



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201708618 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 01 日

(21) 申請案號：105120905 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 01 日

(51) Int. Cl. : C25B9/00 (2006.01) C25B1/13 (2006.01)  
 C02F1/461 (2006.01) C02F1/68 (2006.01)

(30) 優先權：2015/07/03 日本 2015-134298

(71) 申請人：阿庫亞愛克斯公司 (日本) AQUAECOS LTD. (JP)  
 日本  
 迪諾拉永久電極股份有限公司 (日本) DE NORA PERMELEC LTD (JP)  
 日本

(72) 發明人：新田英郎 NITTA, HIDEO (JP) ; 細沼正志 HOSONUMA, MASASHI (JP)

(74) 代理人：賴經臣；宿希成

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：5 共 34 頁

(54) 名稱

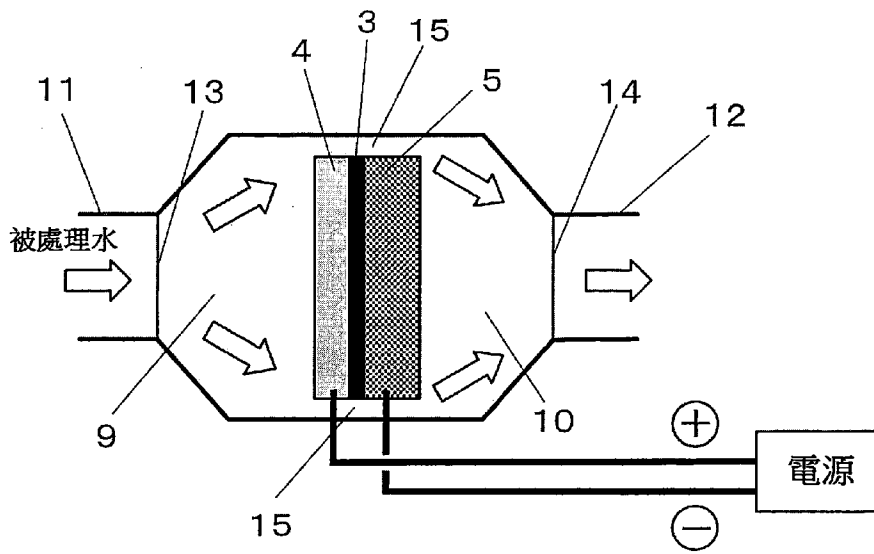
電解裝置及電解臭氣水製造裝置

(57) 摘要

本發明提供一種電解裝置，其係將含有微量之 Ca、Mg 等鹼土類金屬離子之非精製水作為原料水，將原料水供給至陰極室之構造之電解裝置，且可防止鹼土類金屬之水垢向設置於陰極室內之陰極表面析出。本發明之電解裝置及電解臭氣水製造裝置之特徵在於：包括自兩側按壓包括包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜及分別密接於其兩面之陽極與陰極的膜-電極接合體且以使上述固體高分子電解質隔膜、上述陽極及上述陰極密接之方式成型之電解槽，使用具有柔軟性且內部具有多個微細空隙之多孔質導電性金屬材料作為陰極，將以鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢儲藏於陰極內部之微細空隙內，防止鹼土類金屬之氫氧化物集中析出至陰極與固體高分子電解質隔膜之接觸界面。

指定代表圖：

圖 3



符號簡單說明：

3 . . . 固體高分子電解質隔膜

4 . . . 陽極

5 . . . 陰極

9 . . . 陽極室

10 . . . 陰極室

11 . . . 供給原料水之管道管

12 . . . 臭氧水之流出管道管

13 . . . 流入口

14 . . . 流出口

15 . . . 通道

201708618

## 發明摘要

※ 申請案號：105120905

※ 申請日：105/07/01

※ I P C 分類：*C25B 9/00* (2006.01)*C25B 1/19* (2006.01)*G02F 1/461* (2006.01)*G02F 1/68* (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

電解裝置及電解臭氧水製造裝置

## 【中文】

本發明提供一種電解裝置，其係將含有微量之 Ca、Mg 等鹼土類金屬離子之非精製水作為原料水，將原料水供給至陰極室之構造之電解裝置，且可防止鹼土類金屬之水垢向設置於陰極室內之陰極表面析出。本發明之電解裝置及電解臭氧水製造裝置之特徵在於：包括自兩側按壓包括包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜及分別密接於其兩面之陽極與陰極的膜-電極接合體且以使上述固體高分子電解質隔膜、上述陽極及上述陰極密接之方式成型之電解槽，使用具有柔軟性且內部具有多個微細空隙之多孔質導電性金屬材料作為陰極，將以鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢儲藏於陰極內部之微細空隙內，防止鹼土類金屬之氫氧化物集中析出至陰極與固體高分子電解質隔膜之接觸界面。

## 【英文】

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 3 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 3 固體高分子電解質隔膜
- 4 陽極
- 5 陰極
- 9 陽極室
- 10 陰極室
- 11 供給原料水之管道管
- 12 臭氧水之流出管道管
- 13 流入口
- 14 流出口
- 15 通道

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

電解裝置及電解臭氧水製造裝置

## 【技術領域】

【0001】本發明係關於一種電解裝置及電解臭氧水製造裝置，其係將含有微量之鈣、鎂等鹼土類金屬離子之非精製水作為原料水，藉由包括包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜及分別密接於其兩面之陽極與陰極之膜-電極接合體進行電解，且可防止以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢集中析出至上述陰極與固體高分子電解質隔膜之接觸界面。

## 【先前技術】

【0002】利用電解反應之水處理以利用電解製造功能水、臭氧水、及電解水、殺菌、分解去除有害物質等為目的而廣泛進行。該等製程中所使用之反應槽一般而言採用陽極、陰極、及其間所夾持之離子交換膜或多孔質隔膜收納於框體中之構造，稱為電解池或電解槽。此種電解池或電解槽包括隔膜、由上述隔膜隔開之陽極室、由上述隔膜隔開之陰極室、設置於上述陽極室內之陽極及設置於上述陰極室內之陰極，已知有二室型電解裝置及三室型電解裝置。二室型電解裝置包括隔膜法電解裝置、陽離子交換膜法電解裝置、進而作為其特殊方法之固體高分子電解質型電解裝置。隔膜法電解裝置係使用多孔質隔膜作為隔膜者，陽離子交換膜法電解裝置係使用陽離子交換膜作為隔膜者，固體高分子電解質型電解裝置係構成於陽離子交換膜之兩面密接上述陽極及上述陰極，使用陽離子交換膜

作為固體高分子電解質(Solid Polymer Electrolyte)，亦可電解導電率較小之純水之電解裝置者。又，關於三室型電解裝置，作為隔離陽極室與陰極室之隔膜，於陽極室與陰極室之間設置陽離子交換膜與陰離子交換膜，於陽離子交換膜與陰離子交換膜之間形成中間室。於該等電解裝置中生成各種功能水、臭氧水。

【0003】一般而言，於廢液處理步驟、或所謂鹼性離子水等功能水之製造步驟中，使用包含鈣離子、鎂離子等鹼土類金屬離子之非精製水作為原料。於使用此種非精製水之電解中，伴隨電解之進行，首先陰極液之 pH 自陰極表面上升，存在於原料水中之微量之以鈣為主體之鹼土類金屬離子以所謂非導電性之水垢(scale)、即該等之氫氧化物、氧化物及碳酸鹽之形式堆積於陰極面上，故而經常難以繼續進行電解。

【0004】因此，於專利文獻 1 及專利文獻 2 中提出有使用酸作為陰極室液之方式，但除構成變複雜以外，操作方面之安全管理亦成為負擔。又，於專利文獻 3 中提出有藉由於電解水之製造裝置中設置備用槽及複數個電極組件，每隔既定時間進行切換而使用，從而抑制陰極堆積物，但其會成為裝置大型化與成本增加之主要原因。進而，於專利文獻 4 中詳述了每隔固定時間停止操作，藉由酸洗等去除堆積物之方法，但作業變得繁雜。又，於專利文獻 5 中提出有藉由利用鹽酸將無隔膜之電解槽變為酸性而防止堆積物向陰極堆積，但使用鹽酸等強酸性藥液，於確保安全性或成本之方面而言不利，並且根據用途亦存在本身無法使用強酸之情形。

【0005】另一方面，於專利文獻 6 中提出有於電解特性劣化時使電解槽之陽極、陰極反轉，藉由逆電流謀求性能恢復之方法。於

該情形時，此種逆電流流過時，陰極暫時作為陽極而發揮作用，構成金屬成分溶出。該溶出金屬之離子不僅作為 Cr 或 Ni 等其本身含有於處理液中之離子不佳者較多，而且滲透至固體高分子電解質膜，其離子輸送能力顯著劣化。因此，存在陰極使用耐蝕性較高之閥金屬之情形，於該情形時，必須對其表面塗佈高價貴金屬塗層等，若無塗層則必須降低極大之電解過電壓。又，亦擔心暫時成為陰極之陽極之陰極還原或伴隨其之氫脆化等所致之電極觸媒或電極基材之劣化。

【0006】進而，根據專利文獻 7，提出有使用利用還原抑制覆膜覆蓋於形成於導電性基體上之氫過電壓較低之覆膜上而成之陰極，於無隔膜下電解氯化物水溶液之次氯酸鹽之製造方法，作為該還原抑制覆膜，使用有機陽離子交換膜體、無機陽離子交換膜體、或該等之混合物。然而，該還原抑制覆膜係於基於無隔膜之電解方法即陽極之生成物質直接接觸陰極之方法中，用以防止因陰極所致之次氯酸離子之還原者，並非用以防止陰極上之以鹼土類金屬氫氧化物為主體之陰極析出物者。另一方面，於如本發明般使用隔膜之電解方法及電解裝置中，如專利文獻 7 所記載般，無需用以防止作為陽極之生成物質之次氯酸離子之還原之還原抑制膜。

【0007】於習知之使用隔膜之電解方法及電解裝置中，於將包含鹼土類金屬離子之非精製水用作原料之情形時，於陰極表面濃縮有以陽離子之形式游離之該等金屬離子，進而因陰極所生成之  $\text{OH}^-$  離子而 pH 上升，結果作為陰極析出物生成以氫氧化物為主體之水垢。因該水垢生成所致之操作障礙成為問題，於習知所提出之水垢生成之抑制方法中，需要相應之費用及工夫、或不得不犧牲部分性

能等負面影響亦較大，故而要求改善。

【0008】 臭氧水於其中所含之臭氧分解時發揮殺菌等有益作用，臭氧分解後僅殘留穩定之氧，作為環境負荷極低之處理劑而備受矚目。當前，臭氧水用於部分殺菌或脫色、除臭等有機物分解之用途，今後期待進而廣泛用於防止傳染病之用途等。

【0009】 基於電解法之臭氧水生成槽通常將使金剛石電極等臭氧產生用陽極與不鏽鋼等陰極及進而夾入該等之間之陽離子交換膜分別相互緊緊密接而成之構造即所謂膜-電極接合體構成為功能單元。若對該膜-電極接合體之陽極、陰極間施加直流電流，則於陽極表面氧與臭氧係以氣體形式生成，該臭氧氣體之相當量溶入周圍之原料水中。藉此生成溶入有臭氧氣體之水即臭氧水。

【0010】 上述步驟之問題點之一在於臭氧水之生成效率與臭氧氣體生成之理論值相比極低。本發明者等人發現決定臭氧水生成效率之臭氧氣體之溶入量強烈依存於電極附近之原料水之流速，可認為該現象暗示於臭氧生成位置上水中臭氧濃度局部迅速達到飽和，又，剛生成後之微細臭氧氣體氣泡滯留於氣體生成位置而急速成長為更大之氣體氣泡，結果臭氧氣體變得難以有效率地溶解。

【0011】 基於以上之問題與今後之市場性，本發明者等人致力於研究其解決方法，提出於膜-電極接合體設置複數個貫通口，使原料水單向通過該等之構造之電解槽，藉此提出顯示能夠改善臭氧水生成效率之專利(專利文獻 8)。

【0012】 根據基於專利文獻 8 之電解臭氧水製造裝置，陽極室內之陽極液(作為陽極產物之酸性臭氧水)與陰極室內所生成之陰極液(作為陰極產物之鹼金屬氫氧化物)混合，成為一體而流出。因此，



陰極液與陽極側所生成之作為陽極液之酸性臭氧水混合，陰極表面之 pH 自鹼性向中性附近降低，可於相當程度上抑制陰極表面之以鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢之生成。

【0013】然而，可知存在以下情形：於基於專利文獻 8 之電解臭氧水製造裝置中，作為上述陰極，使用貴金屬、鎳、不鏽鋼、鈦等剛性材料，不與陽極側所生成之作為陽極液之酸性臭氧水接觸，且於上述陰極與固體高分子電解質隔膜之接觸界面附近所生成之以氫氧化鈣、氫氧化鎂等鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢之絕大部分不儲藏於陰極內部，又，亦不通過形成於陰極之多個貫通孔，而析出至陰極與固體高分子電解質隔膜之接觸界面，阻礙電解繼續進行。又，亦可知因陰極包含剛性材料，無柔軟性，故而作為固體高分子型電解槽，即便自兩側按壓使其成型，陰極、陽極、及固體高分子隔膜亦不充分密接，槽電壓變高。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0014】

[專利文獻 1]日本專利特開 2002-173789 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開 2005-177671 號公報

[專利文獻 3]日本專利特開 2011-050807 號公報

[專利文獻 4]日本專利特開平 10-130876 號公報

[專利文獻 5]日本專利特開 2008-200667 號公報

[專利文獻 6]日本專利特開 2008-150665 號公報

[專利文獻 7]日本專利特開平 8-104991 號公報

[專利文獻 8]日本專利特開 2011-246799 號公報

**【發明內容】**

(發明所欲解決之問題)

**【0015】** 本發明之目的在於消除上述之習知方法之缺點而提供一種電解裝置及電解臭氧水製造裝置，其係藉由包括包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜及分別密接於其兩面之陽極與陰極的膜-電極接合體進行電解，且於將包含微量之鈣、鎂等鹼土類金屬離子之非精製水用作原料之情形時，可防止以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢集中析出至上述陰極與上述固體高分子電解質隔膜之接觸界面。

**【0016】** 本發明係關於一種電解裝置及電解臭氧水製造裝置，其係將含有微量之鈣、鎂等鹼土類金屬離子之非精製水作為原料進行電解，更具體而言提出如下裝置：其係將非精製水用作原料水，於電解臭氧水製造裝置、進而於功能水製造裝置、電解水製造裝置、殺菌裝置、廢水處理裝置等中，減輕因陰極之氫氧化物等堆積物所致之問題。又，根據本發明之電解裝置及電解臭氧水製造裝置，亦可展望解決其他用途之相同問題。進而，本發明者等人為了改善流過電極附近之原料水(自來水)之流向，對通過膜-電極接合體之通道構造進行反覆研究，結果發現與習知之電解槽相比，顯示顯著較高之臭氧水製造效率，並且電解電壓較低，作為實際電解電壓之比率與電流效率之積之電力效率較高，因此實現耗能較少之臭氧水製造用電解槽之開發，驗證了其有效性。

(解決問題之技術手段)

**【0017】** 本發明之第 1 解決問題之技術手段在於：為了達成上述目的，包括自兩側按壓包括包含陽離子交換膜之固體高分子電解

質隔膜及分別密接於其兩面之陽極與陰極的膜-電極接合體且以使上述包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜、上述陽極及上述陰極密接之方式成型之電解槽，向上述陽極及上述陰極之至少任一者供給包含含有鹼土類金屬之非精製水之原料水之手段，及將上述陽極及上述陰極中分別所生成之陽極液及陰極液混合之手段；且使用具有柔軟性且內部具有多個微細空隙之多孔質導電性金屬材料作為上述陰極，以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢儲藏於上述陰極之內部之微細空隙內，抑制以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢集中生成於上述陰極與上述固體高分子電解質隔膜之接觸界面。

【0018】本發明之第 2 解決問題之技術手段在於：於上述電解水製造裝置中，於上述膜-電極接合體之上述陰極及/或上述陽極之外側，進而以各膜-電極接合體之陰極彼此及/或陽極彼此接觸之方式連接有具有與上述膜-電極接合體相同之構造之至少一個新膜-電極接合體，而構成包含單極堆疊構造之電解槽。

【0019】本發明之第 3 解決問題之技術手段在於：於上述電解水製造裝置中，於上述膜-電極接合體之上述陰極及/或上述陽極之外側，進而以各膜-電極接合體之陰極與陽極接觸之方式連接有具有與上述膜-電極接合體相同之構造之至少一個新膜-電極接合體，而構成包含雙極堆疊構造之電解槽。

【0020】本發明之第 4 解決問題之技術手段在於：於上述電解水製造裝置中，上述陰極係選自由金屬發泡體、金屬纖維布及纖維狀金屬成型體所組成之群組中之至少一種多孔質導電性材料。

【0021】本發明之第 5 解決問題之技術手段在於：於上述陰極

位於上述電解槽之最外層之情形時，該陰極藉由包含板材、篩網、或沖孔金屬板之剛性陰極基板保持。

【0022】本發明之第 6 解決問題之技術手段在於一種電解臭氧水製造裝置，其特徵在於：使用上述電解水製造裝置，電解含有鹼土類金屬離子之非精製水，而製造臭氧水。

(對照先前技術之功效)

【0023】根據本發明，於使用包括包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜及分別密接於其兩面之陽極與陰極的膜-電極接合體，將上述陽極及上述陰極中分別所生成之陽極液及陰極液混合之構造之電解裝置及電解臭氧水製造裝置中，使用具有柔軟性且內部具有多個微細空隙之多孔質體金屬材料作為上述陰極，藉此可與陽極側所生成之作為陽極液之酸性臭氧水充分接觸，抑制上述鹼土類金屬之氫氧化物之生成，並且進而以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢儲藏於上述陰極之內部之微細空隙內，藉此防止以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢集中析出至上述陰極與上述固體高分子電解質隔膜之接觸界面。因此，即便不採取如上述之基於習知技術之各種手段，亦可抑制陰極表面堆積氫氧化物等，抑制伴隨其之電解電壓之上升。其結果為，可實現長時間、穩定之電解操作。可認為其原因在於：陰極堆積物不集中於陽極之相反面即溶液電阻較低之電解反應面而分散於陰極整體，藉此氫氧化物等堆積物未直接覆蓋於作為反應面之陰極觸媒表面，故而不易阻礙陰極之產生氫之反應。

【0024】即，原料水中之微量之鹼土類金屬離子、例如  $\text{Ca}^{2+}$  被牽引至陰極表面，因此發生陰極反應、 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$

→Ca(OH)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>，進而於大部分情形時亦發生同時所含之微量之鹼金屬離子、例如 Na<sup>+</sup>之陰極反應、Na<sup>+</sup> + H<sub>2</sub>O + e<sup>-</sup> → NaOH + (1/2)H<sub>2</sub>，藉此陰極表面變為鹼性，就於陰極之多孔質體中，與陽極側所生成之作為陽極液之酸性臭氧水混合、接觸而變得接近中性及存在橫跨多孔質體之內外部成為等電位之可能性之方面而言，可推測上述鹼土類金屬之氫氧化物花費時間儲藏於陰極之內部之微細空隙內。實際上，藉由目測或利用放大鏡觀察長時間電解後之陰極可確認陰極上之堆積物不僅分佈於與陽極對向之部分，亦幾乎均勻地分佈於包括背面在內之陰極內外整個表面。如此，固體高分子電解質隔膜(陽離子交換膜)與陰極之接觸界面其本身不直接被 Ca(OH)<sub>2</sub> 之析出層優先覆蓋，從而繼續進行電解。

【0025】即，根據本發明，可確認以下之效果。

1)藉由使用包含柔軟性較高之材質之多孔質導電性金屬材料作為陰極，確保與固體高分子電解質隔膜(陽離子交換膜)及陽極之密接性，且藉由微小之凹凸使接觸面積擴大，藉此實際電流密度降低。於該方面，根據本發明可確認如下述般顯示「基於縮放比例之電壓上升速度係與電流密度之 2~3 次方成比例」之較大之依存性。

2)因鈣之析出不集中於固體高分子電解質隔膜(陽離子交換膜)與陰極之接觸部位即用以產生氫之功能部位，亦分散於多孔質之陰極內部，故而不易阻礙陰極反應。

3)藉由使用內部具有多個微細空隙之多孔質導電性金屬材料作為陰極，陰極之微細空隙對水垢發揮某種儲藏庫之作用，具有延遲因陰極與固體高分子電解質隔膜(陽離子交換膜)之界面所生成之水垢而導致膜自陰極背離之提昇現象之產生之效果。

**【圖式簡單說明】****【0026】**

圖 1 係作為習知之電解裝置之 1 例之固體高分子型電解槽之 1 例之剖視圖。

圖 2 係本發明之電解裝置之 1 例之剖視圖。

圖 3 係本發明之電解裝置之其他例之剖視圖。

圖 4 係本發明之電解裝置之進而其他例(單極堆疊構造)之剖視圖。

圖 5 係本發明之電解裝置之進而其他例(雙極堆疊構造)之剖視圖。

**【實施方式】**

**【0027】** 以下，結合圖式對成為本發明之前提之習知之電解裝置及本發明之電解裝置之一實施態樣，針對電解臭氧水製造裝置進行說明。如上所述，臭氧水於其中所含之臭氧分解時發揮殺菌等有益作用，於臭氧分解後僅殘留穩定之氧，作為環境負荷極低之處理劑而備受矚目。當前，臭氧水用於部分殺菌或脫色、除臭等有機物分解之用途，今後期待進而廣泛用於防止傳染病之用途等。基於電解法之臭氧水生成槽通常將使金剛石電極等臭氧產生用陽極與不鏽鋼等陰極及進而夾入該等之間之包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜分別相互緊緊密接而成之構造即所謂膜-電極接合體構成為功能單元。若對該膜-電極接合體之陽極、陰極間施加直流電流，則於陽極表面氧與臭氧係以氣體形式生成，該臭氧氣體之相當量溶入周圍之原料水。藉此生成溶入有臭氧氣體之水即臭氧水。

**【0028】** 上述製程之問題點之一在於：臭氧水之生成效率與臭

氧氣體生成之理論值相比極低。本發明者等人發現決定臭氧水生成效率之臭氧氣體之溶入量強烈依存於電極附近之原料水之流速，可認為該現象暗示於臭氧生成位置上水中臭氧濃度局部迅速飽和，又，剛生成後之微細臭氧氣體氣泡滯留於氣體生成位置而急速成長為更大之氣體氣泡，結果臭氧氣體變得難以有效率地溶解。

**【0029】** 基於以上之問題與今後之市場性，本發明者等人致力於研究其解決方法，提出於膜-電極接合體設置複數個貫通口且使原料水單向通過該等之構造之電解槽，藉此提出顯示能夠改善效率之專利(專利文獻 8)。進而，本發明者等人為了改善流過電極附近之原料水(自來水)之流向，對通過膜-電極接合體之通道構造進行反覆研究，結果發現與習知之電解槽相比，顯示顯著較高之臭氧水製造效率，並且電解電壓較低，作為實際電解電壓之比率與電流效率之積之電力效率較高，因此實現耗能較少之臭氧水製造用電解槽之開發，驗證了其有效性。

**【0030】** 進而如下所述，本發明者等人發現於上述技術之發明過程中呈現出以下於實用性方面非常有用之令人驚訝之現象：使用具有柔軟性且內部具有多個微細空隙之多孔質體金屬材料作為電解槽之陰極材料，以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢儲藏於上述陰極之內部之微細空隙內，可防止以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢集中析出至上述陰極表面。再者，於本發明中，以不分離用以使電解槽徹底小型化之陽極室與陰極室之槽構造、及基於重視操作維護之容易性而不使用藥劑為前提進行開發。於本發明中，源自發現藉由使用多孔質金屬材料作為陰極體，而於以含有微量之鈣、鎂等鹼土類金屬離子之非精製水、例如一般之自來水為

原料進行電解之情形時，大幅度降低因陰極所析出之氫氧化物(水垢)阻礙電解之情況。即，根據本發明，能夠不另外採取用以防止水垢堆積之措施，而高效地長時間連續使用臭氧生成裝置。

【0031】圖 1 表示專利文獻 8 中所記載之習知之電解臭氧水製造裝置，1 為電解槽，2 為膜-電極接合體，膜-電極接合體 2 於包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜 3 之一個側面密接有使臭氧產生用之陽極觸媒擔載於具有既定之形狀與物性之構造體上而成之陽極 4。於包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜 3 之另一側面密接有使氫產生用之陰極觸媒擔載於具有既定之形狀與物性之構造體上而成之陰極 5。橫跨固體高分子電解質隔膜 3、陽極 4 及陰極 5 之整個表面，分別設置有貫通該等之直徑 0.1 mm 以上之複數個貫通孔 6、7、8。複數個貫通孔 6、7、8 橫跨陽極 4、陰極 5 及固體高分子電解質隔膜 3 之整個表面而形成，經由該貫通孔 6、7、8，原料液及電解產物自陽極側移至陰極側，或自陰極側移至陽極側。為了使原料液及電解產物順利自陽極側移至陰極側或自陰極側移至陽極側，陽極 4、陰極 5 及固體高分子電解質隔膜 3 之貫通孔 6、7、8 設置於相同位置。

【0032】9 為設置於陽極 4 前面之陽極室，10 為設置於陰極 5 前面之陰極室，11 為向電解槽 1 之陽極室 9 供給原料水之管道管，12 為由電解而生成之臭氧水自電解槽 1 之陰極室 10 流出之管道管，13 為向電解槽 1 之陽極室 9 供給原料水之流入口，14 為臭氧水自電解槽 1 之陰極室 10 流出之流出口。

【0033】對於作為原料水之被處理水，於上述陽極室 9 中相對於上述陽極 4、上述固體高分子電解質隔膜 3 及上述陰極 5 之表面，



於其之直角方向或斜向連接原料水之流入口 13、原料水供給用之管道管 11，於上述陰極室 10 中於其之直角方向或斜向連接臭氧水之流出口 14、臭氧水流出用管道管 12。又，上述電解槽 1 亦可相對於原料水之流向斜向設置，而非設置於直角方向，於斜向設置之情形時，電解面積變大，可進而增加電流效率、臭氧之生成量。

【0034】如上所述，根據基於專利文獻 8 之習知之電解臭氧水製造裝置，陽極室 9 內之陽極液(作為陽極產物之臭氧水)與陰極室 10 內所生成之陰極液(作為陰極產物之鹼金屬氫氧化物)混合，成為一體而流出。因此，陰極液與陽極側所生成之作為陽極液之臭氧水混合，陰極表面之 pH 自鹼性移至中性側，於某種程度上抑制陰極表面之鹼土類金屬之氫氧化物之析出。

【0035】然而，根據基於專利文獻 8 之習知之電解臭氧水製造裝置，可知存在以下情形：作為上述陰極 2，使用貴金屬、鎳、不鏽鋼、鈦等剛性材料，上述固體高分子電解質隔膜 3 附近所生成之以氫氧化鈣、氫氧化鎂等鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢之絕大部分不儲藏於陰極內部，亦不通過形成於陰極 5 之多個貫通孔 8，而析出至陰極 5 與固體高分子電解質隔膜 3 之接觸界面，阻礙電解繼續進行。又，亦可知因陰極 5 包含剛性材料，無柔軟性，故而作為固體高分子型電解槽，即便自兩側按壓使其成型，上述陰極、陽極及固體高分子隔膜亦不密接，水垢優先堆積於所產生之陰極、隔膜間之間隙中，槽電壓變高。

【0036】圖 2 表示本發明之電解裝置之一實施態樣，圖 2 所示之本發明之一實施態樣如下所述：於圖 1 所示之習知之電解裝置中，使用具有柔軟性且內部具有多個微細空隙之多孔質導電性材料

作為上述陰極 5，以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢儲藏於上述陰極之內部之微細空隙內，防止以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢集中析出至上述陰極與上述固體高分子電解質隔膜之接觸界面。即，於本發明中，如圖 2 所示，膜-電極接合體 2 包括包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜 3、及分別密接於其兩面之陽極 4 與陰極 5，電解槽 1 係自兩側按壓上述膜-電極接合體 2，以使上述包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜 3、上述陽極 4 及上述陰極 5 密接之方式成型。

**【0037】** 根據本發明，如圖 2 所示，向上述陽極 4 及上述陰極 5 之至少任一者，使用供給管道管 11 使包含含有鹼土類金屬之非精製水之原料水自流入口 13 流入陽極室 9 內進行電解，陽極室 9 內所生成之臭氧水即陽極液通過上述陽極 4 之貫通孔 7、上述包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜 3 之貫通孔 6 及上述陰極 5 之多孔質體導電性金屬材料之內部空間，流入上述陰極室 10，與陰極液混合，自流出口 14、流出管道管 12 流出。本發明之特徵在於：使用具有柔軟性且內部具有多個微細空隙之多孔質導電性金屬材料作為上述陰極，以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢儲藏於上述陰極之內部之微細空隙內，防止以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢集中析出至上述陰極與上述固體高分子電解質隔膜之接觸界面。

**【0038】** 本發明之電解裝置適用於將陽極液與陰極液混合之構造之電解裝置。作為此種構造之電解裝置，可列舉如以下之構造之電解裝置。

(1)向陽極室或陰極室之任一者供給包含含有鹼土類金屬之非

精製水之原料水，於陽極、陰極、及包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜設置貫通孔之電解裝置。

(2)如圖 2 所示之使用如多孔金屬之有孔金屬作為陽極 4，於包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜 3 設置貫通孔，使用多孔質導電性金屬材料作為陰極 5 之電解裝置。

(3)如圖 3 所示之於膜-電極接合體 2 之上部及/或下部設置電解液之通道 15，向陽極室 9 或陰極室 10 之任一者供給包含含有鹼土類金屬之非精製水之原料水，於膜-電極接合體 2 之上部及/或下部經由電解液之通道 15 將陽極液與陰極液混合之電解裝置。

(4)於電解裝置內，隔開間隔，並以上部及/或下部形成液體通道之方式斜向排列複數個如圖 2、圖 4 或圖 5 所示之一個或複數個膜-電極接合體，於自直角方向或斜向對陽極室 9 或陰極室 10 之任一者供給包含含有鹼土類金屬之非精製水之原料水之情形時，與圖 3 同樣地於膜-電極接合體 2 之上部及/或下部形成電解液之通道 15 之電解裝置。

(5)作為膜-電極接合體，使用未進行孔加工之包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜，向陽極室或陰極室之任一者或兩者供給包含含有鹼土類金屬之非精製水之原料水，於系統外混合上述陽極室或上述陰極室所生成之陽極液及陰極液之電解裝置、或利用連通管連接陽極室與陰極室，於系統內混合陽極液及陰極液之電解裝置。

【0039】進而，於本發明中，亦可設置為以上述包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜彼此不接觸，且上述膜-電極接合體之最外層成為上述陽極或上述陰極之方式將選自由上述包含陽離

子交換膜之固體高分子電解質隔膜、上述陽極及上述陰極所組成之群組中之至少一者連接於上述膜-電極接合體之上述陰極及/或上述陽極之外側之構造。

【0040】圖 4 表示上述構造之一例，且表示本發明之進而其他之實施態樣，係表示具有與該膜-電極接合體 2 相同之構造之新膜-電極接合體 21 以膜-電極接合體 2 之陰極 5 與膜-電極接合體 21 之陰極 19 接觸之方式連接於圖 2 所記載之膜-電極接合體 2 之外側，構成包含單極堆疊構造之電解槽之例。16 為膜-電極接合體 21 之包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜，17 為膜-電極接合體 21 之陽極，18 為該陽極 17 上所設置之貫通孔，19 為膜-電極接合體 21 之陰極，20 為膜-電極接合體 21 之包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜 16 上所設置之貫通孔。再者，陰極 5 與陰極 19 亦可藉由一體之陰極材料構成。若如此，則反應面積加倍，故而以相同投影面積可獲得 2 倍之處理能力，除此之外，於圖 2 或圖 3 之構成中需要自背面機械性地支撐包含柔軟之多孔質體之陰極材料之構造體，藉由採用圖 4 所示之構成可省去此種支撐構件。再者，於此種包含單極堆疊構造之電解槽中，亦可於膜-電極接合體 2 之陰極 5 之外側使膜-電極接合體 2 之陽極 4 與膜-電極接合體 21 之陽極 17 接觸，代替接觸具有與該膜-電極接合體 2 相同之構造之新膜-電極接合體 21 之陰極 19。

【0041】圖 5 表示本發明之進而其他之實施態樣，係表示具有與該膜-電極接合體 2 相同之構造之新膜-電極接合體 21 以膜-電極接合體 2 之陰極 5 與膜-電極接合體 21 之陽極 17 接觸之方式連接於圖 2 所記載之膜-電極接合體 2 之陰極 5 之外側，構成包含雙極

堆疊構造之電解槽之例。若如此，則與圖 4 所示之電解裝置之例同樣地反應面積加倍，故而以相同投影面積可獲得 2 倍之處理能力。又，圖 5 所示之電解裝置之例亦將陰極 5 成為終端之情形除外，無需成為終端部之陰極以外之支撐構件。

**【0042】** 本發明中所使用之陰極第一必須具有柔軟性。其原因在於：陰極用作膜-電極接合體，故而若剛性較強，則有自兩側按壓時，包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜、陽極及陰極不密接，而槽電壓變高之虞，故而必須具有充分之柔軟性。

**【0043】** 本發明中所使用之陰極第二必須為內部具有多個微細空隙之多孔質體導電性金屬材料。若陰極由習知以來所使用之包含板材、篩網、或沖孔金屬板之剛性材料構成，則存在以下情形：包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜之表面所產生之以鈣、鎂等鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢之絕大部分不儲藏於陰極內部，亦不通過形成於陰極之多個貫通孔，而迅速析出至陰極與固體高分子電解質隔膜之接觸界面，阻礙電解繼續進行。

**【0044】** 進而，若陽極室所產生之酸性臭氧水於陰極之內部空間縱橫移動，滯留於膜-電極接合體之內部，則亦可到達陰極與固體高分子電解質隔膜之接觸界面，故而為了抑制以鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢之形成，結果延遲槽電壓之上升，本發明中所使用之陰極第三必須由能夠使陽極液、陰極液等液體順利流動之材料構成。因此，本發明中所使用之陰極材料使用多孔質導電性金屬材料。作為多孔質導電性金屬材料，較佳為選自由金屬發泡體、金屬纖維布、及纖維狀金屬成型體所組成之群組中之至少一種多孔質導電性金屬材料。作為最佳之具體材料，使用鎳發泡體、SUS 發泡

體、SUS 不織布。亦可根據用途適當將貴金屬及貴金屬氧化物作為電極觸媒塗佈於該等上。

【0045】因本發明之陰極用於膜-電極構造體，故而較佳為即便陰極本身需要柔軟性，亦需事先藉由剛性陰極基板進行支撐，以使其可承受來自外側之變形應力。因此，於本發明中，位於上述膜-電極接合體之最外層之陰極較佳為藉由包含板材、篩網、或沖孔金屬板之剛性陰極基板保持。

【0046】作為陰極之陰極基板，可自包含不鏽鋼之鐵及其合金、鎳及其合金、銅及其合金、鋁及其合金、進而鈦、鋳、鉬、鎢、矽及該等之合金或碳化物、碳及其同素異形體等分別選擇適於用途者，應用本發明。亦可根據用途適當將貴金屬及貴金屬氧化物作為電極觸媒塗佈於該等上。

【0047】作為陽極之陽極基板，使用於處理水中形成穩定之鈍態化覆膜之鉍、鈮、鈦、鋳及矽等金屬及該等之合金，可根據用途於其表面就反應觸媒活性等之觀點而言適當選擇導電性金剛石、二氧化鉛、貴金屬及貴金屬氧化物，作為陽極觸媒塗佈於陽極基板上而使用。又，作為陽極，亦可單獨使用肥粒鐵、無定形碳、石墨等陽極基板。

【0048】作為本發明之包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜，可廣泛使用習知以來所知之陽離子交換膜，尤佳為具有磺酸基，化學穩定性優異之全氟磺酸型陽離子交換膜。

【0049】於該等電解裝置中生成各種功能水、臭氧水。於本發明中，功能水係指「於藉由人為處理而獲得具有再現性之有用功能之水溶液之中，關於處理與功能已明確科學依據者、及欲明確者」。

功能水包括電解水或臭氧水等各種功能水。

【0050】又，根據財團法人功能水研究振興財團之主頁之記載，電解水之定義與種類定義如下。

【0051】電解水係利用較弱之直流電壓對自來水或較淡之鹽水等進行電解處理而獲得之水溶液之總稱。藉由裝置或電解條件等之差異可製作出各種各樣之電解水，基於使用目的，大致分為清潔消毒等衛生管理所使用之殺菌性電解水(強酸性電解水或微酸性電解水等酸性電解水與被視為次氯酸鈉稀釋液之電解次亞水)與已明確藉由持續飲用具有改善胃腸症狀之效果之鹼性電解水(鹼性離子水)。

【0052】酸性電解水係將 pH 為 6.5 以下之電解水統稱為酸性電解水。對各種病原細菌或該等之藥劑耐性菌(MRSA 等)顯示廣泛較強之殺菌力，應用於醫療、牙科、食品或農業等多種領域。主要之殺菌因子為藉由電解而生成之次氯酸。因此，強酸性電解水與微酸性電解水於 2002 年因「無損害人體健康之虞」而被指定為食品添加物時，亦被賦予「次氯酸水」這一名稱。對於強酸性電解水，於由隔膜分隔陽極與陰極之二室型電解槽內電解 0.1%以下之鹽水(NaCl)，將以陽極側所生成之次氯酸為主成分(20~60 ppm 之有效氯濃度)之 pH2.7 以下之電解水稱為強酸性電解水(強酸性次氯酸水)。同時將陰極側所生成之強鹼性(pH11~11.5)之電解水稱為強鹼性電解水。微酸性電解水係指藉由於未由隔膜隔開陽極與陰極之一室型電解裝置內電解 2~6%鹽酸水而生成之 pH 為 5~6.5，有效氯為 10~30 ppm 之次氯酸水溶液，其特徵在於所有生成水均為殺菌水。

【0053】鹼性離子水係藉由使用通稱為鹼性離子整水器之家庭用電解水生成器，電解適於飲用之水而生成之弱鹼性(pH9~10)飲用電解水之通稱。再者，家庭用電解水生成器係於藥物事務法實施令中分類為「器具器械 83 醫療用物質生成器」之家庭用醫療設備之名稱。實施嚴密之比較臨床試驗，結果可確認於鹼性離子水之功效效果中作為醫療用具被承認之以下之功效效果。即，對「慢性下痢、消化不良、胃腸內異常發酵、製酸、胃酸過多」有效。又，對便秘亦可見改善效果。當前，伴隨藥物事務法之修訂(2005年)，修正為具有「胃腸症狀之改善效果」。

【0054】於本發明中，臭氧水係藉由使用本發明之電解槽電解純水或自來水等、殺菌用被處理液、廢水、廢液等而獲得之主要含有臭氧氣體之電解產物，係指除臭氧氣體以外亦含有 OH 自由基或超氧陰離子等氧自由基、過氧化氫及其他氧化性物質之含臭氧氣體水。作為該臭氧水之作用，於低 pH(酸性)下臭氧氣體本身成為氧化之主體，於高 pH(鹼性)下臭氧氣體分解，基於此時所生成之 OH 自由基之氧化成為主體，即便於總氧化當量相同之情形時，氧化作用亦進而強勁。

【0055】本發明可應用於用以進行氫、氧製造、臭氧水製造、鹼性離子水製造、酸性水製造、微酸性水製造、廢水處理等之電解裝置。又，作為操作形態，適於使包含鹼土類金屬離子之陰極液穩定流動之方式，對於定期更換包含鹼土類金屬離子之非精製陰極液之方式亦可獲得效果。

[實施例]

【0056】其次，列舉實施例及比較例，進而具體地說明本發



明，但本發明並不限定於該等。為了確認發明之效果，於陰極使用多種多孔質材料，進行臭氧水製造試驗。又，同樣地藉由於陰極使用多孔質材料之電解槽進行產生氧之電解試驗。進而，亦對陰極材料使用普通之金屬材料之該構造體之電解槽進行相同之試驗，並進行比較驗證本發明之效果。表 1 表示實施例及比較例中所使用之槽類型、陰極及陽極之材質。

### 【0057】

#### [實施例 1]

將具有液體及氣體能夠通過其內部之多孔質構造之金屬材料用作陰極，以成為具有圖 4 所示之單極堆疊構造之電解槽之方式，於上述陰極之兩側密接配置包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜，進而於該固體高分子電解質隔膜之外側密接配置於鈮製基材上塗佈導電性金剛石而成之陽極，構成用於確認效果之膜-電極接合體(投影電極面積  $3.3 \text{ cm}^2$ 、陽極兩面總計  $6.6 \text{ cm}^2$ )。分別於陽極設置直徑  $3 \text{ mm}$  之複數個貫通孔，又，於包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜之相同位置設置直徑  $2 \text{ mm}$  之複數個貫通孔。作為陰極多孔質金屬，可考慮多樣化之材料，作為用於確認效果之試驗材料，選擇具有發泡性多面體構造之內部具有空隙之鎳發泡體與 SUS316L 發泡體、使用直徑約  $40 \mu\text{m}$  之 SUS316L 細線之不織布之 3 種陰極材料作為代表例。又，作為其選用基準，就使用一般之自來水等之情形之實用性之觀點而言，較理想為選擇相對於每  $1 \text{ cm}^2$  之電極投影面積每分鐘  $1 \text{ L}$  之水通過流量之壓力損失成為  $0.5 \text{ MPa}$  以下之液體通過阻力相對較低之材料。於材料之氣孔率較低之情形時，不僅壓力損失增大，而且亦無法期望充分之水垢抑制效

果。另一方面，若氣孔率過高，則難以維持作為陰極之物理強度，故而氣孔率較理想為 50~96%之範圍。

【0058】如此所構成之膜-電極接合體如圖 4 所示，以每分鐘 2 L 之流量向收納於框體中之電解槽供給自來水作為原料水，供於臭氧水製造特性試驗及長時間連續運轉試驗。所生成之臭氧水中之臭氧濃度之測定藉由 UV 吸收式臭氧濃度計進行。電源使用具有 20 A-40 V 能力之市售之直流定電流電源。因臭氧生成效率較大依存於水溫，故而藉由調溫系統將電解水之溫度維持於 20℃。於使用一般自來水等包含微量之鈣或鎂等之非精製水之臭氧水生成電解中，該等溶存元素之影響顯著表現為因連續運轉時水垢形成所致之電解電壓之上升，若達到一定電壓，則難以繼續進行電解。因此，於連續運轉試驗時，以一定間隔將陽陰極間之電壓作為電解電壓進行監控，亦考慮陽極材料之耐電壓等，於達到 25 V 之時間點結束試驗。電解電流設定為 2 A。表 2 表示臭氧水製造特性試驗結果，表 3 表示長時間連續電解試驗結果-槽電壓上升特性。

### 【0059】

#### [實施例 2]

實施假定電解離子水製造等功能性水之製造之追加模擬試驗。使用實施例 1 所記載之使用 SUS316 細線之不織布作為陰極，將該陰極密接配置於包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜之單面，將於純鈦製多孔金屬板上塗佈鉑而成之陽極密接配置於該固體高分子電解質隔膜之相反側之面，構成具有與實施例 1 相同之尺寸(電極投影面積 3.3 cm<sup>2</sup>)之膜-電極接合體。多孔質構造體之背面由 SUS304 製之多孔金屬板機械性地支撐。再者，於本實施例中，

如圖 3 所示設為不於包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜設置貫通孔，被處理水急速通過槽框體與膜-電極接合體之間隙之構造之電解槽。以每分鐘 1 L 之流量向如此所構成之電解槽供給自來水作為原料水，供於長時間連續運轉試驗。電解電流設定為 1 A。因本電解試驗使用於純鈦製多孔金屬板上塗佈鉑而成者作為陽極，故而陽極過電壓較低，不產生臭氧。因此，電解電壓於初期較低，但與實施例 1 同樣地，因陰極形成水垢而逐漸上升。試驗於陽陰極間之電壓達到 20 V 之時間點結束，記錄截至該時間點之總通電時間。將結果示於表 3。

#### 【0060】

[比較例 1]

將具有直徑 3 mm 之複數個貫通孔之 SUS304 板及 SUS304 製平針篩網(#100)作為陰極，密接配置具有與實施例 1 相同之尺寸、相同構造之陽極及包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜，而製成膜-電極接合體。將使用該膜-電極接合體之電解槽供於與實施例相同之條件之臭氧水製造電解試驗及長時間連續運轉試驗。將結果示於表 2 及表 3。

#### 【0061】

[比較例 2]

使用將除使用不鏽鋼製多孔金屬板作為陰極材料以外與實施例 2 相同之構成之膜-電極接合體收納於框體中之電解槽，以與實施例 2 相同之條件供於長時間連續電解試驗。將結果示於表 3。

【0062】表 1 實施例及比較例中所使用之槽類型、陰極材料及陽極材料

按實施例/比較例	槽構造	陽極材料	陰極材料	規格
實施例 1	1	圖 4	BDD	Ni 發泡體 純 Ni 多孔質(正 12 面體空隙) 氣孔率：93%厚度：1.6 mm
	2	圖 4	BDD	SUS 發泡體 SUS316L 多孔質(正 12 面體空隙) 氣孔率：約 85%、厚度：2.5 mm
	3	圖 4	BDD	SUS 不織布 SUS316L 線材、直徑 40 $\mu$ m 氣孔率：90%、厚度：1.5 mm
實施例 2	-	圖 3	Pt 塗層	SUS 不織布 SUS316L 線材、徑 40 $\mu$ m 氣孔率：90%、厚度：1.5 mm
比較例 1	1	圖 4	BDD	有孔 SUS 板 SUS304 板厚：2 mm 複數個貫通孔直徑 3 mm
	2	圖 4	BDD	SUS 篩網 SUS304 線材、線性 0.12 mm #100 篩網平針
比較例 2	-	圖 3	Pt 塗層	SUS 多孔金屬板 SUS304 材 板厚 0.8 mm(0.8T/W0.8)

BDD 係 Boron-doped Diamond(摻硼金剛石)電極之略構。

【0063】表 2 臭氧水製造特性試驗結果

按實施例/比較例		陰極材料	臭氧濃度(ppm)						2 A 通電時之特性			
			通電電流						電流效率 (%)	初期電解電壓 (V)	初期電解電力 (W)	初期電力效率 (%)
			0.5 A	1.0 A	1.5 A	2.0 A	2.5 A	3.0 A				
實施例 1	1	Ni 發泡體	0.25	0.52	0.82	1.11	1.43	1.77	22.3	9.8	19.6	3.4
	2	SUS 發泡體	0.27	0.58	0.86	1.10	1.36	1.61	22.1	12.4	24.8	2.7
	3	SUS 不織布	0.24	0.57	0.89	1.23	1.59	1.97	24.7	9.5	19.0	3.9
比較例 1	1	有孔 SUS 板	0.21	0.55	0.83	1.11	1.41	1.74	22.3	10.7	21.4	3.1
	2	SUS 篩網	0.23	0.53	0.82	1.10	1.42	1.73	22.1	10.5	21.0	3.2

【0064】表 3 長時間連續電解試驗結果-槽電壓上升特性

按實施例/比較例	陰極材料	達到 20 V 之時間(hr)	達到 25 V 之時間(hr)
實施例 1	1	Ni 發泡體	217
	2	SUS 發泡體	158
	3	SUS 不織布	196
實施例 2	-	SUS 不織布	224
比較例 1	1	有孔 SUS 板	32
	2	SUS 篩網	36
比較例 2	-	SUS 多孔金屬板	31

【0065】根據以上之實施例及比較例之結果可知以下內容。

(1)關於各特性值之效果

於使用多孔質導電性金屬材料作為陰極材料之本發明之電解槽中，可推定陰極之觸媒活性較高，擔心基於溶存臭氧之陰極還原之臭氧水製造效率降低。然而，與予想相反，根據試驗之結果可確認其顯示與使用 SUS304 作為陰極材料之電解槽同等較高之臭氧水製造效率。另外本試製槽之消耗電力與小型 PC 處於相同等級，電池能夠充分運行。另一方面，可知本發明之顯著效果於連續電解試驗中得以發揮，截至達到上限 25 V 能夠連續運轉之時間改善為 3.8 倍~7.2 倍。達到 25 V 後，可藉由利用酸之洗淨等維護去除水垢而再次開始電解，可大幅度延長迄今為止之運行時間成為實用方面較大之益處。因此，於洗手等使用頻率較低之用途中，能夠實現不進行維護而長時間持續使用。

## (2)關於效果之探討

如以上所述，發明者等人發現：於基於自己之先前發明之電解槽中，藉由使用多孔質導電性金屬材料作為陰極，可顯著降低水中溶存鈣等之縮放比例之影響。雖然該機制目前並不明確，但可推測大概為以下任一效果、或該等之複合作用之結果。

1)藉由柔軟性較高之材質確保與包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜及陽極之密接性，且藉由微小之凹凸擴大接觸面積，藉此獲得實際電流密度降低之效果。本發明者等人藉由另外之試驗確認顯示「基於縮放比例之電壓上升速度與電流密度之 2~3 次方成比例」之較大之依存性。

2)鈣等鹼土類金屬之氫氧化物之析出不集中於包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜與陰極之接觸部位即用以產生氫之功能部位，亦分散於多孔質之陰極內部，故而不易阻礙陰極反應。

3)除上述 2)項以外，陰極之微細空隙對水垢發揮某種儲藏庫之作用，具有延遲因陰極與包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜之界面所生成之水垢而導致膜自陰極背離之提昇現象之產生之效果。

4)藉由陽極液擴散滲透於多孔質體內部，而抑制陰極之接膜部位之 pH 上升與伴隨其之以氫氧化物為主體之水垢之析出。

(產業上之可利用性)

**【0066】** 本發明可應用於以下領域，但未必限定於該等。

#### 1.廢水、廢液處理

1)含有機物、高生物需氧量(BOD, Biological Oxygen Demand)、化學需氧量(COD, Chemical Oxygen Demand)廢液之處理裝置

2)溶存難分解性物質之分解

#### 2.電解水製造

#### 3.臭氧水製造

### **【符號說明】**

#### **【0067】**

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1 | 電解槽                |
| 2 | 膜-電極接合體            |
| 3 | 固體高分子電解質隔膜         |
| 4 | 陽極                 |
| 5 | 陰極                 |
| 6 | 固體高分子電解質隔膜上所設置之貫通孔 |
| 7 | 陽極上所設置之貫通孔         |

- 8 陰極上所設置之貫通孔
- 9 陽極室
- 10 陰極室
- 11 供給原料水之管道管
- 12 臭氧水之流出管道管
- 13 流入口
- 14 流出口
- 15 通道
- 16 固體高分子電解質隔膜
- 17 陽極
- 18 陽極 17 上所設置之貫通孔
- 19 陰極
- 20 固體高分子電解質隔膜上所設置之貫通孔
- 21 膜-電極接合體

## 申請專利範圍

1. 一種電解裝置，其特徵在於：包括自兩側按壓包括包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜及分別密接於其兩面之陽極與陰極的膜-電極接合體且以使上述包含陽離子交換膜之固體高分子電解質隔膜、上述陽極及上述陰極密接之方式成型之電解槽，向上述陽極及上述陰極之至少任一者供給包含含有鹼土類金屬之非精製水之原料水之手段，及將上述陽極及陰極中分別所生成之陽極液及陰極液混合之手段；且使用具有柔軟性且內部具有多個微細空隙之多孔質導電性金屬材料作為上述陰極，以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢儲藏於上述陰極之內部之微細空隙內，防止以上述鹼土類金屬之氫氧化物為主體之水垢集中析出至上述陰極與上述固體高分子電解質隔膜之接觸界面。

2. 如請求項 1 之電解裝置，其中，於上述膜-電極接合體之上上述陰極及/或上述陽極之外側，進而以各膜-電極接合體之陰極彼此及/或陽極彼此接觸之方式連接有具有與上述膜-電極接合體相同之構造之至少一個新膜-電極接合體，而構成包含單極堆疊構造之電解槽。

3. 如請求項 1 之電解裝置，其中，於上述膜-電極接合體之上上述陰極及/或上述陽極之外側，進而以各膜-電極接合體之陰極與陽極接觸之方式連接有具有與上述膜-電極接合體相同之構造之至少一個新膜-電極接合體，而構成包含雙極堆疊構造之電解槽。

4. 如請求項 1 至 3 中任一項之電解裝置，其中，上述陰極係選自由金屬發泡體、金屬纖維布及纖維狀金屬成型體所組成之群組中之至少一種多孔質導電性金屬材料。



5. 如請求項 1 至 3 中任一項之電解裝置，其中，於陰極位於上述電解槽之最外層之情形時，該陰極藉由包含板材、篩網、或沖孔金屬板之剛性陰極基板保持。

6. 一種電解臭氧水製造裝置，其特徵在於：使用請求項 1 至 5 中任一項之電解裝置，電解含有鹼土類金屬離子之非精製水，而製造臭氧水。

# 圖式

圖 1

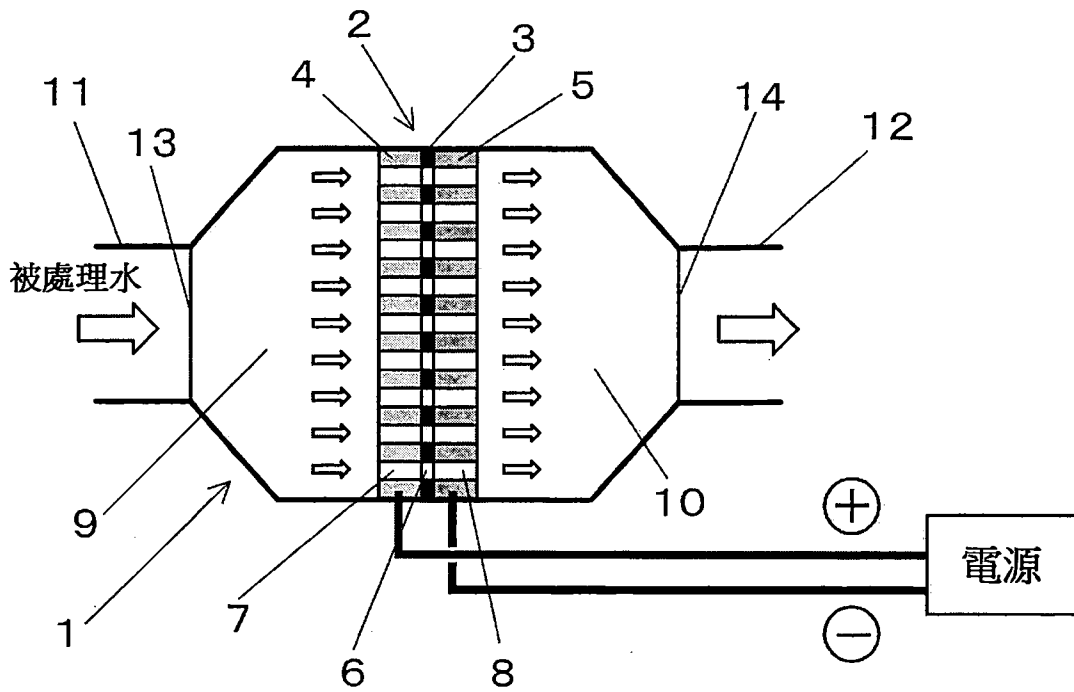


圖 2

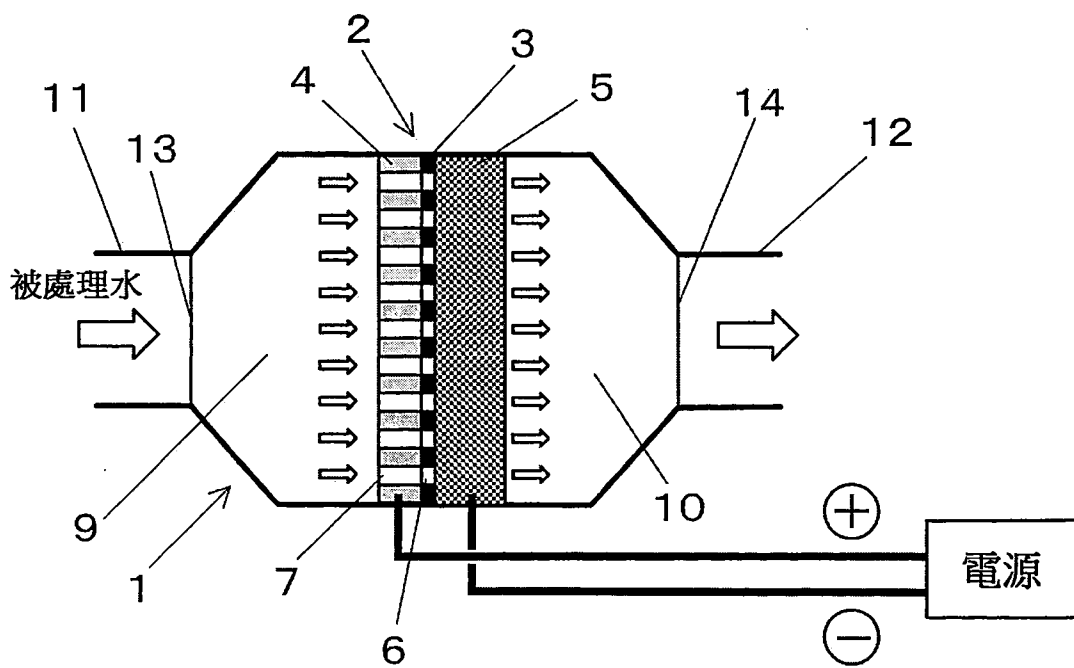


圖 3

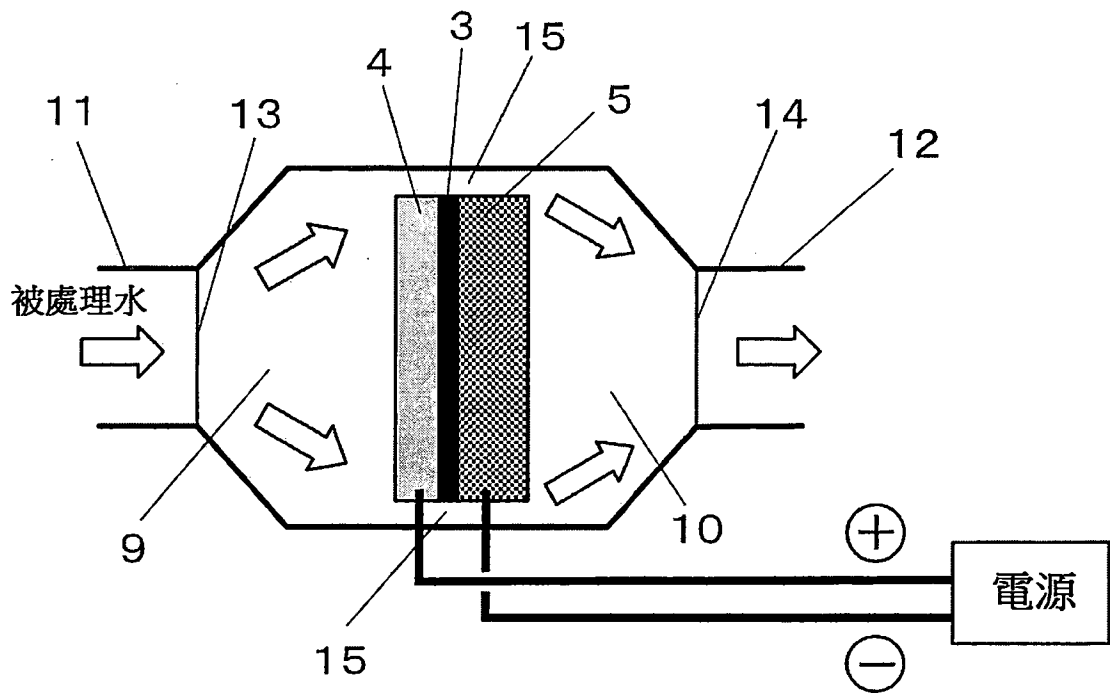


圖 4

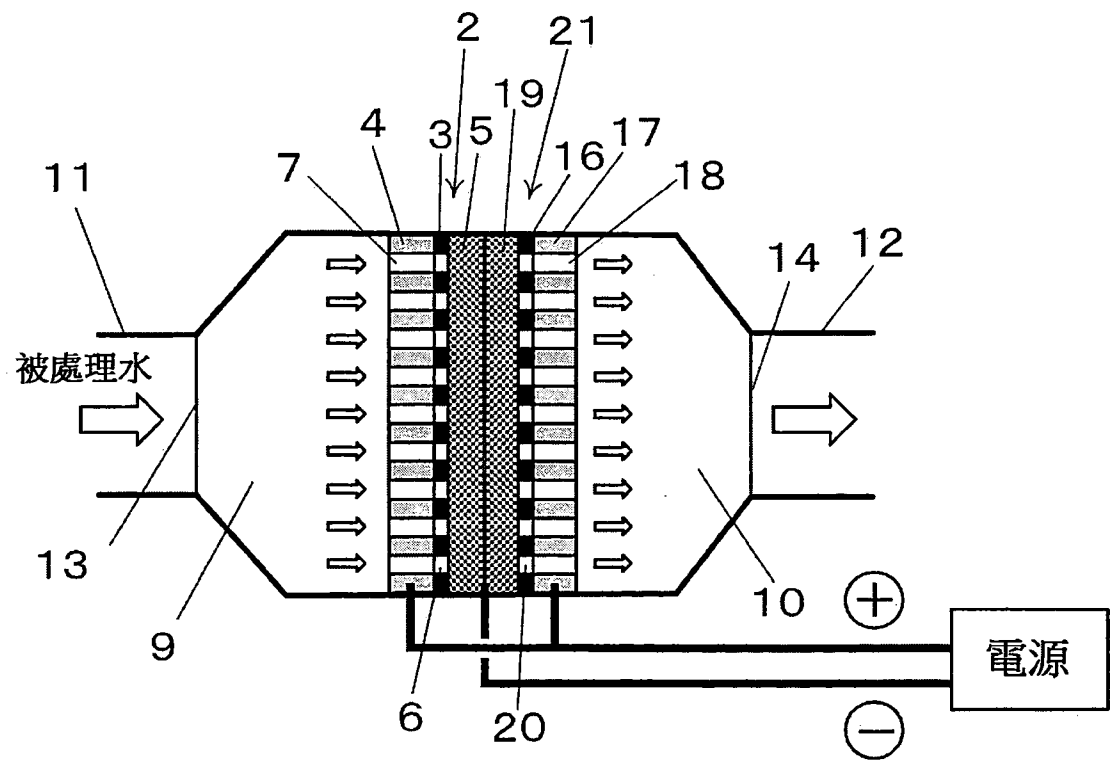


圖 5

