



MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
D.G.P.I - UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE

N. 01245698

Il presente brevetto viene concesso per l'invenzione oggetto della domanda sotto specificata:

<i>num. domanda</i>	<i>anno</i>	<i>U.P.I.C.A.</i>	<i>data pres. domanda</i>	<i>classifica</i>
000362	91	ROMA	29/05/1991	B-01J

TITOLARE CATALDO FRANCO  
A ROMA

INDIRIZZO CATALDO FRAMCO  
VIA MARIO MENCATELLI, 14  
00100 ROMA

TITOLO PROCEDIMENTO SONOELETTROCHIMICO PER LA  
PRODUZIONE DI IDROGENO E CLORO, OSSIGENO O  
FLUORO

INVENTORE CATALDO FRANCO

Roma, 14 OTTOBRE 1994

IL DIRIGENTE  
(GIOVANNA MORELLI)

**AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO**  
**UFFICIO CENTRALE BREVETTI - ROMA**  
**DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE**

**MODULO A**



**A. RICHIEDENTE (I)** CATALDO FRANCO N.G. PF  
 1) Denominazione ROMA, VIA MARIO MENCATELLI 14 -00128-  
 Residenza XXX X codice CTI-FNC-64MI8-23I5G  
 2) Denominazione \_\_\_\_\_  
 Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

**B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.C.B.**  
 cognome nome NESSUNO cod. fiscale \_\_\_\_\_  
 denominazione studio di appartenenza \_\_\_\_\_  
 via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

**C. DOMICILIO ELETTIVO DESTINATARIO** CATALDO FRANCO  
 via MARIO MENCATELLI n. 14 città ROMA cap 00128 (prov) \_\_\_\_\_

**D. TITOLO** classe proposta (sez/cl/sci) \_\_\_\_\_  
PROCEDIMENTO SONOELETTROCHIMICO PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO E CLORO, OSSIGENO O FLUORO.

**E. INVENTORI DESIGNATI** cognome nome cognome nome  
 1) CATALDO FRANCO 3) XX  
 2) XX 4) XX

**F. PRIORITÀ NESSUNA**  
 nazione o organizzazione tipo di priorità numero di domanda data di deposito allegato S/R  
 1) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_

**G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione** \_\_\_\_\_

**H. ANNOTAZIONI SPECIALI** NESSUNA

**DOCUMENTAZIONE ALLEGATA**

N. es.  
 Doc. 1) 2  PROV n. pag. 19 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatori 2 esemplari)  
 Doc. 2)  PROV n. tav. 1 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 2 esemplari)  
 Doc. 3)  RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale  
 Doc. 4)  RIS designazione inventore  
 Doc. 5)  RIS documenti di priorità con traduzione in italiano  
 Doc. 6)  RIS autorizzazione o atto di cessione  
 Doc. 7)  RIS nominativo completo del richiedente



8) attestati di versamento, totale lire DUECENTOCINQUEMILA obbligatorio  
 9) marche da bollo per attestato di brevetto di lire DIECIMIILA obbligatorio

COMPILATO IL 29/05/1991 FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE (I) Cataldo  
 CONTINUA SI/NO NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI

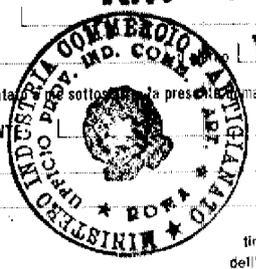
UFFICIO PROVINCIALE IND. COMM. ART. DI ROMA **RM 91 A 000362** codice 68

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA \_\_\_\_\_ Reg. A  
 L'anno millenovecento NOVANTUNO VENTINOVE del mese di IMAGGIO

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato \_\_\_\_\_ sotto \_\_\_\_\_ la presente domanda, corredata di n. 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

**I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE** \_\_\_\_\_

IL DEPOSITANTE Cataldo



timbro dell'Ufficio

**UFFICIALE ROGANTE**  
Mario Formica

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA **RM 91 A 000362** REG. A  
NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO 29/05/1991  
DATA DI RILASCIO

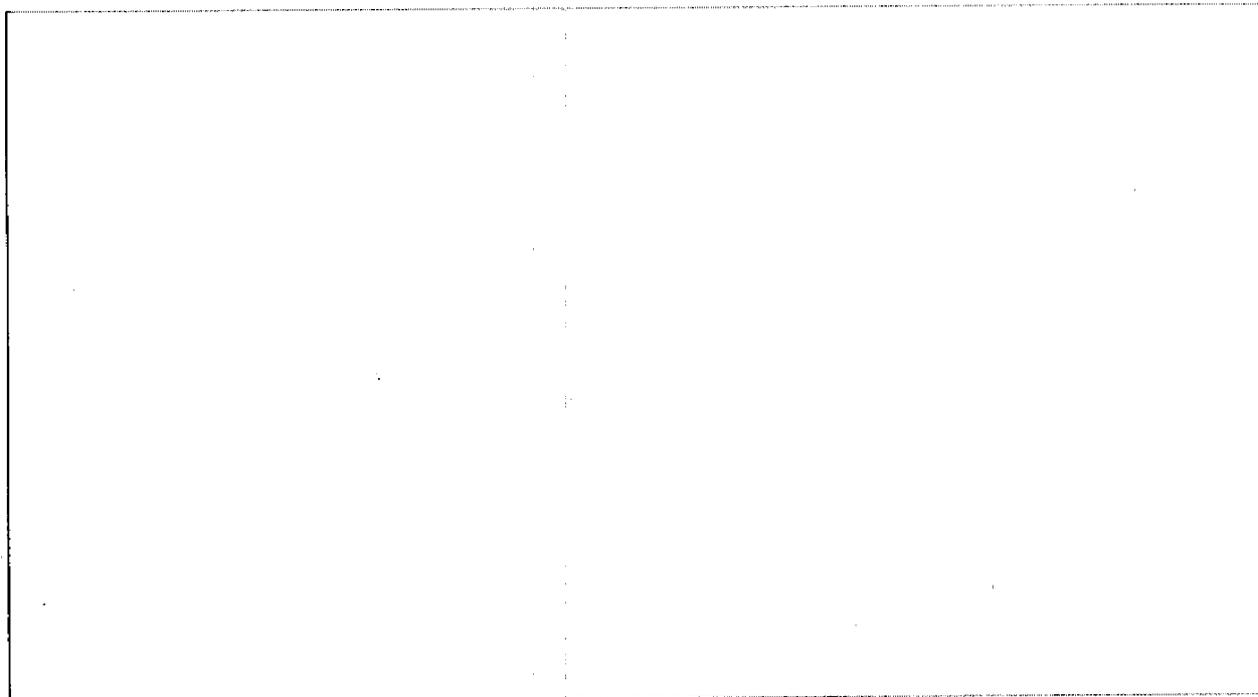
D. TITOLO

PROCEDIMENTO SONOELETTROCHIMICO PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO E CLORO, OSSIGENO E FLUORO.

L. RIASSUNTO

Procedimento di produzione sonoelettrolitica di gas, quali ad esempio idrogeno, cloro, ossigeno, fluoro, sotto contemporanea irradiazione con ultrasuoni della cella contenente la soluzione sottoposta ad elettrolisi.

M. DISEGNO



RM 91 A 000362

*F. Cataldo*

Descrizione dell'invenzione industriale avente per titolo:

"PROCEDIMENTO SONOELETTROCHIMICO PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO E CLORO, OSSIGENO O FLUORO"

Inventore: FRANCO CATALDO

nazionalità italiana, domiciliato in Via  
M. Mencatelli 14 - Roma 00128

RIASSUNTO

Procedimento di produzione elettrochimica di gas, quali ad esempio idrogeno, cloro, ossigeno, fluoro sotto contemporanea irradiazione con ultrasuoni della cella contenente la soluzione sottoposta ad elettrolisi.

DESCRIZIONE

La presente invenzione tratta gli effetti degli ultrasuoni su processi elettrochimici e l'applicazione di essi per la produzione di idrogeno e cloro o ossigeno o fluoro.

Col termine "processo sonoelettrochimico" si definisce per la prima volta, in quanto finora mai descritto, un processo elettrochimico assistito dagli ultrasuoni. Qualsiasi trattato di elettrochimica pura o applicata (cfr. risp.: G. Kortum "Trattato di Elettrochimica" Piccin Ed. 1968; P. Gallone "Trattato di Ingegneria

*Stalder*

Elettrochimica" Tamburrini Ed. 1973) non riporta alcun cenno su eventuali effetti dell'azione degli ultrasuoni su processi elettrochimici.

Inoltre fino a pochi anni fa i trasduttori per produrre ultrasuoni erano costosi ed inaffidabili ed era quindi impensabile un loro impiego su vasta scala; solo recentemente detti trasduttori sono divenuti disponibili a basso costo.

Il presente brevetto descrive per la prima volta l'irradiazione con ultrasuoni di soluzioni concentrate di sali, acidi o basi sottoposte ad elettrolisi, ed i vantaggi che derivano dall'applicazione della nuova tecnica rispetto ai procedimenti tradizionali.

Nella tecnica industriale corrente, l'idrogeno e il cloro vengono sintetizzati (unitamente all'idrossido di sodio), per elettrolisi di soluzioni sature di cloruro di sodio o di acido cloridrico al 22-30%. Per la produzione di idrogeno e ossigeno si esegue preferenzialmente l'elettrolisi di soluzioni di idrossido di sodio o potassio al 30% (P. Gallone, Op. Cit.). Uno dei problemi fondamentali incontrato dalla tecnica corrente nella produzione dei summenzionati gas, riguarda la tensione o differenza di potenziale

*Stattalo*

(ddp) da applicare alla cella. Vi è infatti una sproporzione tra la ddp minima da applicare alla cella per far avvenire l'elettrolisi, che può essere calcolata teoricamente mediante l'equazione di Nernst, e quella che viene effettivamente applicata alla cella su scala industriale. Ad esempio, per la elettrolisi di soluzioni sature di cloruro di sodio si richiede una tensione teorica di 2,2 V, ma nell'industria si impiegano tensioni comprese tra 3,2 e 3,6 V, a seconda del tipo di cella; in altri termini si opera con una sovratensione di 1,0 - 1,4 V rispetto al teorico. Per l'elettrolisi di soluzioni di acido cloridrico si richiede teoricamente una tensione di 1,36 V ma in pratica si applica una sovratensione di circa un volt. Anche per la produzione di idrogeno e ossigeno si opera con una sovratensione di circa un volt rispetto alla tensione teorica. Più della metà della sovratensione è dovuta a fattori intrinseci e costruttivi della cella stessa come ad esempio la resistenza elettrica della soluzione, la resistenza offerta dagli elettrodi (specie se sono in grafite), la resistenza dovuta alla presenza di un diaframma o di una membrana ionoselettiva che separa il comparto anodico da

*Rinaldo*

quello catodico. La rimanente sovratensione è dovuta puramente alla cinetica dei processi chimici che avvengono all'elettrodo ed è detta sovratensione elettrodica.

Ad esempio, in una cella bipolare a diaframma per la produzione di idrogeno, cloro e idrato di sodio la sovratensione elettrodica è pari al 42,3% del totale della sovratensione, ed è responsabile del 15,4% della tensione totale applicata alla cella. La sovratensione elettrodica è dovuta alla formazione di gradienti di concentrazione degli ioni in prossimità degli elettrodi rispetto al resto della soluzione, alla relativa difficoltà che possono incontrare gli ioni nell'attraversare il doppio strato elettrico che si ha in prossimità degli elettrodi, ed a scaricarsi su essi, così come alla difficoltà che possono incontrare gli atomi, formati per la scarica degli ioni, a dimerizzare ed a desorbire dalla superficie elettrodica, sottraendo spazio per la scarica di altri ioni. Tutto ciò contribuisce ad un aumento globale della resistenza elettrica della cella, che può essere vinta applicando ad essa una opportuna sovratensione. Infine, una volta che la specie gassosa formatasi, desorbe dalla superficie

*Stataldo*

elettrodica, sotto forma di bolla gassosa, non viene immediatamente espulsa dalla fase acquosa, ma resta dispersa in essa sia sotto forma di minute bollicine di gas che come vero e proprio soluto; questi fatti costituiscono un ulteriore contributo alla resistenza del sistema e quindi alla sovratensione. Un discorso addizionale merita il cloro, il quale presenta una elevata solubilità in acqua (160 volte più solubile dell'idrogeno a 10 C) e nella sua produzione elettrochimica richiede uno stadio (fuori dalla cella di elettrolisi) ove la soluzione anodica viene privata del cloro in essa disciolto per insufflamento di aria.

La presente invenzione riguarda una tecnica che permette di attenuare e al limite annullare la sovratensione elettrodica. Detta tecnica permette anche un completo degasamento della fase acquosa sotto elettrolisi, anche con gas assai solubili come il cloro, evitando lo stadio esterno di strippamento del cloro dalla soluzione anodica mediante aria (permette così di ottenere cloro direttamente in forma pura, non diluito con aria). Si è infatti scoperto che, irradiando con ultrasuoni una cella contenente una soluzione concentrata di un sale, e

*Rinaldo*

nella fattispecie cloruro di sodio, di un acido (e.g. acido cloridrico al 22%), di una base (e.g. idrossido di sodio al 27%), è possibile produrre idrogeno e cloro o idrogeno e ossigeno applicando alla cella tensioni inferiori a quelle usualmente impiegate nell'industria per eseguire la sintesi dei summenzionati gas o in alternativa, è possibile operare con maggiori densità di corrente a parità di tensione applicata alla cella, rispetto alle tecniche tradizionali che operano in assenza di ultrasuoni. L'attenuazione della sovratensione elettrodica è spiegabile con i seguenti fenomeni provocati dal passaggio delle onde ultrasonore nella soluzione sottoposta ad elettrolisi: a) Agitazione della soluzione per effetto della cavitazione provocata dagli ultrasuoni e conseguente attenuazione della sovratensione di concentrazione. b) La cavitazione favorisce il passaggio degli ioni attraverso il doppio strato elettrico elettrodico e mantiene pulita la superficie elettrodica da qualsiasi deposito o avvelenamento chimico. c) Le specie neutre adsorbite sull'elettrodo in forma atomica vengono spinte dalle onde ultrasonore a dimerizzare in forma molecolare e vengono immediatamente desorbite



dall'elettrodo sotto forma di gas.d)Detto gas che in assenza di ultrasuoni rimarrebbe disperso nella fase acquosa per dare luogo al cosiddetto "effetto bolla" viene espulso fuori dalla soluzione acquosa con facilità e continuità.

Se si volesse operare alla stessa intensità di corrente sia in presenza che in assenza di ultrasuoni, appare subito evidente che la differenza di potenziale da applicare alla cella in presenza di ultrasuoni risulta inferiore a quella che si deve applicare in assenza di ultrasuoni di una quantità all'incirca pari alla sovratensione elettrodica. L'effetto depolarizzante degli ultrasuoni è massimo quando si opera in prossimità della tensione di decomposizione di una data soluzione, poi detto effetto si attenua col crescere della densità di corrente applicata all'elettrodo. D'altra parte l'effetto degasante non sembra risentire affatto della densità di corrente applicata agli elettrodi.

Per avere condizioni operative ottimali, gli ultrasuoni devono dare luogo a cavitazione di tipo "stabile" piuttosto che a quella di tipo "transitorio", in quanto l'effetto di degasamento è massimo proprio sotto cavitazione stabile. In

*Robaldo*

pratica si è operato tra 0,1 e 15 W/cm<sup>2</sup> acustici a circa 30 KHz. Comunque ci si aspetta che frequenze dell'ordine del megahertz debbano essere altrettanto efficaci. Negli esempi che seguono, la presente invenzione viene illustrata nelle sue forme preferenziali di realizzazione, che non devono in nessun caso essere intesi come limitativi di questa. Infatti, se negli esempi seguenti l'invenzione verrà illustrata su scala di laboratorio, per una applicazione su scala industriale basterà applicare i trasduttori per ultrasuoni (siano essi magnetostrittivi o piezoelettrici) sulla base della cella, se questa non è a filtropressa. Se la cella è di tipo a filtropressa, la base di essa verrà immersa in un cassone riempito con un liquido in grado di trasmettere gli ultrasuoni (acqua, olio per trasformatori, olio di paraffina), alla base del quale sono applicati i trasduttori opportunamente distanziati in maniera tale da dare luogo ad un campo ultrasonoro il più uniforme possibile.

#### ESEMPIO 1

In una cella a sezione circolare, immersa in un bagno ad ultrasuoni e riempita con una soluzione satura di cloruro di sodio acidificata con acido

*Robaldo*

cloridrico, vengono immersi un catodo di platino e un anodo in grafite. I due elettrodi sono fissati su un supporto di teflon talchè la loro distanza non vari nel tempo. In serie con la cella sono collegati un amperometro digitale e un alimentatore munito di reostato per la regolazione della tensione che viene applicata alla cella; in parallelo con l'alimentatore è inserito un voltmetro. La prova consiste nell'applicare una certa tensione alla cella e lasciare stabilizzare la corrente che la attraversa. A questo punto ( $t=0$ ) si inizia a irradiare la cella con ultrasuoni e si misura l'incremento che la corrente subisce per effetto dell'azione degli ultrasuoni in funzione del tempo ad una prefissata tensione applicata. In genere, dopo circa 100 secondi dal momento in cui è iniziata l'irradiazione la corrente si stabilizza su un valore notevolmente superiore a quello che aveva originariamente in assenza di ultrasuoni. Se si cessa l'irradiazione ultrasonora, nell'arco di 100 - 200 secondi la corrente rilassa al valore che aveva originariamente prima della applicazione degli ultrasuoni. La temperatura della soluzione non subisce alcuna variazione significativa visti i tempi assai brevi di irradiazione con ultrasuoni. Si

sono calcolati gli incrementi che la corrente subisce sotto l'azione degli ultrasuoni rispetto al valore originario in condizioni ordinarie mediante la seguente relazione:

$$Z = \frac{(I_s - I_e) 100}{I_e}$$

in cui Z è l'incremento % che subisce la corrente sotto l'azione degli ultrasuoni,  $I_s$  è il valore massimo raggiunto dalla corrente sotto sonicazione, mentre  $I_e$  è il valore della corrente della cella quando essa è all'equilibrio in assenza di sonicazione. I valori riportati in tabella 1 sono stati ottenuti dopo aver elettrolizzato per 30 min a 8,0 Volt la soluzione, in assenza di ultrasuoni.

#### ESEMPIO 2

Si opera esattamente come descritto nell'esempio 1 impiegando però sia il catodo che l'anodo in grafite e utilizzando una soluzione di NaCl satura non acidificata. I valori concernenti l'incremento di corrente misurati sotto irradiazione ultrasonora sono riportati in tabella 1.

#### ESEMPIO 3

Si esegue la misura dell'incremento % di corrente Z operando come descritto nell'esempio 2 su una soluzione di acido cloridrico al 22%. I dati

*Rinaldo*

ottenuti sono riportati in tabella 1.

ESEMPIO 4

Si esegue la misura dell'incremento % di corrente Z operando come descritto nell'esempio 2 su una soluzione di acido solforico 0,1 N. In questo caso si ha produzione di idrogeno ed ossigeno agli elettrodi, negli esempi precedenti si aveva produzione di idrogeno e cloro. I dati ottenuti sono riportati in tabella 1.

TABELLA 1

TENSIONE Volt	ES.1 Z%	ES.2 Z%	ES.3 Z%	ES.4 Z%
1,5		56,6	54,6	239,5
1,8			55,1	41,4
2,0		620,0	45,4	14,2
2,5	170,7	618,1	5,7	12,7
3,0	120,5	605,8	13,4	10,4
3,5		28,8		
5,0	36,9	7,7	3,4	7,3
10,0	5,1		0,5	

ESEMPIO 5

Un voltmetro di Hoffmann munito di elettrodi in grafite, viene immerso in un bagno ad ultrasuoni Ney Ultrasonik mod.100, in maniera tale che i suoi due elettrodi si trovino in posizione ortogonale

*Rataldo*

rispetto ai due trasduttori piezoelettrici posti alla base della vasca. I due elettrodi vengono collegati in serie con un amperometro digitale e con un alimentatore a tensione regolabile; in parallelo all'alimentatore è inserito un voltmetro. Il voltmetro viene riempito con una soluzione acquosa ottenuta mescolando 180 ml di soluzione satura di cloruro di sodio e 42 ml di acido cloridrico al 20%. Prima di iniziare le misure, la soluzione viene elettrolizzata per 1 ora a 0,5 A. Le misure vengono eseguite regolando l'alimentatore sulla tensione prescelta e azzerando le burette a gas; in detto istante si fa partire un cronometro e si segue nel tempo l'andamento della corrente che attraversa il voltmetro e le eventuali piccole variazioni di temperatura che subisce la soluzione sotto elettrolisi. Al termine del tempo prescritto, si arresta l'elettrolisi e si misura il gas raccolto nelle burette e si trasforma il suo volume in massa dopo averlo ridotto in condizioni normali e aver sottratto la pressione parziale del vapore acqueo. Nel caso di misure in presenza di ultrasuoni, nel momento in cui si fa partire il cronometro, si inizia anche ad irradiare la soluzione con gli ultrasuoni e si continua a

*Rinaldo*

sonicare per altri 5 minuti dal momento in cui si è fermata l'elettrolisi per eseguire la misura dei gas svolti agli elettrodi. Alcuni dati tipici sono raccolti nelle tabelle 2,3,4.

TABELLA 2

	SOTTO AZIONE D. ULTRASUONI	SENZA ULTRASUONI
TENSIONE (volt)	8,0	8,0
TEMPERATURA (C)	27	27
Z %		10,2%
TEMPO (MIN)		17
DENS.CORR.(A/dm <sup>2</sup> )		2,7
gr H ottenuto	0,00418	0,00372
gr H atteso teor.	0,00415	0,00395
resa% sul teorico	100	94,2
( H con u.s./ H senza u.s.)	+12,4%	
gr Cl ottenuto	0,126	0,081
gr Cl atteso teor.	0,147	0,140
resa % sul teorico	85,7	57,8
(Cl con u.s./Cl senza u.s.)	+55,5%	

TABELLA 3

	SOTTO AZIONE D. ULTRASUONI	SENZA ULTRASUONI
TENSIONE (volt)	15,0	15,0
TEMPERATURA (C)	28	28
Z %		4,4%
TEMPO (MIN)		9
DENS.CORR.(A/dm <sup>2</sup> )		5,6
gr H ottenuto	0,00465	0,00455
gr H atteso teor.	0,00462	0,00452
resa% sul teorico	100	100
( H con u.s./ H senza u.s.)	+2,2%	
gr Cl ottenuto	0,145	0,106
gr Cl atteso teor.	0,164	0,160
resa % sul teorico	88,4	66,2
(Cl con u.s./Cl senza u.s.)	+36,8%	

*Rinaldo*

TABELLA 4

	SOTTO AZIONE D. ULTRASUONI	SENZA ULTRASUONI
TENSIONE (volt)	20,0	20,0
TEMPERATURA (C)	27	27
Z %	0	
TEMPO (MIN)	6	
DENS.CORR.(A/dm <sup>2</sup> )	7,6	
gr H ottenuto	0,00460	0,00420
gr H atteso teor.	0,00418	0,00418
resa% sul teorico	100	100
( H con u.s./ H senza u.s.)	+9,5%	
gr Cl ottenuto	0,132	0,107
gr Cl atteso teor.	0,148	0,148
resa % sul teorico	89,2	72,3
(Cl con u.s./Cl senza u.s.)	+23,4%	

ESEMPIO 6

Si opera come descritto nell'esempio 5, solo che nel voltmetro sono inseriti un catodo di platino e un anodo di grafite. L'elettrolito è una soluzione satura di NaCl non acidificata. In questo caso la solubilità del cloro è molto maggiore rispetto alla soluzione acidificata dell'esempio precedente. Risultati tipici sono nella seguente tabella 5.

TABELLA 5

	SOTTO AZIONE D. ULTRASUONI	SENZA ULTRASUONI
TENSIONE (volt)	10,0	10,0
TEMPERATURA (C)	22	22
Z %	12,8	
TEMPO (MIN)	15	
DENS.CORR.(A/dm <sup>2</sup> )	6,5	
gr H ottenuto	0,00350	0,00377
gr H atteso teor.	0,00402	0,00368
resa% sul teorico	87,1	100
( H con u.s./ H senza u.s.)	n.a.	
gr Cl ottenuto	0,114	0,017
gr Cl atteso teor.	0,141	0,129
resa % sul teorico	80,8	13,2
(Cl con u.s./Cl senza u.s.)	+570,6%	

*Stalato*ESEMPIO 7

Si opera esattamente come descritto nell'esempio 5. Come elettrolito si impiega una soluzione di acido cloridrico al 22%. Operando a 12,0 Volt per 6 min, sotto l'azione degli ultrasuoni, si ottengono 59,7 ml di idrogeno (a c.n.) e 60,1 ml di cloro (a c.n.). Operando sempre a 12,0 Volt per 4 min e in assenza di ultrasuoni, si ottengono 62,4 ml di idrogeno (a c.n.) e solo 0,9 ml di cloro (a c.n.). La prova viene ripetuta più volte sotto diverse tensioni e per tempi diversi. Invariabilmente sotto l'azione degli ultrasuoni si liberano volumi uguali di idrogeno e cloro, mentre in assenza di ultrasuoni si libera praticamente solo idrogeno, mentre evidentemente il cloro resta disciolto.

ESEMPIO 8

Si opera esattamente come nell'esempio 5, tra un catodo di grafite e un anodo di platino. L'elettrolito è una soluzione di acido solforico 0,1 N. Risultati tipici sono in tabella 6.

(segue tabella 6)

*Pastaloro*

TABELLA 6

	SOTTO AZIONE D. ULTRASUONI		SENZA ULTRASUONI
TENSIONE (volt)	6,0		6,0
TEMPERATURA (C)	15		15
Z %		15,5	
TEMPO (MIN)		30	
gr H ottenuto	0,00126		0,00115
gr H atteso teor.	0,00120		0,00108
resa% sul teorico	100		100
( H con u.s./ H senza u.s.)		+9,6%	
gr O ottenuto	0,00934		0,00700
gr O atteso teor.	0,00960		0,00865
resa % sul teorico	97,3		80,9
(O con u.s./O senza u.s.)		+33,4%	

ESEMPIO 9

Si opera esattamente come descritto nell'esempio 5 ma tra due elettrodi di ferro. L'elettrolito è una soluzione al 27,5% di idrossido di sodio. I risultati tipici sono riportati nella seguente tabella 7.

TABELLA 7

	SOTTO AZIONE D. ULTRASUONI		SENZA ULTRASUONI
TENSIONE (volt)	5,0		5,0
TEMPERATURA (C)	27		27
Z %		10,0	
TEMPO (MIN)		17	
DENS.CORR.(A/dm <sup>2</sup> )		2,5	
gr H ottenuto	0,00293		0,00282
gr H atteso teor.	0,00290		0,00285
resa% sul teorico	100		99,0
( H con u.s./ H senza u.s.)		+3,9%	
gr O ottenuto	0,0231		0,0223
gr O atteso teor.	0,0232		0,0228
resa % sul teorico	100		97,8
(O con u.s./O senza u.s.)		+ 3,6%	

Come si può osservare, l'effetto degli ultrasuoni

*Stabaldo*

sul degasamento della soluzione è tanto più marcato quanto più il gas in questione è solubile in acqua. Gli esempi che precedono hanno anche mostrato come gli ultrasuoni permettono di innalzare le rese dei gas prodotti agli elettrodi rispetto a quando si opera in loro assenza, a parità delle altre condizioni.

Per quanto riguarda i primi quattro esempi, è bene ricordare che i valori di 2% sono solo indicativi e possono variare notevolmente in base allo stato della superficie degli elettrodi ed alla sua storia e in base alla storia della soluzione sotto elettrolisi (se è preparata fresca, se è già stata elettrolizzata, ecc...)

#### RIVENDICAZIONI

1. Procedimento di produzione di gas mediante irradiazione con ultrasuoni della soluzione di sale, acido o base sottoposta ad elettrolisi.
2. Procedimento per diminuire la sovratensione di cella mediante contemporanea irradiazione con ultrasuoni della soluzione sottoposta ad elettrolisi.
3. Procedimento per innalzare la densità di corrente con cui eseguire un dato processo elettrolitico, a parità di tensione

*F. Testa*

applicata, mediante irradiazione con ultrasuoni della soluzione durante l'elettrolisi.

4. Procedimento per il completo degassaggio dei comparti anodici e catodici di celle elettrochimiche adibite alla produzione di gas mediante l'irradiazione con ultrasuoni della soluzione durante l'elettrolisi.

5. Procedimento secondo le rivendicazioni 1,2,3,4 in cui l'elettrolito è una soluzione di cloruro di sodio ed i gas prodotti sono idrogeno e cloro.

6. Procedimento secondo le rivendicazioni 1,2,3,4, in cui l'elettrolito è una soluzione di cloruro di potassio ed i gas prodotti sono idrogeno e cloro.

7. Procedimento secondo le rivendicazioni 1,2,3,4 in cui l'elettrolito è una soluzione di acido cloridrico ed i gas prodotti sono idrogeno e cloro.

8. Procedimento secondo le rivendicazioni 1,2,3,4 in cui l'elettrolito è una soluzione di idrossido di sodio ed i gas prodotti sono idrogeno e ossigeno.

9. Procedimento secondo le rivendicazioni 1,2,3,4 in cui l'elettrolito è una soluzione di idrossido di potassio ed i gas prodotti sono idrogeno e

cloro.

10. Procedimento secondo le rivendicazioni 1,2,3,4 in cui l'elettrolito è una soluzione di fluoruro di potassio in acido fluoridrico ed i gas prodotti sono idrogeno e fluoro.

11. Procedimento di produzione di gas per via sonoelettrochimica sostanzialmente come illustrato e descritto.

*Cataldo*

pp. Dott. Franco Cataldo, Via Mario Mencatelli 14

00128 ROMA.

*Cataldo*

