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

UIBM

DOMANDA NUMERO	**102000900885592**
Data Deposito	**31/10/2000**
Data Pubblicazione	**01/05/2002**

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	25	B		

Titolo

CELLA ELETTROLITICA CON STRUTTURE ELETTRODICHE RINNOVABILI E METODO PER LA SOSTITUZIONE DELLE STESSE.

31 OTT. 2000
MILANO

DESCRIZIONE DI INVENZIONE INDUSTRIALE

A nome: DE NORA IMPIANTI S.p.A. MI 2000 A002362

E' noto, in applicazioni elettrochimiche, l'uso di elettrodi planari formati da un substrato, nella maggior parte dei casi forato, rivestito con uno o più materiali elettrocatalitici. La descrizione seguente farà prevalentemente riferimento a strutture elettrodiche di questo tipo, sia anodiche che catodiche, impiegate in celle elettrolitiche a membrana, dal momento che esse rappresentano un caso particolarmente significativo nell'attuale panorama dell'elettrochimica industriale; sarà tuttavia evidente agli esperti del settore che la stessa invenzione può essere applicata ad altri tipi di elettrolizzatori e di celle elettrochimiche in generale, provviste di elementi strutturali analoghi.

Un esempio di cella elettrolitica a membrana che impiega elettrodi planari con un rivestimento elettrocatalitico è illustrato nel brevetto statunitense US 4,767,519. La struttura elettrodica ivi descritta comprende un'anima conduttrice costituita da due lamiere metalliche, provvista su entrambe le facce di costolature sporgenti, protette dalla corrosione mediante lamiere stampate sagomate in modo da adattarsi alle costolature stesse e provviste di flange perimetrali di tenuta; a tali lamiere, nelle regioni corrispondenti alle sporgenze di tali costolature, le cui superfici terminali vengono a trovarsi sostanzialmente sullo stesso piano, sono fissate reti elettrodiche provviste di un rivestimento catalitico. Le costolature possono essere ricavate per stampaggio delle lamiere componenti l'anima, oppure, secondo una realizzazione più comune, mediante il fissaggio di distanziatori elettroconduttivi collegati all'anima stessa, ad esempio mediante saldatura. E' altresì noto che lo stesso tipo di costruzione può essere effettuato su un solo lato di un'anima metallica costituita da una sola

lamiera, provvista di costolature che sostengono un solo elettrodo provvisto di rivestimento elettrocatalitico. Questo è ad esempio il caso di elettrolizzatori provvisti, sul lato opposto, di elettrodi a diffusione gassosa, come avviene nel caso dell'elettrolisi depolarizzata dell'acido cloridrico, ad esempio secondo il processo descritto nella domanda di brevetto britannica GB 2,010,908. Un tipo di costruzione particolarmente vantaggiosa nel caso di processi di questo tipo è descritta nella domanda di brevetto tedesca DE 198 50 071: in questo caso, le costolature sono costituite da lamiere ondulate disposte in modo da formare dei canali per la circolazione, alternativamente ascendente e discendente, dei fluidi. La struttura descritta in DE 198 50 071 come semicella, può evidentemente essere replicata nel comparto opposto a formare una cella elettrolitica completa, che può essere utilizzata in processi elettrolitici che non comprendono elettrodi a gas. Naturalmente sono possibili molte varianti delle costruzioni citate, secondo i differenti impieghi cui sono destinate le celle elettrochimiche corrispondenti, tutte però accomunate dall'avere, riferendosi ad una semicella, ovvero ad un solo comparto elettrolitico, anodico o catodico, una parete di fondo, una serie di costolature, costituite da elementi sporgenti, tali che almeno parte delle superfici terminali di ciascuna costolatura giacciono sullo stesso piano, ed un elettrodo, o disposizione di elettrodi, fissato a tali superfici terminali giacenti sullo stesso piano, ad esempio mediante saldatura. Gli elettrodi sono solitamente provvisti di aperture o luci libere, normalmente costituiti da fori; ad esempio, gli elettrodi possono essere costituiti da reti, lamiere forate, lamiere stirate, o sovrapposizioni e combinazioni di due o più di detti elementi; in alternativa però, gli elettrodi possono essere costituiti da lamiere piene, o da listelli paralleli, ad esempio disposti su un piano o angolati

rispetto ad un piano comune, non sovrapposti o parzialmente sovrapposti, ad esempio secondo la costruzione detta "a tapparella" o "a veneziana". L'invenzione in oggetto è particolarmente utile nel caso in cui tale elettrodi siano almeno in parte provvisti di un rivestimento catalitico, ad esempio di un rivestimento elettrocatalitico, come sarà esplicitato dalla descrizione seguente; tuttavia, essa risulta applicabile in qualunque caso si presenti la necessità occasionale o periodica

di sostituire almeno parte di tali elettrodi.

Nelle costruzioni della tecnica anteriore citate in precedenza, il problema della sostituzione degli elettrodi è piuttosto critico. Ad esempio, nel caso di elettrodi costituiti da un substrato conduttivo non catalitico provvisti di rivestimento elettrocatalitico, tale rivestimento può essere soggetto a disattivazione nel tempo, a causa del suo consumo, del suo distacco dal substrato, della passivazione del substrato stesso nella zona di contatto con il rivestimento elettrocatalitico, o per altre ragioni. Ad esempio, nel caso dell'elettrolisi di cloruro sodico, entrambi gli elettrodi, catodo ed anodo, sono vantaggiosamente costituiti da metalli conduttori non nobili e non catalitici, rivestiti con un film elettrocatalitico che contiene metalli nobili. Ad esempio, nel caso dell'anodo, il substrato può essere costituito da un metallo valvola, ad esempio da titanio, ed il rivestimento è tipicamente costituito da un film elettrocatalitico per l'evoluzione di cloro, ad esempio da metalli nobili e loro ossidi. La durata di tali rivestimenti è normalmente dell'ordine di pochi anni, dopodiché occorre provvedere alla sostituzione dell'elettrodo, o alla riattivazione del substrato. Anche in quest'ultimo caso, è necessario operare il distacco dell'elettrodo dalla struttura di cella; l'operazione di riattivazione, infatti, prevede cicli di radicale pulitura del

substrato, verniciatura e trattamento termico ad alta temperatura, non effettuabili in situ. In alcuni casi, come avviene per i catodi di nickel rivestiti di ossidi di nickel e rutenio, la riattivazione è effettuabile mediante un processo galvanico; anche in questo caso, come è evidente, il distacco dell'elettrodo dalla struttura di cella è indispensabile. L'operazione di distacco può essere effettuata in diversi modi; ad esempio, nel caso di elettrodi in forma di retina sottile, questa può essere strappata dalle costolature cui essa era previamente saldata. Questo tipo di soluzione è però poco raccomandabile, perché comporta il rischio di danneggiare sensibilmente le costolature stesse, asportandone una parte o deformandone il profilo. Inoltre, è inevitabile che parte del substrato e del materiale di saldatura rimanga aderente alle costolature in seguito allo strappo dell'elettrodo, causando una perdita di planarità che rende difficile l'applicazione successiva di una struttura elettrodica di ricambio, a meno di affrontare costose e poco pratiche operazioni di pulizia e restauro della struttura di cella.

Una tecnica di impiego ben più diffuso, soprattutto nel caso di strutture più pesanti, consiste nel tagliare l'elettrodo in corrispondenza di zone adiacenti alle sporgenze di ciascuna costolatura. In tal modo, parti dell'elettrodo disattivato, tipicamente in forma di strisce, restano saldate o altrimenti vincolate alla costolatura. La struttura elettrodica di ricambio viene successivamente applicata a tali parti di elettrodo residue, anziché direttamente alla costolatura. In tal modo, è evidente che ad ogni riattivazione successiva la distanza tra la superficie attiva dell'elettrodo e la parete di fondo della cella continua ad aumentare di uno spessore corrispondente allo spessore dell'elettrodo. Come logica conseguenza, occorre provvedere, per ogni riattivazione successiva, alla

sostituzione delle rispettive guarnizioni periferiche di tenuta: è infatti evidente, ai fini di assicurare la tenuta idraulica, che il disegno della cella debba prevedere che il piano esterno dell'elettrodo sia ad una quota ben precisa rispetto al piano delle guarnizioni periferiche. La sostituzione delle guarnizioni comporta diversi svantaggi, al di là del costo del materiale in sé: occorre infatti predisporre stampi a differenti spessori, ciascuno dei quali comporta un costo rilevante. Inoltre, un maggiore spessore della guarnizione si riflette in un maggiore scorrimento sotto compressione; questo è particolarmente indesiderabile, ad esempio, nel caso di elettrolizzatori a membrana polimerica, in quanto l'incremento nello scorrimento comporta una maggior sollecitazione della membrana stessa, interposta tra tali guarnizioni, e quindi una maggiore probabilità di rottura.

Un compendio delle varie procedure applicate secondo la tecnica anteriore per la sostituzione di elettrodi in forma di rete in elettrolizzatori a membrana provvisti di costolature costituite da distanziatori elettroconduttivi è illustrato nel brevetto statunitense US 5,454,925. Secondo una realizzazione ivi descritta, ed illustrata in figura 1, la rete disattivata è tagliata in vario modo, lasciando una striscia residua sulla quale viene saldata la nuova rete attivata. Si tratta, in altre parole, di una realizzazione particolare della tecnica sopra descritta, che soffre delle importanti limitazioni legate all'incremento della distanza tra parete di fondo della cella e piano dell'elettrodo per ogni riattivazione successiva. E' da tener presente che, nel caso di un elettrolizzatore a membrana, nel ciclo di vita di una cella sono previste diverse riattivazioni per comparto, con relative variazioni nella distanza tra parete di fondo e piano elettrodico e, conseguentemente, nello spessore delle corrispettive guarnizioni periferiche.

Inoltre, dal momento che gli elettrodi esauriti sono preferibilmente riattivati per un successivo riutilizzo, non è evidentemente conveniente che essi vengano tagliati, asportandone una porzione anche piccola. Secondo una realizzazione alternativa, la rete viene tagliata interamente assieme a parte del distanziatore su cui essa è vincolata; successivamente, come mostrano in sequenza le figure 2, 3 e 4, viene applicato un elemento angolare costituito da una striscia metallica preassemblata con una rete saldata ad angolo retto, o da una rete o lamiera perforata piegata ad angolo retto. L'elettrodo di ricambio viene successivamente saldato sull'elemento angolare. E' del tutto evidente come questo tipo di realizzazione non risolva il problema dell'incremento della distanza tra parete di fondo della cella e piano dell'elettrodo, né quello del taglio della rete. Inoltre, essa presenta ulteriori controindicazioni: l'elemento angolare, secondo quanto mostrato nelle figure, è difficile da ottenere con la tolleranza prevista sull'angolo retto tra superficie da addossare al distanziatore e superficie di supporto per l'elettrodo; nel caso di un preassemblato ottenuto per saldatura di una rete su una striscia metallica, la saldatura con le tolleranze necessarie è evidentemente molto delicata. Nel caso di una rete o lamiera piegata, il pezzo risultante non è sufficientemente rigido da garantire il mantenimento di una piegatura perfettamente ortogonale. Inoltre, un aspetto ancora più importante è la complessità delle saldature da effettuare per vincolare l'elemento angolare al residuo del distanziatore, le quali devono essere pressoché continue lungo tutta la superficie del distanziatore stesso per assicurare una conduzione elettrica sufficiente.

Ancor più svantaggiosa e problematica, infine, appare la realizzazione mostrata in figura 5, dove l'elemento angolare è montato in modo da non sfruttare, come

guida, l'angolo preesistente sull'elemento distanziatore, che viene completamente asportato in sede di rimozione dell'elettrodo esaurito. In tal modo, la saldatura dell'elemento angolare al distanziatore è ancor più problematica, poiché ai problemi citati sopra, va aggiunto quello di mantenere, con tolleranze strettissime, il parallelismo tra asse principale del distanziatore e asse principale dell'elemento angolare. La rimozione del vincolo costituito dal residuo di elemento distanziatore sul piano dell'elettrodo, in altre parole, implica che il parallelismo tra il fondo della cella ed il piano dell'elettrodo possa deviare in due direzioni: quella lungo l'asse principale del distanziatore, come appena mostrato, e quella perpendicolare a tale asse, laddove non sia garantita l'ortogonalità dei due piani principali dell'elemento angolare stesso. In entrambi i casi, la conseguenza più evidente di tale deviazione è il rischio di compressione della membrana ad un'estremità, fino ad eventuale sfondamento, e di distanza elettrodo – membrana troppo accentuata all'estremità opposta.

Come ultima osservazione, occorre notare come le procedure di sostituzione degli elettrodi illustrate in US 5,454,925 siano applicabili solo al caso in cui le costolature della cella siano costituite da distanziatori separati tra loro, non dando alcuna indicazione applicabile a disegni di cella che prevedano costolature costituite da profili continui, ad esempio ottenibili per stampaggio diretto dell'anima conduttrice, o dai canali formati da lamiere ondulate descritti in DE 198 50 071.

E' un obiettivo della presente invenzione fornire un disegno di cella elettrochimica con struttura elettrodica rinnovabile che superi gli inconvenienti dell'arte nota.

In particolare, è un obiettivo della presente invenzione fornire una costruzione di

cella elettrolitica, nella quale almeno un comparto è costituito da una parete di fondo provvista di una serie di costolature costituite da sporgenze, almeno parte delle cui superfici terminali giace su un piano comune, e da un elettrodo o disposizione di elettrodi posto, direttamente o per mezzo di elementi intermedi, a contatto di dette superfici terminali giacenti sullo stesso piano, caratterizzato dal fatto che tale elettrodo o almeno parte degli elettrodi di tale disposizione di elettrodi siano asportabili e sostituibili una o più volte con elettrodi sostanzialmente analoghi mantenendo la distanza originale dalla parete di fondo e senza l'interposizione di elementi aggiuntivi.

Sotto un altro aspetto, è un obiettivo della presente invenzione fornire un metodo di sostituzione di elettrodi all'interno di una cella elettrolitica, comprendente l'asportazione totale degli elettrodi esauriti e l'applicazione di nuovi elettrodi, caratterizzato da semplici operazioni di taglio della struttura con asportazione degli elettrodi esauriti e di saldatura di nuovi elettrodi sulla superficie di contatto originaria.

Secondo un ulteriore aspetto, è un obiettivo della presente invenzione fornire un metodo di sostituzione di elettrodi all'interno di una cella elettrolitica, comprendente l'asportazione totale degli elettrodi esauriti e la messa in opera di nuovi elettrodi, applicabile a qualunque disegno di cella provvisto di costolature atte a mantenere una distanza fissa tra la parete di fondo e gli elettrodi, tali costolature essendo costituite da distanziatori separati tra loro, ovvero da un profilo unico opportunamente sagomato.

Secondo un ulteriore aspetto, è un obiettivo della presente invenzione fornire un metodo di sostituzione di elettrodi all'interno di una cella elettrolitica senza dover effettuare la sostituzione di alcuna guarnizione periferica, ovvero

effettuando la sostituzione di guarnizioni periferiche senza doverne variare lo spessore.

Secondo una realizzazione particolare, è un obiettivo della presente invenzione fornire un

metodo di sostituzione di elettrodi all'interno di una cella elettrolitica senza apportare tagli o altri danneggiamenti agli elettrodi asportati.

L'invenzione consiste in una cella elettrolitica comprendente almeno un comparto costituito da una parete di fondo provvista di una almeno una costolatura costituita da sporgenze delimitate dalla parte opposta alla parete di fondo da superfici terminali, almeno parte delle superfici terminali giacenti sullo stesso piano, e da un elettrodo o disposizione di elettrodi posto a contatto di dette superfici terminali giacenti sullo stesso piano definendo così una superficie di contatto, caratterizzata dal fatto che parte di detta superficie di contatto è libera da vincoli, e che l'elettrodo è vincolato a dette superfici terminali delle sporgenze, ad esempio mediante saldatura, solamente in regioni periferiche di dette superfici terminali.

Sotto un altro aspetto, l'invenzione consiste in un metodo per la sostituzione di elettrodi con altri elettrodi di ricambio in una cella elettrolitica la quale comprende almeno un comparto costituito da una parete di fondo provvista di una almeno una costolatura costituita da sporgenze delimitate dalla parte opposta alla parete di fondo da una superficie terminale, almeno parte delle superfici terminali giacenti sullo stesso piano, tali elettrodi da sostituire essendo posti a contatto di dette superfici terminali giacenti sullo stesso piano definendo così una superficie di contatto, in cui parte di detta superficie di contatto è libera da vincoli, e tali elettrodi da sostituire essendo vincolati a dette superfici

terminali delle sporgenze, ad esempio mediante saldatura, solamente in regioni periferiche di dette superfici terminali, caratterizzato dal fatto di:

- tagliare parte di tali superfici terminali delle sporgenze in modo da asportare le regioni vincolate a tali elettrodi da sostituire, evitando al contempo di asportare una porzione sostanziale della superficie terminale libera da vincoli, e
- posizionare tali elettrodi di ricambio sulla porzione di superficie terminale delle

  sporgenze non asportata dall'operazione di taglio precedente, vincolando tali elettrodi di ricambio a tale porzione di superficie terminale residua, preferibilmente in una regione periferica di detta superficie terminale residua.

Questi ed altri aspetti dell'invenzione sono illustrati dai seguenti esempi, i quali tuttavia non intendono in alcun modo limitarne la portata, la quale è definita unicamente dalle rivendicazioni allegate.

La figura 1 è una vista di profilo di una prima realizzazione della cella elettrolitica dell'invenzione.

Le figure 2 e 3 mostrano fasi successive del metodo di sostituzione degli elettrodi di una cella elettrolitica dell'invenzione secondo la prima realizzazione; in particolare, la figura 2 mostra il distacco della struttura elettrodica esaurita, e la figura 3 mostra il posizionamento dell'elettrodo di ricambio secondo l'invenzione.

La figura 4 è una vista di profilo di una seconda realizzazione della cella elettrolitica dell'invenzione.

Le figure 5 e 6 mostrano fasi successive del metodo di sostituzione degli

elettrodi di una cella elettrolitica dell'invenzione secondo la seconda realizzazione; in particolare, la figura 5 mostra il distacco della struttura elettrodica esaurita, e la figura 6 mostra il posizionamento dell'elettrodo di ricambio secondo l'invenzione.

ESEMPIO 1

Una prima realizzazione della cella elettrolitica dell'invenzione è illustrata in figura 1; in un comparto di cella elettrolitica, delimitato dalla parete di fondo (1), un elettrodo planare (2) è fissato ad una distanza predeterminata attraverso una sporgenza (3), consistente in un distanziatore vincolato alla parete di fondo, che costituisce un elemento ripetitivo della costolatura della cella. L'elettrodo è fissato al distanziatore mediante un vincolo (4), ad esempio una saldatura, che attraversa la superficie di contatto tra l'elettrodo e la superficie terminale della sporgenza, vale a dire della superficie del distanziatore opposta alla parete di fondo. Come mostrato in figura, tale vincolo è posizionato in una regione periferica di tale superficie terminale; la parte rimanente della superficie terminale del distanziatore a contatto con il piano dell'elettrodo non è ad esso vincolata in alcun modo, ma solamente appoggiata. La figura 1 mostra anche la flangia perimetrale (5) dell'elemento di cella, provvista di guarnizione periferica (6). Nel caso più comune, la flangia e la parete di fondo sono parti integranti di un unico elemento strutturale, assimilabile ad un vassoio; in altre realizzazioni, flangia e parete di fondo possono non essere integrate in un unico elemento, e possono essere presenti altri elementi interposti. La superficie esterna dell'elettrodo, cioè quella non a contatto con il distanziatore, si trova preferibilmente ad una quota fissa e predeterminata rispetto alla superficie esterna della guarnizione periferica. In una realizzazione ancora preferita, la

superficie esterna dell'elettrodo si trova ad una quota fissa anche rispetto alla flangia, in modo da fissare, di conseguenza, lo spessore della guarnizione come da descrizione precedente. Secondo il metodo di sostituzione degli elettrodi dell'invenzione, quando l'elettrodo (2) deve essere rimpiazzato, ad esempio perché il suo rivestimento catalitico risulta disattivato o per altre ragioni che ne impongano o ne rendano consigliabile la sostituzione, la sporgenza (3) viene tagliata lungo la linea (7), consentendo così l'asportazione dell'elettrodo. Il taglio può essere effettuato dall'esterno, ad esempio mediante un laser, tagliando precedentemente l'elettrodo in corrispondenza del prolungamento della linea (7). Secondo una realizzazione particolare, il taglio può anche essere effettuato in modo da lasciare intatto l'elettrodo, ad esempio effettuando lo stesso con un laser attraverso opportune feritoie, agendo parallelamente al piano dell'elettrodo e della parete di fondo. In questo caso, l'elettrodo può essere riattivato senza variazioni dimensionali o riparazioni successive, ma semplicemente asportando, dopo rimozione dalla cella, il moncone del distanziatore che rimane ad esso vincolato. La situazione che si verifica dopo il distacco dell'elettrodo è illustrata in figura 2.

La figura 3 mostra il fissaggio dell'elettrodo di ricambio (2') al residuo della superficie terminale del distanziatore attraverso un vincolo (4'), ad esempio una saldatura, preferibilmente effettuata ancora in una regione periferica della superficie terminale del distanziatore, lasciando non vincolata una sostanziale porzione della superficie di contatto tra elettrodo e distanziatore; è evidente come, in questo modo, sia possibile effettuare successive sostituzioni secondo il metodo descritto, asportando gradualmente piccole porzioni della superficie

terminale del distanziatore. Saranno ovviamente possibili tante più sostituzioni successive quanto più ampia è la superficie terminale del distanziatore.

Le figure 1, 2 e 3 mostrano un distanziatore di forma particolare, il cui profilo è assimilabile ad una Z; questa forma è evidentemente solo una delle tante che consentono di praticare questa realizzazione particolare dell'invenzione, ma distanziatori il cui profilo, rispetto all'orientazione mostrata, è assimilabile ad una T, C , H rovesciata o altri sono egualmente utilizzabili.

Poiché, in alcuni casi, la superficie terminale del distanziatore può essere piuttosto ampia, è normalmente vantaggioso che essa sia provvista di aperture o luci libere come fori o scanalature, soprattutto nei casi in cui si utilizzino elettrodo a loro volta forati, ad esempio in forma di rete, lamiera forata, lamiera espansa o stirata. In questo modo, l'ampia zona di contatto tra distanziatore ed elettrodo evita di influire negativamente sugli aspetti fluidodinamici della cella elettrolitica e, nel caso di celle a membrana, evita soprattutto fenomeni di accecamento locale della membrana, quindi di formazione di pericolosi gradienti di concentrazione e corrente, spesso causa del cedimento locale delle membrane stesse.

ESEMPIO 2

Una seconda realizzazione della cella elettrolitica dell'invenzione è illustrata in figura 4; in un comparto di cella elettrolitica, delimitato dalla parete di fondo (1), un elettrodo planare (2) è fissato ad una distanza predeterminata attraverso una sporgenza (3) che costituisce un elemento ripetitivo della costolatura della cella. La sporgenza (3) è formata da due elementi distinti: il primo, vincolato alla parete di fondo, è costituito da un profilato (8), ad esempio una lamiera ondulata, che può essere ad esempio in relazione geometrica con altre lamiere

ondulate di tipo analogo secondo la costruzione descritta in DE 198 50 071 a formare una canalizzazione per la circolazione di fluidi. Alternativamente, il profilato (8) può essere ricavato con geometrie differenti secondo diverse procedure della tecnica nota, ad esempio mediante stampaggio di una lamiera. Il secondo elemento, vincolato alla parte rilevata del profilato (8) ad esempio mediante saldatura, è un elemento piano di contatto (9) che costituisce la superficie della sporgenza. Tale elemento piano di contatto (9) è preferibilmente dotato di aperture o luci libere, ad esempio è forato o scanalato, per evitare i fenomeni di accecamento, nel caso di celle a membrana, e di perturbazione della fluidodinamica di cella, secondo la descrizione precedente.

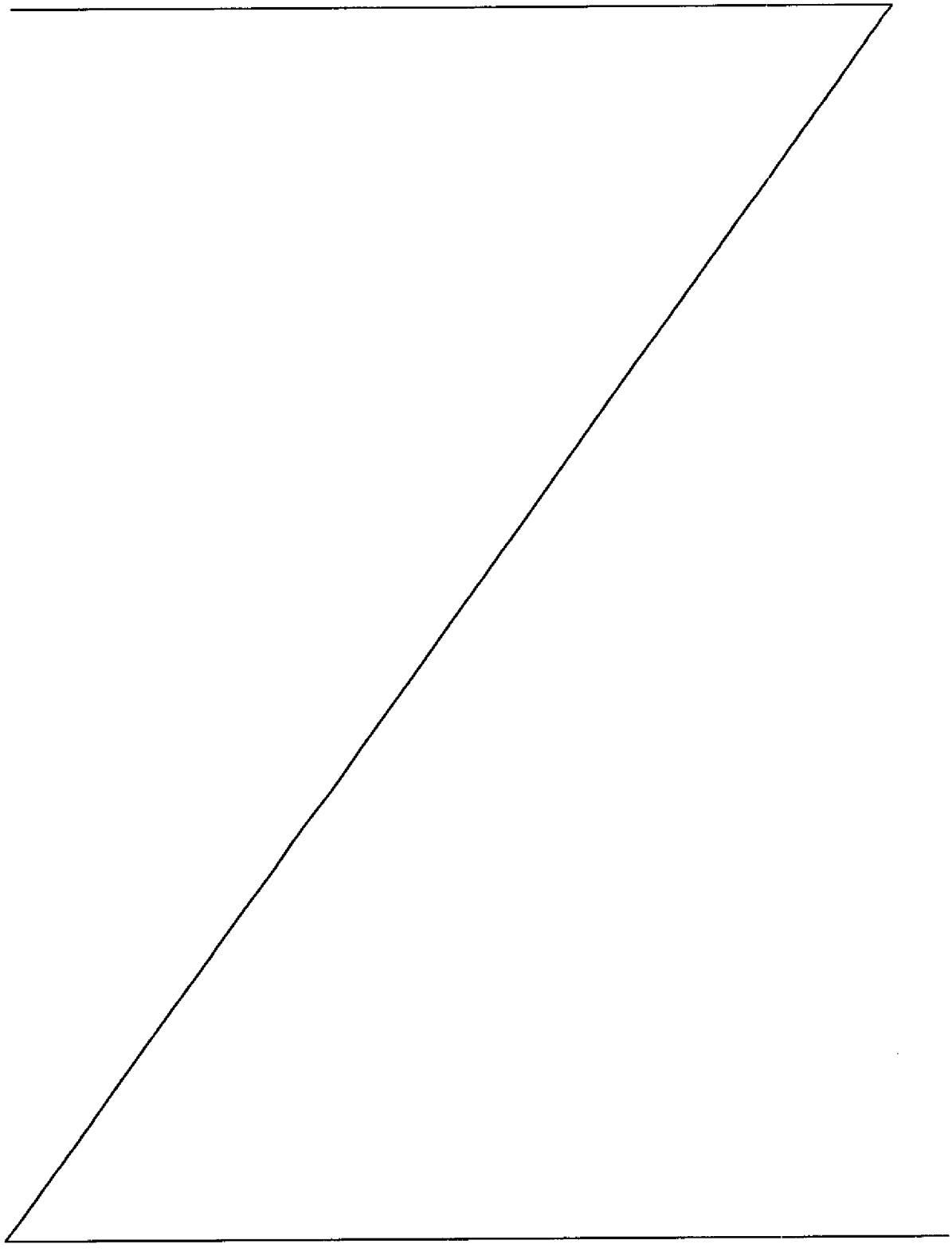
L'elettrodo è fissato ad ogni sporgenza mediante un vincolo (4), ad esempio un punto di saldatura, che attraversa la superficie di contatto tra l'elettrodo e la superficie terminale della sporgenza, ossia la superficie di contatto tra l'elettrodo e l'elemento piano di contatto (9). Come mostrato in figura, tale vincolo è posizionato in una regione periferica di tale superficie terminale; la parte rimanente dell'elemento piano di contatto (9) a contatto con il piano dell'elettrodo non è ad esso vincolata in alcun modo, ma solamente appoggiata. La figura 4 mostra anche la flangia perimetrale (5) dell'elemento di cella, provvista di guarnizione periferica (6). Anche qui, nella maggior parte dei casi, la flangia e la parete di fondo sono parti integranti di un unico elemento strutturale, assimilabile ad un vassoio; in altre realizzazioni, flangia e parete di fondo possono non essere integrate in un unico elemento, e possono essere presenti altri elementi interposti. La superficie esterna dell'elettrodo, cioè quella non a contatto con la sporgenza, si trova preferibilmente ad una quota fissa e predeterminata rispetto alla superficie esterna della guarnizione periferica. In

una realizzazione ancora preferita, la superficie esterna dell'elettrodo si trova ad una quota fissa anche rispetto alla flangia, in modo da fissare, di conseguenza, lo spessore della guarnizione come da descrizione precedente. Secondo il metodo di sostituzione degli elettrodi dell'invenzione, anche nel caso della seconda realizzazione, quando l'elettrodo (2) deve essere rimpiazzato, ad esempio perché il suo rivestimento catalitico risulta disattivato o per altre ragioni che ne impongano o ne rendano consigliabile la sostituzione, la sporgenza (3) viene tagliata lungo la linea (7), consentendo così l'asportazione dell'elettrodo. Il taglio può essere effettuato dall'esterno, ad esempio mediante un laser, tagliando precedentemente l'elettrodo in corrispondenza del prolungamento della linea (7). Secondo una ulteriore realizzazione particolare, il taglio può anche essere effettuato in modo da lasciare intatto l'elettrodo, ad esempio effettuando lo stesso con un laser attraverso opportune feritoie, agendo parallelamente al piano dell'elettrodo e della parete di fondo. In questo caso, l'elettrodo può essere riattivato senza variazioni dimensionali o riparazioni successive, ma semplicemente asportando, dopo rimozione dalla cella, il moncone del distanziatore che rimane ad esso vincolato.

La situazione che si verifica dopo il distacco dell'elettrodo è illustrata in figura 5.

La figura 6 mostra il fissaggio dell'elettrodo di ricambio (2') al residuo dell'elemento piano di contatto (9) che coincide con la superficie terminale della sporgenza, attraverso un vincolo (4'), ad esempio una saldatura, preferibilmente effettuata ancora in una regione periferica dell'elemento piano di contatto, lasciando non vincolata una sostanziale porzione della superficie di contatto tra elettrodo e sporgenza; è evidente come, in questo modo, sia possibile effettuare successive sostituzioni secondo il metodo descritto, asportando

gradualmente piccole porzioni della superficie terminale del distanziatore. Saranno ovviamente possibili tante più sostituzioni successive quanto più ampia è la superficie dell'elemento piano di contatto.



RIVENDICAZIONI:

1. Una cella elettrolitica che comprende almeno un comparto comprendente:

- almeno una parete di fondo provvista di una costolatura costituita da almeno una sporgenza delimitata dalla parte opposta alla parete di fondo da una superficie terminale, almeno parte delle superfici terminali delle sporgenze giacenti sullo stesso piano
- almeno un elettrodo posto a contatto della superficie terminale di tale almeno una sporgenza, in modo da definire una superficie di contatto

caratterizzata dal fatto che una parte sostanziale di detta superficie di contatto è libera da vincoli, e che l'elettrodo è vincolato a detta superficie terminale di detta almeno una sporgenza solamente in almeno una regione periferica di detta superficie terminale.

2. La cella della rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che l'almeno un elettrodo è vincolato alla superficie terminale dell'almeno una sporgenza mediante saldatura.

3. La cella della rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che l'almeno un elettrodo è provvisto di aperture o luci libere.

4. La cella della rivendicazione 3, caratterizzata dal fatto che l'almeno un elettrodo comprende una combinazione o sovrapposizione di almeno un elemento scelto nel gruppo che comprende le reti, le lamiere stirate e le lamiere forate.

5. La cella della rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che l'almeno un elettrodo comprende una combinazione di listelli generalmente paralleli.

6. La cella delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che l'almeno un elettrodo è provvisto di un rivestimento elettrocatalitico.

7. La cella della rivendicazione 6, caratterizzata dal fatto che l'almeno un elettrodo è un anodo.

8. La cella della rivendicazione 7, caratterizzata dal fatto che detto anodo comprende un substrato di titanio rivestito di un film comprendente metalli nobili e loro ossidi.

9. La cella della rivendicazione 6, caratterizzata dal fatto che l'almeno un elettrodo è un catodo.

10. La cella della rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detto catodo comprende un substrato di nickel.

11. La cella delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzata dal fatto che la costolatura è costituita da una serie di dette sporgenze, e che dette sporgenze sono distanziatori reciprocamente separati, vincolati alla parete di fondo.

12. La cella della rivendicazione 11 caratterizzata dal fatto che la superficie terminale di detti distanziatori è provvista di fori, scanalature o aperture di altro genere.

13. La cella della rivendicazione 11 caratterizzata dal fatto che detti distanziatori hanno un profilo generalmente a forma di Z, C, T o H.

14. La cella delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzata dal fatto che la costolatura è costituita da una serie di sporgenze che comprendono almeno un profilato ed almeno un elemento piano di contatto vincolato alla superficie di detto profilato opposta alla parete di fondo.

15. La cella della rivendicazione 14, caratterizzata dal fatto che tale profilato è una lamiera ondulata.

16. La cella della rivendicazione 15, caratterizzata dal fatto che tale lamiera

ondulata è in relazione geometrica con altre lamiere ondulate a formare una canalizzazione per la circolazione di fluidi.

17. La cella della rivendicazione 14, 15 o 16, caratterizzata dal fatto che detto elemento piano di contatto è un elemento forato, scanalato o provvisto di altro genere di aperture o luci libere.

18. La cella della rivendicazione 17, caratterizzata dal fatto che detto elemento piano di contatto è scelto nel gruppo che comprende le reti, le lamiere forate e le lamiere stirate.

19. La cella della rivendicazione 14 caratterizzata dal fatto che detto elemento piano di contatto è vincolato alla superficie di detto profilato per saldatura.

20. Un metodo per la sostituzione di un elettrodo della cella delle rivendicazioni da 1 a 5 con un elettrodo di ricambio, comprendente l'asportazione di detto elettrodo da sostituire mediante il taglio di una parte della superficie terminale di detta almeno una sporgenza, caratterizzato dal fatto che detto taglio provochi la rimozione di detta regione periferica di detta superficie terminale di detta almeno una sporgenza vincolata a detto elettrodo, evitando l'asportazione di almeno una porzione sostanziale residua di detta parte di superficie terminale libera da vincoli.

21. Il metodo della rivendicazione 20 caratterizzato dal fatto che detto taglio di parte di detta superficie terminale di detta almeno una sporgenza è effettuato contestualmente al taglio dell'elettrodo da sostituire.

22. Il metodo della rivendicazione 20 caratterizzato dal fatto che detto taglio di parte di detta superficie terminale è effettuato in modo da lasciare intatto detto elettrodo da sostituire.

23. Il metodo delle rivendicazioni da 20 a 22 caratterizzato dal fatto che detto

taglio è effettuato con un laser.

24. Il metodo delle rivendicazioni da 20 a 22, comprendente l'applicazione, successiva a detta asportazione di detto elettrodo da sostituire, di un elettrodo di ricambio su detta porzione residua di detta superficie terminale di detta almeno una sporgenza.

25. Il metodo della rivendicazione 24, caratterizzato dal fatto che la distanza di detto

26. elettrodo di ricambio dalla parete di fondo è sostanzialmente invariata rispetto alla distanza originaria di detto elettrodo asportato da detta parete di fondo.

27. Il metodo della rivendicazione 25, caratterizzato dal fatto che detta applicazione di detto elettrodo di ricambio è effettuata vincolando detto elettrodo di ricambio a detta superficie terminale residua di detta almeno una sporgenza solamente in almeno una regione periferica di detta superficie terminale.

28. Il metodo della rivendicazione 26, caratterizzato dal fatto che detto vincolo di detto elettrodo di ricambio a detta superficie terminale residua comprenda una saldatura.

29. Un metodo per la sostituzione di un elettrodo della cella della rivendicazione 11 con un elettrodo di ricambio, comprendente l'asportazione di detto elettrodo da sostituire mediante il taglio di una parte della superficie terminale di detti distanziatori, caratterizzato dal fatto che detto taglio provochi la rimozione di detta regione periferica di detta superficie terminale di detti distanziatori, evitando l'asportazione di almeno una porzione sostanziale residua di detta parte di superficie terminale libera da vincoli.

30. Il metodo della rivendicazione 28 caratterizzato dal fatto che detto taglio di

parte di detta superficie terminale di detti distanziatori è effettuato contestualmente al taglio dell'elettrodo da sostituire.

31. Il metodo della rivendicazione 28 caratterizzato dal fatto che detto taglio di parte di detta superficie terminale è effettuato in modo da lasciare intatto detto elettrodo da sostituire.

32. Il metodo della rivendicazione 28 caratterizzato dal fatto che detto taglio è effettuato con un laser.

33. Il metodo della rivendicazione 28, comprendente l'applicazione, successiva a detta asportazione di detto elettrodo da sostituire, di un elettrodo di ricambio su detta porzione residua di detta superficie terminale di detti distanziatori.

34. Il metodo della rivendicazione 32, caratterizzato dal fatto che la distanza di detto

elettrodo di ricambio dalla parete di fondo è sostanzialmente invariata rispetto alla distanza originaria di detto elettrodo asportato da detta parete di fondo.

35. Il metodo della rivendicazione 33, caratterizzato dal fatto che detta applicazione di detto elettrodo di ricambio è effettuata vincolando detto elettrodo di ricambio a detta superficie terminale residua di detti distanziatori solamente in almeno una regione periferica di detta porzione residua.

36. Il metodo della rivendicazione 34, caratterizzato dal fatto che detto vincolo di detto elettrodo di ricambio a detta superficie terminale residua comprende una saldatura.

37. Un metodo per la sostituzione di un elettrodo della cella della rivendicazione 15 con un elettrodo di ricambio, comprendente l'asportazione di detto elettrodo da sostituire mediante il taglio di una parte di detto elemento

piano di contatto, caratterizzato dal fatto che detto taglio provochi la rimozione di detta regione di detto elemento piano di contatto, evitando l'asportazione di almeno una porzione sostanziale residua di detta parte di elemento piano di contatto libera da vincoli.

38. Il metodo della rivendicazione 36 caratterizzato dal fatto che detto taglio di parte di detto elemento di contatto è effettuato contestualmente al taglio dell'elettrodo da sostituire.

39. Il metodo della rivendicazione 36 caratterizzato dal fatto che detto taglio di parte di detto elemento di contatto è effettuato in modo da lasciare intatto detto elettrodo da sostituire.

40. Il metodo della rivendicazione 36 caratterizzato dal fatto che detto taglio è effettuato con un laser.

41. Il metodo della rivendicazione 36, comprendente l'applicazione, successiva a detta asportazione di detto elettrodo da sostituire, di un elettrodo di ricambio su detta porzione residua di detto elemento piano di contatto.

42. Il metodo della rivendicazione 40, caratterizzato dal fatto che la distanza di detto

elettrodo di ricambio dalla parete di fondo è sostanzialmente invariata rispetto alla distanza originaria di detto elettrodo asportato da detta parete di fondo.

43. Il metodo della rivendicazione 41, caratterizzato dal fatto che detta applicazione di detto elettrodo di ricambio è effettuata vincolando detto elettrodo di ricambio a detta porzione residua di detto elemento piano di contatto solamente in almeno una regione periferica di detta porzione residua.

44. Il metodo della rivendicazione 42, caratterizzato dal fatto che detto vincolo

di detto elettrodo di ricambio a detta porzione residua di detto elemento piano di contatto comprende una saldatura.

45. Una cella elettrolitica che comprende gli elementi caratteristici illustrati nella descrizione e nelle figure.

DE NORA IMPIANTI S.p.A.

Giovanni Scapini, Direttore Generale

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGRICOLTURA MEDIOLANUM UNIVERSITAS MILANO

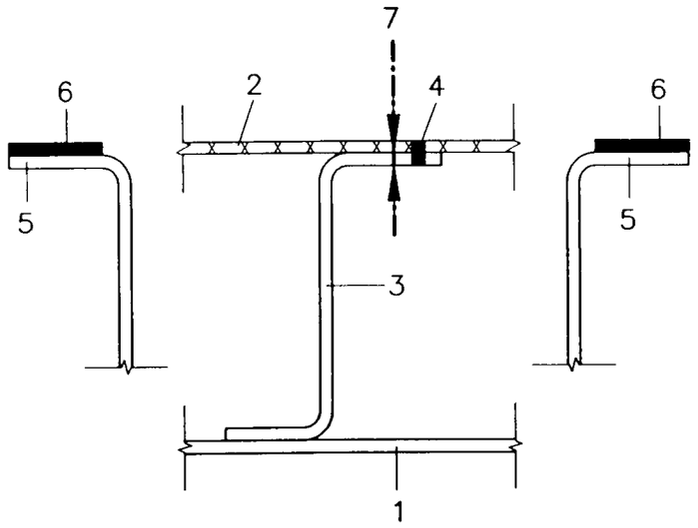


Fig. 1

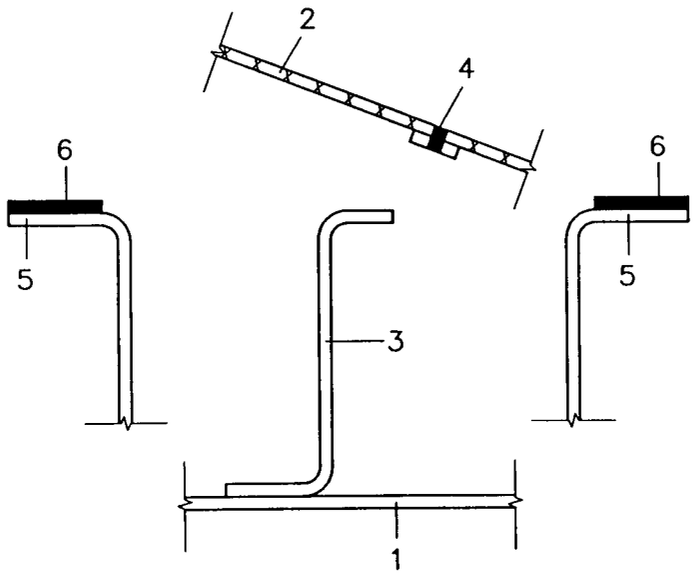


Fig. 2

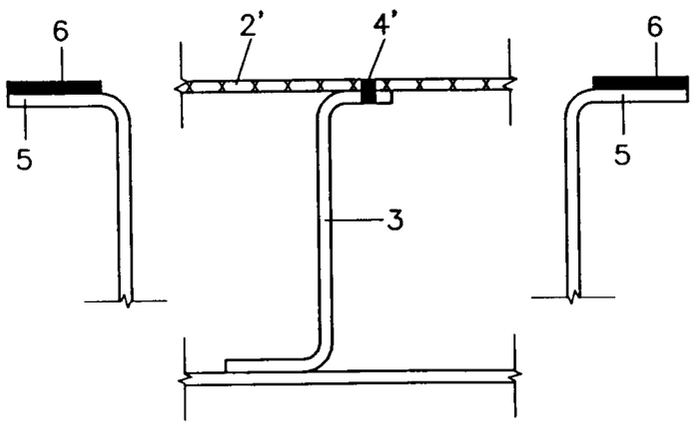


Fig. 3

MI 2000 A 002362

DE NORA IMPIANTI S.p.A.

Giovanni Scapini, Direttore Generale

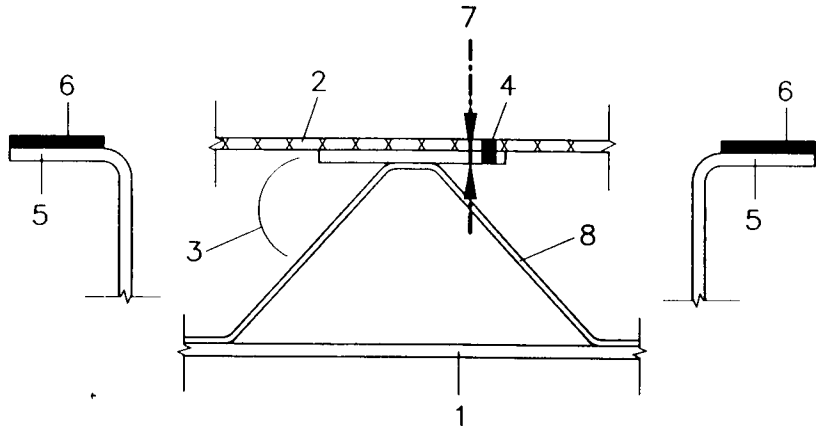


Fig. 4

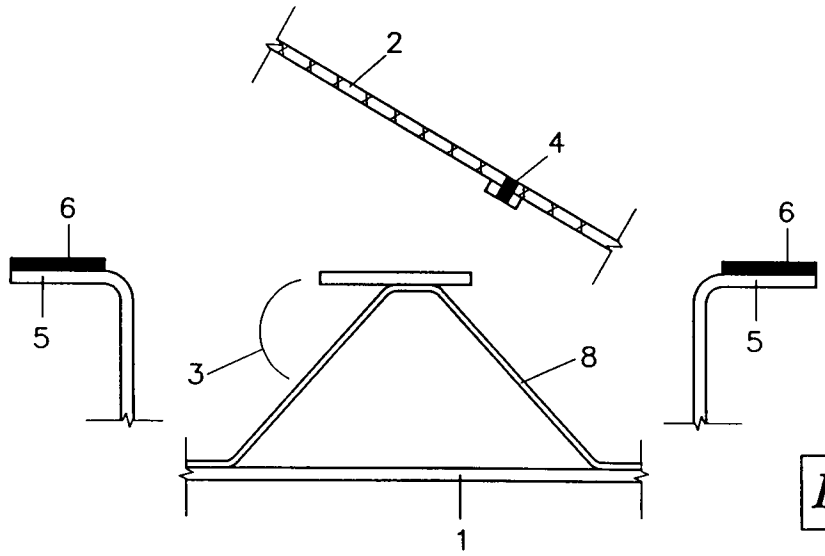


Fig. 5

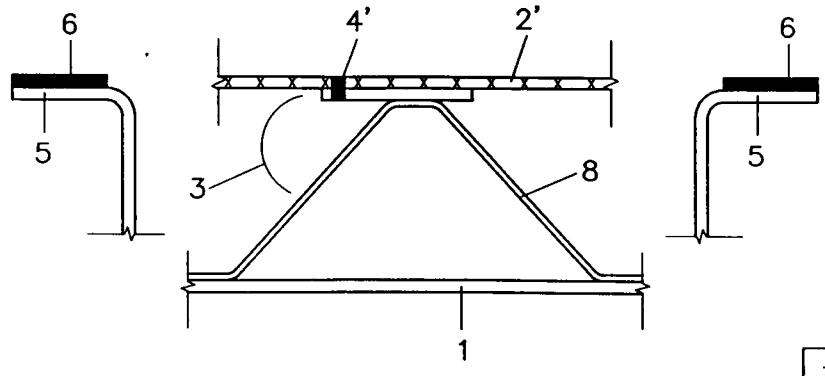




Fig. 6

MI2000 A002362

DE NORA IMPIANTI S.p.A.

Giovanni Scapini, Direttore Generale