

第136回定例研究会 資料IV

2011年10月7日  
水素エネルギー協会  
第136回定例研究会  
東京大学 弥生講堂

## 工業電解用電極の開発

### Development of Electrodes for Industrial Electrolysis

ペルメック電極株式会社  
錦 善則

〒252-0816 神奈川県藤沢市遠藤2023-15  
TEL: 0466-87-8841  
FAX: 0466-87-8852

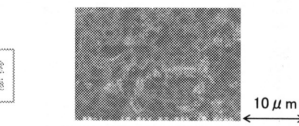
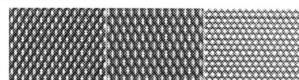
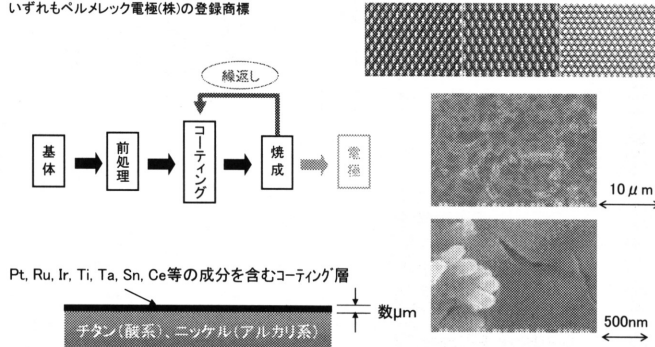
工業電解プロセスの種類と目的

区分	目的/反応・生成物
水電解	水素、酸素の製造(アルカリ系、純水系)
ソーダ電解	塩素、アルカリ、水素の製造
塩酸電解	回収塩酸からの塩素の製造
次亜塩素酸塩	海水、稀薄塩水を原料とする次亜塩素酸の製造
塩素酸塩	塩化物からの製造
過塩素酸	塩素酸からの製造
金属採取	陰極還元による金属の製造
金属粉末・箔	特殊な形態の金属の製造
金属精製	高純度金属の製造
機能水	酸性電解水、アルカリ性電解水の製造
オゾン	純水、水道水からのオゾン製造
過酸化水素(過)酸化物	酸素原料による過酸化水素の製造
フッ素	二酸化鉛、重クロム酸、過硫酸などの製造
アルミニウム	熔融塩電解酸化による製造
有機化合物	熔融塩電解還元による製造 特殊な有機化合物の製造

(電気めっき・電気浸透などの電解処理は省略)

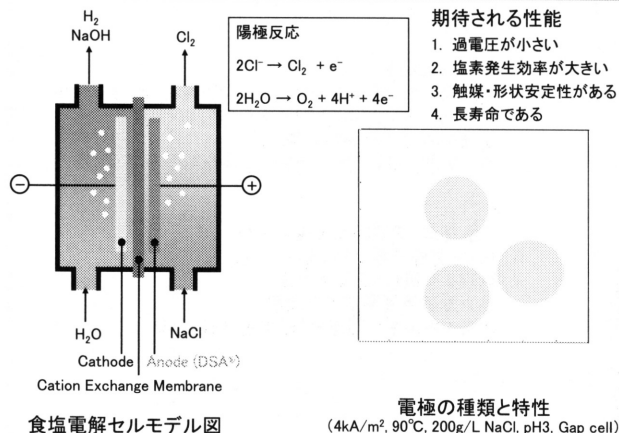
熱分解型電極の製法と構造

DSE® : Dimensionally Stable Electrode (寸法安定性電極)  
DSA® : Dimensionally Stable Anode (寸法安定性陽極)  
いずれもペルメック電極(株)の登録商標



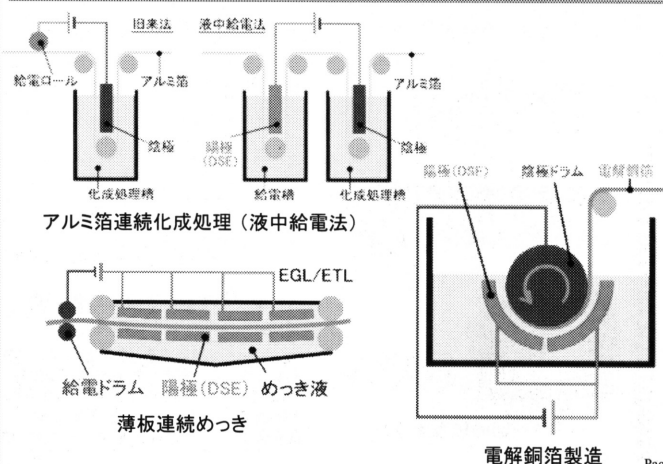
(Ru-Ir-Ti) Ox層の表面SEM写真

ソーダ電解用塩素発生電極



電極の種類と特性  
(4kA/m<sup>2</sup>, 90°C, 200g/L NaCl, pH3, Gap cell)

酸素発生電極の用途例

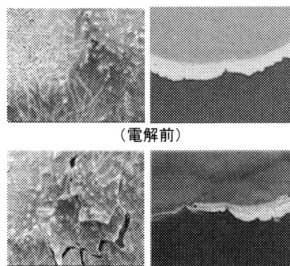


電解銅箔製造

## 酸素発生電極の劣化と特性向上

### 期待される性能

1. 製品(箔・層)が均一である
2. 不純物を発生しない
3. 添加剤を消耗しない
4. 電極寿命が長い



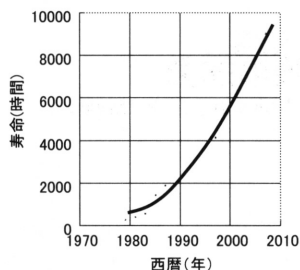
(電解前)

(有機添加物を含む電解液での電解後)

(Ir-Ta)Ox層の表面および断面SEM写真

### 改良のための方策

1. 電極減耗 → 触媒層の改良・開発
2. 界面腐食 → 中間層の改良・開発
3. 添加物・不純物対策 → 表面バリア層の開発



硫酸電解寿命の改良

(30kA/m<sup>2</sup>, 60°C, 150g/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

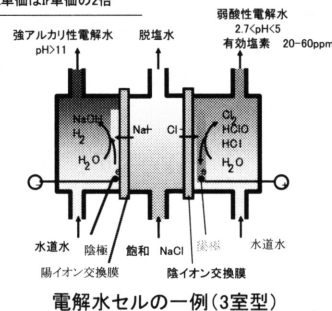
## 電解水用電極の特性と応用分野

### 電解水用電極の種類と特徴

項目	Pt	Pt+IrO <sub>2</sub>	IrO <sub>2</sub>	備考
セル電圧	基準	<400mV	<400mV	通常電解条件にて
HClO電流効率(%)	15	40	40	0.2kA/m <sup>2</sup> , 30g/L NaCl
逆電耐性	良好	やや良好	不良	IrO <sub>2</sub> は還元に弱い
価格	高い	やや高い	安い	Pt単価はIr単価の2倍

### 電解の応用分野と目的

分野	目的/効果
農業	消毒, 用水, 育成
水産業	消毒, 用水, 養殖
畜産業	消毒, 用水
食品工業	殺菌, 消毒, 洗浄
医療	殺菌, 消毒, 洗浄, 治療
一般家庭	殺菌, 消毒, 洗浄
工業	洗浄, 表面電質



## ソーダ電解における水素発生電極

### 開発された陰極触媒と製法

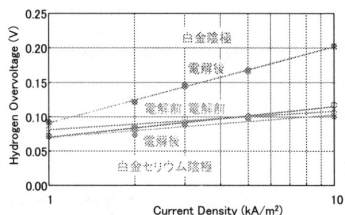
活性陰極成分	製法
ニッケル-スズ	めっき
ニッケル-硫黄	めっき
ニッケル-鉄-炭素	めっき
ラネーニッケル(リーテング)	分散めっき
酸化ルテニウム-ニッケル	分散めっき
活性炭-ニッケル	分散めっき
水素吸蔵合金-ニッケル	めっき
白金(ルテニウム)-ランタニド	熱分解
白金-ニッケル	めっき
ニッケル酸化物	プラズマ溶射



(Pt-Ce)Ox層の表面SEM写真

### 期待される性能

1. 6 kA/m<sup>2</sup>以上の大電流密度でも稼働可能
2. 陰極過電圧の低減(100mV以下)
3. 逆電流における安定性
4. イオン交換膜を傷めない平滑面を有する
5. 膜性能に影響を及ぼす不純物発生がない
6. 被毒耐性がある



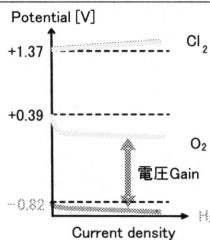
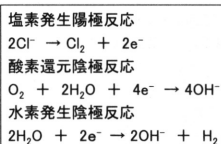
イオウ不純物に対する耐性

(90°C, 32wt% NaOH, 1ppm-S)

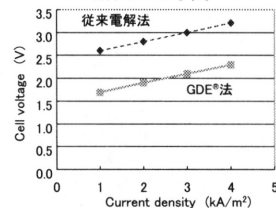
## ソーダ電解におけるガス拡散電極GDE®

GDE®: Gas Diffusion Electrode (ガス拡散電極)

当社登録商標



断面SEM写真

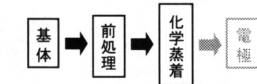


セル電圧の電流依存性

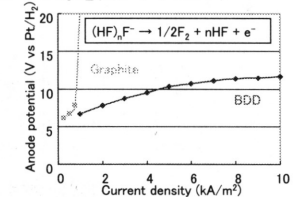
(90°C, Zero gap cell)

## ダイヤモンド電極の製法と応用分野

BDD: Boron Doped Diamond (ホウ素ドープ導電性ダイヤモンド)



レーザー顕微鏡表面写真



フッ素ガス合成電解特性

(KF·2HF, 75-85°C)

### ダイヤモンド電極の応用分野

分野	応用例
センサー	有効塩素, 汚染物質, 生化学物質
電解合成	過酸化水素, 有機物, フッ化物
水処理	殺菌, COD低減, 有価金属回収
医療・環境	治療, 衛生, 脱臭
電解全般	電気透析, めっき, 電解加工

## これからの工業電解用電極

### 今後の技術課題

1. 環境適合性・経済性に優れた高品質電極の改良・開発
2. ナノテクノロジーによる電極構造の分析と設計
3. 電極材料の新規製法の確立
4. 新規電解プロセスを実現する電極材料の選定・開発

### 電解プロセス

1. 電解採取・資源回収の省電力化
2. 衛生・医療分野での機能水利用
3. 新規有機合成・廃水処理
4. 電力貯蔵用蓄電池での活用
5. 水素エネルギー関連分野(水素・燃料合成)