



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

UIBM

| | |
|---------------------------|------------------------|
| DOMANDA NUMERO | 101993900294332 |
| Data Deposito | 05/04/1993 |
| Data Pubblicazione | 05/10/1994 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Priorità | 07/903630 |
| Nazione Priorità | US |
| Data Deposito Priorità | |

| | | | | |
|----------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
| G | 21 | C | | |

Titolo

APPARECCHIATURA PER SOPPRIMERE LA FORMAZIONE DI VORTICI NEL FLUIDO
REFRIGERANTE DI UN REATTORE NUCLEARE

PD 93 A 0 0 0 0 7 8

2

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION,

con sede a Pittsburgh, Pennsylvania (U.S.A.)



* * * * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda generalmente sistemi di raffreddamento per reattori nucleari e, più in particolare, una apparecchiatura per sopprimere la formazione di vortici in fluido refrigerante circolante entro tali reattori.

Generalmente, i reattori nucleari comprendono un contenitore di reattore cilindrico dotato di una estremità inferiore emisferica. Entro il contenitore del reattore vi è il nocciolo del reattore, supportato da un supporto principale del nocciolo. Il supporto principale del nocciolo è collegato alle pareti interne del contenitore del reattore in corrispondenza o adiacente all'area in cui le porzioni cilindrica e emisferica del contenitore del reattore si incontrano. Al di sotto del supporto principale del nocciolo, il contenitore emisferico definisce una testa inferiore, o camera inferiore. Un condotto di presa generalmente cilindrico circonda il nocciolo del reattore. Fluido refrigerante, tipicamente acqua, è pompato entro il condotto di presa. Il fluido refrigerante circola verso il basso entro la camera inferiore. La forma emisferica della camera inferiore assiste nella circolazione uniforme del fluido refrigerante in essa. Una pluralità di aperture di ingresso di refrigerante del nocciolo del reattore sono posizionate sulla superficie inferiore del supporto principale del nocciolo. Il refrigerante scorre dalla camera inferiore entro le aperture di ingresso di refrigerante del nocciolo e verso l'alto entro il



Salvini



nocciolo per raffreddare i complessi di combustibile.

Al fine di mantenere raffreddamento adeguato e uniforme attraverso il nocciolo, è importante che un flusso ed una pressione di refrigerante uniformi siano mantenuti attraverso tutte le aperture di ingresso del refrigerante del nocciolo del reattore. Pressione o flusso di refrigerante disuniformi provocano flusso di refrigerante irregolare entro il nocciolo, il che si traduce in raffreddamento irregolare o disomogeneo dei complessi di combustibile del nocciolo. Raffreddamento irregolare di complessi di combustibile può forzare l'intero nocciolo a funzionare a potenza ridotta per accomodare posizioni di "complesso caldo". Flusso e pressione di refrigerante disuniformi possono risultare dei vortici od altre riduzioni di flusso si formano nel fluido refrigerante che circola nella camera inferiore.

E' auspicabile fornire strumentazione di monitoraggio del nocciolo entro il nocciolo di un reattore nucleare. Tradizionalmente, i conduttori che collegano tale strumentazione all'esterno del reattore escono dal contenitore del reattore attraverso una porzione centrale della porzione semisferica del contenitore del reattore. Una pluralità di condutture portano le linee della strumentazione attraverso la camera inferiore.

La presenza delle condutture nella camera inferiore assiste nel mantenere flusso di refrigerante regolare entro la camera inferiore e nel distruggere la formazione di vortici nel fluido refrigerante circolante. Tali vortici distruggono il flusso del refrigerante e producono zone di bassa pressione in corrispondenza degli ingressi di refrigerante del nocciolo che essi intersecano.



Solmi



Nei reattori più recenti, è diventato auspicabile per qualsiasi condotta di strumentazione uscire dal contenitore del reattore diversamente che dalla camera inferiore. Si è trovato che l'assenza di condutture di strumentazione dalla camera inferiore consente a vortici di formarsi nel refrigerante che circola nella camera inferiore. Di conseguenza, vi è la necessità di una apparecchiatura semplice ed economica ed un procedimento per sopprimere efficacemente la formazione di vortici nel fluido refrigerante che circola entro la camera inferiore di un reattore nucleare in cui condutture di strumentazione non siano presenti nella camera inferiore.

La presente invenzione ha soddisfatto le necessità menzionate sopra.

La presente invenzione fornisce una piastra generalmente piana che è sospesa nella camera inferiore di un contenitore di reattore al di sotto e generalmente parallelamente al supporto principale del nocciolo. La piastra ha una pluralità di aperture in essa che consentono al fluido refrigerante di scorrere attraverso di esse. Una pluralità di colonne di supporto collegano la superficie superiore della piastra con la superficie inferiore del supporto principale del nocciolo.

La piastra è posizionata entro la camera inferiore in modo tale da ottimizzare il suo effetto di soppressione di vortici. La distanza della piastra al di sotto del fondo di supporto principale del nocciolo, la sua distanza dalle pareti laterali interne del contenitore del reattore e la sua distanza al di sopra del centro dell'interno della porzione emisferica del contenitore del reattore possono essere scelte in modo tale da massimizzare la soppressione di vortici. Preferibilmente, la piastra sarà posizionata in modo tale da intersecare qualsiasi potenziale vortice.





rispondenza o vicino alla linea centrale di tale vortice. Tecniche di modellamento possono essere impiegate per predire le posizioni in cui è probabile che i vortici si formino. Il diametro della piastra, il suo spessore e la dimensione delle aperture in essa possono essere anche fatte variare per ottenere una soppressione di vortice massima.

La piastra di soppressione di vortici può anche essere utilizzata per collegare colonne di supporto secondarie del nocciolo che si estendono generalmente verso il basso dal supporto principale del nocciolo. Una piastra di supporto secondaria del nocciolo è tipicamente disposta vicino al fondo del centro della camera inferiore.

Uno scopo della presente invenzione è di fornire una apparecchiatura per sopprimere la formazione di vortici in fluido refrigerante che circola nella camera inferiore di un reattore nucleare.

Un altro scopo della presente invenzione è di fornire una apparecchiatura per sopprimere la formazione di tali vortici in reattori in cui condutture di strumentazione di monitoraggio del nocciolo siano assenti dalla camera inferiore di esso.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è di fornire una apparecchiatura per sopprimere la formazione di tali vortici che assista nel mantenere flusso e pressione di refrigeranti uniformi agli ingressi del refrigerante del reattore.

Ancora un altro scopo della presente invenzione è di fornire una apparecchiatura per sopprimere la formazione di tali vortici che produca contributo minimo alla caduta di pressione del fluido refrigerante che circola entro la camera inferiore.





Un altro scopo dell'invenzione è di fornire una apparecchiatura per sopprimere la formazione di tali vortici che sia semplice e relativamente economica.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è di fornire una apparecchiatura per sopprimere la formazione di tali vortici che sia realizzata rapidamente impiegando progetti di hardware e tecniche di fabbricazione esistenti.

Questi ed altri scopi della presente invenzione saranno compresi più completamente dalla seguente descrizione della forma di realizzazione preferita dell'invenzione con riferimento ai disegni acclusi.

La figura 1 è una vista in sezione longitudinale attraverso una porzione inferiore di un contenitore di reattore nucleare che mostra una forma di realizzazione della presente invenzione.

La figura 2 è una vista in sezione trasversale del contenitore del reattore presa lungo la linea 2-2 in figura 1.

La figura 3 è una vista dal fondo del contenitore di reattore nucleare con l'estremità di fondo emisferica rimossa.

Facendo riferimento alle figure 1-3, si mostra un tipico reattore nucleare 2. Il reattore 2 comprende un contenitore di reattore 4 avente una porzione 6 generalmente cilindrica ed una porzione 8 emisferica su una estremità di esso. Disposto entro il contenitore di reattore 4, vi è un supporto principale 10 del nocciolo, che è posizionato rispetto alle pareti laterali interne del contenitore 4 del reattore ed è fissato in posizione mediante staffe 12. Il nocciolo 14 del reattore è disposto al di sopra del supporto principale 10 del nocciolo ed è supportato mediante esso.



Solmi



La testa inferiore, o camera inferiore 16, è definita fra il lato sottostante del supporto 10 principale del nocciolo e la superficie interna della superficie emisferica 8 del contenitore del reattore 4. Un supporto secondario 18 del nocciolo è posizionato in una porzione inferiore generalmente centrale della camera inferiore 16. Il supporto secondario 18 del nocciolo comprende una piastra di supporto secondaria del nocciolo ed una pluralità di colonne secondarie 22 di supporto del nocciolo estendentesi verso il basso dal supporto principale 10 del nocciolo fino alla piastra secondaria 20 di supporto del nocciolo. In una forma di realizzazione preferita, sono previste 4 colonne di supporto secondario del nocciolo. Il supporto secondario 18 del nocciolo ha lo scopo di impedire al nucleo del reattore 14 di urtare il fondo del contenitore del reattore 4 nel caso di un guasto del supporto principale 10 del nocciolo.

Un condotto di presa 24 generalmente anulare circonda il nocciolo del reattore 14. L'estremità inferiore del condotto di presa 24 si estende attorno al bordo esterno del supporto principale 10 del nocciolo ed è in comunicazione con la camera inferiore 16. Durante il funzionamento del reattore, fluido refrigerante vivo tipicamente acqua, è pompato entro il reattore attraverso uno o più rami freddi 28. Ciascun ramo freddo 28 è in comunicazione con un condotto di presa 24. Il fluido refrigerante scorre verso il basso attraverso il condotto di presa 24 ed entro la camera inferiore 16. Il fluido refrigerante che scorre entro la camera inferiore 16 circola generalmente verso il basso vicino all'estremità inferiore del condotto di presa 24. La circolazione diventa generalmente diretta verso l'alto vicino al centro della camera inferiore 16. Il refrigerante che

*Solmi*



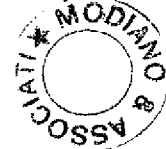
circola entro la camera inferiore 16 scorre entro una pluralità di aperture 30 di ingresso di refrigerante del nocciolo del reattore posizionate sul lato inferiore del supporto principale 10 del nocciolo. Ingressi 30 di refrigerante del nocciolo del reattore si estendono attraverso il supporto principale 10 del nocciolo e sono in comunicazione con il nocciolo 14. Ingressi di refrigerante 30 trasmettono il fluido refrigerante entro il nocciolo 14 ai complessi 32 di combustibile freddi. In seguito al passaggio attraverso il nocciolo 14, il fluido refrigerante riscaldato è scaricato dal contenitore 4 del reattore.

Durante il funzionamento normale, il sistema refrigerante del reattore descritto sopra sarà completamente riempito con fluido refrigerante. Refrigerante fresco che scorre entro il sistema attraverso i rami freddi 28 mantiene la portata di flusso e la pressione entro il sistema. E' importante che agli ingressi 30 di refrigerante del nocciolo del reattore siano forniti flusso di refrigerante distribuito uniformemente e pressione di refrigerante uniforme. Come descritto sopra, flusso e pressione di refrigerante disuniformi attraverso gli ingressi 30 di refrigerante del nocciolo del reattore possono dare origine a raffreddamento irregolare dei complessi di combustibile 32 durante il funzionamento.

L'apparecchiatura della presente invenzione comprende una piastra 40 di suppressione di vortici generalmente piana che è sospesa al di sotto del supporto principale 10 del nocciolo nella camera inferiore 16. La piastra 40 è orientata generalmente parallela al supporto principale 10 del nocciolo. Una pluralità di colonne di supporto 42 collegano la piastra 40 al lato inferiore del supporto principale 10 del nocciolo. Colonne di sup-



Solun



porto 42 si estendono dalla superficie superiore della piastra 40 al lato inferiore del supporto principale 10 del nocciolo. Le estremità delle colonne 42 di supporto del nocciolo sono preferibilmente collegate alla piastra 40 e al supporto principale 10 del nocciolo mediante imbullonatura o saldatura, tuttavia, si può impiegare qualsiasi mezzo di fissaggio idoneo. In una forma di realizzazione preferita, sono previste otto colonne di supporto 42. Le otto colonne 42 sono preferibilmente distanziate angolarmente attorno ad una porzione circonferenziale esterna della piastra 40 e si fissano al supporto principale 10 fra gli ingressi 30 di refrigerante del nocciolo del reattore. Le colonne di supporto 42 adiacenti sono preferibilmente sostanzialmente equamente distanziate attorno equamente distanziate attorno alla circonferenza della piastra 40. In una forma di realizzazione preferita, al distanza fra due colonne di supporto adiacenti 42 è di circa da 25,5 a 37,7 pollici (64,77-95,76 cm).

Come mostrato in figure 2 e 3, la piastra 40 comprende una pluralità di aperture 44, 47 attraverso di essa. Aperture 44, 47 consentono al fluido refrigerante di scorrere attraverso la piastra 40. In una forma di realizzazione preferita, quattro aperture 44 distanziate angolarmente sono previste attorno ad una porzione circonferenziale di piastra 40 ed almeno una apertura 47 è prevista in una porzione centrale della piastra 40.

In una forma di realizzazione preferita, la piastra 40 comprende una porzione 46 ad anello interna generalmente circolare dotata di almeno una apertura 47 in essa, una pluralità di razze 48 distanziate estendentesi generalmente e radialmente verso l'esterno da un anello interno 46, ed una porzione 50 ad anello esterno collegata alle estremità esterne delle razze

*Salini*



48. L'anello esterno 50 è separato dall'anello interno 46 dalle razze 48. Aperture 44 sono preferibilmente definite fra l'anello esterno 50 e l'anello interno 46 e sono separate le une dalle altre dalla larghezza delle razze 48. Le estremità delle colonne di supporto 42 sono collegate alla piastra 40 in corrispondenza dell'anello esterno 50.

Colonne di supporto secondario 22 del nocciolo sono preferibilmente fissate all'anello interno 46 della piastra 40. La connessione delle colonne di supporto secondario del nocciolo all'anello 40 collega le colonne 22 contro un movimento indesiderato di esse provocato dall'azione del fluido refrigerante circolante sulle colonne 22. Fori 52 possono essere previsti attraverso l'anello interno 46 attraverso i quali sono ricevute le colonne 22 di supporto secondario del nocciolo. Colonne di supporto secondario del nocciolo possono essere fissate alla piastra 40 impiegando bulloni, saldatura o qualsiasi altro mezzo idoneo.

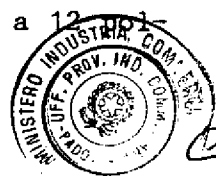
Facendo ancora riferimento alla figura 1, in una forma di realizzazione preferita la piastra 40 è posizionata entro la camera inferiore 16 a circa 2-4 piedi (60,96-121,92 cm) sotto il lato inferiore del supporto principale 10 del nocciolo. In aggiunta, il perimetro della piastra 40 è preferibilmente posizionato a circa 0,25-1 piede (7,62-30,48) dalla parete interna del contenitore 4 del reattore. Si è trovato che tale posizione si traduce nel fatto che la piastra 40 interseca vortici che possono formarsi nella camera inferiore 16 in corrispondenza o al di sotto del punto medio di tali vortici, massimizzando così l'effetto di soppressione di vortici della piastra 40. L'intersezione della piastra 40 con tali vortici distruggerà il modello o configurazione di flusso rotazionale dei vortici,





precludendo così la formazione di regioni continue di bassa pressione in corrispondenza delle linee centrali dei vortici. Come discusso in precedenza, la soppressione della formazione di vortice assiste nel mantenere flusso e pressione di refrigerante uniforme in corrispondenza degli ingressi 30 di refrigerante del nocciolo del reattore. Si noterà che mentre la posizione descritta sopra della piastra 40 entro la camera inferiore 16 è la posizione preferita, la posizione può essere variata al fine di massimizzare la soppressione dei vortici entro la camera inferiore. Ad esempio, la piastra 40 può essere posizionata nella camera inferiore 16 in modo tale che sia ad una altezza al di sopra della porzione centrale della camera inferiore 16 che sia uguale a circa il 55-75% del raggio di curvatura dell'estremità semisferica 8 del contenitore 4 che definisce la camera inferiore 16.

Facendo ora riferimento alle figure 2 e 3, in una forma di realizzazione preferita, in cui il diametro interno del contenitore del reattore 4 è preferibilmente da 12 a 16 piedi (365,76-487,68 cm), il diametro totale della piastra 40 è da circa 7 a circa 9 piedi (213,36-274,32 cm). L'anello interno 46 preferibilmente ha un diametro circa da 3 a 6 piedi (91,44-182,88 cm), una larghezza di circa 6-12 pollici (15,24-30,48 cm) e l'apertura 47 ha un diametro di circa da 1,5 a 5 piedi (45,72-152,4 cm). Ciascuna razza 48 è lunga circa da 1 a 2 piedi (30,48-60,96 cm) ed è larga da circa 6 a circa 10 pollici (5,08-10,16 cm). La distanza fra il perimetro esterno dell'anello interno 46 e il perimetro interno dell'anello esterno 50 è preferibilmente sostanzialmente uguale alla lunghezza delle razze 48. L'anello esterno 50 preferibilmente ha una larghezza circa da 6 a 12





lici (15,24-30,48 cm). La piastra 40 ha spessore di circa 2 a circa 4 pollici (5,08-10,16 cm). Si è trovato che tali dimensioni forniscono una azione ottimale di soppressione di vortici in un reattore nucleare come descritto qui. Inoltre, si è trovato che una piastra avente tali dimensioni contribuisce solo minimamente alla caduta di pressione del refrigerante entro il contenitore del reattore. Tuttavia, si noterà che le dimensioni della piastra 40 possono variare al fine di fornire una azione ottimale di soppressione di vortici in una qualsiasi installazione desiderata. Ad esempio, il diametro totale della piastra 40 può essere da circa al 50 a circa 60% del diametro del contenitore 4 in corrispondenza della porzione cilindrica 6 e circa dal 50 al 90% del diametro della piastra 40, misurato attraverso le aperture 44, può essere aperto.

La piastra 40 è preferibilmente fatta di acciaio impiegando tecniche di fabbricazione convenzionali. Tuttavia, si noterà che la piastra 40 può essere fatta di qualsiasi materiale idoneo.

Facendo ancora riferimento alla figura 1, il procedimento preferito della presente invenzione comprende il fornire una piastra 40 di soppressione di vortici come descritto qui. La piastra 40 è sospesa in una camera inferiore 16 ed un reattore nucleare 2 in modo tale che sia al di sotto e generalmente parallela al supporto principale 10 del nocciolo. La distanza preferita dal supporto principale 10 del nocciolo alla piastra 40 è da circa 2 a 4 piedi (5,08-10,16 cm), tuttavia, si noterà che tale distanza può essere variata, come descritto sopra, per massimizzare l'azione di soppressione dei vortici della piastra 40. Il procedimento preferito della presente invenzione comprende inoltre far circolare fluido refrigerante





nel reattore nella camera inferiore 16 per la distribuzione agli ingressi 30 di refrigerante del nocciolo del reattore. Come discusso qui, la presenza della piastra 40 entro la camera inferiore 16 sopprimerà la formazione di vortici nel fluido refrigerante circolante a causa dell'intersezione della piastra 40 con tali vortici.

* * * * *



Solmi



RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura per sopprimere la formazione di vortici in fluido refrigerante di un reattore nucleare avente un supporto principale del nocciolo, una camera inferiore generalmente semisferica al di sotto di detto supporto principale di nocciolo e ingressi di refrigerante di nocciolo del reattore, detta apparecchiatura caratterizzata da

una piastra generalmente piana sospesa al di sotto del supporto principale di nocciolo nella camera inferiore e disposta generalmente parallela a detto supporto principale del nocciolo, detta piastra planare avendo una pluralità di aperture per mantenere flusso e pressione di refrigerante uniformi attraverso gli ingressi di refrigerante del nocciolo del reattore; e

una pluralità di colonne di supporto che collegano detta piastra a detto supporto principale di nocciolo.

2. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detta piastra comprende una porzione ad anello interno generalmente circolare avente almeno una apertura attraverso una sua porzione centrale, una pluralità di razze relativamente distanziate estendentesi generalmente radialmente verso l'esterno da detto anello interno ed una porzione ad anello esterno collegata alle estremità esterne di dette razze e separata da detta porzione centrale mediante dette razze, almeno alcune di dette aperture essendo posizionate fra detto anello interno e detto anello esterno e separate l'una dall'altra da dette razze.

3. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che dette colonne di supporto sono collegate a detta porzione ad



anello esterno.

4. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 3, caratterizzata dal fatto che dette colonne di supporto sono distanziate angolarmente circonferenzialmente attorno a detta porzione di anello esterno.

5. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 4 per un reattore nucleare avente inoltre colonne di supporto secondario del nocciolo aggettanti da detto supporto principale del nocciolo, caratterizzata da colonne di supporto secondarie del nocciolo fissate a detto anello interno di detta piastra per impedire a dette colonne di supporto secondarie del nocciolo movimento indesiderato.

6. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 5, caratterizzata dal fatto che detta piastra è posizionata a circa da 2 a 4 piedi (60,96-121,92 cm) al di sotto di detto supporto principale del nocciolo.

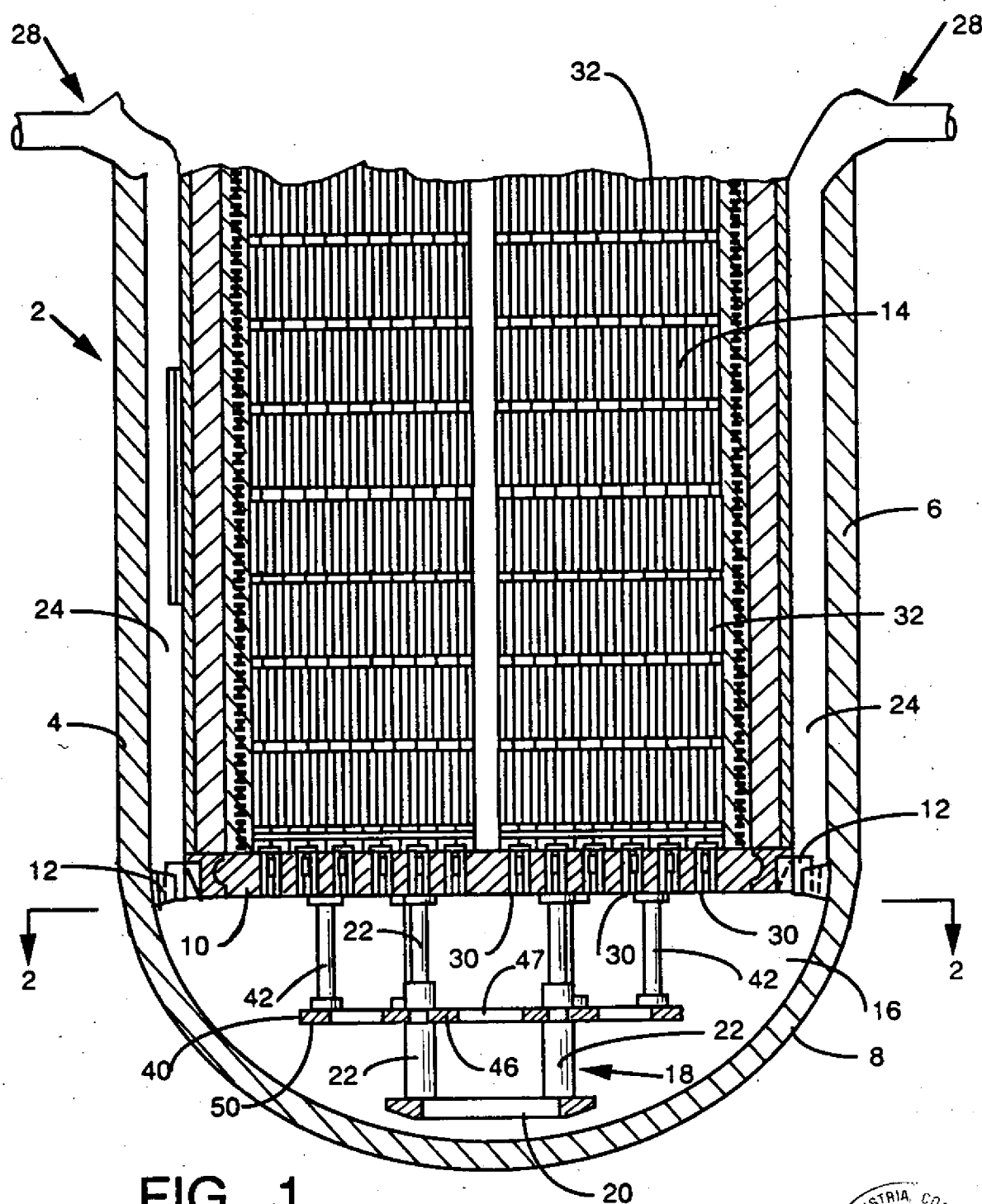
7. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detta piastra è posizionata in detta camera inferiore in corrispondenza di una altezza uguale a circa il 55-75% del raggio di curvatura di detta camera inferiore.

Il Mandatario:

- Dr. Ing.  MODIANO -



PD 93 A 0 0 0 0 7 8



Solmi

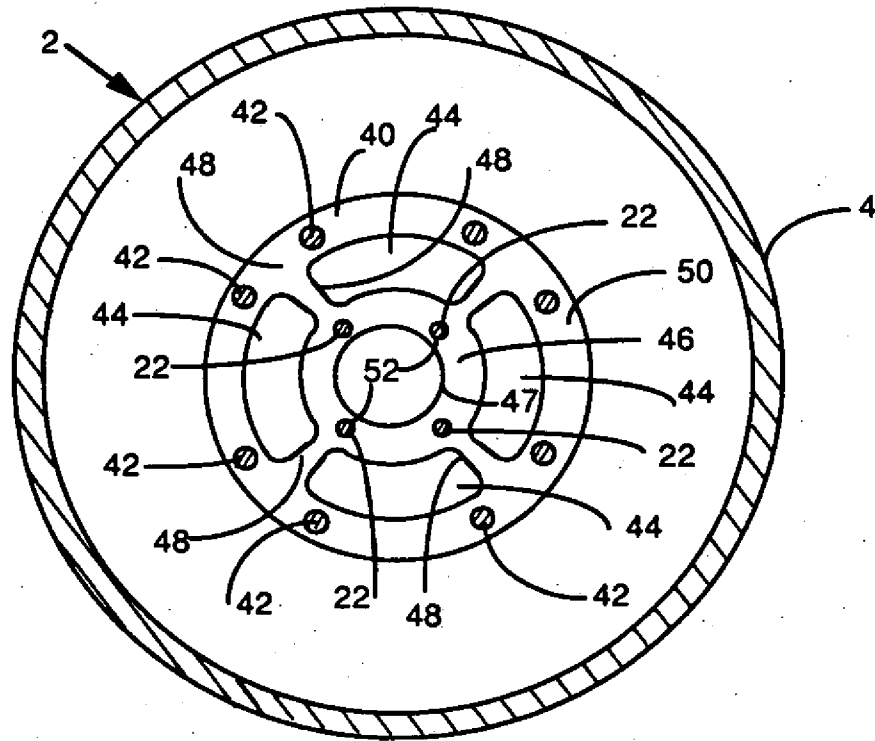


FIG. 2

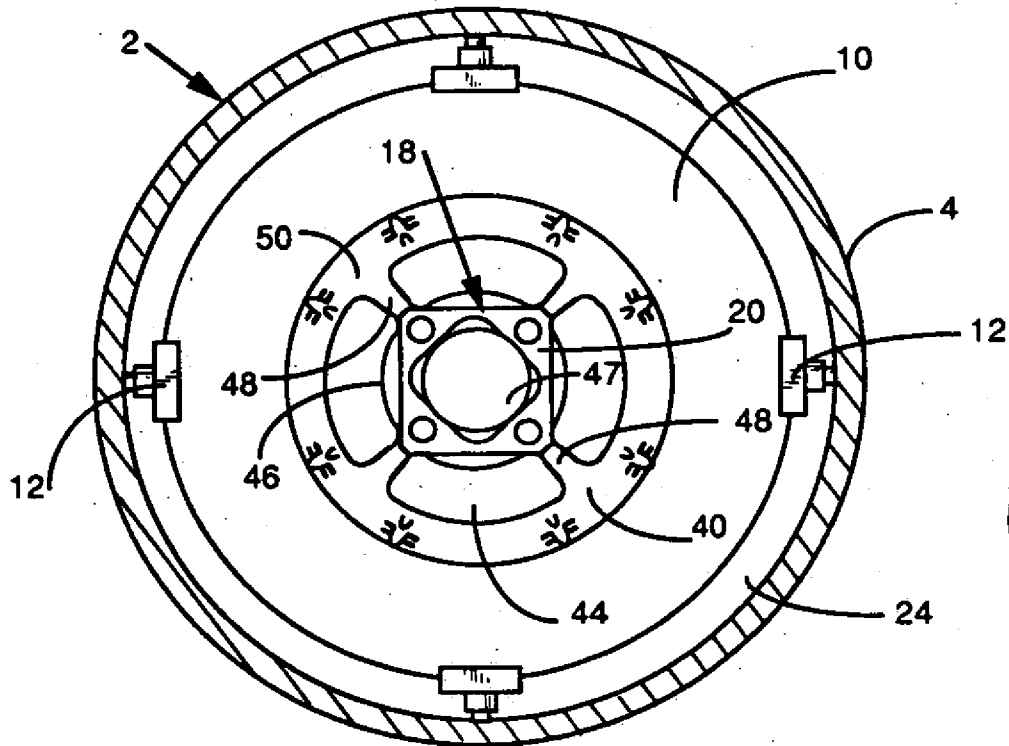


FIG. 3

