



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	101999900749493
Data Deposito	01/04/1999
Data Pubblicazione	01/10/2000

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	64	D		

Titolo

STRUTTURA DI CONTENIMENTO E DISSIPAZIONE TERMICA PER EQUIPAGGIAMENTI IN UN VEICOLO AERONAUTICO O SPAZIALE

Descrizione dell'Invenzione Industriale avente per titolo: "Struttura di contenimento e dissipazione termica per equipaggiamenti in un veicolo aeronautico o spaziale".

5 a nome:

- NEGESAT di Boer Fabrizio & C S.n.c, di nazionalità italiana, con sede in Via Camossetti 16/D, 10073 Ciriè (TO).

Depositata il - 1 APR. 1999

al n.

**TO 99A 000256**

10

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto una struttura per alloggiare in un veicolo spaziale equipaggiamenti attivi, quali apparecchiature elettroniche responsabili del funzionamento del satellite o carico pagante come ripetitori, telecamere, trasmettitori.

15

1. Più particolarmente l'invenzione si riferisce ad una struttura di contenimento e dissipazione termica che diminuisce le sollecitazioni meccaniche subite da dette apparecchiature e permette una efficiente dissipazione termica dei componenti elettronici in esse contenuti.

20

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

*B. Manfredi*

L'interno di satelliti per telecomunicazioni e simili veicoli spaziali è sostanzialmente occupato, oltre che dai serbatoi di carburante, da una varietà di scatole di elettronica, ossia involucri chiusi e sigillati che alloggiavano dispositivi e circuiti elettronici, che devono essere fissati alla struttura del satellite e collegati elettricamente fra loro e a dispositivi esterni. Tali scatole di elettronica, collettivamente indicate come carico utile, comprendono ad esempio batterie, trasponditori di segnali, apparecchiature per la manipolazione di dati, convertitori, ecc.

All'interno della struttura del veicolo spaziale, ciascuna scatola ha una posizione fissa, definita da un certo numero di vincoli quali le dimensioni, la dissipazione termica, il baricentro, la rigidità, l'immunità da disturbi elettromagnetici. I contenitori sono solitamente collegati fra loro da una varietà di conduttori elettrici o cablaggi.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Le disposizioni attualmente note per alloggiare e fissare tali scatole di elettronica all'interno di un satellite o simile veicolo hanno l'inconveniente di sottoporre l'attrezzatura ad amplificazione di carico derivante dall'ambiente di accoppiamento

dinamico. Più precisamente, si dice che è presente un accoppiamento dinamico quando una sorgente di forze (o una accelerazione) applica al satellite una forza o accelerazione assegnata (forza di ingresso), e le apparecchiature risultano sottoposte ad una forza o accelerazione (forza in uscita) che è maggiore di quella sorgente. Un livello relativamente elevato di forza (o accelerazione) applicato al carico utile richiede l'impiego di strutture speciali e complesse per il sostegno del carico utile, che aumentano la massa complessiva del satellite e il costo relativo.

Inoltre se le apparecchiature elettroniche devono dissipare, durante il loro normale funzionamento, una quantità di calore non trascurabile è necessario prevedere, all'interno della struttura che ospita le apparecchiature, anche un sistema di dissipazione del calore.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

La trasmissione del calore da parte di equipaggiamenti attivi avviene normalmente attraverso pannelli a nido d'ape, o honeycomb, in alluminio, a cui le scatole sono accostate e saldamente vincolate per mezzo di inserti presenti negli stessi pannelli.

La potenza termica, sviluppata dalle scatole elettroniche attive, viene quindi convogliata per

conduzione attraverso una faccia della scatola, normalmente quella in contatto con i pannelli honeycomb, e, sempre per conduzione, attraverso i pannelli honeycomb e successivamente eliminata per  
5 irraggiamento nello spazio vuoto.

Tale soluzione presenta però alcuni inconvenienti:

La superficie di scambio termico tra le scatole e i pannelli honeycomb è limitata, infatti solamente  
10 una faccia dell'equipaggiamento contribuisce a dissipare l'energia termica sviluppata.

Si ha un accoppiamento strutturale rigido tra scatole di elettronica e struttura esterna, derivante dalle viti di bloccaggio dell'equipaggiamento, da cui  
15 scaturisce la problematica della amplificazione dinamica delle accelerazioni al lancio del satellite e la conseguente necessità di sovradimensionare sia le strutture di contenimento dei componenti elettronici che il metodo di assemblaggio delle  
20 schede elettroniche all'interno degli equipaggiamenti, con incremento di peso, conseguente diminuzione del carico utile e quindi diminuzione del rapporto efficacia/costi.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Un primo scopo della presente invenzione è pertanto quello di ottenere una struttura per lo scambio termico, simile come prestazioni ai tradizionali pannelli honeycomb in alluminio, ma che  
5 possa essere applicata su più facce dell'equipaggiamento e che non sia rigida, ossia che abbia delle proprietà elastico smorzanti in modo tale da disaccoppiare dinamicamente l'equipaggiamento dalla struttura vincolante del satellite.

10 Inoltre, grazie all'inserimento delle apparecchiature elettroniche in un contenitore ermetico pressurizzato contenente aria a pressione ambiente terrestre, e grazie ad un sistema di ventilazione forzata, si ottiene un efficiente  
15 scambio termico per convezione tra interno e esterno del contenitore.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Questi ed altri scopi vengono raggiunti dalla struttura realizzata secondo l'invenzione, come rivendicato nelle unite rivendicazioni.

20 I suddetti ed altri scopi dell'invenzione risulteranno maggiormente chiari dalla descrizione di una forma preferita di realizzazione con riferimento alle figure allegate in cui:

la Figura 1 mostra una pluralità di apparecchiature inserite all'interno di un contenitore esterno comprendente una struttura di contenimento e dissipazione termica realizzata secondo la presente invenzione;

la Figura 2 mostra, in sezione, un particolare della struttura di contenimento e dissipazione termica realizzata secondo la presente invenzione.

Con riferimento alla figura 1 un contenitore vincolante esterno 2 a forma di parallelepipedo, atto a essere alloggiato all'interno di un satellite o un veicolo spaziale, contiene al suo interno una pluralità di scatole di equipaggiamenti attivi 4 collegate tra loro o con apparecchiature esterne mediante connettori e cablaggi elettrici non mostrati in figura.

Alcuni distanziali 20, 22 elastico smorzanti contribuiscono, all'interno del contenitore 2, a mantenere in posizione le scatole 4 e a garantire uno spazio sufficiente per il percorso dei cablaggi elettrici.

Tra le pareti interne del contenitore vincolante esterno 2 e le facce esterne delle scatole di equipaggiamenti attivi 4 è presente una struttura di

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

contenimento e dissipazione termica 6 composta da una pluralità di elementi di materiale elastico-smorzante leggero rivestiti da uno strato sottile (qualche micron) ad alta conduzione termica (alluminio, rame, argento, oro).

Si suppone, nel caso di figura 1, che la dissipazione termica debba avvenire tra equipaggiamenti e struttura di contenimento 2 laddove le pareti sono fredde (quelle che non sono esposte ad irraggiamento solare), cioè quelle laterali, quella posteriore, quella superiore e quella inferiore. E' possibile prevedere la stessa struttura di contenimento e dissipazione anche tra gli equipaggiamenti qualora sia vantaggioso.

In figura 2 è mostrato un particolare della struttura di contenimento e dissipazione termica.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Nell'esempio di realizzazione illustrato gli elementi 8 hanno forma sferica e sono composti ciascuno da una pallina di polistirolo 10 rivestita da un film (qualche micron) di materiale conduttivo 12, come ad esempio alluminio o rame. Le palline 8 così ottenute sono applicate a più facce di ciascuna scatola 4 di equipaggiamento e sono compattate in modo tale da massimizzare la superficie di scambio

termico tra le pareti dell'equipaggiamento 4 e le pareti del contenitore 2.

La metodologia di rivestimento delle palline può avvenire, secondo tecniche note, sia manualmente che automaticamente, avvolgendo le palline con un foglio sottile di rame, alluminio o argento.

Lo spessore del film conduttivo deve essere tale da non inibire le proprietà elastico-smorzanti del polistirolo o altro materiale. E' accettabile l'idea di avere più spessori di film conduttivo, il limite essendo determinato dall'inibizione completa del materiale elastico-smorzante interno.

Alternativamente gli elementi 8 possono avere forma cubica, parallelepipedica o altre forme, ed essere analogamente rivestite da un film conduttivo. La dimensione dei singoli elementi 8 può essere scelta a piacere in base alle esigenze, elementi sferici di piccole dimensioni infatti si inseriscono facilmente in tutti gli spazi vuoti disponibili all'interno del contenitore 2, mentre elementi 8 di dimensioni maggiori, ad esempio a forma di cubo o parallelepipedo, possono bloccare in posizione le scatole lasciando più spazio per la circolazione di un fluido interno di raffreddamento.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Le palline, avvicinate le une con le altre e pressate tra pareti adiacenti, formano una rete conduttiva con caratteristiche di conduzione termica simili a quelle di un pannello di tipo honeycomb in alluminio, mantenendo però tutti i vantaggi offerti dalle proprietà meccaniche del polistirolo o altro materiale elastico-smorzante.

Nella figura 2, in particolare, sono visibili alcune palline 8 tra loro accostate e pressate tra una parete 14 del contenitore vincolante esterno 2 e una parete 16 di una scatola di equipaggiamento 4. Ogni pallina 8 comprende un nucleo 10 in materiale elastico smorzante ed un rivestimento 12 costituito da un film di alluminio, rame o altro materiale conduttivo.

Gli spazi vuoti 18 compresi tra le pareti 14 e 16 e tra le palline 8 possono essere occupati da un fluido liquido o gassoso o anche dal vuoto.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Il contenitore vincolante esterno 2 può essere infatti di tipo pressurizzato e contenere aria, un gas inerte o una differente miscela di gas di raffreddamento o anche un liquido di raffreddamento.

Se il contenitore 2 è pressurizzato il materiale elastico-smorzante può essere un materiale a cella

chiusa, come il polistirolo, altrimenti è necessario usare un materiale a cella aperta.

E' tecnicamente pensabile di poter utilizzare un materiale elastico-smorzante a cella chiusa anche nel vuoto, qualora questo venga compattato in fase di  
5 assemblaggio in modo tale che il volume residuo che verrebbe occupato nella fase di dilatazione dovuta alla caduta di pressione sia insufficiente per farlo esplodere. Se il film conduttivo funge anche da  
10 rivestimento che contrasta elasticamente la dilatazione del materiale a cella chiusa questo può tranquillamente essere utilizzato anche nel vuoto.

Inoltre, se il contenitore 2 è pressurizzato, la dissipazione termica può essere aumentata  
15 introducendo, all'interno dello stesso contenitore, dei ventilatori, non mostrati nelle figure, che innescano un processo di ventilazione forzata e quindi di convezione dell'aria contenuta all'interno del contenitore. In assenza di gravità infatti la  
20 convezione sarebbe praticamente nulla.

L'interno del contenitore 2 è mantenuto a pressione ambiente grazie alla sigillatura fatta in ambiente terrestre con colle non strutturali, che garantiscono l'ermeticità senza compromettere

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

un'eventuale accessibilità all'interno del satellite per una riparazione all'ultimo momento.

Se invece il contenitore 2 non è pressurizzato si ottiene un semplice scambio di calore per  
5 conduzione migliorato dal fatto di avere più facce termicamente conduttive.

Strutturalmente si ottiene quindi una configurazione isostatica, essendo ciascuna scatola di equipaggiamento vincolata per compressione su  
10 tutte e sei le facce.

I vantaggi di una tale architettura sono evidenziati dal fatto che migliorando, da un lato, le capacità dissipative delle scatole attive e, dall'altro quello di poter progettare gli assemblaggi  
15 e i componenti per fattori di carico inferiori, si possono potenzialmente utilizzare componentistica e metodi di assemblaggio propri ad uso terrestre, cioè ad un costo molto inferiore rispetto a quelli qualificati per i veicoli spaziali attuali.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

20

## RIVENDICAZIONI

1. Struttura di contenimento e dissipazione termica per scatole di equipaggiamenti attivi (4) inserite all'interno di un contenitore vincolante esterno (2) in un veicolo spaziale, caratterizzata dal fatto di comprendere una pluralità di elementi (8) di materiale elastico-smorzante (10), ciascun elemento (8) essendo rivestito da almeno uno strato (12) termicamente conduttore.

10 2. Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detti elementi (8) sono applicati su una o più facce (16) di ciascuna scatola e/o tra dette una o più facce (16) e le pareti interne (14) di detto contenitore vincolante esterno (2).

15 3. Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detti elementi (8) hanno forma sostanzialmente sferica.

4. Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detti elementi (8) hanno forma cubica, 20 parallelepipedica o prismatica.

5. Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detti elementi (8) sono pressati tra dette una o più facce (16) delle scatole e le pareti interne (14)

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

di detto contenitore vincolante esterno (2) e sono tra loro accostati in modo da trasferire il calore generato da detti equipaggiamenti attivi verso le pareti (14) del contenitore esterno (2).

5        6.    Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detti elementi (8) sono rivestiti da uno strato sottile di alluminio.

10       7.    Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detti elementi (8) sono rivestiti da uno strato sottile di rame, argento o oro.

8.    Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detto contenitore vincolante esterno (2) è pressurizzato e detto materiale elastico-smorzante (10) è un materiale a cella chiusa.

15       9.    Struttura secondo la rivendicazione 8, in cui detto materiale elastico-smorzante (10) è polistirolo.

20       10.    Struttura secondo la rivendicazione 8, in cui detto contenitore vincolante esterno (2) pressurizzato contiene aria.

11.    Struttura secondo la rivendicazione 10, in cui detto contenitore vincolante esterno (2)

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

pressurizzato comprende al suo interno un sistema di ventilazione forzata.

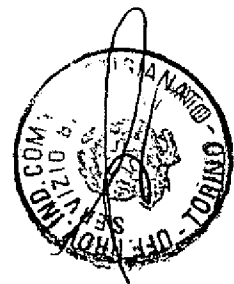
12. Struttura secondo la rivendicazione 8, in cui detto contenitore vincolante esterno (2) pressurizzato contiene un liquido di raffreddamento.

13. Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detto contenitore vincolante esterno (2) non è pressurizzato e detto materiale elastico-smorzante (10) è un materiale a cella aperta.

14. Struttura secondo la rivendicazione 1, in cui detto contenitore vincolante esterno (2) non è pressurizzato e detto materiale elastico-smorzante (10) è un materiale a cella chiusa rivestito o compresso da materiale che ne impedisce la dilatazione e quindi l'esplosione.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

*Olimpia Vergnano*



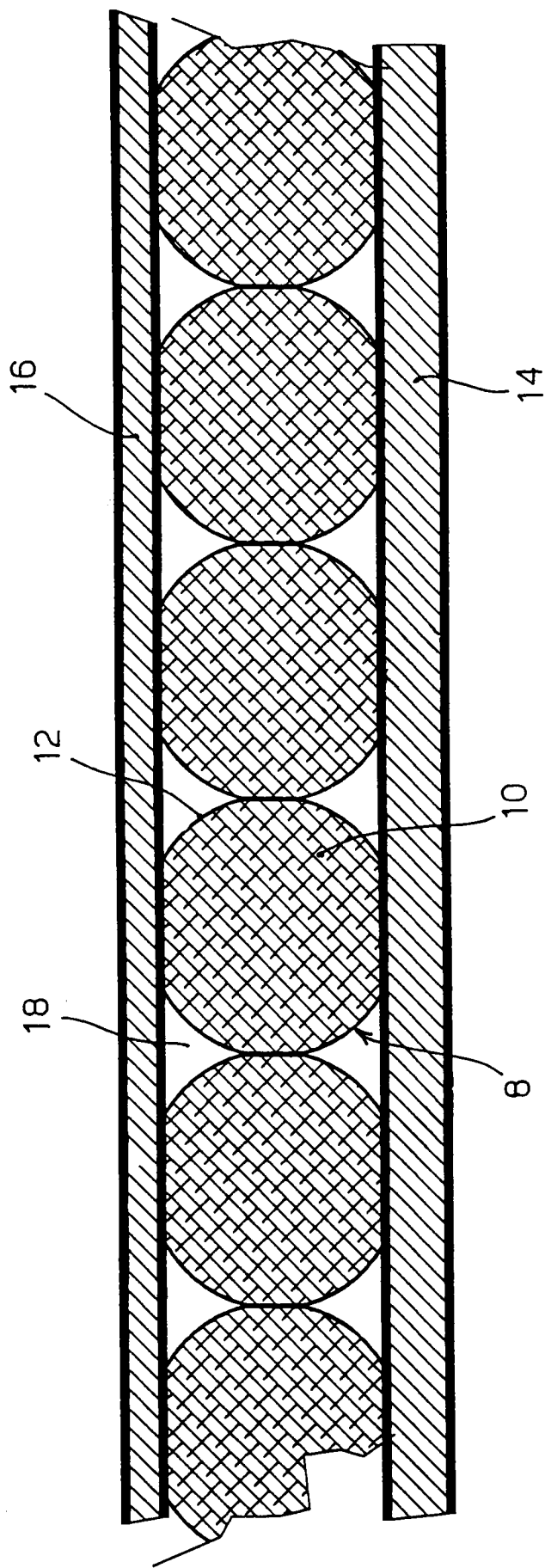
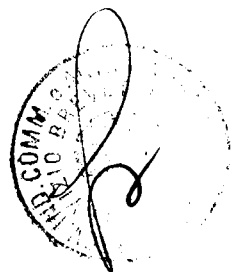


FIG. 2



OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIETÀ E PER GLI ALTRI)

*Olimpia Vergnano*

TO 99A 000256

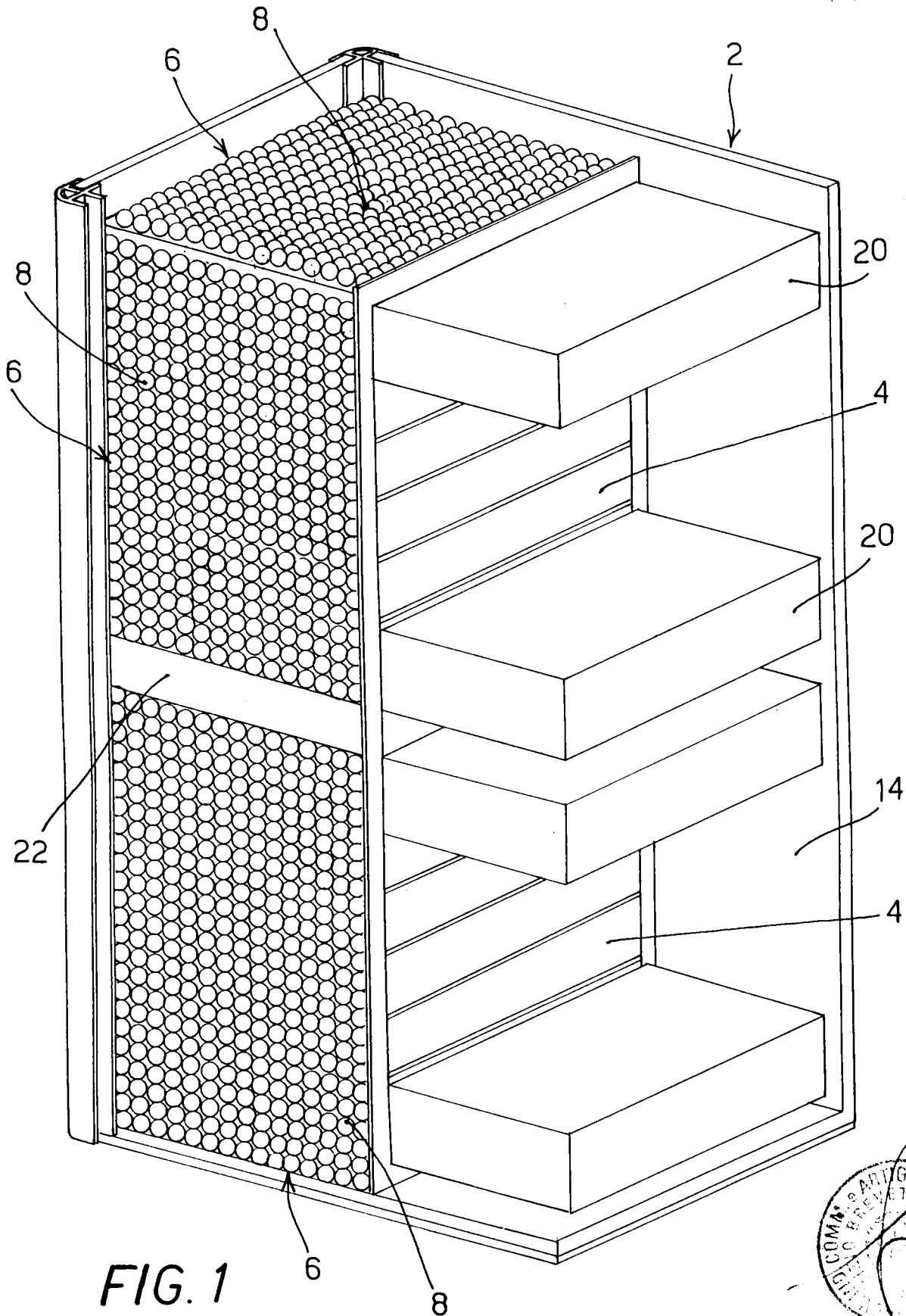
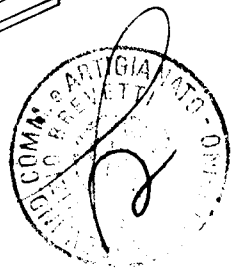


FIG. 1



OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

*Olimpia Vergnano*