



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I887552 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：111124238

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 29 日

(51)Int. Cl. : C25B9/23 (2021.01)

C25B1/04 (2021.01)

(30)優先權：2021/06/30 日本

2021-109275

(71)申請人：日商三菱重工業股份有限公司(日本) MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.
(JP)

日本

(72)發明人：田上直人 TAGAMI, NAOTO (JP)；田島英彦 TAJIMA, HIDEHIKO (JP)；古川翔一 FURUKAWA, SHOICHI (JP)；向井大輔 MUKAI, DAISUKE (JP)；加古博 KAKO, HIROSHI (JP)；祐延貴洋 SUKENOBU, TAKAHIRO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200804197A

CN 101878187A

CN 112593251A

CN 112996755A

US 2019/0264338A1

US 2020/0240023A1

審查人員：蕭浥玲

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：8 共 36 頁

(54)名稱

電解裝置

(57)摘要

電解裝置是具備：

電解槽；

將電解槽區劃成陰極室與陽極室的離子交換膜；

供給作為陰極液的電解液至陰極室的陰極液供給部；

從陰極室排出陰極液的陰極液排出部；

供給作為陽極液的電解液至陽極室的陽極液供給部；

從陽極室排出陽極液的陽極液排出部；

被設在離子交換膜的陰極室側的面的陰極；

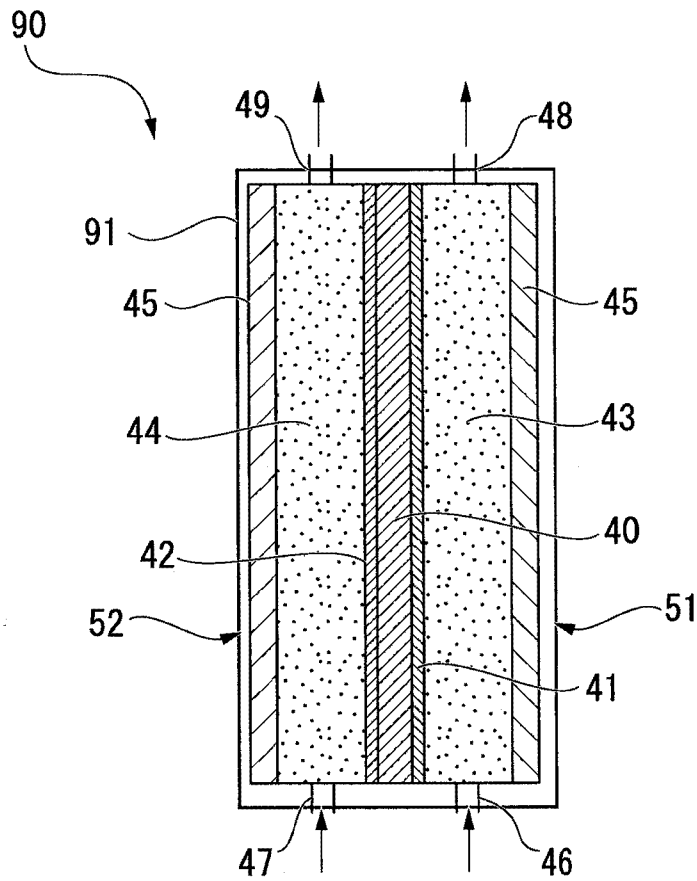
被設在離子交換膜的陽極室側的面的陽極；

被設在陰極室內，供給電力至陰極的陰極側給電體；及

被設在陽極室內，供給電力至陽極的陽極側給電體，

陰極液的 pH 是比陽極液的 pH 更小。

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 40:離子交換膜
- 41:陽極(陽極觸媒)
- 42:陰極(陰極觸媒)
- 43:陽極側給電體
- 44:陰極側給電體
- 45:隔板
- 46:陽極液供給部
- 47:陰極液供給部
- 48:陽極液排出部
- 49:陰極液排出部
- 51:陽極室
- 52:陰極室
- 90:電解裝置
- 91:電解槽

【圖 2】



I887552

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電解裝置

【中文】

電解裝置是具備：

電解槽；

將電解槽區劃成陰極室與陽極室的離子交換膜；

供給作為陰極液的電解液至陰極室的陰極液供給部；

從陰極室排出陰極液的陰極液排出部；

供給作為陽極液的電解液至陽極室的陽極液供給部；

從陽極室排出陽極液的陽極液排出部；

被設在離子交換膜的陰極室側的面的陰極；

被設在離子交換膜的陽極室側的面的陽極；

被設在陰極室內，供給電力至陰極的陰極側給電體；

及

被設在陽極室內，供給電力至陽極的陽極側給電體，

陰極液的pH是比陽極液的pH更小。

【指定代表圖】圖2

【代表圖之符號簡單說明】

40:離子交換膜

41:陽極(陽極觸媒)

42:陰極(陰極觸媒)

43:陽極側給電體

44:陰極側給電體

45:隔板

46:陽極液供給部

47:陰極液供給部

48:陽極液排出部

49:陰極液排出部

51:陽極室

52:陰極室

90:電解裝置

91:電解槽

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電解裝置

【技術領域】

【0001】本案是關於電解裝置。

本案是針對2021年6月30日申請的日本特願2021-109275號主張優先權，將該內容援用於此。

【先前技術】

【0002】作為用以產生氫的裝置，有將水電解的裝置(電解裝置)為人所知。作為此種的裝置，有下述專利文獻1記載者為例。就此裝置而言，是將水充填於藉由離子交換膜來區劃成陰極室及陽極室的電解槽內，對陰極及陽極供給電力，藉此進行水的電解。在陰極室是藉由水與電子的反應來產生氫。藉由此反應而產生的氫氧化物離子是透過離子交換膜來到達陽極室。在陽極室是由此氫氧化物離子來產生氧與水。藉由如此的反應繼續，可取得大量的氫。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]國際公開第2017/069083號

【發明內容】**【0004】** (發明所欲解決的課題)

可是，就上述般的電解裝置而言，在陽極與陰極是最適的pH不同。具體而言，在陽極是pH越高，電解性能越高，在陰極是pH越低，電解性能越高。因此，如上述專利文獻1的裝置般，對陽極室及陰極室供給相同pH的水時，電解性能會有在陽極或陰極的任一方降低的情形。其結果，有影響電解裝置的能量效率的可能性。

【0005】 本案是為了解決上述課題而研發者，以提供一種能以更高的效率來產生氫的電解裝置為目的。

(用以解決課題的手段)

【0006】 為了解決上述課題，本案的電解裝置是具備：

電解槽；

將該電解槽區劃成陰極室與陽極室的離子交換膜；

供給作為陰極液的電解液至前述陰極室的陰極液供給部；

從前述陰極室排出前述陰極液的陰極液排出部；

供給作為陽極液的電解液至前述陽極室的陽極液供給部；

從前述陽極室排出前述陽極液的陽極液排出部；

被設在前述離子交換膜的前述陰極室側的面的陰極；

被設在前述離子交換膜的前述陽極室側的面的陽極；

被設在前述陰極室內，供給電力至前述陰極的陰極側給電體；及

被設在前述陽極室內，供給電力至前述陽極的陽極側給電體，

前述陰極液的pH是比前述陽極液的pH更小。

[發明的效果]

【0007】若根據本案，則可提供一種能以更高的效率來產生氫的電解裝置。

【圖式簡單說明】

【0008】

[圖1]是表示本案的第一實施形態的電解系統的構成的圖。

[圖2]是表示本案的第一實施形態的電解裝置的構成的剖面圖。

[圖3]是表示本案的第二實施形態的電解系統的構成的剖面圖。

[圖4]是表示本案的第三實施形態的電解系統的構成的剖面圖。

[圖5]是表示本案的各實施形態的實施例及比較例的試驗條件的表。

[圖6]是表示本案的各實施形態的實施例及比較例的電解電壓計測結果的歐姆損耗修正值的圖表。

[圖 7]是表示比較例的試驗條件的表。

[圖 8]是表示比較例的電解電壓計測結果的歐姆損耗修正值的圖表。

【實施方式】

【0009】<第一實施形態>

(電解系統的構成)

以下，參照圖 1 及圖 2 說明有關本案的第一實施形態的電解系統 100 及電解裝置 90。如圖 1 所示般，電解系統 100 是具備：電解裝置 90、陰極側泵 1、陽極側泵 2、陰極側槽 3、陽極側槽 4、藥品槽 5，6、給水槽 7，8、陰極側氣體積存部 9、陽極側氣體積存部 10、電源裝置 11、陰極側供給管線 12、陽極側供給管線 13、陰極側排出管線 14、陽極側排出管線 15、藥品管線 16，17、給水管線 18，19、陰極側氣體排出管線 20、陽極側氣體排出管線 21、pH 計測部 31，32 及氫氣體檢測部 33，34。

【0010】電解裝置 90 的供給側與陰極側槽 3 是藉由陰極側供給管線 12 來連接。在陰極側供給管線 12 上是設有陰極側泵 1。詳細後述，在陰極側槽 3 是積存有 pH 被調整的水溶液，作為陰極液。藉由驅動陰極側泵 1 來供給陰極液至電解裝置 90。

【0011】電解裝置 90 的排出側與陰極側槽 3 是藉由陰極側排出管線 14 來連接。從電解裝置 90 排出的陰極液是藉由此陰極側排出管線 14 來回收而回到陰極側槽 3。再者，

陰極側槽 3 是亦具有作為氣液分離裝置的機能。被構成為藉由電解反應而產生的氣體含在陰極液中時，在陰極側槽 3 內被氣液分離，僅積存液體成分。

【0012】在陰極側槽 3 是經由藥品管線 16 來連接藥品槽 5。在藥品槽 5 內是積存有為了產生陰極液而成為必要的藥液(從包含鹼金屬的氫氧化物(LiOH、NaOH、KOH、RbOH、CsOH)，四烷基銨的氫氧化物(N(CH₃)₄OH，N(C₂H₅)₄OH)，碳酸鹽(KHCO₃、K₂CO₃)、鹼土金屬的氫氧化物(Ca(OH)₂、Mg(OH)₂)的群選擇至少 1 個的物質)。並且，在藥品槽 5 內是 pH 緩衝材也可積存。作為 pH 緩衝材，具體而言，是從 1ppm~10mol/L 的 KHCO₃，K₂CO₃、磷酸、硼酸、Tris H₂NC(CH₂OH)₃ (tris (hydroxymethyl)aminomethane)、HEPES[2-[4-(2-Hydroxyethyl)-1-piperazinyl] ethane sulfonic acid、檸檬酸選擇的至少 1 種類以上的物質。

【0013】進一步，陰極側槽 3 是經由給水管線 18 來連接給水槽 7。在給水槽 7 內是積存有為了產生陰極液而成為必要的水(從包含超純水、純水、離子交換水、蒸餾水、工業用水及過濾水的群選擇至少 1 個的物質)。陰極液是藉由該等的物質來構成，其 pH 是被適當調整為 5.0~15.0。

【0014】陰極側氣體積存部 9 是藉由陰極側氣體排出管線 20 來連接至陰極側槽 3。在陰極側槽 3 內產生的氣體是如上述般被氣液分離，經由該陰極側氣體排出管線 20 來積存於陰極側氣體積存部 9。

【0015】同樣，電解裝置 90 與陽極側槽 4 是藉由陽極

側供給管線13來連接。在陽極側供給管線13上是設有陽極側泵2。詳細後述，在陽極側槽4是積存有pH比陰極液更高的水溶液，作為陽極液。藉由驅動陽極側泵2來供給陽極液至電解裝置90。

【0016】電解裝置90的排出側與陽極側槽4是藉由陽極側排出管線15來連接。從電解裝置90排出的陽極液是藉由此陽極側排出管線15來回收而回到陽極側槽4。再者，陽極側槽4是亦具有作為氣液分離裝置的機能。被構成為藉由電解反應而產生的氣體含在陽極液中時，在陽極側槽4內被氣液分離，僅積存液體成分。

【0017】陽極側槽4是經由藥品管線17來連接藥品槽6。在藥品槽內是積存有為了產生陽極液而成為必要的藥液(從包含鹼金屬的氫氧化物(LiOH、NaOH、KOH、RbOH、CsOH)、四烷基銨的氫氧化物(N(CH₃)₄OH、N(C₂H₅)₄OH)、碳酸鹽(KHCO₃、K₂CO₃)，鹼土金屬的氫氧化物(Ca(OH)₂、Mg(OH)₂)的群選擇至少1個的物質)。進一步，陽極側槽4是經由給水管線19來連接給水槽8。在給水槽8內是積存有為了產生陽極液而成為必要的水(從包含超純水、純水、離子交換水、蒸餾水、工業用水及過濾水的群選擇的至少一個的物質)。陽極液是藉由該等的物質來構成，其pH是被適當調整為比上述的陰極液的pH更高。

【0018】陽極側氣體積存部10是藉由陽極側氣體排出管線21來連接至陽極側槽4。在陽極側槽4內產生的氣體是

如上述般氣液分離，經由該陽極側氣體排出管線21來積存於陽極側氣體積存部10。

【0019】電源裝置11是分別將電力供給至電解裝置90的陰極側(後述的陰極側給電體44)與陽極側(後述的陽極側給電體43)。並且，在電源裝置11是亦可併設用以進行電解系統100的運轉控制的控制裝置。

【0020】在陽極側槽4是設有pH計測部31。詳細雖未圖示，但pH計測部31是計測被積存於陽極側槽4內的陽極液的pH。管理者或控制裝置是判定此pH的值是否比陰極液的pH更低，適當調節來自藥品槽6的藥液的注入量。又，亦可在陰極側槽3設有同樣的pH計測部32。此情況，使用pH計測部32來判定陰極液的pH是否位於5.0~15.0的範圍內。

【0021】進一步，在陽極側排出管線15及陽極側氣體積存部10是分別設有氫氣體檢測部33，34。氫氣體檢測部33，34是為了在陽極側萬一產生氫氣體時予以監視而設置。被構成為當氫氣體被檢測出時對管理者或控制裝置發出其意旨的警告。再者，氫氣體檢測部亦可與上述的pH計測部31併設於陽極側槽4。

【0022】

(電解裝置的構成)

其次，參照圖2說明有關電解裝置90的構成。如同圖所示般，電解裝置90是具有電解槽91、離子交換膜40、陽極41(陽極觸媒)、陰極42(陰極觸媒)、陽極側給電體43、

陰極側給電體 44 及隔板 (separator) 45。

【0023】離子交換膜 40 是將電解槽 91 內區劃成陰極室 52 側與陽極室 51 側。離子交換膜 40 是最好適用具有 1 價的負離子 (anion) 選擇性或 OH⁻ 選擇性的陰離子交換膜。

【0024】在離子交換膜 40 的陽極側的表面是設有陽極 41。並且，在陰極側的表面是設有陰極 42。陽極 41、陰極 42 是例如可適用從鐵、鎳、鈷等的過渡金屬或白金、銥等的貴金屬選擇的材料。

【0025】在陽極 41 是抵接陽極側給電體 43。並且，在陰極 42 是抵接陰極側給電體 44。陽極側給電體 43 及陰極側給電體 44 是多孔質系給電體。陽極側給電體 43 及陰極側給電體 44 是由被組合成填埋陽極室 51 或陰極室 52 的內部空間的複數的導電性的線材所構成。例如，陽極側給電體 43 及陰極側給電體 44 是可由：由被組合成格子狀的線材 (wire) 所組成的複數的網狀物 (mesh)，及連接網狀物彼此間的複數的線材所形成。形成面狀的網狀物是與陽極 41 或陰極 42 平行配置，而連接網狀物彼此間的線材是延伸於與陽極 41 或陰極 42 正交的方向。又，亦可使用碳素紙 (Carbon paper) 或碳纖維氈 (Carbon felt)，作為陽極側給電體 43 及陰極側給電體 44。

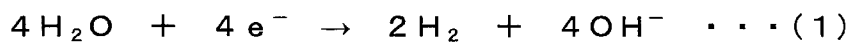
【0026】在陽極室 51 是經由陽極液供給部 46 來供給上述的陽極液。在陰極室 52 是經由陰極液供給部 47 來供給上述的陰極液。該等陽極液及陰極液是分別經由陽極液排出部 48 及陰極液排出部 49 來排出至外部。再者，隔板 45 是為

了區劃鄰接的電解槽彼此間而設的金屬製的板材。

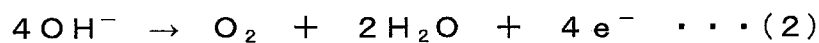
【0027】

(作用效果)

接著，說明有關上述的電解系統100及電解裝置90的動作。若在水溶液流入至陰極室52及陽極室51的狀態下，供給電力至陽極41及陰極42，則陰極室52內的水會被電解。在陰極室52是發生式(1)所示般的反應，作為正反應。



亦即，藉由水(H₂O)在陰極室52被電解，產生氫(H₂)與氫氧化物離子(陰離子、OH⁻)。換言之，水與從陰極側給電體44供給的電子(e⁻)會反應而產生氫。在陰極室52產生的氫及水是被導入至陰極側槽3而氣液分離。陰離子的氫氧化物離子是通過離子交換膜40來移動至陽極室51。在陽極室51是發生式(2)所示般的反應，作為正反應。



亦即，從氫氧化物離子產生氧及水。在陽極室51產生的氧與水是被導入至陽極側槽4而氣液分離。

【0028】可是，就上述般的電解裝置90而言，在陽極41(陽極觸媒)與陰極42(陰極觸媒)是最適的pH不同。具體而言，在陽極41是pH越高，電解性能越高，在陰極42是pH越低，電解性能越高。因此，對陽極室51及陰極室52供給相同pH的水時，電解性能會有在陽極41或陰極42的任一方降低的情形。其結果，有影響電解裝置90的能量效率的

可能性。於是，在本實施形態是採用如上述般將pH不同的水溶液分別供給陽極室51及陰極室52的構成。

【0029】若根據上述構成，則陰極液的pH會比陽極液的pH更小，因此在陰極42、及陽極41的各者，活化過電壓會被適當化。其結果，電解反應會在各個的電極被促進，可使電解裝置90的性能提升。亦即，可更擴大氫的生成量。

【0030】並且，在上述的電解裝置90中，陰極液及陽極液是含有物質A及物質B的水溶液。在此，物質A是從包含超純水、純水、離子交換水、蒸餾水、工業用水及過濾水的群選擇的至少一個的物質，前述物質B是從包含鹼金屬的氫氧化物(LiOH、NaOH、KOH、RbOH、CsOH)、四烷基銨的氫氧化物(N(CH₃)₄OH、N(C₂H₅)₄OH)、碳酸鹽(KHCO₃、K₂CO₃)，鹼土金屬的氫氧化物(Ca(OH)₂、Mg(OH)₂)的群選擇的至少一個的物質。再者，陰極液、陽極液皆亦可採用含有物質A及物質B的構成。此情況，在陰極液中所含的物質B是被設定為比在陽極液中所含的物質B更濃度低。

【0031】若根據上述構成，則可容易且便宜取得pH被調整的水溶液。又，由於不是水單體，是水溶液，因此亦可減低鹼成分在離子交換膜40的表面析出的可能性。藉此，可更長期安定地運用電解裝置90。又，亦可削減維修所要的成本或時間。

【0032】進一步，就上述的電解裝置90而言，陰極液是更包含具有pH緩衝能力的pH緩衝材的水溶液。

【0033】若根據上述構成，則由於陰極液含有pH緩衝材，因此在陰極室52側的急遽的pH的變化會被抑制，可更容易且安定地進行電解裝置90的運轉控制。

【0034】再者，就上述的電解裝置90而言，離子交換膜40是具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜。

【0035】若根據上述構成，則由於使用具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜，因此可減低從陰極室52側往陽極室51側的跨界(crossover)量。其結果，可更長期更安定地運用電解裝置90。

【0036】

<第二實施形態>

(電解裝置的構成)

其次，參照圖3說明有關本案的第二實施形態的電解裝置90的構成。再者，有關與上述的第一實施形態同樣的構成是附上相同的符號，省略詳細的說明。如圖3所示般，電解裝置90是具有電解槽91、離子交換膜40、陽極41(陽極觸媒)、陰極42(陰極觸媒)、陽極側給電體43、陰極側給電體44及隔板45。

【0037】在圖3中，離子交換膜40是貼合了具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜401與具有1價的正離子選擇性的陽離子交換膜402之雙極膜，在陰極室52側配置陰離子交換膜401，在陽極室51側配置陽離子交換膜402。此離子交換膜40是將電解槽內區劃成陰極室52側及陽極室51側。

【0038】在陰離子交換膜401的陰極側的表面是設有陰極42。並且，在陽離子交換膜402的陽極側的表面是設有陽極41。陽極41、陰極42是例如可適用從鐵、鎳、鈷等的過渡金屬或白金、鉍等的貴金屬選擇的材料。

【0039】在陽極41是抵接陽極側給電體43。並且，在陰極42是抵接陰極側給電體44。陽極側給電體43及陰極側給電體44是多孔質系給電體。陽極側給電體43及陰極側給電體44是由被組合成填埋陽極室51或陰極室52的內部空間的複數的導電性的線材所構成。例如，陽極側給電體43及陰極側給電體44是可由：由被組合成格子狀的線材所組成的複數的網狀物，及連接網狀物彼此間的複數的線材所形成。形成面狀的網狀物是與陽極41或陰極42平行配置，而連接網狀物彼此間的線材是延伸於與陽極41或陰極42正交的方向。又，亦可使用碳素紙或碳纖維氈，作為陽極側給電體43及陰極側給電體44。

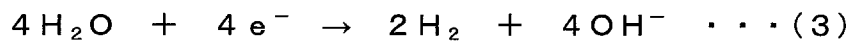
【0040】在陽極室51是經由陽極液供給部46來供給上述的陽極液。在陰極室52是經由陰極液供給部47來供給上述的陰極液。該等陽極液及陰極液是分別經由陽極液排出部48及陰極液排出部49來排出至外部。再者，隔板45是為了區劃鄰接的電解槽彼此間而設的金屬製的板材。

【0041】

(作用效果)

接著，說明有關本形態的電解裝置90的動作。若在水溶液流入至陰極室52及陽極室51的狀態下，供給電力至陽

極 41 及陰極 42，則陰極室 52 內的水會被電解。在陰極室 52 是發生式 (3) 所示般的反應，作為正反應。



亦即，藉由水 (H_2O) 在陰極室 52 被電解，產生氫 (H_2) 與氫氧化物離子 (陰離子、 OH^-)。換言之，水與從陰極側給電體 44 供給的電子 (e^-) 會反應而產生氫。

在此，若陽極液形成中性附近，則發生式 (4) 所示般的反應，作為陽極室 51 的主反應。



亦即，藉由水 (H_2O) 在陽極室被電解，產生氧 (O_2) 與氫離子 (陽離子， H^+)。

由於電流是從陽極朝向陰極流動，因此在陰極產生的氫氧化物離子是從陰極室通過陰離子交換膜來移動至陽離子交換膜表面，在陽極產生的氫離子是從陽極室通過陽離子交換膜來移動至陰離子交換膜表面。

在陽離子交換膜與陰離子交換膜的界面相遇的氫氧化物離子與氫離子是被中和，產生水 (H_2O)，移動至陽極室或陰極室。

【0042】若根據上述構成，則陰極液的 pH 會比陽極液的 pH 更小，因此在陰極 42、及陽極 41 的各者，活化過電壓會被適當化。

進一步，一面抑制陰極液的 pH 上昇，陽極液的 pH 降低，一面在陰極 42、及陽極 41 的各者，活化過電壓會被適當化。

其結果，可使電解裝置90的性能提升。

【0043】

<第三實施形態>

(電解裝置的構成)

其次，參照圖4說明有關本案的第三實施形態的電解裝置90的構成。另外，有關與上述的各實施形態同樣的構成是附上相同的符號，省略詳細的說明。如圖4所示般，電解裝置90是具有電解槽91、離子交換膜40、陽極41(陽極觸媒)、陰極42(陰極觸媒)、陽極側給電體43、陰極側給電體44及隔板45。

【0044】在圖4中，離子交換膜40是貼合了具有1價的負離子選擇性的陽離子交換膜403與具有1價的正離子選擇性的陰離子交換膜404之雙極膜，陽離子交換膜403會被配置於陰極室52側，陰離子交換膜404會被配置於陽極室51側。離子交換膜40是將電解槽91內區劃成陰極室52側及陽極室51側。

【0045】在陽離子交換膜403的陰極側的表面是設有陰極42。並且，在陰離子交換膜404的陽極側的表面是設有陽極41。陽極41、陰極42是例如可適用從鐵、鎳、鈷等的過渡金屬或白金、鈱等的貴金屬選擇的材料。

【0046】在陽極41是抵接陽極側給電體43。並且，在陰極42是抵接陰極側給電體44。陽極側給電體43及陰極側給電體44是多孔質系給電體。陽極側給電體43及陰極側給電體44是由被組合成填埋陽極室51或陰極室52的內部空間

的複數的導電性的線材所構成。例如，陽極側給電體 43 及陰極側給電體 44 是可由：由被組合成格子狀的線材所組成的複數的網狀物，及連接網狀物彼此間的複數的線材所形成。形成面狀的網狀物是與陽極 41 或陰極 42 平行配置，而連接網狀物彼此間的線材是延伸於與陽極 41 或陰極 42 正交的方向。又，亦可使用碳素紙或碳纖維氈，作為陽極側給電體 43 及陰極側給電體 44。

【0047】在陽極室 51 是經由陽極液供給部 46 來供給上述的陽極液。在陰極室 52 是經由陰極液供給部 47 來供給上述的陰極液。該等陽極液及陰極液是分別經由陽極液排出部 48 及陰極液排出部 49 來排出至外部。再者，隔板 45 是為了區劃鄰接的電解槽彼此間而設的金屬製的板材。

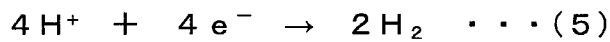
【0048】

(作用效果)

接著，說明有關本形態的電解裝置 90 的動作。若在水溶液流入至陰極室 52 及陽極室 51 的狀態下，供給電力至陽極 41 及陰極 42，則電解槽內的水會被電解。

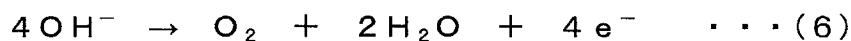
以如此的構成來電解的情況，有膜內部的水 (H_2O) 會被分解成氫離子 (H^+) 與氫氧化物離子 (OH^-) 的現象為人所知。電流是從陽極朝向陰極而流動，因此在膜內部產生的氫氧化物離子是通過陰離子交換膜來移動至陽極室，在膜內部產生的氫離子是通過陽離子交換膜來移動至陰極室。

在陰極室 52 是發生式 (5) 所示般的反應，作為中性~酸性水溶液的主反應。



亦即，藉由氫離子(H⁺)在陰極室52被電解，產生氫(H₂)與氫(H₂)。換言之，氫離子與從陰極側給電體44供給的電子(e⁻)會反應而產生氫。

在此，陽極液為鹼性時，陽極室51的主反應是發生如式(6)所示般的反應。



亦即，從氫氧化物離子產生氧及水。

【0049】若根據上述構成，則陰極液的pH會比陽極液的pH更小，因此在陰極42及陽極41的各者，活化過電壓會被適當化。

進一步，由於H⁺被供給至陰極室，所以抑制陰極室的H⁺消費所致的pH上昇，進一步，由於OH⁻被供給至陽極室，因此一面抑制陽極室的OH⁻消費所致的pH降低，一面活化過電壓會在陰極42及陽極41的各者被適當化。

其結果，可使電解裝置90的性能提升。

【0050】

(其他的實施形態)

以上，參照圖面詳述有關本案的實施形態，但具體的構成不是被限於此實施形態者，不脫離本案的主要的範圍的設計變更等也被包含。

【0051】

<實施例>

其次，參照圖5~圖8說明有關上述的各實施形態的電

解裝置90的實施例及比較例。

【0052】發明者們是在圖5所示的各條件之下，進行根據電解裝置90的試驗，測定在各條件下的電解電壓。具體而言，比較例1是與上述的各實施形態不同，陽極液與陰極液為同等的pH的情況。相對於此，在實施例1是使用相當pH14作為陽極液，相當pH12作為陰極液的KOH(氫氧化鉀)水溶液。在實施例2是使用相當pH14作為陽極液的KOH水溶液，使用H₂O(水)作為陰極液。再者，在任一的例子中，除了該等陽極液及陰極液的特性，皆是在同一的條件下進行試驗。具體而言，使用氧化銱(IrO₂)(SA100 田中貴金屬社製)，作為陽極觸媒，使用SS(不鏽鋼) FiberPaper，作為陽極給電體。使用負離子(anion)交換膜(Fumasep FAA-3 Fumatech社製)，作為離子交換膜。使用白金附著碳(Pt/C 田中貴金屬社製)，作為陰極觸媒。使用碳素紙(Carbon paper)(SIGACET 39BB SGL社製)，作為陰極給電體。哪個的情況皆是液的溫度為60℃。

【0053】上述試驗的結果，如圖6所示般，相較於陽極液與陰極液的pH為同等的比較例1，可確認在陰極液的pH為比陽極液的pH更小的實施例1、2中，電解電壓(電解電壓計測結果的歐姆損耗修正值，以下同樣)皆會變小，電解性能會提升。特別是藉由實施例1與實施例2的比較，可確認陰極液的pH越小，電解電壓越降低，電解性能更提升。

【0054】進一步，作為其他的比較例2~5，如圖7及圖

8所示般的陽極液與陰極液的pH彼此為同等時，相較於上述的實施例1、2，電解電壓會變大，電解性能降低的情形被確認。在比較例2是陽極液、陰極液皆為pH14相當的KOH水溶液，在比較例3是該等皆為pH12相當的KOH水溶液。並且，在比較例4是陽極液、陰極液皆為pH10相當的KOH水溶液，在比較例5是該等皆為水(H₂O)。

【0055】以上，由實施例及比較例可確認，藉由取在上述的各實施形態說明的構成，電解裝置90的電解性能會提升，可更有效率地產生氫。

【0056】

<附記>

在各實施形態記載的電解裝置90是例如以下般被掌握。

【0057】(1)第1形態的電解裝置90是具備：

電解槽；

將該電解槽區劃成陰極室52與陽極室51的離子交換膜40；

供給作為陰極液的電解液至前述陰極室52的陰極液供給部47；

從前述陰極室52排出前述陰極液的陰極液排出部49；

供給作為陽極液的電解液至前述陽極室51的陽極液供給部46；

從前述陽極室51排出前述陽極液的陽極液排出部48；

被設在前述離子交換膜40的前述陰極室52側的面之陰

極 42 ；

被設在前述離子交換膜 40 的前述陽極室 51 側的面之陽

極 41 ；

被設在前述陰極室 52 內，對前述陰極 42 供給電力的陰極側給電體 44 ； 及

被設在前述陽極室 51 內，對前述陽極 41 供給電力的陽極側給電體 43 ；

前述陰極液的 pH 是比前述陽極液的 pH 更小。

【0058】若根據上述構成，則陰極液的 pH 會比陽極液的 pH 更小，因此活化過電壓會在陰極 42 及陽極 41 的各者被適當化。其結果，可使電解裝置 90 的性能提升。

【0059】(2)第 2 形態的電解裝置 90 是如 (1) 的電解裝置 90，其中，前述陰極液是含有物質 A，及前述陽極液是含有前述物質 A 與物質 B 的水溶液，

再者，前述物質 A 是從包含超純水、純水、離子交換水、蒸餾水、工業用水及過濾水的群選擇的至少一個的物質，

前述物質 B 是從包含鹼金屬的氫氧化物 (LiOH、NaOH、KOH、RbOH、CsOH)，四烷基銨的氫氧化物 (N(CH₃)₄OH、N(C₂H₅)₄OH)、碳酸鹽 (KHCO₃、K₂CO₃)，鹼土金屬的氫氧化物 (Ca(OH)₂、Mg(OH)₂) 的群選擇的至少一個的物質。

【0060】若根據上述構成，則可容易且便宜取得 pH 被調整的水溶液。又，由於為水溶液，因此亦可減低鹼成分

在離子交換膜40的表面析出的可能性。

【0061】(3)第3形態的電解裝置90是如(2)的電解裝置90，其中，前述陰極液是含有前述物質A與前述物質B，及前述陽極液是含有前述物質A與前述物質B的水溶液，在前述陰極液中所含的物質B是比在前述陽極液中所含的前述物質B更濃度低。

【0062】(4)第4形態的電解裝置90是如(2)的電解裝置90，其中，前述陽極液是含有前述物質A與前述物質B的水溶液，前述陰極液是包含具有pH緩衝能力的pH緩衝材的水溶液。

【0063】若根據上述構成，則由於陰極液含有pH緩衝材，因此急遽的pH的變化會被抑制，可更容易且安定地進行電解裝置90的運轉控制。

【0064】(5)第5形態的電解裝置90是如(4)的電解裝置90，其中，前述pH緩衝材含有從 $1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ ~ 10 mol/L 的 KHCO_3 、 K_2CO_3 、磷酸、硼酸、Tris $\text{H}_2\text{NC}(\text{CH}_2\text{OH})_3$ (tris(hydroxymethyl)aminomethane)、HEPES[2-[4-(2-Hydroxyethyl)-1-piperazinyl] ethane sulfonic acid、檸檬酸選擇的至少1種類以上的物質。

【0065】(6)第6形態的電解裝置90是如(1)~(5)的任一個的電解裝置90，其中，前述離子交換膜40是具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜。

【0066】若根據上述構成，則由於使用具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜，因此可減低從陰極室52側往

陽極室51側的跨界量。

【0067】(7)第7形態的電解裝置90是如(1)~(5)的任一個的電解裝置90，其中，前述離子交換膜是貼合了具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜與具有1價的正離子選擇性的陽離子交換膜之雙極膜，在前述陰極室側是配置有前述陰離子交換膜，在前述陽極室側是配置有前述陽離子交換膜。

【0068】(8)第8形態的電解裝置90是如(1)~(5)的任一個的電解裝置90，其中，前述離子交換膜是貼合了具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜與具有1價的正離子選擇性的陽離子交換膜之雙極膜，在前述陽極室是配置有前述陰離子交換膜，在前述陰極室側是配置有前述陽離子交換膜。

【0069】(9)第9形態的電解裝置90是如(7)或(8)的電解裝置90，其中，前述陰離子交換膜為具有OH-傳導性的陰離子交換膜，前述陽離子交換膜為具有質子(proton)傳導性的質子交換膜。

[產業上的利用可能性]

【0070】若根據本案，則可提供能以更高的效率來產生氫的電解裝置。

【符號說明】

【0071】

- 100:電解系統
- 90:電解裝置
- 91:電解槽
- 1:陰極側泵
- 2:陽極側泵
- 3:陰極側槽
- 4:陽極側槽
- 5,6:藥品槽
- 7,8:給水槽
- 9:陰極側氣體積存部
- 10:陽極側氣體積存部
- 11:電源裝置
- 12:陰極側供給管線
- 13:陽極側供給管線
- 14:陰極側排出管線
- 15:陽極側排出管線
- 16,17:藥品管線
- 18,19:給水管線
- 20:陰極側氣體排出管線
- 21:陽極側氣體排出管線
- 31,32:pH計測部
- 33,34:氫氣體檢測部
- 40:離子交換膜
- 41:陽極(陽極觸媒)

- 42:陰極(陰極觸媒)
- 43:陽極側給電體
- 44:陰極側給電體
- 45:隔板
- 46:陽極液供給部
- 47:陰極液供給部
- 48:陽極液排出部
- 49:陰極液排出部
- 401,404:陰離子交換膜
- 402,403:陽離子交換膜

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種電解裝置，其特徵係具備：

電解槽；

將該電解槽區劃成陰極室與陽極室的離子交換膜；

供給作為陰極液的電解液至前述陰極室的陰極液供給部；

從前述陰極室排出前述陰極液的陰極液排出部；

供給作為陽極液的電解液至前述陽極室的陽極液供給部；

從前述陽極室排出前述陽極液的陽極液排出部；

被設在前述離子交換膜的前述陰極室側的面的陰極；

被設在前述離子交換膜的前述陽極室側的面的陽極；

被設在前述陰極室內，供給電力至前述陰極的陰極側給電體；及

被設在前述陽極室內，供給電力至前述陽極的陽極側給電體，

前述離子交換膜是具有1價的負離子選擇性且具有氫氧化物離子傳導性的陰離子交換膜，

在陽極側槽設有pH計測部，根據陽極液的pH計測結果，調節來自藥品槽的藥液的注入量，

前述陰極液的pH是比前述陽極液的pH更小。

【請求項2】一種電解裝置，其特徵係具備：

電解槽；

將該電解槽區劃成陰極室與陽極室的離子交換膜；

供給作為陰極液的電解液至前述陰極室的陰極液供給部；

從前述陰極室排出前述陰極液的陰極液排出部；

供給作為陽極液的電解液至前述陽極室的陽極液供給部；

從前述陽極室排出前述陽極液的陽極液排出部；

被設在前述離子交換膜的前述陰極室側的面的陰極；

被設在前述離子交換膜的前述陽極室側的面的陽極；

被設在前述陰極室內，供給電力至前述陰極的陰極側給電體；及

被設在前述陽極室內，供給電力至前述陽極的陽極側給電體，

前述離子交換膜是貼合了具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜與具有1價的正離子選擇性的陽離子交換膜之雙極膜，

在前述陰極室側是配置有前述陰離子交換膜，在前述陽極室側是配置有前述陽離子交換膜，

在陽極側槽設有pH計測部，根據陽極液的pH計測結果，調節來自藥品槽的藥液的注入量，

前述陰極液的pH是比前述陽極液的pH更小。

【請求項3】一種電解裝置，其特徵係具備：

電解槽；

將該電解槽區劃成陰極室與陽極室的離子交換膜；

供給作為陰極液的電解液至前述陰極室的陰極液供給

部；

從前述陰極室排出前述陰極液的陰極液排出部；

供給作為陽極液的電解液至前述陽極室的陽極液供給部；

從前述陽極室排出前述陽極液的陽極液排出部；

被設在前述離子交換膜的前述陰極室側的面的陰極；

被設在前述離子交換膜的前述陽極室側的面的陽極；

被設在前述陰極室內，供給電力至前述陰極的陰極側給電體；及

被設在前述陽極室內，供給電力至前述陽極的陽極側給電體，

前述離子交換膜是貼合了具有1價的負離子選擇性的陰離子交換膜與具有1價的正離子選擇性的陽離子交換膜之雙極膜，

在前述陽極室是配置有前述陰離子交換膜，在前述陰極室側是配置有前述陽離子交換膜，

在陽極側槽設有pH計測部，根據陽極液的pH計測結果，調節來自藥品槽的藥液的注入量，

前述陰極液的pH是比前述陽極液的pH更小。

【請求項4】如請求項1~3的任一項所記載的電解裝置，其中，前述陰極液是含有物質A，及前述陽極液是含有前述物質A與物質B的水溶液，

再者，前述物質A是從包含超純水、純水、離子交換水、蒸餾水、工業用水及過濾水的群選擇的至少一個的物

質，

前述物質B是從包含鹼金屬的氫氧化物(LiOH、NaOH、KOH、RbOH、CsOH)，四烷基銨的氫氧化物(N(CH₃)₄OH、N(C₂H₅)₄OH)、碳酸鹽(KHCO₃、K₂CO₃)，鹼土金屬的氫氧化物(Ca(OH)₂、Mg(OH)₂)的群選擇的至少一個的物質。

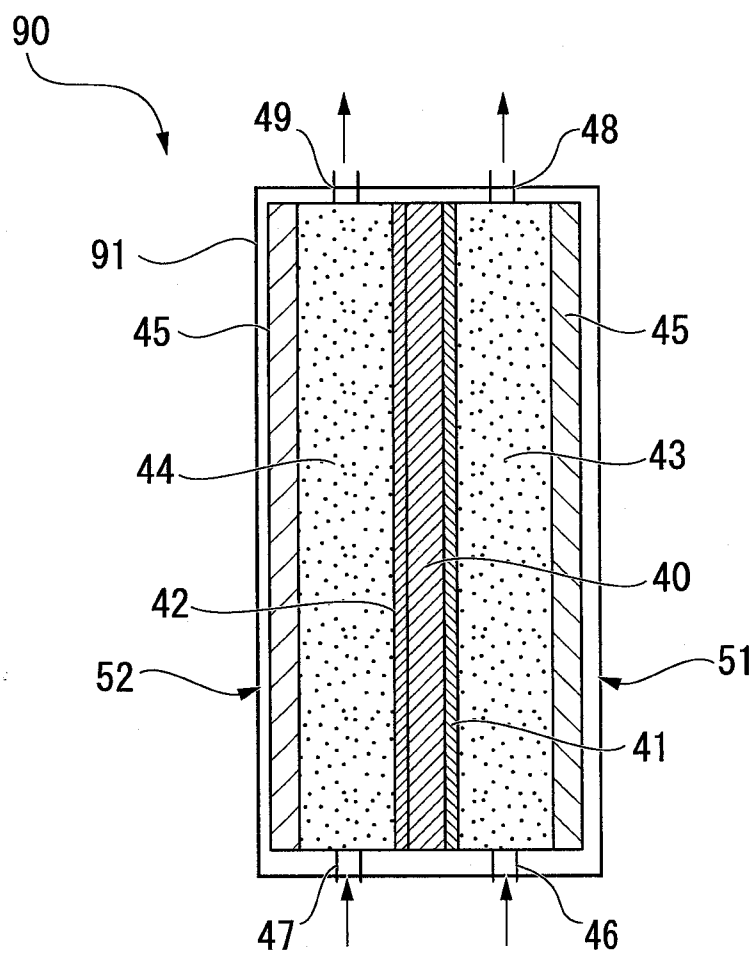
【請求項5】如請求項4記載的電解裝置，其中，前述陰極液是含有前述物質A與前述物質B，及前述陽極液是含有前述物質A與前述物質B的水溶液，

在前述陰極液中所含的物質B是比在前述陽極液中所含的前述物質B更濃度低。

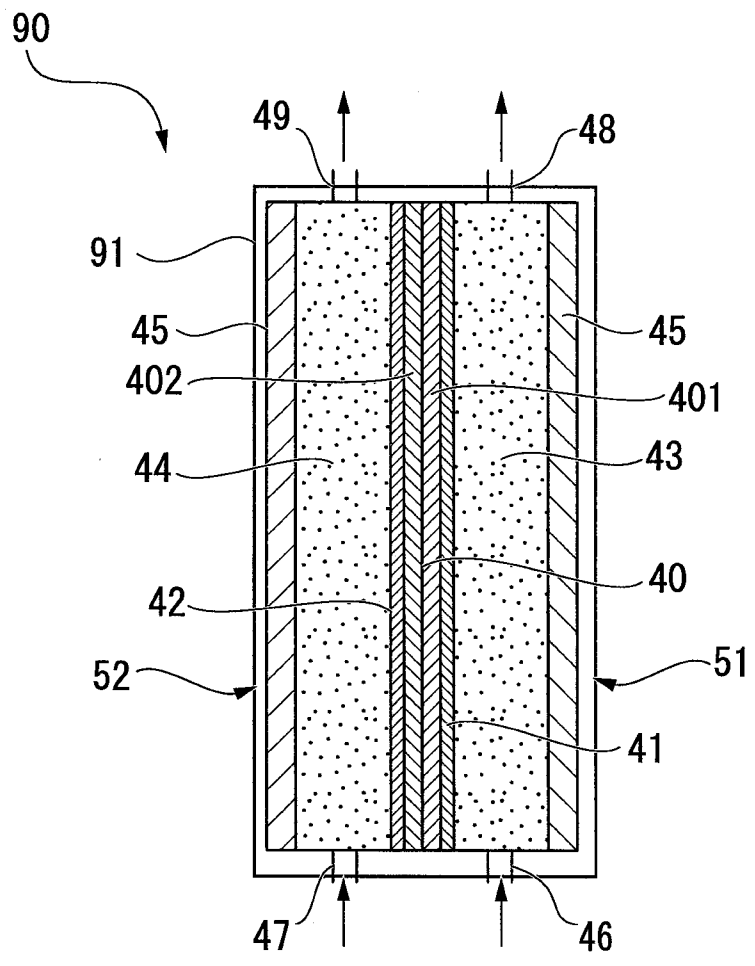
【請求項6】如請求項4記載的電解裝置，其中，前述陽極液是含有前述物質A與前述物質B的水溶液，前述陰極液是包含具有pH緩衝能力的pH緩衝材的水溶液。

【請求項7】如請求項6記載的電解裝置，其中，前述pH緩衝材是含有從 $1 \times 10^{-6} \text{mol/L}$ ~ 10mol/L 的KHCO₃、K₂CO₃、磷酸、硼酸、Tris H₂NC(CH₂OH)₃(tris(hydroxymethyl)aminomethane)、HEPES[2-[4-(2-Hydroxyethyl)-1-piperazinyl]ethane sulfonic acid、檸檬酸選擇的至少1種類以上的物質。

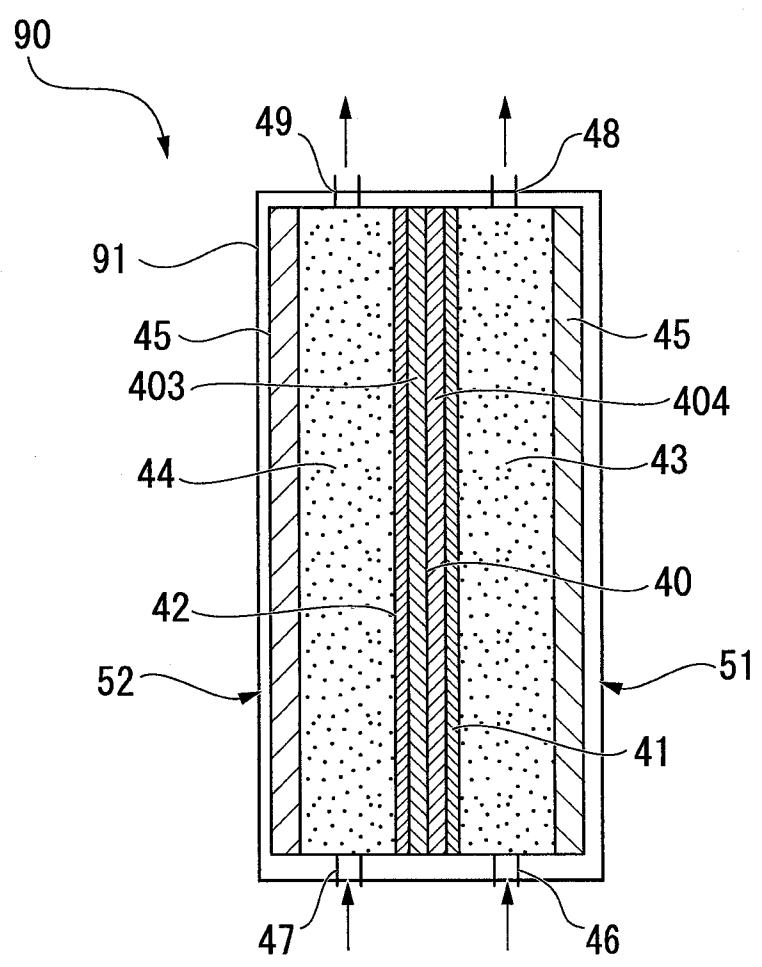
【請求項8】如請求項2或3記載的電解裝置，其中，前述陰離子交換膜為具有氫氧化物離子傳導性的陰離子交換膜，前述陽離子交換膜為具有質子傳導性的質子交換膜。



【圖 2】



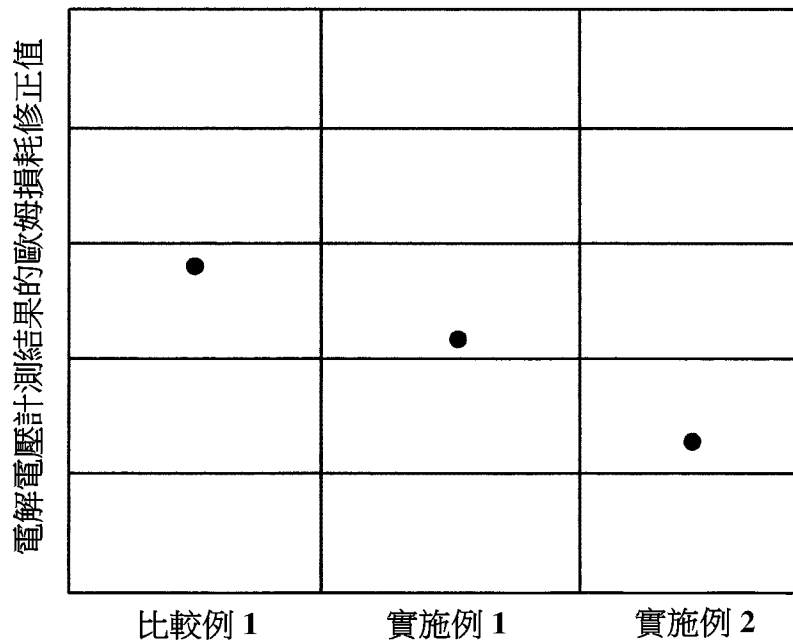
【圖 3】



【圖 4】

名稱	比較例1	實施例1	實施例2
陽極觸媒	IrO ₂	IrO ₂	IrO ₂
	(田中貴金屬, SA100)	(田中貴金屬 SA100)	(田中貴金屬 SA100)
陽極給電體	SS fiber paper	SS fiber paper	SS fiber paper
離子交換膜	負離子交換膜	負離子交換膜	負離子交換膜
	(Fumatech, Fumasep FAA-3)	(Fumatech, Fumasep FAA-3)	(Fumatech, Fumasep FAA-3)
陰極觸媒	Pt/C	Pt/C	Pt/C
	(田中貴金屬)	(田中貴金屬)	(田中貴金屬)
陰極給電體	Carbon paper	Carbon paper	Carbon paper
	(SGL, SIGACET 39BB)	(SGL, SIGACET 39BB)	(SGL, SIGACET 39BB)
陽極液	pH14相當KOH水溶液	pH14相當KOH水溶液	pH14相當KOH水溶液
陰極液	pH14相當KOH水溶液	pH12相當KOH水溶液	H ₂ O
液溫度	60°C	60°C	60°C

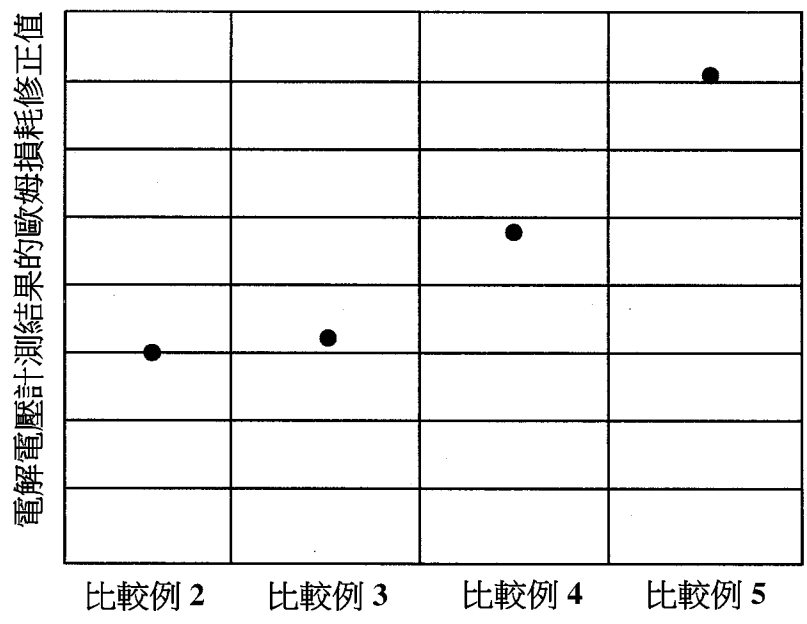
【圖 5】



【圖 6】

名稱	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
陽極觸媒	IrO ₂	IrO ₂	IrO ₂	IrO ₂
	(田中貴金屬, SA100)	(田中貴金屬, SA100)	(田中貴金屬, SA100)	(田中貴金屬, SA100)
陽極給電體	SS fiber paper	SS fiber paper	SS fiber paper	SS fiber paper
離子交換膜	負離子交換膜	負離子交換膜	負離子交換膜	負離子交換膜
	(Fumatech, Fumasep FAA-3)	(Fumatech, Fumasep FAA-3)	(Fumatech, Fumasep FAA-3)	(Fumatech, Fumasep FAA-3)
陰極觸媒	Pt/C	Pt/C	Pt/C	Pt/C
	(田中貴金屬)	(田中貴金屬)	(田中貴金屬)	(田中貴金屬)
陰極給電體	Carbon paper	Carbon paper	Carbon paper	Carbon paper
	(SGL, SIGACET 39BB)	(SGL, SIGACET 39BB)	(SGL, SIGACET 39BB)	(SGL, SIGACET 39BB)
陽極液	pH14相當KOH水溶液	pH12相當KOH水溶液	pH10相當KOH水溶液	H ₂ O
陰極液	pH14相當KOH水溶液	pH12相當KOH水溶液	pH10相當KOH水溶液	H ₂ O
液溫度	60°C	60°C	60°C	60°C

【圖 7】



【圖 8】