の背面隔壁11と第3のフランジ部12とは溶接や接着等で接合されていてもよく、同一の材料で一体に形成されていてもよい。各陰極室セル20の第4の背面隔壁21と第4のフランジ部22とは溶接や接着等で接合されていてもよく、同一の材料で一体に形成されていてもよい。ただし、極室内部の圧力に対する耐性を高めることが容易である点で、陽極エンドセル10eの第1の背面隔壁11eと第1のフランジ部12eとは同一の導電性材料(例えば上記金属材料。)で一体に形成されていることが好ましく、陰極エンドセル20eの第2の背面隔壁21eと第2のフランジ部22eとは同一の導電性材料(例えば上記金属材料。)で一体に形成されていることが好ましく、各陽極室セル10の第3の背面隔壁11と第3のフランジ部12とは同一の導電性材料(例えば上記金属材料。)で一体に形成されていることが好ましく、各陰極室セル20の第4の背面隔壁21と第4のフランジ部22とは同一の導電性材料(例えば上記金属材料。)で一体に形成されていることが好ましい。

【0046】

酸素発生用陽極14(以下において単に「陽極14」ということがある。)としては、アルカリ水電解用の電解槽に使用可能な陽極を特に制限なく用いることができる。陽極14は通常、導電性基材と、該基材の表面を被覆する触媒層とを備える。触媒層は多孔質であることが好ましい。陽極14の導電性基材としては、例えば、ニッケル、ニッケル合金、ニッケル鉄、バナジウム、モリブデン、銅、銀、マンガン、白金族元素、黒鉛、若しくはクロム、又はそれらの組み合わせを用いることができる。陽極14においてはニッケルからなる導電性基材を好ましく用いることができる。触媒層は元素としてニッケルを含む。触媒層は、酸化ニッケル、金属ニッケル、若しくは水酸化ニッケル、又はそれらの組み合わせを含むことが好ましく、ニッケルと他の1種以上の金属との合金を含んでもよい。触媒層は金属ニッケルからなることが特に好ましい。なお、触媒層は、クロム、モリブデン、コバルト、タンタル、ジルコニウム、アルミニウム、亜鉛、白金族元素、若しくは希土類元素、又はそれらの組み合わせをさらに含んでもよい。触媒層の表面に、ロジウム、パラジウム、イリジウム、若しくはルテニウム、又はそれらの組み合わせが追加的な触媒としてさらに担持されていてもよい。陽極14の導電性基材は剛性の基材であってもよく、可撓性の基材であってもよい。陽極14を構成する剛性の導電性基材としては、例えば

エキスパンドメタル、パンチドメタル等を挙げることができる。また陽極 14 を構成する可撓性の導電性基材としては、例えば金属ワイヤーで織った（又は編んだ）金網等を挙げることができる。

【0047】

水素発生用陰極 24（以下において単に「陰極 24」ということがある。）としては、アルカリ水電解用の電解槽に使用可能な陰極を特に制限なく用いることができる。陰極 24 は通常、導電性基材と、該基材の表面を被覆する触媒層とを備える。陰極 24 の導電性基材としては、例えば、ニッケル、ニッケル合金、ステンレススチール、軟鋼、ニッケル合金、又は、ステンレススチール若しくは軟鋼の表面にニッケルメッキを施したものを好ましく採用できる。陰極 24 の触媒層としては、貴金属酸化物、ニッケル、コバルト、モリブデン、若しくはマンガン、若しくはそれらの酸化物、又は貴金属酸化物からなる触媒層を好ましく採用できる。陰極 24 を構成する導電性基材は例えば剛性の基材であってもよく、可撓性の基材であってもよい。陰極 24 を構成する剛性の導電性基材としては、例えばエキスパンドメタル、パンチドメタル等を挙げることができる。また陰極 24 を構成する可撓性の導電性基材としては、例えば金属ワイヤーで織った（又は編んだ）金網等を挙げることができる。

10

【0048】

導電性リブ 13 及び 23 としては、アルカリ水電解槽に用いられる公知の導電性リブを特に制限なく用いることができる。電解槽 100 において、導電性リブ 13 は陽極室セル 10 及び陽極エンドセル 10e の背面隔壁 11 から突出して設けられており、導電性リブ 23 は陰極室セル 20 及び陰極エンドセル 20e の背面隔壁 21 から突出して設けられている。導電性リブ 13 が陽極 14 を陽極室セル 10 及び陽極エンドセル 10e に対して固定および保持できる限りにおいて、導電性リブ 13 の接続方法、形状、数、及び配置は特に制限されない。また導電性リブ 23 が陰極 24 を陰極室セル 20 及び陰極エンドセル 20e に対して固定および保持できる限りにおいて、導電性リブの 23 の接続方法、形状、数、及び配置も特に制限されない。導電性リブ 13 及び 23 の材質としては、アルカリ耐性を有する剛性の導電性材料を特に制限なく用いることができ、例えばニッケル、鉄等の単体金属；普通鋼（すなわち低炭素鋼および中炭素鋼。）、高炭素鋼等の炭素鋼、ステンレス鋼（例えば SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L 等。）等の鋼、等の金属材料を好ましく採用できる。これら金属材料には、耐食性や導電性を向上させるために、ニッケルめっきを施しても良い。

20

30

【0049】

イオン透過性の隔膜 31（単に「隔膜 31」ということがある。）としては、アルカリ水電解用の電解槽に使用可能なイオン透過性の隔膜を特に制限なく用いることができる。隔膜 31 は、ガス透過性が低く、電気伝導度が小さく、強度が高いことが望ましい。隔膜 31 の例としては、アスベストや変性アスベストからなる多孔質膜、ポリスルホン系ポリマーを用いた多孔質隔膜、ポリフェニレンスルファイド繊維を用いた布、フッ素系多孔質膜、無機系材料と有機系材料との両方を含むハイブリッド材料を用いた多孔質膜等の多孔質隔膜を挙げることができる。またこれらの多孔質隔膜以外にも、フッ素系イオン交換膜等のイオン交換膜を隔膜 31 として用いることも可能である。

40

【0050】

電解槽 100 において、保護部材 32、32A、32C（図 3、9、12、15 参照。）はガスケットからなる。保護部材 32、32A、32C を構成するガスケットとしては、アルカリ水電解用の電解槽に使用可能であり、電気絶縁性を有するガスケットを特に制限なく用いることができる。図 3 にはガスケットの断面が表れている。保護部材 32 は平坦な形状を有し、隔膜 31 の周縁部を保持する一方で、隣接する陽極室セル 10（又は陽極エンドセル 10e）のフランジ部 12（又は 12e）と陰極室セル 20（又は陰極エンドセル 20e）のフランジ部 22（又は 22e）との間に挟持される。保護部材 32 を構成するガスケットは、耐アルカリ性を有する電気絶縁性のエラストマーによって形成されていることが好ましい。そのような電気絶縁性のエラストマーの例としては、天然ゴム（

50

N R)、スチレンブタジエンゴム(S B R)、クロロプレンゴム(C R)、ブタジエンゴム(B R)、アクリロニトリル-ブタジエンゴム(N B R)、エチレン-プロピレンゴム(E P T)、エチレン-プロピレン-ジエンゴム(E P D M)、イソブチレン-イソプレングム(I I R)、クロロスルホン化ポリエチレンゴム(C S M)等のエラストマーを挙げることができる。また、アルカリ耐性を有しないガasket材料を使用する場合、該ガasket材料の表面に耐アルカリ性を有する材料の層を被覆等により設けても良い。

【0051】

陽極側絶縁部材51及び陰極側絶縁部材52(図3、6、18参照。以下において単に「絶縁部材51及び52」ということがある。)としては、アルカリ水電解用の電解槽において陽極エンドセルと陽極側プレスフレームとの間の電氣的絶縁および陰極エンドセルと陰極側プレスフレームとの間の電氣的絶縁に使用可能な絶縁部材を特に制限なく用いることができる。絶縁部材51及び52の材料の例としては、硬質塩化ビニル樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ナイロン樹脂、ポリアセタール樹脂、非結晶性ポリエステル樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリベンゾイミダゾール樹脂、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂、テトラフルオロエチレン-エチレン共重合体樹脂等を挙げることができる。

【0052】

陽極側プレスフレーム61及び陰極側プレスフレーム62(図3、5、19参照。以下において単に「プレスフレーム61及び62」ということがある。)は、不図示のタイロッドによって締結されることにより、陽極側プレスフレーム61と陰極側プレスフレーム62との間に配置された、絶縁部材51及び52、各陽極室セル10及び陽極エンドセル10e、各陰極室セル20及び陰極エンドセル20e、並びに各隔膜要素30(第1の隔膜要素30A及び第2の隔膜要素30Cを含む。)を一体化する。プレスフレーム61及び62は、上記締結の荷重に耐える剛性を有する金属材料で形成されている。プレスフレーム61及び62を構成する金属材料の例としては、SS400等の炭素鋼やSUS304、SUS316等のステンレス鋼等を挙げることができる。

【0053】

電解槽100によれば、陽極液供給用流通部71及び陽極液・ガス回収用流通部73、並びに各陽極液供給用分岐流路16、16e及び各陽極液・ガス回収用分岐流路17、17eの表面の、それぞれ全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料(28e、18、28、18e)で覆われており;陰極液供給用流通部72及び陰極液・ガス回収用流通部74、並びに各陰極液供給用分岐流路26、26e及び各陰極液・ガス回収用分岐流路27、27eの表面の、それぞれ全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料(28e、18、28)で覆われている。したがって電解槽100によれば、リーク電流によって逆反応が生じる際の作用極から対極までのイオン伝導抵抗(液抵抗)を増大させる、及び/又は、対極の電極面積を減らすことができるので、リーク電流の影響を低減ないし抑制することが可能になる。

【0054】

陽極液供給管81、陰極液供給管82、陽極液・ガス回収管83、及び陰極液・ガス回収管84(以下においてまとめて「極液供給管/回収管」ということがある。)のそれぞれは金属管であることが好ましく、少なくとも内面が電気絶縁性の樹脂で被覆された金属管であることが特に好ましい。陽極液供給管81、陰極液供給管82、陽極液・ガス回収管83、及び陰極液・ガス回収管84を構成する金属材料の例としては、SS400等の炭素鋼、SUS304、SUS310、SUS316等のステンレス鋼、及びニッケル鋼等を挙げることができる。また陽極液供給管81、陰極液供給管82、陽極液・ガス回収管83、及び陰極液・ガス回収管84の内面を被覆する電気絶縁性の樹脂としては、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂、テトラフルオロエチレン-エチレン共重合体樹脂等の、電気絶縁性および耐アルカリ性を有する樹脂材料を特に制限なく用いることができる。陽極液供給管81、陰極液供給管82、陽極液・

10

20

30

40

50

ガス回収管 8 3、及び陰極液・ガス回収管 8 4 を、それぞれ第 1 の貫通孔 6 2 a、5 2 a、第 2 の貫通孔 6 2 b、5 2 b、第 3 の貫通孔 6 2 c、5 2 c、及び第 4 の貫通孔 6 2 d、5 2 d（以下においてまとめて「各貫通孔」ということがある。）を通じて、それぞれ陽極液供給用流通部 7 1、陰極液供給用流通部 7 2、陽極液・ガス回収用流通部 7 3、及び陰極液・ガス回収用流通部 7 4（以下においてまとめて「極液供給用 / 回収用流通部」ということがある。）に接続する手法としては、例えばねじ込み接続、差し込み溶接、突合せ溶接、フランジ接続等の公知の接続手法を特に制限なく用いることができる。

【 0 0 5 5 】

少なくとも内面が電気絶縁性の樹脂で被覆された金属管である各極液供給管 / 回収管 8 1 ~ 8 4 の内部の流路長（単位：m）の流路断面積（管内部の空洞の、管長さ方向に垂直な断面の面積。）（単位： m^2 ）に対する比は特に制限されるものではないが、本発明の効果がより顕著に表れる点で、好ましくは $100 m / m^2$ 以上、より好ましくは $1,000 m / m^2$ 以上である。上限は特に制限されるものではないが、例えば $20,000 m / m^2$ 未満であり得る。なお上記「流路長」について、金属管が屈曲している場合には、最短の経路を採用するものとする。屈曲した金属管内部の最短の経路の長さは、例えば糸を金属管内部に金属管の全長にわたって通し、糸に弛みがないように両端から引っ張ることにより、糸の金属管内部を通る部分の長さとして知ることができる。また上記「断面積」について、管内部の場所によって断面積が異なる場合には、その最大値を採用するものとする。

10

【 0 0 5 6 】

陽極エンドセル 1 0 e には陽極端子が、陰極エンドセル 2 0 e には陰極端子が、それぞれ接続されている。また陽極側プレスフレーム 6 1、陰極側プレスフレーム 6 2、陽極液流通管 8 1、陰極液供給管 8 2、陽極液・ガス回収管 8 3、及び陰極液・ガス回収管 8 4 は、いずれも電氣的に接地されている。

20

【 0 0 5 7 】

電解槽 1 0 0 において、陽極液は、陽極液供給管 8 1 と陽極液供給用流通部 7 1 との接続部および陽極液・ガス回収管 8 3 と陽極液・ガス回収用流通部 7 3 との接続部において、陽極液供給管 8 1 の金属部材、陽極液・ガス回収管 8 3 の金属部材、陽極側プレスフレーム 6 1 の金属部材、及び陰極側プレスフレーム 6 2 の金属部材、並びにこれらと電氣的に導通した金属部材のいずれにも接触しないことが好ましい。また陰極液は、陰極液供給管 8 2 と陰極液供給用流通部 7 2 との接続部および陰極液・ガス回収管 8 4 と陰極液・ガス回収用流通部 7 4 との接続部において、陰極液供給管 8 2 の金属部材、陽極液・ガス回収管 8 3 の金属部材、陽極側プレスフレーム 6 1 の金属部材、及び陰極側プレスフレーム 6 2 の金属部材、並びにこれらと電氣的に導通した金属部材のいずれにも接触しないことが好ましい。そのような電解槽 1 0 0 によれば、リーク電流によって逆反応が生じる際の作用極から対極までのイオン伝導抵抗（液抵抗）をさらに増大させることができるので、不安定電源を用いた場合であってもリーク電流の影響をさらに低減ないし抑制することが可能になる。

30

【 0 0 5 8 】

電解槽 1 0 0 は、直流電流源として不安定電源を用いた場合のリーク電流抑制に特に効果的である。そのような観点からは、本発明の電解槽が最小電流で運転されるとき単位時間あたりの主反応の水素ガス発生量は、本発明の電解槽が最大電流で運転されるとき単位時間あたりの主反応の水素ガス発生量に対して、好ましくは 15 % 未満、より好ましくは 10 % 未満、さらに好ましくは 5 % 未満であり、一の実施形態において 1 % 以上、他の一の実施形態において 2 % 以上であり得る。なお本明細書において、「最大電流」および「最小電流」とは、電解槽に通電される電流の最大値および最小値を意味する。そのような電解槽 1 0 0（電解槽 1 0 0 と該電解槽に直流電流を供給する直流電流源とを備える電解システム）によれば、直流電流源として不安定電源を用いた場合であっても、リーク電流の影響を低減ないし抑制することが可能である。

40

【 0 0 5 9 】

50

上記説明した電解槽 100 の効果は、陽極室および陰極室の少なくとも一方を大気圧よりも高圧に維持しながら電解を行う場合に特に顕著である。電解槽に極液を供給し、該電解槽から極液およびガスを回収する各極液供給流路および回収流路において、フレキシブルホース等の樹脂製の配管を各極室から集合配管までの分岐流路に用いて分岐流路の流路長を長く確保すれば、リーク電流に対する液抵抗を容易に高めることができる。またフレキシブルホース等の樹脂製の配管は、配管の取り回し等の面でも簡便である。しかしながら極室が加圧されている場合には、各極液供給流路および回収流路の内部も加圧されているので、各極液供給流路および回収流路または各分岐流路としてフレキシブルホース等の樹脂製の配管を用いることは強度の面で困難である。したがって強度の観点から、加圧条件下での電解を行う電解槽においては、金属製の各電解セルのフランジ部を貫通する貫通孔を相互に連通させることにより、一体の陽極液供給用流通部、陰極液供給用流通部、陽極液・ガス回収用流通部、及び陰極液・ガス回収用流通部をそれぞれ形成することが望ましい。しかしながら、そのような構造を有する電解槽においては、各電解セルのフランジ部を構成する金属部材が各流通部に面して露出することとなる。そのため各流通部に露出した金属部材がカウンター電極として作用するところ、作用極からカウンター電極までの流路長を長く確保してリーク電流に対する液抵抗を高めることは困難である。これに対して電解槽 100 によれば、金属製の各電解セルのフランジ部を貫通する貫通孔を相互に連通させることにより一体の各流通部を形成することが必要な加圧条件下での電解を行う場合であっても、リーク電流の影響を低減ないし抑制することが可能である。また、電解槽に直流電流を供給する直流電流源として不安定電源を用いて電解を行う場合であっても、リーク電流の影響を低減ないし抑制することが可能である。

10

20

【0060】

陽極室および陰極室の少なくとも一方を大気圧よりも高圧に維持しながら電解を行う場合、陰極室内部の圧力は大気圧に対して 20 kPa 以上高圧であることが好ましく、400 kPa 以上高圧であることがより好ましく、800 kPa 以上高圧であることがさらに好ましい。陰極室内部の圧力の上限は電解槽を構成する部材の強度にもよるが、例えば大気圧 + 3000 kPa 未満とすることができる。陰極室内部の圧力が上記下限値以上であることにより、陰極室から水素ガスを回収した後の昇圧工程における圧縮率を低減、または昇圧工程を省略することができるので、設備コストを削減し、設備全体として省スペース化および省エネルギー化を図ることが可能になる。また陰極室内部の圧力が上記下限値以上であることにより、電解電圧を低減する効果が得られる。これは陰極室で発生する気泡のサイズが小さくなることにより、陽極 - 陰極間の気泡抵抗が減少することに由来すると考えられる。

30

【0061】

また陽極室および陰極室の少なくとも一方を大気圧よりも高圧に維持しながら電解を行う場合、陽極室内部の圧力は大気圧に対して 20 kPa 以上高圧であることが好ましく、400 kPa 以上高圧であることがより好ましく、800 kPa 以上高圧であることがさらに好ましい。陽極室内部の圧力の上限は電解槽を構成する部材の強度にもよるが、例えば大気圧 + 3000 kPa 未満とすることができる。陽極室内部の圧力が上記下限値以上であることにより、陽極室から酸素ガスを回収した後の昇圧工程における圧縮率を低減、または昇圧工程を省略することができるので、設備コストをさらに削減し、設備全体としてさらなる省スペース化および省エネルギー化を図ることが可能になる。また陽極室内部の圧力が上記下限値以上であることにより、電解電圧を低減する効果が得られる。これは陽極室で発生する気泡のサイズが小さくなることにより、陽極 - 陰極間の気泡抵抗がさらに減少することに由来すると考えられる。

40

【0062】

陰極室内部の圧力と陽極室内部の圧力との差は、例えば 5.0 kPa 未満であることが好ましく、1.0 kPa 未満であることがより好ましい。陰極室内部の圧力と陽極室内部の圧力との差が上記上限値未満であることにより、陽極室 - 陰極室間の差圧に起因してガスが隔膜を透過して陽極室から陰極室へ又は陰極室から陽極室へ移動することを抑制する

50

こと、及び、陽極室 - 陰極室間の差圧に起因して隔膜が損傷する事態を抑制することが容易になる。

【 0 0 6 3 】

本発明に関する上記説明では、各極液供給管 / 回収管 8 1 ~ 8 4 が、陰極側プレスフレーム 6 2 及び陰極側絶縁部材 5 2 に設けられた第 1 ~ 第 4 の貫通孔 6 2 a / 5 2 a ~ 6 2 d / 5 2 d を通じて、各極液供給用 / 回収用流通部 7 1 ~ 7 4 にそれぞれ接続されている形態の電解槽 1 0 0 を例に挙げたが、本発明は当該形態に限定されない。例えば、各極液供給管 / 回収管のうち一つ以上が、陽極側プレスフレーム及び陽極側絶縁部材に設けられた貫通孔を通じて、対応する極液供給用 / 回収用流通部に接続されている形態の電解槽とすることも可能である。

10

【 0 0 6 4 】

図 2 0 は、そのような他の一の実施形態に係る電解槽 2 0 0 を模式的に説明する断面図である。電解槽 2 0 0 は、アルカリ水電解用の電解槽である。図 2 1 は、図 2 0 の B - B 矢視図である。図 2 0 及び 2 1 において、紙面上下方向が鉛直上下方向にそれぞれ対応する。図 2 1 及び 2 1 ~ 8 において、図 3 ~ 1 9 に既に表れた要素には図 3 ~ 1 9 における符号と同一の符号を付し、説明を省略する。

電解槽 2 0 0 は、陽極エンドユニット 1 0 1 e に代えて陽極エンドユニット 2 0 1 e を備え、陰極エンドユニット 1 0 2 e に代えて陰極エンドユニット 2 0 2 e を備え、陰極エンドユニット 2 0 1 e に各極液供給管 / 回収管 8 1 ~ 8 4 が接続されている点において、電解槽 1 0 0 と異なっている。陽極エンドユニット 2 0 1 e は、陽極エンドセル 1 0 e に代えて陽極エンドセル 2 1 0 e を備え、陽極側絶縁部材 5 1 に代えて陽極側絶縁部材 2 5 1 を備え、陽極側プレスフレーム 6 1 に代えて陽極側プレスフレーム 2 6 1 を備える点において、陽極エンドユニット 1 0 1 e と異なっている。陰極エンドユニット 2 0 2 e は、陰極エンドセル 2 0 e に代えて陰極エンドセル 2 2 0 e を備え、陰極側絶縁部材 5 2 に代えて陰極側絶縁部材 2 5 2 を備え、陰極側プレスフレーム 6 2 に代えて陰極側プレスフレーム 2 6 2 を備える点において、陰極エンドユニット 1 0 2 e と異なっている。陰極側プレスフレーム 2 6 2 は、第 1 ~ 第 4 の貫通孔 6 2 a ~ 6 2 d を備えない点において、陰極側プレスフレーム 6 2 と異なっている。陰極側絶縁部材 2 5 2 は、第 1 ~ 第 4 の貫通孔 5 2 a ~ 5 2 d を備えない点において、陰極側絶縁部材 5 2 と異なっている。

20

【 0 0 6 5 】

図 2 2 (A) は、図 2 0 から陽極側プレスフレーム 2 6 1 のみを抜き出した図であり、図 2 2 (B) は図 2 2 (A) の B - B 矢視断面図である。図 2 2 (B) に示すように、陽極側プレスフレーム 2 6 1 は、その下部に設けられた第 1 の貫通孔 2 6 1 a 及び第 2 の貫通孔 2 6 1 b、並びに、その上部に設けられた第 3 の貫通孔 2 6 1 c 及び第 4 の貫通孔 2 6 1 d を備えている。陽極側プレスフレーム 2 6 1 は金属製の部材であり、その第 1 ~ 第 4 の貫通孔 2 6 1 a ~ d に面した表面は、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料 6 8 で覆われている。陽極側プレスフレーム 2 6 1 を構成する材料としては、上記説明した陽極側プレスフレーム 6 1 と同様の材料を用いることができる。電気絶縁性の樹脂材料 6 8 は、上記説明した電解槽 1 0 0 における電気絶縁性の樹脂材料 6 8 と同様に構成でき、その好ましい態様についても上記同様である。

30

40

【 0 0 6 6 】

図 2 3 (A) は、図 2 0 から陽極側絶縁部材 2 5 1 のみを抜き出した図であり、図 2 3 (B) は図 2 3 (A) の B - B 矢視断面図である。図 2 3 (B) に示すように、陽極側絶縁部材 2 5 1 は、その下部に設けられた第 1 の貫通孔 2 5 1 a 及び第 2 の貫通孔 2 5 1 b、並びに、その上部に設けられた第 3 の貫通孔 2 5 1 c 及び第 4 の貫通孔 2 5 1 d を備えている。図 2 0 において、陽極側絶縁部材 2 5 1 の第 1 ~ 第 4 の貫通孔 5 2 a、5 2 b、5 2 c、5 2 d は、陽極側プレスフレーム 2 6 1 の第 1 ~ 第 4 の貫通孔 6 2 a、6 2 b、6 2 c、及び 6 2 d と、それぞれ連通している。陽極側絶縁部材 2 5 1 を構成する材料としては、上記説明した陽極側絶縁部材 5 1 と同様の材料を用いることができる。

【 0 0 6 7 】

50

図 2 4 (A) は、図 2 0 から陽極エンドセル 2 1 0 e のみを抜き出した図であり、図 2 4 (B) は図 2 4 (A) の B - B 矢視断面図、図 2 4 (C) は図 2 4 (A) の C - C 矢視断面図、図 2 5 (A) は図 2 4 (A) の D - D 矢視断面図、図 2 5 (B) は図 2 4 (A) の E - E 矢視図である。ただし図 2 4 (B) 及び (C) 並びに図 2 5 (A) 及び (B) において、導電性リブ 1 3 及び陽極 1 4 は省略している。陽極エンドセル 2 1 0 e は、第 1 のフランジ部 1 2 e に代えて第 1 のフランジ部 2 1 2 e を備える点において、陽極エンドセル 1 0 e (図 3 、 1 6 、 1 7) と異なっている。陽極エンドセル 2 1 0 e の第 1 のフランジ部 2 1 2 e を構成する材料としては、上記説明した陽極エンドセル 1 0 e の第 1 のフランジ部 1 2 e と同様の材料を用いることができる。図 2 4 (B) 及び (C) 並びに図 2 5 (A) 及び (B) に示すように、陽極エンドセル 2 1 0 e の第 1 のフランジ部 2 1 2 e の下部には、陽極液供給用流通部 2 1 5 e a 及び陰極液供給用流通部 2 1 5 e b が設けられている。また陽極エンドセル 2 1 0 e の第 1 のフランジ部 2 1 2 e の上部には、陽極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e c 及び陰極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e d が設けられている。

10

図 2 5 (A) 及び (B) に示すように、陽極エンドセル 2 1 0 e は、陽極液供給用流通部 2 1 5 e a および陽極室 A と流体連通して設けられた、陽極液供給用分岐流路 2 1 6 e を備え、該陽極液供給用分岐流路 2 1 6 e を通じて、陽極液供給用流通部 2 1 5 e a から陽極室 A に陽極液が供給される。また陽極エンドセル 2 1 0 e は、陽極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e c および陽極室 A と流体連通して設けられた、陽極液・ガス回収用分岐流路 2 1 7 e を備え、該陽極液・ガス回収用分岐流路 2 1 7 e を通じて、陽極室 A から陽極液および陽極室中のガスが陽極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e c に回収される。

20

図 2 4 (B) 及び (C) 並びに図 2 5 (A) 及び (B) に示すように、陽極エンドセル 2 1 0 e の第 1 のフランジ部 2 1 2 e の、陽極液供給用流通部 2 1 5 e a に面した表面、陽極液供給用分岐流路 2 1 6 e に面した表面、陽極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e c に面した表面、陽極液・ガス回収用分岐流路 2 1 7 e に面した表面、陰極液供給用流通部 2 1 5 e b に面した表面、及び、陰極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e d に面した表面は、それぞれ、電気絶縁性の樹脂材料 1 8 e で覆われている。

陽極エンドセル 2 1 0 e における電気絶縁性の樹脂材料 1 8 e による被覆の好ましい厚みは、上記説明した電解槽 1 0 0 における電気絶縁性の樹脂材料 1 8 e による被覆の好ましい厚みと同様である。また電気絶縁性の樹脂材料 1 8 e は、陽極エンドセル 2 1 0 e の上記各表面のそれぞれの全部を覆うことが最も好ましいが、リーク電流の影響を低減する効果が大きく損なわれない範囲であれば、陽極エンドセル 2 1 0 e の上記各表面の一部が電気絶縁性の樹脂材料 1 8 で覆われていなくてもよい。リーク電流の影響を低減する効果を高める観点からは、電気絶縁性の樹脂材料 1 8 は、陽極エンドセル 2 1 0 e の上記各表面の面積のそれぞれ 9 9 . 0 % 以上を覆うことが好ましく、上記各表面の面積のそれぞれ 9 9 . 5 % 以上を覆うことがより好ましい。

30

【 0 0 6 8 】

図 2 6 (A) は、図 2 0 から陽極エンドセル 2 1 0 e に隣接する隔膜要素である第 1 の隔膜要素 2 3 0 A のみを抜き出した図であり、図 2 6 (B) は図 2 6 (A) の B - B 矢視断面図、図 2 6 (C) は図 2 6 (A) の C - C 矢視断面図である。図 2 6 (A) ~ (C) に示すように、第 1 の隔膜要素 2 3 0 A は、イオン透過性の隔膜 3 1 と、該隔膜 3 1 の少なくとも周縁部を保持する保護部材 2 3 2 A とを備えている。第 1 の隔膜要素 2 3 0 A は、保護部材 3 2 A に代えて保護部材 2 3 2 A を備える点において、上記説明した第 1 の隔膜要素 3 0 A (図 3 、 1 5) と異なっている。第 1 の隔膜要素 2 3 0 A の保護部材 2 3 2 A の下部には、陽極液供給用流通部 2 3 2 A a 、及び、陰極液供給用流通部 2 3 2 A b が設けられている。また、第 1 の隔膜要素 2 3 0 A の保護部材 2 3 2 A の上部には、陽極液・ガス回収用流通部 2 3 2 A c 、及び、陰極液・ガス回収用流通部 2 3 2 A d が設けられている。電解槽 1 0 0 において、保護部材 2 3 2 A はガasketであり、電気絶縁性の樹脂材料によって構成されている。保護部材 2 3 2 A を構成する材料としては、上記説明した保護部材 3 2 A と同様の材料を用いることができる。

40

50

【 0 0 6 9 】

図 2 7 (A) は、図 2 0 から陰極エンドセル 2 2 0 e に隣接する隔膜要素である第 2 の隔膜要素 2 3 0 C のみを抜き出した図であり、図 2 7 (B) は図 2 7 (A) の B - B 矢視断面図、図 2 7 (C) は図 2 7 (A) の C - C 矢視断面図である。図 2 7 (A) ~ (C) に示すように、第 2 の隔膜要素 2 3 0 C は、イオン透過性の隔膜 3 1 と、該隔膜 3 1 の少なくとも周縁部を保持する保護部材 2 3 2 C とを備えている。第 2 の隔膜要素 2 3 0 C は、保護部材 3 2 C に代えて保護部材 2 3 2 C を備える点において、上記説明した第 2 の隔膜要素 3 0 C (図 3、 9) と異なっている。第 2 の隔膜要素 2 3 0 C の保護部材 2 3 2 C の下部には、陰極液供給用流通部 2 3 2 C b が設けられているが、陽極液供給用流通部は設けられていない。また、第 2 の隔膜要素 2 3 0 C の保護部材 2 3 2 C の上部には、陰極液・ガス回収用流通部 2 3 2 C d が設けられているが、陽極液・ガス回収用流通部は設けられていない。電解槽 1 0 0 において、保護部材 2 3 2 C はガasket であり、電気絶縁性の樹脂材料によって構成されている。保護部材 2 3 2 C を構成する材料としては、上記説明した保護部材 3 2 C と同様の材料を用いることができる。

10

【 0 0 7 0 】

図 2 8 (A) は、図 2 0 から陰極エンドセル 2 2 0 e のみを抜き出した図であり、図 2 8 (B) は図 2 8 (A) の B - B 矢視断面図、図 2 8 (C) は図 2 8 (A) の C - C 矢視断面図、図 2 9 (A) は図 2 8 (A) の D - D 矢視断面図、図 2 9 (B) は図 2 8 (A) の E - E 矢視図である。ただし図 2 8 (B) 及び (C) 並びに図 2 9 (A) 及び (B) において、導電性リブ 2 3 及び陰極 2 4 は省略している。陰極エンドセル 2 2 0 e は、第 2 のフランジ部 2 2 e に代えて第 2 のフランジ部 2 2 2 e を備える点において、上記説明した陰極エンドセル 2 0 e (図 3、 7、 8) と異なっている。第 2 のフランジ部 2 2 2 e を構成する材料としては、上記説明した第 2 のフランジ部 2 2 e と同様の材料を用いることができる。図 2 8 (B) 及び (C) 並びに図 2 9 (A) 及び (B) に示すように、陰極エンドセル 2 2 0 e の第 2 のフランジ部 2 2 2 e の下部には、陰極液供給用流通部 2 2 5 e b が設けられているが、陽極液供給用流通部は設けられていない。また陰極エンドセル 2 2 0 e の第 2 のフランジ部 2 2 2 e の上部には、陰極液・ガス回収用流通部 2 2 5 e d が設けられているが、陽極液・ガス回収用流通部は設けられていない。

20

図 2 9 (A) 及び (B) に示すように、陰極エンドセル 2 2 0 e は、陰極液供給用流通部 2 2 5 e b および陰極室 C と流体連通して設けられた、陰極液供給用分岐流路 2 2 6 e を備え、該陰極液供給用分岐流路 2 2 6 e を通じて、陰極液供給用流通部 2 2 5 e b から陰極室 C に陰極液が供給される。また陰極エンドセル 2 2 0 e は、陰極液・ガス回収用流通部 2 2 5 e d および陰極室 C と流体連通して設けられた、陰極液・ガス回収用分岐流路 2 2 7 e を備え、該陰極液・ガス回収用分岐流路 2 2 7 e を通じて、陰極室 C から陰極液および陰極室中のガスが陰極液・ガス回収用流通部 2 2 5 e d に回収される。

30

図 2 8 (B) 及び (C) 並びに図 2 9 (A) 及び (B) に示すように、陰極エンドセル 2 2 0 e の第 2 のフランジ部 2 2 2 e の、陰極液供給用流通部 2 2 5 e b に面した表面、陰極液供給用分岐流路 2 2 6 e に面した表面、陰極液・ガス回収用流通部 2 2 5 e d に面した表面、及び、陰極液・ガス回収用分岐流路 2 2 7 e に面した表面は、それぞれ、電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e で覆われている。

40

陰極エンドセル 2 2 0 e における電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e による被覆の好ましい厚みは、上記説明した電解槽 1 0 0 における電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e による被覆の好ましい厚みと同様である。また電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e は、陰極エンドセル 2 2 0 e の上記各表面のそれぞれの全部を覆うことが最も好ましいが、リーク電流の影響を低減する効果が大きく損なわれない範囲であれば、陰極エンドセル 2 2 0 e の上記各表面の一部が電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e で覆われていなくてもよい。リーク電流の影響を低減する効果を高める観点からは、電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e は、陰極エンドセル 2 2 0 e の上記各表面の面積のそれぞれ 9 9 . 0 % 以上を覆うことが好ましく、上記各表面の面積のそれぞれ 9 9 . 5 % 以上を覆うことがより好ましい。

【 0 0 7 1 】

50

図 3 0 (A) は、図 2 0 から陰極側絶縁部材 2 5 2 のみを抜き出した図であり、図 3 0 (B) は図 3 0 (A) の B - B 矢視断面図である。図 3 0 (B) に示すように、陰極側絶縁部材 2 5 2 は、陽極液供給用流通部、陰極液供給用流通部、陽極液・ガス回収用流通部、及び陰極液・ガス回収用流通部のいずれと連通する貫通孔も有していない。陰極側絶縁部材 2 5 2 を構成する材料としては、上記説明した陰極側絶縁部材 5 2 と同様の材料を用いることができる。

【 0 0 7 2 】

図 3 1 (A) は、図 2 0 から陰極側プレスフレーム 2 6 2 のみを抜き出した図であり、図 3 1 (B) は図 3 1 (A) の B - B 矢視断面図である。図 3 1 (B) に示すように、陰極側プレスフレーム 2 6 2 は、陽極液供給用流通部、陰極液供給用流通部、陽極液・ガス回収用流通部、及び陰極液・ガス回収用流通部のいずれと連通する貫通孔も有していない。陰極側プレスフレーム 2 6 2 を構成する材料としては、上記説明した陰極側プレスフレーム 6 2 と同様の材料を用いることができる。

10

【 0 0 7 3 】

電解槽 2 0 0 において、陽極エンドセル 2 1 0 e の陽極液供給用流通部 2 1 5 e a と、各陽極室セル 1 0 の陽極液供給用流通部 1 5 a と、各陰極室セル 2 0 の陽極液供給用流通部 2 5 a と、第 1 の隔膜要素 3 0 A の陽極液供給用流通部 3 2 A a と、第 1 の隔膜要素 2 3 0 A 及び第 2 の隔膜要素 2 3 0 C 以外の各隔膜要素 3 0 の陽極液供給用流通部 3 2 a とが相互に流体連通して、一体の陽極液供給用流通部 2 7 1 を形成している。

また、陽極エンドセル 2 1 0 e の陽極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e c と、各陽極室セル 1 0 の陽極液・ガス回収用流通部 1 5 c と、各陰極室セル 2 0 の陽極液・ガス回収用流通部 2 5 c と、第 1 の隔膜要素 3 0 A の陽極液・ガス回収用流通部 3 2 A c と、第 1 の隔膜要素 2 3 0 A 及び第 2 の隔膜要素 2 3 0 C 以外の各隔膜要素 3 0 の陽極液・ガス回収用流通部 3 2 c とが相互に流体連通して、一体の陽極液・ガス回収用流通部 2 7 3 を形成している。

20

また、陽極エンドセル 2 1 0 e の陰極液供給用流通部 2 1 5 e b と、各陽極室セル 1 0 の陰極液供給用流通部 1 5 b と、各陰極室セル 2 0 の陰極液供給用流通部 2 5 b と、陰極エンドセル 2 2 0 e の陰極液供給用流通部 2 2 5 e b と、第 1 の隔膜要素 2 3 0 A の陰極液供給用流通部 2 3 2 A b と、第 2 の隔膜要素 2 3 0 C の陰極液供給用流通部 2 3 2 C b と、第 1 の隔膜要素 2 3 0 A 及び第 2 の隔膜要素 2 3 0 C 以外の各隔膜要素 3 0 の陰極液供給用流通部 3 2 b とが相互に流体連通して、一体の陰極液供給用流通部 2 7 2 を形成している。

30

また、陽極エンドセル 2 1 0 e の陰極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e d と、各陽極室セル 1 0 の陰極液・ガス回収用流通部 1 5 d と、各陰極室セル 2 0 の陰極液・ガス回収用流通部 2 5 d と、陰極エンドセル 2 2 0 e の陰極液・ガス回収用流通部 2 2 5 e d と、第 2 の隔膜要素 2 3 0 C の陰極液・ガス回収用流通部 2 3 2 C d と、第 1 の隔膜要素 2 3 0 A 及び第 2 の隔膜要素 2 3 0 C 以外の各隔膜要素 3 0 の陰極液・ガス回収用流通部 3 2 d とが相互に流体連通して、一体の陰極液・ガス回収用流通部 2 7 4 を形成している。

【 0 0 7 4 】

陽極液供給用流通部 2 7 1 に陽極液を供給する陽極液供給管 8 1 が、陽極側プレスフレーム 2 6 1 及び陽極側絶縁部材 2 5 1 に陽極液供給用流通部 2 7 1 と連通して設けられた第 1 の貫通孔 2 6 1 a、2 5 1 a を通じて、陽極液供給用流通部 2 7 1 に接続されている (図 2 0 ~ 2 3) 。

40

陰極液供給用流通部 2 7 2 に陰極液を供給する陰極液供給管 8 2 が、陽極側プレスフレーム 2 6 1 及び陽極側絶縁部材 2 5 1 に陰極液供給用流通部 2 7 2 と連通して設けられた第 2 の貫通孔 2 6 1 b、2 5 1 b を通じて、陰極液供給用流通部 2 7 2 に接続されている (図 2 0 ~ 2 3) 。

陽極液・ガス回収用流通部 2 7 3 から陽極液およびガスを回収する陽極液・ガス回収管 8 3 が、陽極側プレスフレーム 2 6 1 及び陽極側絶縁部材 2 5 1 に陽極液・ガス回収用流通部 2 7 3 と連通して設けられた第 3 の貫通孔 2 6 1 c、2 5 1 c を通じて、陽極液・ガ

50

ス回収用流通部 273 に接続されている (図 20 ~ 23)。

陰極液・ガス回収用流通部から陰極液およびガスを回収する陰極液・ガス回収管 84 が、陽極側プレスフレーム 261 及び陽極側絶縁部材 251 に陰極液・ガス回収用流通部 274 と連通して設けられた第 4 の貫通孔 261d、251d を通じて、陰極液・ガス回収用流通部 274 に接続されている (図 20 ~ 23)。

【0075】

各極液供給管/回収管 81 ~ 84 を、それぞれ第 1 ~ 第 4 の貫通孔 261a / 251a ~ 261d / 251d を通じて、それぞれ各極液供給用/回収用流通部 271 ~ 274 に接続する手法としては、電解槽 100 について上記説明したものと同様の接続手法を特に制限なく用いることができる。

【0076】

陽極エンドセル 210e には陽極端子が、陰極エンドセル 220e には陰極端子が、それぞれ接続されている。また陽極側プレスフレーム 261、陰極側プレスフレーム 262、陽極液流通管 81、陰極液供給管 82、陽極液・ガス回収管 83、及び陰極液・ガス回収管 84 は、いずれも電氣的に接地されている。

【0077】

電解槽 200 によれば、陽極液供給用流通部 271 及び陽極液・ガス回収用流通部 273、並びに各陽極液供給用分岐流路 16、216e 及び各陽極液・ガス回収用分岐流路 17、217e の各表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料 (18e、28、18) で覆われており；陰極液供給用流通部 272 及び陰極液・ガス回収用流通部 274、並びに各陰極液供給用分岐流路 26、226e 及び各陰極液・ガス回収用分岐流路 27、227e の各表面の全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料 (18e、28、18、28e) で覆われている。したがって電解槽 200 によれば、リーク電流によって逆反応が生じる際の作用極から対極までのイオン伝導抵抗 (液抵抗) を増大させる、及び/又は、対極の電極面積を減らすことができるので、リーク電流の影響を低減ないし抑制することが可能になる。

【0078】

電解槽 200 において、陽極液は、陽極液供給管 81 と陽極液供給用流通部 271 との接続部および陽極液・ガス回収管 83 と陽極液・ガス回収用流通部 273 との接続部において、陽極液供給管 81 の金属部材、陽極液・ガス回収管 83 の金属部材、陽極側プレスフレーム 261 の金属部材、及び陰極側プレスフレーム 262 の金属部材、並びにこれらと電氣的に導通した金属部材のいずれにも接触しないことが好ましい。また陰極液は、陰極液供給管 82 と陰極液供給用流通部 272 との接続部および陰極液・ガス回収管 84 と陰極液・ガス回収用流通部 274 との接続部において、陰極液供給管 82 の金属部材、陰極液・ガス回収管 84 の金属部材、陽極側プレスフレーム 261 の金属部材、及び陰極側プレスフレーム 262 の金属部材、並びにこれらと電氣的に導通した金属部材のいずれにも接触しないことが好ましい。そのような電解槽 200 によれば、リーク電流によって逆反応が生じる際の作用極から対極までのイオン伝導抵抗 (液抵抗) をさらに増大させることができるので、不安定電源を用いた場合であっても、リーク電流の影響をさらに低減ないし抑制することが可能になる。

【0079】

本発明に関する上記説明では、及び、陰極エンドセル 20e に設けられた陽極液供給用流通部 25ea (71) を通じて、電解槽の外部から陽極液が各陽極室 A に供給され、陰極エンドセル 20e に設けられた陽極液・ガス回収用流通部 25ec (73) を通じて、陽極液および各陽極室 A 中のガスが、各陽極室 A から電解槽の外部に取り出され、陰極エンドセル 20e に設けられた陰極液供給用流通部 25eb (72) を通じて、電解槽の外部から陰極液が各陰極室 C に供給され、陰極エンドセル 20e に設けられた陰極液・ガス回収用流通部 25ed を通じて、陰極液および各陰極室 C 中のガスが、各陰極室 C から電解槽の外部に取り出される形態の電解槽 100；及び、陽極エンドセル 210e に設けられた陽極液供給用流通部 215ea (271) を通じて、電解槽の外部から陽極液が各陽

10

20

30

40

50

極室 A に供給され、陽極エンドセル 2 1 0 e に設けられた陽極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e c (2 7 3) を通じて、陽極液および各陽極室 A 中のガスが、各陽極室 A から電解槽の外部に取り出され、陽極エンドセル 2 1 0 e に設けられた陰極液供給用流通部 2 1 5 e b (2 7 2) を通じて、電解槽の外部から陰極液が各陰極室 C に供給され、陽極エンドセル 2 1 0 e に設けられた陰極液・ガス回収用流通部 2 1 5 e d (2 7 4) を通じて、陰極液および各陰極室 C 中のガスが、各陰極室 C から電解槽の外部に取り出される形態の電解槽 2 0 0、を例に挙げたが、本発明はこれらの形態に限定されない。例えば、電解槽 1 0 0 において、陰極エンドセル 2 0 e に代えて陽極エンドセルに設けられた陽極液・ガス回収用流通部を通じて、陽極液および各陽極室 A 中のガスが、各陽極室 A から電解槽の外部に取り出されるように改変した形態の電解槽とすることも可能である。また例えば、電解槽 1 0 0 において、陰極エンドセル 2 0 e に代えて陽極エンドセルに設けられた陽極液供給用流通部を通じて、電解槽の外部から陽極液が各陽極室 A に供給されるように改変した形態の電解槽とすることも可能である。また例えば、電解槽 1 0 0 において、陰極エンドセル 2 0 e に代えて陽極エンドセルに設けられた陰極液・ガス回収用流通部を通じて、陰極液および各陰極室 C 中のガスが、各陰極室 C から電解槽の外部に取り出されるように改変した形態の電解槽とすることも可能である。また例えば、これらの中から選ばれる 2 つ以上の改変を組み合わせることで電解槽 1 0 0 に施すことも可能である。また例えば、電解槽 2 0 0 において、陽極エンドセル 2 1 0 e に代えて陰極エンドセルに設けられた陰極液・ガス回収用流通部を通じて、陰極液および各陰極室 C 中のガスが、各陰極室 C から電解槽の外部に取り出されるように改変した形態の電解槽とすることも可能である。また例えば、電解槽 2 0 0 において、陽極エンドセル 2 1 0 e に代えて陰極エンドセルに設けられた陰極液供給用流通部を通じて、電解槽の外部から陰極液が各陰極室 C に供給されるように改変した形態の電解槽とすることも可能である。また例えば、電解槽 2 0 0 において、陽極エンドセル 2 1 0 e に代えて陰極エンドセルに設けられた陽極液・ガス回収用流通部を通じて、陽極液および各陽極室 A 中のガスが、各陽極室 A から電解槽の外部に取り出されるように改変した形態の電解槽とすることも可能である。また例えば、これらの中から選ばれる 2 つ以上の改変を組み合わせることで電解槽 2 0 0 に施すことも可能である。

すなわち、陽極液は、陽極エンドセルに設けられた陽極液供給用流通部を通じて、電解槽の外部から各陽極室 A に供給されてもよく、陰極エンドセルに設けられた陽極液供給用流通部を通じて、電解槽の外部から各陽極室 A に供給されてもよい。また陰極液は、陰極エンドセルに設けられた陰極液供給用流通部を通じて、電解槽の外部から各陰極室 C に供給されてもよく、陽極エンドセルに設けられた陰極液供給用流通部を通じて、電解槽の外部から各陰極室 C に供給されてもよい。また陽極液および各陽極室 A 中のガスは、陽極エンドセルに設けられた陽極液・ガス回収用流通部を通じて、各陽極室 A から電解槽の外部に取り出されてもよく、陰極エンドセルに設けられた陽極液・ガス回収用流通部を通じて、各陽極室 A から電解槽の外部に取り出されてもよい。

ただし、陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に陰極液供給用流通部が設けられている場合には、陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の陰極液供給用流通部に面した表面が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われる。また、陽極エンドセルの第 1 のフランジ部に陰極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、陽極エンドセルの第 1 のフランジ部の陰極液・ガス回収用流通部に面した表面が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われる。また、陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に陽極液供給用流通部が設けられている場合には、陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の陽極液供給用流通部に面した表面が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われる。また、陰極エンドセルの第 2 のフランジ部に陽極液・ガス回収用流通部が設けられている場合には、陰極エンドセルの第 2 のフランジ部の陽極液・ガス回収用流通部に面した表面が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われる。

【 0 0 8 0 】

本発明に関する上記説明では、隔膜要素 3 0 を挟むことなく隣接する陽極室セル 1 0 の第 3 の背面隔壁 1 1 と陰極室セル 2 0 の第 4 の背面隔壁 2 1 とが別個の部材である形態の電解槽 1 0 0、2 0 0 を例に挙げたが、本発明は当該形態に限定されない。例えば、隔膜

要素を挟むことなく隣接する陽極室セルの背面隔壁と陰極室セルの背面隔壁とが一体に形成された形態の電解槽とすることも可能である。

【 0 0 8 1 】

図 3 2 は、そのような他の一の実施形態に係る電解槽 3 0 0 を模式的に説明する断面図である。電解槽 3 0 0 は、アルカリ水電解用の電解槽である。図 3 2 において、紙面上下方向が鉛直上下方向にそれぞれ対応する。電解槽 3 0 0 は、陽極室セル 1 0 及び陰極室セル 2 0 の組に代えて、一体型極室セル（パイポラ電解エレメント）3 1 0 を備える点において、電解槽 1 0 0（図 3）と異なっている。図 3 3（A）は、図 3 2 から一体型極室セル 3 1 0 のみを抜き出した図であり、図 3 3（B）は図 3 3（A）の B - B 矢視断面図、図 3 4（A）は図 3 3（A）の C - C 矢視断面図、図 3 4（B）は図 3 3（A）の D - D 矢視断面図、図 3 5（A）は図 3 3（A）の E - E 矢視断面図、図 3 5（B）は図 3 3（A）の F - F 矢視図、図 3 6（A）は図 3 3（A）の G - G 矢視断面図、図 3 6（B）は図 3 3（A）の H - H 矢視図である。ただし、図 3 3（B）、図 3 4（A）及び（B）、図 3 5（A）及び（B）、並びに図 3 6（A）及び（B）において、導電性リブ 1 3、2 3、陽極 1 4、及び陰極 2 4 は省略している。一体型極室セル 3 1 0 においては、隣接する陽極室セル 1 0 の背面隔壁 1 1 と陰極室セル 2 0 の背面隔壁 2 1 とが一体に形成されて、一体の背面隔壁 3 1 1 とされている。背面隔壁 3 1 1 を構成する材料としては、上記説明した背面隔壁 1 1、2 1 と同様の材料を用いることができる。また一体型極室セル 3 1 0 においては、隣接する陽極室セル 1 0 のフランジ部 1 2 と陰極室セル 2 0 のフランジ部 2 2 とが一体に形成されて、背面隔壁 3 1 1 の陽極室側（図 2 0、3 3（A）の紙面左側）及び陰極室側（図 2 0、3 3（A）の紙面右側）の両方に延在する一体のフランジ部 3 1 2 とされている。フランジ部 3 1 2 を構成する材料としては、上記説明したフランジ部 1 2、2 2 と同様の材料を用いることができる。

一体型極室セル 3 1 0 のフランジ部 3 1 2 の下部には、フランジ部 3 1 2 を積層方向に貫通するように、陽極液供給用流通部 3 1 5 a 及び陰極液供給用流通部 3 1 5 b が設けられている。また一体型極室セル 3 1 0 のフランジ部 3 1 2 の上部には、フランジ部 3 1 2 を積層方向に貫通するように、陽極液・ガス回収用流通部 3 1 5 c 及び陰極液・ガス回収用流通部 3 1 5 d が設けられている。

図 3 6（A）及び（B）に示すように、一体型極室セル 3 1 0 は、陽極液供給用流通部 3 1 5 a および陽極室 A と流体連通して設けられた、陽極液供給用分岐流路 3 1 6 を備え、該陽極液供給用分岐流路 3 1 6 を通じて、陽極液供給用流通部 3 1 5 a から陽極室 A に陽極液が供給される。また一体型極室セル 3 1 0 は、陽極液・ガス回収用流通部 3 1 5 c および陽極室 A と流体連通して設けられた、陽極液・ガス回収用分岐流路 3 1 7 を備え、該陽極液・ガス回収用分岐流路 3 1 7 を通じて、陽極室 A から陽極液および陽極室中のガスが陽極液・ガス回収用流通部 3 1 5 c に回収される。

図 3 5（A）及び（B）に示すように、一体型極室セル 3 1 0 は、陰極液供給用流通部 3 1 5 b および陰極室 C と流体連通して設けられた、陰極液供給用分岐流路 3 2 6 をさらに備えており、該陰極液供給用分岐流路 3 2 6 を通じて、陰極液供給用流通部 3 1 5 b から陰極室 C に陰極液が供給される。また陰極室セル 2 0 は、陰極液・ガス回収用流通部 3 1 5 d および陰極室 C と流体連通して設けられた、陰極液・ガス回収用分岐流路 3 2 7 をさらに備えており、該陰極液・ガス回収用分岐流路 3 2 7 を通じて、陰極室 C から陰極液および陰極室中のガスが陰極液・ガス回収用流通部 3 1 5 d に回収される。

一体型極室セル 3 1 0 のフランジ部 3 1 2 の、陽極液供給用流通部 3 1 5 a に面した表面、陽極液・ガス回収用流通部 3 1 5 c に面した表面、陽極液供給用分岐流路 3 1 6 に面した表面、陽極液・ガス回収用分岐流路 3 1 7 に面した表面、陰極液供給用流通部 3 1 5 b に面した表面、陰極液・ガス回収用流通部 3 1 5 d に面した表面、陰極液供給用分岐流路 3 2 6 に面した表面、及び、陰極液・ガス回収用分岐流路 3 2 7 に面した表面は、それぞれ、電気絶縁性の樹脂材料 1 8 で覆われている。一体型極室セル 3 1 0 のフランジ部 3 1 2 の上記表面に樹脂材料 1 8 を設ける方法としては、陰極エンドセル 2 0 e のフランジ部 2 2 e に樹脂材料 2 8 e を設ける方法として上記説明したものと同様の方法を採用でき

10

20

30

40

50

る。電解槽 300 において、一体型極室セル 310 の上記各表面における電気絶縁性の樹脂材料 18 による被覆の好ましい厚みは、上記説明した電解槽 100、200 の各陽極室セル 10 及び各陰極室セル 20 における電気絶縁性の樹脂材料 18、28 による被覆の好ましい厚みと同様である。

また、電解槽 300 において、電気絶縁性の樹脂材料 18 は、一体型極室セル 310 の上記各表面のそれぞれの全部を覆うことが最も好ましいが、リーク電流の影響を低減する効果が大きく損なわれない範囲であれば、一体型極室セル 310 の上記各表面の一部が電気絶縁性の樹脂材料 18 で覆われていなくてもよい。リーク電流の影響を低減する効果を高める観点からは、電気絶縁性の樹脂材料 18 は、一体型極室セル 310 の上記各表面の面積のそれぞれ 99.0% 以上を覆うことが好ましく、上記各表面の面積のそれぞれ 99.5% 以上を覆うことがより好ましい。

10

【0082】

電解槽 300 において、陽極エンドセル 10e の陽極液供給用流通部 15ea と、各一体型極室セル 310 の陽極液供給用流通部 315a と、陰極エンドセル 20e の陽極液供給用流通部 25ea と、第 1 の隔膜要素 30A の陽極液供給用流通部 32Aa と、第 2 の隔膜要素 30C の陽極液供給用流通部 32Ca と、第 1 の隔膜要素 30A 及び第 2 の隔膜要素 30C 以外の各隔膜要素 30 の陽極液供給用流通部 32a とが相互に流体連通して、一体の陽極液供給用流通部 371 を形成している。

また、陽極エンドセル 10e の陽極液・ガス回収用流通部 15ec と、各一体型極室セル 310 の陽極液・ガス回収用流通部 315c と、陰極エンドセル 20e の陽極液・ガス回収用流通部 25ec と、第 1 の隔膜要素 30A の陽極液・ガス回収用流通部 32Ac と、第 2 の隔膜要素 30C の陽極液・ガス回収用流通部 32Cc と、第 1 の隔膜要素 30A 及び第 2 の隔膜要素 30C 以外の各隔膜要素 30 の陽極液・ガス回収用流通部 32c とが相互に流体連通して、一体の陽極液・ガス回収用流通部 373 を形成している。

20

また、各一体型極室セル 310 の陰極液供給用流通部 315b と、陰極エンドセル 20e の陰極液供給用流通部 25eb と、第 2 の隔膜要素 30C の陰極液供給用流通部 32Cb と、第 1 の隔膜要素 30A 及び第 2 の隔膜要素 30C 以外の各隔膜要素 30 の陰極液供給用流通部 32b とが相互に流体連通して、一体の陰極液供給用流通部 372 を形成している。

また、各一体型極室セル 310 の陰極液・ガス回収用流通部 315d と、陰極エンドセル 20e の陰極液・ガス回収用流通部 25ed と、第 2 の隔膜要素 30C の陰極液・ガス回収用流通部 32Cd と、第 1 の隔膜要素 30A 及び第 2 の隔膜要素 30C 以外の各隔膜要素 30 の陰極液・ガス回収用流通部 32d とが相互に流体連通して、一体の陰極液・ガス回収用流通部 374 を形成している。

30

【0083】

陽極液供給用流通部 371 に陽極液を供給する陽極液供給管 81 が、陰極側プレスフレーム 62 及び陰極側絶縁部材 52 に陽極液供給用流通部 371 と連通して設けられた第 1 の貫通孔 62a、52a を通じて、陽極液供給用流通部 371 に接続されている。

陰極液供給用流通部 372 に陰極液を供給する陰極液供給管 82 が、陰極側プレスフレーム 62 及び陰極側絶縁部材 52 に陰極液供給用流通部 372 と連通して設けられた第 2 の貫通孔 62b、52b を通じて、陰極液供給用流通部 372 に接続されている。

40

陽極液・ガス回収用流通部 373 から陽極液およびガスを回収する陽極液・ガス回収管 83 が、陰極側プレスフレーム 62 及び陰極側絶縁部材 52 に陽極液・ガス回収用流通部 373 と連通して設けられた第 3 の貫通孔 62c、52c を通じて、陽極液・ガス回収用流通部 373 に接続されている。

陰極液・ガス回収用流通部 374 から陰極液およびガスを回収する陰極液・ガス回収管 84 が、陰極側プレスフレーム 62 及び陰極側絶縁部材 52 に陰極液・ガス回収用流通部 374 と連通して設けられた第 4 の貫通孔 62d、52d を通じて、陰極液・ガス回収用流通部 374 に接続されている。

【0084】

50

各極液供給管／回収管 8 1 ～ 8 4 を、それぞれ第 1 ～ 第 4 の貫通孔 6 1 a / 5 1 a ～ 6 1 d / 5 1 d を通じて、それぞれ各極液供給用／回収用流通部 3 7 1 ～ 3 7 4 に接続する手法としては、電解槽 1 0 0 について上記説明したものと同様の接続手法を特に制限なく用いることができる。

【 0 0 8 5 】

このような一体型極室セル 3 1 0 を備える形態の電解槽 3 0 0 によっても、電解槽 1 0 0 (図 3 ～ 1 9) について上記説明した効果と同様の効果を得ることが可能である。

【 0 0 8 6 】

本発明に関する上記説明では、陽極エンドセル 1 0 e / 2 1 0 e のフランジ部 1 2 e / 2 1 2 e、陰極エンドセル 2 0 e / 2 2 0 e のフランジ部 2 2 e / 2 2 2 e、陽極室セル 1 0 のフランジ部 1 2、陰極室セル 2 0 のフランジ部 2 2、及び／又は一体型極室セル 3 1 0 のフランジ部 3 1 2 の各金属部材が、隔膜要素 3 0 (3 0 A、3 0 C、2 3 0 A、2 3 0 C) 又はガスケットに直接に接する形態の電解槽 1 0 0、2 0 0、及び 3 0 0 を例に挙げたが、本発明は当該形態に限定されない。例えば、陽極エンドセル、陰極エンドセル、各陽極室セル、各陰極室セル、及び／又は一体型極室セルの各フランジ部の、隔膜要素またはガスケットに接する面が、さらに電気絶縁性の樹脂材料で覆われている形態の電解槽とすることも可能である。

【 0 0 8 7 】

図 3 7 は、そのような他の一の実施形態に係る電解槽 4 0 0 を模式的に説明する断面図である。電解槽 4 0 0 は、アルカリ水電解用の電解槽である。図 3 7 において、紙面上下方向が鉛直上下方向にそれぞれ対応する。電解槽 4 0 0 は、陽極エンドセル 1 0 e に代えて陽極エンドセル 4 1 0 e を備え、陰極エンドセル 2 0 e に代えて陰極エンドセル 4 2 0 e を備え、一体型極室セル 3 1 0 に代えて一体型極室セル 4 1 0 を備える点において、電解槽 3 0 0 (図 3 2 ～ 3 6) と異なっている。

【 0 0 8 8 】

図 3 8 (A) は、図 3 7 から陰極エンドセル 4 2 0 e のみを抜き出した図であり、図 3 8 (B) は図 3 8 (A) の B - B 矢視断面図、図 3 8 (C) は図 3 8 (A) の C - C 矢視断面図である。ただし図 3 8 (B) 及び (C) において、導電性リブ 2 3 及び陰極 2 4 は省略している。陰極エンドセル 4 2 0 e は、フランジ部 2 2 e に代えてフランジ部 4 2 2 e を備える点において、陰極エンドセル 2 0 e (図 3、7、8、3 2) と異なっている。陰極エンドセル 4 2 0 e のフランジ部 4 2 2 e は、第 2 の隔膜要素 3 0 C (の保護部材 3 2 C) と接触する表面が、さらに電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e で覆われている点において、陰極エンドセル 2 0 e のフランジ部 2 2 e と異なっている。フランジ部 4 2 2 e の第 2 の隔膜要素 3 0 C と接触する表面を電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e で覆う方法としては、上記同様に、コーティング等の手法を採用できる。また、当該表面における電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e による被覆の厚みの好ましい範囲についても上記同様である。

またリーク電流の影響を低減する効果をさらに高める観点から、電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e は、陰極エンドセル 2 0 e のフランジ部 4 2 2 e の、第 2 の隔膜要素 3 0 C (の保護部材 3 2 C) と接触する表面の面積の 9 9 . 0 % 以上を覆うことが好ましく、9 9 . 5 % 以上を覆うことがより好ましく、当該表面の全部を覆うことが最も好ましい。

【 0 0 8 9 】

図 3 9 (A) は、図 3 7 から陽極エンドセル 4 1 0 e のみを抜き出した図であり、図 3 9 (B) は図 3 9 (A) の B - B 矢視断面図、図 3 9 (C) は図 3 9 (A) の C - C 矢視断面図である。ただし図 3 9 (B) 及び (C) において、導電性リブ 1 3 及び陽極 1 4 は省略している。陽極エンドセル 4 1 0 e は、フランジ部 1 2 e に代えてフランジ部 4 1 2 e を備える点において、陽極エンドセル 1 0 e (図 3、1 6、1 7、3 2) と異なっている。陽極エンドセル 4 1 0 e のフランジ部 4 1 2 e は、第 1 の隔膜要素 3 0 A (の保護部材 3 2 A) と接触する表面が、さらに電気絶縁性の樹脂材料 1 8 e で覆われている点において、陽極エンドセル 1 0 e のフランジ部 1 2 e と異なっている。フランジ部 4 1 2 e の第 1 の隔膜要素 3 0 A と接触する表面を電気絶縁性の樹脂材料 1 8 e で覆う方法としては、上

記同様に、コーティング等の手法を採用できる。また、当該表面における電気絶縁性の樹脂材料 18 e による被覆の厚みの好ましい範囲についても上記同様である。

またリーク電流の影響を低減する効果をさらに高める観点から、電気絶縁性の樹脂材料 18 e は、陽極エンドセル 410 e のフランジ部 412 e の、第 1 の隔膜要素 30 A (の保護部材 32 A) と接触する表面の面積の 99.0% 以上を覆うことが好ましく、99.5% 以上を覆うことがより好ましく、当該表面の全部を覆うことが最も好ましい。

【0090】

図 40 (A) は、図 37 から一体型極室セル 440 のみを抜き出した図であり、図 40 (B) は図 40 (A) の B - B 矢視断面図、図 40 (C) は図 40 (A) の C - C 矢視図、図 41 (A) は図 40 (A) の D - D 矢視断面図、図 41 (B) は図 40 (A) の E - E 矢視図である。ただし図 40 (B) 及び (C) 並びに図 41 (A) 及び (B) において、導電性リブ 13、23、陽極 14、及び陰極 24 は省略している。一体型極室セル 440 は、フランジ部 312 に代えてフランジ部 442 を備える点において、一体型極室セル 310 (図 32 ~ 36) と異なっている。一体型極室セル 440 のフランジ部 442 は、隔膜要素 30 (30 A、30 C) と接触する表面が、さらに電気絶縁性の樹脂材料 18 で覆われている点において、一体型極室セル 310 のフランジ部 312 と異なっている。フランジ部 442 の隔膜要素 30 (30 A、30 C) と接触する表面を電気絶縁性の樹脂材料 18 で覆う方法としては、上記同様に、コーティング等の手法を採用できる。また、当該表面における電気絶縁性の樹脂材料 18 による被覆の厚みの好ましい範囲についても上記同様である。

またリーク電流の影響を低減する効果をさらに高める観点から、電気絶縁性の樹脂材料 18 は、一体型極室セル 440 のフランジ部 442 の、隔膜要素 30 (30 A、30 C) と接触する各表面の面積の、それぞれ 99.0% 以上を覆うことが好ましく、それぞれ 99.5% 以上を覆うことがより好ましく、当該各表面の全部を覆うことが最も好ましい。

【0091】

電解槽 400 において、陽極エンドセル 410 e の陽極液供給用流通部 15 e a と、各一体型極室セル 440 の陽極液供給用流通部 315 a と、陰極エンドセル 420 e の陽極液供給用流通部 25 e a と、第 1 の隔膜要素 30 A の陽極液供給用流通部 32 A a と、第 2 の隔膜要素 30 C の陽極液供給用流通部 32 C a と、第 1 の隔膜要素 30 A 及び第 2 の隔膜要素 30 C 以外の各隔膜要素 30 の陽極液供給用流通部 32 a とが相互に流体連通して、一体の陽極液供給用流通部 471 を形成している。

また、陽極エンドセル 410 e の陽極液・ガス回収用流通部 15 e c と、各一体型極室セル 440 の陽極液・ガス回収用流通部 315 c と、陰極エンドセル 420 e の陽極液・ガス回収用流通部 25 e c と、第 1 の隔膜要素 30 A の陽極液・ガス回収用流通部 32 A c と、第 2 の隔膜要素 30 C の陽極液・ガス回収用流通部 32 C c と、第 1 の隔膜要素 30 A 及び第 2 の隔膜要素 30 C 以外の各隔膜要素 30 の陽極液・ガス回収用流通部 32 c とが相互に流体連通して、一体の陽極液・ガス回収用流通部 473 を形成している。

また、各一体型極室セル 440 の陰極液供給用流通部 315 b と、陰極エンドセル 420 e の陰極液供給用流通部 25 e b と、第 2 の隔膜要素 30 C の陰極液供給用流通部 32 C b と、第 1 の隔膜要素 30 A 及び第 2 の隔膜要素 30 C 以外の各隔膜要素 30 の陰極液供給用流通部 32 b とが相互に流体連通して、一体の陰極液供給用流通部 472 を形成している。

また、各一体型極室セル 440 の陰極液・ガス回収用流通部 315 d と、陰極エンドセル 420 e の陰極液・ガス回収用流通部 25 e d と、第 2 の隔膜要素 30 C の陰極液・ガス回収用流通部 32 C d と、第 1 の隔膜要素 30 A 及び第 2 の隔膜要素 30 C 以外の各隔膜要素 30 の陰極液・ガス回収用流通部 32 d とが相互に流体連通して、一体の陰極液・ガス回収用流通部 474 を形成している。

【0092】

陽極液供給用流通部 471 に陽極液を供給する陽極液供給管 81 が、陰極側プレスフレーム 62 及び陰極側絶縁部材 52 に陽極液供給用流通部 471 と連通して設けられた第 1

の貫通孔 6 2 a、5 2 a を通じて、陽極液供給用流通部 4 7 1 に接続されている。

陰極液供給用流通部 4 7 2 に陰極液を供給する陰極液供給管 8 2 が、陰極側プレスフレーム 6 2 及び陰極側絶縁部材 5 2 に陰極液供給用流通部 4 7 2 と連通して設けられた第 2 の貫通孔 6 2 b、5 2 b を通じて、陰極液供給用流通部 4 7 2 に接続されている。

陽極液・ガス回収用流通部 4 7 3 から陽極液およびガスを回収する陽極液・ガス回収管 8 3 が、陰極側プレスフレーム 6 2 及び陰極側絶縁部材 5 2 に陽極液・ガス回収用流通部 4 7 3 と連通して設けられた第 3 の貫通孔 6 2 c、5 2 c を通じて、陽極液・ガス回収用流通部 4 7 3 に接続されている。

陰極液・ガス回収用流通部 4 7 4 から陰極液およびガスを回収する陰極液・ガス回収管 8 4 が、陰極側プレスフレーム 6 2 及び陰極側絶縁部材 5 2 に陰極液・ガス回収用流通部 4 7 4 と連通して設けられた第 4 の貫通孔 6 2 d、5 2 d を通じて、陰極液・ガス回収用流通部 4 7 4 に接続されている。

【 0 0 9 3 】

各極液供給管 / 回収管 8 1 ~ 8 4 を、それぞれ第 1 ~ 第 4 の貫通孔 6 1 a / 5 1 a ~ 6 1 d / 5 1 d を通じて、それぞれ各極液供給用 / 回収用流通部 4 7 1 ~ 4 7 4 に接続する手法としては、電解槽 1 0 0 について上記説明したものと同様の接続手法を特に制限なく用いることができる。

【 0 0 9 4 】

このような形態の電解槽 4 0 0 によっても、電解槽 1 0 0 (図 3 ~ 1 9) について上記説明した効果と同様の効果を得ることが可能である。さらに、このような形態の電解槽 4 0 0 によれば、陽極エンドセル 4 1 0 e のフランジ部 4 1 2 と第 1 の隔膜要素 3 0 A との接触部、陰極エンドセル 4 2 0 e のフランジ部 4 2 2 と第 2 の隔膜要素 3 0 C との接触部、及び、各一体型極室セル 4 4 0 のフランジ部 4 4 2 と一体型極室セル 4 4 0 に隣接する 2 つの隔膜要素 3 0、3 0 との接触部に電解液が浸入しても、これらの接触部がカウンター電極として作用して逆反応が進行することが低減ないし抑制されるので、リーク電流の影響をさらに低減ないし抑制することが可能になる。

【 0 0 9 5 】

本発明に関する上記説明では、ガasket からなる保護部材 3 2 を備える隔膜要素 3 0 (3 0 A、3 0 C) を備える形態の電解槽 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0 を例に挙げたが、本発明は当該形態に限定されない。例えば、金属板の表面がエラストマーで被覆されてなる保護部材を備える隔膜要素を備える形態の電解槽とすることも可能である。

【 0 0 9 6 】

図 4 2 は、そのような他の一の実施形態に係る電解槽 5 0 0 を模式的に説明する断面図である。電解槽 5 0 0 は、アルカリ水電解用の電解槽である。図 4 2 において、紙面上下方向が鉛直上下方向にそれぞれ対応する。電解槽 5 0 0 は、隔膜要素 3 0、3 0 A、3 0 C に代えて隔膜要素 5 3 0、5 3 0 A、5 3 0 C をそれぞれ備える点において、電解槽 1 0 0 (図 3 ~ 1 9) と異なっている。隔膜要素 5 3 0、5 3 0 A、5 3 0 C は、保護部材 3 2、3 2 A、3 2 C に代えて保護部材 5 3 2、5 3 2 A、5 3 2 C をそれぞれ備える点において、隔膜要素 3 0、3 0 A、3 0 C とそれぞれ異なっている。なお電解槽 5 0 0 において、第 2 の隔膜要素 5 3 0 C と、第 1 及び第 2 の隔膜要素 5 3 0 A、5 3 0 C 以外の各隔膜要素 5 3 0 とは同一の構成を有するので、以下において両者をまとめて「隔膜要素 5 3 0 / 5 3 0 C」といい、隔膜要素 5 3 0 / 5 3 0 C が備える各要素についても同様にまとめて記載することがある。

【 0 0 9 7 】

図 4 3 (A) は、図 4 2 から隔膜要素 5 3 0 / 5 3 0 C を抜き出した図であり、図 4 3 (B) は図 4 3 (A) の B - B 矢視断面図、図 4 3 (C) は図 4 3 (A) の C - C 矢視図である。保護部材 5 3 2 / 5 3 2 C は、金属板 5 3 3 / 5 3 3 C と、金属板 5 3 3 / 5 3 3 C の表面に設けられた電気絶縁性のエラストマー被覆 5 3 4 / 5 3 4 C とを備える点において、保護部材 3 2、3 2 C と異なっている。保護部材 3 2、3 2 C と同様に、保護部材 5 3 2 / 5 3 2 C の下部には陽極液供給用流通部 5 3 2 a / 5 3 2 C a 及び陰極液供給

10

20

30

40

50

用流通部 5 3 2 b / 5 3 2 C b が設けられており、保護部材 5 3 2 / 5 3 2 C の上部には陽極液・ガス回収用流通部 5 3 2 c / 5 3 2 C c 及び陰極液・ガス回収用流通部 5 3 2 d / 5 3 2 C d が設けられている。保護部材 5 3 2 / 5 3 2 C の、陽極液供給用流通部 5 3 2 a / 5 3 2 C a に面した表面、陰極液供給用流通部 5 3 2 b / 5 3 2 C b に面した表面、陽極液・ガス回収用流通部 5 3 2 c / 5 3 2 C c に面した表面、及び陰極液・ガス回収用流通部 5 3 2 d / 5 3 2 C d に面した表面は、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料 5 3 8 で覆われている。これにより、金属板 5 3 3 / 5 3 3 C の、陽極液供給用流通部 5 3 2 a / 5 3 2 C a に面した表面、陰極液供給用流通部 5 3 2 b / 5 3 2 C b に面した表面、陽極液・ガス回収用流通部 5 3 2 c / 5 3 2 C c に面した表面、及び陰極液・ガス回収用流通部 5 3 2 d / 5 3 2 C d に面した表面が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料 5 3 8 で覆われている。隔膜 3 1 の周縁部は、保護部材 5 3 2 / 5 3 2 C のエラストマー被覆 5 3 4 / 5 3 4 C 及び金属板 5 3 3 / 5 3 3 C に連通して設けられたスリット部に保持されている。電気絶縁性の樹脂材料 5 3 8 としては、電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e として上記説明したものと同様の材料を用いることができる。

10

【 0 0 9 8 】

図 4 4 (A) は、図 4 2 から第 1 の隔膜要素 5 3 0 A を抜き出した図であり、図 4 4 (B) は図 4 4 (A) の B - B 矢視断面図、図 4 4 (C) は図 4 4 (A) の C - C 矢視図である。保護部材 5 3 2 A は、金属板 5 3 3 A と、金属板 5 3 3 A の表面に設けられた電気絶縁性のエラストマー被覆 5 3 4 A とを備える点において、保護部材 3 2 A と異なっている。保護部材 3 2 A と同様に、保護部材 5 3 2 A の下部には陽極液供給用流通部 5 3 2 A a が設けられているが、陰極液供給用流通部は設けられていない。保護部材 5 3 2 A の上部には陽極液・ガス回収用流通部 5 3 2 A c が設けられているが、陰極液・ガス回収用流通部は設けられていない。保護部材 5 3 2 A の、陽極液供給用流通部 5 3 2 A a に面した表面、及び、陽極液・ガス回収用流通部 5 3 2 A c に面した表面は、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料 5 3 8 で覆われている。これにより、金属板 5 3 3 A の、陽極液供給用流通部 5 3 2 A a に面した表面、及び、陽極液・ガス回収用流通部 5 3 2 A c に面した表面が、それぞれ電気絶縁性の樹脂材料 5 3 8 で覆われている。隔膜 3 1 の周縁部は、保護部材 5 3 2 A のエラストマー被覆 5 3 4 A 及び金属板 5 3 3 A に連通して設けられたスリット部に保持されている。

20

【 0 0 9 9 】

このように、隔膜要素の保護部材が金属部材を含み、該金属部材が、陽極液供給用流通部に面した表面、陰極液供給用流通部に面した表面、陽極液・ガス回収用流通部に面した表面、及び / 又は陰極液・ガス回収用流通部に面した表面を有する場合には、それらの表面も電気絶縁性の樹脂材料 (5 3 8) で覆われていることが好ましい。隔膜要素の金属部材の上記表面を電気絶縁性の樹脂材料 (5 3 8) で覆う方法としては、上記同様に、コーティング等の手法を採用できる。各隔膜要素の保護部材が備える金属部材の、上記流通部に面した表面が電気絶縁性の樹脂材料 (5 3 8) で覆われていることにより、当該金属部材がカウンター電極として作用して逆反応が進行することを抑制できるので、リーク電流の影響をさらに低減ないし抑制することが可能になる。なお、各隔膜要素の保護部材が備える金属部材の上記各流通部に面した表面における、電気絶縁性の樹脂材料 (5 3 8) による被覆の好ましい厚みは、上記説明した電気絶縁性の樹脂材料 2 8 e による被覆の好ましい厚みと同様である。

30

40

また、リーク電流の影響を低減する効果をさらに高める観点から、電気絶縁性の樹脂材料 (5 3 8) は、各隔膜要素の保護部材が備える金属部材の上記各流通部に面した表面の面積の、それぞれ 9 9 . 0 % 以上を覆うことが好ましく、それぞれ 9 9 . 5 % 以上を覆うことがより好ましく、当該各表面の全部を覆うことが最も好ましい。

【 0 1 0 0 】

電解槽 5 0 0 において、陽極エンドセル 1 0 e の陽極液供給用流通部 1 5 e a と、各陽極室セル 1 0 の陽極液供給用流通部 1 5 a と、各陰極室セル 2 0 の陽極液供給用流通部 2 5 a と、陰極エンドセル 2 0 e の陽極液供給用流通部 2 5 e a と、第 1 の隔膜要素 5 3 0

50

Aの陽極液供給用流通部532Aaと、第2の隔膜要素530Cの陽極液供給用流通部532Caと、第1の隔膜要素530A及び第2の隔膜要素530C以外の各隔膜要素530の陽極液供給用流通部532aとが相互に流体連通して、一体の陽極液供給用流通部571を形成している。

また、陽極エンドセル10eの陽極液・ガス回収用流通部15ecと、各陽極室セル10の陽極液・ガス回収用流通部15cと、各陰極室セル20の陽極液・ガス回収用流通部25cと、陰極エンドセル20eの陽極液・ガス回収用流通部25ecと、第1の隔膜要素530Aの陽極液・ガス回収用流通部532Acと、第2の隔膜要素530Cの陽極液・ガス回収用流通部532Ccと、第1の隔膜要素530A及び第2の隔膜要素530C以外の各隔膜要素530の陽極液・ガス回収用流通部532cとが相互に流体連通して、一体の陽極液・ガス回収用流通部573を形成している。

10

また、各陽極室セル10の陰極液供給用流通部15bと、各陰極室セル20の陰極液供給用流通部25bと、陰極エンドセル20eの陰極液供給用流通部25ebと、第2の隔膜要素530Cの陰極液供給用流通部532Cbと、第1の隔膜要素530A及び第2の隔膜要素530C以外の各隔膜要素530の陰極液供給用流通部532bとが相互に流体連通して、一体の陰極液供給用流通部572を形成している。

また、各陽極室セル10の陰極液・ガス回収用流通部15dと、各陰極室セル20の陰極液・ガス回収用流通部25dと、陰極エンドセル20eの陰極液・ガス回収用流通部25edと、第2の隔膜要素530Cの陰極液・ガス回収用流通部532Cdと、第1の隔膜要素530A及び第2の隔膜要素530C以外の各隔膜要素530の陰極液・ガス回収用流通部532dとが相互に流体連通して、一体の陰極液・ガス回収用流通部574を形成している。

20

【0101】

陽極液供給用流通部571に陽極液を供給する陽極液供給管81が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陽極液供給用流通部571と連通して設けられた第1の貫通孔62a、52aを通じて、陽極液供給用流通部571に接続されている。

陰極液供給用流通部572に陰極液を供給する陰極液供給管82が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陰極液供給用流通部572と連通して設けられた第2の貫通孔62b、52bを通じて、陰極液供給用流通部572に接続されている。

陽極液・ガス回収用流通部573から陽極液およびガスを回収する陽極液・ガス回収管83が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陽極液・ガス回収用流通部573と連通して設けられた第3の貫通孔62c、52cを通じて、陽極液・ガス回収用流通部573に接続されている。

30

陰極液・ガス回収用流通部574から陰極液およびガスを回収する陰極液・ガス回収管84が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陰極液・ガス回収用流通部574と連通して設けられた第4の貫通孔62d、52dを通じて、陰極液・ガス回収用流通部574に接続されている。

【0102】

このような電解槽500によっても、電解槽100(図3~19)について上記説明した効果と同様の効果を得ることが可能である。

40

【0103】

金属板533、533A、533Cを構成する金属材料としては、アルカリ耐性を有する剛性の金属材料を好ましく用いることができ、例えばニッケル、鉄等の単体金属やSUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等のステンレス鋼等の金属材料を好ましく採用できる。これら金属材料には、耐食性を向上させるために、ニッケルめっきを施しても良い。

【0104】

エラストマー被覆534、534A、534Cを構成するエラストマーとしては、電気絶縁性および耐アルカリ性を有するエラストマーを好ましく用いることができる。そのようなエラストマーの例としては、天然ゴム(NR)、スチレンブタジエンゴム(SBR)

50

、クロロプレンゴム（ＣＲ）、ブタジエンゴム（ＢＲ）、アクリロニトリル－ブタジエンゴム（ＮＢＲ）、エチレン－プロピレンゴム（ＥＰＴ）、エチレン－プロピレン－ジエンゴム（ＥＰＤＭ）、イソブチレン－イソプレンゴム（ＩＩＲ）、クロロスルホン化ポリエチレンゴム（ＣＳＭ）等のエラストマーを挙げることができる。また、アルカリ耐性を有しないエラストマーを使用する場合、該エラストマーの表面に耐アルカリ性を有する材料の層を被覆等により設けても良い。

【０１０５】

図４５は、本発明のさらに他の一実施形態に係る電解槽６００を模式的に説明する断面図である。電解槽６００は、アルカリ水電解用の電解槽である。図４５において、紙面上下方向が鉛直上下方向にそれぞれ対応する。電解槽６００は、隔膜要素３０、３０Ａ、３０Ｃに代えて隔膜要素６３０、６３０Ａ、６３０Ｃをそれぞれ備える点において、電解槽１００（図３～１９）と異なっている。隔膜要素６３０、６３０Ａ、６３０Ｃは、保護部材３２、３２Ａ、３２Ｃに代えて保護部材６４０、６４０Ａ、６４０Ｃをそれぞれ備える点において、隔膜要素３０、３０Ａ、３０Ｃとそれぞれ異なっている。なお電解槽６００において、第２の隔膜要素６３０Ｃと、第１及び第２の隔膜要素６３０Ａ、６３０Ｃ以外の各隔膜要素６３０とは同一の構成を有するので、以下において両者をまとめて「隔膜要素６３０／６３０Ｃ」といい、隔膜要素６３０／６３０Ｃが備える各要素についても同様にまとめて記載することがある。

【０１０６】

図４６（Ａ）は、図４５から隔膜要素６３０／６３０Ｃを抜き出した図であり、図４６（Ｂ）は図４６（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図、図４７（Ａ）は図４６（Ａ）のＣ－Ｃ矢視断面図、図４７（Ｂ）は図４６（Ａ）のＤ－Ｄ矢視断面図である。保護部材６４０／６４０Ｃは、隔膜３１の周縁部を挟持するガスケット６４１と、ガスケット６４１を保持する樹脂製の保持部材６４２／６４２Ｃとを備える点において、保護部材３２、３２Ｃと異なっている。保護部材３２、３２Ｃと同様に、保護部材６４０／６４０Ｃの下部には陽極液供給用流通部６４０ａ／６４０Ｃａ及び陰極液供給用流通部６４０ｂ／６４０Ｃｂが設けられており、保護部材６４０／６４０Ｃの上部には陽極液・ガス回収用流通部６４０ｃ／６４０Ｃｃ及び陰極液・ガス回収用流通部６４０ｄ／６４０Ｃｄが設けられている。

【０１０７】

図４８（Ａ）は、図４５から第１の隔膜要素６３０Ａを抜き出した図であり、図４８（Ｂ）は図４８（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図、図４９（Ａ）は図４８（Ａ）のＣ－Ｃ矢視断面図、図４９（Ｂ）は図４８（Ａ）のＤ－Ｄ矢視断面図である。保護部材６４０Ａは、隔膜３１の周縁部を挟持するガスケット６４１と、ガスケット６４１を保持する樹脂製の保持部材６４２Ａとを備える点において、保護部材３２Ａと異なっている。保護部材３２Ａと同様に、保護部材６４２Ａの下部には陽極液供給用流通部６４０Ａａが設けられているが、陰極液供給用流通部は設けられていない。保護部材６４０Ａの上部には陽極液・ガス回収用流通部６４０Ａｃが設けられているが、陰極液・ガス回収用流通部は設けられていない。

【０１０８】

図５０は、電解槽６００における保護部材６４０／６４０Ｃ、６４０Ａをさらに詳細に説明する断面図である。図５０（Ａ）～（Ｃ）において、紙面上下方向が鉛直上下方向にそれぞれ対応する。図５０（Ａ）は、保護部材６４０／６４０Ｃ、６４０Ａを分解した姿勢を示す断面図である。保護部材６４０／６４０Ｃ、６４０Ａは、隔膜３１の周縁部を保持するガスケット６４１と、ガスケット６４１を保持する樹脂製の保持部材６４２／６４２Ｃ、６４２Ａとを備えている。保持部材６４２／６４２Ｃ、６４２Ａは、それぞれ、基体枠６４２１／６４２１Ｃ、６４２１Ａと、蓋枠６４２２とを備える。基体枠６４２１／６４２１Ｃ、６４２１Ａの外周側には、各極液供給用／回収用流通部が設けられている。基体枠６４２１／６４２１Ｃ、６４２１Ａは、基体枠６４２１／６４２１Ｃ、６４２１Ａの内周側に設けられ、ガスケット６４１を受け容れることが可能な寸法を有する受容部６４２１ａと、受容部６４２１ａより基体枠６４２１／６４２１Ｃ、６４２１Ａの内周側に

10

20

30

40

50

突出して延在し、受容部 6 4 2 1 a にガスケット 6 4 1 が受け容れられた際にガスケット 6 4 1 を各極室セル及び隔膜要素 6 3 0 の積層方向（図 5 0 の紙面左右方向。以下において単に「積層方向」ということがある。）に支持する支持部 6 4 2 1 b とを備えている。図 5 0（B）は、ガスケット 6 4 1 が基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の受容部 6 4 2 1 a に受け容れられ、支持部 6 4 2 1 b に積層方向から支持されている姿勢を示す断面図である。受容部 6 4 2 1 a の積層方向における深さは、隔膜 3 1 の周縁部を保持したガスケット 6 4 1 の積層方向における厚さよりも深いので、隔膜 3 1 を保持したガスケット 6 4 1 が受容部 6 4 2 1 a に受け容れられ支持部 6 4 2 1 b に積層方向から支持されているとき、受容部 6 4 2 1 a に受け容れられたガスケット 6 4 1 の支持部 6 4 2 1 b とは反対側の面 6 4 1 a と、基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の支持部 6 4 2 1 b とは反対側の面 6 4 2 1 c との間には段差が生じる（図 5 0（B））。蓋枠 6 4 2 2 は、受容部 6 4 2 1 a にガスケット 6 4 1 を受け容れた基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の面 6 4 2 1 c とガスケットの面 6 4 1 a との間の段差に受け容れられることが可能な寸法を有している。すなわち、蓋枠 6 4 2 2 の外周部は、基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の受容部 6 4 2 1 a の内周部と略同一の寸法を有しており、蓋枠 6 4 2 2 の内周部は、基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の支持部 6 4 2 1 b の内周部と略同一の寸法を有しており、蓋枠 6 4 2 2 の積層方向における厚さは、隔膜 3 1 を保持したガスケット 6 4 1 の積層方向の厚さと蓋枠 6 4 2 2 の積層方向の厚さとの合計が基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の受容部 6 4 2 1 a の積層方向の深さと略同一となるようにされている。図 5 0（C）は、図 5 0（B）における基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の面 6 4 2 1 c とガスケットの面 6 4 1 a との間の段差に蓋枠 6 4 2 2 が受け容れられた姿勢を示す断面図である。図 5 0（C）に示すように、ガスケット 6 4 1 及び蓋枠 6 4 2 2 が基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の受容部 6 4 2 1 a に受け容れられることにより、ガスケット 6 4 1 が保持部材 6 4 2 / 6 4 2 C、6 4 2 A に保持される。電解槽 6 0 0 において、隔膜要素 6 3 0 / 6 3 0 C、6 3 0 A の保護部材 6 4 0 / 6 4 0 C、6 4 0 A は、隣接する陽極エンドセル 1 0 e 若しくは陰極エンドセル 2 0 e 又は各陽極室セル 1 0 若しくは各陰極室セル 2 0 から積層方向に押圧力を受ける（図 4 5）ので、基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の受容部 6 4 2 1 a に受け容れられたガスケット 6 4 1 は基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A の支持部 6 4 2 1 b と蓋枠 6 4 2 2 とによって積層方向に挟持され固定される。

【0109】

電解槽 6 0 0 において、ガスケット 6 4 1 を構成する材料としては、ガスケット 3 2 について上記説明した材料と同様の材料を用いることができる。保持部材 6 4 2 / 6 4 2 C、6 4 2 A の基体枠 6 4 2 1 / 6 4 2 1 C、6 4 2 1 A 及び蓋枠 6 4 2 2 を構成する樹脂材料としては、耐アルカリ性を有し積層方向に印加される押圧力に耐える強度を有する樹脂材料を特に制限なく用いることができる。そのような樹脂材料の例としては、硬質塩化ビニル樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリベンゾイミダゾール樹脂、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、テトラフルオロエチレン - パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂、テトラフルオロエチレン - エチレン共重合体樹脂等を挙げることができる。

【0110】

電解槽 6 0 0 において、陽極エンドセル 1 0 e の陽極液供給用流通部 1 5 e a と、各陽極室セル 1 0 の陽極液供給用流通部 1 5 a と、各陰極室セル 2 0 の陽極液供給用流通部 2 5 a と、陰極エンドセル 2 0 e の陽極液供給用流通部 2 5 e a と、第 1 の隔膜要素 6 3 0 A の陽極液供給用流通部 6 4 0 A a と、第 2 の隔膜要素 6 3 0 C の陽極液供給用流通部 6 4 0 C a と、第 1 の隔膜要素 6 3 0 A 及び第 2 の隔膜要素 6 3 0 C 以外の各隔膜要素 6 3 0 の陽極液供給用流通部 6 4 0 a とが相互に流体連通して、一体の陽極液供給用流通部 6 7 1 を形成している。

また、陽極エンドセル 1 0 e の陽極液・ガス回収用流通部 1 5 e c と、各陽極室セル 1 0 の陽極液・ガス回収用流通部 1 5 c と、各陰極室セル 2 0 の陽極液・ガス回収用流通部

25cと、陰極エンドセル20eの陽極液・ガス回収用流通部25ecと、第1の隔膜要素630Aの陽極液・ガス回収用流通部640Acと、第2の隔膜要素630Cの陽極液・ガス回収用流通部640Ccと、第1の隔膜要素630A及び第2の隔膜要素630C以外の各隔膜要素630の陽極液・ガス回収用流通部640cとが相互に流体連通して、一体の陽極液・ガス回収用流通部673を形成している。

また、各陽極室セル10の陰極液供給用流通部15bと、各陰極室セル20の陰極液供給用流通部25bと、陰極エンドセル20eの陰極液供給用流通部25ebと、第2の隔膜要素530Cの陰極液供給用流通部640Cbと、第1の隔膜要素630A及び第2の隔膜要素630C以外の各隔膜要素630の陰極液供給用流通部640bとが相互に流体連通して、一体の陰極液供給用流通部672を形成している。

10

また、各陽極室セル10の陰極液・ガス回収用流通部15dと、各陰極室セル20の陰極液・ガス回収用流通部25dと、陰極エンドセル20eの陰極液・ガス回収用流通部25edと、第2の隔膜要素630Cの陰極液・ガス回収用流通部640Cdと、第1の隔膜要素630A及び第2の隔膜要素630C以外の各隔膜要素630の陰極液・ガス回収用流通部640dとが相互に流体連通して、一体の陰極液・ガス回収用流通部674を形成している。

【0111】

陽極液供給用流通部671に陽極液を供給する陽極液供給管81が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陽極液供給用流通部671と連通して設けられた第1の貫通孔62a、52aを通じて、陽極液供給用流通部671に接続されている。

20

陰極液供給用流通部672に陰極液を供給する陰極液供給管82が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陰極液供給用流通部672と連通して設けられた第2の貫通孔62b、52bを通じて、陰極液供給用流通部672に接続されている。

陽極液・ガス回収用流通部673から陽極液およびガスを回収する陽極液・ガス回収管83が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陽極液・ガス回収用流通部673と連通して設けられた第3の貫通孔62c、52cを通じて、陽極液・ガス回収用流通部673に接続されている。

陰極液・ガス回収用流通部674から陰極液およびガスを回収する陰極液・ガス回収管84が、陰極側プレスフレーム62及び陰極側絶縁部材52に陰極液・ガス回収用流通部674と連通して設けられた第4の貫通孔62d、52dを通じて、陰極液・ガス回収用流通部674に接続されている。

30

【0112】

このような電解槽600によっても、電解槽100（図3～19）について上記説明した効果と同様の効果を得ることが可能である。

【0113】

< 2. ガス製造方法 >

本発明のガス製造方法は、アルカリ水を電解して少なくとも水素ガスを製造する方法であって、(a)本発明のアルカリ水電解用電解槽(100、200、300、400、500、600)に、変動する直流電流を通電することにより、陰極液・ガス回収管用流通部(74、274、374、474、574、674)から水素ガスを回収する工程を含む。工程(a)においては、本発明の上記効果が顕著に表れる点で、電解槽が上記変動する直流電流の最小値で運転されるとき単位時間あたりの主反応の水素ガス発生量が、電解槽が上記変動する直流電流の最大値で運転されるとき単位時間あたりの主反応の水素ガス発生量の15%未満であることが好ましく、10%未満であることがより好ましく、5%未満であることがさらに好ましく、また一の実施形態において1%以上、他の一の実施形態において2%以上であり得る。工程(a)は、陽極液・ガス回収用流通部(73、273、373、473、573、673)から酸素ガスを回収することをさらに含んでもよい。工程(a)はさらに、陽極液供給用流通部(71、271、371、471、571、671)から陽極液を、陰極液供給用流通部(72、272、372、472、572、672)から陰極液をそれぞれ供給するとともに、陽極液・ガス回収用流通部(7

40

50

3、273、373、473、573、673)から陽極液を、陰極液・ガス回収用流通部(74、274、374、474、574、674)から陰極液をそれぞれ回収することを含み得る。なお上記変動する直流電流の変動幅は、所定の範囲内であることが好ましい。本発明のガス製造方法によれば、上記本発明のアルカリ水電解用電解槽を用いることにより、不安定電源を用いた場合であってもリーク電流の影響を抑制できるので、不安定電源を用いながらも純度の向上した水素ガス及び酸素ガスを製造することが可能になる。

【符号の説明】

【0114】

10	陽極室セル	
10e、210e、410e	陽極エンドセル	10
20	陰極室セル	
20e、220e、420e	陰極エンドセル	
310、440	一体型極室セル(バイポーラ電解エレメント)	
11、11e、21、21e、311	背面隔壁	
12、12e、212e、22、22e、222e、312	フランジ部	
13、23	導電性リブ	
14	(酸素発生用)陽極	
24	(水素発生用)陰極	
31	(イオン透過性の)隔膜	
30、30A、30C、230A、230C、530、530A、530C、630、630A、630C	隔膜要素	20
32、32A、32C、232A、232C、532、532A、532C、640、640A、640C	保護部材	
533、533A、533C	金属板	
534、534A、534C	(電気絶縁性の)エラストマー被覆	
641	ガスケット	
642、642C、642A	保持部材	
6421、6421C、6421A	基体枠	
6421a	受容部	
6421b	支持部	30
6422	蓋枠	
51、251	陽極側絶縁部材	
52、252	陰極側絶縁部材	
61、261	陽極側プレスフレーム	
62、262	陰極側プレスフレーム	
62a、52a、261a、251a	第1の貫通孔	
62b、52b、261b、251b	第2の貫通孔	
62c、52c、261c、251c	第3の貫通孔	
62d、52d、261d、251c	第4の貫通孔	
71、271、371、471、571、671、25ea、32Ca、15a、32a、25a、32Aa、15ea、215ea、232Aa、315a、532a、532Ca、532Aa、640a、640Ca、640Aa	陽極液供給用流通部	40
72、272、372、472、572、672、25eb、32Cb、15b、32b、25b、215eb、232Ab、232Cb、225eb、315b、532b、532Cb、640b、640Cb	陰極液供給用流通部	
73、273、373、473、573、673、25ec、32Cc、15c、32c、25c、32Ac、15ec、215ec、232Ac、315c、532c、532Cc、532Ac、640c、640Cc、640Ac	陽極液・ガス回収用流通部	
74、274、374、474、574、674、25ed、32Cd、15d、32d、25d、215ed、232Ad、232Cd、225ed、315d、532d、5		50

3 2 C d、6 4 0 d、6 4 0 C d 陰極液・ガス回収用流通部
 1 6、1 6 e、2 1 6 e、3 1 6 陽極液供給用分岐流路
 2 6、2 6 e、2 2 6 e、3 2 6 陰極液供給用分岐流路
 1 7、1 7 e、2 1 7 e、3 1 7 陽極液・ガス回収用分岐流路
 2 7、2 7 e、2 2 7 e、3 2 7 陰極液・ガス回収用分岐流路
 1 8、1 8 e、2 8、2 8 e、6 8、5 3 8 電気絶縁性の樹脂材料
 8 1 陽極液供給管
 8 2 陰極液供給管
 8 3 陽極液・ガス回収管
 8 4 陰極液・ガス回収管
 1 0 1 e、2 0 1 e 陽極エンドユニット
 1 0 2 e、2 0 2 e 陰極エンドユニット
 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0、9 0 0 電解槽
 A 陽極室
 C 陰極室

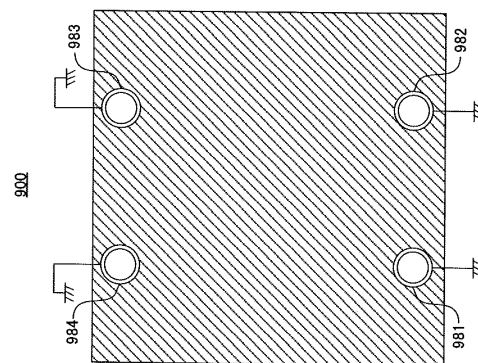
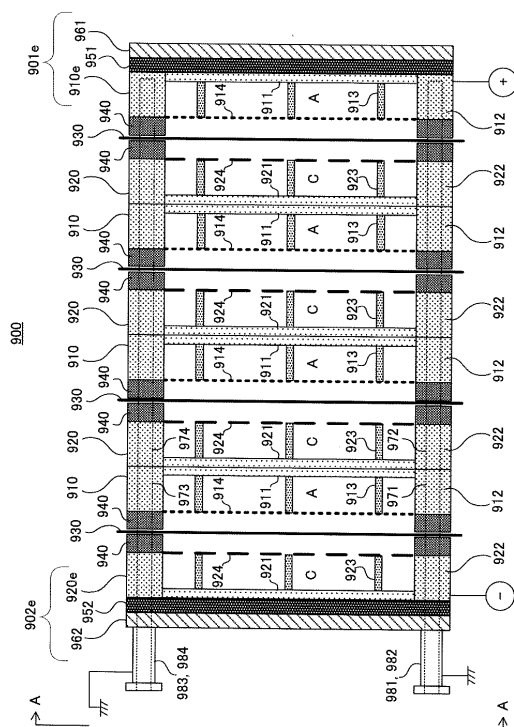
【要約】

陽極エンドセル及び陰極エンドセルの間に、複数の隔膜要素と、複数の陰極室セルと、複数の陽極室セルとが繰り返し配置された積層構造を含み、各極室セルには陽極／陰極液供給用流通部及び陽極／陰極液・ガス回収用流通部、並びに対応する極液供給用分岐流路及び極液・ガス回収用分岐流路が設けられ、各極室セルのフランジ部の、各極液供給用流通部に面した表面、各極液・ガス回収用流通部に面した表面、各極液供給用分岐流路に面した表面、及び各極液・ガス回収用分岐流路に面した表面の、それぞれ全部または一部が、電気絶縁性の樹脂材料で覆われている、アルカリ水電解用電解槽。

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

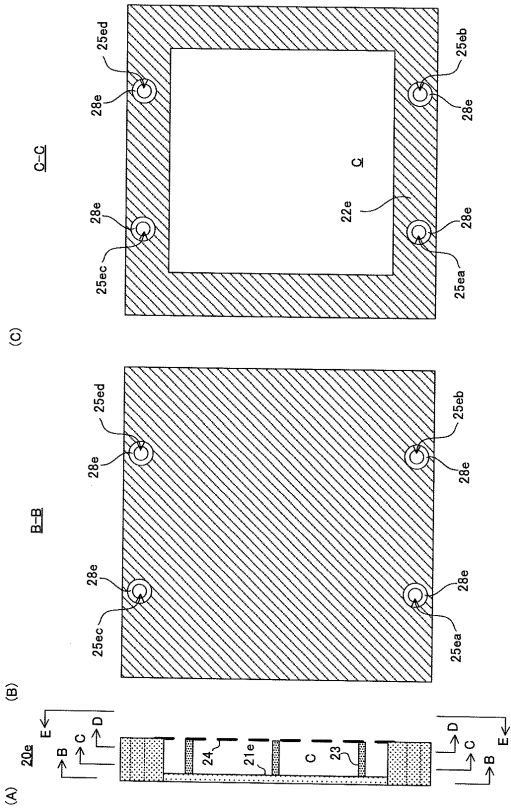
20

30

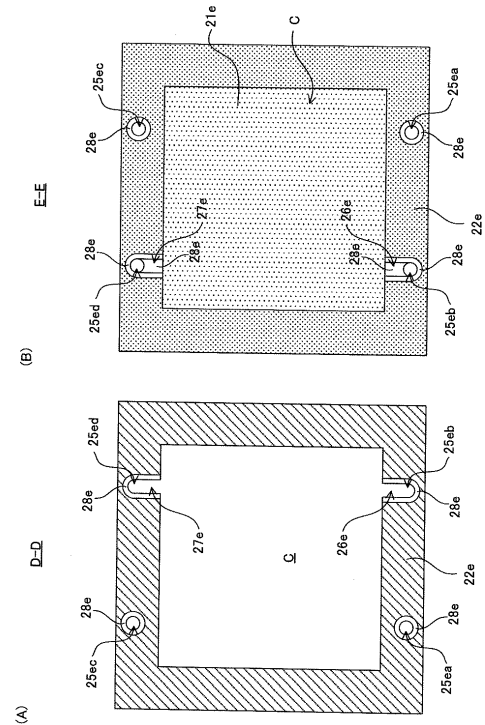
40

50

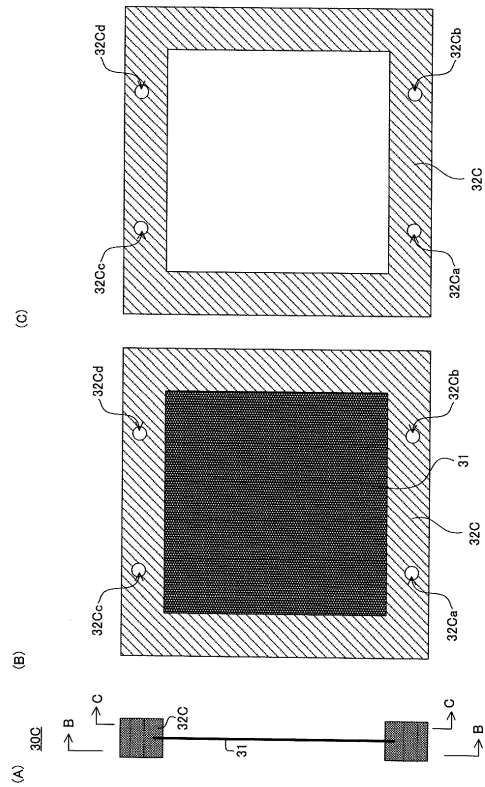
【図 7】



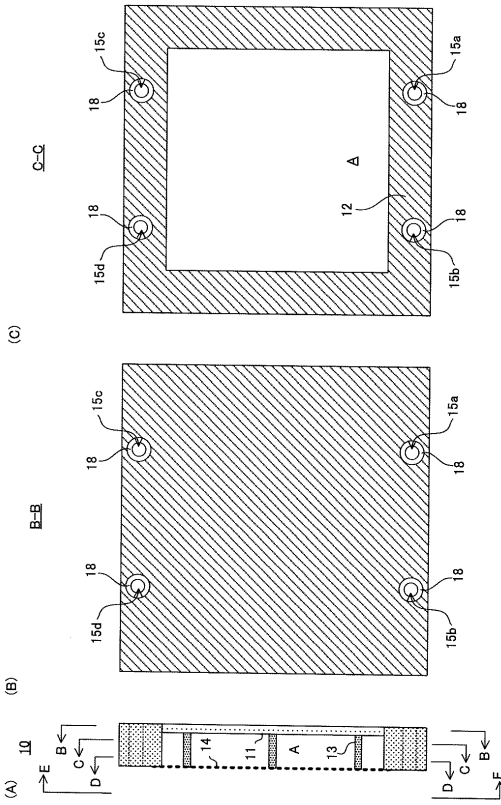
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

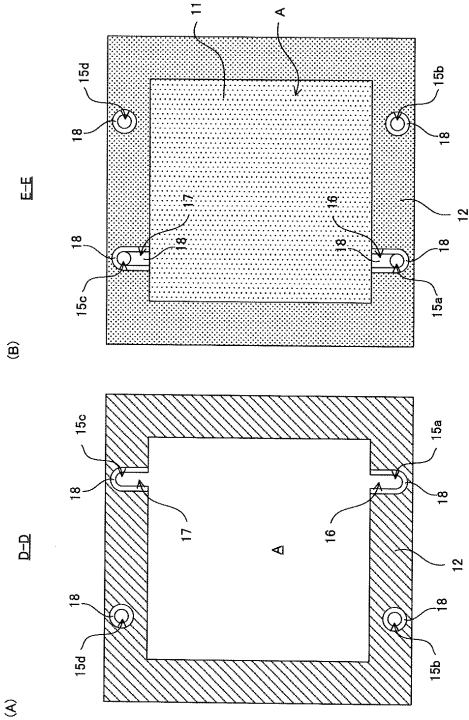
20

30

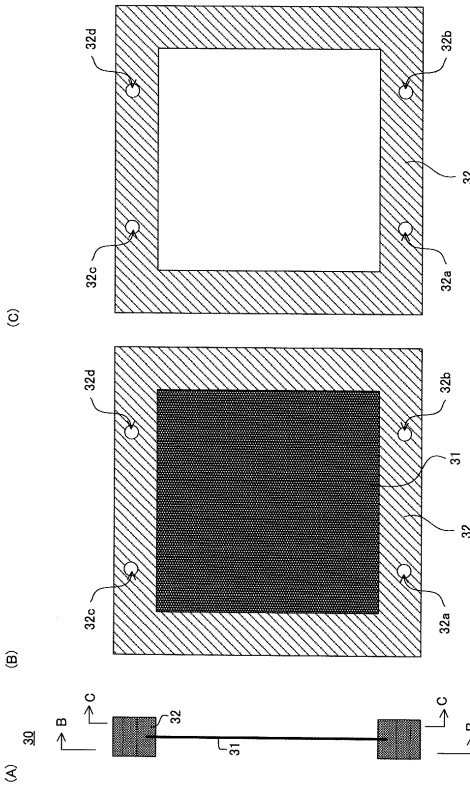
40

50

【図 1 1】



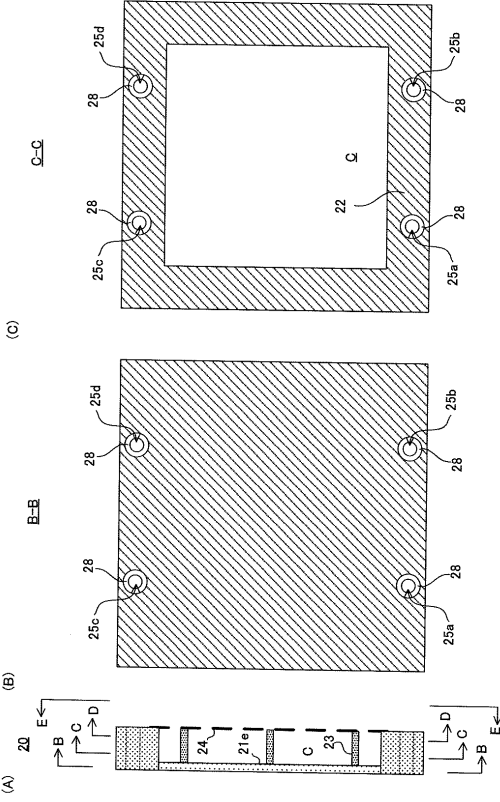
【図 1 2】



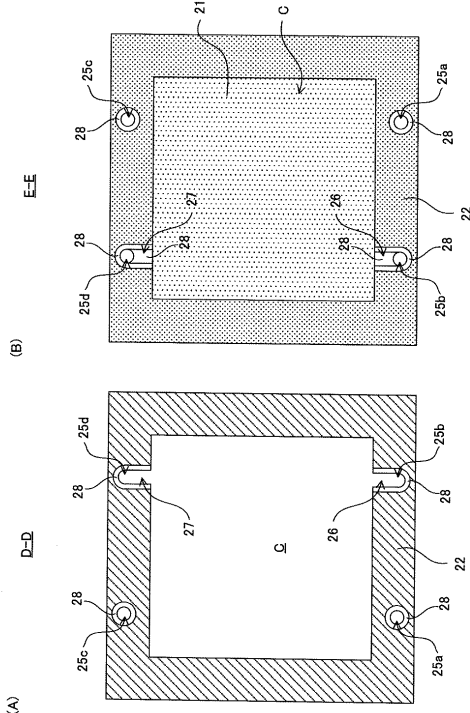
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

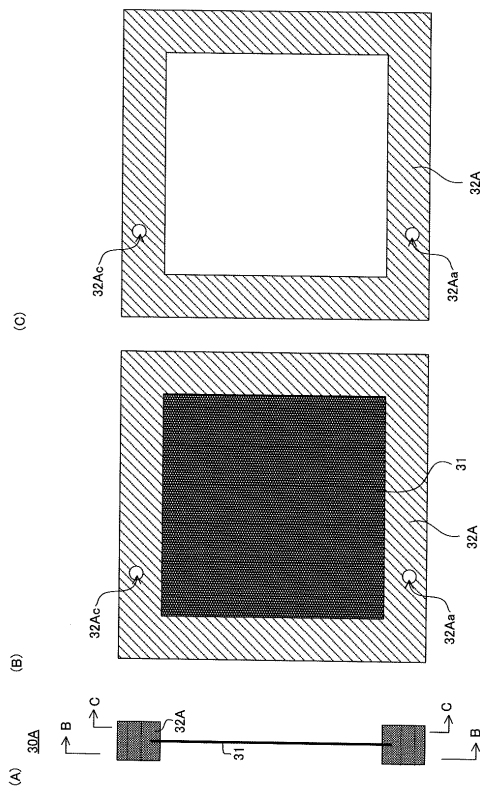


30

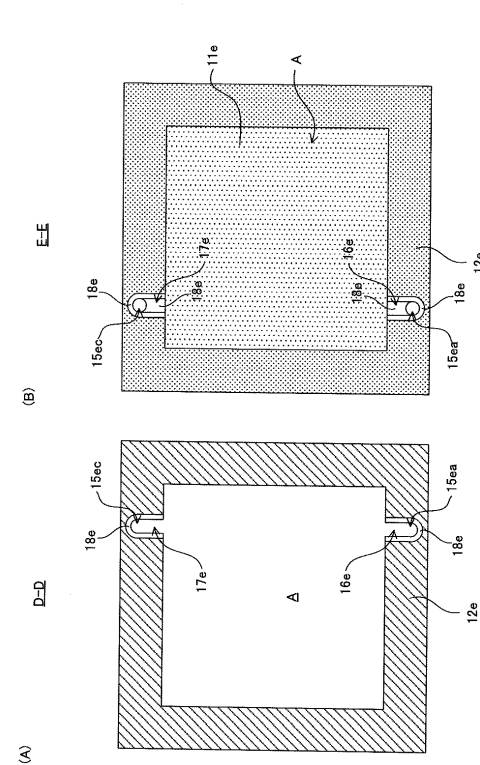
40

50

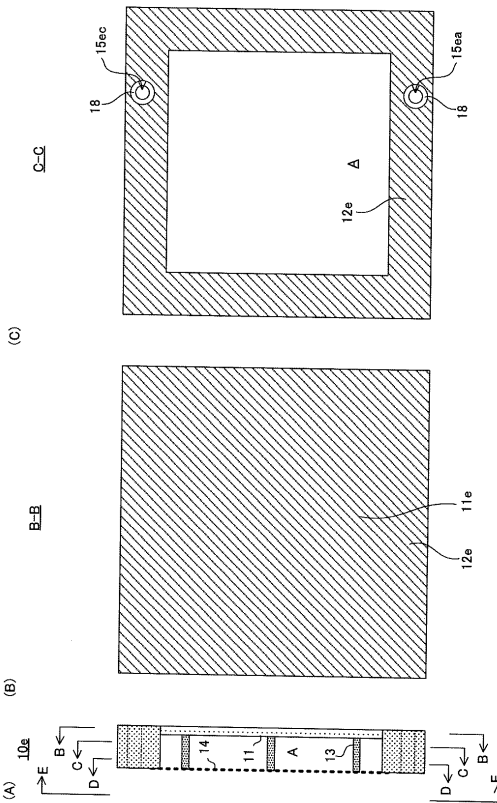
【図 15】



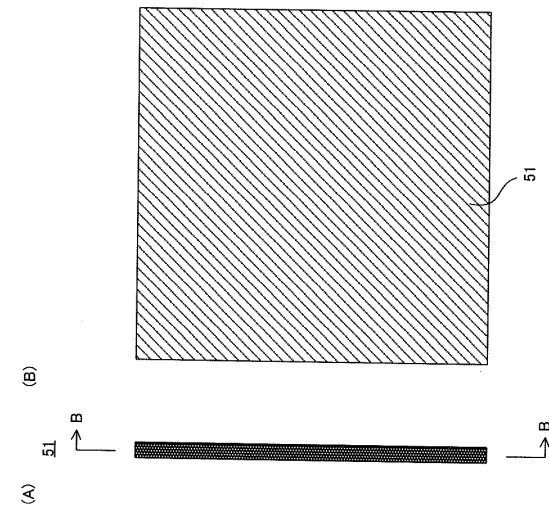
【図 17】



【図 16】



【図 18】



10

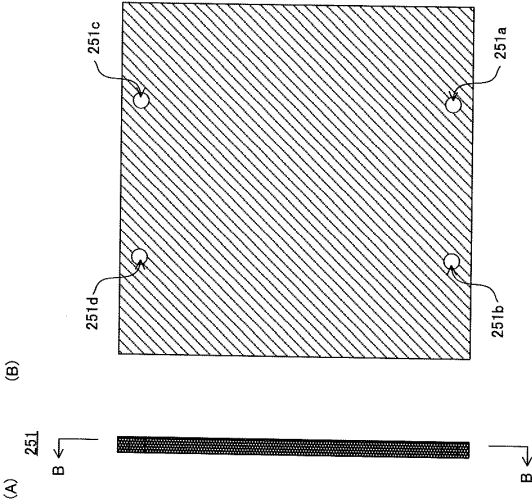
20

30

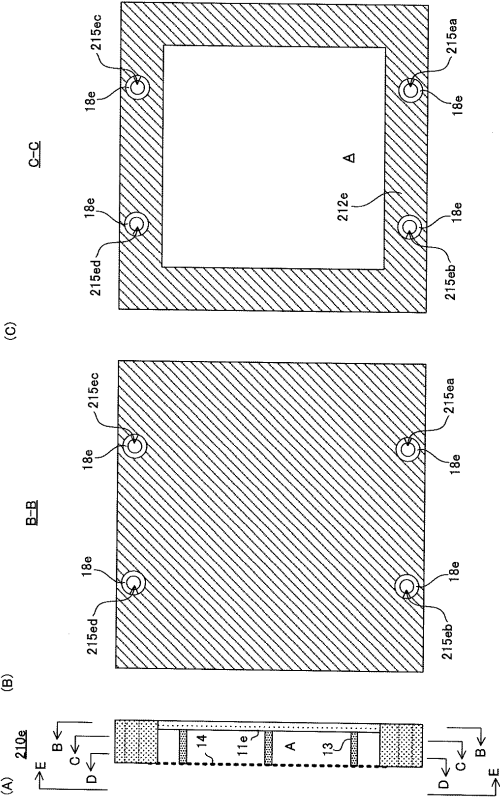
40

50

【 図 2 3 】



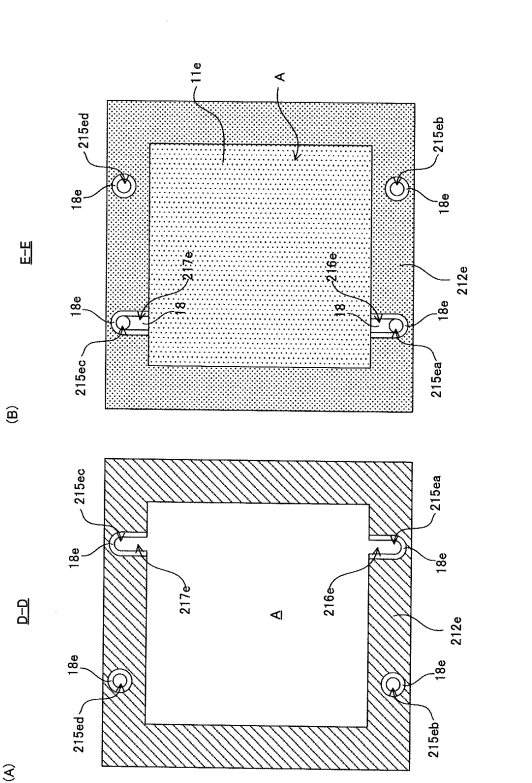
【 図 2 4 】



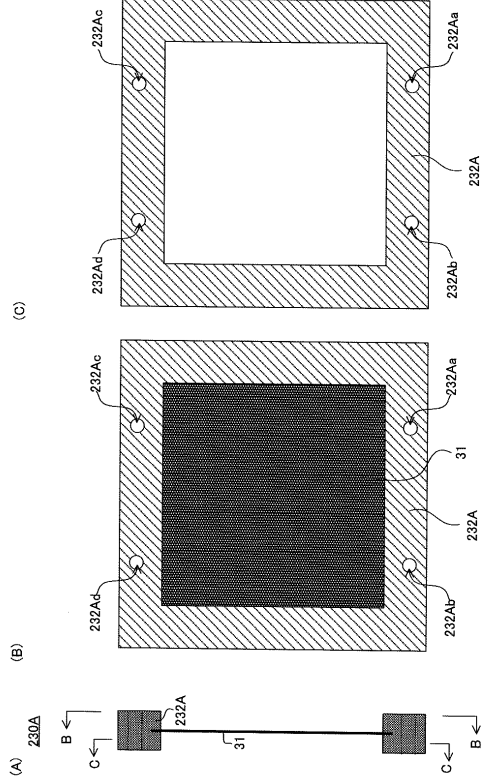
10

20

【 図 2 5 】



【 図 2 6 】

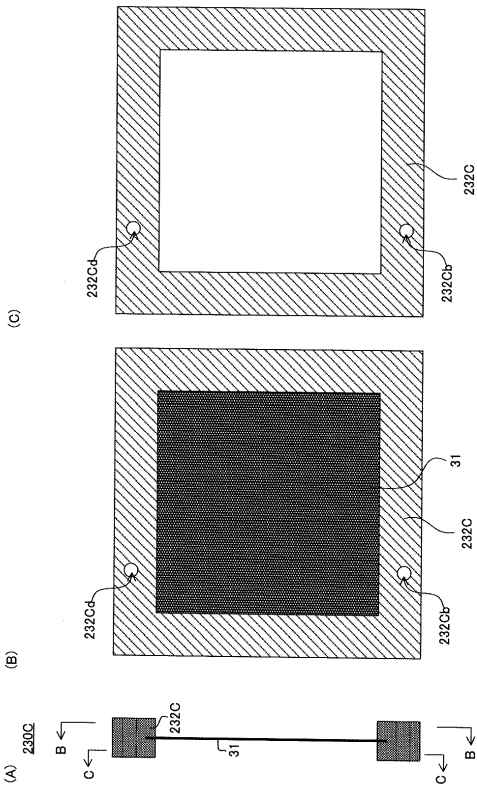


30

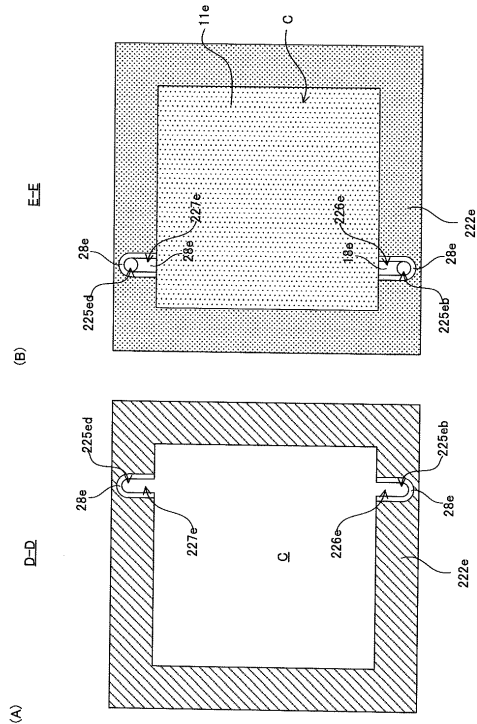
40

50

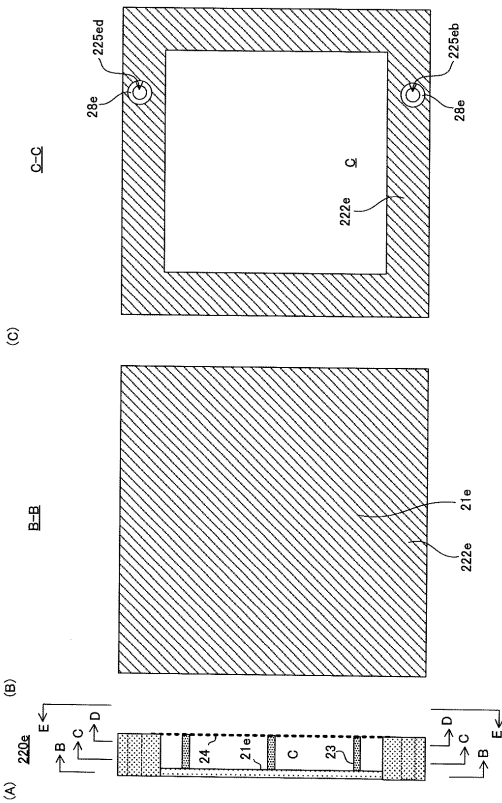
【図 27】



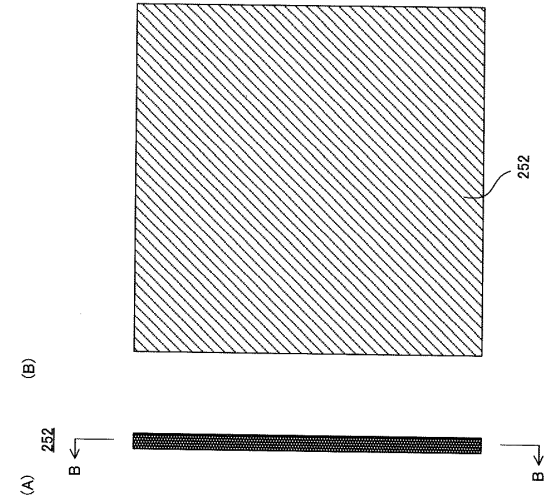
【図 29】



【図 28】



【図 30】



10

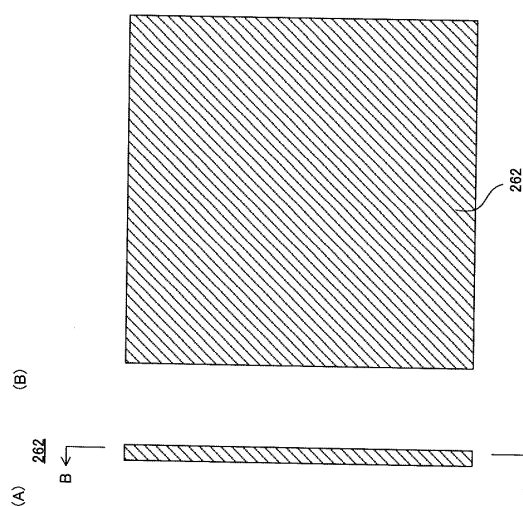
20

30

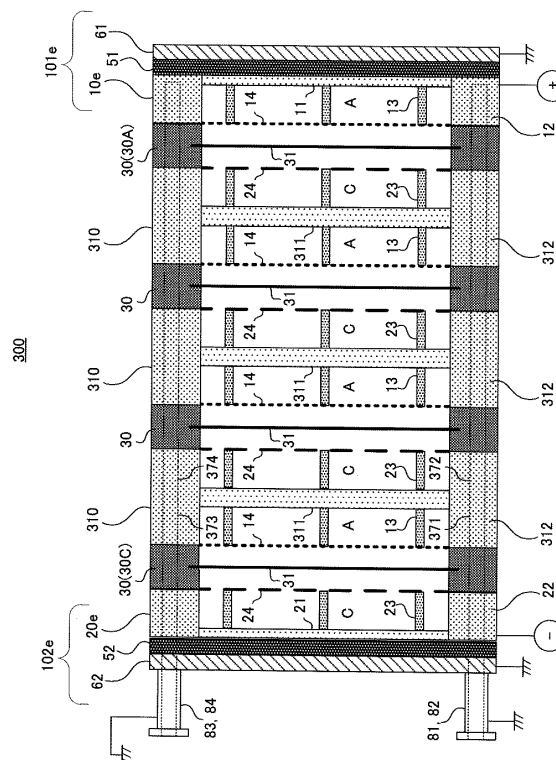
40

50

【 図 3 1 】



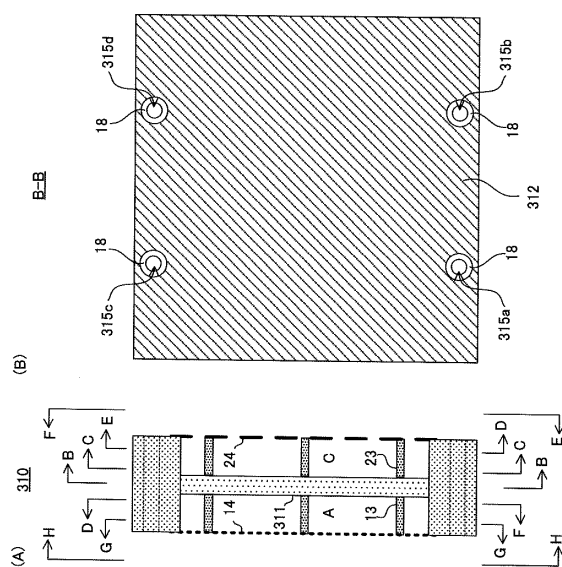
【 図 3 2 】



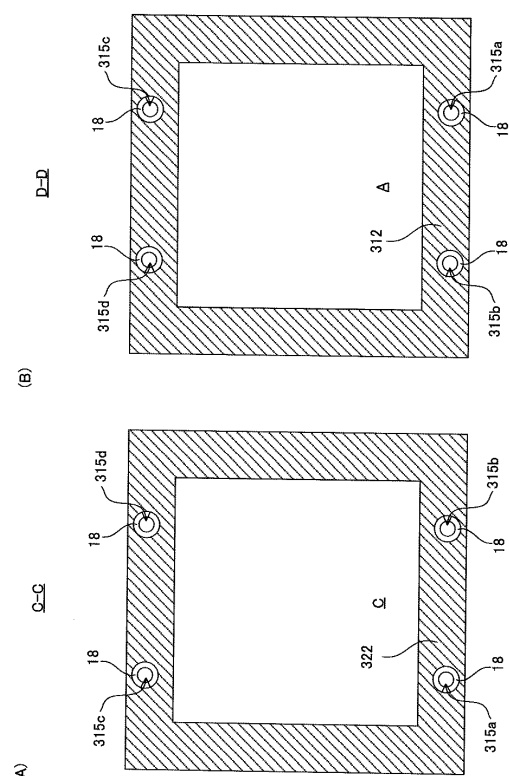
10

20

【 図 3 3 】



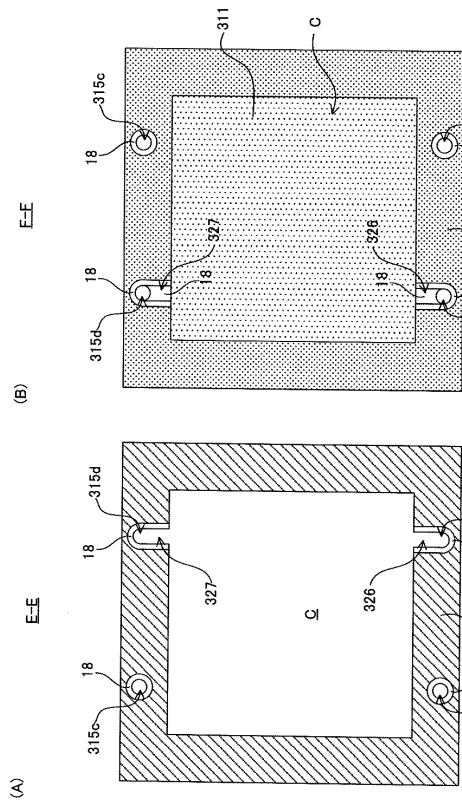
【圖 3 4】



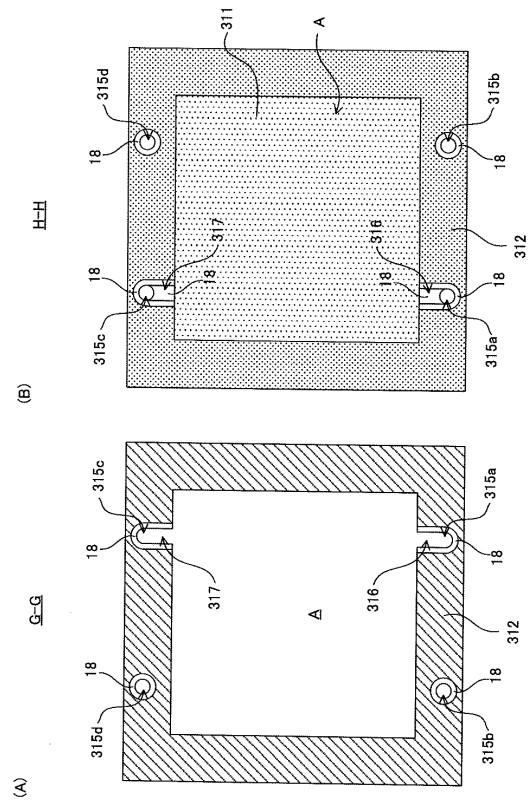
30

40

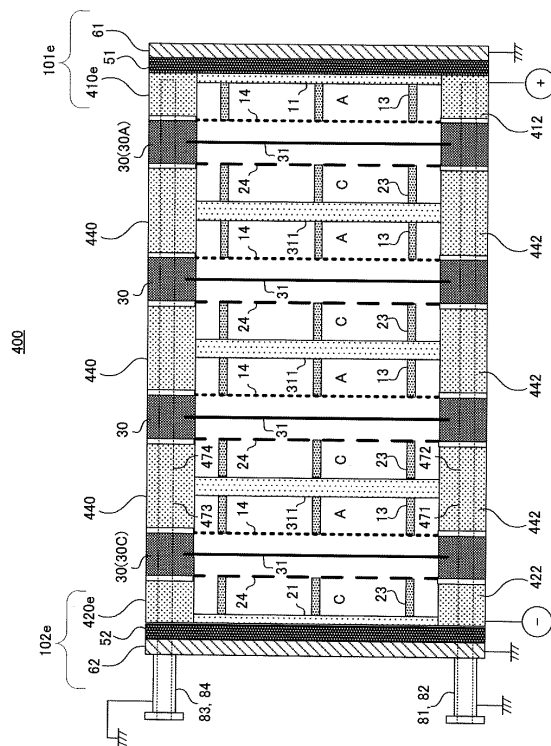
【 図 3 5 】



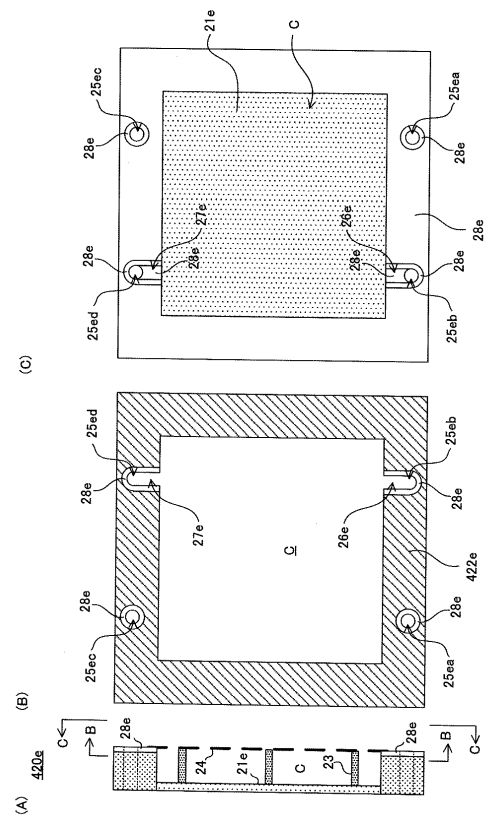
【 図 3 6 】



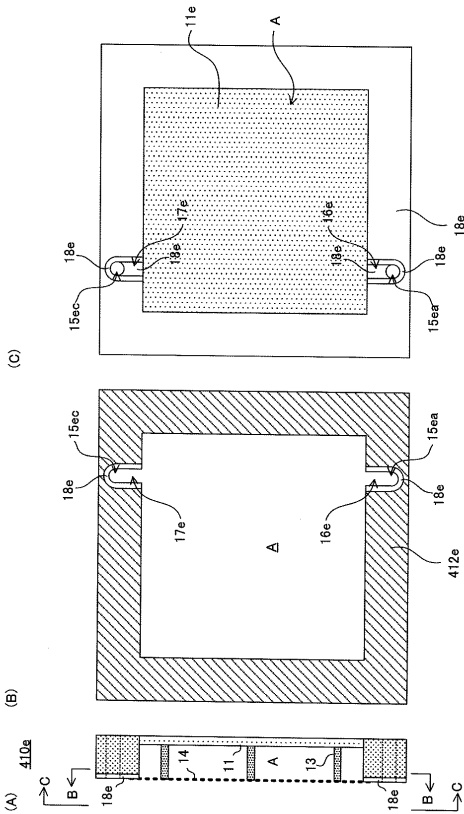
【 図 3 7 】



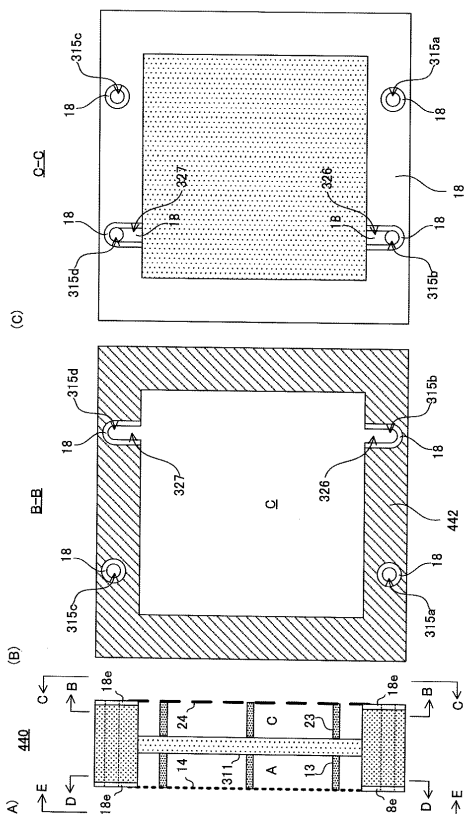
【 図 3 8 】



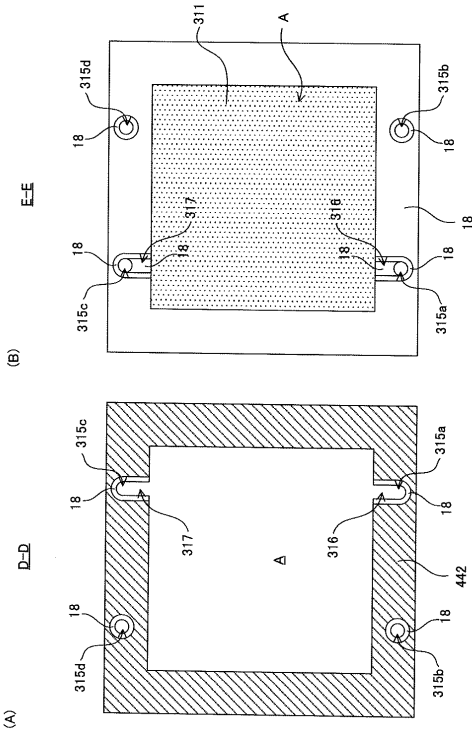
【図 39】



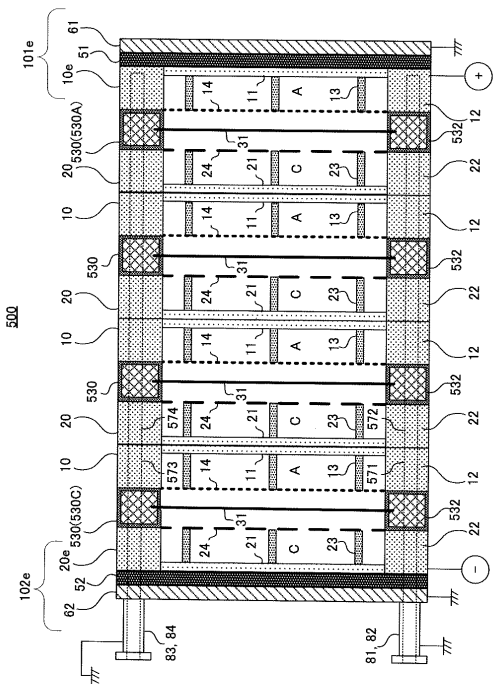
【図 40】



【図 41】



【図 42】



10

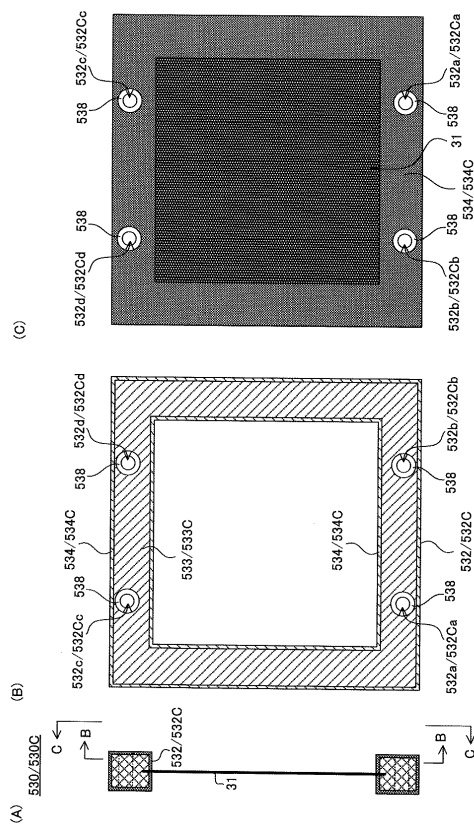
20

30

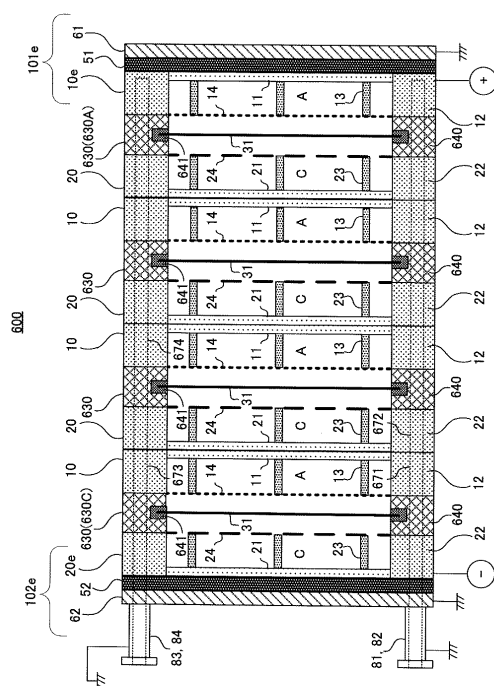
40

50

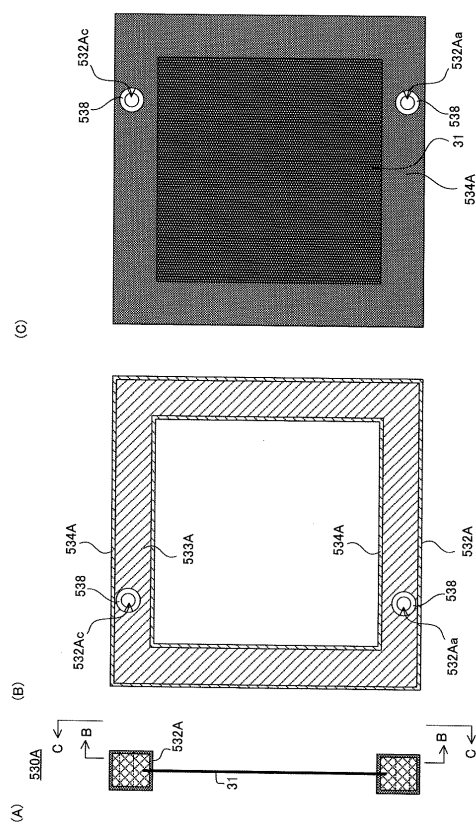
【 図 4 3 】



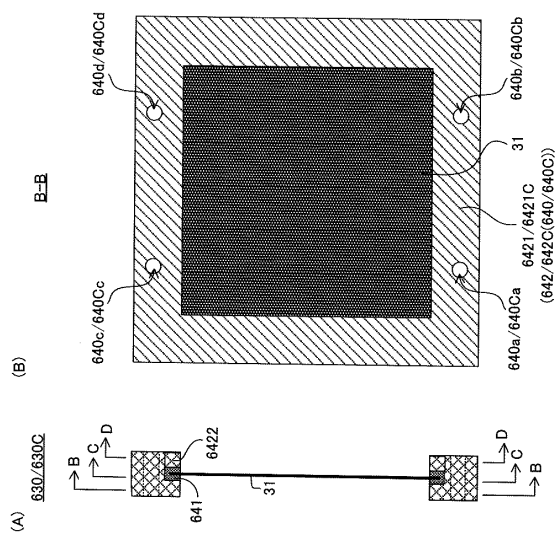
【 図 4 5 】



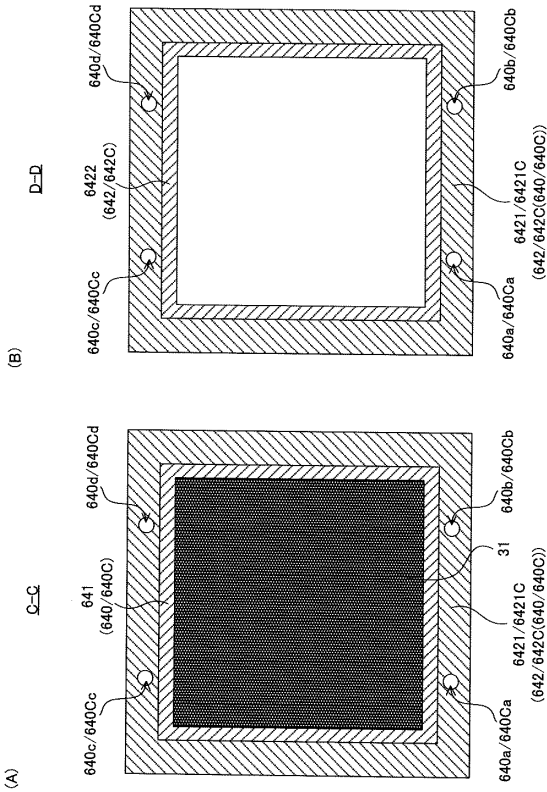
【圖 4 4】



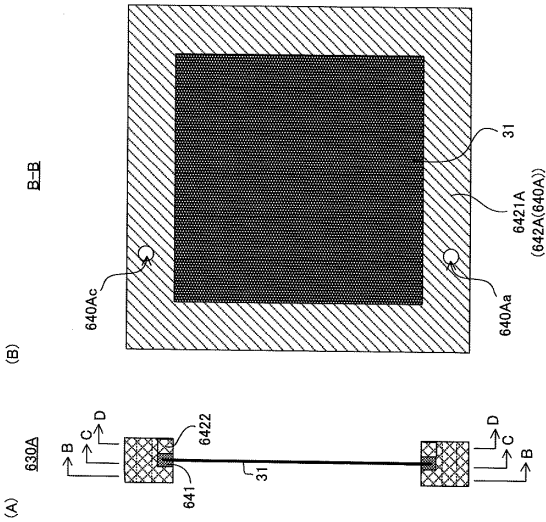
【 図 4 6 】



【図 4 7】



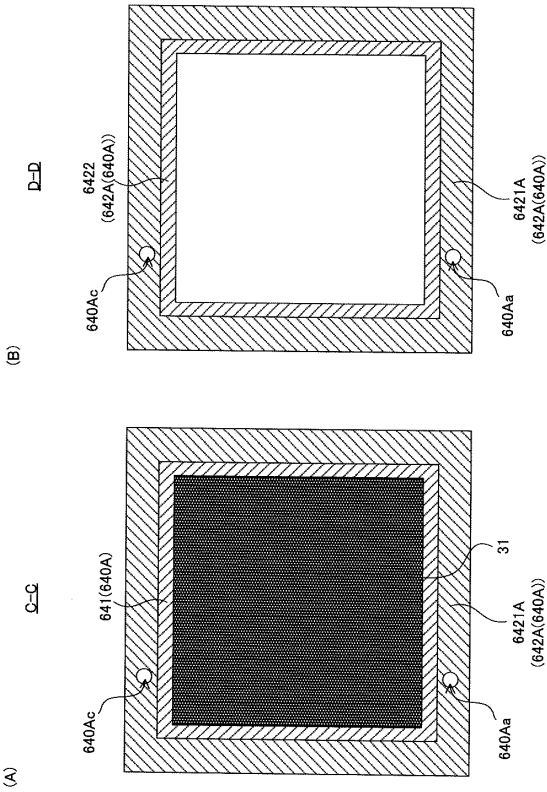
【図 4 8】



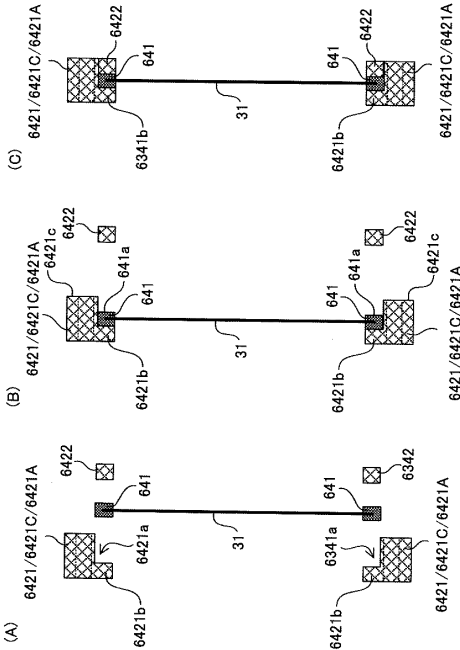
10

20

【図 4 9】



【図 5 0】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特許第 6 6 2 1 9 7 0 (J P , B 1)
国際公開第 2 0 1 3 / 1 9 1 1 4 0 (W O , A 1)
特開 2 0 2 1 - 1 6 1 4 9 8 (J P , A)
特開平 0 4 - 1 5 4 9 8 0 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 9 9 8 4 5 (J P , A)
特開 2 0 2 1 - 1 9 5 5 9 7 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 2 5 B 9 / 7 7
C 2 5 B 1 / 0 4
C 2 5 B 9 / 0 0