



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UTBM

DOMANDA NUMERO	101982900001312
Data Deposito	23/12/1982
Data Pubblicazione	23/06/1984

Titolo

Dispositivo e procedimento elettrolitico per la produzione di acqua di cloro

DESCRIZIONE

STAMPARE



dell'invenzione industriale avente per titolo:

"Dispositivo e procedimento elettrolitico per la produzione di acqua di cloro"

a nome: Industrie Zanussi S.p.A.

di nazionalità: Italiana

con sede a: Pordenone

inventore designato: Giuseppe Bianchi

depositata il:

23 DIC. 1982

con il No.

24932A/82

RIASSUNTO

Si produce elettroliticamente cloro gassoso che viene assorbito in acqua a formare acqua di cloro da utilizzare in utenze piccole o modeste, in particolare macchine lavatrici.

L'invenzione concerne sia la cella elettrolitica che il procedimento per la produzione di cloro.

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda la produzione di acqua di cloro e più particolarmente un dispositivo ed un procedimento con funzionamento preferibilmente discontinuo e completamente automatizzabile, in grado di produrre quantità piccole o modeste di acqua di cloro, corrispondenti a quantità di cloro gassoso dell'ordine di grammi od anche chilogrammi per ciclo operativo.

Più specificamente la presente invenzione riguarda la produzione di acqua di cloro per piccole utenze, quali macchine lavatrici, apparecchi di disinfezione, impianti di potabilizzazione e simili.

Come è noto l'acqua di cloro si prepara per assorbimento di cloro in acqua: si tratta di una soluzione altamente instabile nel tempo, che consente in pratica solamente un'utilizzazione immediata e non una conservazione ed una commercializzazione capillare.

D'altra parte la produzione di cloro gassoso è stata ed è tuttora attuata su scala industriale in impianti di rilevante capacità, sia per l'utilizzazione diretta (produzione di solventi clorurati, materie plastiche, intermedi chimici, ecc.), sia per la distribuzione in cisterne o bombole. Per alcuni tipi di utenze, tuttavia, anche questo sistema di distribuzione e commercializzazione non risulta materialmente attuabile, come ad esempio in campo domestico, ospedaliero, caseario, alimentare e sanitario.

In questi campi, infatti, si sfrutta di volta in volta l'attività sbiancante, disinfettante, deodorante del cloro, ma anche la fornitura di cloro gassoso in bombole per la preparazione in situ di acqua di cloro determina difficoltà praticamente insormontabili (ad esempio per la necessità di personale specializzato che esegue l'operazione di assorbimento in acqua del cloro gassoso, nonché per i problemi di tossicità connessi alla manipolazione del cloro gassoso).

In particolare se si tende ad eliminare il trasporto di cloro gassoso in bombole o cisterne per l'alto rischio ed i problemi di sicurezza ad essi connessi.

La difficoltà si trasforma poi in impossibilità nel caso di utenze domestiche per le quali le quantità utili sono molto modeste, e l'utilizzazione è variabile nel tempo.

Per questi motivi nei casi anzidetti è stato finora indispensabile ricorrere a soluzioni acquose di ipoclorito di sodio, ossia soluzioni ottenute per assorbimento di cloro gassoso in una soluzione acquosa diluita di soda caustica e successivamente diluite al 5% di cloro attivo.

Oltre alla minore attività specifica, la soluzione di ipoclorito di sodio presenta anche problemi di causticità e di emissione di vapori irritanti e nocivi, anche se sono molto ridotti i problemi di tossicità rispetto a quelli connessi all'impiego diretto di cloro gassoso.

Con riferimento specifico alle utenze domestiche (che hanno tuttavia titolo unicamente esemplificativo ma non limitativo dell'ambito dell'invenzione) è già stato proposto di utilizzare, nelle macchine lavabiancheria e lavastoviglie, celle elettrolitiche per la produzione in situ di cloro gassoso che viene immediatamente assorbito in acqua, formando così acqua di cloro da alimentare, nella fase opportuna del ciclo di lavaggio, alla vasca di lavaggio.

In particolare sono state proposte celle elettrolitiche comprendenti due compartimenti, rispettivamente anodico e catodico, contenenti i rispettivi elettrodi, i due compartimenti essendo separati da un setto poroso o diaframma, così da ottenere la separazione fisica dei due compartimenti, ma mantenendoli in comunicazione elettrolitica.

Nelle celle elettrolitiche finora note, nel corso dell'elettrolisi di una soluzione sufficientemente concentrata di cloruro di sodio, si ha sviluppo di cloro all'anodo e di idrogeno al catodo, con liberazione di quantità corrispondenti di alcali. Se i prodotti anodici e catodici

dell'elettrolisi si mescolano tra di loro, il cloro e la soda caustica reagiscono formando una soluzione di ipoclorito di sodio (cella ad ipoclorito) annullando il rendimento di corrente per la produzione di cloro gassoso.

Pertanto, quando lo scopo primario dell'elettrolisi risiede nella produzione di cloro gassoso, deve essere impedito il mescolamento dei prodotti dell'elettrolisi. Questo mescolamento può avvenire secondo due distinti meccanismi:

- a) miscelazione meccanica delle soluzioni anodica e catodica;
- b) migrazione verso l'anodo, sotto l'azione del campo elettrico, degli ioni OH^- , corrispondenti all'alcalinità catodica, e loro combinazione con il cloro.

Un altro problema di non trascurabile importanza in celle elettrolitiche per la produzione di cloro gassoso destinate agli usi sopra menzionati è quello della formazione di incrostazioni sugli elettrodi e sul diaframma di separazione dei compartimenti anodico e catodico.

Infatti, per la produzione di quantità piccole od anche modeste di Cl_2 , risulta impensabile operare trattamenti preliminari di acidificazione e purificazione della salamoia, ossia della soluzione di partenza di cloruro di sodio, allo scopo di ridurre la concentrazione dei sali di calcio e magnesio al livello di alcune parti per milione. I sali di calcio e magnesio, contenuti nel cloruro di sodio e nell'acqua con cui viene preparata la soluzione di cloruro di sodio, sono presenti normalmente in quantità dell'ordine di centinaia od anche migliaia di parti per milione e precipitano sul catodo, nella soluzione catodica e



sul diaframma come conseguenza dell'alcalinizzazione che accompagna lo sviluppo di idrogeno.

La precipitazione di carbonato di calcio ed idrossido di magnesio ostacola il passaggio della corrente elettrica e compromette il corretto funzionamento della cella elettrolitica arrivando anche ad un danneggiamento irreparabile della cella a causa del conseguente incremento anomalo di temperatura.

In particolare la precipitazione dei sali anzidetti interessa il suddetto setto poroso, che rimane almeno parzialmente occluso sulla faccia rivolta verso il compartimento catodico con gli inconvenienti e problemi sopra citati.

A tale problema si è cercato di ovviare in passato con il ricorso ad un ciclo di funzionamento nel quale vengono periodicamente invertite le polarità della cella, cosicchè ciascun compartimento (ed il relativo elettrodo) funziona alternativamente come compartimento anodico e come compartimento catodico: durante il funzionamento come compartimento anodico i depositi sia sull'elettrodo che sulla superficie adiacente del diaframma si staccano ritornando in soluzione.

Tuttavia tale soluzione, pur presentandosi vantaggiosa, non risolve integralmente il problema.

Infine un altro problema ancora connesso alle celle elettrolitiche in questione risiede nel fatto che, accanto a possibili problemi di tossicità del cloro prodotto, problemi che trovano tuttavia soluzione in accorgimenti opportuni per il convogliamento del cloro ad una torre di assorbimento in acqua, il mescolamento del cloro gassoso

prodotto nel compartimento anodico con l'idrogeno anch'esso gassoso sviluppato nel compartimento catodico, determina la formazione di una miscela esplosiva.

Scopo principale della presente invenzione è quello di fornire una cella elettrolitica per la produzione di cloro gassoso e successivamente di acqua di cloro mediante assorbimento in acqua, utile per utenze piccole e modeste, che risolva in modo sostanziale i problemi precedentemente accennati.

Uno scopo più specifico della presente invenzione è quello di realizzare una cella elettrolitica ed un procedimento per la produzione di cloro gassoso e, con questo, di acqua di cloro particolarmente utile per apparecchiature di tipo elettrodomestico, a funzionamento discontinuo ed interamente automatizzabile.

Questi ed altri scopi vengono conseguiti con una cella elettrolitica per l'elettrolisi di una soluzione di cloruro di sodio, del tipo in cui sono previsti due compartimenti, rispettivamente anodico e catodico, contenenti rispettivi elettrodi, alimentati con una tensione elettrica sotto il controllo di un circuito atto ad invertire, secondo un programma prestabilito, le polarità dell'alimentazione elettrica a detti elettrodi, i detti compartimenti essendo separati da un diaframma poroso, caratterizzata dal fatto che detti compartimenti presentano superiormente un vano vuoto di raccolta rispettivamente del cloro e dell'idrogeno che si sviluppano durante l'elettrolisi, detti vani essendo tra di loro comunicanti e in collegamento con un collettore comune di convogliamento dei gas anzidetti ad una torre di

assorbimento in acqua, detta cella essendo inoltre caratterizzata dal fatto che detti compartimenti sono tra di loro in comunicazione libera in corrispondenza della loro estremità inferiore in collegamento con un unico condotto di scarico per lo scarico rapido di soluzione esausta.

A sua volta il procedimento secondo la presente invenzione per la produzione di cloro gassoso, del tipo in cui una soluzione di cloruro di sodio viene sottoposta ad elettrolisi con sviluppo di cloro gassoso all'anodo e di idrogeno gassoso al catodo, è caratterizzato dal fatto che si opera l'elettrolisi di una soluzione acquosa concentrata, in particolare satura, di cloruro di sodio, (contenente circa 300 g/l di NaCl), fino a che risulta dissociata solo una parte del cloruro di sodio inizialmente presente nella soluzione, preferibilmente non più dei due terzi, ancor più preferibilmente non più di un terzo.

Tale condizione corrisponde infatti ad un rendimento di corrente per lo sviluppo di cloro gassoso che non può diminuire al di sotto del 50%. La stessa condizione si può poi tradurre in una condizione limite di concentrazione di soda caustica nel compartimento catodico che si individua in un valore dell'ordine di 50 g/l.

Infatti tale concentrazione non dipende dalla concentrazione iniziale di cloruro di sodio, ma dai parametri di funzionamento della cella, ossia intensità di corrente, tempo di elettrolisi e volume del compartimento catodico.

Secondo una variante di realizzazione del procedimento secondo l'invenzione, almeno una parte della miscela gassosa formata da H_2 e

Cl_2 prodotti durante l'elettrolisi e convogliata ad un collettore comune, viene sottoposta a condizioni tali da far reagire i suddetti componenti a formare acido cloridrico che viene assorbito insieme al cloro gassoso a formare acqua di cloro in soluzione acida da alimentare all'utilizzazione nella situazione più opportuna.

La presente invenzione si presta altresì ad utenze che richiedono quantitativi più rilevanti di acqua di cloro, ad esempio nella potabilizzazione di acqua; infatti in questo caso si impiegano batterie di celle elettrolitiche secondo l'invenzione, (corredate da relative colonne di assorbimento in acqua), mantenendo invariati i pregi di sicurezza e maneggevolezza connessi con i volumi di miscela di idrogeno e cloro singolarmente modesti ottenibili con l'invenzione.

Gli aspetti peculiari ed i vantaggi della presente invenzione appariranno più chiaramente dalla descrizione che segue, fatta in relazione alla realizzazione preferita dell'invenzione e con riferimento ai disegni allegati nei quali:

la fig. 1 è una vista schematica della cella elettrolitica secondo la presente invenzione in combinazione con un apparecchio di assorbimento in acqua del cloro gassoso;

e la fig. 2 è una vista simile alla fig. 1 di una variante di realizzazione della presente invenzione.

Riferendosi anzitutto alla fig. 1 è mostrata una cella elettrolitica 10 collegata attraverso un collettore 11 ad una torre 12 di assorbimento in acqua del cloro gassoso prodotto nella cella 10.

La cella 10 è divisa in due compartimenti 13 e 14 da un diaframma



15, di materiale ben noto in questa tecnica, ossia tale da consentire il passaggio di ioni da un compartimento all'altro.

Nei compartimenti 13, 14 sono montati rispettivi elettrodi 16, 17, anche questi ben noti nella tecnica del ramo e preferibilmente formati di grafite impregnata, funzionanti rispettivamente da anodo e da catodo.

Nella fig. 1 si è ipotizzato che l'elettrodo 16 sia l'anodo, per cui nel compartimento 13 si sviluppa cloro, mentre l'elettrodo 17 costituisce il catodo dal quale quindi si sviluppa idrogeno.

Il diaframma 15 termina inferiormente a breve distanza dal fondo 18 della cella 10, in corrispondenza di una apertura o condotto di carico e scarico 19, controllato da una valvola 20.

Attraverso il condotto 19 si provvede al carico e scarico rapido, se non istantaneo, della salamoia alla e dalla cella 10.

I due compartimenti 13, 14 comunicano liberamente, attraverso i raccordi 21, 22, con una camera di miscelazione 23, nella quale il cloro e l'idrogeno vengono tra di loro mescolati e passano poi nel convogliatore o collettore 11 e da questo alla torre 12.

In una variante di esecuzione la camera 23 è immediatamente adiacente all'estremità superiore della cella ed è dotata di un condotto di ritorno nella cella così da fungere da separatore di schiuma trasportata a gas e riportare il liquido così separato nella cella.

La torre 12 presenta uno scarico 24, dotato di una valvola 25, per lo scarico dell'acqua di cloro, mentre da un raccordo di sfiato 26 si

allontana, con le opportune ed evidenti cautele, l'idrogeno che non viene assorbito. La torre 12 funziona ovviamente come unità di preparazione ed accumulo di acqua di cloro.

A seconda dell'utenza a cui la cella è destinata, la valvola di controllo 25 verrà azionata in sincronizzazione con il ciclo operativo dell'utenza stessa, ad esempio nel caso di una macchina lavatrice in modo da alimentare l'acqua di cloro alla vasca di lavaggio nella fase appropriata del ciclo di lavaggio.

La cella elettrolitica secondo l'invenzione può essere corredata di opportuni circuiti di alimentazione controllata di tipo tradizionale noti nella tecnica.

Dalla descrizione precedente, appare chiaro come il funzionamento della cella 10, e quindi tanto la produzione di cloro gassoso e di acqua di cloro quanto la sua alimentazione alla vasca di lavaggio (od altra utenza), siano completamente automatizzabili, in dipendenza di un controllo generale di ciclo, ed al tempo stesso possano avvenire in modo discontinuo.

In fig. 2 è infine illustrata una variante di realizzazione del dispositivo di fig. 1, in cui nel condotto è inserita una camera 35 avente lo scopo di determinare la reazione, preferibilmente parziale e controllabile, del cloro gassoso con idrogeno a formare acido cloridrico. Ad esempio tale reazione può essere innescata da radiazioni ultraviolette dosabili come intensità e/o durata emesse da una opportuna lampada irradiante 36. In tal modo nella torre di assorbimento si effettuerà l'assorbimento non soltanto di cloro

gassoso ma anche dell'acido così prodotto. Si avrà quindi una soluzione acida di cloro la cui attività è maggiore di quella della semplice acqua di cloro, sia come sbiancante che come sterilizzante. Infatti è già noto che, sotto il profilo ad esempio della sterilizzazione e potabilizzazione, l'attività dell'acqua di cloro risulta funzione dell'acidità del mezzo in cui essa viene introdotta. Se si tiene presente che l'acqua alla quale si addiziona l'acqua di cloro è normalmente alcalina, in misura variabile, appare chiaro che l'acidità che in tal modo si conferisce alla stessa acqua di cloro può essere agevolmente utilizzata per modificare tale alcalinità e quindi determinare un'azione ottimale.

A titolo indicativo si può menzionare che tale livello ottimale si ha ad un pH di circa 6, mentre l'acqua di rete ha normalmente un pH dell'ordine di 8.

A ciò deve aggiungersi il fatto che la stessa acidità della soluzione di cloro ottenuta in fase di assorbimento può essere agevolmente controllata dosando la reazione ed è altresì automatizzabile nell'ambito del ciclo di funzionamento della cella.

Un primo aspetto importante della cella elettrolitica secondo la presente invenzione risiede nel fatto che la camera libera 23 determina un bilanciamento dinamico delle pressioni agenti nei due compartimenti elettrodici.

Se si tiene conto del fatto che durante l'elettrolisi i gas che si scaricano sulle facce degli elettrodi rivolte verso il setto poroso provocano un rimescolamento delle soluzioni presenti nei due compar-

timenti, la cui concentrazione rimane mediamente costante, è proprio grazie al suddetto bilanciamento delle pressioni che le soluzioni anodica e catodica non si mescolano e non avviene percolazione attraverso il setto poroso. Questo aspetto differenzia concettualmente e sostanzialmente la cella secondo la presente invenzione dalle usuali celle a diaframma per la produzione di soda e cloro (diaframma percolante con percolazione regolabile). La migrazione verso l'anodo, sotto l'azione del campo elettrico, degli ioni OH^- che si formano nello scomparto catodico è regolata, tramite la mobilità degli ioni OH^- stessi, dal gradiente elettrico che si stabilisce nella soluzione presente nel compartimento catodico.

Operando poi con una soluzione inizialmente molto concentrata di cloruro di sodio, a differenza quindi dalle celle usuali in cui si effettua l'elettrolisi di acqua di mare con un contenuto medio di 35 g/l di NaCl, e limitando la decomposizione del cloruro di sodio in modo che la soluzione catodica mantenga per tutta la durata dell'elettrolisi una elevata conducibilità con gradienti di potenziale elettrico modesti, il flusso di ioni OH^- che esce dal compartimento catodico per entrare in quello anodico è quindi altrettanto modesto ed il rendimento di corrente per lo sviluppo di cloro rimane a valori elevati che sono tipicamente dell'85% circa.

Nella realizzazione della cella secondo l'invenzione sono possibili e prevedibili varianti concettualmente equivalenti. Ad esempio la posizione specifica della camera 23 può essere variata, potendo anche essere ricavata nella parte alta della stessa cella o immediatamente a

monte della colonna di assorbimento. Inoltre i volumi della camera 23 nonchè del o dei condotti di collegamento tra cella 10 e colonna 12 devono essere limitati nella massima misura possibile onde evitare perdite di cloro e controllare più agevolmente l'esplosione della miscela H_2 e Cl_2 .



RIVENDICAZIONI

- 1) Dispositivo per la produzione elettrolitica di cloro gassoso ed acqua di cloro, del tipo comprendente una cella per l'elettrolisi di una soluzione di cloruro di sodio ed una torre di assorbimento in acqua del cloro gassoso così prodotto, detta cella comprendendo almeno due compartimenti separati da un setto poroso in cui sono disposti rispettivi elettrodi, caratterizzato dal fatto che detto setto termina al di sopra del fondo di detta cella in corrispondenza di un carico e scarico rapido di soluzione verso e da detti compartimenti e le estremità superiori di detti compartimenti sono collegate con una camera di miscelazione in cui i gas prodotti dall'elettrolisi si mescolano prima di essere convogliati alla detta torre di assorbimento, cosicchè sui due detti compartimenti agisce una stessa pressione dinamicamente bilanciata.
- 2) Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che sono previsti mezzi per determinare la reazione di ricombinazione tra cloro ed idrogeno.
- 3) Dispositivo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi consistono in una sorgente di radiazioni ultraviolette dosate.

4) Procedimento per la produzione di cloro gassoso ed acqua di cloro per mezzo di una cella elettrolitica e di una torre di assorbimento detta cella comprendendo almeno una coppia di compartimenti separati da un setto poroso, in cui sono disposti rispettivi elettrodi, caratterizzato dal fatto che si effettua l'elettrolisi di una soluzione inizialmente concentrata di cloruro di sodio e si prosegue l'elettrolisi fintanto che il rendimento di corrente per la produzione di Cl_2 è non inferiore al 50%.

5) Procedimento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detta elettrolisi viene proseguita fino a che la concentrazione di soda caustica nel compartimento catodico non supera il valore di 50 g/l.

6) Procedimento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che almeno parte dei gas prodotti dall'elettrolisi e tra loro mescolati viene sottoposta a condizioni atte a determinare la reazione tra cloro ed idrogeno a formare acido cloridrico.

7) Procedimento secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che dette condizioni comprendono l'irraggiamento dosato con radiazioni ultraviolette.

p.p. Industrie Zanussi S.p.A.

p. SAIC BREVETTI S.a.s.

di Ing. G. Dragotti & C.



l'Ufficiale Rogante
(Gillia Russo)

GD/sv

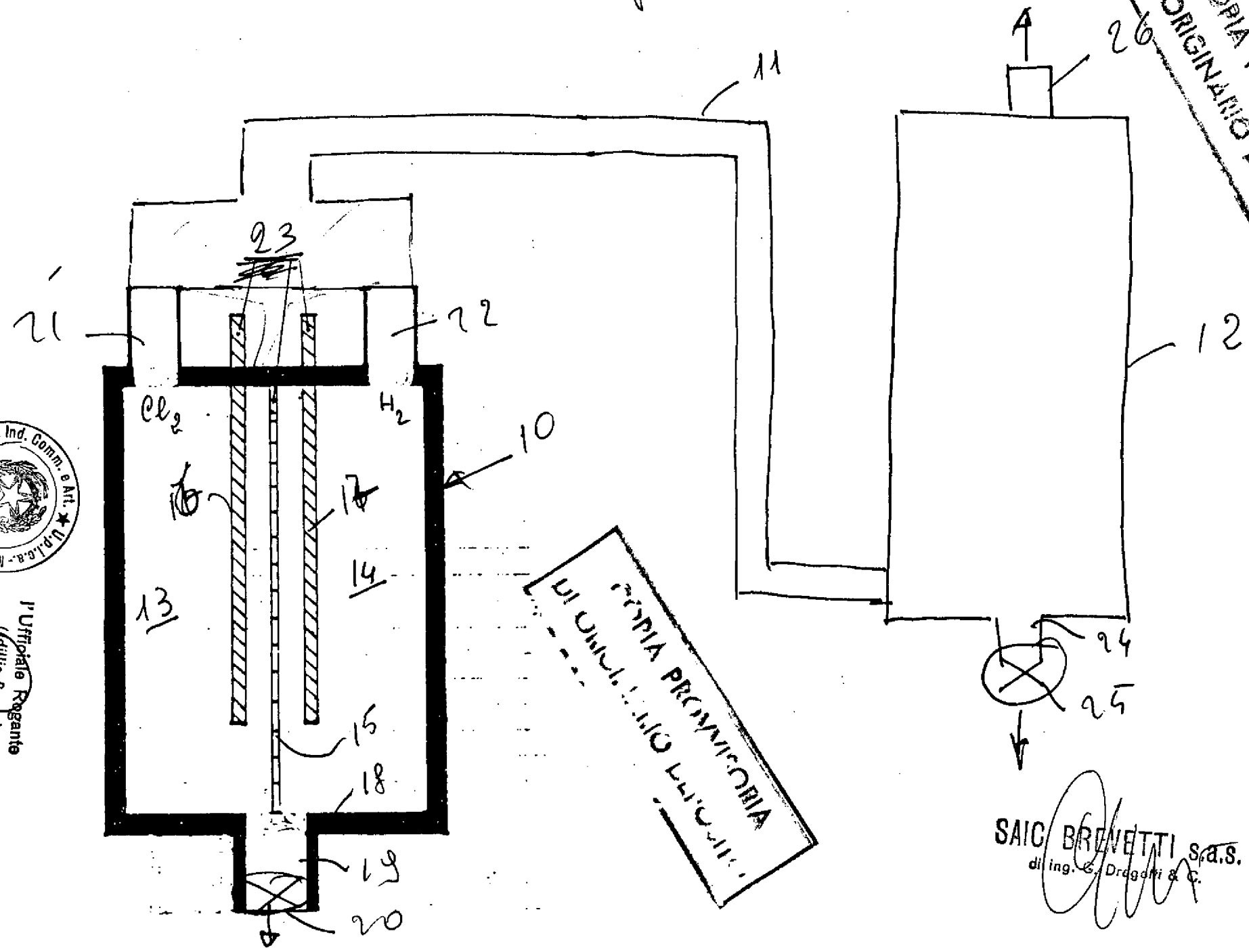
Fig 1

COPIA PROVVISORIA
DI ORIGINARIO DEPOSITO

24932A/82



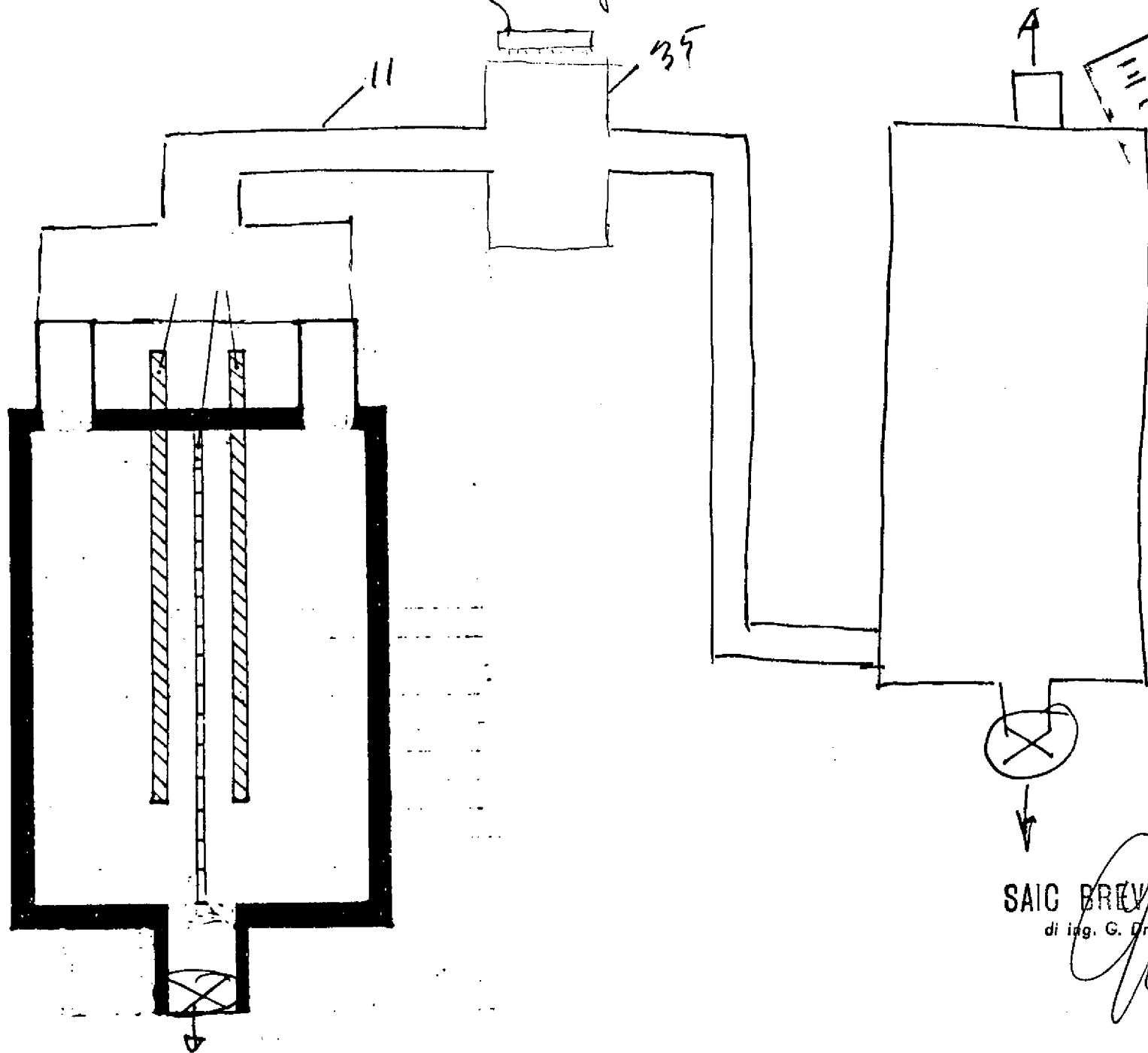
l'Ufficiale Registrante
(dillo Russo)
[Signature]



COPIA PROVVISORIA
DI ORIGINARIO DEPOSITO

SAIC BREVETTI S.p.A.
di ing. G. Dragotti & C.

36 Fig 3



COPIA PROVVISORIA
DEPOSITO

24932A/82

SAIC BREVETTI S.A.S.
di ing. G. Dragotti & C.

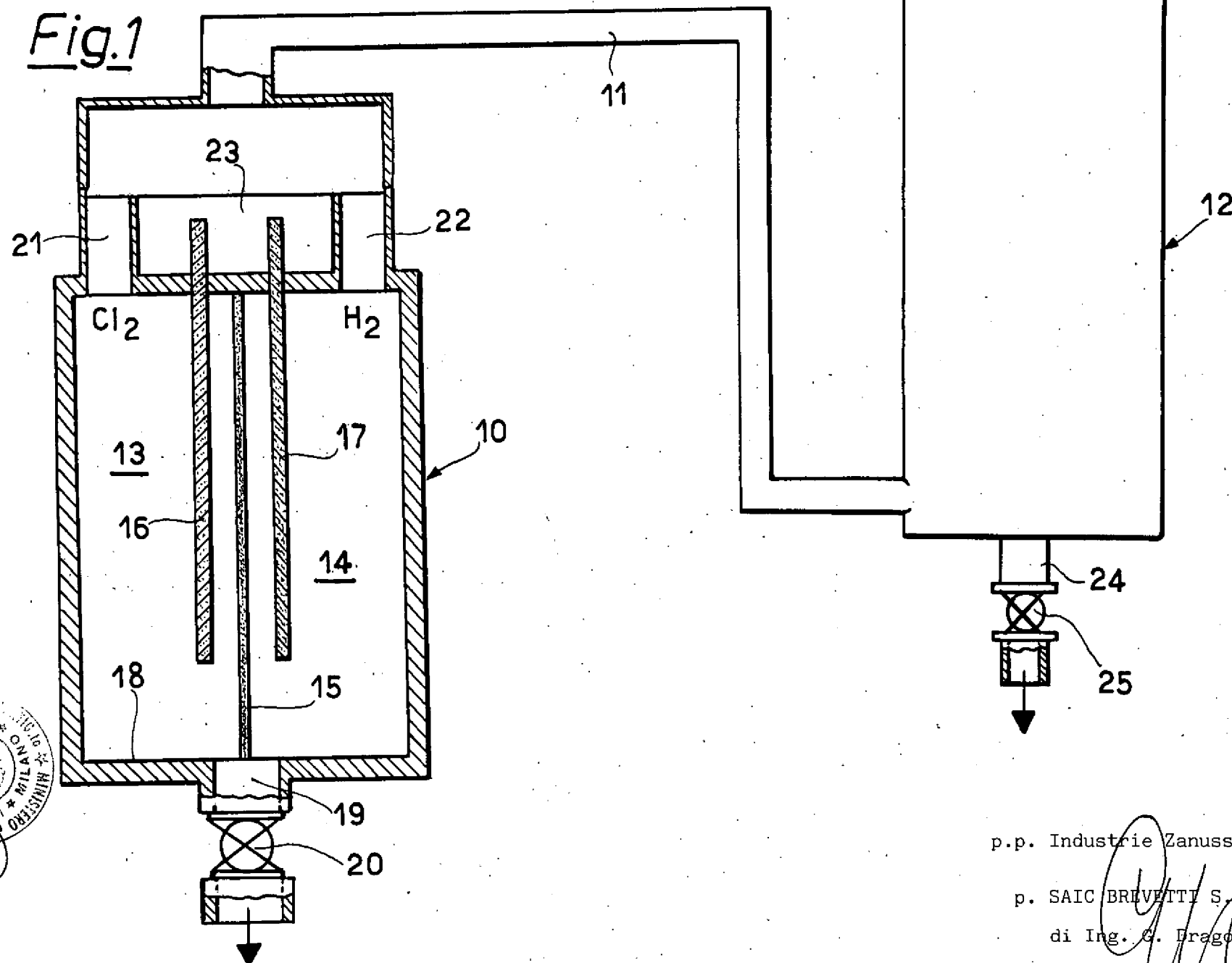


Ufficio Regante
(G. Ruspà)
[Signature]

24932 A/82

00890

Fig. 1

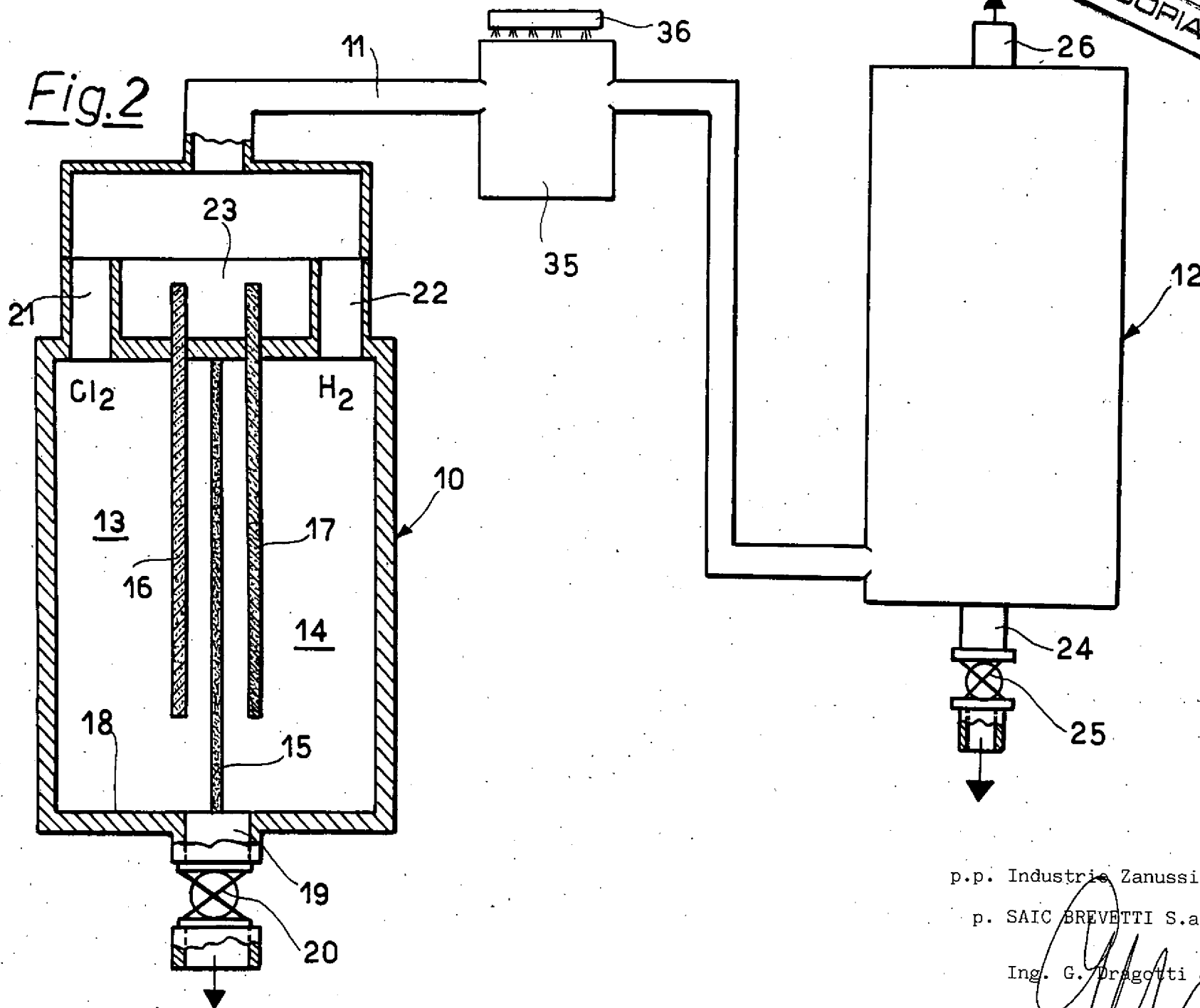


p.p. Industrie Zanussi S.p.A.

p. SAIC BREVETTI S.a.s.

di Ing. G. Dragotti & C;

Fig. 2



p.p. Industrie Zanussi S.p.A.

p. SAIC BREVETTI S.a.s. di

Ing. G. Dragotti & C.