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

UIBM

DOMANDA NUMERO	**101999900807570**
Data Deposito	**14/12/1999**
Data Pubblicazione	**14/06/2001**

Priorità	09/216,444
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	N		

Titolo

TRAPPOLA TERMOELETTRICA A FREDDO, IN PARTICOLARE PER CATTURARE E PRECONCENTRARE SPECIE GASSOSE DA RILEVARE ANALITICAMENTE.

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale

di BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE, di nazionalità statunitense;

con sede a COLUMBUS, OH10 43201-2693 (U.S.A.), 505 KING AVENUE

Inventori: HOLDREN Michael W., GRASSI Michael J., KEIGLEY C. William, DANHOF Scott N., STETS Joseph A.

T099A 001096

La presente invenzione si riferisce al campo dei metodi e degli apparecchi per catturare e preconcentrare alcune specie gassose per il rilevamento analitico, e più specificamente a metodi e ad apparecchi per utilizzare un apparecchio termoelettrico portatile, compatto, per preconcentrare composti organici volatili per analisi mediante gascromatografia.

Parecchi composto organici volatili ("VOC") riscontrati nell'aria ambiente sono presenti in parti molto basse per livelli di bilioni e parti per trilioni. Per identificare e quantificare questi composti, i ricercatori devono impiegare tecniche di raccolta che preconcentrino quantità sufficienti di questi materiali per un rilevamento analitico.

L'impiego di trappole criogeniche per concentrare VOC prima della analisi è stato stabilito come una tecnica affermata per il monitoraggio dei VOC. Questo metodo comporta la

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

raccolta di un campione impiegando una trappola contenente un materiale inerte (ad esempio perle di vetro) a temperature inferiori alla temperatura ambiente. La temperatura della trappole è al di sotto delle temperature di condensazione per VOC in traccia ma superiore alla temperatura di condensazione dei costituenti principali dell'aria ambiente (ad esempio azoto e ossigeno). Dopo raccolta, la trappola viene rapidamente riscaldata, i VOC vengono desorbiti e i composti vengono analizzati, tipicamente utilizzando un sistema gas-cromatografico ("GC").

Un metodo alternativo di intrappolamento comporta l'impiego di materiali adsorbenti per raccogliere i VOC a temperature ambiente. Adsorbenti correnti comprendono Tenax-TA, silica-gel, setacci molecolari di carbonio e carbone di legna attivato. Il desorbimento viene nuovamente effettuato innalzando la temperatura della trappola prima della analisi GC. Sebbene vengano impiegate tanto trappole ad adsorbente singolo quanto trappole ad adsorbente multiplo, le trappole ad adsorbente singolo non sono in grado di raccogliere in modo completo e/oppure desorbire campioni aventi una ampia gamma di pesi molecolari, e possono subire

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BMI

interferenze da manufatti. Vengono perciò preferite le trappole ad adsorbenti multipli. Utilizzando adsorbenti scelti in una configurazione di trappola a letti multipli, gli apparecchi di raccolta possono essere regolati per catturare una ampia gamma di composti con minime interferenze dai manufatti.

Tipicamente, per raffreddare la trappola di raccolta dei campioni vengono impiegati criogeni liquidi, quale azoto o anidride carbonica. Tuttavia, durante le operazioni normali vengono consumate grandi quantità di criogeno. L'impiego di grandi quantità di criogeni è costoso e comporta problemi di sicurezza e logistici nella manipolazione di questi materiali.

Recentemente, sono stati progettati parecchi sistemi GC commerciali per preconcentrare automaticamente composti organici volatili e analizzare i campioni arricchiti. Tutte le unità conosciute, eccettuata una, utilizzano un criogeno liquido per facilitare le operazioni. Il sistema GC criogenico non liquido utilizza un mezzo termo-elettrico per raffreddare la trappola di raccolta. Tuttavia, questo apparecchio è una parte integrale del sistema GC, e non può essere trasferito ad un GC differente.

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

La presente invenzione prevede un gruppo nuovo e perfezionato di trappola a freddo unica che è semplice come struttura, economica, di impiego efficace e che ovvia alle precedenti difficolta ed altre pur provvedendo una raccolta e una prestazione di preconcentrazione dei campioni accettabile.

Secondo la presente invenzione, viene provvisto un gruppo nuovo e perfezionato di trappola a freddo unica per l'impiego con sistemi GC nuovi o esistenti. Il gas campione a temperatura ambiente viene fatto passare ad una portata specificata per un tempo predeterminato attraverso un tubo contenente un adsorbente. Il tubo è alloggiato entro una trappola a freddo che raffredda il tubo, facendo si che alcuni componenti del gas campione si condensino sull'adsorbente presente entro il tubo. La corrente di gas campione viene arrestata, il condensato viene desorbito riscaldando il tubo, e il campione vaporizzato viene inviato in un gas-cromatografo tramite una valvola a sei aperture, due posizioni.

La trappola a freddo secondo la presente invenzione realizza una temperatura di traguardo di regolazione fredda di -30±5°C e un punto di regolazione caldo di traguardo di 300±5°C. Questa è

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

in grado di riscaldare un tubo di adsorbente del campione da circa -30°C a circa 300°C in meno di circa 30 secondi e di raffreddare il tubo adsorbente da circa 300°C a circa -30°C in meno di circa 10 minuti. Così, la trappola a freddo può realizzare tempi di ciclo rapidi e una efficienza di raccolta e di ricupero elevata di analiti volatili.

Secondo un aspetto della presente invenzione, una trappola a freddo termoelettrica per la raccolta di un campione di gas per analisi comprende uno scambiatore di calore a forma di U avente una base, un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo, con il lato caldo che impegna la base, un blocco freddo a forma di T che impegna il lato freddo del modulo termoelettrico e avente un cilindro per ricevere in modo rimovibile un gruppo tubo di raccolta del campione/riscaldatore; e un modulo di controllo collegato elettricamente al modulo termoelettrico, il modulo di controllo azionando selettivamente il modulo termoelettrico per raffreddare un tubo di raccolta del campione alloggiato entro il cilindro. La trappola a freddo termoelettrica può anche comprendere un secondo modulo termoelettrico che impegna la base e è accoppiato in parallelo con il primo modulo termo-

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

elettrico. Intorno al blocco freddo è provvisto un isolamento espanso.

Secondo un altro aspetto della presente invenzione, una trappola a freddo termoelettrica per la raccolta di un campione di gas per analisi comprende uno scambiatore di calore a forma di U avente una base, un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo con il lato caldo in impegno con la base, un blocco freddo che impegna il lato freddo del modulo termoelettrico e avente un supporto per ricevere in modo rimovibile un tubo di raccolta del campione contenente un adsorbente, un riscaldatore in comunicazione con un tubo di raccolta del campione alloggiato nel supporto, e un modulo di controllo elettricamente collegato al riscaldatore e al modulo termoelettrico, il modulo di controllo azionando selettivamente il riscaldatore e il modulo termoelettrico per riscaldare e raffreddare un tubo di raccolta del campione alloggiato nel supporto. Il blocco freddo può essere a forma di T e il supporto può essere un cilindro formato integralmente con il blocco freddo. Il blocco freddo può essere formato da alluminio. La base, il modulo termoelettrico e il blocco freddo possono essere fissati insieme mediante un morsetto,

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

quale un morsetto fenolico.

La trappola a freddo termoelettrica può anche comprendere un secondo modulo termoelettrico in impegno con la base. Preferibilmente, questo secondo modulo è collegato in parallelo con il primo modulo. La trappola a freddo termoelettrica può inoltre comprendere un isolamento espanso che scherma il blocco freddo. Preferibilmente, l'isolamento è una schiuma di poliuretano.

Lo scambiatore di calore a forma di U preferibilmente presenta delle alette. Lo scambiatore di calore può anche comprendere una prima ed una seconda piastra laterale collegate alla base ed estendentesi da bordi opposti della base.

Il modulo di controllo può comprendere un circuito temporizzatore. Questo circuito può impostare periodi di cicli caldi e freddi e controllori della temperatura per controllare le temperature del riscaldatore e del modulo termo-elettrico. Le suddette trappole a freddo termo-elettriche possono comprendere un adattatore per il collegamento della trappola a freddo termoelettrica ad un gas-cromatografo.

In un ulteriore aspetto della presente invenzione, un apparecchio per preconcentrare specie

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

gassose per il rilevamento analitico comprende uno scambiatore di calore a forma di U avente una base, un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo con il lato caldo in impegno con la base, un blocco freddo a forma di T che impegna il lato freddo del modulo termoelettrico ed avente un supporto per impegnare un tubo di raccolta del campione, un tubo di raccolta del campione contenendo un adsorbente, il tubo di raccolta del campione essendo alloggiabile in modo rimovibile entro il supporto, un riscaldatore per riscaldare il tubo di raccolta del campione disposto entro il supporto, e un modulo di controllo collegato elettricamente al riscaldatore e al modulo termo-elettrico, il modulo di controllo azionando selettivamente il riscaldatore e il modulo termo-elettrico per riscaldare e raffreddare il tubo di raccolta del campione. L'apparecchio può anche comprendere un secondo modulo termoelettrico che impegna la base ed è collegato in parallelo al primo modulo termoelettrico. E' provvisto un isolamento espanso per schermare il blocco freddo e il tubo adsorbente. Il modulo di controllo dell'apparecchio può comprendere un circuito temporizzatore per impostare periodi di cicli caldi e freddi e

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

controllori della temperatura per controllare le temperature del riscaldatore e del modulo termoelettrico.

In ancora un altro aspetto della presente invenzione, un metodo per assiemare una trappola a freddo termoelettrica per la raccolta di campioni di gas per l'analisi comprende le operazioni di provvedere uno scambiatore di calore a forma di U, di fissare un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo allo scambiatore di calore con il lato caldo disposto contro lo scambiatore di calore; di fissare un blocco freddo sul lato freddo del modulo termoelettrico, di provvedere un supporto del tubo di raccolta del campione in impegno con il blocco freddo e di collegare elettricamente un modulo di controllo al modulo termoelettrico per azionare selettivamente il modulo termoelettrico allo scopo di raffreddare un tubo di raccolta del campione alloggiato nel supporto.

In ancora un altro aspetto della presente invenzione, un metodo per la raccolta di composti volatili da campioni di gas comprende le operazioni di provvedere uno scambiatore di calore a forma di U, di fissare un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo allo scambiatore di

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

calore con il lato caldo disposto contro lo scambiatore di calore, di provvedere un blocco freddo avente un supporto per impegnare un tubo di raccolta del campione di gas, di fissare il blocco freddo sul lato freddo del modulo termoelettrico, di introdurre un tubo di raccolta del campione dei gas contenente un adsorbente entro il supporto, di provvedere un riscaldatore in comunicazione con il tubo di raccolta del campione, di collegare elettricamente un modulo di controllo al modulo termoelettrico ed al riscaldatore, di far passare un campione di gas attraverso il tubo adsorbente alloggiato entro il supporto, di far azionare dal modulo di controllo il modulo termoelettrico per raffreddare il tubo adsorbente e condensare i componenti del campione, e di far azionare dal modulo di controllo il riscaldatore per desorbire i componenti condensati del campione.

La presente invenzione presenta numerosi vantaggi. L'unità è portatile e può essere adattata ad un gas-cromatografo esistente oppure essere installata in un gas-cromatografo nuovo. Il blocco freddo a forma di T minimizza le perdite di calore, minimizza il volume, aumenta la velocità di raffreddamento della unità, ed impedisce elevati

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

flussi di calore alla base e ai moduli termoelettrici. L'impiego di un isolamento espanso riduce le perdite di calore entro l'unità e contribuisce a mantenere i componenti della trappola a freddo nella loro posizione desiderata entro l'involucro formato dallo scambiatore di calore a forma di U. L'unità fornisce tempi di ciclo rapidi e una elevata efficienza di raccolta e di ricupero dei composti volatili.

Ancora altri vantaggi e benefici della invenzione risulteranno evidenti alle persone esperte nella tecnica cui questa si riferisce da una lettura e da una comprensione della seguente descrizione dettagliata.

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

L'invenzione può assumere una forma fisica in alcune parti e disposizioni di parti, una forma di realizzazione preferita della quale verrà descritta in dettaglio in questa descrizione ed illustrata nei disegni allegati che ne fanno parte, ed in cui:

la figura 1 illustra una vista prospettica esplosa di una trappola a freddo termoelettrica;

la figura 2A illustra una vista frontale di un blocco freddo secondo la presente invenzione;

la figura 2B illustra una vista prospettica del blocco freddo;

la figura 2C illustra una vista laterale del blocco freddo;

la figura 2D illustra una vista dall'alto del blocco freddo;

la figura 3 illustra una vista laterale del tubo adsorbente e del riscaldatore;

la figura 4A illustra una vista prospettica del modulo di controllo;

la figura 4B illustra una vista laterale del modulo di controllo;

la figura 4C illustra una vista dall'alto sezionata del modulo di controllo;

la figura 5 illustra uno schema elettrico del modulo di controllo;

la figura 6 illustra una vista prospettica di una fase di montaggio della trappola a freddo termo-elettrica;

la figura 7 illustra una vista prospettica di una fase di montaggio della trappola a freddo termo-elettrica;

la figura 8 illustra una vista prospettica di una fase di montaggio della trappola a freddo termo-elettrica;

la figura 9 illustra una vista prospettica di un morsetto fenolico;

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

la figura 10 illustra una vista prospettica di una fase di montaggio della trappola a freddo termoelettrica;

la figura 11 illustra una vista prospettica di una fase di montaggio della trappola a freddo termoelettrica;

la figura 12 illustra una vista prospettica di una fase di montaggio della trappola a freddo termoelettrica;

la figura 13 illustra una vista prospettica della trappola a freddo termoelettrica completamente assiemata;

la figura 14A illustra una valvola a sei aperture di un gas-cromatografo nella posizione di carico; e

la figura 14B illustra una valvola a sei aperture di un gas-cromatografo nella posizione di iniezione.

Riferendosi ai disegni, che sono provvisti soltanto allo scopo di illustrare una forma di realizzazione preferita della invenzione e non per limitare l'invenzione, la figura 1 illustra una vista prospettica della trappola a freddo termoelettrica 10. La trappola a freddo 10 viene impiegata per preconcentrare quantità sufficienti di

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

composti organici volatili ("VOC") riscontrati nell'aria ambiente o in altri mezzi gassosi per un rilevamento analitico.

La trappola a freddo termoelettrica 10 comprende tre componenti fondamentali. Il primo è il modulo di trappola a freddo 16. Il secondo è un gruppo tubo adsorbente/riscaldatore 22, il terzo è il modulo di controllo 28, illustrato nelle figure 4A, 4B, 4C, il quale controlla il funzionamento della trappola a freddo 10.

Il modulo 16 della trappola a freddo 10 comprende uno scambiatore di calore 34, un primo ed un secondo modulo termoelettrico 40, 42, un blocco freddo 46 e materiale di isolamento 52 (come illustrato nella figura 12). Lo scambiatore di calore 34 è preferibilmente uno scambiatore di calore del lato caldo, ad alette, con canali a U. La configurazione dello scambiatore di calore 34 con canali a U serve per massimizzare la dimensione dello scambiatore di calore 34 per migliorare l'efficienza senza aumentare la dimensione globale della trappola a freddo 10. Con l'aggiunta di un ventilatore di raffreddamento 43, le dimensioni globali del modulo 16 sono preferibilmente nell'intervallo di 15,2 x 15,2 x 17,8 cm (6 x 6 x 7

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

pollici), che permettono al modulo 16 di essere spostato facilmente e installato in modo rimovibile su unità GC esistenti. Queste dimensioni provvedono un equilibrio tra la capacità di trasporto e la capacità di scambio di calore, ma si possono anche impiegare moduli aventi dimensioni differenti.

Il modulo 16 contiene preferibilmente due moduli termoelettrici 40, 42 che sono collegati in parallelo, sebbene si possa impiegare un singolo modulo termoelettrico 40 a seconda delle sue condizioni di funzionamento e di prestazione richieste, quali temperatura di regolazione del punto caldo e del punto freddo e tempi ciclo. I moduli termoelettrici 40, 42 sono piccole pompe di calore a stato solido, con dimensioni variabili da approssimativamente 1,0 cm^2 ad oltre 5,0 cm^2. I moduli termoelettrici 40, 42 spostano il calore da una zona ad un'altra, creando così una differenza di temperatura. I moduli termoelettrici 40, 42 sono formati da una serie di coppie di semiconduttori collegate elettricamente in serie e termicamente in parallelo. Quando si applica un potenziale in corrente continua, viene adsorbito calore ad un lato dei moduli termoelettrici 40, 42, raffreddando tale lato, mentre il calore viene espulso all'altro lato,

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

provocando un aumento della temperatura sull'altro lato. Questo fenomeno è noto come effetto Peltier. Questi moduli termoelettrici 40, 42 sono preferibilmente unità ottenibili commercialmente, quali modello della Melcor Corporation 2SC055045-127-63L.

Due di tali moduli termoelettrici 40, 42 sono attualmente necessari per funzionamento prolungato per periodi di tempo superiori a 10 minuti a 300°C. Con i due moduli termoelettrici 40, 42 e lo scambiatore di calore 34 a canale a U, calore sufficiente viene rimosso dal blocco freddo 46 durante il periodo di riscaldamento della trappola a freddo 10, in modo che i moduli termoelettrici 40, 42 non superano mai la temperatura massima raccomandata dal produttore, che è approssimativamente dell'ordine di 80°C. In una forma di realizzazione preferita, la temperatura minima di funzionamento della trappola a freddo 10 è approssimativamente -45°C. Il tempo richiesto per riscaldare la trappola a freddo 10 sino a 300°C è approssimativamente 20 secondi. Il tempo richiesto per raffreddare la trappola a freddo 10 da 300°C a -30°C è approssimativamente 5,0 minuti.

Il blocco freddo 46 è un blocco "isolante" che

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

aumenta l'isolamento tra le zone fredda e calda dei moduli termoelettrici 40, 42. Preferibilmente, il blocco freddo 46 è una forma a "T" in alluminio che ha una massa termica molto piccola. La figura 2A illustra una vista frontale del blocco freddo 46. Il blocco freddo 46 comprende un cilindro 64 per ricevere e supportare il gruppo tubo adsorbente/ riscaldatore 22. La figura 2B illustra una vista prospettica del blocco freddo 46. La figura 2C illustra una vista laterale del blocco freddo 46. La figura 2D illustra una vista dall'alto del blocco freddo 46. Il blocco freddo 46 ha preferibilmente una altezza h di 1,200 pollici, uno spessore centrale c di 0,075 pollici, una lunghezza centrale l di 1,575 pollici, una lunghezza totale o di 3,000 pollici e una larghezza w di 1,575 pollici quando impiegato in una trappola a freddo 10 avente le dimensioni fornite sopra.

La figura 3 illustra una vista dettagliata del gruppo tubo adsorbente/riscaldatore 22. Il gruppo tubo adsorbente/riscaldatore 22 comprende un tubo adsorbente 70 e un elemento riscaldatore 76 avvolto intorno al tubo adsorbente 70 per provvedere una zona riscaldata di approssimativamente 3,0 pollici.

Il riscaldatore può essere un elemento di

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

riscaldamento a nastro metallico avvolto a spirale. Un tale riscaldatore può essere costruito da un nastro di nichelcromo (spesso approssimativamente 0,007 pollici per una larghezza di 0,125 pollici) avvolto intorno ad un mandrino del diametro di 0,125 pollici diciannove volte per produrre un elemento di riscaldamento lungo approssimativamente 2,95 pollici. L'elemento viene rimosso dal mandrino ed una estremità viene squadrata mediante taglio. Un filo conduttore viene brasato (saldato ad argento) all'altra estremità dell'elemento. Il risultante riscaldatore è lungo circa 2,90 pollici ed ha una resistenza elettrica di 0,95±0,05 ohm.

Il tubo adsorbente 70 è preferibilmente un tubo in acciaio inossidabile, rivestito con silice fusa o rivestito con quarzo prodotto commercialmente, con un diametro esterno di circa 3,2 mm (0,125 pollici) e una lunghezza di circa 46 cm (18 pollici). Il tubo adsorbente 70 viene impaccato con uno o più adsorbenti per raccogliere VOC prima della analisi.

Il centro 82 dell'esterno del tubo adsorbente 70 viene preferibilmente trattato per rimuovere i contaminanti superficiali e provvedere una buona superficie per l'attacco delle termocoppie 94, 96, 98. Per esempio, la superficie del tubo può essere

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

sabbiata con una carta smeriglio di ossido di silicio grana 1200 o equivalente per rimuovere tutto l'ossido e quindi essere pulita con acetone o un altro adatto solvente per rimuovere qualsiasi olio residuo.

Un pezzo di nastro di vetro 88 largo approssimativamente 0,5 pollici e lungo 3 pollici viene centrato e fissato lungo l'asse del tubo adsorbente. Tre termocoppie tipo "K" 94, 96, 98 vengono centrate sul tubo adsorbente 70 e vengono disposte affiancate contro la superficie del tubo 70. Il nastro di vetro 88 viene quindi arrotolato intorno al tubo adsorbente 70, fissando in posizione le tre termocoppie 94, 96, 98.

L'elemento riscaldatore in nichelcromo viene fatto scorrere sopra il nastro di vetro contenente le termocoppie e l'estremità tagliata in quadro viene fissata al tubo in acciaio inossidabile mediante saldatura a punti. Viene applicata una tensione all'elemento di riscaldamento a spirale, facendo si che questo si stringa intorno al tubo. Un pezzo di nastro di vetro viene collocato sull'elemento riscaldatore per mantenerlo in posizione e provvedere un isolamento elettrico. Un collegamento a terra viene provvisto sul tubo

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

arrotolando un altro pezzo di nastro di nichelcromo (generalmente lungo meno di circa 0,375 pollici) intorno al tubo e saldandolo lungo tutta la sua lunghezza. Un secondo filo conduttore viene brasato a questo collegamento a terra.

Si impiega un nastro di vetro od altro materiale adatto per isolare il collegamento elettrico per il riscaldatore e per isolarlo dal tubo. Si deve avere cura di assicurare un isolamento elettrico completo dell'elemento riscaldatore e di mantenere la desiderata resistenza di circa 0,95±0,05 ohm nel gruppo di tubo finito.

Il tubo adsorbente 70 e il suo elemento riscaldatore 76 vengono fissati entro un tubo posizionatore 72 per contribuire a posizionare questi entro il blocco freddo 46. Un tubo posizionatore 72 e un gruppo di dado Swagelok^{R} 184 vengono fatti scorrere sopra il riscaldatore isolato 76 e i fili conduttori, e il tubo adsorbente 70 viene introdotto in una attrezzatura di assemblaggio per posizionare il dado 184 rispetto al blocco freddo 46. Il tubo posizionatore 72 e il dado 184 vengono fissati in posizione e il tubo adsorbente 70 viene abbassato contro la maschera. Una resina epossidica a rapido indurimento o un altro materiale

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BMJ

adatto viene collocato nel tubo posizionatore 72 per fissare il tubo adsorbente 70 nella sua posizione desiderata. Quando la resina epossidica è polimerizzata, il tubo 70 può essere rimosso dalla attrezzatura di montaggio. Se desiderato, altra resina epossidica può essere aggiunta all'interno del tubo posizionatore 72 per assicurare una tenuta ermetica.

La trappola a freddo può contenere tubi adsorbenti rimovibili e sostituibili per minimizzare il tempo di preparazione della apparecchiatura quando vengono impiegati tubi con differenti adsorbenti. Per facilitare l'introduzione e la rimozione di differenti tubi e per ridurre il pericolo di danneggiare l'elemento riscaldatore 76 e le termocoppie associate 94, 96, 98, il riscaldatore 76 e le termocoppie 94, 96, 98 possono essere fissate al blocco freddo 46 anzichè essere provviste su ciascun tubo adsorbente 70.

Riferendosi ancora alle figure 1 e 3, le figure 4A, 4B e 4C illustrano il modulo di controllo 28, la figura 5 illustra uno schema elettrico del modulo di controllo 28 impiegato con il sistema. Il modulo di controllo 28 fornisce energia ai moduli termo-elettrici 40, 42 e all'elemento di riscaldamento 76,

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

così da controllare i punti freddo e caldo impiegando regolatori individuali della temperatura 100, 102. Il modulo di controllo 28 comprende pure un circuito temporizzatore, quale temporizzatori 104, 106, 108 per impostare i periodi per i cicli caldo e freddo. I temporizzatori 104, 106, 108 sono preferibilmente ottenibili commercialmente e ben noti nella tecnica.

La trappola a freddo può comprendere un adattatore, non illustrato nei disegni, per collegare la trappola a freddo 10 a qualsiasi GC impiegando una valvola a sei aperture 120, illustrata nelle figure 14A e 14B. La figura 14A illustra la valvola 120 nella posizione di carico e la figura 14B illustra la valvola 120 nella posizione di iniezione. Il modulo di controllo 28 può comprendere relé 110 e circuiti di chiusura dei contatti 114 che si interfacciano con il circuito temporizzatore per azionare la valvola 120 del gas-cromatografo ("GC") e per avviare il GC e qualsiasi sistema di acquisizione di dati associato. La valvola 120 rimane nella posizione di carico mentre il campione viene raccolto e raffreddato e viene commutata la posizione di iniezione quando inizia il desorbimento del campione mediante riscaldamento.

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

Con il controllore nel modo di riposo, il controllore 100 della temperatura fredda è operativo. Quando il controllore 100 della temperatura fredda viene commutato al modo di funzionamento, i temporizzatori 104, 106, 108 sono funzionanti. Quando il primo temporizzatore 104 viene attivato, un relé 110 viene attivato e viene inviato un segnale per portare la valvola 120 del GC alla posizione di carico. Il primo temporizzatore 104 determina la durata di tempo in cui la valvola 120 del GC si trova nella posizione di carico (modo di raccolta del campione). Il secondo e il terzo temporizzatore 106, 108 vengono avviati al completamento del ciclo dal primo temporizzatore 104. L'attivazione del secondo temporizzatore 106 fa scattare la valvola 120 del GC per commutarsi alla posizione di iniezione del campione (tramite un segnale di chiusura del contatto momentaneo). Il secondo temporizzatore 106 è operativo per tutto il ciclo di funzionamento del GC. Il terzo temporizzatore 108, che inizia simultaneamente con il secondo temporizzatore 106, determina la lunghezza del tempo in cui l'elemento riscaldatore 76 viene attivato.

Un tipico ciclo operativo del GC è di 30

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

minuti, sebbene il tempo ciclo possa variare a seconda della quantità di tempo necessaria per risolvere cromatograficamente i composti di interesse. Per miscele complesse di composti quali quelle identificate dal U.S. EPA come "composti TO-14", per esempio, è necessario il tempo ciclo totale del GC di 30 minuti. Se il tempo di funzionamento del GC comprende il tempo di carico della valvola 120 di cinque minuti e il tempo di riscaldamento della trappola di due minuti, allora si richiede un tempo ciclo totale di trentasette minuti. Il tempo ciclo minimo viene determinato dal tempo di carico, dal tempo di riscaldamento e dal tempo transitorio (il tempo richiesto per raggiungere il punto di regolazione freddo dopo aver raggiunto la temperatura del punto di regolazione caldo), che è approssimativamente dieci minuti.

Con riferimento alle figure da 6 a 13, verranno ora descritti i procedimenti preferiti per assiemare la trappola a freddo 10. Con riferimento alla figura 6, i materiali per lo scambiatore di calore 34 vengono preparati in modo che le alette 126 preferibilmente siano pretagliate ad una altezza di approssimativamente 1 pollice. Se desiderato, le alette 126 potrebbero essere tagliate o lavorate di

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

macchina durante il processo di fabbricazione. In una forma di realizzazione preferita, le alette 126 sono unite in posizione con una resina epossidica. I materiali per lo scambiatore di calore 34 vengono quindi saldati insieme in fasi per evitare che la resina epossidica fonda o bruci. Con rifermento alla figura 7, prima della saldatura, la piastra di sostegno 132 dello scambiatore di calore 34 viene verificata per la planarità nella zona di montaggio per i moduli termoelettrici 40, 42. L'area superficiale della piastra di sostegno 132 che viene in contatto con i moduli termoelettrici 40, 42 dovrebbe avere una finitura lappata. Le alette 126 della piastra di sostegno 132 e le piastre laterali 136, 138 sono preferibilmente create per minimizzare la caduta di pressione al lato aria. La piastra di sostegno 132 e le piastre laterali 136, 138 vengono saldate insieme nella forma a U.

Prima di fissare i moduli termoelettrici 40, 42 alla piastra di sostegno 132 dello scambiatore di calore 34, si può applicare una piccola quantità di un giunto termico ad entrambi il lato freddo e caldo dei due moduli termoelettrici 40, 42. I moduli termoelettrici 40, 42 vengono collocati con i loro lati caldi contro lo scambiatore di calore 34 e i

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

fili 140 vengono collegati al modulo di controllo (non illustrato) disposto come illustrato nella figura 7.

Con riferimento alla figura 8, il blocco freddo 46 e i morsetti, preferibilmente morsetti fenolici 144, sono collocati nella trappola a freddo 10 con il blocco freddo 46 in impegno con il lato freddo dei moduli termoelettrici 40, 42. I morsetti possono anche essere formati da altri materiali resistenti al calore, oppure il blocco freddo può essere mantenuto in posizione da qualsiasi altro apparecchio adatto di bloccaggio o supporto. In alternativa, i componenti possono essere mantenuti in posizione durante l'assemblaggio mediante una attrezzatura, e quindi essere fissati in posizione dall'isolamento espanso. Se si impiegano morsetti, il morsetto dovrebbe minimizzare le perdite per trasferimento termico pur provvedendo adatte forze di bloccaggio. E' preferito un morsetto 144 avente la forma illustrata nella figura 9 e formato da una resina fenolica o da altro materiale adatto.

Le viti in acciaio inossidabile dei morsetti fenolici 144 vengono strette in modo da provvedere un accoppiamento comodo e una buona conduttività termica dai moduli termoelettrici 40, 42. Vengono

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 420/BM

preferite viti in acciaio inossidabile per minimizzare le perdite termiche, sebbene si possano impiegare anche altri adatti dispositivi di fissaggio. Lo stringimento finale delle viti viene ritardato sino a immediatamente prima del riempimento della trappola a freddo 10 con materiale di isolamento 52. Uno strato protettivo, quale uno strato singolo di nastro per condotti o simile, può essere collocato su tutti i quattro lati esposti dei due moduli termoelettrici 40, 42 prima di aggiungere l'isolamento 52. Questo strato protettivo viene preferibilmente impiegato per impedire che il materiale di isolamento liquido in due parti non catalizzato 52 entri nei moduli termoelettrici 40, 42. Tuttavia, se i moduli termoelettrici 40, 42 sono sigillati, il nastro può non essere necessario.

Con riferimento alla figura 10, durante la fase successiva del processo di montaggio, la piastra di copertura superiore 152 e la piastra di copertura inferiore 154 vengono fissate alla trappola a freddo 10. Il circuito 140 per i moduli termoelettrici 40, 42 può essere inserito attraverso due anelli di gomma 160, 162 nella piastra di copertura inferiore 154. Una barriera di nastro per condotti o di qualsiasi altro materiale adatto viene quindi

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

collocata sopra le alette 126 per impedire che il materiale isolante (non illustrato) entri nelle cavità delle alette. Con riferimento alla figura 11, due nuclei di tubazioni 166, 168 vengono ingrassati con un grasso per vuoto di silicone o materiale equivalente e quindi montati in posizione per sigillare il blocco freddo 46. Le viti dei morsetti fenolici 144 vengono saldamente strette.

Durante il processo di isolamento, una piccola quantità di materiale di isolamento di poliuretano in due parti viene mescolata e preparata secondo le istruzioni del produttore e versata uniformemente entro lo scambiatore di calore 34. Per uno scambiatore di calore 34 avente le dimensioni approssimative provviste sopra, si richiedono approssimativamente 140 cc di isolamento. Il materiale di isolamento 52 si espande riempiendo lo scambiatore di calore 34. Dopo indurimento del materiale di isolamento 52, il materiale di isolamento 52 viene rifilato a filo con le alette 126 dello scambiatore di calore in modo che possa essere installata la piastra di copertura anteriore 174. E' preferibile l'impiego di un isolamento espandibile di poliuretano poichè questo provvede un efficace isolamento termico e contribuisce a

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

stabilizzare i componenti della trappola a freddo 10. Si possono anche impiegare altri tipi di isolamento, sebbene venga preferito un isolamento espanso od altro isolamento espandibile.

Con riferimento alla figura 12, e continuando riferimento alla figura 11, dopo che il materiale di isolamento 52 è polimerizzato, i due nuclei di tubazione 166, 168 vengono rimossi e connettori maschio 180, 182, preferibilmente connettori maschio Swagelok^{R}, vengono inseriti nei dadi sulle piastre di copertura superiore e inferiore 152, 54. Vengono quindi installat la piastra di copertura anteriore 174 e il ventilatore 58 dello scambiatore di calore.

Con riferimento alla figura 13, la fase finale del processo di assemblaggio è l'installazione del tubo adsorbente 70 e dell'elemento riscaldatore 76 entro la trappola a freddo termoelettrica 10. Come descritto sopra, il tubo adsorbente 70 e il suo elemento riscaldatore 76 vengono collocati entro un tubo posizionatore 72 con un gruppo di dado Swagelok^{R} 184 fissato in una posizione predeterminata. Il gruppo di tubo 22 viene introdotto nella piastra di copertura inferiore 154 e spinto attraverso il vuoto nell'isolamento 52 formato dai nuclei di tubazione 166, 168 e il

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

cilindro 64 del blocco freddo 46 sino a che l'estremità anteriore del gruppo di tubo 22 si estende attraverso il connettore Swagelok^{R} 182 sulla piastra di copertura superiore 152 e il dado Swagelok^{R} 184 sul tubo posizionatore 72 impegna il connettore Swagelok^{R} corrispondente 180 sulla piastra di copertura inferiore 154. I fili conduttori del riscaldatore 76 vengono quindi collegati al modulo di controllo 28.

La trappola a freddo termoelettrica 10 può essere assiemata con un nuovo gas-cromatografo oppure la trappola a freddo termoelettrica 10 può essere adattata mediante un qualsiasi mezzo adatto ad un gas-cromatografo esistente.

Una prova chimica è stata effettuata con una serie di traguardo di sette composti volatili comprendenti i comuni idrocarburi da C_2 a C_4 (ad esempio etano, etilene e acetilene). Questi composti sono stati presi come traguardo poichè essi sono molto volatili e perciò sono difficili da catturare con una preconcentrazione del sistema di trappola a freddo. Questi composti sono pure diffusi nella atmosfera e sono composti fondamentali nell'elenco del "Environmental Protection Agency" degli Stati Uniti dei precursori di ozono.

CERBARO Elena
Iscrizione Albo n° 420/BM

La trappola a freddo è stata provata con un Varian 3600 GC provvisto di un rivelatore di ionizzazione a fiamma. Il segnale di uscita del rilevatore è stato collegato ad un calcolatore personale avente uno software ChromPerfect GC.

La separazione è stata eseguita impiegando una colonna capillare di ossido di alluminio PLOT (Chrompack) avente una lunghezza di 50 m e un diametro interno di 0,32 mm. Il forno GC è stato programmato da -30°C a 120°C con un tempo di attesa iniziale di due minuti e una rampa di 15°C/minuto. Il gas vettore è azoto tipo zero con una portata di 4 cm^3/minuto. I gas di ionizzazione della fiamma sono aria ultra zero (300 cm^3/minuto) e idrogeno ultra zero (30 cm^3/minuto).

La trappola adsorbente è un tubo in acciaio inossidabile rivestito con silice fusa avente una lunghezza di 25 cm e un diametro interno di 0,2 cm che viene riempito sequenzialmente con due adsorbenti. Il primo adsorbente è ca. 0,02 g (2 cm di lunghezza) di Carbopack B (60/80 maglie) e il secondo adsorbente è ca. 0,02 g (1 cm di lunghezza) di Carbosieve S-III (60-80 maglie).

Il flusso del campione attraverso la trappola viene controllato impiegando (1) una unità di

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

controllore del flusso di massa/lettura di Sierra Instrument Modello 810, e (2) una pompa a diaframma doppio Thomas. La portata del campione viene controllata a 20 cc/minuto con un tempo di raccolta (carico) di cinque minuto, portando ad un volume di campione di 100 cm^3. La trappola è stata installata in modo che durante l'adsorbimento del campione a -30°C, il flusso del campione venga diretto inizialmente attraverso l'adsorbente Carbopack B e quindi attraverso l'adsorbente Carsieve S-III. Durante il desorbimento termico a 250°C, i VOC condensati vengono controlavati dalla trappola. La trappola viene collegata ad una valvola a sei aperture Valco a due posizioni, che a sua volta è interfacciata con il Varian GC.

Le efficienze raccolta/ricupero sono state determinate impiegando volumi del circuito campione misurati sperimentalmente (1,18 cm^3) e ------ della trappola a freddo (104 cm^3). Questi risultati vengono riportati nella Tabella 1.

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

TABELLA 1

EFFICIENZE DI RACCOLTA/RICUPERO PER COMPOSTI DI TRAGUARDO

Composto	Circuito	Aree di picco Prova No.1 nella trappola	Prova No.2 nella trappola	Prova No.3 nella trappola	% ricuperato Trapp. No. 1	Trapp. No. 2	Trapp. No.3
Etano	19520	21554	32549	59138	95	100	98
Etilene	21567	26394	36509	66517	105	101	100
Propano	31725	37165	54154	98953	101	102	101
Propilene	32541	40751	57118	103562	108	105	103
Isobutano	32633	51167	74090	136053	101	102	101
n-butano	39248	45053	66295	122414	99	101	101
Acetilene	19694	20441	32084	59845	89	97	99
Fattore di diluizione -)		0,0132	0,019	0,035			
Fattore di arricchimento -)		88	88	88			

La risposta dell'area del circuito è quella quantità misurata quando il circuito campione è provato con una miscela non diluita dei sette composti di traguardo (nominalmente 1 ppm ± 10%). I risultati di risposta dell'area della trappola sono stati ottenuti provando la trappola a freddo con livelli diluiti della stessa miscela di gas. La percentuale ricuperata è stata così determinata

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

mediante la misura del rapporto trappola/circuito diviso per il prodotto del fattore di diluizione e del fattore di arricchimento, in cui il fattore di diluizione è

$$\text{fattore di diluizione} = \frac{\text{flusso del gas di taratura}}{\text{flusso dell'aria zero più flusso del gas di taratura}}$$

e il fattore di arricchimento è

$$\text{fattore di arricchimento} = \frac{\text{volume di raccolta della trappola a freddo}}{\text{volume del circuito di campione.}}$$

Come illustrato nella Tabella 1, i risultati sperimentali dimostrano eccellenti ricuperi (100 ± 4%) impiegando la trappola a freddo 10.

Sono state descritte precedentemente le forme di realizzazione preferite. E' evidente alle persone esperte nella tecnica che i precedenti metodi possono comprendere cambiamenti e modifiche senza scostarsi dallo scopo generale della presente invenzione. E' inteso includere tutte quelle modifiche e alterazioni in quanto queste rientrino nello scopo delle rivendicazioni allegate o loro equivalenti.

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

RIVENDICAZIONI

1. - Trappola a freddo termoelettrica per la raccolta di un campione di gas per l'analisi, comprendente:

uno scambiatore di calore a forma di U avente una base;

un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo, detto lato caldo impegnando detta base;

un blocco freddo a forma di T che impegna detto lato freddo di detto modulo termoelettrico ed avente un cilindro per ricevere in modo rimovibile un gruppo di tubo di raccolta del campione/riscaldatore; e

un modulo di controllo collegato elettricamente a detto modulo termoelettrico, detto modulo di controllo azionando selettivamente detto modulo termoelettrico per raffreddare un tubo di raccolta del campione alloggiato in detto cilindro.

2. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre:

un secondo modulo termoelettrico impegnante detta base e accoppiato in parallelo a detto primo modulo termoelettrico.

3. - Trappola a freddo termoelettrica secondo

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr 426/BM)

la rivendicazione 1, comprendente inoltre:

un isolamento espanso intorno a detto blocco freddo.

4. - Trappola a freddo termoelettrica per la raccolta di un campione di gas per l'analisi, comprendente:

uno scambiatore di calore a forma di U avente una base;

un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo, detto lato caldo impegnando detta base;

un blocco freddo impegnante detto lato freddo di detto modulo termoelettrico e avente un supporto per ricevere in modo rimovibile un tubo di raccolta del campione contenente un adsorbente;

un riscaldatore comunicante con un tubo di raccolta del campione alloggiato in detto supporto; e

un modulo di controllo collegato elettricamente a detto riscaldatore e a detto modulo termoelettrico, detto modulo di controllo azionando selettivamente detto riscaldatore e detto modulo termoelettrico per riscaldare e raffreddare un tubo di raccolta del campione alloggiato in detto supporto.

5. - Trappola a freddo termoelettrica secondo

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

la rivendicazione 4, in cui detto scambiatore di calore è alettato.

6. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, in cui detto blocco freddo è a forma di T.

7. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, in cui detto supporto comprende un cilindro formato integralmente con detto blocco freddo.

8. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, in cui detto blocco freddo è alluminio.

9. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, comprendente inoltre un morsetto che trattiene insieme detta base, detto modulo termoelettrico e detto blocco freddo.

10. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 9, in cui detto morsetto è un morsetto fenolico.

11. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, comprendente inoltre un secondo modulo termoelettrico impegnante detta base.

12. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 11, in cui detto primo modulo termoelettrico e detto secondo modulo termoelettrico

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

sono collegati in parallelo.

13. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, comprendente inoltre:

un adattatore per collegare detta trappola a freddo termoelettrica ad un gas-cromatografo.

14. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, comprendente inoltre:

un isolamento espanso che scherma detto blocco freddo.

15. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 14, in cui detto isolamento comprende un isolamento in schiuma poliuretanica.

16. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, in cui detto scambiatore di calore a forma di U comprende inoltre:

una prima ed una seconda piastre laterali collegate a detta base ed estendentisi da bordi opposti di detta base.

17. - Trappola a freddo termoelettrica secondo la rivendicazione 4, in cui il modulo di controllo comprende inoltre un circuito temporizzatore per impostare periodi di cicli caldi e freddi, e controlli di temperatura per controllare la temperatura di detto riscaldatore e di detto modulo

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

termoelettrico.

18. - Apparecchio per preconcentrare specie gassose per il rilevamento analitico, comprendente:

uno scambiatore di calore a forma di U avente una base;

un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo, detto lato caldo impegnando detta base;

un blocco freddo a forma di T impegnante detto lato freddo di detto modulo termoelettrico ed avente un supporto per impegnare un tubo di raccolta del campione;

un tubo di raccolta del campione contenente un adsorbente, detto tubo di raccolta del campione essendo ricevuto in modo rimovibile entro detto supporto;

un riscaldatore per riscaldare detto tubo di raccolta del campione alloggiato entro detto supporto; e

un modulo di controllo collegato elettricamente a detto riscaldatore e a detto modulo termoelettrico, detto modulo di controllo azionando selettivamente detto riscaldatore e detto modulo termoelettrico per riscaldare e raffreddare detto tubo di raccolta del campione.

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

19. - Apparecchio secondo la rivendicazione 18, comprendente inoltre:

un secondo modulo termoelettrico impegnante detta base e collegato in parallelo a detto primo modulo termoelettrico.

20. - Apparecchio secondo la rivendicazione 18, comprendente inoltre:

un isolamento espanso schermante detto blocco freddo e detto tubo adsorbente.

21. - Apparecchio secondo la rivendicazione 18, in cui detto modulo di controllo comprende inoltre un circuito temporizzatore per impostare periodi di cicli caldi e freddi e di controllo della temperatura per controllare la temperatura di detto riscaldatore e di detto modulo termoelettrico.

22. - Metodo per assiemare una trappola a freddo termoelettrica per la raccolta di campioni di gas per l'analisi, detto metodo comprendendo le operazioni di:

provvedere uno scambiatore di calore a forma di U,

fissare un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo a detto scambiatore di calore con detto lato caldo disposto contro detto scambiatore di calore,

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

fissare un blocco freddo a detto lato freddo di detto modulo termoelettrico,

provvedere un supporto del tubo di raccolta del campione in impegno con detto blocco freddo, e

collegare elettricamente un modulo di controllo a detto modulo termoelettrico per azionare selettivamente detto modulo termoelettrico in modo da raffreddare un tubo di raccolta del campione alloggiato in detto supporto.

23. - Metodo per la raccolta di composti volatili da campioni di gas comprendente le operazioni di:

provvedere uno scambiatore di calore a forma di U,

fissare un modulo termoelettrico avente un lato caldo e un lato freddo a detto scambiatore di calore con detto lato caldo disposto contro detto scambiatore di calore,

provvedere un blocco freddo avente un supporto per impegnare un tubo di raccolta del campione di gas,

fissare detto blocco freddo a detto lato freddo di detto modulo termoelettrico,

introdurre un tubo di raccolta del

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

campione di gas contenente un adsorbente entro detto supporto,

provvedere un riscaldatore in comunicazione con detto tubo di raccolta del campione,

collegare elettricamente un modulo di controllo a detto modulo termoelettrico e a detto riscaldatore,

far passare un campione di gas attraverso detto tubo adsorbente alloggiato entro detto supporto,

far sì che detto modulo di controllo azioni detto modulo termoelettrico per raffreddare detto tubo adsorbente e condensare i componenti del campione,

far sì che detto modulo di controllo azioni detto riscaldatore per desorbire i componenti del campione condensati.

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

Caso 4897/535
Verb. nr. TO99A001096

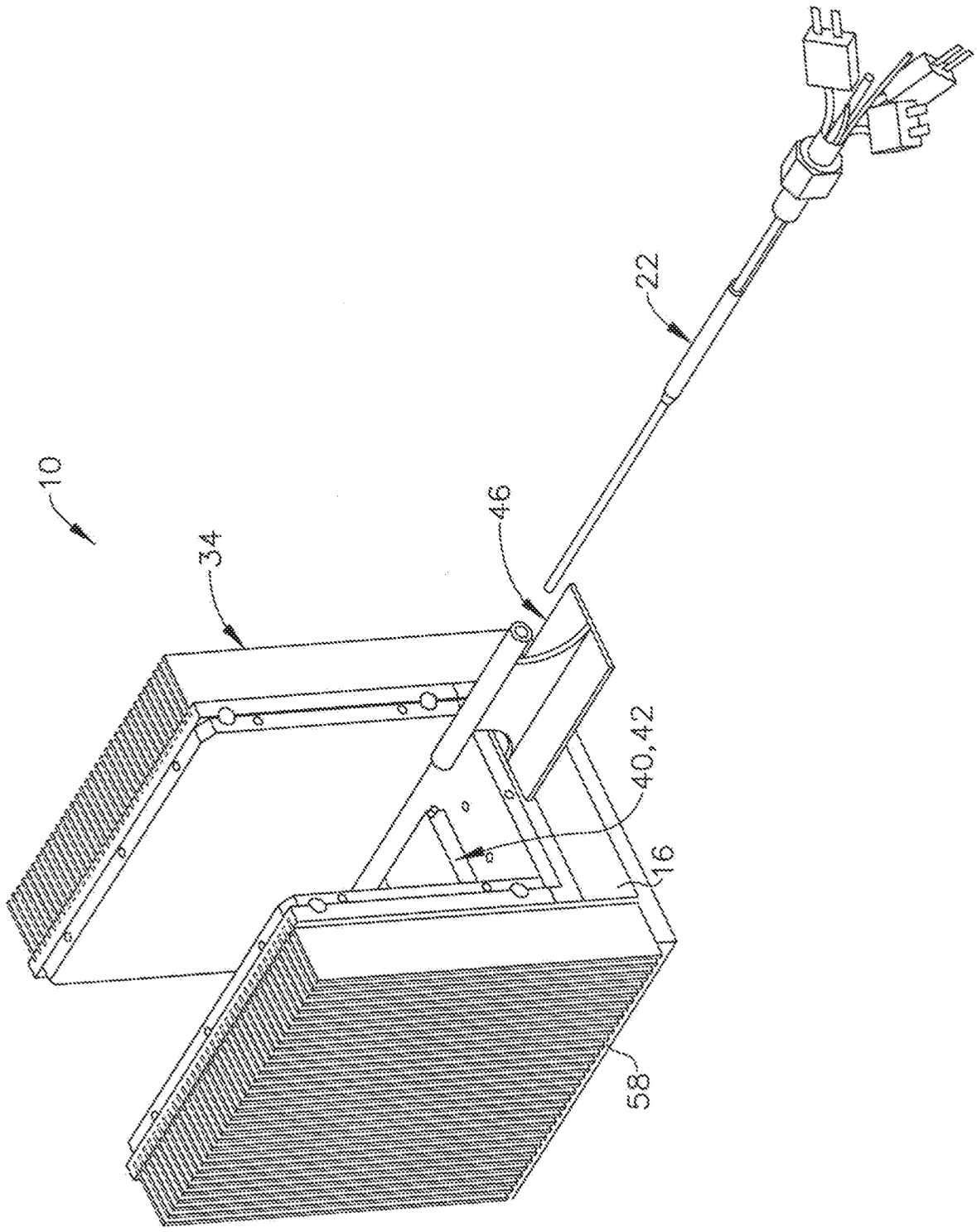


FIG. 1

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena

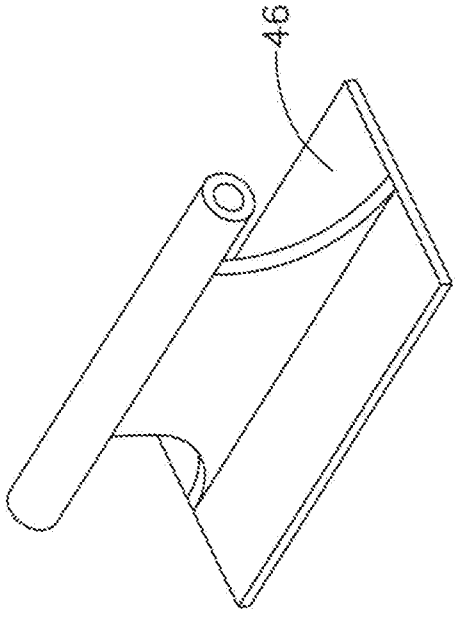


FIG. 2B

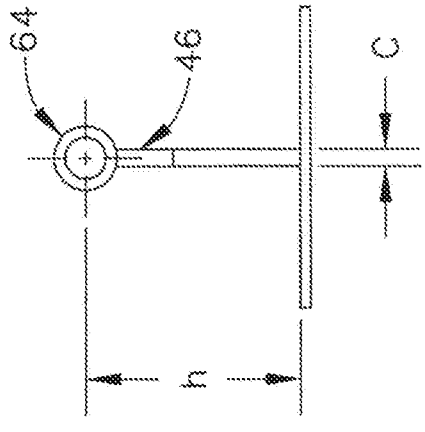


FIG. 2A

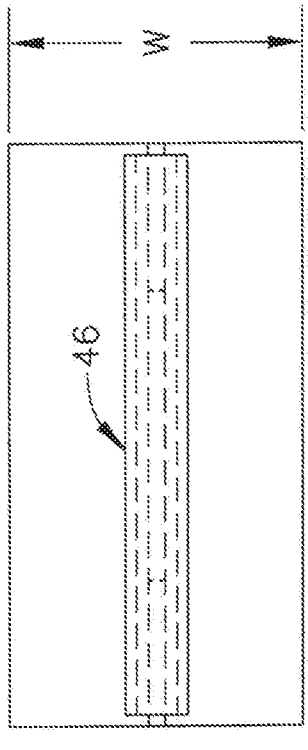


FIG. 2D

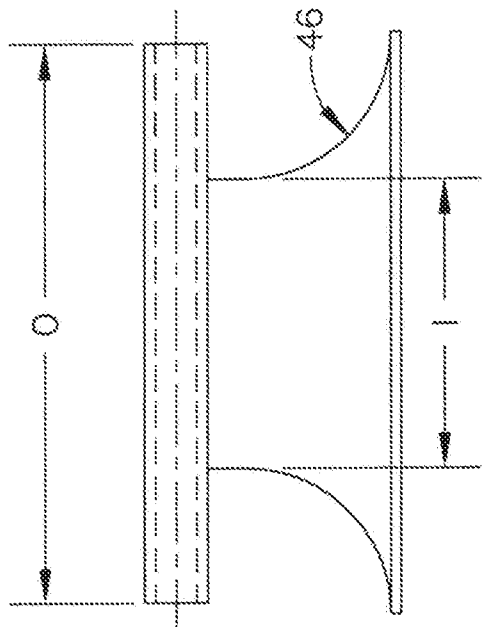


FIG. 2C

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena
Iscrizione Albo n° 420/BM

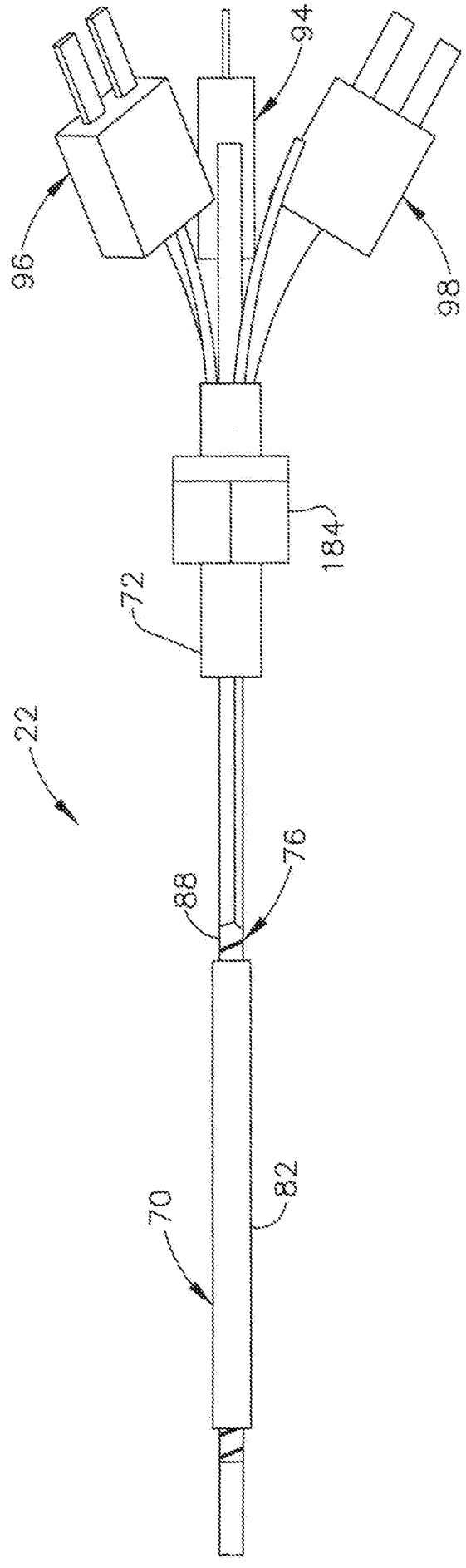


FIG. 3

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 420/BM)

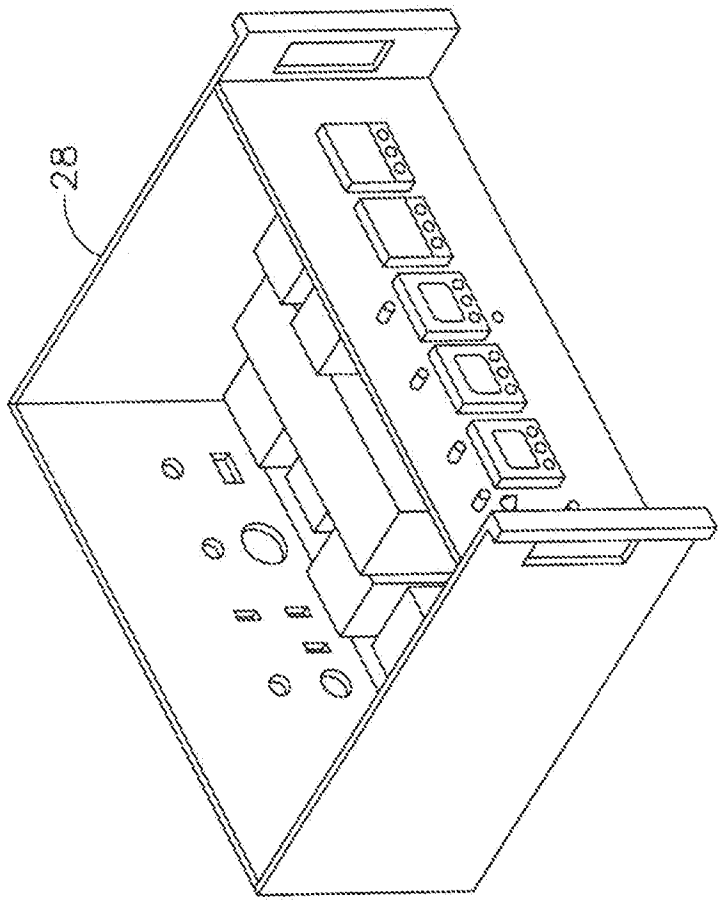


FIG. 4A

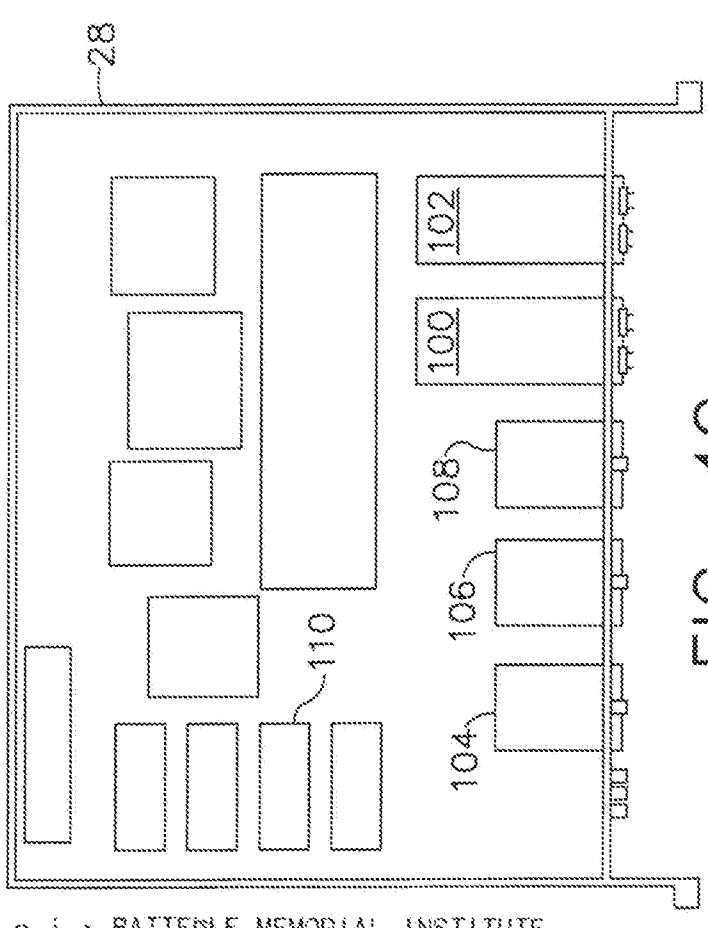


FIG. 4C

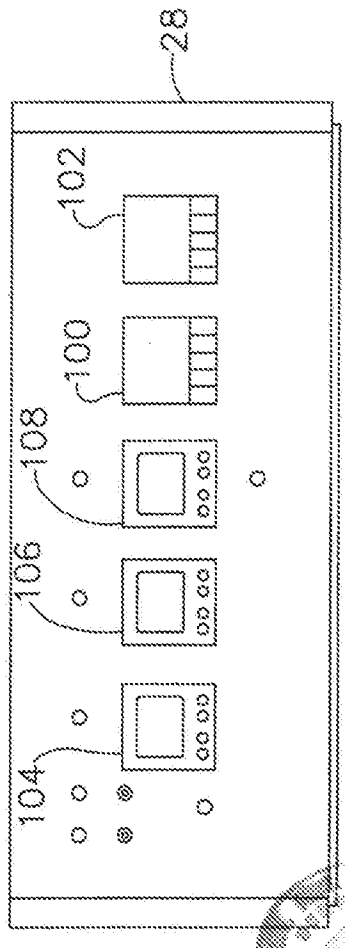


FIG. 4B

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena
Iscrizione Albo n° 420/BM

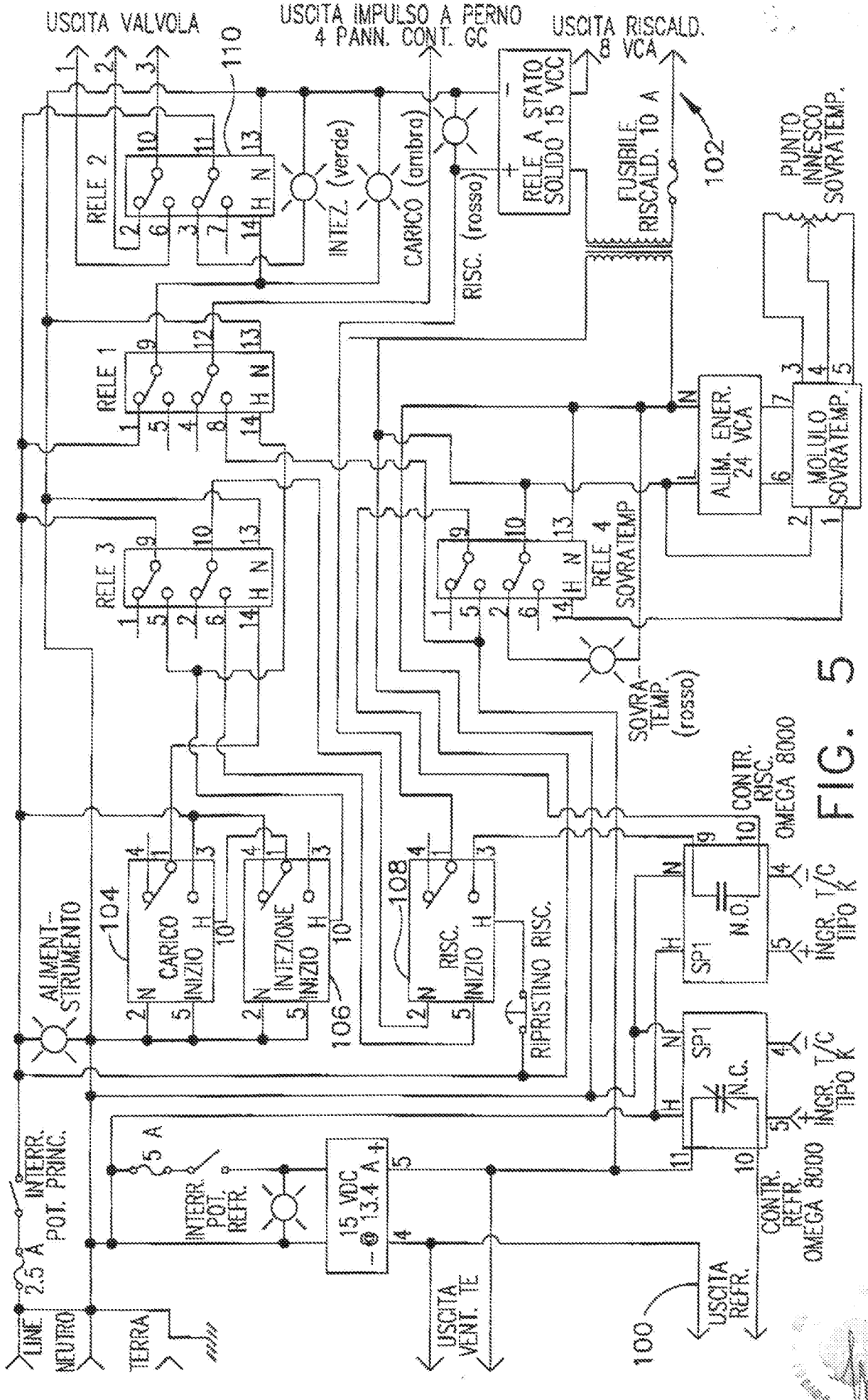


FIG. 5

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena

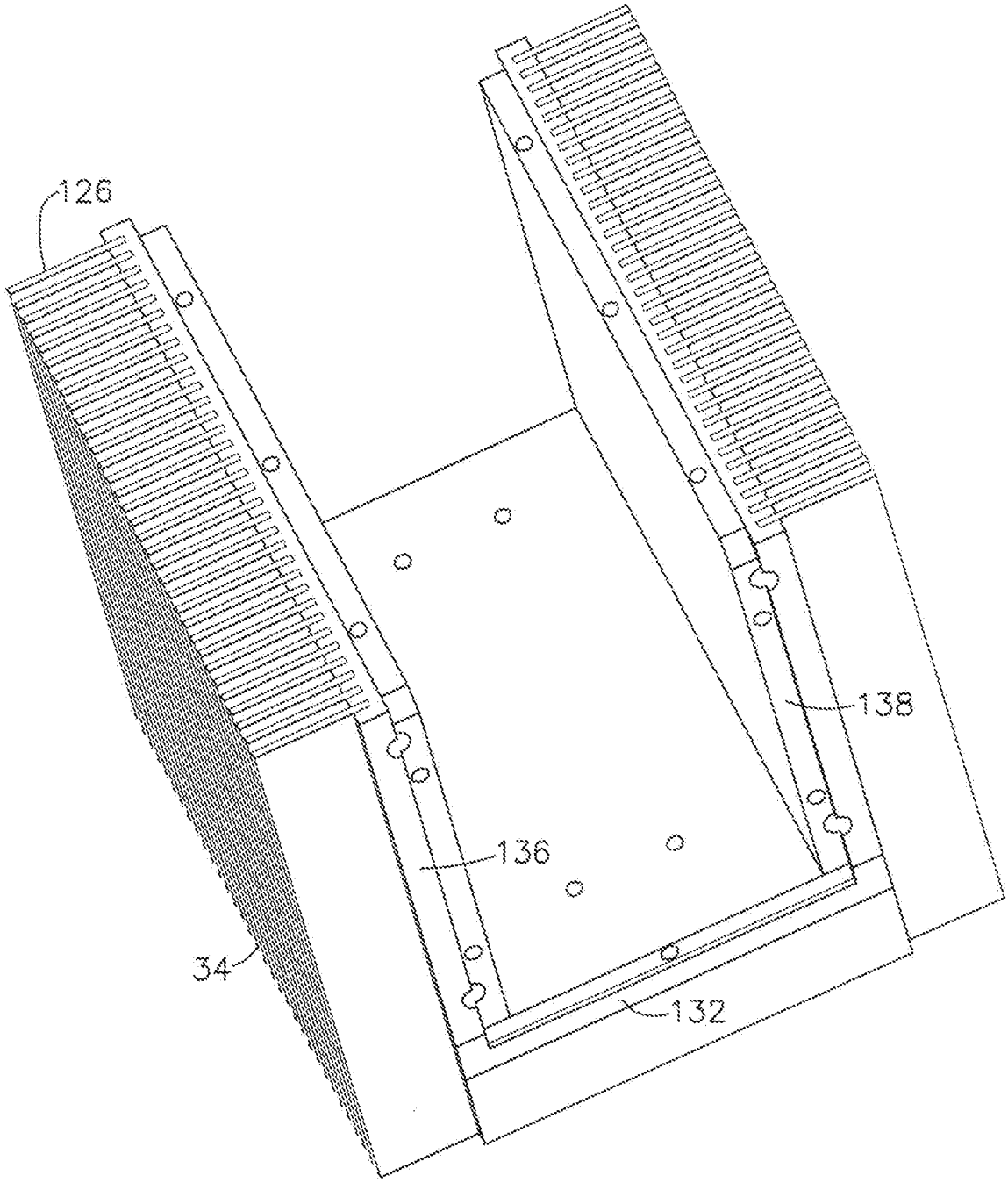


FIG. 6

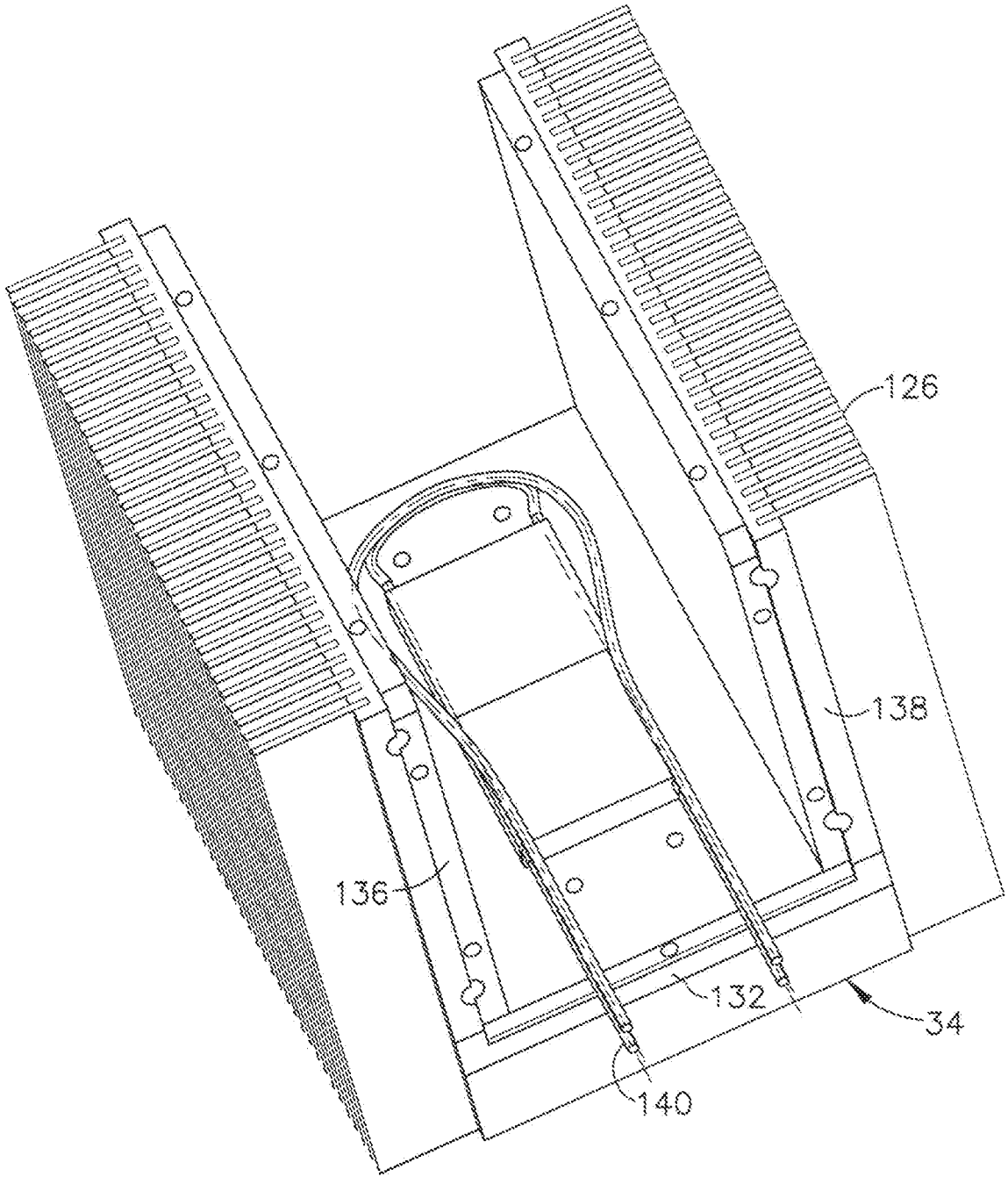


FIG. 7

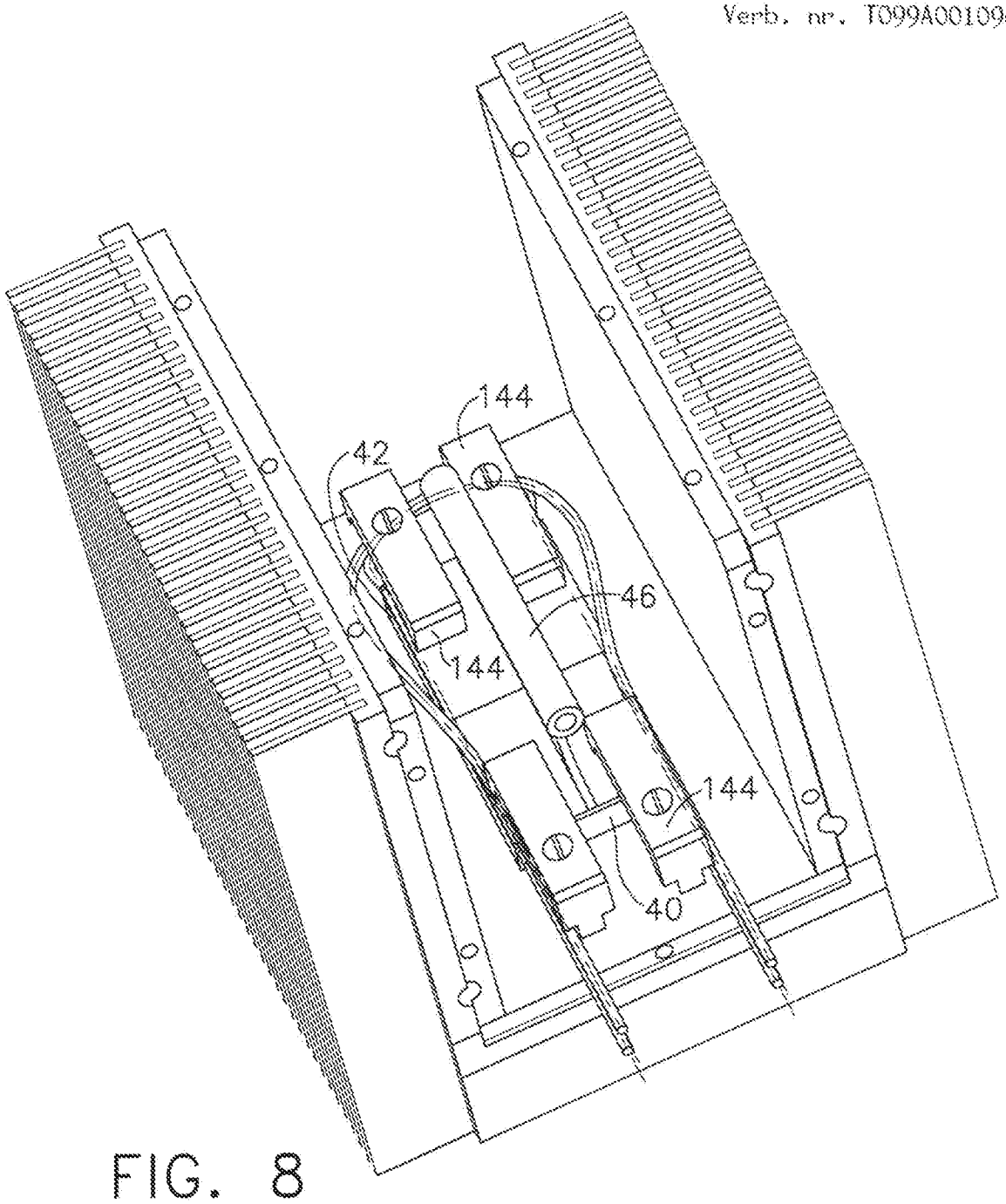


FIG. 8

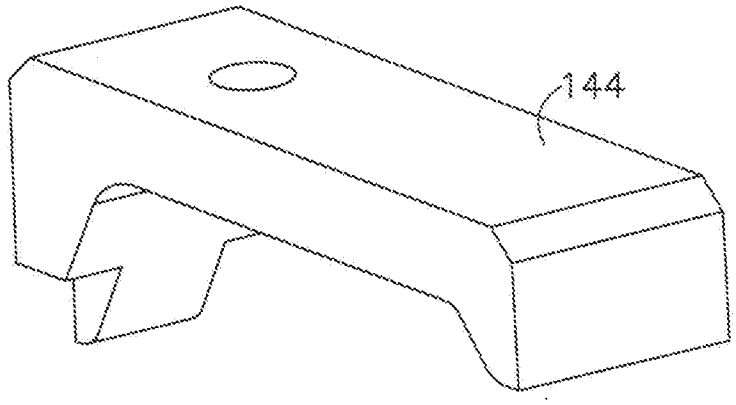


FIG. 9

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 420/BM)

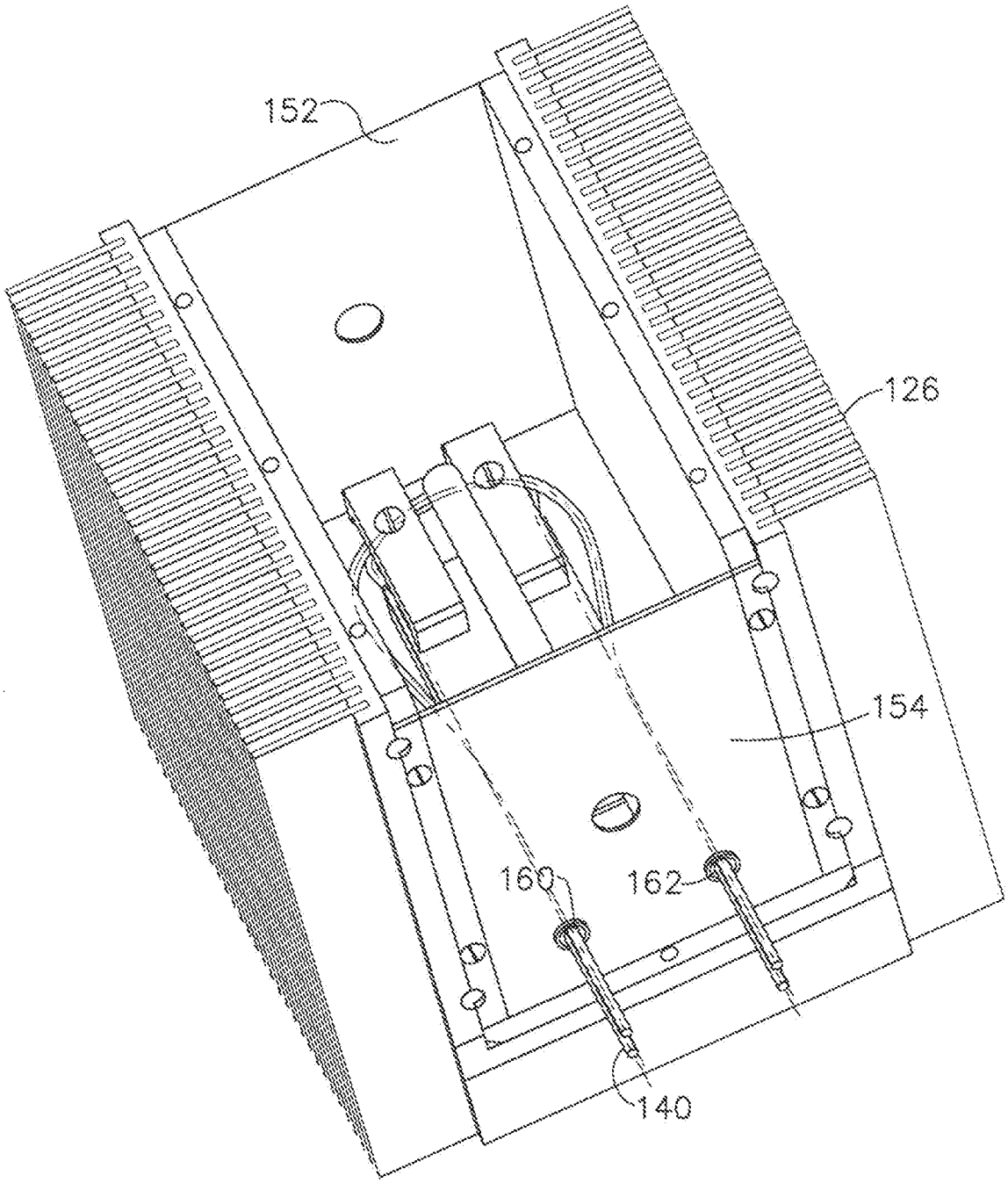


FIG. 10

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena
Iscrizione Albo n. 420/BM

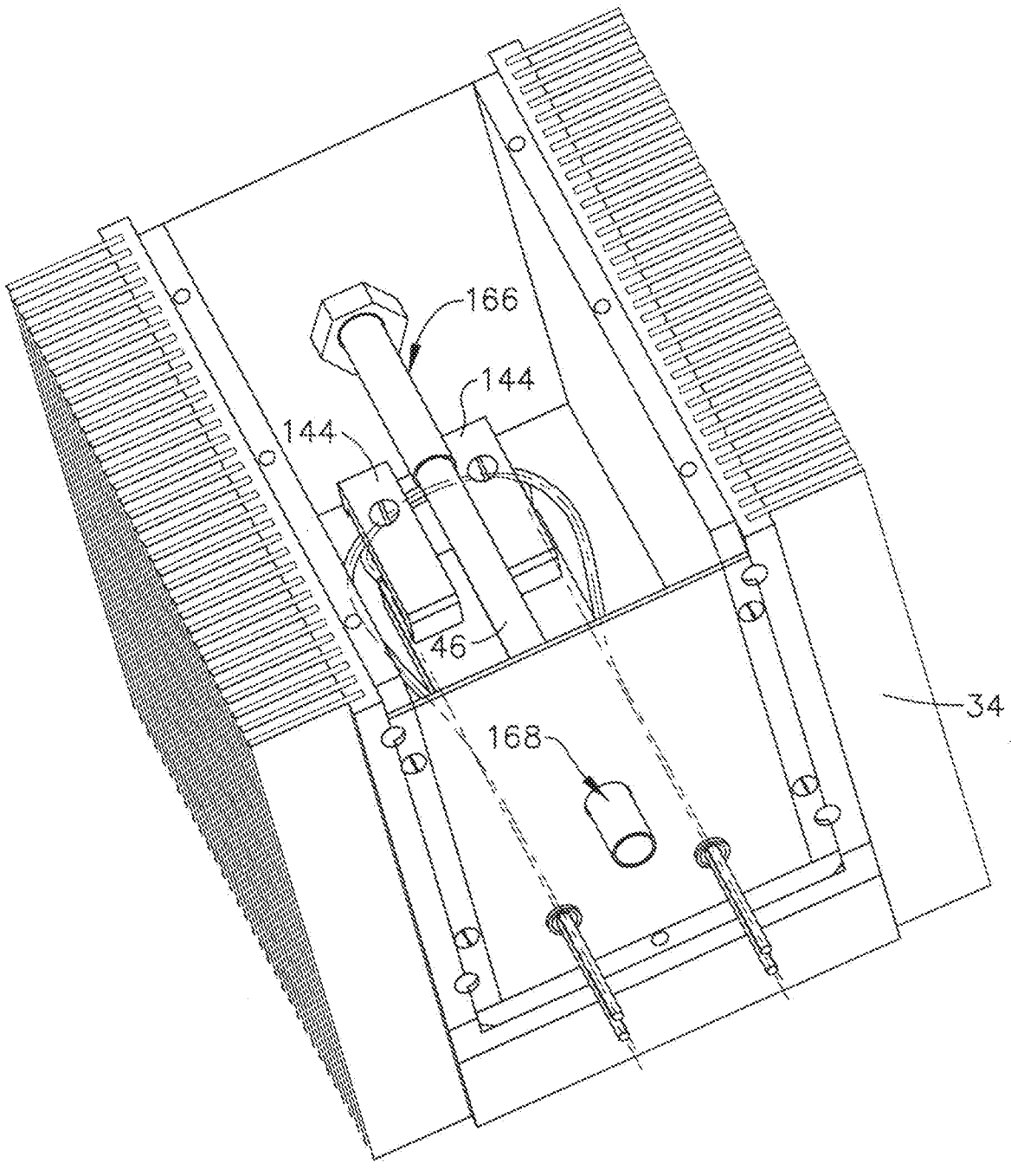


FIG. 11

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERNARO Elena
(Iscrizione Albo n. 474/BM)

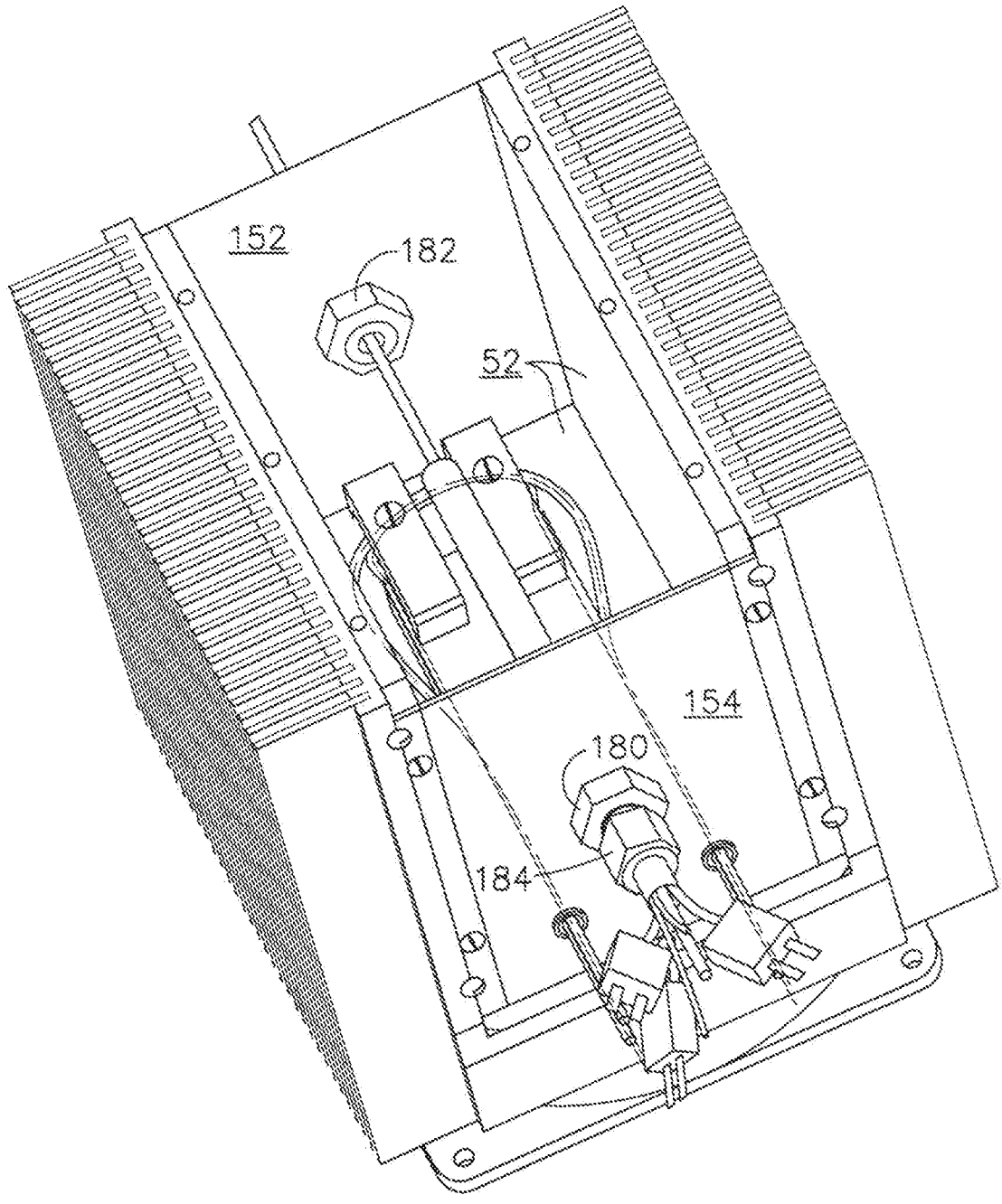


FIG. 12

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 426/BM)

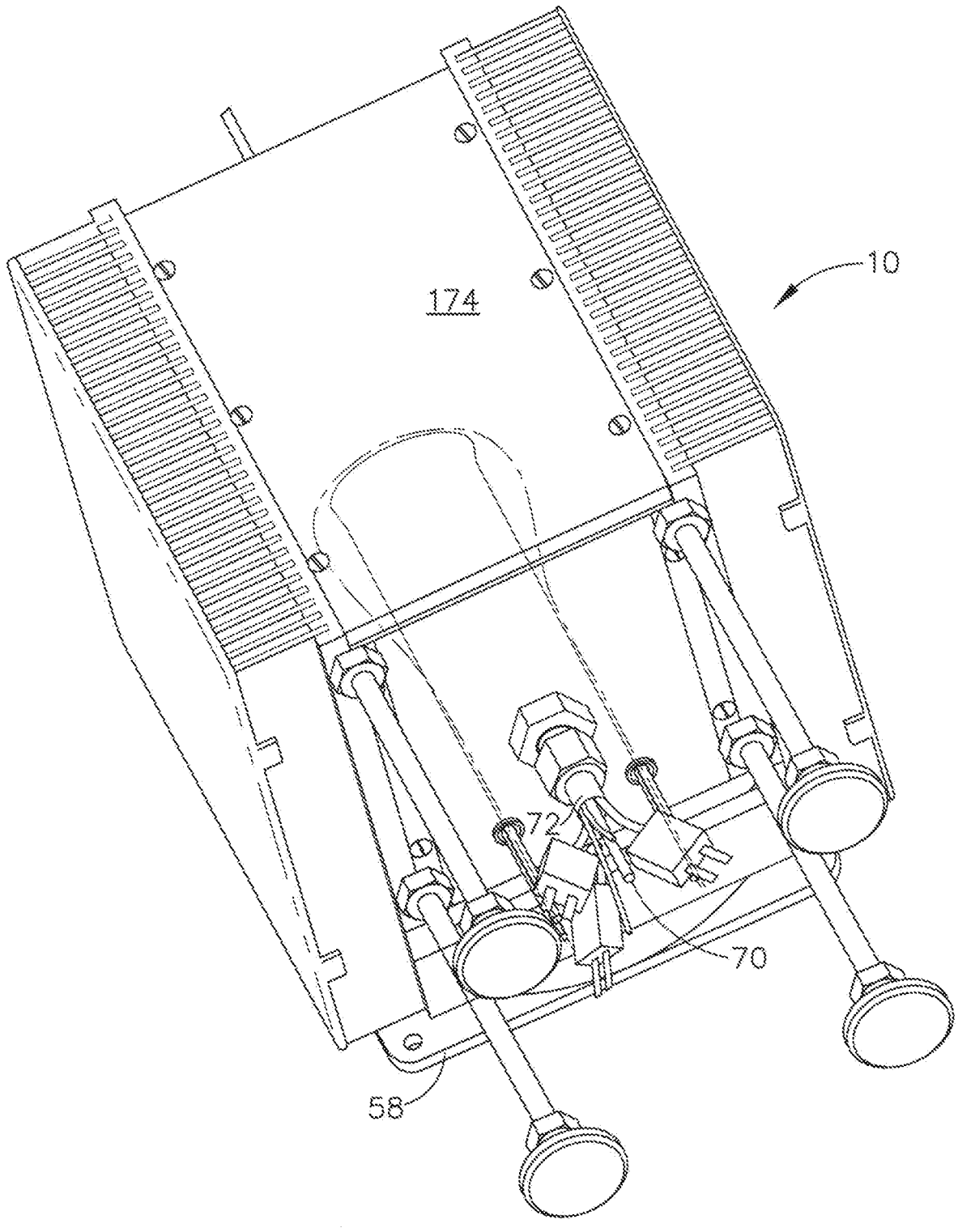


FIG. 13

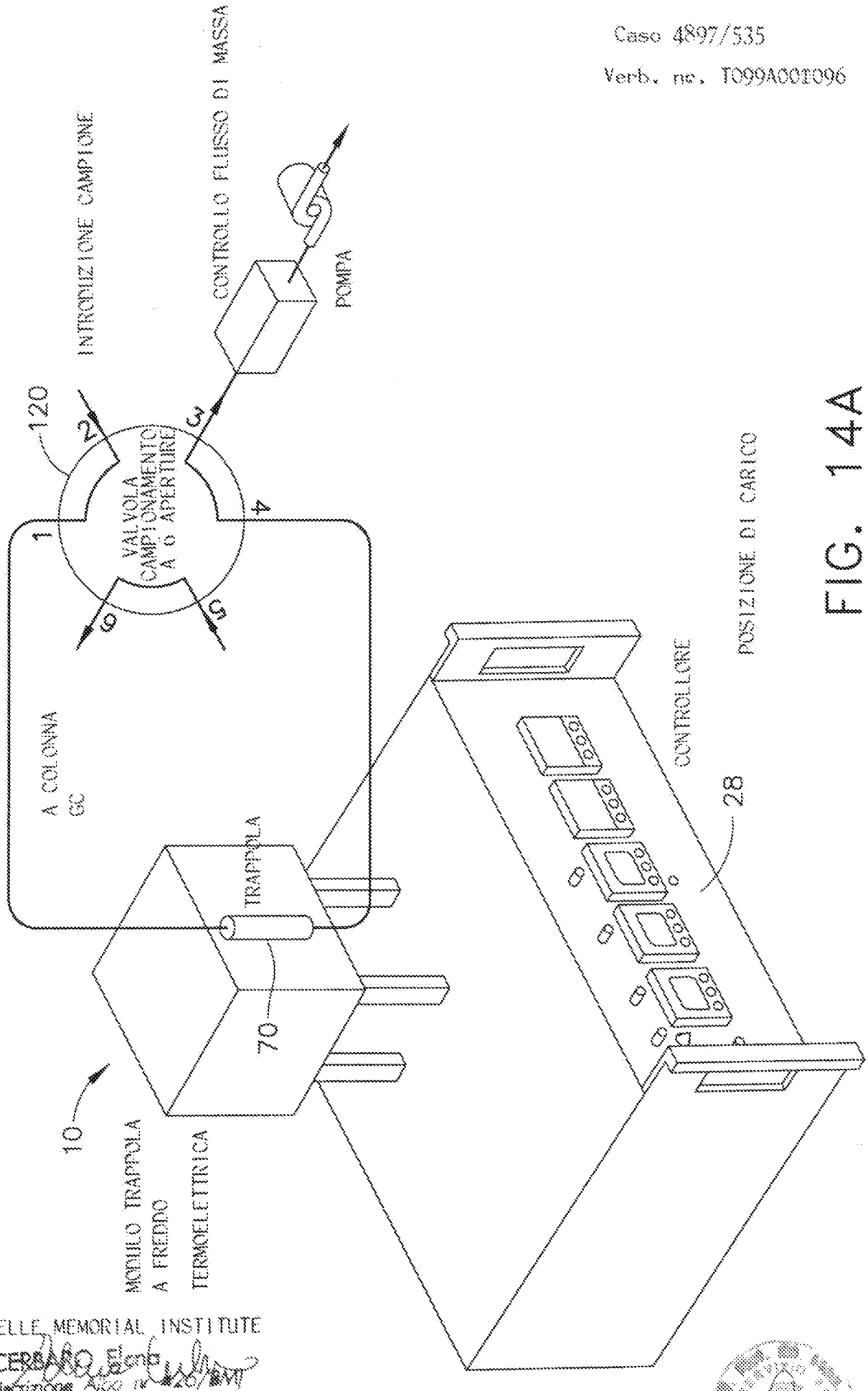


FIG. 14A

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
CERBARO Elena
Iscrizione Albo n. 420/BM

FIG. 14B

p.i.: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE

CERIANO Elena
(Iscrizione Albo n. 420/BM)