



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

UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101982900001216</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>20/12/1982</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>20/06/1984</b>

<b>Priorità</b>	332.924
<b>Nazione Priorità</b>	US
<b>Data Deposito Priorità</b>	21-DEC-81

**Titolo**

Tubi e piastra tubiera vincolati cinematicamente

# **DOCUMENTAZIONE RILEGATA**

*2011*

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

"TUBI E PIASTRA TUBIERA VINCOLATI CINETICAMENTE"

a nome ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, INC. a Palo Alto, California (U.S.A.)

Inventori: Richard H. Baird, Theodore J. Blechar, Leo V.B. Giladett, Reginald M. Horner, Gerald G. Prouty, David L. Rinde.

Depositata il: 20 dicembre 1982 - domanda n. 24855 A/82

#### RIASSUNTO

Una porzione di superficie esterna di un tubo di metallo (30) è vincolata ad una porzione di superficie di un foro (11) in una piastra tubiera di metallo (10) per detonazione di una carica (31) vincolante di esplosivo all'interno del tubo (30) in prossimità di una faccia frontale (13) della piastra tubiera (10). La carica vincolante (31) consiste di nitroguanidina ed è contenuta all'interno di un contenitore di polipropilene che comprende una struttura a tazza (21) ed una struttura di collettore (22). La struttura a tazza (21) forma un ricettacolo per la carica vincolante (31) e posiziona la carica vincolante (31) alla profondità appropriata all'interno del tubo (30) per ottenere l'effetto vincolante desiderato. La struttura di collettore (22) sormonta e sagoma la carica vincolante (31) e contiene una carica di trasferimento (44) ed una carica di brillamento od innesco (43) per dare inizio alla detonazione della carica vincolante (31). Un complesso di brillamento od innesco per dare inizio alle detonazioni delle cariche di brillamento od innesco (45) nei tubi (30) disposti in una

pluralità di serie ordinate lineari comprende una pluralità corrispondente di aste o rotaie di brillamento od innesco (24) ed un'asta o rotaia di iniziazione (27). Ciascuna asta o rotaia di brillamento od innesco (24) è fissata alle strutture di collettore (22) di una serie ordinata lineare corrispondente di contenitori di carica vincolante, in modo che una carica lineare (25) fissata all'asta o rotaia di brillamento od innesco (24) può dare inizio alla detonazione in sequenza delle singole cariche di brillamento od innesco (25) della serie ordinata lineare corrispondente. Un'asta o rotaia di iniziazione (27) attraversa ognuna delle aste o rotaie di brillamento od innesco (24), in modo che una carica lineare di iniziazione (26) fissata all'asta o rotaia di iniziazione (27) può detonare in sequenza ognuna delle cariche lineari (25) presenti sulle varie aste o rotaie di brillamento (24).

==== 000 ===

La presente invenzione si riferisce al vincolo cinetico di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo.

Il vincolo di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo rappresenta una procedura essenziale nella fabbricazione di numerosi tipi di scambiatori di calore. Nei condensatori di vapore del tipo a superficie, che è il tipo di scambiatore di calore più frequentemente impiegato in impianti per la generazione di energia elettrica a partire da combustibile fossile, sorgenti di energia geotermica e nucleare, è di particolare importanza la qualità del vincolo tra tubi ed una piastra tubiera. Un condensatore di vapore

del tipo a superficie è uno scambiatore di calore nel quale l'acqua di raffreddamento viene fatta circolare attraverso tubi, le cui superfici esterne sono esposte a vapore che deve essere condensato.

Un guasto od avaria nel vincolo tra tubi ed una piastra tubiera in qualsiasi tipo di scambiatore di calore, in particolare in un condensatore di vapore usato in un impianto di generazione di energia elettrica, può tradursi in danni costosi alle apparecchiature, nonché in tempi di arresto costosi. A prescindere dall'applicazione o dall'ambiente operativo dello scambiatore di calore, il vincolo di alta qualità tra i tubi e la piastra tubiera è di importanza considerevole nel ridurre la corrosione ad un minimo.

Le tecniche convenzionali di saldatura per vincolare una pluralità di tubi singoli ad una piastra tubiera rappresentano una notevole perdita di tempo. Inoltre, le tecniche convenzionali di saldatura non possono in generale essere impiegate per vincolare tubi a piastre tubiere che siano fatti di metalli diversi o dissimili. Di conseguenza si sono sviluppate tecniche di vincolo di tubi a piastre tubiere mediante esplosione. Varie tecniche per vincolare per esplosione singoli tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo sono state descritte nella letteratura brevettuale, per esempio nei brevetti statunitensi n. 3 503 110; n. 3 698 067; n. 3 717 925; n. 3 774 291; n. 3 993 001; n. 4 003 513; n. 4 117 966 e n. 4 205 422. Nel brevetto statunitense n. 3 993 001 è stata inoltre descritta una tecnica per vincolare in un'operazione singola una serie ordinata di tubi ad una piastra tubiera iniziando detonazioni simultanee di

cariche esplosive in tutti i tubi della serie ordinata.

Con certe tecniche di vincolo cinetico, in cui le cariche esplosive vengono fatte detonare all'interno di tubi posizionati in fori attraverso una piastra tubiera, si è avuta la tendenza di formazione di fessure in corrispondenza della faccia frontale della piastra tubiera tra le superfici esterne dei tubi e le superfici circostanti dei fori. Tali fessure sono risultate punti potenziali di corrosione, che possono indebolire ed infine determinare il guasto od avaria dei vincoli. Un espediente sviluppato dalla Westinghouse Electric Corporation inteso a ridurre a minimo la formazione di fessure nella faccia frontale ha comportato il fissaggio di un attrezzo a perdere in lamiera metallica sulla faccia frontale della piastra tubiera durante la detonazione delle cariche esplosive. Tale espediente ha introdotto però il problema di controllare le tolleranze di fabbricazione degli attrezzi metallici a perdere.

Nella tecnica nota si è sentita una necessità di una tecnica di vincolo esplosivo altamente attendibile per vincolare metallurgicamente una serie ordinata di tubi ad una piastra tubiera ad un ritmo elevato di produzione appropriata alle operazioni di fabbricazione commerciale senza determinare una formazione apprezzabile di fessure in corrispondenza della faccia frontale della piastra tubiera.

Uno scopo della presente invenzione è di realizzare una tecnica altamente attendibile per vincolare metallurgicamente una serie ordinata di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo in una

fase della fabbricazione di un dispositivo scambiatore di calore, quale per esempio un condensatore di vapore.

In modo più particolare, uno scopo della presente invenzione è di realizzare una tecnica nella quale tubi di metallo posizionati in una serie ordinata di fori in una piastra tubiera di metallo possono essere cinematicamente vincolati alla piastra tubiera per detonazione di cariche esplosive nei tubi senza determinare alcuna formazione apprezzabile di fessure in corrispondenza della faccia frontale della stessa piastra tubiera. Uno scopo concomitante della presente invenzione è di realizzare una tecnica di vincolo ad esplosivo per vincolare metallurgicamente tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo pur determinando solo un leggero rigonfiamento dei tubi in prossimità della faccia posteriore della piastra tubiera, ottenendo con ciò una ricalcatura dei tubi alla piastra tubiera in prossimità della faccia posteriore della stessa piastra tubiera, in modo da ridurre al minimo il fenomeno della formazione di fessure nella faccia posteriore (ossia sul "lato di vapore").

Uno scopo ulteriore della presente invenzione è di realizzare un apparecchio per realizzare un processo di vincolo cinematico, in cui una pluralità di tubi di metallo posizionati in fori corrispondenti in una piastra tubiera di metallo sono vincolati metallurgicamente alla piastra tubiera stessa, con il vincolo formato tra ciascun tubo e la superficie del foro corrispondente attraverso la piastra tubiera che è più robusto in corrispondenza della

faccia frontale della piastra tubiera.

L'apparecchio di vincolo cinetico secondo la presente invenzione include un pacco di esplosivo per l'inserzione in un tubo che è posizionato in un foro di una piastra tubiera, in modo tale che una intercapedine anulare (denominata "distanza di volo" = fly distance) viene ad esistere tra il tubo e la superficie del foro in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. Il pacco di esplosivo della presente invenzione consente ad una carica di vincolo sagomata in modo speciale di essere disposta allo interno del tubo, in modo che le forze risultanti dalla detonazione della carica di vincolo fanno spostare una porzione del tubo adiacente alla faccia frontale della piastra tubiera all'esterno verso il foro e ad urtare sulla superficie del foro stesso con cinetica energia/sufficiente a determinare la saldatura di una porzione di superficie esterna del tubo alla superficie circostante del foro.

La forma della carica di vincolo e l'ubicazione della stessa all'interno del tubo sono scelte in modo da far sì che il vincolo formato tra il tubo e la superficie del foro della piastra tubiera, in seguito alla detonazione della carica di vincolo, sia più robusto in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. Un altro fattore nella scelta dell'ubicazione della carica di vincolo all'interno del tubo, ossia nel determinare la profondità al quale la carica di vincolo viene inserita nel tubo, è la desiderabilità di produrre un rigonfiamento molto leggero del tubo in

corrispondenza della faccia posteriore della piastra tubiera allo scopo di ridurre al minimo il fenomeno della formazione di fessure sul lato di vapore. La forma effettiva della carica di vincolo e la posizione della stessa nel tubo sono adattate alle caratteristiche strutturali ed alle dimensioni del tubo e della piastra tubiera particolari.

L'apparecchio di vincolo cinetico secondo la presente invenzione include inoltre un complesso di brillamento od innesco atto ad iniziare le detonazioni di singole cariche di vincolo contenute in pacchi di esplosivo corrispondenti, che sono inseriti in tubi corrispondenti da vincolare alle superfici corrispondenti di fori di piastra tubiera. Il complesso di brillamento od innesco della presente invenzione è studiato in modo che le detonazioni delle cariche di vincolo in tubi adiacenti possano avvenire per la maggior parte solo ad intervalli distanziati nel tempo.

Le singole cariche di vincolo della presente invenzione vengono fatte detonare dal complesso di brillamento od innesco secondo un andamento temporale prestabilito che preclude detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti, per quanto ciò sia possibile. La simultaneità delle detonazioni di cariche di vincolo in tubi adiacenti, favorita nella tecnica nota, si verifica solo a caso nella presente invenzione quale risultato di accumuli di tolleranze di fabbricazione e di mancanza di omogeneità delle cariche esplosive. Di conseguenza, il verificarsi di detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti può essere

controllato nella misura desiderata che si ritiene praticabile applicando norme convenzionali e appropriate di controllo della qualità alla fabbricazione dell'apparecchio ed ai materiali esplosivi impiegati nella realizzazione dell'invenzione.

La presente invenzione è particolarmente applicabile laddove i fori della piastra tubiera, in cui sono posizionati i tubi, sono l'uno all'altro. Secondo la pratica corrente di progettazione dei condensatori di vapore la distanza minima consentita tra centri di fori adiacenti (ossia tra centri di tubi adiacenti per tubi posizionati concentricamente nei fori) è soltanto di 1,2 volte il diametro esterno dei tubi. Un effetto avverso maggiore delle detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti ravvicinati è la deformazione cristallografica (denominato "sfaldamento") della porzione di piastra tubiera (denominata il "legamento") tra i fori adiacenti. Lo sfaldamento del legamento è maggiormente pronunciato laddove la distanza tra fori adiacenti è al minimo stabilito. Con la presente invenzione è possibile formare un vincolo metallurgico senza notevole sfaldamento del legamento laddove la larghezza del legamento è stretta quanto la pratica normale di progettazione dei condensatori di vapore attualmente consente.

L'andamento di detonazione delle cariche di vincolo della presente invenzione, con la riduzione al minimo del verificarsi di detonazioni simultanee delle cariche di vincolo in tubi adiacenti, riduce al minimo la possibilità di danno al legamento di una piastra tubiera da parte delle onde d'urto prodotte dalle detonazioni delle

cariche di vincolo in tubi posizionati in fori adiacenti della piastra tubiera. Il complesso di brillamento od innescò per ottenerne l'andamento desiderato delle detonazioni delle cariche di vincolo prevede che le detonazioni in tubi adiacenti siano separate di un intervallo di tempo, che è sufficientemente lungo per impedire gli effetti avversi delle detonazioni simultanee, ma non abbastanza lungo da permettere alla superficie del foro che circonda l'eventuale tubo non vincolato di muoversi in reazione alla detonazione di una carica di vincolo in un tubo adiacente.

Dove la distanza tra fori adiacenti di una piastra tubiera è piccola, la detonazione di una carica esplosiva di vincolo in un tubo posizionato in un dato foro della piastra tubiera tende a far dilatare (ossia a far muovere radialmente all'esterno) la superficie di tale foro dato. A meno di far detonare le cariche di vincolo in tubi posizionati in fori adiacenti al foro dato prima che la superficie dello stesso tubo dato abbia avuto tempo di muoversi, la superficie del foro dato si muoverà e determinerà il movimento concomitante delle superfici dei fori adiacenti, in cui le cariche di vincolo non sono state ancora detonate. Il movimento delle superfici dei fori adiacenti si traduce in invasione da parte dei legamenti della piastra tubiera sulle intercapedini anulari (ossia sulle distanze di volo) intorno ai tubi nei fori adiacenti. Tale invasione da parte dei legamenti della piastra tubiera sulle distanze di volo intorno ai tubi nei fori adiacenti diminuisce la energia cinetica con la quale tali tubi possono urtare sulle super-

fici circostanti dei fori quando in tali tubi nei fori adiacenti sono fatte successivamente detonare le cariche di vincolo.

Il complesso di brillamento od innesco della presente invenzione produce una "finestra di tempo" specifica affinchè la detonazione della carica di vincolo avvenga in ogni tubo di una pluralità di tubi adiacenti. La finestra di tempo specifica per ciascun tubo è sufficientemente "ampia" da impedire al massimo possibile le detonazioni simultanee delle cariche di vincolo in tubi adiacenti, entro i limiti di fabbricazione imposti dall'accumulo di tolleranze di fabbricazione e dalle mancanze di omogeneità delle cariche esplosive. La finestra di tempo è inoltre sufficientemente "stretta" che la detonazione della carica di vincolo in un dato tubo avviene prima che la superficie del foro che circonda il tubo dato possa muoversi in reazione alle detonazioni precedenti di cariche di vincolo in tubi adiacenti.

Una caratteristica della presente invenzione è che solo degli esplosivi secondari sono impiegati nel complesso di brillamento od innesco, nonchè nei pacchi di esplosivo che sono inseriti nei tubi da vincolare alla piastra tubiera. Non si fa uso di esplosivi primari, eliminando con ciò il pericolo sostanziale di sicurezza inherente all'impiego di esplosivi primari. Il materiale esplosivo preferito per la carica di vincolo è la nitroguanidina.

Una caratteristica della presente invenzione consiste inoltre nel fatto che la carica di vincolo in ogni pacco esplosivo è alloggiata in un contenitore costituito da componenti di plastica stamp-

pati fatti di un materiale chimicamente stabile che non produce vapori tossici quando la carica di vincolo viene fatta detonare. Inoltre, il materiale di cui ogni contenitore è fatto non produce detriti che possano ostruire il tubo quando la carica di vincolo è fatta detonare. Di preferenza il contenitore è fatto di polipropilene.

Un'altra caratteristica della presente invenzione sta nella conformazione del pacco esplosivo. Ciascun pacco esplosivo presenta una porzione esagonale che, quando lo stesso pacco esplosivo viene inserito nel suo tubo corrispondente, sormonta il bordo della faccia frontale della piastra tubiera che sta intorno al foro in cui è posizionato il tubo corrispondente. Le porzioni esagonali dei vari pacchi esplosivi che sormontano i bordi dei vari fori della faccia frontale della piastra tubiera si inseriscono tutte insieme per formare una copertura di protezione della faccia frontale della piastra tubiera adiacente ai fori.

Nella realizzazione della presente invenzione per fabbricare uno scambiatore di calore i tubi di metallo vengono posizionati in fori corrispondenti di una piastra tubiera. Di solito i fori sono disposti in una distribuzione rettangolare di serie ordinata e parallele sulla piastra tubiera, sebbene l'invenzione non dipenda dalla distribuzione geometrica dei fori. Ciascun foro è dimensionato per produrre una "distanza di volo" in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera tra la superficie esterna del tubo posizionato nella stessa e la superficie del foro cir-

costante. Il foro è ridotto di diametro in prossimità della faccia posteriore della piastra tubiera allo scopo di realizzare un accoppiamento con gioco tra la superficie esterna del tubo posizionato nella stessa e la superficie del foro circostante. Il foro presenta una regione gradualmente rastremata tra la regione relativamente ampia adiacente alla faccia frontale della piastra tubiera (ossia la regione della distanza di volo) e la regione relativamente stretta adiacente alla faccia posteriore della piastra tubiera (ossia la regione di accoppiamento con gioco).

La distanza di volo tra il tubo ed il foro adiacente alla faccia frontale della piastra tubiera consente la formazione cinetica di un vincolo metallurgico tra una porzione di superficie esterna del tubo ed una porzione di superficie del foro circostante dopo la detonazione di una carica di vincolo nel tubo. Una porzione del tubo adiacente alla faccia frontale della piastra tubiera si dilata in seguito alla detonazione della carica di vincolo e "volta" nella superficie del foro circostante con energia cinetica sufficiente a produrre il vincolo metallurgico.

L'accoppiamento con gioco tra il tubo ed il foro adiacente alla faccia posteriore della piastra tubiera provvede all'allineamento laterale e concentrico del tubo nel foro, il che facilita l'allineamento parallelo del tubo con altri tubi posizionati in altri fori della piastra tubiera. L'accoppiamento con gioco realizza inoltre un area di supporto tra il tubo ed il foro, area che protegge il vincolo tra il tubo ed il foro dalle sollecitazioni di flessione.

ne che sono atte a svilupparsi durante il funzionamento dello scambiatore di calore. L'area di supporto serve a ridurre al minimo l'effetto che le vibrazioni del tubo, che si manifestano durante le operazioni dello scambiatore di calore, può avere sul vincolo. Inoltre, l'area di supporto fornisce un controllo di qualità "passa - non passa" della ovalità del tubo quando il tubo stesso viene posizionato nel foro.

Per la piastra tubiera dell'usuale scambiatore di calore si posizionano tubi circolarmente cilindrici in fori circolarmente cilindrici in modo che ciascun tubo termina in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. I tubi sono ordinariamente posizionati in modo che una estremità di ciascun tubo si trova leggermente fuori filo rispetto alla faccia frontale della piastra tubiera. Il posizionamento fuori filo dei tubi dà luogo ad una apertura leggermente a forma di campana per ognuno dei tubi una volta vincolati alla faccia frontale della piastra tubiera, ottimizzando con ciò le caratteristiche idrodinamiche di flusso dell'acqua di raffreddamento che entra nei tubi. La presente invenzione non dipende però dalla particolare conformazione in sezione trasversale dei tubi e dei fori o dal fatto se i tubi terminano in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. Nei casi di una applicazione particolare la presente invenzione può essere realizzata in pratica con l'uso di cariche di vincolo studiate per accogliere, per esempio, tubi cilindrici che in sezione trasversale non hanno una conformazione circolare.

Il pacco esplosivo della presente invenzione comprende la carica di vincolo ed un contenitore a perdere, il quale alloggia la carica di vincolo. Il contenitore è fabbricato a partire da un materiale plastico stampabile e chimicamente stabile, di preferenza polipropilene, che produce vapori non tossici che vengono vaporizzati dalla detonazione della carica di vincolo. Il contenitore sagoma la carica di vincolo e posiziona la stessa all'interno del tubo, in modo che le forze risultanti dalla detonazione della carica di vincolo fanno muovere una porzione del tubo lateralmente all'esterno per una distanza di volo interveniente nella superficie del foro circostante. La carica di vincolo è sagomata e posizionata dal contenitore in modo che il vincolo metallurgico risultante formato tra il tubo e il foro è più robusto in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. In dettaglio strutturale il contenitore comprende una struttura a tazza che forma un ricettacolo della carica di vincolo ed una struttura a collettore che contiene mezzi esplosivi per dare inizio alla detonazione della carica di vincolo. Nella forma di realizzazione preferita la struttura a collettore contiene una carica di trasferimento ed una pasticca di carica di brillamento od innesco per facilitare la detonazione della carica di trasferimento.

La struttura a tazza presenta una porzione cava circolarmente cilindrica di diametro e lunghezza appropriati, in dipendenza della applicazione particolare, per l'inserzione nel tubo posizionato nel foro della piastra tubiera. Una porzione di chiusura della

struttura a tazza si estende attraverso la porzione cilindrica per formare la regione di ricettacolo in cui viene ricevuta la carica di vincolo. Una porzione a flangia della struttura a tazza si estende all'esterno dalla porzione cilindrica ed è fissata ad una porzione allungata di distanziamento che si estende coassialmente con e generalmente parallela alla porzione cilindrica. Una estremità della parte distanziatrice riscontra contro la faccia frontale della piastra tubiera quando la porzione cilindrica viene inserita nel tubo. La parte distanziatrice della struttura a tazza limita la profondità alla quale il pacco esplosivo può estendersi nel foro; posizionando con ciò la carica di vincolo alla profondità voluta nel tubo.

La struttura a collettore presenta una porzione a parete esterna circolarmente cilindrica, la quale è adeguatamente dimensionata per inserzione in accoppiamento con gioco nella porzione cilindrica della struttura a tazza. La struttura a collettore presenta inoltre una porzione cilindrica interna, la quale definisce una regione allungata in cui è contenuta la carica di trasferimento. La regione allungata della porzione cilindrica interna della struttura a collettore è in comunicazione con la regione a ricettacolo della struttura a tazza, per cui la carica di trasferimento fa contatto con la carica di vincolo. Di preferenza, la carica di trasferimento sporge dalla regione allungata della struttura a collettore nella regione a ricettacolo della struttura a tazza, in modo da massimizzare l'area di contatto di interfaccia tra la

carica di trasferimento e la carica di vincolo.

Una porzione di fondo della struttura a collettore si estende a guisa di tronco di cono capovolto dalla porzione cilindrica interna della struttura a collettore alla porzione a parete cilindrica esterna della stessa struttura a collettore. La porzione di fondo della struttura a collettore sormonta la carica di vincolo nella regione di ricettacolo della struttura a tazza e sagoma la carica di vincolo in modo da ottenere l'effetto vincolante desiderato quando la carica di vincolo è fatta detonare. La porzione di fondo della struttura a collettore è conformata in modo da produrre una distribuzione assialmente simmetrica della carica di vincolo all'interno del tubo e sagoma la carica di vincolo in modo che le forze che si manifestano quando la carica di vincolo è fatta detonare determinano il vincolo risultante tra il tubo e la superficie del foro circostante tale da essere più robusto in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera.

Il pacco esplosivo secondo la presente invenzione viene inserito in ciascun tubo della serie ordinata di tubi posizionati nei fori corrispondenti della piastra tubiera. Le parti distanziatrici delle strutture a tazza dei singoli pacchi esplosivi sono di conformazione esagonalmente cilindrica, il che permette alle parti distanziatrici delle varie strutture a tazza di inserirsi tra loro sulla faccia frontale della piastra tubiera, in modo che l'intera faccia frontale della piastra tubiera in prossimità dei fori risulta coperta dalle stesse parti distanziatrici quando i pacchi

esplosivi vengono inseriti nei tubi. In questo modo la faccia della piastra tubiera risulta protetta da graffi o puntinature che possono essere altrimenti causati dagli esplosivi usati nel complesso di brillamento od innesco di iniziazione delle detonazioni delle cariche di vincolo nei singoli pacchi esplosivi.

I fori nella piastra tubiera e quindi i pacchi esplosivi inseriti nei tubi posizionati nei fori sono disposti in una pluralità di serie ordinate lineari sulla piastra tubiera. Ciascun braccio esplosivo ha una coppia di bracci che si estendono in alto dalla porzione di fondo della struttura a collettore generalmente paralleli alla porzione cilindrica interna della struttura a collettore. Le estremità distali di ogni coppia di bracci sono conformatte per afferrare un organo ad asta o rotaia di brillamento del complesso di innesco o brillamento. In questo modo un'asta o rotaia di brillamento può essere fissata a tutti i pacchi esplosivi in una particolare serie ordinata lineare di tubi posizionati in una serie ordinate lineare corrispondente di fori nella piastra tubiera. E' prevista una pluralità di rotaie di brillamento e precisamente una rotaia di brillamento per ogni serie ordinata lineare di tubi. Il numero complessivo di rotaie di brillamento dipende dal numero di serie ordinate lineari di tubi da vincolare alla piastra tubiera.

La detonazione della carica di vincolo in un dato pacco esplosivo è iniziata dalla detonazione della carica di trasferimento nella porzione cilindrica interna della struttura a collettore del pacco

esplosivo. La detonazione della carica di trasferimento è iniziatata dalla detonazione della pasticca della carica di brillamento, la quale è ricevuta in una regione interna dell'estremità superiore della porzione cilindrica interna della struttura a collettore. La regione di estremità superiore interna è in comunicazione con la regione allungata, per cui la carica di brillamento è a contatto con la carica di trasferimento.

Una carica lineare, che detona progressivamente con il passare del tempo, è fissata ad ogni rotaia di brillamento. La rotaia di brillamento è fissata ad ognuno dei pacchi esplosivi nei tubi posizionati nella corrispondente serie ordinata lineare di fori. Le detonazioni delle cariche di brillamento nei pacchi esplosivi della serie ordinata lineare sono iniziate sequenzialmente al progredire nel tempo della carica lineare sulla rotaia di brillamento.

Una rotaia di iniziazione è posizionata attraverso e fissata alle varie rotaie di brillamento ed una carica di iniziazione lineare è fissata alla rotaia di iniziazione. Le cariche lineari sulle varie rotaie di brillamento sono detonate in sequenza al progredire nel tempo della detonazione della carica di iniziazione lineare sulla rotaia di iniziazione.

Una descrizione dettagliata della forma di realizzazione preferita della presente invenzione viene data qui di seguito con riferimento agli annessi disegni. La descrizione ed i disegni espongono il miglior modo attualmente previsto dalla Richiedente per realizzare l'invenzione, sebbene modi funzionalmente equivalenti

potranno essere escogitati dagli esperti di questo settore della tecnica dopo l'esame della presente descrizione.

Nei disegni:

Fig. 1 è una vista in prospettiva e parte in sezione trasversale dell'apparecchio secondo la presente invenzione per vincolare una serie ordinata di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo;

fig. 2 è una vista in pianta di un pacco esplosivo e di una rotaia di brillamento dell'apparecchio riprodotto in fig. 1;

fig. 3 è una vista in sezione ad angolo del pacco esplosivo della presente invenzione presa lungo la traccia 3-3 di fig. 2;

fig. 4 è una vista esplosa in prospettiva del pacco esplosivo e della rotaia di brillamento della presente invenzione;

fig. 5 è una vista di insieme in prospettiva del pacco esplosivo e della rotaia di brillamento di fig. 4;

fig. 6 è una illustrazione schematica in sezione trasversale di un tubo in fase di vincolo ad una piastra tubiera dopo la detonazione di una carica di vincolo secondo la presente invenzione;

fig. 7 è una vista in sezione trasversale in scala ingrandita di un segmento del tubo e della piastra tubiera di fig. 3 in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera prima della detonazione della carica di vincolo;

fig. 8 è una vista in sezione trasversale su scala ingrandita di un segmento del tubo e della piastra tubiera di fig. 3 in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera dopo la detona-

zione della carica di vincolo;

fig. 9 è una vista in pianta dei fori della piastra tubiera di

fig. 1 indicante schematicamente il movimento dei fori in reazione  
alla detonazione della carica di vincolo;

fig. 10 è una vista in pianta dell'apparecchio illustrato in  
fig. 1 illustrante un sistema di rotaie di brillamento per inizia-  
re le detonazioni delle cariche di vincolo in ogni fila di tubi del-  
la serie ordinata;

fig. 11 è una vista in pianta del tipo di apparecchio illustra-  
to in fig. 1 illustrante un sistema di rotaie di brillamento per  
iniziare le detonazioni delle cariche di vincolo in file alterne  
di tubi della serie ordinata; e

fig. 12 è una vista in prospettiva e parte in sezione trasver-  
sale di un tappo di inserzione in file alterne di fori quando si  
usa il sistema di rotaie di brillamento di fig. 11.

Come illustrato in fig. 1 in una vista/prospettiva ed in sezio-  
ne trasversale, una piastra tubiera 10 presenta una pluralità di fori  
circolarmente cilindrici 11 disposti in una distribuzione rettan-  
golare di serie ordinate lineari e parallele. Nella conformazione  
interna i fori 11 sono uniformi tra loro. Ogni due fori adiacenti  
11, sia nella stessa serie ordinata lineare che in serie ordinate  
adiacenti sono separati tra loro da una porzione della piastra tu-  
biera 10, denominata "legamento" 12.

Secondo la presente invenzione i tubi di metallo sono posizio-  
nati in fori corrispondenti 11 per un vincolo cinetico a porzioni

di superficie dei fori 11 mediante cariche esplosive di vincolo.

Una caratteristica della presente invenzione è che il legamento 12 tra due fori adiacenti qualsiasi 11 può essere molto più piccolo del diametro degli stessi fori 11, per cui è possibile vincolare alla piastra tubiera 10 un insieme relativamente denso di tubi. Mentre la presente invenzione non dipende dai tipi di metallo di cui sono fabbricati i tubi e la piastra tubiera 10, è da tener presente che la tecnica di vincolo cinetico della presente invenzione può essere usata dove la piastra tubiera 10 ed i tubi sono fatti di metalli dissimili. D'altra parte, le tecniche convenzionali di saldatura non sono generalmente adatte per vincolare metalli dissimili dei tipi tipicamente usati, per esempio nei condensatori di vapore. Nelle prove della invenzione i tubi sono stati abitualmente vincolati a piastra tubiere, in cui la larghezza minima del legamento tra fori adiacenti era stretta quanto attualmente consentito dalla pratica normale di progettazione dei condensatori di vapore, ossia nei casi in cui la distanza minima tra i centri di tubi adiacenti era di 1,2 volte il diametro esterno dei tubi posizionati nei tubi adiacenti.

Ogni foro 11 è dimensionato in modo da prevedere un'intercapedine anulare, denominata "distanza di volo", in prossimità di una faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 tra una porzione di superficie esterna del tubo posizionato nella stessa e la superficie del foro circostante 11. In prossimità di o della faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 ciascun foro 11 è di diam-

tro ridotto per ottenere un accoppiamento con gioco tra la superficie esterna del tubo e la superficie del foro circostante 11. Il foro 11 presenta una regione gradualmente rastremata tra la regione relativamente ampia adiacente alla faccia frontale 13 (ossia la regione di volo) e la regione relativamente stretta adiacente alla faccia posteriore 14 (ossia la regione ad accoppiamento con gioco) della piastra tubiera 10.

Una pluralità di pacchi esplosivi 20 è prevista per l'inserzione in tubi corrispondenti posizionati in fori corrispondenti 11, come rappresentata nella vista in pianta di fig. 2. I singoli pacchi esplosivi 20 di un'applicazione particolare sono generalmente in funzione l'uno dell'altro e possono essere fabbricati in dimensioni standardizzate per applicazioni standardizzate. Ogni pacco esplosivo 20 comprende una carica di vincolo contenuta in un contenitore di plastica a perdere, che è conformato per posizionare la carica di vincolo nel tubo adiacente alla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10.

Come rappresentato nella vista in sezione ad angolo di fig. 3, il contenitore di plastica del pacco esplosivo 20 comprende una struttura a tazza 21 conformata per formare un ricettacolo della carica di vincolo ed una struttura a collettore 22 conformata per sagomare la carica di vincolo. Una caratteristica della presente invenzione è che la carica di vincolo comprende materiale esplosivo sostanzialmente puro e non necessita di nessun agente vincolante non esplosivo per mantenere il materiale esplosivo nella forma

appropriata per ottenere l'effetto di vincolo desiderato quanto la carica di vincolo è fatta detonare.

La struttura a collettore 22 di ogni pacco esplosivo 20 ha una coppia di bracci 23 che si estendono in alto per afferrare una rotaia di brillamento 24, che supporta una carica lineare 25 che detona nel senso della sua lunghezza progressivamente con il tempo.

La carica lineare 25 di ogni rotaia di brillamento 24 è impiegata per iniziare le detonazioni delle cariche di vincolo nei vari pacchi esplosivi 20 nei tubi corrispondenti posizionati in una serie ordinata lineare particolare di fori 11. In ogni serie ordinata lineare di tubi vi è una rotaia di brillamento 24 per i pacchi esplosivi 20 ed ogni rotaia di brillamento 24 è fissata mediante le coppie di bracci 23 a tutti i pacchi esplosivi 20 di tale serie ordinata lineare particolare. Vi è una pluralità di rotaie di brillamento 24 in dipendenza del numero delle serie ordinate lineari di fori 11 e le detonazioni delle cariche lineari 25 delle varie rotaie di brillamento 24 sono iniziate in sequenza dalla detonazione di una carica di iniziazione lineare 26 supportata da una rotaia di iniziazione 27. Come rappresentato in fig. 1, la rotaia di iniziazione 27 passa per ed è fissata ad ognuna delle rotaie di brillamento 24. La detonazione della carica di iniziazione lineare 26 può essere effettuata da mezzi convenzionali, come una calotta di brillamento, quando si deve cominciare il processo di vincolo cinetico.

In fig. 3 un tubo di metallo 30 è rappresentato posizionato nel

foro 11, in modo che una estremità superiore del tubo 30 risulta leggermente fuori filo rispetto alla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. In prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 il foro è di diametro relativamente grande per dal luogo ad una distanza di volo tra la superficie esterna del tubo e la superficie circostante del foro 11. Adiacente alla faccia posteriore 14 (nota inoltre come la faccia "sul lato di vapore") della piastra tubiera 10, il foro 11 è di diametro ridotto per ottenere un accoppiamento con gioco tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie circostante del foro 11. Tra la regione della distanza di volo relativamente ampia adiacente alla faccia frontale 13 e la regione con accoppiamento con gioco adiacente alla faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 vi è una regione intermedia gradualmente rastremata del foro 11. L'accoppiamento con gioco tra il tubo 30 ed il foro 11 adiacente alla faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 facilita l'allineamento laterale e concentrico del tubo 30 nel foro 11.

In fig. 3 il contenitore di plastica del pacco esplosivo 20 è indicato per alloggiare una carica di vincolo 31, la quale è posizionata nel tubo 30 adiacente alla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. In seguito a detonazione la carica di vincolo 31 fa sì che una porzione del tubo 30 adiacente alla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 si dilati lateralmente all'esterno per la distanza di volo anulare e vada ad urtare la superficie del foro 11 con energia cinetica sufficiente a saldare la superfi-

cie esterna del tubo 30 alla superficie del foro 11 adiacente alla faccia frontale 13. La carica di vincolo 31 è sagomata dalla struttura a tazza 21 e dalla struttura a collettore 22, per cui le forze risultanti dalla detonazione della carica di vincolo 31 fanno sì che il vincolo saldato tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie circostante del foro 11 sia più robusto nella immediata prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10.

Il posizionamento fuori filo dell'estremità del tubo 30 e la rastremazione del foro 11 danno luogo ad una apertura di forma leggermente a campana del tubo 30 dopo il vincolo dello stesso tubo 30 alla piastra tubiera 10. L'accoppiamento con gioco tra il tubo 30 ed il foro 11 adiacente alla faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 realizza una interfaccia di superficie di supporto tra il tubo 30 e il foro 11. Questa superficie di supporto protegge il vincolo da sollecitazioni di flessione che sono attese a svilupparsi quando la piastra tubiera 10, con i tubi 30 ad essa vincolati, è successivamente sottoposta all'ambiente di funzionamento per esempio di un condensatore di vapore. La superficie di supporto adiacente alla faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 serve inoltre a ridurre al minimo il rigonfiamento del tubo 30 all'esterno del foro 11 per effetto della detonazione della carica di vincolo 31.

Il contenitore di plastica del pacco esplosivo 20 è fatto di un materiale stampabile che produce vapori non tossici quando la

carica di vincolo 31 è fatta detonare. Per il contenitore un materiale particolarmente adatto è polipropilene, che è translucido e permette una ispezione visiva della carica di vincolo 31. La carica di vincolo 31 è un esplosivo secondario che è stabile e relativamente sicuro da detonazione accidentale. Per la carica di vincolo 31 un materiale particolarmente adatto è polvere di nitroguanidina. La quantità e la densità della polvere di nitroguanidina impiegata devono essere scelte in modo da adattarsi alle dimensioni ed alle conformazioni della piastra tubiera 10, dei fori 11 e dei tubi 30.

La struttura a tazza 21 del contenitore della carica di vincolo 31 presenta una porzione cava circolarmente cilindrica 32, che è dimensionata per poter essere inserita nel tubo 30. Un'estremità inferiore della porzione cilindrica cava 32 ha un orlo 33, che si estende lateralmente all'esterno ed appoggia contro la superficie interna del tubo 30 quando la porzione cilindrica cava 32 viene inserita nello stesso tubo 30. Una pluralità di cave ad estensione longitudinale 34 (per esempio quattro cave disposte simmetricamente) sono previste in corrispondenza della estremità inferiore della porzione cilindrica cava 32 per accogliere la flessione dell'estremità inferiore della stessa porzione cilindrica cava 32 all'atto in cui il pacco esplosivo 20 viene inserito nel tubo 30. Nella vista in sezione ad angolo di fig. 3, come indicato dalle frecce in fig. 2, sono rappresentate due cave 34 del genere. La flessione all'interno della estremità inferiore fessurata del-

la porzione cilindrica cava 32 permette all'orlo 33 di realizzare un contatto elastico con la superficie interna del tubo 30, per cui possono essere adattate le tolleranze di fabbricazione del tubo 30.

La struttura a tazza 21 presenta inoltre una porzione di chiusura 35 che si estende trasversalmente attraverso la porzione cilindrica cava 32. La porzione di chiusura 35 e la porzione cilindrica cava 32 formano una regione di ricettacolo in cui viene ricevuta la carica di vincolo 31. Una estremità superiore della porzione cilindrica cava 32 presenta una porzione a flangia 36, che si estende lateralmente all'esterno oltre il diametro del foro 11 in corrispondenza della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10.

Alla porzione a flangia 36 è connesso uno spazio 37, che è esagonalmente cilindrico e generalmente coassiale rispetto alla porzione cilindrica cava 32. Una estremità inferiore dello spazio o distanziatore 37 fa battuta contro la faccia frontale 13 della piastra tubiera 10, limitando con ciò la estensione alla quale il pacchetto esplosivo 20 può essere inserito nel tubo 30.

La porzione a distanziatore 37 della struttura a tazza 21 serve a posizionare la carica di vincolo 31 nel tubo 30 ad una profondità appropriata per rendere il vincolo tra il tubo 30 e la superficie del foro 11 più robusto in corrispondenza della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. La profondità alla quale la carica di vincolo 31 viene inserita nel tubo 30 rappresenta inoltre un fattore nella determinazione dell'estensione del rigonfia-

mento del tubo 30 immediatamente all'esterno del foro 11 in prossimità della faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 in conseguenza della detonazione della carica di vincolo 31. Un leggero rigonfiamento della faccia posteriore serve a ricalcare il tubo 30 al foro 11 in corrispondenza della faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 ed impedisce con ciò la formazione di fessure sul lato di vapore di un condensatore di vapore.

Come si può notare in figg. 1 e 2, la conformazione esagonale delle porzioni a distanziatore 37 delle varie strutture a tazza 21 consente alle porzioni a distanziatore adiacenti 37 di inserirsi tra loro sulla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10, con ciò formando nell'insieme una copertura di protezione dell'intera faccia frontale 13 durante il processo di vincolo esplosivo. Come si nota in fig. 1, le cave 38 sono previste su due pareti contrapposte di ciascuna porzione a distanziatore a conformazione esagonale 37. Le cave 38 accolgono il posizionamento della specifica rotaia di brillamento 24, in modo che la carica lineare 25 sulla parte sottostante della rotaia di brillamento 24 può dare inizio alle detonazioni delle cariche di vincolo 31 nella particolare serie ordinata lineare di pacchi esplosivi 20 fissati alla particolare rotaia di brillamento 24.

La struttura a collettore 22 del contenitore della carica di vincolo 31 presenta una porzione di parete esterna circolarmente cilindrica 41, che è dimensionato per poter essere inserita in un accoppiamento con gioco nella porzione cilindrica cava 32 della

struttura a tazza 21. Una porzione a flangia 42 della struttura a collettore 22 si estende lateralmente all'esterno dalla porzione di parete cilindrica esterna 41 oltre il diametro della porzione cilindrica cava 32 della struttura a tazza 21, e sormonta la porzione a flangia 36 della stessa struttura a tazza 21.

La struttura a collettore 22 presenta inoltre una porzione cava interna circolarmente cilindrica 43, che definisce una regione allungata nella quale è contenuta una carica esplosiva di trasferimento 44.

La regione allungata della struttura a collettore 22 è in comunicazione con la regione a ricettacolo della struttura a tazza 21, per cui la carica di trasferimento 44 è a contatto con la carica di vincolo 31. Di preferenza la carica di trasferimento 44 si estende in basso dalla regione allungata della struttura a collettore attraverso la regione a ricettacolo della struttura a tazza 21 alla porzione di chiusura 35 della stessa struttura a tazza 21. In questo modo viene estesa al massimo l'area di contatto di interfaccia tra la carica di trasferimento 44 e la carica di vincolo 31.

La carica di trasferimento 44 è usata per iniziare la detonazione ed è della carica di vincolo 31 / di preferenza un miscuglio di tetranitrato di pentaeritritolo (PETN) e di un elastomero, per esempio il prodotto esplosivo posto in commercio dalla E.I. du Pont de Nemours & Company con il marchio di fabbrica Detasheet.

Una estremità superiore della porzione cilindrica cava interna 43 della struttura a collettore 22 è conformata internamente in

modo da definire una regione nella quale è ricevuta la carica esplosiva di brillamento 45. La regione della carica di brillamento è in comunicazione con la regione allungata nella quale è ricevuta la carica di trasferimento 44, per cui la carica di brillamento 45 è a contatto con la carica di trasferimento 44. La carica di brillamento 45 viene usata per dare inizio alla detonazione della carica di trasferimento 44 ed è preferibilmente costituita da una pasticca di tetranitrato di pentaeritritolo sostanzialmente puro (PETN). La carica di brillamento 45 è fatta detonare più facilmente della carica di trasferimento 44 e serve a facilitare un cambiamento di 90 gradi nella direzione di propagazione della detonazione che progredisce temporalmente dalla carica lineare 25 alla carica di trasferimento 44. Una sottile lamiera di copertura 46, dello spessore di circa 3 millesimi, è fissata alla estremità superiore della porzione cilindrica cava interna 43 della struttura a collettore 22 per proteggere la carica di brillamento 45 dalla polvere e dall'umidità. La lastra di copertura 46 può essere fatta di carta oppure di lamiera metallica oppure di un materiale plastico trasparente.

Il polipropilene, che è il materiale preferito per la struttura a tazza 21 e per la struttura a collettore 22, è un materiale translucido, attraverso il quale è possibile vedere la carica di vincolo 31, la carica di trasferimento 44 e la carica di brillamento 45. La nitroguanidina usata per la carica di vincolo 31 è ordinariamente di colore biancastro e la carica di trasferimento

Detasheet 44 è ordinariamente di colore nero verdastro. Alla pasticca della carica di brillamento 45 può essere dato un colore desiderato (per esempio rosso) per produrre un contrasto visivo con la carica di trasferimento 44. La natura translucida del polipropilene dà una garanzia visiva di controllo della qualità che le cariche esplosive siano adeguatamente a posto in ciascun pacco esplosivo 20.

Una porzione di fondo 47 della struttura a collettore 22 si estende dalla porzione cilindrica cava interna 43 alla porzione di parete cilindrica cava esterna 41 della struttura a collettore 22 e sormonta la carica di vincolo 31 ricevuta nella porzione a ricettacolo della struttura a tazza 21. Quando la struttura a collettore 22 è inserita nella struttura a tazza 21, la porzione di fondo 47 della struttura a collettore 22 assume l'orientamento di un tronco di cono capovolto. La porzione di fondo 47 comprime la carica di vincolo 31 e fa assumere alla stessa una distribuzione assialmente simmetrica nella struttura a tazza 21 nella prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10.

I bracci 23 che afferrano la rotaia di brillamento 24 si estendono in alto dalla porzione di fondo 47 della struttura a collettore 22 in senso generalmente parallelo rispettivamente sia alla porzione cilindrica cava interna 43 che a quella esterna 41. Quando la regione a ricettacolo della struttura a tazza 21 è stata riempita della quantità appropriata di polvere della carica di vincolo e la struttura a collettore 22 è stata riempita della ca-

rica di trasferimento 44 e della carica di brillamento 45 e la stessa struttura a collettore 22 viene unita alla struttura a tazza 21 per termosaldatura della porzione a flangia 42 alla porzione a flangia 36.

Nella vista esplosa di fig. 4 sono rappresentate in prospettiva le caratteristiche dettagliate della struttura a tazza 21/della struttura a collettore 22. Il fissaggio della rotaia di brillamento 24 al pacco esplosivo 20 viene effettuato inserendo la stessa rotaia di brillamento 24 tra i due bracci 23, in modo che i denti d'arresto 48 presenti sulle estremità distali dei bracci 23 scattano su porzioni a listello 49 presenti sulla rotaia di brillamento 24. Quando la rotaia di brillamento 24 è bloccata in posizione dai denti d'arresto 48, la carica lineare 25 sulla parte sottostante della rotaia di brillamento 24 è posizionata per detonare la carica di brillamento 45 nella estremità superiore della porzione cilindrica cava interna 43 della struttura a collettore 22.

Come la detonazione della carica lineare 25 su una particolare rotaia di brillamento 24 progredisce nel tempo, le singole cariche di brillamento 45 nella serie ordinata lineare di pacchi esplosivi 20 fissati a tale particolare rotaia di brillamento 24 sono fatte detonare in sequenza. Quando la detonazione della carica lineare 25 perviene alla carica di brillamento 45 di un dato pacco esplosivo 20, tale carica di brillamento 45 è fatta detonare, il che dà inizio alla detonazione della carica di trasferimento 44, che a sua volta dà inizio alla detonazione della carica di vinco-

lo 31 del dato pacco esplosivo 20. Poichè le singole cariche di brillamento 45 dei vari pacchi esplosivi 20 di una particolare serie ordinata lineare sono fatte detonare in tempi diversi, sono precluse le detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti 30 della stessa serie ordinata lineare.

Come rappresentato in fig. 4, la carica lineare 25 è montata in un incavo ad estensione longitudinale presente sulla parte sottostante della rotaia di brillamento 24. Allo scopo di iniziare le detonazioni di una pluralità di rotaie di brillamento 24, un incavo 50 è previsto sulla faccia superiore di ogni rotaia di brillamento 24 per ricevere la rotaia di iniziazione 27. La superficie superiore di ogni rotaia di brillamento 24 adiacente all'incavo 50 è conformata con denti d'arresto 51, che consentono alla rotaia di iniziazione 27 di essere portata a scatto in posizione su ognuna delle rotaie di brillamento 24. Un foro 52 che passa per ogni rotaia di brillamento 24 è previsto nell'incavo 50 ed in questo foro 52 è inserita una pasticca 53 di carica esplosiva di trasferimento. La pasticca 53 della carica di trasferimento è preferibilmente fatta di tetranitrato di pentaeritritolo (PETN) sostanzialmente puro e serve a facilitare il cambiamento di direzione della propagazione della detonazione che progredisce temporalmente dalla carica di iniziazione 26 alla carica lineare 25.

Nella forma di realizzazione preferita una sottile gualdrappa di copertura 54 (per esempio una gualdrappa di carta, di lamina metallica o di plastica trasparente) è fissata alla rotaia di bril-

lamento 24 sulla pasticca di carica di trasferimento 53 per proteggere la stessa pasticca 53 dalla polvere e/o dalla umidità. Similmente, una striscia sottile di copertura 55, per esempio una striscia di carta o di lamina metallica, è fissata alla parte sottostante della rotaia di brillamento 24 sulla carica lineare 25 nella forma di realizzazione preferita allo scopo di proteggere la stessa carica lineare 25 dalla polvere e/o dall'umidità. La guadrapa di copertura 54 e la striscia di copertura 55 sulla rotaia di brillamento 24, nonchè la lastra di copertura 46 sulla carica di brillamento 45 nel pacco esplosivo 20, sono abbastanza sottili (per esempio circa tre millesimi) da essere distrutte quando le cariche lineari 26 e 25 sono fatte detonare nella loro prossimità e di conseguenza non interrompono il progredire delle detonazioni delle cariche lineari lungo le rotaie 27 e 24.

Quando la rotaia di iniziazione 27 è bloccata in posizione sulle varie rotaie di brillamento 24, come illustrato in fig. 5, la carica di iniziazione lineare 26 supportata dalla rotaia di iniziazione 27 è posizionata in modo da trovarsi sulle lastre di copertura 54 che proteggono le pasticche di carica di trasferimento 53 nei fori 52 delle rotaie di brillamento 24. Di preferenza, una striscia sottile di copertura 56 (per esempio una striscia di carta, di lamina metallica o di plastica trasparente) è fissata alla parte sottostante della rotaia di iniziazione 27 sulla carica di iniziazione lineare 26 per proteggere la carica di iniziazione lineare 26 dalla polvere e/o dalla umidità. Le varie cariche li-

neari 25 e la carica di iniziazione lineare 26 consistono di un esplosivo secondario stabile, come tetraniitrito di pentaeritrito (PENTN) mescolato con un elastomero. Il summenzionato esplosivo Detasheet è adatto per le cariche lineari 25 e 26.

E' importante che la detonazione della carica di vincolo 31 proceda ad un ritmo tale che il tubo 30 vada a colpire la superficie del foro 11 della piastra tubiera ad una velocità subsonica.

Se la detonazione della carica di vincolo 31 dovesse procedere tanto rapidamente da determinare un'onda d'urto supersonica, il legame o vincolo risultante tra la piastra tubiera 10 ed il tubo 30 sarebbe esposto ad effetti di delaminazione prodotti da onde d'urto riflesse. Per via sperimentale è stato trovato che la nitroguanidina di densità controllata una volta fatta detonare produce un'onda di pressione subsonica, che forma un vincolo ottimale tra la piastra tubiera 10 ed il tubo 30. La polvere di nitroguanidina è particolarmente adatta per la carica di vincolo 31 in quanto, oltre alla sua stabilità chimica inherente può essere compressa e misurata in modo preciso per ottenere la densità desiderata per la velocità di detonazione ottimale nell'applicazione particolare.

Fig. 6 è una illustrazione schematica dell'onda di pressione risultante dalla detonazione della carica di vincolo 31 all'interno del tubo 30 in prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. L'onda di pressione determina la dilatazione in senso laterale all'esterno del tubo 30 in modo da andare a colpire la superficie del foro 11 con energia cinetica sufficiente da ri-

sultare vincolato a tale superficie del foro 11. In corrispondenza della interfaccia tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie del foro 11 si ha una formazione di lega metallurgica. Subito sotto la faccia posteriore 1<sup>4</sup> della piastra tubiera 10 si ha un leggero rigonfiamento del tubo 30. L'estensione del rigonfiamento del tubo è ridotta al minimo dall'area di appoggio relativamente grande tra lo stesso tubo 30 ed il foro 11 adiacente alla faccia posteriore della piastra tubiera 10 prima della detonazione della carica di vincolo 31. Il leggero rigonfiamento del tubo 30 che si verifica in effetti è desiderabile per la produzione di un contatto ricalcato tra il tubo 30 e la piastra tubiera 10 adiacente alla faccia posteriore 1<sup>4</sup> della stessa piastra tubiera 10.

In figg. 7 e 8 sono rispettivamente rappresentate delle viste parziali in scala ingrandita del tubo 30 e del foro 11 nella piastra tubiera 10 prima e dopo la detonazione della carica di vincolo 31. Come rappresentato schematicamente in fig. 7, l'onda di pressione risultante dalla detonazione della carica di vincolo 31 fa muovere l'estremità del tubo 30 lateralmente all'esterno verso la superficie del foro 11. Come rappresentato in fig. 8, l'effetto lega prodotto in seguito all'impatto tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie del foro 11 deriva dalla interpenetrazione cristallografica di materiale dalla piastra tubiera 10 nel materiale del foro 11. L'effetto lega è indicato nel disegno dalla penetrazione reciproca delle linee di tratteggio di sezione

trasversale del tubo 30 e della piastra tubiera 10.

La penetrazione reciproca del materiale della piastra tubiera e del materiale del tubo avviene in un andamento generalmente sinusoidale con l'ampiezza dell'onda sinusoidale che è un'indicazione correlativa della resistenza del vincolo tra il tubo 30 e la piastra tubiera 10. Secondo la presente invenzione l'ampiezza dell'onda sinusoidale e quindi la resistenza del vincolo tra il tubo 30 e la piastra tubiera 10 è al suo massimo valore in prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10, come rappresentato schematicamente in fig. 8. La verifica del fatto che il vincolo è più robusto o resistente in prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 può essere ottenuta con analisi elettrico al microscopio / di una sezione trasversale attraverso il vincolo.

La resistenza del vincolo prodotto tra il tubo 30 e la piastra tubiera 10 dipende tra l'altro dalla larghezza della distanza di volo tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie circonstante del foro 11. Quando il legamento 12 tra fori adiacenti 11 è relativamente sottile, la detonazione della carica di vincolo 31 in un dato foro 11 tende a produrre una dilatazione all'esterno del foro 11 con conseguente movimento dei legamenti circostanti 12. Il movimento dei legamenti tra fori adiacenti 11 dovuto a mancanza di simultaneità delle detonazioni delle cariche di vincolo in fori adiacenti 11 ha un effetto notevole sulla resistenza del vincolo, in quanto il movimento dei legamenti si traduce in una

riduzione della distanza di volo in fori adiacenti 11.

Un segmento di una piastra tubiera 10 a legamenti sottili è rappresentato in una vista in pianta in fig. 9, in cui la larghezza d di ogni legamento 12 è solo una frazione del diametro D di ogni foro 11. I fori particolari 11 indicati con le lettere di riferimento A e B in fig. 9 rappresentano fori in cui cariche di vincolo sono detonate dalla stessa rotaia di brillamento, mentre il foro/indicato dalla lettera di riferimento C rappresenta fori adiacenti, in cui le cariche di vincolo sono detonate da un'altra rotaia di brillamento che si estende parallelamente alla rotaia di brillamento associata ai fori A e B. In particolare le detonazioni simultanee delle cariche di vincolo non si verificano nei fori A e B in quanto un intervallo di tempo è inerentemente necessario per la detonazione che progredisce temporalmente della carica lineare sulla loro rotaia di brillamento in comune affinchè la stessa proceda dal foro A al foro B. Possono verificarsi detonazioni simultanee di cariche di vincolo nei fori A e C, oppure B e C, ma devono essere evitate a motivo degli effetti indesiderabili di sfaldamento dei legamenti. Tuttavia, se l'intervallo di tempo tra detonazioni di cariche di vincolo in fori adiacenti A e B, o fori A e C, o fori B e C, dovesse essere troppo lungo, la detonazione della carica di vincolo per esempio nel foro A farà muovere il legamento 12 in modo da invadere la distanza di volo dei fori adiacenti B e C.

Per via sperimentale è stato trovato che lo spessore di lega-

mento minimo correntemente consentito dai criteri standard di progettazione dei condensatori di vapore, ossia per uno spessore di legamento minimo pari a 1,2 volte il diametro esterno del tubo 30, un intervallo di tempo compreso tra 5 e 10 microsecondi esiste tra la generazione dell'onda di pressione dovuta alla detonazione della carica di vincolo 31 e l'inizio del movimento dei legamenti adiacenti 12. E' stato inoltre trovato che lo sfaldamento dei legamenti può essere evitato se tra le detonazioni delle cariche di vincolo in tubi adiacenti 30 avvengono con un intervallo di tempo maggiore di 2,5 microsecondi. Quindi, con riferimento a fig. 9 se si può stabilire che la iniziazione della detonazione della carica di vincolo nel foro B avvenga entro una "finestra di tempo" compresa tra circa 2,5 e 5 microsecondi dopo l'inizio della detonazione della carica di vincolo nel foro A, è possibile impedire gli effetti avversi di sfaldamento di legamento e di invasione di distanza di volo per cariche di vincolo detonate dalla stessa carica lineare. Per gli stessi motivi, se è possibile stabilire che l'inizio della detonazione della carica di vincolo nel foro C avvenga entro una "finestra di tempo" compresa tra circa 2,5 e 5 microsecondi dopo l'inizio della detonazione della carica di vincolo nel foro A ed entro una "finestra di tempo" della stessa durata prima dell'inizio della detonazione della carica di vincolo nel foro B, si possono impedire gli effetti avversi di sfaldamento di legamento e di invasione di distanza di volo per cariche di vincolo fatte detonare da cariche lineari

diverse su rotaie di brillamento adiacenti.

La sincronizzazione a tolleranze entro il microsecondo di detonazioni di cariche di vincolo in tubi adiacenti 30 dipende in larga misura dal controllo di parametri fisici e chimici interessati nella fabbricazione dei vari organi e dei materiali esplosivi necessari per il processo di vincolo. Comunque, entro i limiti di tali tolleranze di fabbricazione è possibile escogitare un andamento temporale di brillamento per iniziare le detonazioni di cariche di vincolo nei tubi 30 posizionati nei vari fori 11 di una piastra tubiera 10 a legamenti sottili, in modo da ridurre al minimo gli effetti avversi di sfaldamento di legamenti e di invasione della distanza di volo. L'andamento preferito di brillamento delle cariche di vincolo può essere ottenuto a mezzo di una disposizione di complesso di brillamento come rappresentato in fig. 10, in cui la rotaia di iniziazione 27 è rappresentata in una vista in pianta che incrocia ognuna delle diverse rotaie di brillamento 24 (indicate come prima, seconda, terza rotaia di brillamento e così via) ad un angolo di circa 60 gradi.

Come si nota in fig. 1 e nella vista esplosa di fig. 4, la carica di iniziazione lineare 26 sulla rotaia di iniziazione 27 è fatta detonare con mezzi convenzionali e la detonazione procede lungo la rotaia di iniziazione 27 nella direzione indicata dalle frecce di fig. 10. In un punto rappresentato dalla lettera X sulla rotaia di iniziazione 27 la detonazione della carica di iniziazione lineare che si muove lungo la rotaia di iniziazione

27 perviene alla prima rotaia di brillamento e sulla stessa prima rotaia di brillamento inizia la detonazione della carica lineare 25. La detonazione che si muove lungo la rotaia di iniziazione 27 prosegue sulla stessa fino al punto Y, in cui ha quindi inizio la detonazione della carica lineare 25 sulla seconda rotaia di brillamento. Nel frattempo la detonazione che è stata iniziata sulla prima rotaia di brillamento procede fino al punto  $X_1$ , dopo di che viene iniziata la detonazione della carica di vincolo 31 in un primo foro della serie ordinata lineare di fori associata alla prima rotaia di brillamento.

La detonazione che si muove lungo la rotaia di iniziazione 27 procede sulla stessa verso il punto Z, mentre la detonazione in movimento lungo la prima rotaia di brillamento procede verso il punto  $X_2$  e la detonazione che è stata iniziata sulla seconda rotaia di brillamento procede verso il punto  $Y_1$ . La distanza lineare tra i punti X e Y, Y e Z, X e  $X_1$ ,  $X_1$  e  $X_2$ , Y e  $Y_1$  e così via è sostanzialmente uniforme, per cui le detonazioni che procedono lungo le varie rotaie di brillamento 24 danno inizio a detonazioni di cariche di vincolo in fori adiacenti l'uno entro circa 5 microsecondi l'una dall'altra.

Con riferimento a fig. 10, l'intervallo di tempo perchè la detonazione possa procedere lungo la prima rotaia di brillamento dal punto X al punto  $X_1$  è pressochè uguale all'intervallo di tempo perchè la detonazione possa procedere lungo la rotaia di iniziazione 27 dal punto X al punto Y. Tuttavia, la detonazione del-

la carica di vincolo 31 nel foro 11 al punto  $X_1$  sulla prima rotaia di brillamento non avviene solitamente allo stesso tempo preciso dell'inizio della detonazione della carica lineare sulla seconda rotaia di brillamento in quanto un intervallo di tempo finito è necessario per il progredire temporale della detonazione della carica lineare nel punto  $X_1$  sulla prima rotaia di brillamento in modo da cambiare orientamento di  $90^\circ$  allo scopo di dare inizio alla detonazione della carica di brillamento 45 nel pacco esplosivo 20 contenuto nel tubo 30 posizionato nel primo foro in corrispondenza del punto  $X_1$ . Un ulteriore intervallo di tempo finito è necessario perchè la carica di brillamento 45 possa dare inizio alla detonazione della carica di trasferimento 44, mentre un ulteriore intervallo di tempo finito è necessario affinchè la carica di trasferimento 44 possa dare inizio alla detonazione della carica di vincolo 31.

Tornando a far riferimento a fig. 10, la detonazione in movimento lungo la prima rotaia di brillamento dal punto  $X_1$  al punto  $X_2$  procede ad un ritmo tale che dà inizio alla detonazione della carica di vincolo 31 in un secondo foro in corrispondenza del punto  $X_2$  sulla prima rotaia di brillamento pressochè (ma non precisamente) allo stesso tempo in cui la detonazione in movimento lungo la seconda rotaia di brillamento dal punto Y al punto  $Y_1$  dà inizio alla detonazione della carica di vincolo 31 in un primo foro adiacente in corrispondenza del punto  $Y_1$  sulla seconda rotaia di brillamento. In questo modo viene impedita l'invasione

sulla distanza di volo nell'uno e nell'altro di due fori adiacenti 11 mediante il legamento 12 compreso tra i due fori adiacenti 11. Con ciò le detonazioni di cariche di brillamento si manifestano distanziate entro una "finestra di tempo" che è abbastanza ristretta da impedire lo sfaldamento del legamento, ma abbastanza ampia da impedire l'invasione della distanza di volo. La "finestra di tempo" preferita per detonazioni di cariche di vincolo in fori adiacenti 11 è compresa tra 2,5 e 5 microsecondi.

Di solito non si verificano detonazioni simultanee di cariche di vincolo in fori adiacenti 11 associati a diverse rotaie di brillamento 24, per esempio nei fori in corrispondenza dei punti  $X_1$  e  $Y_1$ , o dei punti  $X_2$  e  $Y_1$ . Esiste un ritardo di tempo inerente nel cambio di direzione o di orientamento della detonazione che progredisce temporalmente della carica di iniziazione lineare dalla rotaia di iniziazione 27 ad ognuna delle rotaie di brillamento 24. Questo ritardo di tempo inerente dovuto al cambio di orientamento della detonazione della carica lineare, nonché l'accumulo delle tolleranze di fabbricazione e le mancanze di omogeneità dei materiali esplosivi tendono ad impedire detonazioni simultanee di cariche di vincolo in fori adiacenti. Eventuali detonazioni simultanee di cariche di vincolo che possano verificarsi in fori adiacenti 11 si verificano solo a caso ed il verificarsi delle stesse può essere ridotto al minimo nella misura massima praticabile aumentando

- 47 -

le norme di controllo di qualità circa le tolleranze delle apparecchiature e la purezza chimica dei materiali esplosivi.

In applicazioni di vincolo critiche, in cui non è possibile accettare la possibilità di verificarsi di sfaldamento dei legamenti e/o di invasione della distanza di volo, la presente invenzione può ciò nonostante essere impiegata vantaggiosamente per dare inizio alla detonazione di cariche di vincolo solo in serie ordinate lineari alterne di fori. Come si nota in fig. 11, si possono inserire tappi 60 al posto di pacchi esplosivi 20 nei fori 11 di ogni serie ordinata lineare intercorrente. I tappi 60 nelle serie ordinate intercorrenti impediscono alle detonazioni di cariche di vincolo nelle serie ordinate alterne adiacenti dal determinare un movimento dei legamenti 12 in misura notevole tra serie ordinate intercorrenti e serie ordinate alterne.

Come rappresentato in fig. 12, ogni tappo ha una conformazione generalmente cilindrica ed è dimensionato per poter essere inserito in un foro 11, così da vincolare la superficie del foro 11 contro la tendenza a muoversi in reazione alla detonazione di una carica di vincolo 31 in un foro adiacente. Di preferenza il tappo 60 presenta una porzione circolarmente cilindrica 61 fatta di gomma elastica dura ed una porzione superiore esagonalmente cilindrica 62 fatta preferibilmente di metallo. La porzione superiore 62 ha dimensioni laterali che si accoppiano con quelle della porzione a distanziatore 37 sul pacco esplosivo 20.

Le porzioni superiori 62 dei vari tappi 60 funzionano nell'in-

sieme allo stesso modo delle porzioni a distanziatore 37 dei pacchi esplosivi 20 nel realizzare una copertura di protezione per la faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 durante il processo di vincolo ad esplosivo. La porzione cilindrica in gomma 61 di ciascun tappo 60 presenta un foro assiale attraverso il quale viene ricevuto un bullone 63 che si estende verticalmente in alto da una piastra di base 64 di conformazione circolarmente cilindrica. La porzione superiore esagonale 62 di ciascun tappo 60 presenta similmente un foro assiale, attraverso il quale viene ricevuto il bullone 63 in modo da intercalare la porzione cilindrica in gomma 61 tra la porzione superiore 62 e la piastra di base 64. Un dado 65 è montato sul bullone 63 sulla porzione superiore 62 per fissare la stessa porzione superiore 62 e la porzione cilindrica in gomma 61 alla piastra di base 64. Di preferenza, una rondella di metallo 66 è interposta tra il dado 65 e la porzione superiore 62. Dopo l'inserzione del tappo 60 nel foro 11 si gira il dado 65 in modo da comprimere la porzione cilindrica in gomma 61 contro la superficie del foro 11. Dopo di che la porzione cilindrica compressa 61 si conforma alla conformazione interna del foro 11 e ciò contrasta l'eventuale invasione da parte del legamento 12 nel foro 11 per effetto della detonazione di una carica di vincolo in un foro adiacente.

Dopo l'effettuazione del vincolo dei tubi 30 alla piastra tubiera 10 nelle serie ordinate alterne di fori 11, si tolgono i tappi 60 nelle serie ordinate intercorrenti di fori 11, tappi che

sono sostituiti da pacchi esplosivi 20. Tappi simili, le cui porzioni cilindriche in gomma hanno un diametro leggermente più piccolo per adattare lo spessore di parete dei tubi 30, possono essere poi inseriti nelle serie ordinate alterne di fori 11, in cui i tubi 30 sono stati vincolati. In questo modo, quando i pacchi esplosivi 20 nelle serie ordinate intercorrenti di fori 11 sono fatti successivamente detonare, il movimento dei legamenti può essere impedito e possono essere evitate le sollecitazioni sui vincoli formati in precedenza tra i tubi 30 e la piastra tubiera 10 nelle serie ordinate alterne di fori 11.

La presente invenzione è stata qui sopra descritta con riferimento specifico ad una sua forma di realizzazione particolare. Altre forme di realizzazione funzionalmente equivalenti che risulteranno evidenti agli esperti di questo settore della tecnica dalla lettura della descrizione di cui sopra e dagli annessi disegni rientreranno peraltro nell'ambito dell'invenzione. Pertanto, la descrizione di cui sopra deve essere considerata soltanto come illustrativa dell'invenzione, e per nulla limitativa di essa.

RIVENDICAZIONI

- 1) Scambiatore di calore comprendente una pluralità di tubi di metallo ed una piastra tubiera di metallo, ciascun tubo essendo posizionato in un foro corrispondente di una pluralità di fori in detta piastra tubiera, una porzione di superficie esterna di detto tubo essendo unita ad una porzione di superficie circostante di detto foro corrispondente mediante un vincolo metallurgico,

detto vincolo essendo più robusto in prossimità di una faccia frontale di detta piastra tubiera.

2) Metodo per vincolare una pluralità di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo, ciascun tubo essendo posizionato in un foro corrispondente di una pluralità di fori in detta piastra tubiera, detto metodo comprendendo le fasi di: (a) inserire un pacco esplosivo corrispondente di una pluralità di pacchi esplosivi in ogni tubo, ogni pacco esplosivo contenendo una carica vincolante alloggiata in un contenitore, detto contenitore essendo conformato per posizionare detta carica vincolante all'interno di detto tubo in prossimità di una faccia frontale di detta piastra tubiera, le forze che derivano dalla detonazione di detta carica vincolante determinando con ciò la formazione di un vincolo metallurgico tra una porzione di superficie esterna di detto tubo ed una porzione di superficie circostante di detto foro corrispondente; e (b) iniziare la detonazione di dette cariche vincolanti in detti pacchi esplosivi, con dette detonazioni delle cariche vincolanti che avvengono in detta pluralità di tubi secondo un andamento nel tempo che per la maggior parte di detti tubi preclude detonazioni simultanee di cariche vincolanti in tubi adiacenti.

3) Metodo come in 2), in cui la detonazione di dette cariche vincolanti in detti pacchi esplosivi è iniziata dalle fasi di:

(a) fissare una prima rotaia di brillamento a pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in una prima serie ordinata di fori in detta piastra tubiera, una prima carica lineare esplosiva es-

sendo fissata a detta prima rotaia di brillamento detta prima carica lineare essendo posizionata da detta prima rotaia di brillamento per attivare mezzi atti ad iniziare detonazioni di cariche vincolanti nei pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in detta prima serie ordinata di fori, l'attivazione di detti mezzi di iniziazione delle detonazioni delle cariche vincolanti nei tubi in detta prima serie ordinata di fori avvenendo/successione man mano che la detonazione di detta prima carica lineare progredisce temporalmente lungo detta prima carica lineare; e (b) fissare una seconda rotaia di brillamento a pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in una seconda serie ordinata di fori in detta piastra tubiera, una seconda carica lineare esplosiva essendo fissata a detta seconda rotaia di brillamento, detta seconda carica lineare essendo posizionata da detta seconda rotaia di brillamento per attivare mezzi atti ad iniziare detonazioni di cariche vincolanti nei pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in detta seconda serie ordinata di fori, l'attivazione di detta detonazione delle cariche vincolanti o dei relativi mezzi di iniziazione nei tubi in detta seconda serie ordinata di fori avvenendo in successione man mano che la detonazione della detta seconda carica lineare progredisce temporalmente lungo detta seconda carica lineare.

4) Metodo come in 3), in cui le detonazioni di dette prima e seconda carica lineare vengono iniziatae in tempi diversi.

5) Metodo come in 4), in cui le detonazioni di dette prima e seconda carica lineare vengono iniziatae: (a) fissando una rotaia

-49-

ia di iniziazione a dette prima e seconda rotaia di brillamento, una carica di iniziazione lineare esplosiva essendo fissata a detta rotaia di iniziazione, detta carica di iniziazione lineare essendo posizionata da detta rotaia di iniziazione per attivare mezzi atti ad iniziare in successione detonazioni di dette prima e seconda carica lineare man mano che la detonazione di detta carica di iniziazione lineare progredisce temporalmente lungo detta carica di iniziazione lineare; e (b) iniziazione della detonazione di detta carica di iniziazione lineare.

6) Sistema per vincolare una pluralità di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo, ciascun tubo essendo posizionato in un foro corrispondente di una pluralità di fori in detta piastra tubiera, detto sistema di vincolo comprendendo: (a) una pluralità di pacchi esplosivi, ognuno di detti pacchi esplosivi essendo inseribile in un tubo corrispondente di detti tubi, ogni pacco esplosivo contenendo una carica di vincolo alloggiata in un contenitore, detto contenitore essendo conformato per posizionare detta carica di vincolo in detto tubo adiacente una faccia frontale di detta piastra tubiera, in modo che le forze risultanti dalla detonazione di detta carica di vincolo determinano la formazione di un vincolo metallurgico tra una porzione di superficie esterna di detto tubo ed una porzione di superficie circostante di detto foro, detto contenitore contenendo inoltre mezzi per iniziare la detonazione di detta carica di vincolo; e (b) mezzi atti ad attivare detti mezzi di iniziazione della detonazione della carica di vincolo in

ognuno di detti pacchi esplosivi, detti mezzi di attivazione determinando il verificarsi di detonazioni di cariche di vincolo in un andamento temporale che preclude detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti per la maggior parte dei tubi.

7) Sistema di vincolo come in 6), in cui detto contenitore comprende una struttura a tazza che riceve detta carica di vincolo e una struttura a collettore che contiene detti mezzi atti ad iniziare la detonazione di detta carica di vincolo, detta struttura a tazza avendo una porzione cilindrica cava dimensionata per essere inserita in detto tubo ed una porzione di chiusura che si estende attraverso detta porzione cilindrica per formare una regione a ricettacolo per detta carica di vincolo ed avendo inoltre una porzione a flangia che si estende all'esterno da detta porzione cilindrica ed una porzione a distanziatore collegata a detta porzione a flangia, detta porzione a distanziatore facendo battuta contro detta faccia frontale di detta piastra tubiera quando detta porzione cilindrica è inserita in detto tubo, detta porzione a distanziatore posizionando con ciò detta porzione di chiusura rispetto a detta faccia frontale della piastra tubiera, in modo che detta carica di vincolo è posizionata adiacente a detta faccia frontale della piastra tubiera, con detta struttura a collettore che sormonta detta carica di vincolo e che è chiusa a tenuta su detta struttura a tazza.

8) Sistema di vincolo come in 6), in cui i mezzi atti ad inizia-

- 51 -

re detonazioni di cariche di vincolo in detti pacchi esplosivi comprendono una pluralità di rotaie di brillamento, una prima rotaia di brillamento essendo fissata a pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in una prima serie di fori nella piastra tubiera, una seconda rotaia di brillamento essendo fissata a pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in una seconda serie di fori nella piastra tubiera, una prima carica lineare esplosiva essendo fissata alla prima rotaia di brillamento ed una seconda carica lineare esplosiva essendo fissata alla seconda rotaia di brillamento, detta prima carica lineare essendo posizionata dalla prima rotaia di brillamento per iniziare detonazioni di cariche di vincolo nei pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati nella prima serie di fori, detta seconda carica lineare essendo posizionata dalla seconda rotaia di brillamento per attivare mezzi atti ad iniziare detonazioni di cariche di vincolo nei pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati nella seocnda serie di fori, l'attivazione dei mezzi di iniziazione delle detonazioni delle cariche di vincolo nei tubi in detta prima serie di fori avvenendo in successione man mano che la detonazione della prima carica lineare progredisce temporalmente lungo detta prima carica lineare, e l'attivazione dei mezzi di iniziazione delle detonazioni delle cariche di vincolo nei tubi nella seconda serie di fori avvenendo in successione man mano che la detonazione della seconda carica lineare progredisce temporalmente lungo detta seconda carica lineare.

9) Apparecchio per vincolare una porzione di superficie esterna

di un tubo di metallo ad una porzione di superficie circostante di un foro in una piastra tubiera di metallo, detto apparecchio comprendendo mezzi atti a posizionare una carica esplosiva di vincolo nel tubo, in modo che le forze derivanti dalla detonazione di detta carica di vincolo determinano la formazione di un vincolo metallurgico tra detta porzione di superficie esterna del tubo e detta porzione di superficie circostante di detto foro, il vincolo essendo più robusto in prossimità di una faccia frontale della piastra tubiera.

10) Apparecchio come in 9), in cui detti mezzi atti a posizionare detta carica di vincolo in detto tubo comprendono un contenitore di plastica, con detto contenitore che include una struttura a tazza avente: (a) una porzione cilindrica cava dimensionata per essere inserita in detto tubo; (b) una porzione di chiusura che si estende attraverso detta porzione cilindrica per formare una regione a ricettacolo in detta porzione cilindrica, detta carica di vincolo essendo ricevuta in detta regione a ricettacolo; (c) una porzione a flangia che si estende all'esterno da detta porzione cilindrica; e (d) una porzione a distanziatore collegata a detta porzione a flangia, detta porzione a distanziatore facendo battuta contro la faccia frontale della piastra tubiera quando detta porzione cilindrica è inserita in detto tubo, detta porzione a distanziatore posizionando con ciò detta porzione di chiusura rispetto a detta faccia frontale della piastra tubiera, in modo che detta carica di vincolo è posizionata per rendere più robusto detto vincolo in pros-

similità di detta faccia frontale della piastra tubiera.

11) Apparecchio come in 10), in cui detto contenitore di plastica è di polipropilene.

pt/

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.



I'Ufficiale Rogante  
(Idilia Russo)

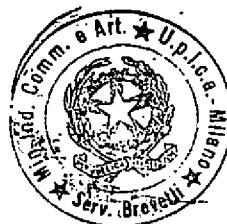
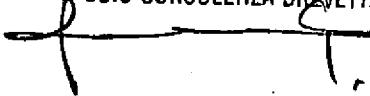
*[Signature]*

simità di detta faccia frontale della piastra tubiera.

11) Apparecchio come in 10), in cui detto contenitore di plastica è di polipropilene.

pt/

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.



I'Ufficiale Rogante  
(Milio Russo)



5  
Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

"TUBI E PIASTRA TUBIERA VINCOLATI CINETICAMENTE"

A nome: ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, INC. a Palo Alto, California(U.S.A.)

Inventori: Richard H. Baird, Theodore J. Blechar, Leo V.B. Giladett,  
Reginald M. Horner, Gerald G. Prouty, David L. Rinde.

Depositata il:

20 DIC. 1982

24855 A 82

R I A S S U N T O

Una porzione di superficie esterna di un tubo di metallo (30) è vincolata ad una porzione di superficie di un foro (11) in una piastra tubiera di metallo (10) per detonazione di una carica (31) vincolante di esplosivo all'interno del tubo (30) in prossimità di una faccia frontale (13) della piastra tubiera (10). La carica vincolante (31) consiste di nitroguanidina ed è contenuta allo interno di un contenitore di polipropilene che comprende una struttura a tazza (21) ed una struttura di collettore (22). La struttura a tazza (21) forma un ricettacolo per la carica vincolante (31) e posiziona la carica vincolante (31) alla profondità appropriata all'interno del tubo (30) per ottenere l'effetto vincolante desiderato. La struttura di collettore (22) sormonta e sagoma la carica vincolante (31) e contiene una carica di trasferimento (44) e una carica di brillamento od innescio (43) per dare inizio alla detonazione della carica vincolante (31). Un complesso di brillamento od innescio per dare inizio alle detonazioni delle cariche di brillamento od innescio (45) nei tubi (30) disposti in una pluralità di serie ordinate lineari comprende una pluralità corrispondente di asta o rotaie di brillamento od innescio (24) ed una asta o rotaia di iniziazione (27). Ciascuna asta o rotaia di brillamento od

- 2 -

innesco (24) è fissata alle strutture di collettore (22) di una serie ordinata lineare corrispondente di contenitori di carica vincolante, in modo che una carica lineare (25) fissata all'asta o rotaia di brillamento od innesco (24) può dare inizio alla detonazione in sequenza delle singole cariche di brillamento od innesco (25) della serie ordinata lineare corrispondente. Una asta o rotaia di iniziazione (27) attraversa ognuna delle aste o rotaie di brillamento od innesco (24), in modo che una carica lineare di iniziazione (26) fissata all'asta o rotaia di iniziazione (27) può detonare in sequenza ognuna delle cariche lineari (25) presenti sulla varie aste o rotaie di brillamento (24).

[REDACTED]

La presente invenzione si riferisce al vincolo cinetico di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo.

Il vincolo di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo rappresenta una procedura essenziale nella fabbricazione di numerosi tipi di scambiatori di calore. Nei condensatori di vapore del tipo a superficie, che è il tipo di scambiatore di calore più frequentemente impiegato in impianti per la generazione di energia elettrica a partire da combustibile fossile, sorgenti di energia geotermica e nucleare, è di particolare importanza la qualità del vincolo tra tubi e una piastra tubiera. Un condensatore di vapore del tipo a superficie è uno scambiatore di calore nel quale l'acqua di raffreddamento <sup>viene</sup> fatta circolare attraverso tubi, le cui superfici esterne sono esposte a vapore che deve essere condensato.

Un guasto od avaria nel vincolo tra tubi e una piastra tubiera in qualsiasi tipo di scambiatore di calore, in particolare in un condensatore di vapore usato in un impianto di generazione di energia elettrica, può tradursi in danni costosi alle apparecchiature, nonché in tempi di arresto costosi. A prescindere dalla applicazione o dall'ambiente ~~della operazione~~ <sup>tubo</sup> dello scambiatore di calore, il vincolo di alta qualità tra i tubi e la piastra tubiera è di importanza considerevole nel ridurre la corrosione ad un minimo.

Le tecniche convenzionali di saldatura per vincolare una pluralità di tubi singoli ad una piastra tubiera rappresentano una notevole perdita di tempo. Inoltre, le tecniche convenzionali di saldatura non possono in generale essere impiegate per vincolare tubi a piastre tubiere che siano fatti di metalli diversi o dissimili. Di conseguenza si sono sviluppate tecniche di vincolo di tubi a piastre tubiere ~~con~~ mediante esplosione. Varie tecniche per vincolare per esplosione singoli tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo sono state descritte nella letteratura brevettuale, per esempio nei brevetti statunitensi No. 3.503.110; No. 3.698.067; No. 3.717.925; No. 3.774.291; No. 3.993.001; No. 4.003.513; No. 4.117.966 e No. 4.205.422.

Nel brevetto statunitense No. 3.993.001 è stata inoltre descritta una tecnica per vincolare in una operazione singola una serie ordinata di tubi ad una piastra tubiera iniziando detonazioni simultanee di cariche esplosive in tutti i tubi della serie ordinata.

Con certe tecniche di vincolo cinetico, in cui le cariche esplosive ~~sono state~~ fatte detonare all'interno di tubi posizionati in

fori attraverso una piastra tubiera, si è avuta la tendenza di formazione di fessure in corrispondenza della faccia frontale della piastra tubiera tra le superfici esterne dei tubi e le superfici circostanti dei fori. Tale fessure sono risultate punti potenziali di corrosione, che possono indebolire ed infine determinare il guasto od avaria dei vincoli. Un espediente sviluppato dalla Westinghouse Electric Corporation inteso a ridurre a minimo la formazione di fessure nella faccia frontale ha comportato il fissaggio di un attrezzo a perdere in lamiera metallica sulla faccia frontale della piastra tubiera durante la detonazione delle cariche esplosive. Tale espediente ha introdotto però il problema di controllare le tolleranze di fabbricazione degli attrezzi metallici a perdere.

Nella tecnica nota si è sentita una necessità di una tecnica di vincolo esplosivo altamente attendibile per vincolare metallurgicamente una serie ordinata di tubi ad una piastra tubiera ad un ritmo elevato di produzione appropriato alle operazioni di fabbricazione commerciale senza determinare una formazione apprezzabile di fessure in corrispondenza della faccia frontale della piastra tubiera.

Uno scopo della presente invenzione è di realizzare una tecnica altamente attendibile per vincolare metallurgicamente una serie ordinata di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo in una fase della fabbricazione di un dispositivo scambiatore di calore, quale per esempio un condensatore di vapore.

In modo più particolare, uno scopo della presente invenzione è di realizzare una tecnica nella quale tubi di metallo posizionati

in una serie ordinata di fori in una piastra tubiera di metallo possono essere cinematicamente vincolati alla piastra tubiera per detonazione di cariche esplosive nei tubi senza determinare alcuna formazione apprezzabile di fessure in corrispondenza della faccia frontale della stessa piastra tubiera. Uno scopo concomitante della presente invenzione è di realizzare una tecnica di vincolo ad esplosivo per vincolare metallurgicamente tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo pur determinando solo un leggero rigonfiamento dei tubi in prossimità della faccia posteriore della piastra tubiera, ottenendo con ciò una ricalcatura dei tubi alla piastra tubiera in prossimità della faccia posteriore della stessa piastra tubiera, in modo da ridurre al minimo il fenomeno della formazione di fessure nella faccia posteriore (ossia sul "lato di vapore").

Uno scopo ulteriore della presente invenzione è di realizzare un apparecchio per realizzare un processo di vincolo cinetico, in cui una pluralità di tubi di metallo posizionati in fori corrispondenti in una piastra tubiera di metallo sono vincolati metallurgicamente alla piastra tubiera stessa, con il vincolo formato tra ciascun tubo e la superficie del foro corrispondente attraverso la piastra tubiera che è più robusto in corrispondenza della faccia frontale della piastra tubiera.

L'apparecchio di vincolo cinetico secondo la presente invenzione include un ~~pacco~~ pacco di esplosivo per la inserzione in un tubo che è posizionato in un foro di una piastra tubiera, in modo tale che una intercapedine anulare (denominata ~~distanza di volo~~) viene ~~distanza di volo~~ ("distanza di volo" = fly distance)

ad esistere tra il tubo e la superficie del foro in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. Il pacco di esplosivo della presente invenzione consente ad una carica di vincolo sagomata in modo speciale di essere disposta all'interno del tubo, in modo che le forze risultanti dalla detonazione della carica di vincolo fanno spostare una porzione del tubo adiacente alla faccia frontale della piastra tubiera all'esterno verso il foro e ad urtare sulla superficie del foro stesso con energia cinetica sufficiente a determinare la saldatura di una porzione di superficie esterna del tubo alla superficie circostante del foro.

La forma della carica di vincolo e la ubicazione della stessa all'interno del tubo sono scelte in modo da far sì che il vincolo formato tra il tubo e la superficie del foro della piastra tubiera, in seguito alla detonazione della carica di vincolo, sia più robusto in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. Un altro fattore nella scelta della ubicazione della carica di vincolo allo interno del tubo, ossia nel determinare la profondità alla quale la carica di vincolo viene inserita nel tubo, è la desiderabilità di produrre un rigonfiamento molto leggero del tubo in corrispondenza della faccia posteriore della piastra tubiera allo scopo di ridurre al minimo il fenomeno della formazione di fessure sul lato di vapore. La forma effettiva della carica di vincolo e la posizione della stessa nel tubo sono adattate alle caratteristiche strutturali e alle dimensioni del tubo e della piastra tubiera particolari.

L'apparecchio di vincolo cinetico secondo la presente invenzione include inoltre un ~~modo~~ complesso di brillamento ed innescio atto ad iniziare le detonazioni di singole cariche di vincolo contenute in pacchi di esplosivo corrispondenti, che sono inseriti in tubi corrispondenti da vincolare alle superfici corrispondenti di fori di piastra tubiera. Il complesso di brillamento ed innescio della presente invenzione è studiato in modo che le detonazioni delle cariche di vincolo in tubi adiacenti possano avvenire per la maggior parte solo ad intervalli distanziati nel tempo.

*verga fette*  
Le singole cariche di vincolo della presente invenzione ~~non~~ detonate dal complesso di brillamento ed innescio ~~ha~~ <sup>secondo</sup> un andamento temporale prestabilito che preclude detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti, per quanto ciò sia possibile. La simultaneità delle detonazioni di cariche di vincolo in tubi adiacenti, ~~che~~ favorita nella tecnica nota, si verifica solo a caso nella presente invenzione quale risultato di accumuli di tolleranze di fabbricazione e di mancanza di omogeneità delle cariche esplosive. Di conseguenza, il verificarsi di detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti può essere controllato nella misura desiderata che si ritiene praticabile applicando norme convenzionali e appropriate di controllo della qualità alla fabbricazione dello apparecchio e ai materiali esplosivi impiegati nella realizzazione della invenzione.

La presente invenzione è particolarmente applicabile laddove i fori della piastra tubiera, in cui sono posizionati i tubi, sono

l'uno all'altro. Secondo la pratica corrente di progettazione dei condensatori di vapore la distanza minima consentita tra centri di fori adiacenti (ossia tra centri di tubi adiacenti per tubi posizionati concentricamente nei fori) è soltanto di 1,2 volte il diametro esterno dei tubi. Un effetto avverso maggiore delle detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti ravvicinati è la deformazione cristallografica (denominato "sfaldamento") della porzione di piastra tubiera (denominata il "legamento") tra i fori adiacenti.

Lo sfaldamento del legamento è maggiormente pronunciato laddove la distanza tra fori adiacenti è al minimo stabilito. Con la presente invenzione è possibile formare un vincolo metallurgico senza notevole sfaldamento del legamento laddove la larghezza del legamento è stretta quanto la pratica normale di progettazione dei condensatori di vapore attualmente consente.

L'andamento di detonazione delle cariche di vincolo della presente invenzione, con la riduzione al minimo del verificarsi di detonazioni simultanee delle cariche di vincolo in tubi adiacenti, riduce al minimo la possibilità di danno al legamento di una piastra tubiera da parte delle onde s'urto prodotte dalle detonazioni delle cariche di vincolo in tubi posizionati in fori adiacenti della piastra tubiera. Il complesso di brillamento od innesco per ottenere l'andamento desiderato delle detonazioni delle cariche di vincolo prevede che le detonazioni in tubi adiacenti siano separate di un intervallo di tempo, che è sufficientemente lungo per impedire gli effetti avversi delle detonazioni simultanee, ma non abbastanza lungo da permettere alla superficie

del foro che circonda l'eventuale tubo non vincolato di muoversi in reazione alla detonazione di una carica di vincolo in un tubo adiacente.

Dove la distanza tra fori adiacenti di una piastra tubiera è piccola, la detonazione di una carica esplosiva di vincolo in un tubo posizionato in un dato foro della piastra tubiera tende a far dilatarsi (ossia a far muovere radialmente all'esterno) la superficie di tale foro dato. A meno di far detonare le cariche di vincolo in tubi posizionati in fori adiacenti al foro dato prima che la superficie dello stesso tubo dato abbia avuto tempo di muoversi, la superficie del foro dato si muoverà e determinerà il movimento concomitante delle superfici dei fori adiacenti, in cui le cariche di vincolo non sono state ancora detonate. Il movimento delle superfici dei fori adiacenti si traduce in invasione da parte dei legamenti della piastra tubiera sulle intercapedini amulari (ossia sulle distanze di volo) intorno ai tubi nei fori adiacenti. Tale invasione da parte dei legamenti della piastra tubiera sulle distanze di volo intorno ai tubi nei fori adiacenti diminuisce la energia cinetica con la quale tali tubi possono urtare sulle superfici circostanti dei fori quando in tali tubi nei fori adiacenti sono fatte successivamente detonare le cariche di vincolo.

Il complesso di brillamento od innescò della presente invenzione produce una "finestra di tempo" specifica affinchè la detonazione della carica di vincolo avvenga in ogni tubo di una pluralità di tubi adiacenti. La finestra di tempo specifica per ciascun tubo è

- 10 -

sufficientemente "ampia" da impedire al massimo possibile le detonazioni simultanee delle cariche di vincolo in tubi adiacenti, entro i limiti di fabbricazione imposti dall'accumulo di tolleranze di fabbricazione e dalle mancanze di omogeneità delle cariche esplosive.

La finestra di tempo è inoltre sufficientemente "stretta" che la detonazione della carica di vincolo in un dato tubo avviene prima che la superficie del coro che circonda il tubo dato possa muoversi in reazione alle detonazioni precedenti di cariche di vincolo in tubi adiacenti.

Una caratteristica della presente invenzione è che solo degli esplosivi secondari sono impiegati nel complesso di brillamento od innescio, nonchè nei pacchi di esplosivo che sono inseriti nei tubi da vincolare alla piastra tubiera. Non si fa uso di esplosivi primari, eliminando con ciò il pericolo sostanziale di sicurezza inherente all'impiego di esplosivi primari. Il materiale esplosivo preferito per la carica di vincolo è la nitroguanidina.

Una caratteristica della presente invenzione consiste inoltre nel fatto che la carica di vincolo in ogni pacco esplosivo è alloggiata in un contenitore costituito da componenti di plastica stampati fatti di un materiale chimicamente stabile che non produce vapori tossici quando la carica di vincolo viene fatta detonare. Inoltre, il materiale di cui ogni contenitore è fatto non produce detriti che possano ostruire il tubo quando la carica di vincolo è fatta detonare. Di preferenza il contenitore è fatto di polipropilene.

Un'altra caratteristica della presente invenzione sta nella conformazione del pacco esplosivo. Ciascun pacco esplosivo presenta una porzione esagonale che, quando lo stesso pacco esplosivo viene inserito nel suo tubo corrispondente, sormonta il bordo della faccia frontale della piastra tubiera che sta intorno al foro in cui è posizionato il tubo corrispondente. Le porzioni esagonali dei vari pacchi esplosivi che sormontano i bordi dei vari fori della faccia frontale della piastra tubiera si inseriscono tutte insieme per formare una copertura di protezione della faccia frontale della piastra tubiera adiacente ai fori.

Nella realizzazione della presente invenzione per fabbricare uno scambiatore di calore i tubi di metallo vengono posizionati in fori corrispondenti di una piastra tubiera. Di solito i fori sono disposti in una distribuzione rettangolare di serie ordinate e parallela sulla piastra tubiera, sebbene la invenzione non dipenda dalla distribuzione geometrica dei fori. Ciascun foro è dimensionato per produrre una "distanza di volo" in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera tra la superficie esterna del tubo posizionato nella stessa e la superficie del foro circostante. Il foro è ridotto di diametro in prossimità della faccia posteriore della piastra tubiera allo scopo di realizzare un accoppiamento con gioco tra la superficie esterna del tubo posizionato nella stessa e la superficie del foro circostante. Il foro presenta una regione gradualmente rastremata tra la regione relativamente ampia adiacente alla faccia frontale della piastra tubiera (ossia la regione della distanza di volo) e

la regione relativamente stretta adiacente alla faccia posteriore della piastra tubiera (ossia la regione di accoppiamento con gioco).

La distanza di volo tra il tubo e il foro adiacente alla faccia frontale della piastra tubiera consente la formazione cinetica di un vincolo metallurgico tra una porzione di superficie esterna del tubo e una porzione di superficie del foro circostante dopo la detonazione di una carica di vincolo nel tubo. Una porzione del tubo adiacente alla faccia frontale della piastra tubiera si dilata in seguito alla detonazione della carica di vincolo e "vola" nella superficie del foro circostante con energia cinetica sufficiente a produrre il vincolo metallurgico.

L'accoppiamento con gioco tra il tubo e il foro adiacente alla faccia posteriore della piastra tubiera provvede all'allineamento laterale e concentrico del tubo nel foro, il che facilita l'allineamento parallelo del tubo con altri tubi posizionati in altri fori della piastra tubiera. L'accoppiamento con gioco realizza inoltre una area di supporto tra il tubo e il foro, area che protegge il vincolo tra il tubo e il foro dalle sollecitazioni di flessione che sono atte a svilupparsi durante il funzionamento dello scambiatore di calore. L'area di supporto serve a ridurre al minimo l'effetto che le vibrazioni del tubo, che si manifestano durante le operazioni dello scambiatore di calore, può avere sul vincolo. Inoltre, l'area di supporto fornisce un controllo di qualità ~~di~~ "passa ~~non~~ non passa" della ovalità del tubo quando il tubo stesso viene posizionato nel foro.

Per la piastra tubiera dell'usuale scambiatore di calore si posizionano tubi circolarmente cilindrici in fori circolarmente cilindrici in modo che ciascun tubo termina in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. I tubi sono ordinariamente posizionati in modo che una estremità di ciascun tubo si trova leggermente fuori filo rispetto alla faccia frontale della piastra tubiera. Il posizionamento fuori filo dei tubi dà luogo ad una apertura leggermente a forma di campana per ognuno dei tubi una volta vincolati alla faccia frontale della piastra tubiera, ottimizzando con ciò le caratteristiche idrodinamiche di flusso della acqua di raffreddamento che entra nei tubi. La presente invenzione non dipende però dalla particolare conformazione in sezione trasversale dei tubi e dei fori o dal fatto se i tubi terminano in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. Nei casi di una applicazione particolare la presente invenzione può essere realizzata in pratica con l'uso di cariche di vincolo studiate per accogliere, per esempio, tubi cilindrici che in sezione trasversale non hanno una conformazione circolare.

Il pacco esplosivo della presente invenzione comprende la carica di vincolo ed un contenitore a perdere, il quale alloggia la carica di vincolo. Il contenitore è fabbricato a partire da un materiale plastico stampabile e chimicamente stabile, di preferenza polipropilene, che produce vapori non tossici che vengono vaporizzati dalla detonazione della carica di vincolo. Il contenitore sagoma la carica di vincolo e posiziona la stessa all'interno del tubo, in modo

che le forze risultanti dalla detonazione della carica di vincolo fanno muovere una porzione del tubo lateralmente all'esterno per una distanza di volo interveniente nella superficie del foro circolante. La carica di vincolo è sagomata e posizionata dal contenitore in modo che il vincolo metallurgico risultante formato tra il tubo e il foro è più robusto in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera. In dettaglio strutturale il contenitore comprende una struttura a tazza che forma un ricettacolo della carica di vincolo ed una struttura a collettore che contiene mezzi esplosivi per dare inizio alla detonazione della carica di vincolo. Nella forma di realizzazione preferita la struttura a collettore contiene una carica di trasferimento ed una pasticca di carica di brillamento od innesco per facilitare la detonazione della carica di trasferimento.

La struttura a tazza presenta una porzione cava circolarmente cilindrica di diametro e lunghezza appropriati, in dipendenza della applicazione particolare, per la inserzione nel tubo posizionato nel foro della piastra tubiera. Una porzione di chiusura della struttura a tazza si estende attraverso la porzione cilindrica per formare la regione di ricettacolo in cui viene ricevuta la carica di vincolo. Una porzione a flangia della struttura a tazza si estende allo esterno dalla porzione cilindrica ed è fissata ad una porzione allungata di distanziamento che si estende coassialmente con e generalmente parallela alla porzione cilindrica. Una estremità della parte distanziatrice riscontra contro la faccia frontale della piastra tubiera quando la porzione cilindrica viene inserita

nel tubo. La parte distanziatrice della struttura a tazza limita la profondità alla quale il pacco esplosivo può estendersi nel foro; posizionando con ciò la carica di vincolo alla profondità voluta nel tubo.

La struttura a collettore presenta una porzione a parete esterna circolarmente cilindrica, la quale è adeguatamente dimensionata per inserzione in accoppiamento con gioco nella porzione cilindrica della struttura a tazza. La struttura a collettore presenta inoltre una porzione cilindrica interna, la quale definisce una regione allungata in cui è contenuta la carica di trasferimento. La regione allungata della porzione cilindrica interna della struttura a collettore è in comunicazione con la regione a ricettacolo della struttura a tazza, per cui la carica di trasferimento fa contatto con la carica di vincolo. Di preferenza, la carica di trasferimento sporge dalla regione allungata della struttura a collettore nella regione a ricettacolo della struttura a tazza, in modo da massimizzare l'area di contatto di interfaccia tra la carica di trasferimento e la carica di vincolo.

Una porzione di fondo della struttura a collettore si estende a guisa di tronco di cono capovolto dalla porzione cilindrica interna della struttura a collettore alla porzione a parete cilindrica esterna della stessa struttura a collettore. La porzione di fondo della struttura a collettore sorregna la carica di vincolo nella regione di ricettacolo della struttura a tazza e sagoma la carica di vincolo in modo da ottenere l'effetto vincolante desiderato quando la carica di vincolo è fatta detonare. La porzione di fondo della struttura a

collettore è conformata in modo da produrre una distribuzione assialmente simmetrica della carica di vincolo all'interno del tubo e sagoma la carica di vinoceolo in modo che le forze che si manifestano quando la carica di vinoceolo è fatta detonare determinano il vincolo risultante tra il tubo e la superficie del foro circostante tale da essere più robusto in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera.

Il pacco esplosivo secondo la presente invenzione viene inserito in ciascun tubo della serie ordinata di tubi posizionati nei fori corrispondenti della piastra tubiera. Le parti distanziatrici delle strutture a tazza dei singoli pacchi esplosivi sono di conformazione esagonalmente cilindrica, il che permette alle parti distanziatrici delle varie strutture a tazza di inserirsi tra loro sulla faccia frontale della piastra tubiera, in modo che l'intera faccia frontale della piastra tubiera in prossimità dei fori risulta coperta dalle stesse parti distanziatrici quando i pacchi esplosivi vengono inseriti nei tubi. In questo modo la faccia della piastra tubiera risulta protetta da graffi o puntinature che possono essere altrimenti causati dagli esplosivi usati nel complesso di brillamento od innescio di iniziazione delle detonazioni delle cariche di vincolo nei singoli pacchi esplosivi.

I fori nella piastra tubiera e quindi i pacchi esplosivi inseriti nei tubi posizionati nei fori sono disposti in una pluralità di serie ordinate lineari sulla piastra tubiera. Ciascun braccio esplosivo ha una coppia di bracci che si estendono in alto dalla porzione di fondo della struttura a collettore generalmente paralleli alla



porzione cilindrica interna della struttura a collettore. Le estremità distali di ogni coppia di bracci sono conformate per afferrare un organo ad asta o rotaia di brillamento del complesso di innescò o brillamento. In questo modo una asta o rotaia di brillamento può esser fissata a tutti i pacchi esplosivi in una particolare serie ordinata lineare di tubi posizionati in una serie ordinate lineare corrispondente di fori nella piastra tubiera. E' prevista una pluralità di rotaie di brillamento e precisamente una rotaia di brillamento per ogni serie ordinata lineare di tubi. Il numero complessivo di rotaie di brillamento dipende dal numero di serie ordinate lineari di tubi da vincolare alla piastra tubiera.

La detonazione della carica di vincolo in un dato pacco esplosivo è iniziata dalla detonazione della carica di trasferimento nella porzione cilindrica interna della struttura a collettore del pacco esplosivo. La detonazione della carica di trasferimento è iniziata dalla detonazione della pasticca della carica di brillamento, la quale è ricevuta in una regione interna della estremità superiore della porzione cilindrica interna della struttura a collettore. La regione di estremità superiore interna è in comunicazione con la regione allungata, per cui la carica di brillamento è a contatto con la carica di trasferimento.

Una carica lineare, che detona progressivamente con il passare del tempo, è fissata ad ogni rotaia di brillamento. La rotaia di brillamento è fissata ad ognuno dei pacchi esplosivi nei tubi posizionati nella corrispondente serie ordinata lineare di fori. Le

detonazioni delle cariche di brillamento nei pacchi esplosivi della serie ordinata lineare sono iniziata sequenzialmente al progredire nel tempo della carica lineare sulla rotaia di brillamento. Una rotaia di iniziazione è posizionata attraverso e fissata alle varie rotaie di brillamento e una carica di iniziazione lineare è fissata alla rotaia di iniziazione. Le cariche lineari sulle varie rotaie di brillamento sono detonate in sequenza al progredire nel tempo della detonazione della carica di iniziazione lineare sulla rotaia di iniziazione.

Una descrizione dettagliata della forma di realizzazione preferita della presente invenzione viene ~~descritta~~ qui di seguito con riferimento agli annessi disegni. La descrizione e i disegni espongono il miglior modo attualmente previsto dalla Richiedente per realizzare l'invenzione, sebbene modi funzionalmente equivalenti potranno essere escogitati dagli esperti di questo settore della tecnica ~~dopo l'~~ esame della presente descrizione.

Nei disegni:

Fig. 1 è una vista in prospettiva e parte in sezione trasversale dell'apparecchio secondo la presente invenzione per vincolare una serie ordinata di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo;

Fig. 2 è una vista in pianta di un pacco esplosivo e di una rotaia di brillamento dell'apparecchio riprodotto in Fig. 1;

Fig. 3 è una vista in sezione ad angolo del pacco esplosivo della presente invenzione presa lungo la traccia 3-3 di Fig. 2;

Fig. 4 è una vista esplosa in prospettiva del pacco esplosivo e della rotaia di brillamento della presente invenzione;

Fig. 5 è una vista di insieme in prospettiva del pacco esplosivo e della rotaia di brillamento di Fig. 4;

Fig. 6 è una illustrazione schematica in sezione trasversale di un tubo in fase di vincolo ad una piastra tubiera dopo la detonazione di una carica di vincolo secondo la presente invenzione;

Fig. 7 è una vista in sezione trasversale in scala ingrandita di un segmento del tubo e della piastra tubiera di Fig. 3 in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera prima della detonazione della carica di vincolo;

Fig. 8 è una vista in sezione trasversale su scala ingrandita di un segmento del tubo e della piastra tubiera di Fig. 3 in prossimità della faccia frontale della piastra tubiera dopo la detonazione della carica di vincolo;

Fig. 9 è una vista in pianta dei fori della piastra tubiera di Fig. 1 indicante schematicamente il movimento dei fori in reazione alla detonazione della carica di vincolo;

Fig. 10 è una vista in pianta dell'apparecchio illustrato in Fig. 1 illustrante un sistema di rotaie di brillamento per iniziare le detonazioni delle cariche di vincolo in ogni fila di tubi della serie ordinata;

Fig. 11 è una vista in pianta del tipo di apparecchio illustrato in Fig. 1 illustrante un sistema di rotaie di brillamento per iniziare le detonazioni delle cariche di vincolo in file alterne di tubi della serie ordinata; e

Fig. 12 è una vista in prospettiva e parte in sezione trasversale di un tappo di inserzione in file alterne di fori quando si usa il sistema di rotaie di brillamento di Fig. 11.

Come illustrato in Fig. 1 in una vista in prospettiva e in sezione trasversale, una piastra tubiera 10 presenta una pluralità di fori circolarmente cilindrici 11 disposti in una distribuzione rettangolare di serie ordinate lineari e parallele. Nella conformazione interna i fori 11 sono uniformi tra loro. Ogni due fori adiacenti 11, sia nella stessa serie ordinata lineare che in serie ordinate adiacenti sono separati tra loro da una porzione della piastra tubiera 10, denominata "legamento" 12.

Secondo la presente invenzione i tubi di metallo sono posizionati in fori corrispondenti 11 per un vincolo cinetico a porzioni di superficie dei fori 11 mediante cariche esplosive di vincolo. Una caratteristica della presente invenzione è che il legamento 12 tra due fori adiacenti qualsiasi 11 può essere molto più piccolo del diametro degli stessi fori 11, per cui è possibile vincolare alla piastra tubiera 10 un insieme relativamente denso di tubi. Mentre la presente invenzione non dipende dai tipi di metallo di cui sono fabbricati i tubi e la piastra tubiera 10, è da tener presente che la tecnica di vincolo cinetico della presente invenzione può essere usata dove la piastra tubiera 10 ed i tubi sono fatti di metalli dissimili. D'altra parte, le tecniche convenzionali di saldatura non sono generalmente adatte per vincolare metalli dissimili dei tipi tipicamente usati, per esempio nei condensatori di vapore. Nelle prove della

invenzione i tubi sono stati abitualmente vincolati a piastre tubiere, in cui la larghezza minima del legamento tra fori adiacenti era stretta quanto attualmente consentito dalla pratica normale di progettazione dei condensatori di vapore, ossia nei casi in cui la distanza minima tra i centri di tubi adiacenti era di 1,2 volte il diametro esterno dei tubi posizionati nei tubi adiacenti.

Ogni foro 11 è dimensionato in modo da prevedere una intercapedine anulare, denominata "distanza di volo", in prossimità di una faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 tra una porzione di superficie esterna del tubo posizionato nella stessa e la superficie del foro circostante 11. In prossimità di o della faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 ciascun foro 11 è di diametro ridotto per ottenere un accoppiamento con gioco tra la superficie esterna del tubo e la superficie del foro circostante 11. Il foro 11 presenta una regione gradualmente rastremata tra la regione relativamente ampia adiacente alla faccia frontale 13 (ossia la regione di volo) e la regione relativamente stretta adiacente alla faccia posteriore 14 (ossia la regione ad accoppiamento con gioco) della piastra tubiera 10.

Una pluralità di pacchi esplosivi 20 è prevista per la inserzione in tubi corrispondenti posizionati in fori corrispondenti 11, come rappresentata nella vista in pianta di Fig. 2. I singoli pacchi esplosivi 20 di una applicazione particolare sono generalmente in funzione l'uno dell'altro e possono essere fabbricati in dimensioni standardizzate per applicazioni standardizzate. Ogni pacco esplosivo 20 ~~mis~~ comprende una carica di vincolo contenuta in un contenitore

di plastica a perdere, che è conformato per posizionare la carica di vincolo nel tubo adiacente alla faccia frontale 19 della piastra tubiera 10.

Come rappresentato nella vista in sezione ad angolo di Fig. 3, il contenitore di plastica del pacco esplosivo 20 comprende una struttura a tazza 21 conformata per formare un ricettacolo della carica di vincolo ed una struttura a collettore 22 conformata per sagomare la carica di vincolo. Una caratteristica della presente invenzione è che la carica di vincolo comprende materiale esplosivo sostanzialmente puro e non necessita di nessun agente vincolante non esplosivo per mantenere il materiale esplosivo nella forma appropriata per ottenere l'effetto di vincolo desiderato quanto la carica di vincolo è fatta detonare.

La struttura a collettore 22 di ogni pacco esplosivo 20 ha una coppia di bracci 23 che si estendono in alto per afferrare una rotaia di brillamento 24, che supporta una carica lineare 25 che detona nel senso della sua lunghezza progressivamente con il tempo. La carica lineare 25 di ogni rotaia di brillamento 24 è impiegata per iniziare le detonazioni delle cariche di vincolo nei vari pacchi esplosivi 20 nei tubi corrispondenti posizionati in una serie ordinata lineare particolare di fori 11. In ogni serie ordinata lineare di tubi vi è una rotaia di brillamento 24 per i pacchi esplosivi 20 ed ogni rotaia di brillamento 24 è fissata mediante le coppie di bracci 23 a tutti i pacchi esplosivi 20 di tale serie ordinata lineare particolare. Vi è una pluralità di rotaie di brillamento 24 in dipendenza del numero

delle serie ordinate lineari di fori 11 e le detonazioni delle cariche lineari 25 delle varie rotaie di brillamento 24 sono iniziate in sequenza dalla detonazione di una carica di iniziazione lineare 26 supportata da una rotaia di iniziazione 27. Come rappresentato in Fig. 1, la rotaia di iniziazione 27 passa per ed è fissata ad ognuna delle rotaie di brillamento 24. La detonazione della carica di iniziazione lineare 26 può essere effettuata da mezzi convenzionali, come una calotta di brillamento, quando si deve cominciare il processo di vincolo cinetico.

In Fig. 3 un tubo di metallo 30 è rappresentato posizionato nel foro 11, in modo che una estremità superiore del tubo 30 risulta leggermente fuori filo rispetto alla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. In prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 il foro è di diametro relativamente grande per dar luogo ad una distanza di volo tra la superficie esterna del tubo e la superficie circostante del foro 11. Adiacente alla faccia posteriore 14 (nota inoltre come la faccia "sul lato di vapore) della piastra tubiera 10, il foro 11 è di diametro ridotto per ottenere un accoppiamento con gioco tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie circostante del foro 11. Tra la regione della distanza di volo relativamente ampia adiacente alla faccia frontale 13 e la regione con accoppiamento con gioco adiacente alla faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 vi è una regione intermedia gradualmente rastremata del foro 11. L'accoppiamento con gioco tra il tubo 30 e il foro 11 adiacente alla faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 facilita l'allineamento

laterale e concentrato del tubo 30 nel foro 11.

In Fig. 3 il contenitore di plastica del pacco esplosivo 20 è indicato per alloggiare una carica di vincolo 31, la quale è posizionata nel tubo 30 adiacente alla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. In seguito a detonazione la carica di vincolo 31 fa si che una porzione del tubo 30 adiacente alla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 si dilati lateralmente all'esterno per la distanza di volo amulare e vada ad urtare la superficie del foro 11 con energia cinetica sufficiente a saldare la superficie esterna del tubo 30 alla superficie del foro 11 adiacente alla faccia frontale 13. La carica di vincolo 31 è sagomata dalla struttura a tazza 21 e dalla struttura a collettore 22, per cui le forze risultanti dalla detonazione della carica di vincolo 31 fanno sì che il vincolo saldato tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie circostante del foro 11 sia più robusto nella immediata prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10.

Il posizionamento fuori filo della estremità del tubo 30 e la rastremazione del foro 11 danno luogo ad una apertura di forma leggermente a campana del tubo 30 dopo il vincolo dello stesso tubo 30 alla piastra tubiera 10. L'accoppiamento con gioco tra il tubo 30 e il foro 11 adiacente alla faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 realizza una interfaccia di superficie di supporto tra il tubo 30 e il foro 11. Questa superficie di supporto protegge il vincolo da sollecitazioni di flessione che sono atte a svilupparsi quando la piastra tubiera 10, con i tubi 30 ad essa vincolati, è successivamente

sottoposta all'ambiente di funzionamento per esempio di un condensatore di vapore. La superficie di supporto adiacente alla faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 serve inoltre a rifurre al minimo il rigonfiamento del tubo 30 all'esterno del foro 11 per effetto della detonazione della carica di vincolo 31.

Il contenitore di plastica del pacco esplosivo 20 è fatto di un materiale stampabile che produce vapori non tossici quando la carica di vincolo 31 è fatta detonare. Per il contenitore un materiale particolarmente adatto è polipropilene, che è translucido e permette una ispezione visiva della carica di vincolo 31. La carica di vincolo 31 è un esplosivo secondario che è stabile e relativamente sicuro da detonazione accidentale. Per la carica di vincolo 31 un materiale particolarmente adatto è polvere di nitroguanidina. La quantità e la densità della polvere di nitroguanidina impiegata devono essere scelte in modo da adattarsi alle dimensioni e alle conformazioni della piastra tubiera 10, dei fori 11 e dei tubi 30.

La struttura a tazza 21 del contenitore della carica di vincolo 31 presenta una porzione cava circolarmente cilindrica 32, che è dimensionata per poter essere inserita nel tubo 30. Una estremità inferiore della porzione cilindrica cava 32 ha un orlo 33, che si estende lateralmente all'esterno e appoggia contro la superficie interna del tubo 30 quando la porzione cilindrica cava 32 viene inserita nello stesso tubo 30. Una pluralità di cave ad estensione longitudinale 34 (per esempio quattro cave disposte simmetricamente) sono previste in corrispondenza della estremità inferiore della

porzione cilindrica cava 32 per accogliere la flessione della estremità inferiore della stessa porzione cilindrica cava 32 all'atto in cui il pacco esplosivo 20 viene inserito nel tubo 30. Nella vista in sezione ad angolo di Fig. 3, come indicato dalle frecce in Fig. 2, sono rappresentate due cave 34 del genere. La flessione all'interno della estremità inferiore fessurata della porzione cilindrica cava 32 permette all'orlo 33 di realizzare un contatto elastico con la superficie interna del tubo 30, per cui possono essere adattate le tolleranze di fabbricazione del tubo 30.

La struttura a tazza 21 presenta inoltre una porzione di chiusura 35 che si estende trasversalmente attraverso la porzione cilindrica cava 32. La porzione di chiusura 35 e la porzione cilindrica cava 32 formano una regione di ricettacolo in cui viene ricevuta la carica di vincolo 31. Una estremità superiore della porzione cilindrica cava 32 presenta una porzione a flangia 36, che si estende lateralmente allo esterno oltre il diametro del foro 11 in corrispondenza della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. Alla porzione a flangia 36 è connesso uno spazio 37, che è esagonalmente cilindrico e generalmente coassiale rispetto alla porzione cilindrica cava 32. Una estremità inferiore dello spazio o distanziatore 37 fa battuta contro la faccia frontale 13 della piastra tubiera 10, limitando con ciò la estensione alla quale il pacco esplosivo 20 può essere inserito nel tubo 30.

La porzione a distanziatore 37 della struttura a tazza 21 serve a posizionare la carica di vincolo 31 nel tubo 30 ad una profondità

appropriata per rendere il vincolo tra il tubo 30 e la superficie del foro 11 più robusto in corrispondenza della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. La profondità alla quale la carica di vincolo 31 viene inserita nel tubo 30 rappresenta inoltre un fattore nella determinazione della estensione del rigonfiamento del tubo 30 immediatamente all'esterno del foro 11 in prossimità della faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 in conseguenza della detonazione della carica di vincolo 31. Un leggero rigonfiamento della faccia posteriore serve a ricalcare il tubo 30 al foro 11 in corrispondenza della faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 ed impedisce con ciò la formazione di fessure sul lato di vapore di un condensatore di vapore.

Come si può potare in Figg. 1 e 2, la conformazione esagonale delle porzioni a distanziatore 37 delle varie strutture a tazza 21 consente alle porzioni a distanziatore adiacenti 37 di inserirsi tra loro sulla faccia frontale 13 della piastra tubiera 10, con ciò formando nell'insieme una copertura di protezione dell'intera faccia frontale 13 durante il processo di vincolo esplosivo. Come si nota in Fig. 1, le cave 38 sono previste su due pareti contrapposte di ciascuna porzione a distanziatore a conformazione esagonale 37. Le cave 38 accolgono il posizionamento della specifica rotaia di brillamento 24, in modo che la carica lineare 25 sulla parte sottostante della rotaia di brillamento 24 può dare inizio alle detonazioni delle cariche di vincolo 31 nella particolare serie ordinata lineare di pacchi esplosivi 20 fissati alla particolare rotaia di

brillamento 24.

La struttura a collettore 22 del contenitore della carica di vincolo 31 presenta una porzione di parete esterna circolarmente cilindrica 41, che è dimensionato per poter essere inserita in un accoppiamento con gioco nella porzione cilindrica cava 32 della struttura a tazza 21. Una porzione a flangia 42 della struttura a collettore 22 si estende lateralmente all'esterno dalla porzione di parete cilindrica esterna 41 oltre il diametro della porzione cilindrica cava 32 della struttura a tazza 21, e sormonta la porzione a flangia 36 della stessa struttura a tazza 21. La struttura a collettore 22 presenta inoltre una porzione cava interna circolarmente cilindrica 43, che definisce una regione allungata nella quale è contenuta una carica esplosiva di trasferimento 44.

La regione allungata della struttura a collettore 22 è in comunicazione con la regione a ricettacolo della struttura a tazza 21, per cui la carica di trasferimento 44 è a contatto con la carica di vincolo 31. Di preferenza la carica di trasferimento 44 si estende in basso dalla regione allungata della struttura a collettore attraverso la regione a ricettacolo della struttura a tazza 21 alla porzione di chiusura 35 della stessa struttura a tazza 21. In questo modo viene estesa al massimo l'area di contatto di interfaccia tra la carica di trasferimento 44 e la carica di vincolo 31. La carica di trasferimento 44 è usata per iniziare la detonazione della carica di vincolo 31 ed è di preferenza un miscuglio di tetranitrito di pentacritritolo (PETN) e di un elastomero, per esempio il prodotto esplosivo posto

in commercio dalla E.I. du Pont de Nemours & Company con il marchio di fabbrica Detasheet.

Una estremità superiore della porzione cilindrica cava interna 43 della struttura a collettore 22 è conformata internamente in modo da definire una regione nella quale è ricevuta la carica esplosiva di brillamento 45. La regione della carica di brillamento è in comunicazione con la regione allungata nella quale è ricevuta la carica di trasferimento 44, per cui la carica di brillamento 45 è a contatto con la carica di trasferimento 44. La carica di brillamento 45 viene usata per dare inizio alla detonazione della carica di trasferimento 44 ed è preferibilmente costituita da una pasticca di tetranitrato di pentaeritritolo sostanzialmente puro (PETN). La carica di brillamento 45 è fatta detonare più facilmente della carica di trasferimento 44 e serve a facilitare un cambiamento di 90 gradi nella direzione di propagazione della detonazione che progredisce temporalmente dalla carica lineare 25 alla carica di trasferimento 44. Una sottile lamiera di copertura 46, dello spessore di circa 3 millesimi, è fissata alla estremità superiore della porzione cilindrica cava interna 43 della struttura a collettore 22 per proteggere la carica di brillamento 45 dalla polvere e dalla umidità. La lastra di copertura 46 può essere fatta di carta oppure di lamiera metallica oppure di un materiale plastico trasparente.

Il polipropilene, che è il materiale preferito per la struttura a tazza 21 e per la struttura a collettore 22, è un materiale translucento, attraverso il quale è possibile vedere la carica di vincolo

- 30 -

31, la carica di trasferimento 44 e la carica di brillamento 45. La nitroguanidina usata per la carica di vincolo 31 è ordinariamente di colore biancastro e la carica di trasferimento Detasheet 44 è ordinariamente di coloro nero verdastro. Alla pasticca della carica di brillamento 45 può essere dato un colore desiderato (per esempio rosso) per produrre un constrato visivo con la carica di trasferimento 44. La natura translucida del polipropilene dà una garanzia visiva di controllo della qualità che le cariche esplosive siano adeguatamente a posto in ciascun pacco esplosivo 20.

Una porzione di fondo 47 della struttura a collettore 22 si estende dalla porzione cilindrica cava interna 43 alla porzione di parete cilindrica cava esterna 41 della struttura a collettore 22 e sormonta la carica di vincolo 31 ricevuta nella porzione a ricettacolo della struttura a tazza 21. Quando la struttura a collettore 22 è inserita nella struttura a tazza 21, la porzione di fondo 47 della struttura a collettore 22 assume l'orientamento di un tronco di cono capovolto. La porzione di fondo 47 comprime la carica di vincolo 31 e fa assumere alla stessa una distribuzione assialmente simmetrica nella struttura a tazza 21 nella prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10.

I bracci 23 che afferrano la rotaia di brillamento 24 si estendono in alto dalla porzione di fondo 47 della struttura a collettore 22 in senso generalmente parallelo rispettivamente sia alla porzione cilindrica cava interna 43 che a quella esterna 41. Quando la regione a ricettacolo della struttura a tazza 21 è stata riempita della

- 31 -

quantità appropriata di polvere della carica di vincolo e la struttura a collettore 22 è stata riempita della carica di trasferimento 44 e della carica di brillamento 45 la stessa struttura a collettore 22 viene unita alla struttura a tazza 21 per termosaldatura della porzione a flangia 42 alla porzione a flangia 36.

Nella vista esplosa di Fig. 4 sono rappresentate in prospettiva le caratteristiche dettagliate della struttura a tazza 21 e della struttura a collettore 22. Il fissaggio della rotaia di brillamento 24 al pacco esplosivo 20 viene effettuato inserendo la stessa rotaia di brillamento 24 tra i due bracci 23, in modo che i denti d'arresto 48 presenti sulle estremità distali dei bracci 23 scattano su porzioni a listello 49 presenti sulla rotaia di brillamento 24. Quando la rotaia di brillamento 24 è bloccata in posizione dai denti d'arresto 48, la carica lineare 25 sulla parte sottostante della rotaia di brillamento 24 è posizionata per detonare la carica di brillamento 45 nella estremità superiore della porzione cilindrica cava interna 43 della struttura a collettore 22.

Come la detonazione della carica lineare 25 su una particolare rotaia di brillamento 24 progredisce nel tempo, le singole cariche di brillamento 45 nella serie ordinata lineare di pacchi esplosivi 20 fissati a tale particolare rotaia di brillamento 24 sono fatte detonare in sequenza. Quando la detonazione della carica lineare 25 perviene alla carica di brillamento 45 di un dato pacco esplosivo 20, tale carica di brillamento 45 è fatta detonare, il che dà inizio alla detonazione della carica di trasferimento 44, che a sua volta

dà inizio alla detonazione della carica di vincolo 31 del dato pacco esplosivo 20. Poiché le singole cariche di brillamento 45 dei vari pacchi esplosivi 20 di una particolare serie ordinata lineare sono fatte detonare in tempi diversi, sono precluse le detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti 30 della stessa serie ordinata lineare.

Come rappresentato in Fig. 4, la carica lineare 25 è montata in un incavo ad estensione longitudinale presente sulla parte sottostante della rotaia di brillamento 24. Allo scopo di iniziare le detonazioni di una pluralità di rotaie di brillamento 24, un incavo 50 è previsto sulla faccia superiore di ogni rotaia di brillamento 24 per ricevere la rotaia di iniziazione 27. La superficie superiore di ogni rotaia di brillamento 24 adiacente all'incavo 50 è conformata con denti d'arresto 51, che consentono alla rotaia di iniziazione 27 di essere portata a scatto in posizione su ognuna delle rotaie di brillamento 24. Un foro 52 che passa per ogni rotaia di brillamento 24 è previsto nell'incavo 50 e in questo foro 52 è inserita una pasticca 53 di carica esplosiva di trasferimento. La pasticca 53 della carica di trasferimento è preferibilmente fatta di tetraniitratato di pentaeritritolo (PETN) sostanzialmente puro e serve a facilitare il cambiamento di direzione della propagazione della detonazione che progredisce temporalmente dalla carica di iniziazione lineare 26 alla carica lineare 25.

Nella forma di realizzazione preferita una sottile guadrapa di copertura 54 (per esempio una guadrapa di carta, di lamina

metallica o di plastica trasparente) è fissata alla rotaia di brillamento 24 sulla pastica di carica di trasferimento 53 per proteggere la stessa pasticca 53 dalla polvere e/o dalla umidità. Similmente, una striscia sottile di copertura 55, per esempio una striscia di carta o di lamina metallica, è fissata alla parte sottostante della rotaia di brillamento 24 sulla carica lineare 25 nella forma di realizzazione preferita allo scopo di proteggere la stessa carica lineare 25 dalla polvere e/o dalla umidità. La gualdrappa di copertura 54 e la striscia di copertura 55 sulla rotaia di brillamento 24, nonchè la lastra di copertura 46 sulla carica di brillamento 45 nel pacco esplosivo 20, sono abbastanza sottili (per esempio circa tre millesimi) da essere distrutte quando le cariche lineari 26 e 25 sono fatte detonare nella loro prossimità e di conseguenza non interrompono il progredire delle detonazioni delle cariche lineari lungo le rotaie 27 e 24.

Quando la rotaia di iniziazione 27 è bloccata in posizione sulle varie rotaie di brillamento 24, come illustrato in Fig. 5, la carica di iniziazione lineare 26 supportata dalla rotaia di iniziazione 27 è posizionata in modo da trovarsi sulle lastre di copertura 54 che proteggono le pasticche di carica di trasferimento 53 nei fori 52 delle rotaie di brillamento 24. Di preferenza, una striscia sottile di copertura 56 (per esempio una striscia di carta, di lamina metallica o di plastica trasparente) è fissata alla parte sottostante della rotaia di iniziazione 27 sulla carica di iniziazione lineare 26 per proteggere la carica di iniziazione lineare 26 dalla polvere

e/o dalla umidità. Le varie cariche lineari 25 e la carica di iniziazione lineare 26 consistono di un esplosivo secondario stabile, come tetranitrato di pentaeritritolo (PETN) mescolato con un elastomero. Il summenzionato esplosivo Detasheet è adatto per le cariche lineari 25 e 26.

E' importante che la detonazione della carica di vincolo 31 proceda ad un ritmo tale che il tubo 30 vada a colpire la superficie del foro 11 della piastra tubiera ad una velocità subsonica. Se la detonazione della carica di vincolo 31 dovesse procedere tanto rapidamente da determinare una onda d'urto supersonica, il legame o vincolo risultante tra la piastra tubiera 10 e il tubo 30 sarebbe esposto ad effetti di delaminazione prodotti da onde d'urto riflesse. Per via sperimentale è stato trovato che la nitroguanidina di densità controllata una volta fatta detonare produce una onda di pressione subsonica, che forma un vincolo ottimale tra la piastra tubiera 10 ed il tubo 30. La polvere di nitroguanidina è particolarmente adatta per la carica di vincolo 31 in quanto, oltre alla sua stabilità chimica inherente può essere compressa e misurata in modo preciso per ottenere la densità desiderata per la velocità di detonazione ottimale nella applicazione particolare.

Fig. 6 è una illustrazione schematica della onda di pressione risultante dalla detonazione della carica di vincolo 31 all'interno del tubo 30 in prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10. La onda di pressione determina la dilatazione in senso laterale all'esterno del tubo 30 in modo da andare a colpire la

superficie del foro 11 con energia cinetica sufficiente da risultare vincolato a tale superficie del foro 11. In corrispondenza della interfaccia tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie del foro 11 si ha una formazione di lega metallurgica. Subito sotto la faccia posteriore 14 della piastra tubiera 10 si ha un leggero rigonfiamento del tubo 30. La estensione del rigonfiamento del tubo è ridotta al minimo dalla area di appoggio relativamente grande tra lo stesso tubo 30 e il foro 11 adiacente alla faccia posteriore della piastra tubiera 10 prima della detonazione della carica di vincolo 31. Il leggero rigonfiamento del tubo 30 che si verifica in effetti è desiderabile per la produzione di un contatto ricalcato tra il tubo 30 e la piastra tubiera 10 adiacente alla faccia posteriore 14 della stessa piastra tubiera 10.

In Figg. 7 e 8 sono rispettivamente rappresentate delle viste parziali in scala ingrandita del tubo 30 e del foro 11 nella piastra tubiera 10 prima e dopo la detonazione della carica di vincolo 31. Come rappresentato schematicamente in Fig. 7, l'onda di pressione risultante dalla detonazione della carica di vincolo 31 fa muovere la estremità del tubo 30 lateralmente all'esterno verso la superficie del foro 11. Come rappresentato in Fig. 8, l'effetto lega prodotto in seguito all'impatto tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie del foro 11 deriva dalla interpenetrazione cristallografica di materiale dalla piastra tubiera 10 nel materiale del foro 11. L'effetto lega è indicato nel disegno dalla penetrazione reciproca delle linee di tratteggio di sezione trasversale del

tubo 30 e della piastra tubiera 10.

La penetrazione reciproca del materiale della piastra tubiera e del materiale del tubo avviene in un andamento generalmente sinusoidale con la ampiezza dell'onda sinusoidale che è una indicazione corr elativa della resistenza del vincolo tra il tubo 30 e la piastra tubiera 10. Secondo la presente invenzione la ampiezza dell'onda sinusoidale e quindi la resistenza del vincolo tra il tubo 30 e la piastra tubiera 10 è al suo massimo valore in prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10, come rappresentato schematicamente in Fig. 8. La verifica del fatto che il vincolo è più robusto o resistente in prossimità della faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 può essere ottenuta con analisi elettron-micropccopica di una sezione trasversale attraverso il vincolo.

La resistenza del vincolo prodotto tra il tubo 30 e la piastra tubiera 10 dipende tra l'altro dalla larghezza della distanza di volo tra la superficie esterna del tubo 30 e la superficie circolante del foro 11. Quando il legamento 12 tra fori adiacenti 11 è relativamente sottile, la detonazione della carica di vincolo 31 in un dato foro 11 tende a produrre una dilatazione all'esterno del foro 11 con conseguente movimento dei legamenti circostanti 12. Il movimento dei legamenti tra fori adiacenti 11 dovuto a mancanza di similitudine delle detonazioni delle cariche di vincolo in fori adiacenti 11 ha un effetto notevole sulla resistenza del vincolo, in quanto il movimento dei legamenti si traduce in una riduzione della distanza di volo in fori adiacenti 11.

Un segmento di una piastra tubiera 10 a legamenti sottili è rappresentato in una vista in pianta in Fig. 9, in cui la larghezza d di ogni legamento 12 è solo una frazione del diametro D di ogni foro 11. I fori particolari 11 indicati con le lettere di riferimento A e B in Fig. 9 rappresentano fori in cui cariche di vincolo sono detonate dalla stessa rotaia di brillamento, mentre il foro 11 indicato dalla lettera di riferimento C rappresenta fori adiacenti, in cui le cariche di vincolo sono detonate da un'altra rotaia di brillamento che si estende parallelamente alla rotaia di brillamento associata ai fori A e B. In particolare le detonazioni simultanee delle cariche di vincolo non si verificano nei fori A e B in quanto un intervallo di tempo è inerentemente necessario per la detonazione che progridisce temporalmente della carica lineare sulla loro rotaia di brillamento in comune affinchè la stessa proceda dal foro A al foro B. Possono verificarsi detonazioni simultanee di cariche di vincolo nei fori A e C, oppure B e C, ma devono essere evitate a motivo degli effetti indesiderabili di sfaldamento dei legamenti. Tuttavia, se l'intervallo di tempo tra detonazioni di cariche di vincolo in fori adiacenti A e B, o fori A e C, o fori B e C, dovesse essere troppo lungo, la detonazione della carica di vincolo per esempio nel foro A farà muovere il legamento 12 in modo da invadere la distanza di volo dei fori adiacenti B e C.

Per via sperimentale è stato trovato che lo spessore di legamento minimo correntemente consentito dai criteri standard di progettazione dei condensatori di vapore, ossia per uno spessore di legamento minimo

pari a 1,2 volte il diametro esterno del tubo 30, un intervallo di tempo compreso tra 5 e 10 microsecondi esiste tra la generazione dell'onda di pressione dovuta alla detonazione della carica di vincolo 31 e l'inizio del movimento dei legamenti adiacenti 12. E' stato inoltre trovato che lo sfaldamento dei legamenti può essere evitato se tra le detonazioni delle cariche di vincolo in tubi adiacenti 30 avvengono con un intervallo di tempo maggiore di 2,5 microsecondi. Quindi, con riferimento a Fig. 9 se si può stabilire che la iniziazione della detonazione della carica di vincolo nel foro B avvenga entro una "finestra di tempo" compresa tra circa 2,5 e 5 microsecondi dopo l'inizio della detonazione della carica di vincolo nel foro A, è possibile impedire gli effetti avversi di sfaldamento di legamento e di invasione di distanza di volo per cariche di vincolo detonate dalla stessa carica lineare. Per gli stessi motivi, se è possibile stabilire che l'inizio della detonazione della carica di vincolo nel foro C avvenga entro una "finestra di tempo" compresa tra circa 2,5 e 5 microsecondi dopo l'inizio della detonazione della carica di vincolo nel foro A ed entro una "finestra di tempo" della stessa durata prima dell'inizio della detonazione della carica di vincolo nel foro B, si possono impedire gli effetti avversi di sfaldamento di legamento e di invasione di distanza di volo per cariche di vincolo fatte detonare da cariche lineari diverse su rotaie di brillamento adiacenti.

La sincronizzazione a tolleranze entro il microsecondo di detonazioni di cariche di vincolo in tubi adiacenti 30 dipende in larga

misura dal controllo di parametri fisici e chimici interessati nella fabbricazione dei vari organi e dei materiali esplosivi necessari per il processo di vincolo. Comunque, entro i limiti di tali tolleranze di fabbricazione è possibile escogitare un andamento temporale di brillamento per iniziare le detonazioni di cariche di vincolo nei tubi 30 posizionati nei vari fori 11 di una piastra tubiera 10 a legamenti sottili, in modo da ridurre al minimo gli effetti avversi di sfaldamento di legamenti e di invasione della distanza di volo. L'andamento preferito di brillamento delle cariche di vincolo può essere ottenuto a mezzo di una disposizione di complesso di brillamento come rappresentato in Fig. 10, in cui la rotaia di iniziazione 27 è rappresentata in una vista in pianta che incrocia ognuna delle diverse rotaie di brillamento 24 (indicate come prima, seconda, terza rotaia di brillamento e così via) ad un angolo di circa 60 gradi.

Come si nota in Fig. 1 e nella vista esplosa di Fig. 4, la carica di iniziazione lineare 26 sulla rotaia di iniziazione 27 è fatta detonare con mezzi convenzionali e la detonazione procede lungo la rotaia di iniziazione 27 nella direzione indicata dalle frecce di Fig. 10. In un punto rappresentato dalla lettera X sulla rotaia di iniziazione 27 la detonazione della carica di iniziazione lineare che si muove lungo la rotaia di iniziazione 27 perviene alla prima rotaia di brillamento e sulla stessa prima rotaia di brillamento inizia la detonazione della carica lineare 25. La detonazione che si muove lungo la rotaia di iniziazione 27 prosegue sulla stessa fino al

punto Y, in cui ha quindi inizio la detonazione della carica lineare 25 sulla seconda rotaia di brillamento. Nel frattempo la detonazione che è stata iniziata sulla prima rotaia di brillamento procede fino al punto  $X_1$ , dopo di che viene iniziata la detonazione della carica di vincolo 31 in un primo foro della serie ordinata lineare di fori associata alla prima rotaia di brillamento.

La detonazione che si muove lungo la rotaia di iniziazione 27 procede sulla stessa verso il punto Z, mentre la detonazione in movimento lungo la prima rotaia di brillamento procede verso il punto  $X_2$  e la detonazione che è stata iniziata sulla seconda rotaia di brillamento procede verso il punto  $Y_1$ . La distanza lineare tra i punti X e Y, Y e Z, X e  $X_1$ ,  $X_1$  e  $X_2$ , Y e  $Y_1$ , e così via è sostanzialmente uniforme, per cui le detonazioni che procedono lungo le varie rotaie di brillamento 24 danno inizio a detonazioni di cariche di vincolo in fori adiacenti 11 entro circa 5 microsecondi l'una dall'altra.

Con riferimento a Fig. 10, l'intervallo di tempo perchè la detonazione possa procedere lungo la prima rotaia di brillamento dal punto X al punto  $X_1$  è pressochè uguale all'intervallo di tempo perchè la detonazione possa procedere lungo la rotaia di iniziazione 27 dal punto X al punto Y. Tuttavia, la detonazione della carica di vincolo 31 nel foro 11 al punto  $X_1$  sulla prima rotaia di brillamento non avviene solitamente allo stesso tempo preciso dell'inizio della detonazione della carica lineare sulla seconda rotaia di brillamento in quanto un intervallo di tempo finito è necessario per il progredire temporale della detonazione della carica lineare nel punto  $X_1$  sulla

- 41 -

prima rotaia di brillamento in modo da cambiare orientamento di 90° allo scopo di dare inizio alla detonazione della carica di brillamento 45 nel pacco esplosivo 20 contenuto nel tubo 30 posizionato nel primo foro in corrispondenza del punto X<sub>1</sub>. Un ulteriore intervallo di tempo finito è necessario perchè la carica di brillamento 45 possa dare inizio alla detonazione della carica di trasferimento 44, mentre un ulteriore intervallo di tempo finito è necessario affinchè la carica di trasferimento 44 possa dare inizio alla detonazione della carica di vincolo 31.

Tornando a far riferimento a Fig. 10, la detonazione in movimento lungo la prima rotaia di brillamento dal punto X<sub>1</sub> al punto X<sub>2</sub> procede ad un ritmo tale che dà inizio alla detonazione della carica di vincolo 31 in un secondo foro in corrispondenza del punto X<sub>2</sub> sulla prima rotaia di brillamento pressochè (ma non precisamente) allo stesso tempo in cui la detonazione in movimento lungo la seconda rotaia di brillamento dal punto Y al punto Y<sub>1</sub> dà inizio alla detonazione della carica di vincolo 31 in un primo foro adiacente in corrispondenza del punto Y<sub>1</sub> sulla seconda rotaia di brillamento. In questo modo viene impedita la invasione sulla distanza di volo nell'uno e nell'altro di due fori adiacenti 11 mediante il legamento 12 compreso tra i due fori adiacenti 11. Con ciò le detonazioni di cariche di brillamento si manifestano distanziate entro una "finestra di tempo" che è abbastanza ristretta da impedire lo sfaldamento del legamento <sup>una</sup> abbastanza ampia da impedire la invasione della distanza di volo.

La "finestra di tempo" preferita per detonazioni di cariche di vincolo in fori adiacenti 11 è compresa tra 2,5 e 5 microsecondi.

Di solito non si verificano detonazioni simultanee di cariche di vincolo in fori adiacenti 11 associati a diverse rotaie di brillamento 24, per esempio nei fori in corrispondenza dei punti  $X_1$  e  $Y_1$ , o dei punti  $X_2$  e  $Y_1$ . Esiste un ritardo di tempo inerente nel cambio di direzione o di orientamento della detonazione che progredisce temporalmente della carica di iniziazione lineare dalla rotaia di iniziazione 27 ad ognuna delle rotaie di brillamento 24. Questo ritardo di tempo inerente dovuto al cambio di orientamento della detonazione della carica lineare, nonchè l'accumulo delle tolleranze di fabbricazione e le mancanze di omogeneità dei materiali esplosivi tendono ad impedire detonazioni simultanee di cariche di vincolo in fori adiacenti. Eventuali detonazioni simultanee di cariche di vincolo che possano verificarsi in fori adiacenti 11 si verificano solo a caso ed il verificarsi delle stesse può essere ridotto al minimo nella misura massima praticabile aumentando le norme di controllo di qualità circa le tolleranze delle apparecchiature e la purezza chimica dei materiali esplosivi.

In applicazioni di vincolo critiche, in cui non è possibile accettare la possibilità di verificarsi di sfaldamento dei legamenti e/o di invasione della distanza di volo, la presente invenzione può ciò nonostante essere impiegata vantaggiosamente per dare inizio alla detonazione di cariche di vincolo solo in serie ordinate lineari alterne di fori. Come si nota in Fig. 11, si possono inserire tappi 60

al posto di pacchi esplosivi 20 nei fori 44 di ogni serie ordinata lineare intercorrente. I tappi 60 nelle serie ordinate intercorrenti impediscono alle detonazioni di cariche di vincolo nelle serie ordinate alterne adiacenti dal determinare un movimento dei legamenti 12 in misura notevole tra serie ordinate intercorrenti e serie ordinate alterne.

Come rappresentato in Fig. 12, ogni tappo ha una conformazione generalmente cilindrica ed è dimensionato per poter essere inserito in un foro 11, così da vincolare la superficie del foro 11 contro la tendenza a muoversi in reazione alla detonazione di una carica di vincolo 31 in un foro adiacente. Di preferenza il tappo 60 presenta una porzione circolarmente cilindrica 61 fatta di gomma elastica dura ed una porzione superiore esagonalmente cilindrica 62 fatta preferibilmente di metallo. La porzione superiore 62 ha dimensioni laterali che si accoppiano con quelle della porzione a distanziatore 37 sul pacco esplosivo 20.

Le porzioni superiori 62 dei vari tappi 60 funzionano nell'insieme allo stesso modo delle porzioni a distanziatore 37 dei pacchi esplosivi 20 nel realizzare una copertura di protezione per la faccia frontale 13 della piastra tubiera 10 durante il processo di vincolo ad esplosivo. La porzione cilindrica in gomma 61 di ciascun tappo 60 presenta un foro assiale attraverso il quale viene ricevuto un bullone 63 che si estende verticalmente in alto da una piastra di base 64 di conformazione circolarmente cilindrica. La porzione superiore esagonale 62 di ciascun tappo 60 presenta similmente un foro assiale, attraverso

il quale viene ricevuto il bullone 63 in modo da intercalare la porzione cilindrica in gomma 61 tra la porzione superiore 62 e la piastra di base 64. Un dado 65 è montato sul bullone 63 sulla porzione superiore 62 per fissare la stessa porzione superiore 62 e la porzione cilindrica in gomma 61 alla piastra di base 64. Di preferenza, una rondella di metallo 66 è interposta tra il dado 65 e la porzione superiore 62. Dopo la inserzione del tappo 60 nel foro 11 si gira il dado 65 in modo da comprimere la porzione cilindrica in gomma 61 contro la superficie del foro 11. Dopo di che la porzione cilindrica compressa 61 si conforma alla conformatore interna del foro 11 e con ciò contrasta la eventuale invasione da parte del legamento 12 nel foro 11 per effetto della detonazione di una carica di vincolo in un foro adiacente.

Dopo la effettuazione del vincolo dei tubi 30 alla piastra tubiera 10 nelle serie ordinate alterne di fori 11, si tolgoano i tappi 60 nelle serie ordinate intercorrenti di fori 11, tappi che sono sostituiti da pacchi esplosivi 20. Tappi simili, le cui porzioni cilindriche in gomma hanno un diametro leggermente più piccolo per adattare lo spessore di parete dei tubi 30, possono essere poi inseriti nelle serie ordinate alterne di fori 11, in cui i tubi 30 sono stati vincolati. In questo modo, quando i pacchi esplosivi 20 nelle serie ordinate intercorrenti di fori 11 sono fatti successivamente detonare, il movimento dei legamenti può essere impedito e possono essere evitate le sollecitazioni sui vincoli formati in precedenza tra i tubi 30 e la piastra tubiera 10 nelle serie ordinate alterne di fori 11.

invenzione specifica

La presente invenzione è stata qui sopra descritta ~~da termini~~  
~~ad una~~ ~~una~~ forma di realizzazione particolare. Altre forme di realizza-  
zione funzionalmente equivalenti risulteranno ~~più~~ evidenti agli  
esperti di questo settore della tecnica dalla lettura della descri-  
zione di cui sopra e dagli annessi disegni ~~che~~ rientreranno ~~per altro~~  
~~entro~~ nell'ambito della invenzione. Pertanto, la descrizione di  
~~mentre la definizione legale dell'invenzione stessa è fornita in~~  
~~modo più generale dalle seguenti rivendicazioni e loro equivalenti.~~

#### RIVENDICAZIONI

1. Scambiatore di calore comprendente una pluralità di tubi di metallo ed una piastra tubiera di metallo, ciascun tubo essendo posizionato in un foro corrispondente di una pluralità di fori in detta piastra tubiera, una porzione di superficie esterna di detto tubo essendo unita ad una porzione di superficie circostante di detto foro corrispondente mediante un vincolo metallurgico, detto vincolo essendo più robusto in prossimità di una faccia frontale di detta piastra tubiera.

2. Metodo per vincolare una pluralità di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo, ciascun tubo essendo posizionato in un foro corrispondente di una pluralità di fori in detta piastra <sup>u</sup>tubiera, detto metodo comprendendo le fasi di: (a) inserire un pacco esplosivo corrispondente di una pluralità di pacchi esplosivi in ogni tubo, ogni pacco esplosivo contenendo una carica vincolante alloggiata in un contenitore, detto contenitore essendo conformato per posizionare

detta carica vincolante all'interno di detto tubo in prossimità di una faccia frontale di detta piastra tubiera, le forze che derivano dalla detonazione di detta carica vincolante determinando con ciò la formazione di un vincolo metallurgico tra una porzione di superficie esterna di detto tubo ed una porzione di superficie circostante di detto foro corrispondente; e (b) iniziare la detonazione di dette cariche vincolanti in detti pacchi esplosivi, con dette detonazioni della cariche vincolanti che avvengono in detta pluralità di tubi ~~da~~ secondo <sup>nel</sup> un andamento temporale che per la maggior parte di detti tubi preclude detonazioni simultanee di cariche vincolanti in tubi adiacenti.

3. Metodo come in 62, in cui la detonazione di dette cariche vincolanti in detti pacchi esplosivi è iniziata dalle fasi di:  
(a) fissare una prima rotaia di brillamento a pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in una prima serie ordinata di fori in detta piastra tubiera, una prima carica lineare esplosiva essendo fissata a detta prima rotaia di brillamento, detta prima carica lineare essendo posizionata da detta prima rotaia di brillamento per attivare mezzi atti ad iniziare detonazioni di cariche vincolanti nei pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in detta prima serie ordinata di fori, la attivazione di detti mezzi di iniziazione delle detonazioni delle cariche vincolanti nei tubi in detta prima serie ordinata di fori avvendo in successione man mano che la detonazione di detta prima carica lineare progredisce temporalmente lungo detta prima

carica lineare; e (b) fissare una seconda rotaia di brillamento a pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in una seconda serie ordinata di fori in detta piastra tubiera, una seconda carica lineare esplosiva essendo fissata a detta seconda rotaia di brillamento, detta seconda carica lineare essendo posizionata da detta seconda rotaia di brillamento per attivare mezzi atti ad iniziare detonazioni di cariche vincolanti nei pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in detta seconda serie ordinata di fori, la attivazione di detta detonazione delle cariche vincolanti o dei relativi mezzi di iniziazione nei tubi in detta seconda serie ordinata di fori avvenendo in successione man mano che la detonazione della detta seconda carica lineare progridisce temporalmente lungo detta seconda carica lineare.

4. Metodo come in 3, in cui le detonazioni di dette prima e ~~seconda~~ <sup>venga</sup> seconda carica lineare ~~sene~~ iniziate in tempi diversi.

5. Metodo come in 4, in cui le detonazioni di dette prima e ~~seconda~~ <sup>venga</sup> seconda carica lineare ~~sene~~ iniziate: (a) fissando una rotaia di iniziazione a detta prima e seconda rotaia di brillamento, una carica di iniziazione lineare esplosiva essendo fissata a detta rotaia di iniziazione, detta carica di iniziazione lineare essendo posizionata da detta rotaia di iniziazione per attivare mezzi atti ad iniziare in successione detonazioni di dette prima e seconda carica lineare man mano che la detonazione di detta carica di iniziazione lineare progridisce temporalmente lungo detta carica di iniziazione lineare; e (b) iniziazione della detonazione di detta carica di iniziazione lineare.

6. Sistema per vincolare una pluralità di tubi di metallo ad una piastra tubiera di metallo, ciascun tubo essendo posizionato in un foro corrispondente di una pluralità di fori in detta piastra tubiera, detto sistema di vincolo comprendendo: (a) una pluralità di pacchi esplosivi, ognuno di detti pacchi esplosivi essendo inseribile in un tubo corrispondente di detti tubi, ogni pacco esplosivo contenendo una carica di vincolo alloggiata in un contenitore, detto contenitore essendo conformato per posizionare detta carica di vincolo in detto tubo adiacente una faccia frontale di detta piastra tubiera, in modo che le forze risultanti dalla detonazione di detta carica di vincolo determinano la formazione di un vincolo metallurgico tra una porzione di superficie esterna di detto tubo e una porzione di superficie circostante di detto foro, detto contenitore contenendo inoltre mezzi per iniziare la detonazione di detta carica di vincolo; e (b) mezzi atti ad attivare detti mezzi di iniziazione della detonazione della carica di vincolo in ognuno di detti pacchi esplosivi, detti mezzi di attivazione determinando il verificarsi di detonazioni di cariche di vincolo in un andamento temporale che preclude detonazioni simultanee di cariche di vincolo in tubi adiacenti per la maggior parte dei tubi.

7. Sistema di vincolo come in 6, in cui detto contenitore comprende una struttura a tazza che riceve detta carica di vincolo e una struttura a colletore che contiene detti mezzi atti ad iniziare la detonazione di detta carica di vincolo, detta struttura a tazza avendo una porzione cilindrica cava dimensionata per essere inserita

in detto tubo e una porzione di chiusura che si estende attraverso detta porzione cilindrica per formare una regione a ricettacolo per detta carica di vincolo ed avendo inoltre una porzione a flangia che si estende all'esterno da detta porzione cilindrica e una porzione a distanziatore collegata a detta porzione a flangia, detta porzione a distanziatore facendo battuta contro detta faccia frontale di detta piastra tubiera quando detta porzione cilindrica è inserita in detto tubo, detta porzione a distanziatore posizionando con ciò detta porzione di chiusura rispetto a detta faccia frontale della piastra tubiera, in modo che detta carica di vincolo è posizionata adiacente a detta faccia frontale della piastra tubiera, con detta struttura a collettore che sormonta detta carica di vincolo e che è chiusa a tenuta su detta struttura a tazza.

8. Sistema di vincolo come in 6, in cui i mezzi atti ad iniziare detonazioni di cariche di vincolo in detti pacchi esplosivi comprendono una pluralità di rotaie di brillamento, una prima rotaia di brillamento essendo fissata a pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in una prima serie di fori nella piastra tubiera, una seconda rotaia di brillamento essendo fissata a pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati in una seconda serie di fori nella piastra tubiera, una prima carica lineare esplosiva essendo fissata alla prima rotaia di brillamento e una seconda carica lineare esplosiva essendo fissata alla seconda rotaia di brillamento, detta prima carica lineare essendo posizionata dalla prima rotaia di brillamento per iniziare detonazioni di cariche di vincolo nei pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati nella

prima serie di fori, detta seconda carica lineare essendo posizionata dalla seconda rotaia di brillamento per attivare mezzi atti ad iniziare detonazioni di scoperte di vincolo nei pacchi esplosivi inseriti in tubi posizionati nella seconda serie di fori, la attivazione dei mezzi di iniziazione delle detonazioni delle cariche di vincolo nei tubi in detta prima serie di fori avvenendo in successione man mano che la detonazione della prima carica lineare progredisce temporalmente lungo detta prima carica lineare, e la attivazione dei mezzi di iniziazione delle detonazioni delle cariche di vincolo nei tubi nella seconda serie di fori avvenendo in successione man mano che la detonazione della seconda carica lineare progredisce temporalmente lungo detta seconda carica lineare.

9. Apparecchio per vincolare una porzione di superficie esterna di un tubo di metallo ad una porzione di superficie circostante di un foro in una piastra tubiera di metallo, detto apparecchio comprendendo mezzi atti a posizionare una carica esplosiva di vincolo nel tubo, in modo che le forze derivanti dalla detonazione di detta carica di vincolo determinano la formazione di un vincolo metallurgico tra detta porzione di superficie esterna del tubo e detta porzione di superficie circostante di detto foro, il vincolo essendo più robusto in prossimità di una faccia frontale della piastra tubiera.

10. Apparecchio come in 9, in cui detti mezzi atti a posizionare detta carica di vincolo in detto tubo comprendono un contenitore di plastica, con detto contenitore che include una struttura a tazza avente: (a) una porzione cilindrica cava dimensionata per essere

inserita in detto tubo; (b) una porzione di chiusura che si estende attraverso detta porzione cilindrica per formare una regione a ricettacolo in detta porzione cilindrica, detta carica di vincolo essendo ricevuta in detta regione a ricettacolo; (a) una porzione a flangia che si estende all'esterno da detta porzione cilindrica; e (d) una porzione a distanziatore collegata a detta porzione a flangia, detta porzione a distanziatore facendo battuta contro la faccia frontale della piastra tubiera quando detta porzione cilindrica è inserita in detto tubo, detta porzione a distanziatore posizionando con ciò detta porzione di chiusura rispetto a detta faccia frontale della piastra tubiera, in modo che detta carica di vincolo è posizionata per rendere più robusto detto vincolo in prossimità di detta faccia frontale della piastra tubiera.

11. Apparecchio come in 10, in cui detto contenitore di plastica è fatto di polipropilene.

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.



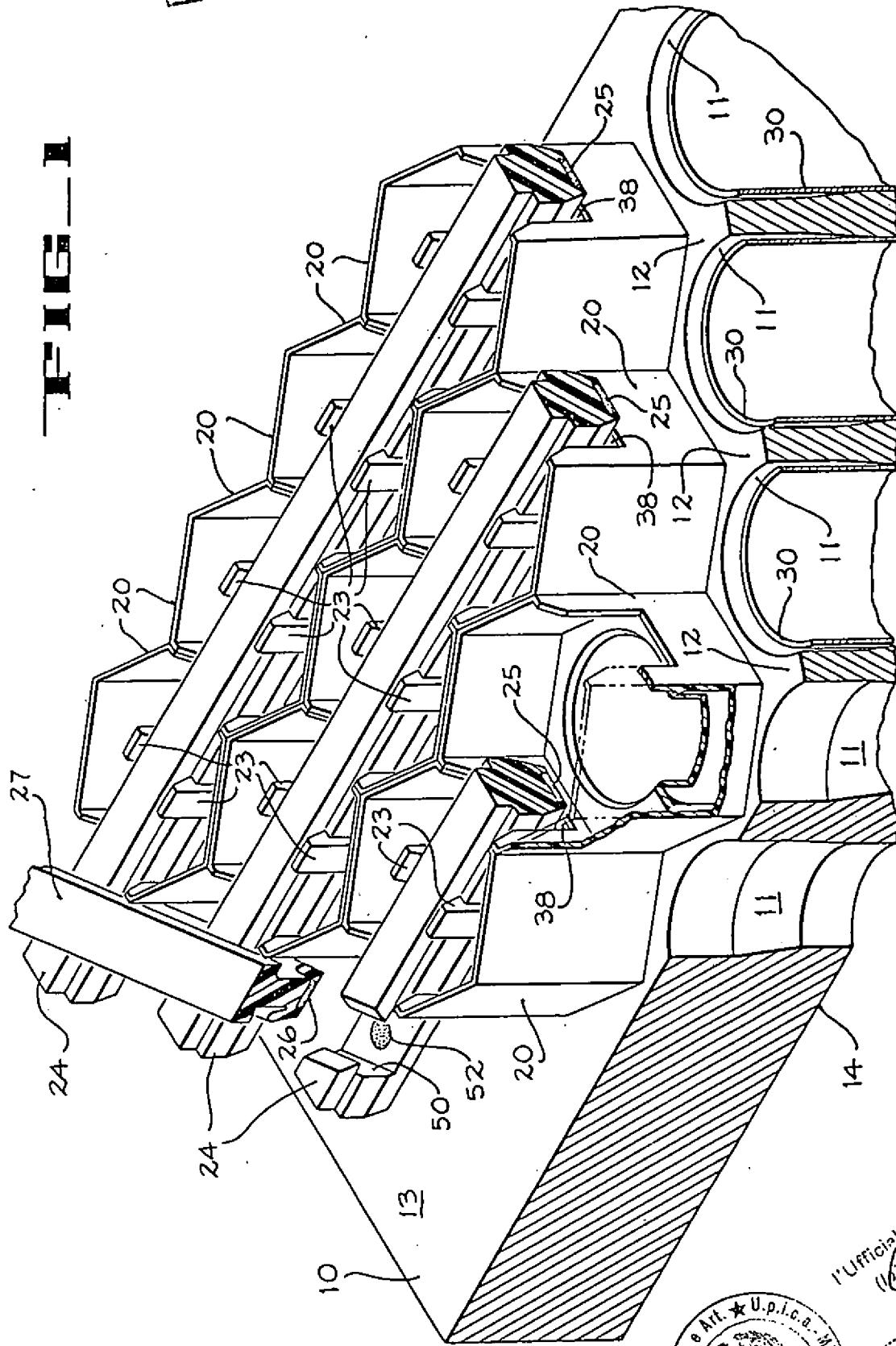
l'Ufficiale Registrante  
(Pietro Messineo)

CCPROMOZIONE COMUNICANDA  
ITALIANA 94855 A/82

FIG - I

COPIA DEFINITIVA

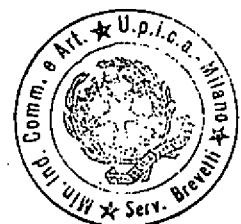
TAV. I



FUMERO-STUDIO CONSULENTI BREVETTI S.p.A.

J

I'Ufficiale Rogante  
(Willis Bushell)



TAB. II

COPIA DEFINITIVA

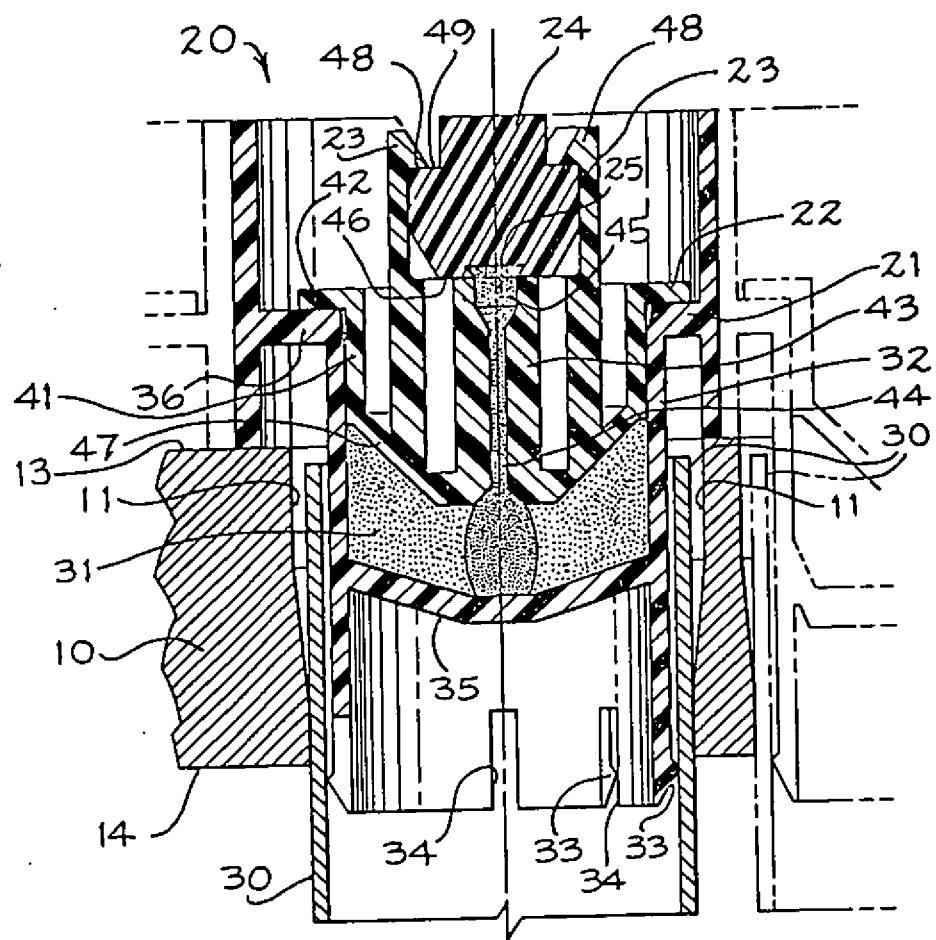
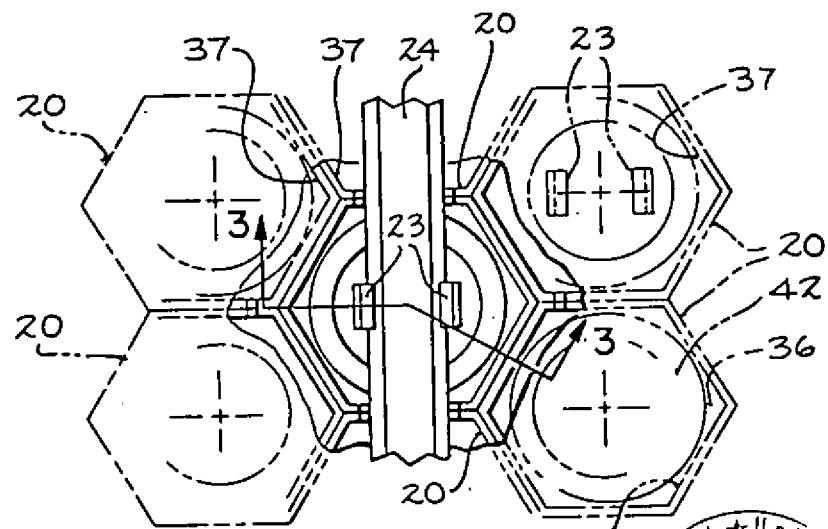


FIG. 3



**FIG. 2**



*(Ufficio  
Rogante  
Titolare  
Russo)*

FUMERO - STUDIO CONSULENZA psichiatri

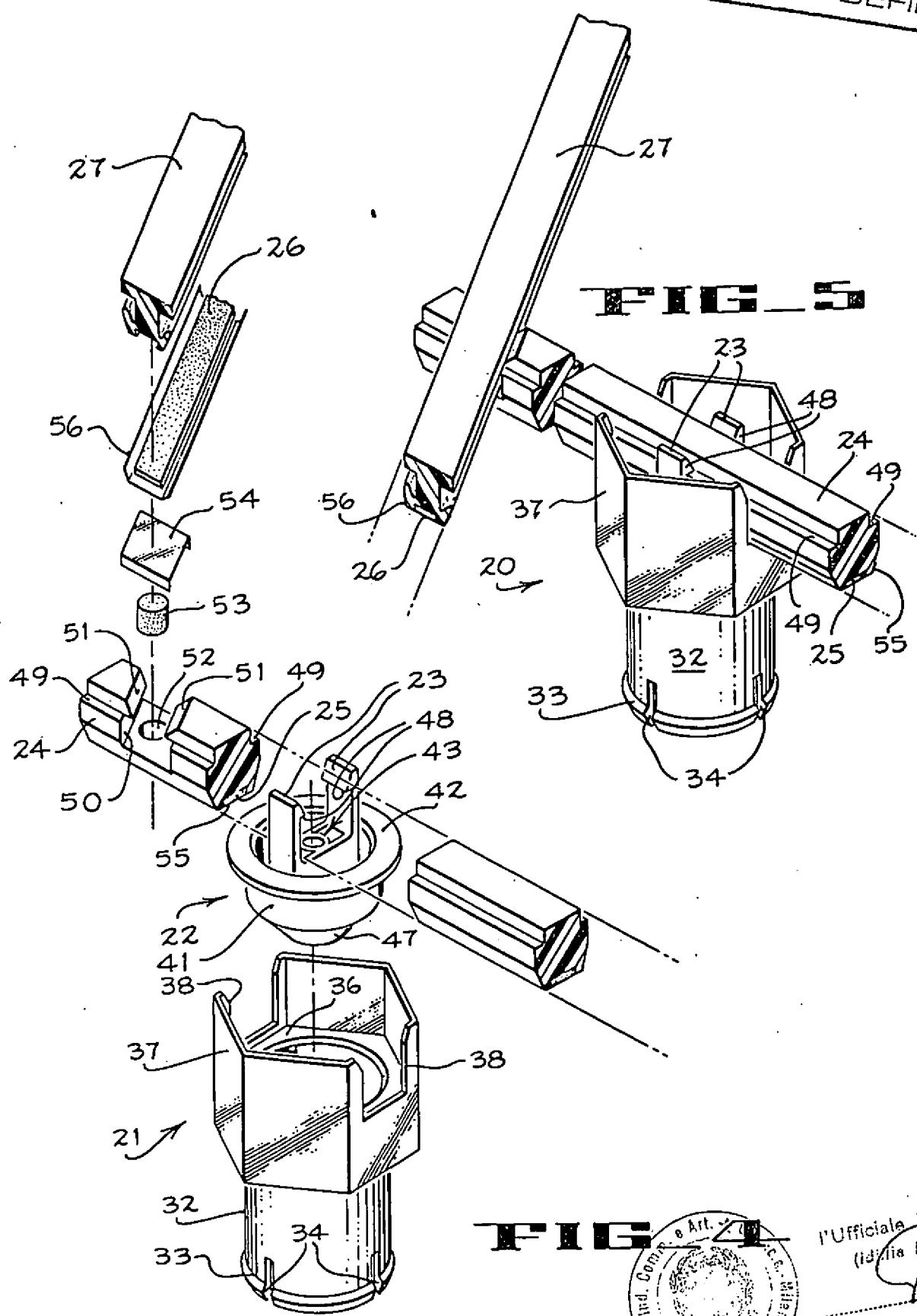
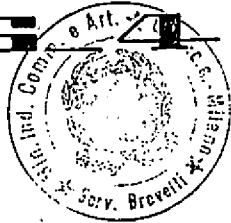


FIG.



I' Ufficiale D'oggi  
(di via Russo)  
Papaleo

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.

COPIA DEFINITIVA

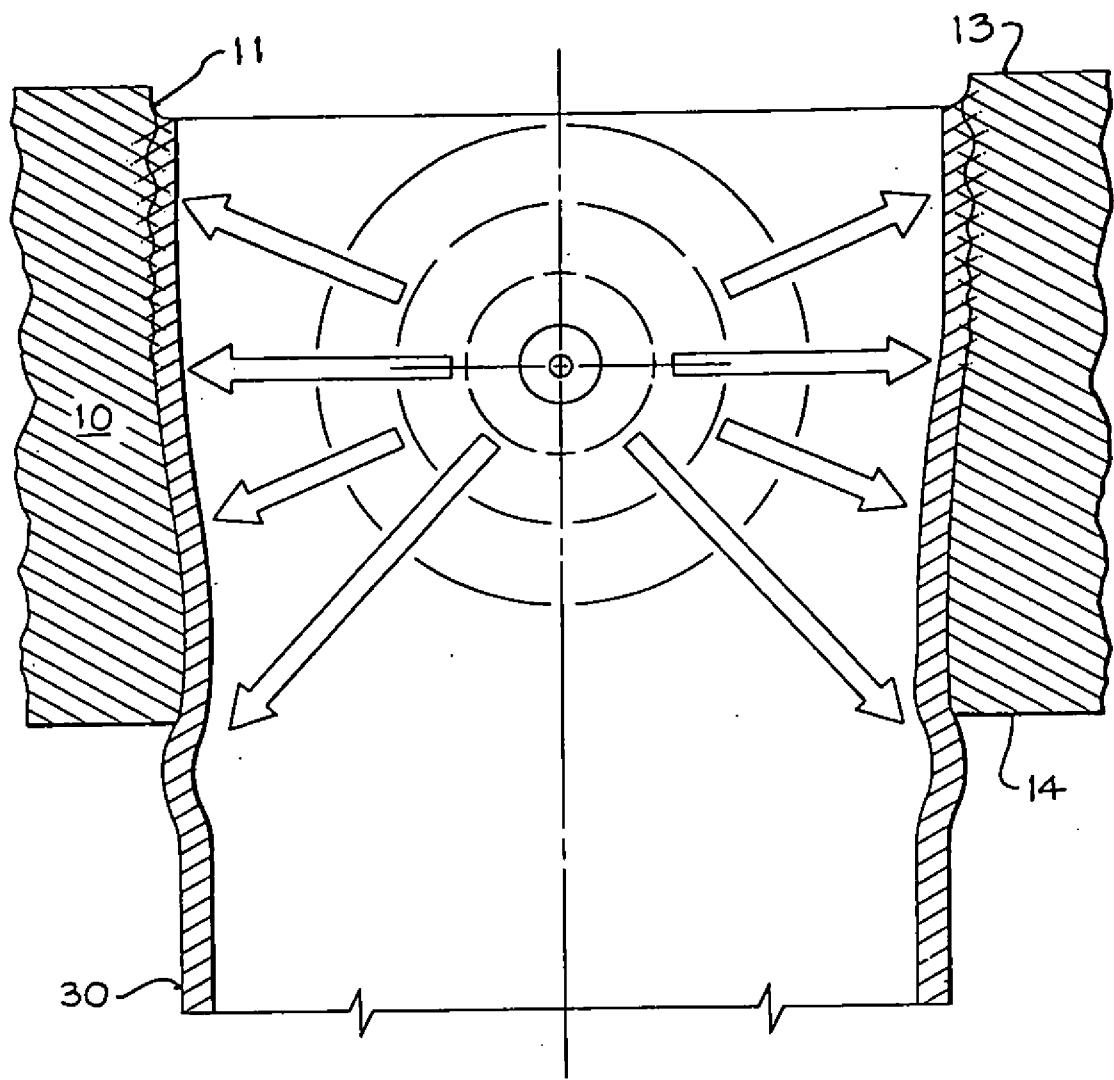
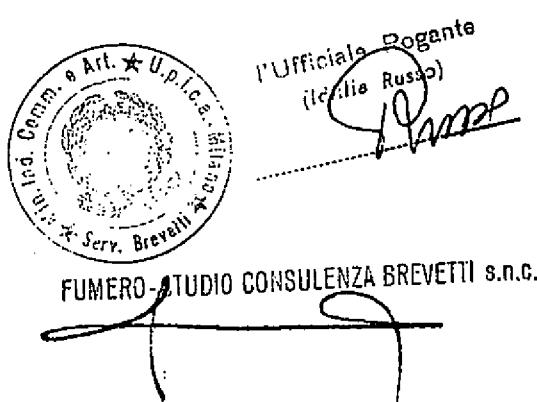


FIG. 6



COPIA DEFINITIVA

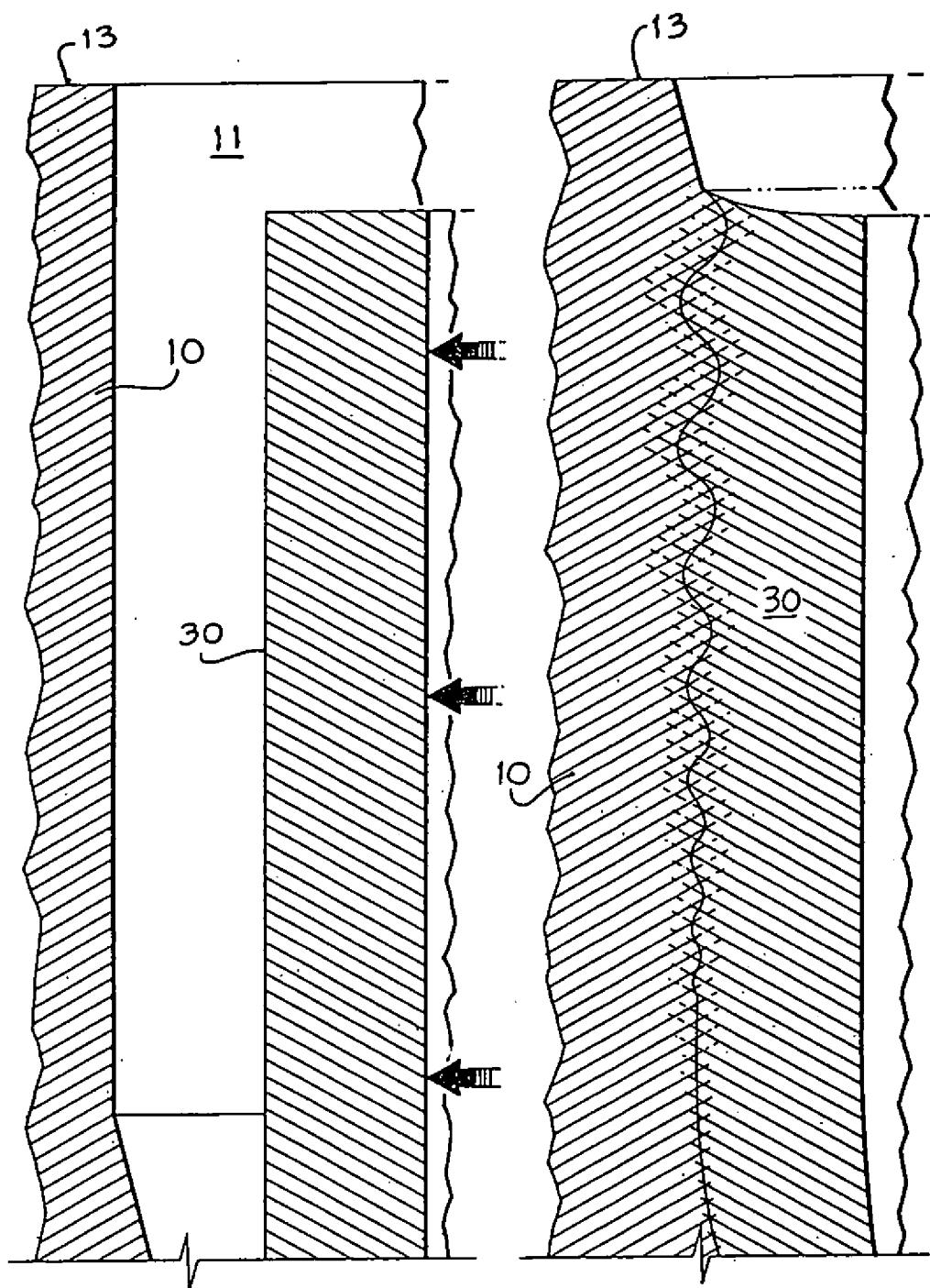


FIG. 7

FIG. 8



L'Ufficio Rogante  
(Nome e Cognome)  
[Signature]

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.

[Signature]

COPIA DEFINITIVA

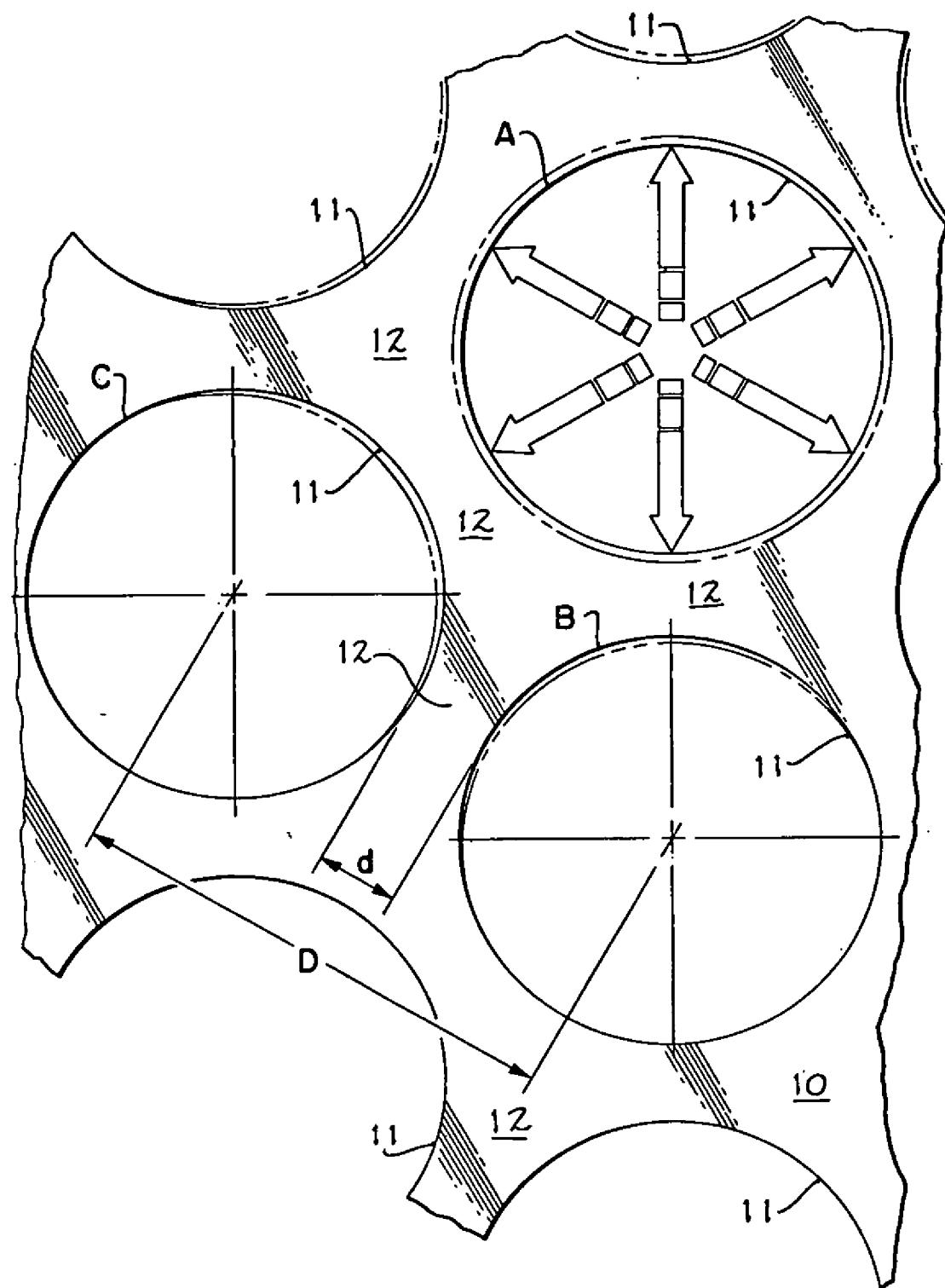


FIG. 9

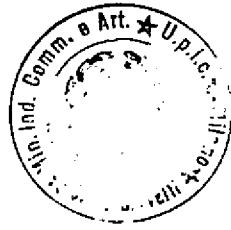
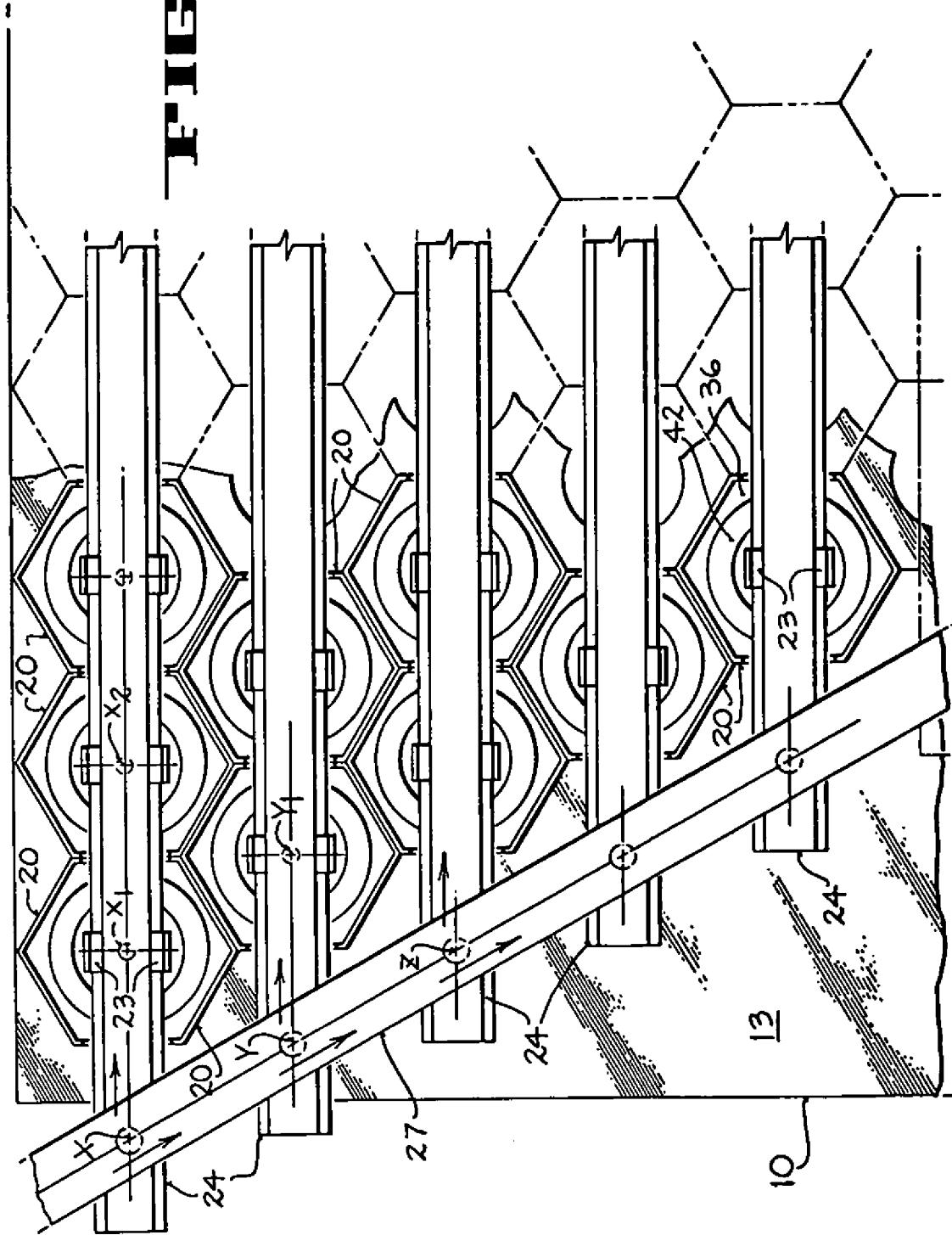


I' Ufficio Rogante  
(della Russo)  
Papini

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI S.p.A.

COPIA DEFINITIVA

FIG. 10



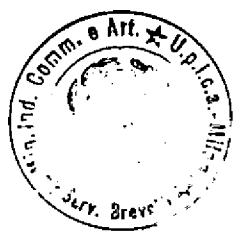
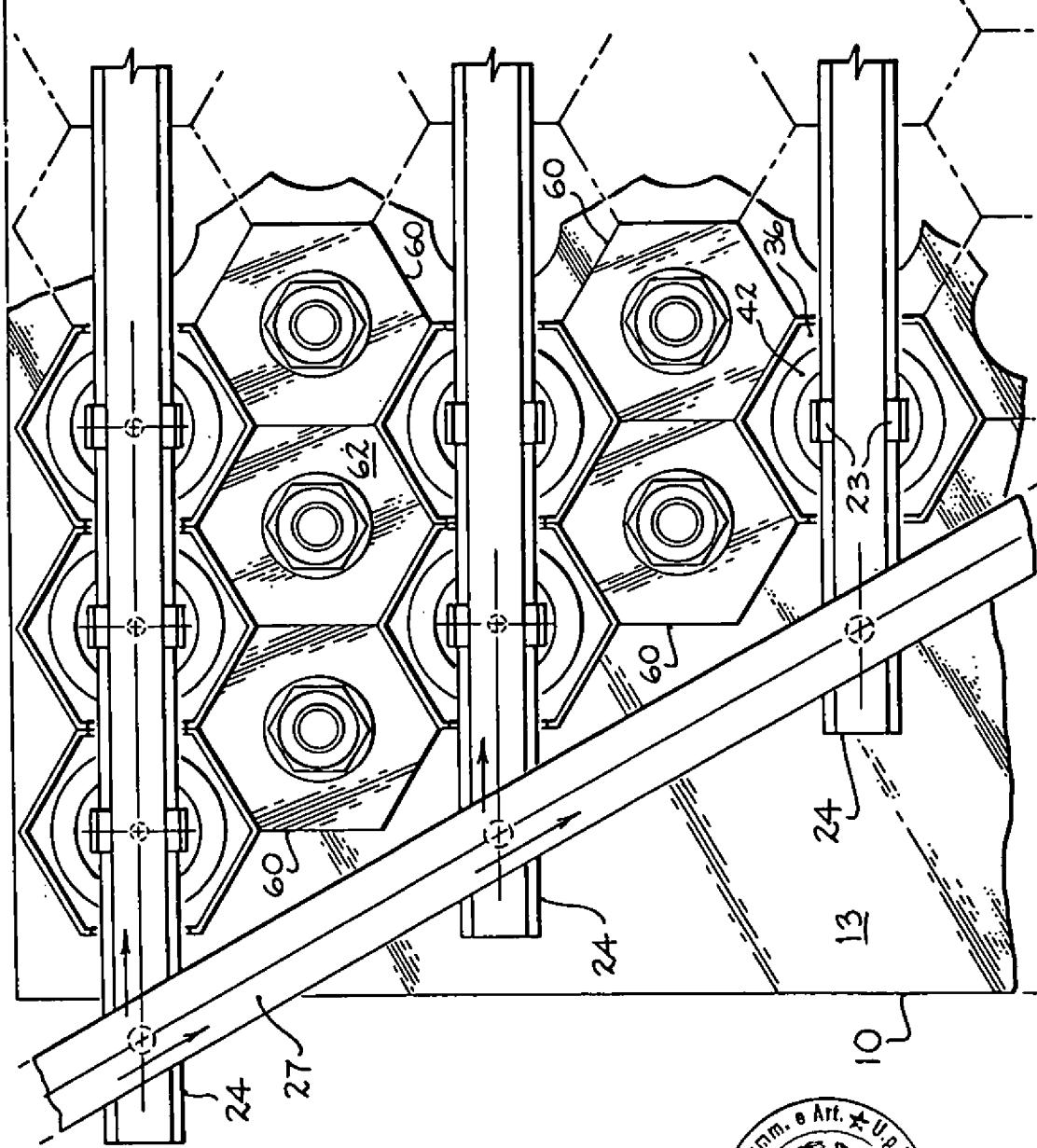
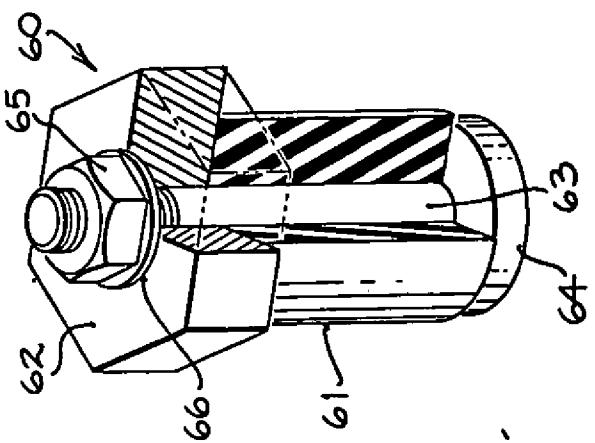
l'Ufficiale Regante  
(indice Russo)

Phmz

COPIA DEFINITIVA

FIG. II

FIG. II



I' Ufficio Brevetti  
(Ufficio Russo)

COPIA DEFINITIVA

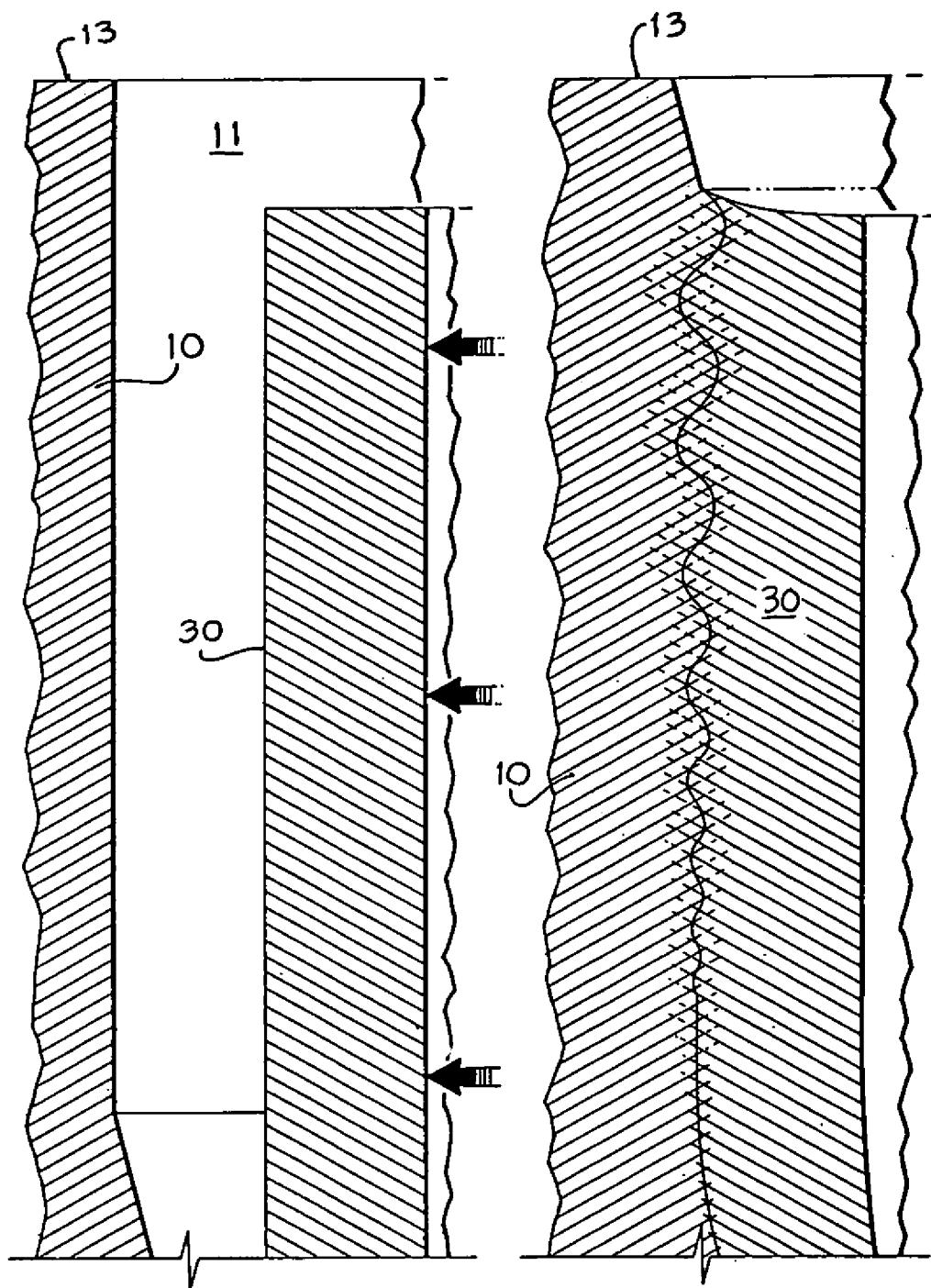


FIG. 7

FIG. 8

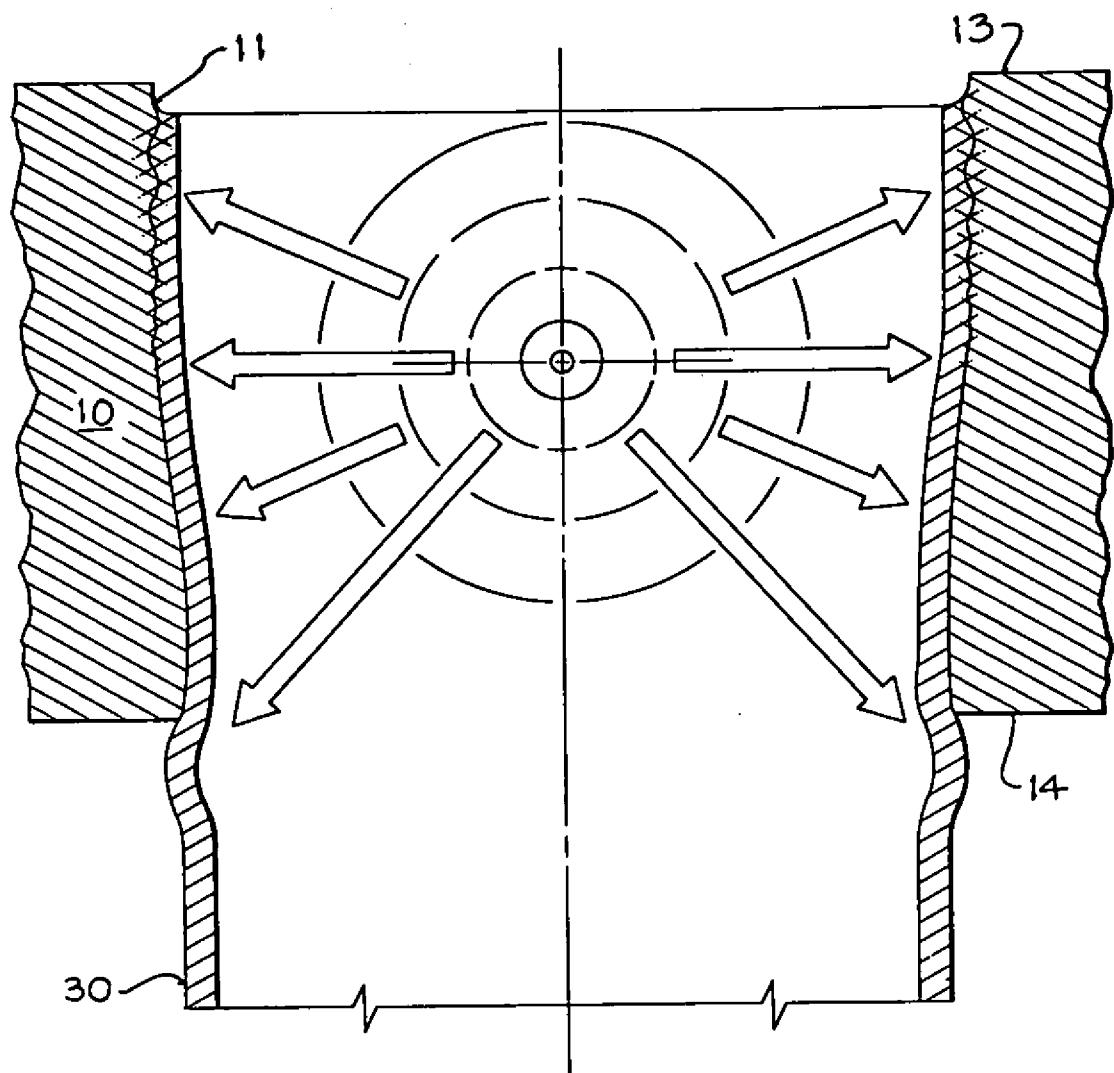


FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI S.R.L.

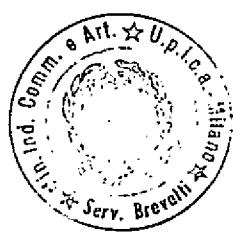
I.U.S. - Istituto Rosente  
(A.M. 1970)

9

COPIA DEFINITIVA



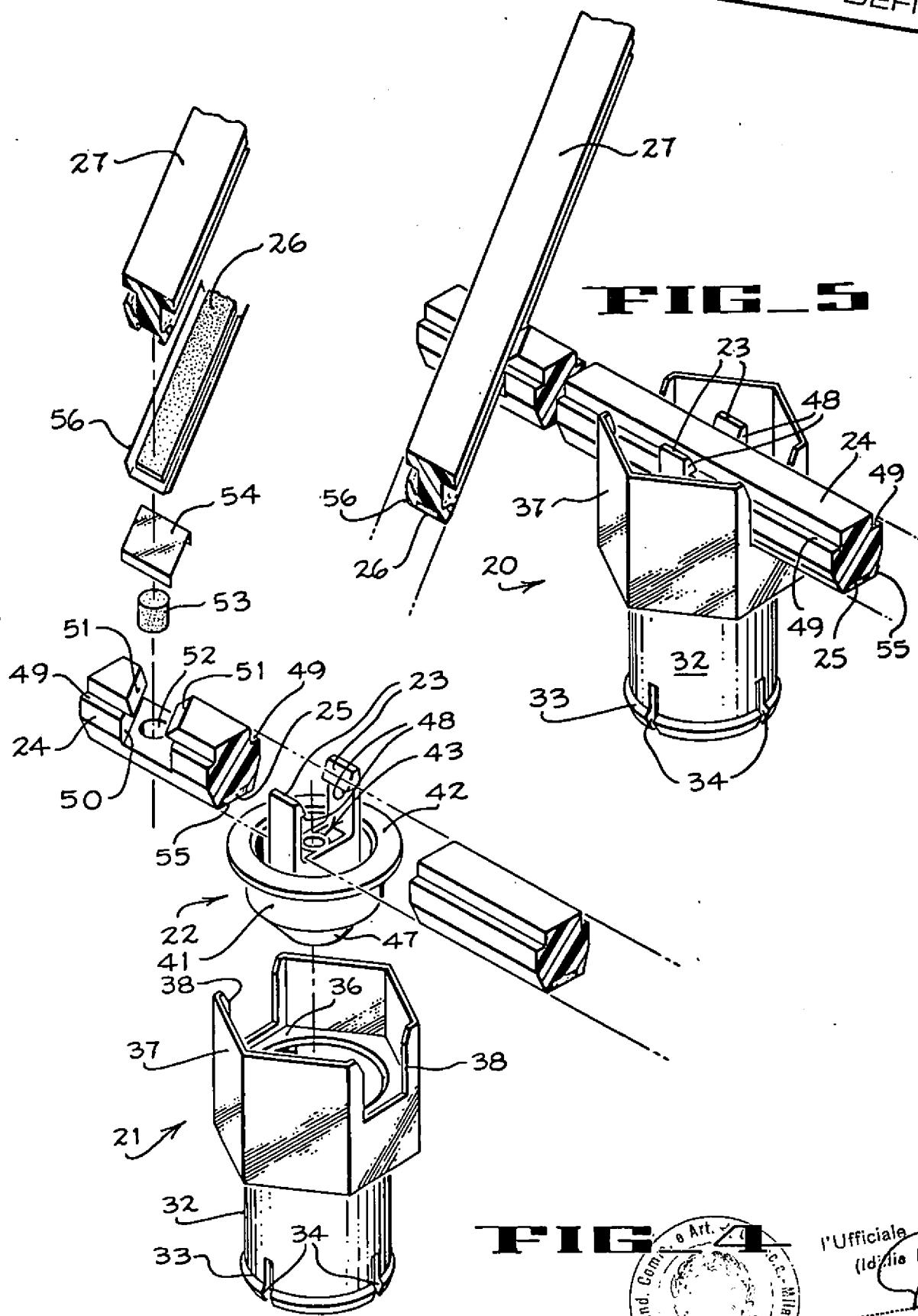
**FIG\_6**



*I'Ufficiale Rogante  
(Idilia Russo)*

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.

**COPIA DEFINITIVA**



## FIG.



*I'Ufficiale Engante  
(Idris Russo)*

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.p.a.

COPIA DEFINITIVA

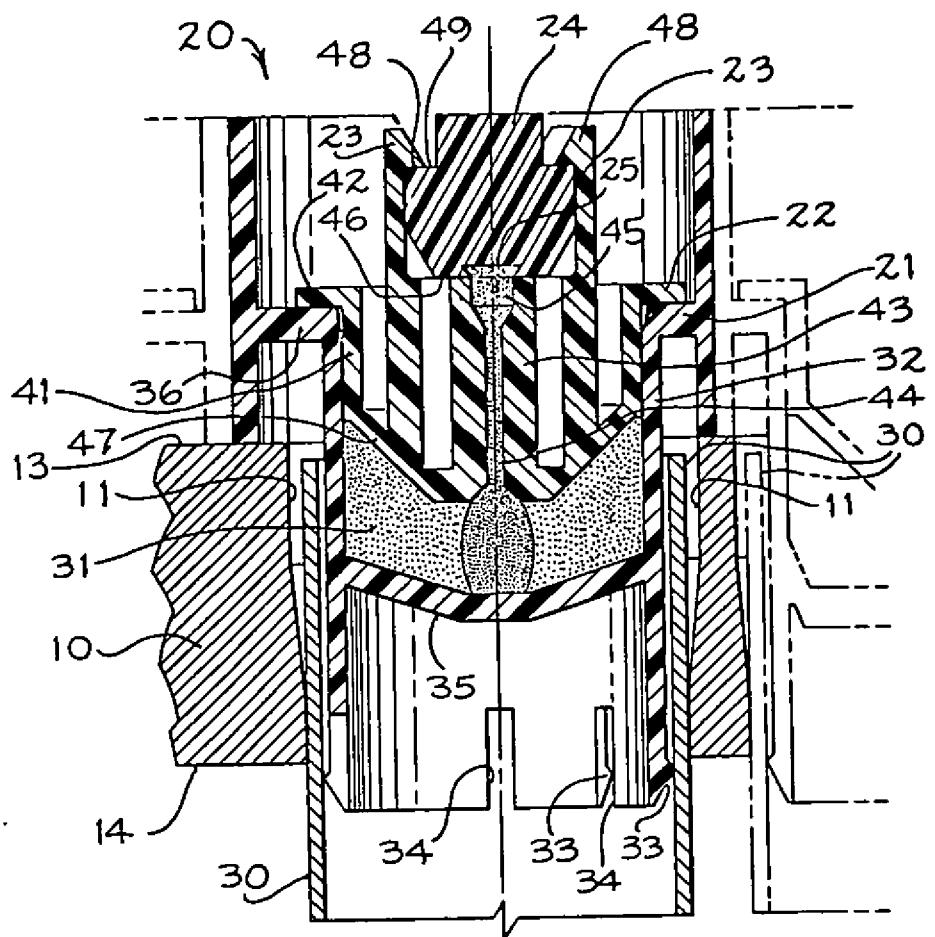


FIG. 3

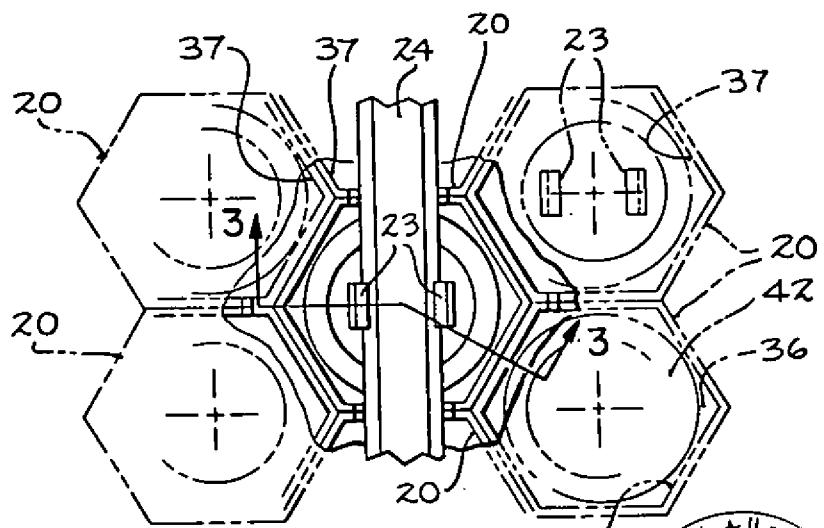
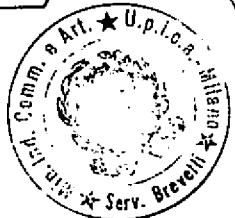


FIG. 2

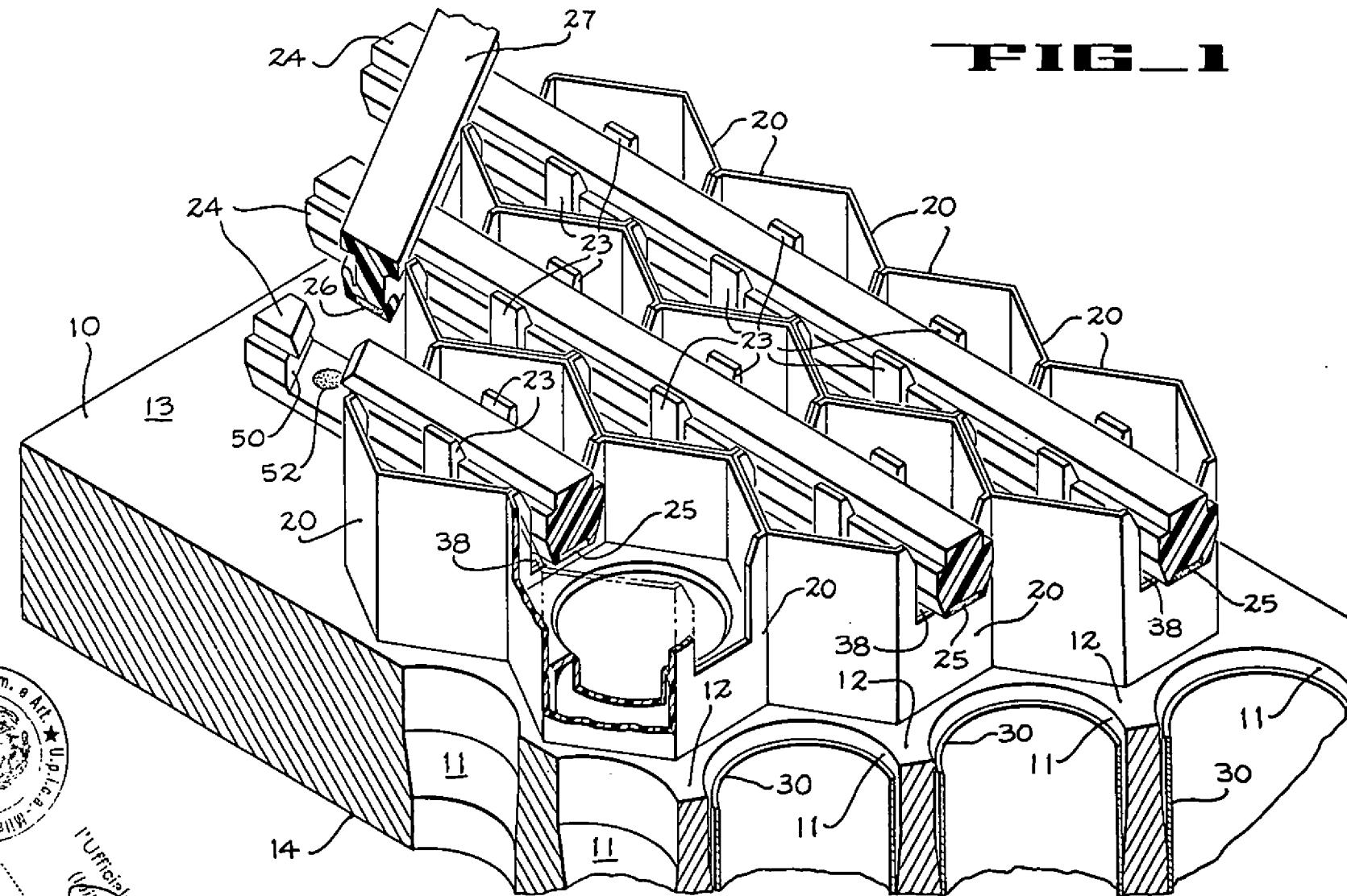


l'Ufficio Rogante  
 (della Russia)  
 [Signature]

FUMERO - STUDIO CONCESSIONI BREVETTI

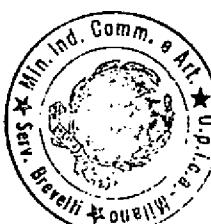
CORRISPONDE A DOMANDA  
ITALIANA 94855 A/82

FIG. 1



COPIA DEFINITIVA

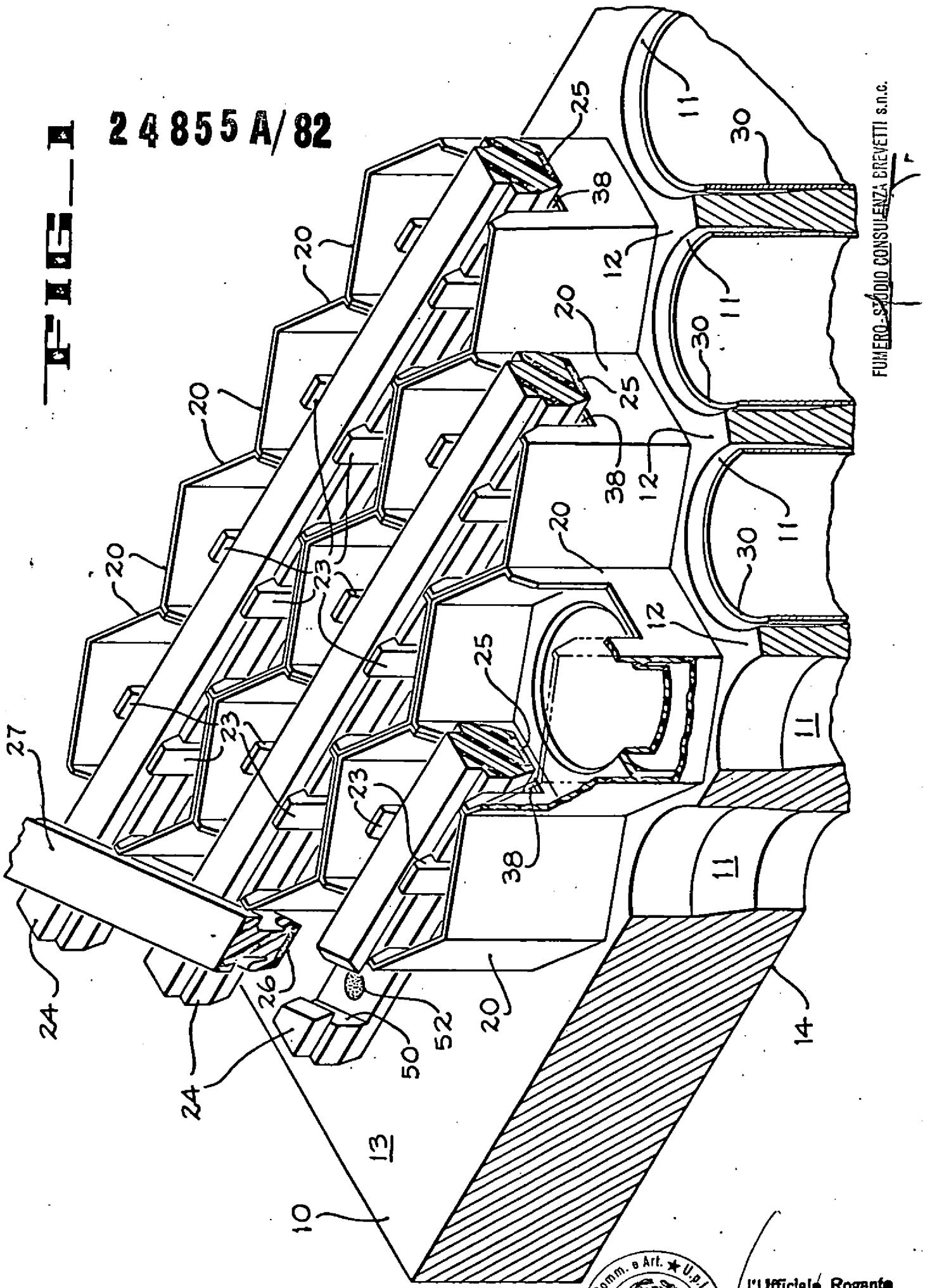
TAV. I



L'Ufficio Brevetti  
(Min. Ind. Com. & Art.)  
Brevetti

FUMERO-STUDIO CONSULENZ' BREVETTI s.r.l.

24855 A/82



FUMERO-STUDIO CONSULENZA EREVELTI s.n.c.



I'Ufficio Rogante  
(Pietro Messineo)

237355 A/82

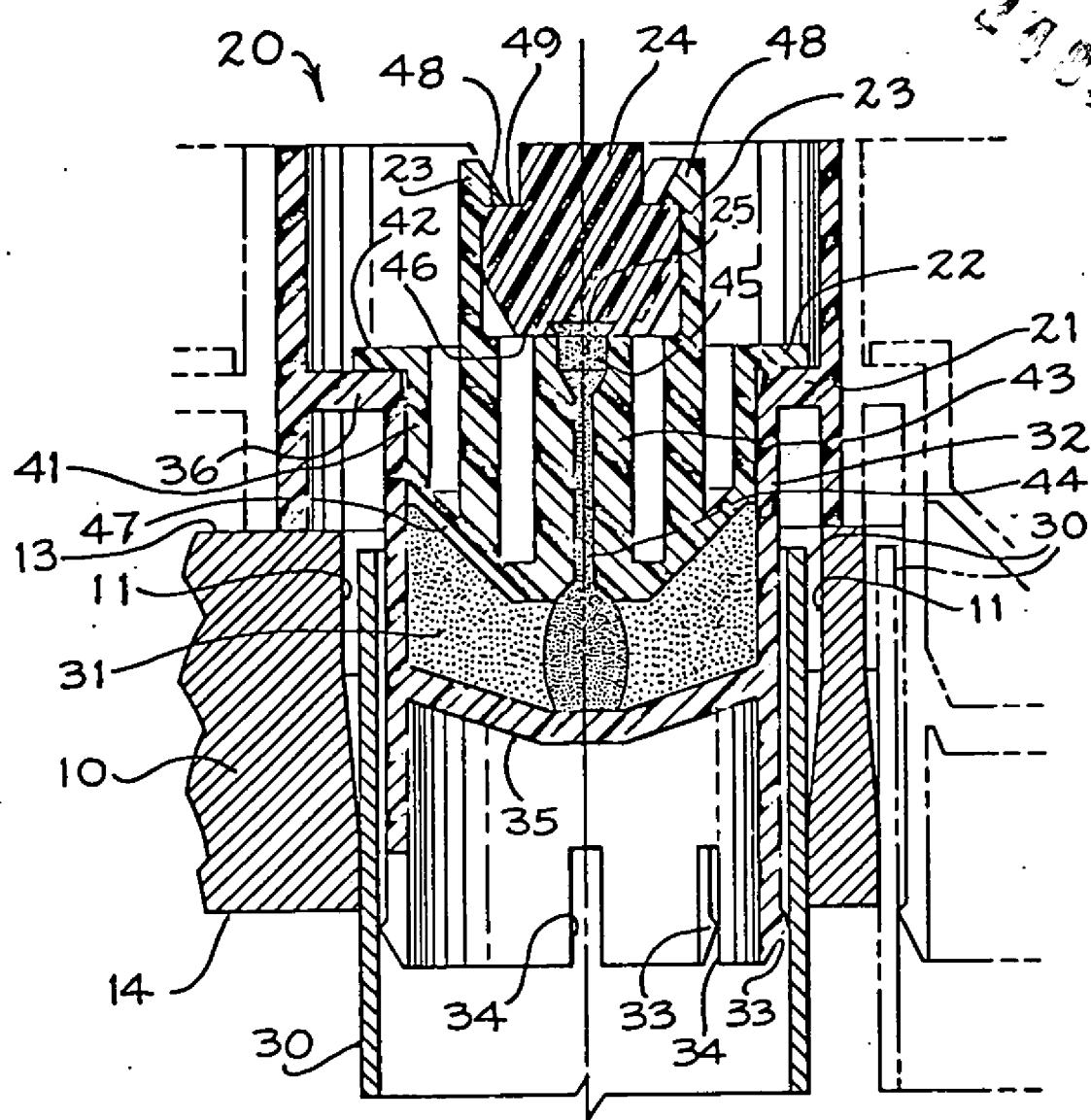


FIG. 16 - 31

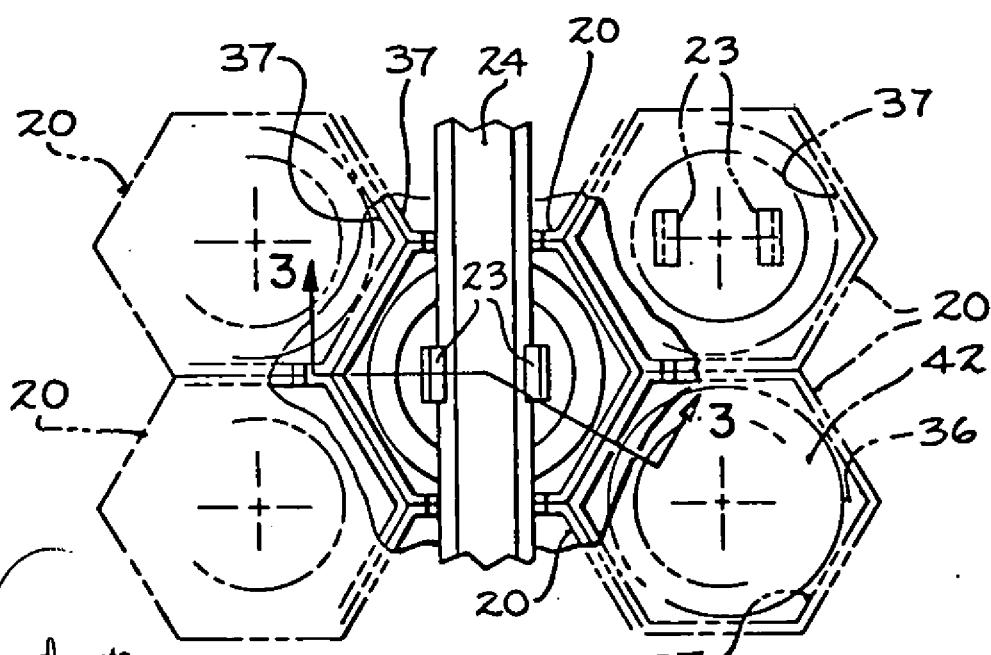


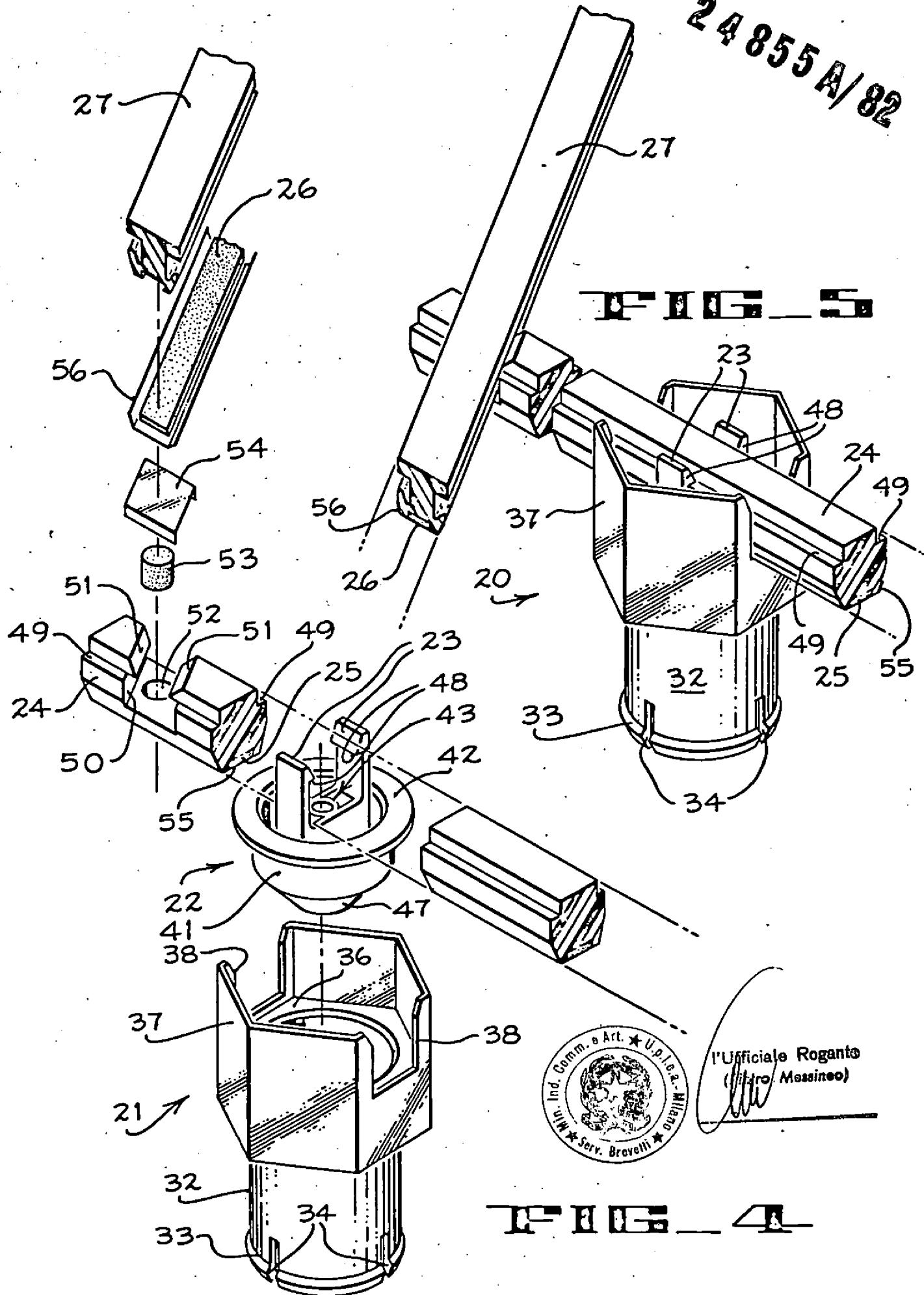
FIG. 16 - 2



I'Ufficio Rilegante  
(Pietro Mazzini)

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.

24855A/82



24855 A/82

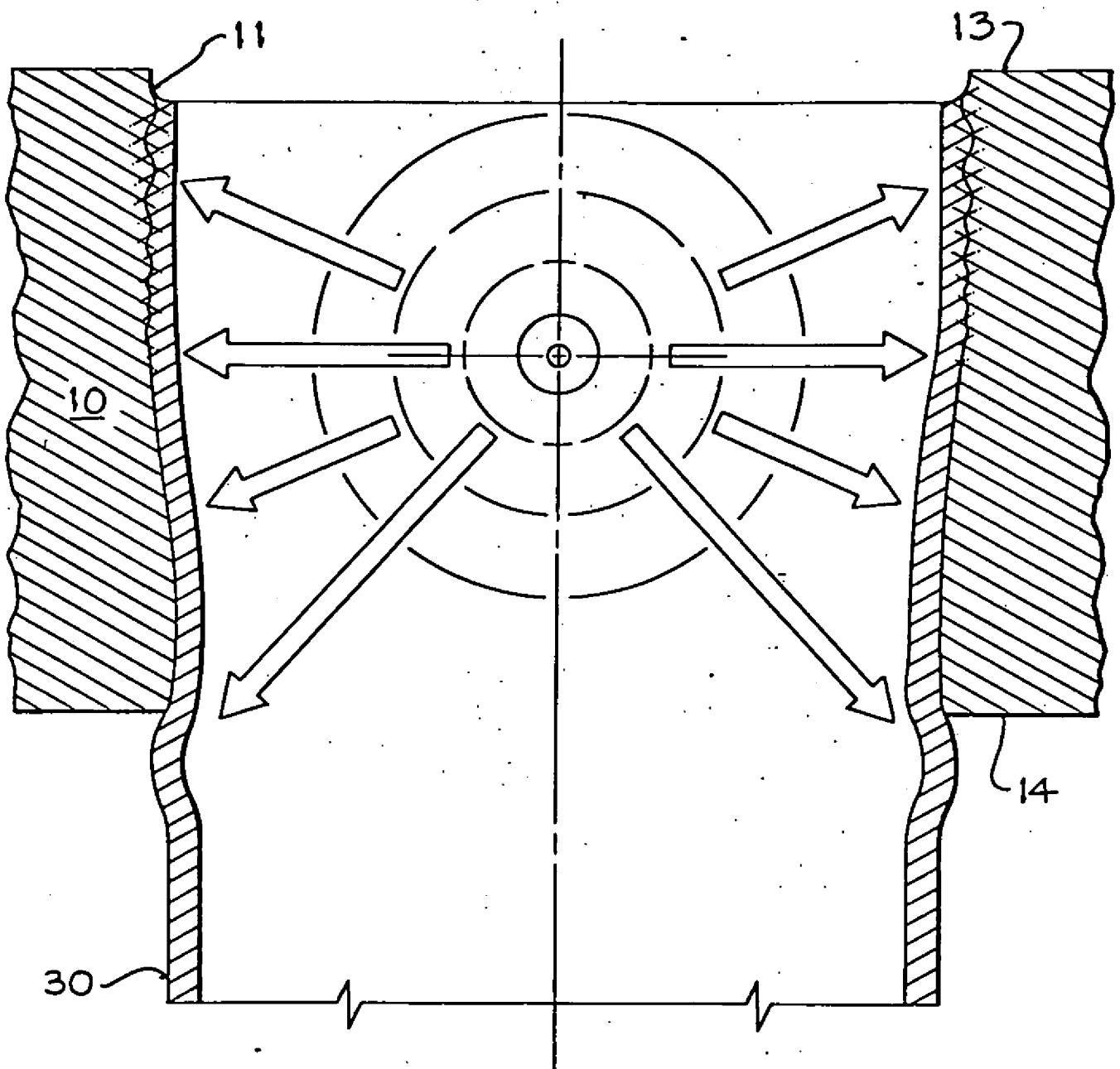


FIG. 5

24855 N.G.

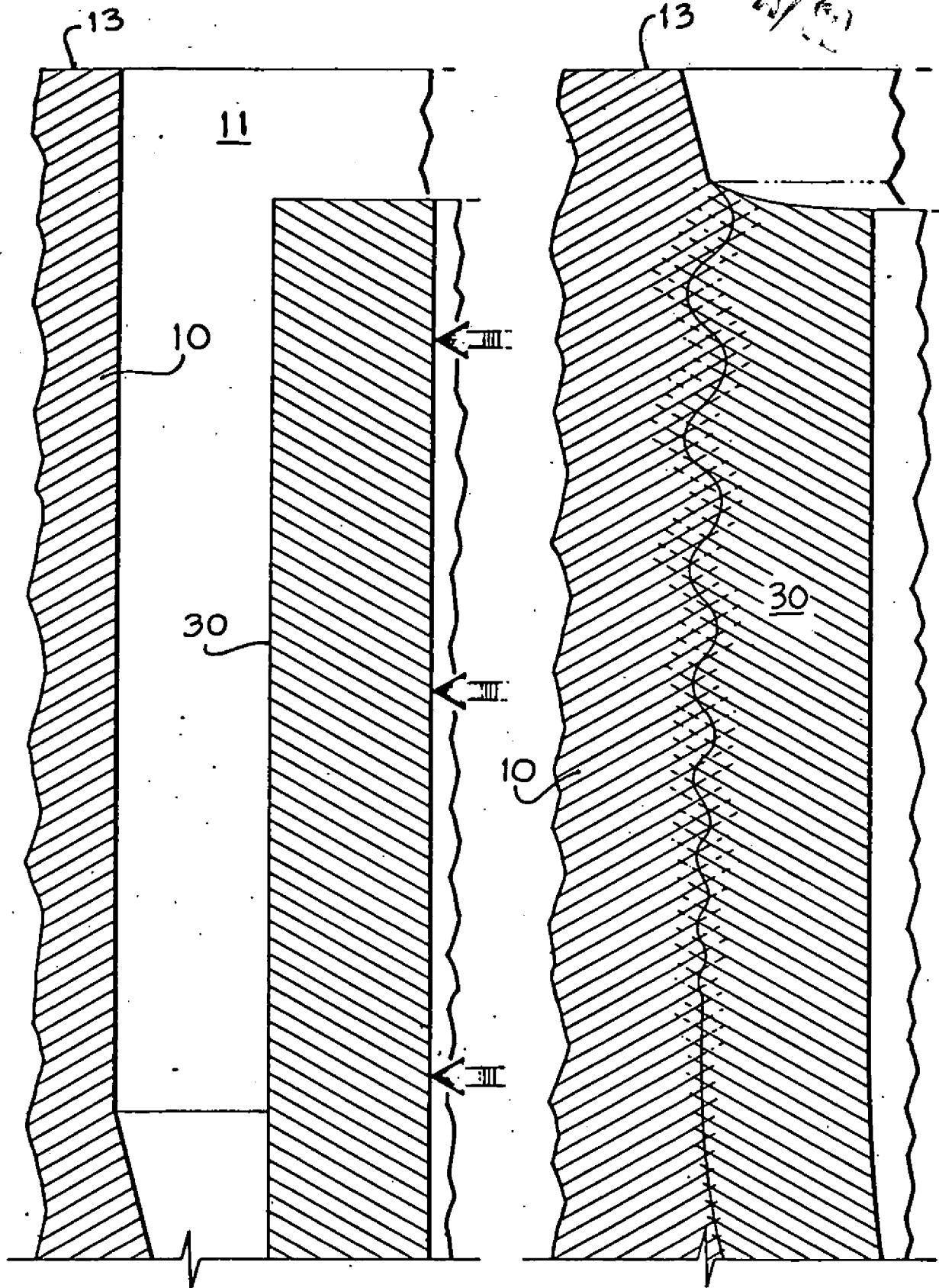


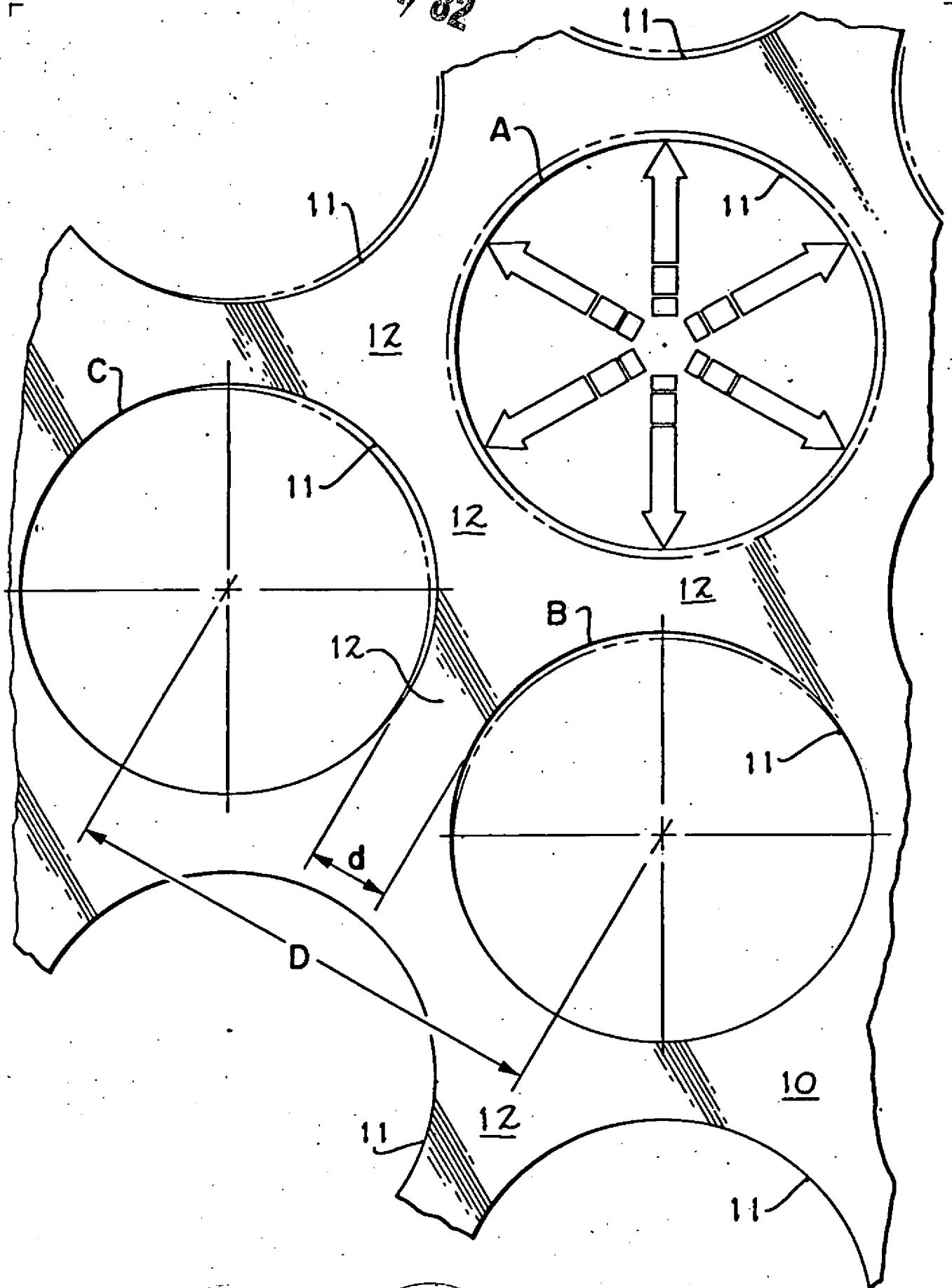
FIG. 7

FIG. 6



I'Ufficiale Rogante FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.  
(P. Mazzino)

24855 A/82



Ufficio Rogante  
(Pietro Ciccarese)

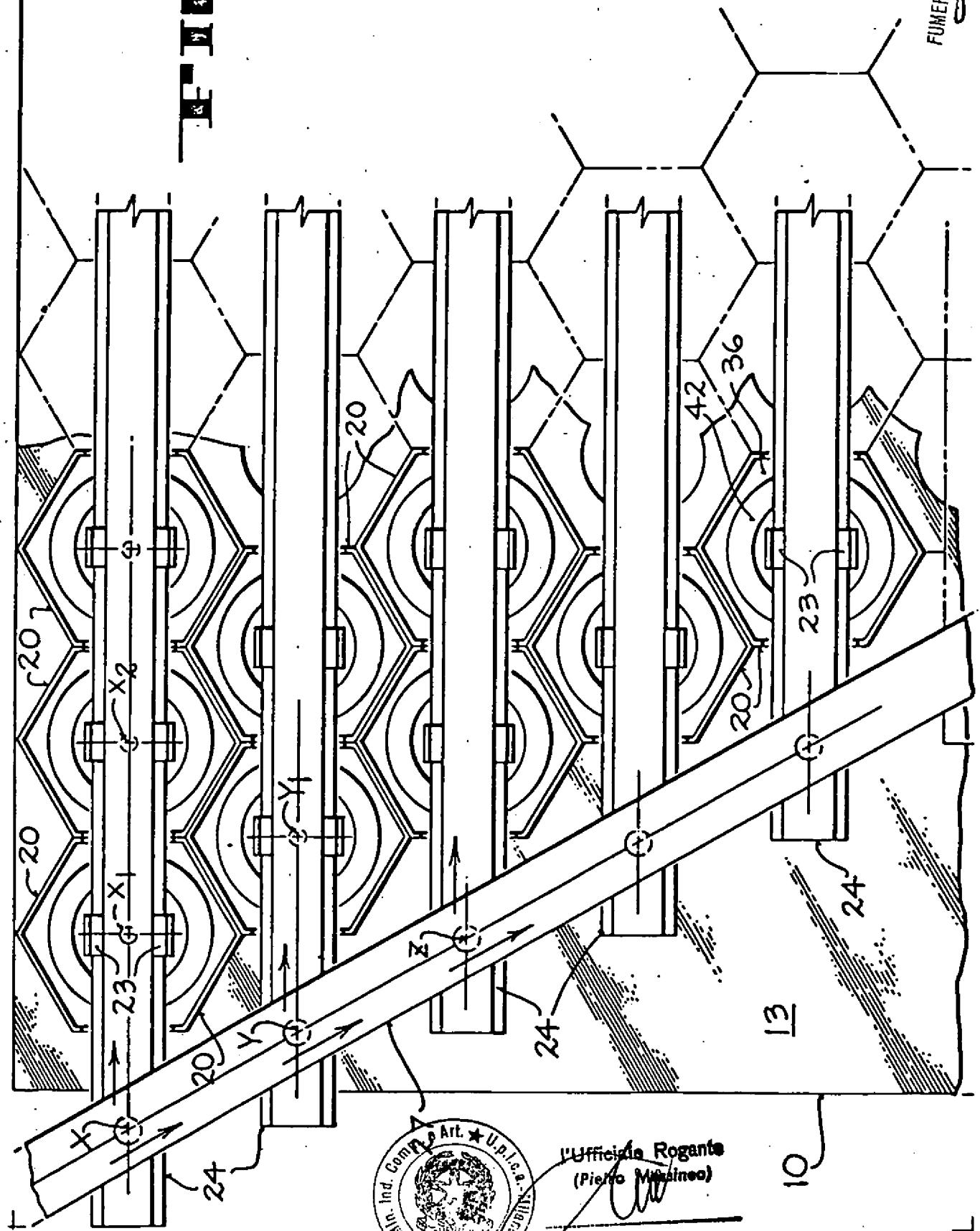
FIG. 2

FUMERO-STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.

FUMERO STUDIO CONSULENZA BREVETTI s.n.c.

24855/182

FIG. 10



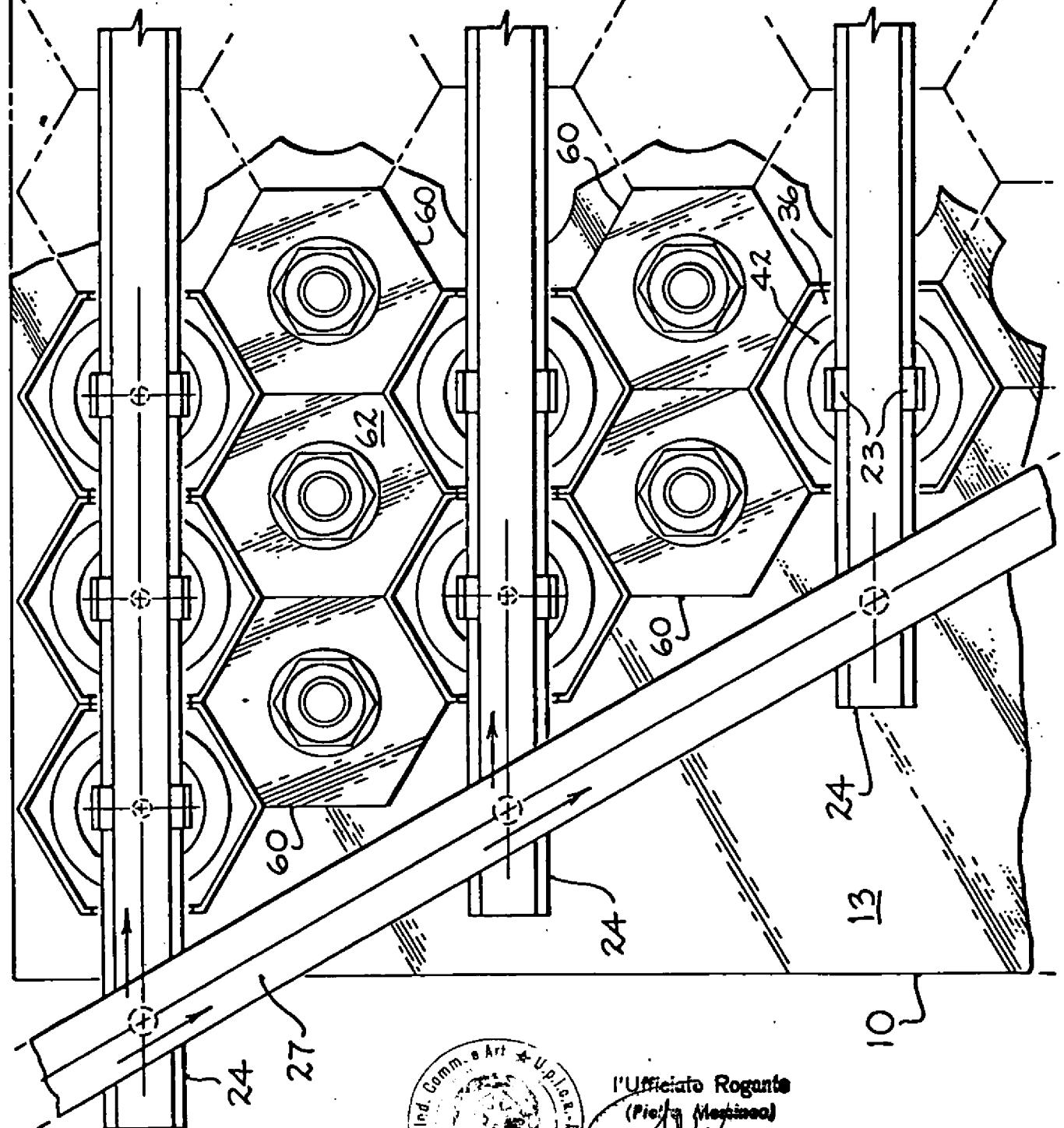


FIG. II

FIG. II

24855 A/82

FUMERO, Giacomo  
Concessione Uff. S.R.L. s.n.c.



Ufficio Rogante  
(Pietro Magino)