



MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
**Ufficio Provinciale Industria Commercio e Artigianato di Genova**

**VERBALE DI DEPOSITO DI DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE**

L'anno **MILLENOVECENTOSETTANTAQUATTRO** il giorno **VENTIDUE** del mese di **NOVEMBRE**  
alle ore **nove** e minuti **-**

Signor **Prof. Giovanni FRANZIA**

~~XXXXXXXXXX~~  
di nazionalità **italiana** domiciliat **GENOVA- Via Casaregis 34/2**  
~~XXXXXXXXXX~~ **GENOVA**

rappresentato da **Dr. Vettor GALLETTI di nazionalità italiana**

con domicilio elettivo a **GENOVA- Via xx Settembre 36-11**

presso **Dr. Vettor GALLETTI** ha presentato, a me sottoscritto,  
una domanda in bollo per la concessione di un brevetto d'invenzione industriale principale o  
completivo al brevetto principale n. \_\_\_\_\_ richiesto il \_\_\_\_\_ e concesso il \_\_\_\_\_

per l'invenzione avente per titolo: **"Caldaia solare perfezionata"**

Inventore designato:

PRIORITÀ: È stato rivendicato il diritto di priorità derivante da:

- a) precedente domanda di modello n. \_\_\_\_\_ depositata in \_\_\_\_\_ il \_\_\_\_\_  
brevetto n. \_\_\_\_\_
- b) esposizione al \_\_\_\_\_ effettuata il \_\_\_\_\_
- c) pubblicazione sul \_\_\_\_\_ eseguita il \_\_\_\_\_

ANNOTAZIONI VARIE:

**DOCUMENTAZIONE ALLEGATA:**

- a) descrizione, in duplice copia, di n. **32** pagine di scrittura;
- b) disegni, in duplice copia, di n. **4** tavole;
- c) lettera d'incarico, ~~prodotto e rapporto di incarico generale,~~  
~~di natura di prodotto e rapporto generale,~~  
~~espresso e di natura di incarico,~~  
~~f. di incarico, di natura di incarico, di natura di incarico, di natura di incarico,~~
- g) attestazione di versamento (sul c/c postale n. 1/11770 intestato all'Ufficio del registro tasse e concessioni di Roma) di lire **81.000-** emessa dall'Uff. postale di **Genova-Centro** in data **22.XI.1974** n. **428**
- h) marca da bollo di L. **500.**

La domanda, la descrizione ed i disegni sopra elencati sono stati firmati dall'interessato e da me controfirmati e bollati con il timbro dell'ufficio.

Copia del presente verbale è stata da me sottoscritta e consegnata alla parte interessata.

IL DEPOSITANTE

**p.i. Dr. Vettor GALLETTI**  
**(f.to Alma Mangini)**

**p. IL DIRETTORE INCARICATO**  
**RECORRENTE**  
**(Dott. Giuseppe Carone)**  
**f.to Renzo Quartini**



*Dom. Renzo Quartini*  
**CAPO SERVIZI AFFARI GENERALI**

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Caldaia solare perfezionata"

del Prof. Giovanni FRANZIA, di nazionalità italiana

residente in GENOVA - Via Casaregis 34-12

Depositata in data

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Le possibilità di sfruttamento dell'energia solare per produrre su scala industriale le energie di alta qualità richieste dalle moderne tecnologie, come energia elettrica e idrogeno, sono legate alla messa a punto di processi di conversione diretta, fotovoltaica o fotochimica, oppure alla trasformazione dell'energia solare in energia termica alle elevate temperature richieste dai moderni impianti termoelettrici e dai processi di dissociazione dell'acqua.

Oggetto di questo brevetto è una caldaia solare capace di trasformare l'energia solare incidente in energia termica per riscaldare un fluido opportuno fino alle temperature richieste da detti impianti e processi.

Come è noto, la temperatura di funzionamento di un collettore di energia solare è quella alla quale la somma dell'energia persa per inaggiamento, conduzione e convezione, uguaglia la differenza tra l'energia incidente assorbita dal collettore e l'energia utilizzata, essendo la somma delle perdite una funzione crescente

della temperatura. Per aumentare quindi la temperatura di funzionamento di un collettore di energia solare, a parità di rendimento, vi sono tre possibili tipi di intervento:

- 1) aumentare la quantità di energia solare incidente;
- 2) aumentare il coefficiente di assorbimento di questa da parte del collettore;
- 3) ridurre le perdite.

L'aumento dell'energia solare incidente sul collettore può essere ottenuto concentrando sulla sua superficie mediante lenti o specchi, l'energia incidente su una superficie più vasta. L'impiego di lenti è limitato ad impianti di piccole dimensioni e potenze mentre per impianti al di sopra di certe dimensioni e potenze sono utilizzati esclusivamente sistemi di concentrazione a specchi.

La caldaia oggetto del presente brevetto potrà essere accoppiata ad uno qualunque dei sistemi di concentrazione finora realizzati e noti, per esempio ad un sistema di concentrazione costituito da una pluralità di specchi mobili, ciascuno dei quali sia mosso in modo tale da riflettere in ogni istante i raggi solari incidenti su di esso nella direzione della caldaia fissa nello spazio. Un sistema di concentrazione di ~~questo~~ questo tipo è stato proposto dall'autore del brevetto italiano

756844 del 10 Aprile 1965 e suo <sup>4°</sup>completivo n° 833428  
del 21 Marzo 1967.

L'aumento dell'energia solare incidente può quindi essere ottenuto mediante una struttura (sistema di concentrazione) esterna alla caldaia solare vera e propria. Viceversa l'aumento del coefficiente di assorbimento e la riduzione delle perdite possono essere ottenute solamente agendo sulle caratteristiche della caldaia e dei materiali impiegati nella sua costruzione.

Ciò che caratterizza una caldaia solare e la differenza da una caldaia convenzionale è il suo diverso comportamento nei confronti dell'energia radiante. In una caldaia convenzionale, infatti, la sorgente di energia termica (fiamma) è posta all'interno della caldaia la quale può essere contenuta in un involucro chiuso rispetto all'energia radiante. In queste condizioni l'energia radiante emessa dalla fiamma, dal fascio tubiero e dall'involucro, può venire totalmente assorbita.

Viceversa in una caldaia solare la sorgente di energia costituita dal sole e dall'eventuale sistema di concentrazione, è posta all'esterno della caldaia il cui involucro è quindi necessariamente aperto. In queste condizioni l'energia radiante emessa dai tubi e dall'involucro, come pure l'energia solare diffusa o riflessa

dai tubi e dall'involucro, non si trova in uno spazio chiuso ed una parte di essa, e precisamente quella emessa, diffusa o riflessa entro l'angolo solido sotto il quale è vista da ogni punto l'apertura dell'involucro, viene perduta.

La perdita di energia radiante rappresentano forse l'aspetto più negativo dei collettori di energia solare ed è certamente quello su cui da tempo si è maggiormente concentrata l'attenzione di scienziati e tecnici. Esse infatti rappresentano, sul totale delle perdite, una parte sempre cospicua e tanto più importante quanto più elevata è la temperatura di funzionamento.

Sono note diverse tecniche per ridurre tali perdite. La prima e più antica si basa sull'impiego di schermi di materiali, come il vetro, che sono trasparenti per l'energia emessa dal sole e assorbenti per l'energia radiante emessa nell'infrarosso da corpi a più bassa temperatura.

Una seconda tecnica è stata proposta dal Titolare nel 1961 a Roma in occasione della Conferenza sulle nuove fonti di energia organizzate sotto l'egida dell'ONU, e si basa sull'impiego di strutture cellulari a nido d'ape realizzate in materiale di proprietà ottiche opportune.

Una terza tecnica prevede l'impiego, per la costru-

sione del collettore, di materiali aventi un elevato coefficiente di assorbimento per l'energia solare e una bassa emissività per l'energia radiante di maggior lunghezza d'onda che corrisponde in base alla nota legge di Wien, alla temperatura di funzionamento prevista.

Tutte queste tecniche hanno in comune un difetto: quello di non intervenire in alcun modo sulle perdite di energia solare che possono avvenire in conseguenza di riflessioni o diffusioni della luce incidente sulla superficie del collettore. Fino ad oggi questo è stato generalmente trascurato limitandosi a impiegare materiali "neri" con un buon coefficiente di assorbimento per la luce incidente. Ciò è senza dubbio sufficiente nel caso di collettori solari a bassa temperatura 60-90°C., come i noti pannelli solari per la produzione di acqua calda. Non è certamente sufficiente quando si vogliono raggiungere temperature di 400-600°C alle quali non resiste alcuna delle vernici comunemente adoperate e tutti i materiali alterano le loro proprietà ottiche come è dimostrato dai fatti che cambiano "colore".

La caldaia solare oggetto del presente brevetto è caratterizzata dal fatto di possedere un coefficiente di assorbimento dell'energia solare incidente sulla apertura dell'involucro anche molto maggiore di quello dei materiali impiegati nella sua costruzione. Ciò è ottenuto mediante una progettazione ed un dimensionamento opportuni delle varie parti costituenti la caldaia, come l'involucro, i tubi percorsi dal fluido da riscaldare e i sostegni di questi tubi. E' così possibile costruire una caldaia solare dotata di un elevato coefficiente di assorbimento dell'energia solare impiegando i normali materiali da costruzione, senza riguardo alcuno alle loro proprietà "ottiche".

Uno dei mezzi ed accorgimenti costruttivi previsti nel presente brevetto per raggiungere il risultato anzidetto consiste nel controllare tutte le traiettorie della luce incidente in modo che esse non possano riattraversare l'apertura dell'involucro se non dopo aver subito il maggior numero possibile di riflessioni su parti della caldaia, come i tubi, i sostegni <sup>di questi</sup> e le pareti dell'involucro.

Ciò richiede due accorgimenti: innanzi tutto bisogna trattare le superfici delle parti della caldaia colpite dalla luce incidente in modo tale da ridurre al minimo la quantità di luce diffusa sulla quale non &

è evidentemente possibile esercitare alcuna forma di controllo, e ciò può essere fatto lucidando dette superfici. In secondo luogo bisogna sagomare queste superfici ed orientarle in modo tale che i raggi riflessi da esse colpiscano altre parti della caldaia. Con questa tecnica se, per esempio, si impiegano materiali con un basso coefficiente di assorbimento, come 0,5 e la caldaia è progettata in modo che un raggio di luce subisca in media 4 riflessioni prima di essere riflesso fuori dalla caldaia, la stessa avrà un coefficiente di assorbimento globale pari a  $1-0,5^4 = 0,9375$ .

Un altro mezzo previsto nel presente brevetto allo scopo di aumentare il coefficiente di assorbimento dell'energia solare consiste nell'impiego di piastre disposte all'interno della caldaia in modo da essere almeno parzialmente colpite dalla luce incidente, orientate in modo tale che la luce da esse riflessa colpisca altre parti della caldaia, ed aventi una parte della loro superficie trattata in modo da avere una bassa emissività nel campo dell'infrarosso così che tutta l'energia assorbita da esse venga riemessa solo dalla restante parte della loro superficie.

È evidente che scegliendo in modo opportuno forma dimensioni e posizioni di dette piastre radianti e scegliendo la parte della loro superficie da trattare

nel modo anzidetto è possibile alterare la distribuzione dell'energia radiante all'interno della caldaia facendo assorbire a dette piastre l'energia solare incidente in un certo angolo solido e facendo rimettere loro energia radiante in un angolo solido diverso in modo che, per esempio, la maggior parte di questa energia rimessa vada a colpire tubi e altre parti della caldaia. Sono noti diversi tipi di trattamenti superficiali capaci di ridurre l'emissività nel campo dell'infrarosso: uno di questi consiste nel ricoprire la superficie con un sottile film di oro e di altri metalli ed ossidi riflettenti nel campo dell'infrarosso.

Un'altra caratteristica della caldaia solare oggetto del presente brevetto è quella di possedere un coefficiente di emissione di energia radiante anche molto inferiore a quello risultante dagli spettri di emissione, alle diverse temperature di funzionamento, dei materiali con cui sono costruite le diverse parti della caldaia. Questo risultato può essere ottenuto mediante accorgimenti di progetto e costruttivi, in particolare secondo il presente brevetto mediante una disposizione geometrica dei tubi all'interno della caldaia tale che, man mano che, seguendo il percorso del fluido da riscaldare, si passa da punti freddi a punti caldi, l'angolo solido sotto il quale l'apertura dell'involucro è vista, senza

ostacoli, dai e dai tubi diminuisce. E' possibile quindi costruire una caldaia con ridotte perdite di energia radiante utilizzando i normali materiali da costruzione e senza dover ricorrere a materiali dalle caratteristiche "ottiche" selettive, -alto assorbimento nel visibile e bassa emissività nell'infrarosso - particolarmente difficili da ottenere, e costosi, per temperature di funzionamento di 400-600°C ed oltre.

Un metodo previsto per realizzare concretamente una tale disposizione geometrica dei tubi all'interno della caldaia consiste nel disporli su superfici parallele e di forma simile alla apertura dell'involucro poste a distanza via via crescente da detta apertura.

In questo caso la riduzione dell'angolo solido sotto il quale il tubo vede, senza ostacoli, l'apertura della caldaia è dovuta in parte all'aumentata distanza da questa apertura e soprattutto all'effetto di schermo delle parti di tube disposte su quelle, di dette superfici, più vicine ad essa.

Questa disposizione dei tubi su superfici parallele all'apertura della caldaia consente una interessante utilizzazione di mezzi trasparenti alla energia solare e almeno parzialmente assorbenti all'infrarosso. Questi mezzi, che possono essere costituiti, per esempio, da fasci di tubi di quarzo e pyrex/ con l'asse perpendicola

re a dette superfici, possono secondo il presente brevetto, essere disposti negli spazi compresi tra due di queste superfici e tra una superficie e l'apertura della caldaia. In questo modo non si ottiene solo una ulteriore riduzione dell'energia persa per irraggiamento ma anche un miglior controllo della distribuzione di energia tra le varie parti dei tubi, il che consente un più facile e preciso dimensionamento della caldaia.

Un'altra caratteristica prevista per la caldaia oggetto del presente brevetto è quella che l'intensità del flusso di energia solare incidente su un tubo diminuisce quando ci si sposta, lungo questo tubo, seguendo la direzione del moto del fluido da riscaldare e cioè passando dai punti freddi ai punti caldi di detto tubo. Anche questa caratteristica può essere ottenuta con semplici accorgimenti di progetto e costruttivi, in particolare con una opportuna disposizione geometrica dei tubi all'interno della caldaia anche in rapporto alla distribuzione nello spazio e nel tempo del flusso di energia proveniente dal sistema di concentrazione usato. E' interessante osservare che questa disposizione geometrica dei tubi entro la caldaia non è in contrasto e può addirittura coincidere con quella che consente di conseguire la anzidetta proprietà relativa all'angolo solido sotto il quale vic-

ne vista da ogni punto l'apertura della caldaia.

Un'ulteriore caratteristica prevista per la caldaia oggetto del presente brevetto è quella di possedere almeno un tratto di tube, che viene percorso per primo dal fluido da riscaldare, posta all'esterno dell'involucro in prossimità dell'apertura. Questo tratto di tube ha la funzione di preriscaldare il fluido utilizzando sia l'energia proveniente dal sistema di concentrazione, e che per errore non incida sull'apertura, sia una parte dell'energia assorbita dalle pareti dell'involucro. Questo tratto di tubo potrà essere protetto contro le perdite per inaggiamento da uno schermo opportuno, costituito per esempio, da una lastra di vetro normale e pyrex.

Altre caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno chiaramente dalla descrizione che segue riferita a titolo di esempio non limitativo, agli annessi disegni, in cui:

- la fig. 1 è una schematica vista in prospettiva di una caldaia solare secondo il presente brevetto e di un sistema di concentrazione a specchi;
- la fig. 2A è una sezione, secondo un piano passante per l'asse di simmetria di una caldaia solare secondo il presente brevetto;
- la fig. 2B è un particolare ingrandito della prece-

cedente;

- le figg. 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, e 3F sono viste schematiche relative a diverse possibili sezioni a forma di tubo da impiegare in una caldaia solare secondo il presente brevetto;

- la fig. 3G è uno schema indicativo per illustrare le proprietà geometriche che devono essere possedute dai tubi illustrati dalle figure precedenti;

- le figg. 4A, 4B, 4C, e 4D sono viste schematiche relative a diverse possibili sezioni e forme delle pareti dell'involucro e dei sostegni dei tubi in una caldaia solare secondo il presente brevetto.

Con riferimento alla fig.1, indichiamo con 1 una caldaia solare sospesa, mediante il sostegno 2, al di sopra di un sistema di concentrazione formato da una pluralità di specchio 3.

Ogni specchio è mosso in modo tale che, in ogni istante, i raggi solari incidenti 4 siano riflessi nella direzione 5 della caldaia.

Il meccanismo di comando del movimento degli specchi 3 può essere di tipo qualunque e non è rappresentato in figura.

La fig.2A rappresenta la sezione, secondo un piano passante per l'asse di simmetria 6, di una delle possibili forme di realizzazione di una caldaia solare

secondo la presente invenzione.

Con riferimento ad essa indichiamo con 7A, 7B, 7C, 7D, 7E e 7F i diversi tubi e parti di tubo costituenti la caldaia.

Detti tubi sono previsti per essere attraversati dal fluido da riscaldare: acqua, nell'esempio considerato. Mezzi opportuni, come una normale pompa, consentono di prelevare l'acqua fredda contenuta in un serbatoio di alimentazione e di inviarla alla caldaia attraverso il tubo di entrata 8, nelle condizioni di pressione, temperatura e portata desiderate. Il serbatoio di alimentazione e la pompa di circolazione non sono rappresentate in figura perchè essenziali ai fini del presente brevetto.

L'acqua fredda proveniente dal tubo 8 viene distribuita attraverso il collettore 9 e i tubi 10 ai diversi rami in parallelo in cui può essere suddivisa la porzione di tubo 7A: nell'esempio della figura i rami in parallelo sono due, il secondo dei tubi 10 non essendo indicato per semplicità di disegno. I due rami di tubo 7A sono disposti secondo eliche coniche all'esterno della porzione conica 11 della parete dell'involucro e sono protetti esternamente da una lastra 12 di vetro normale o pyrex, anche essa di forma troncononica. La sporgenza 13 ha la superficie rivolta verso il basso

speculare. I tubi 7A, con la parte della struttura della caldaia 11 e 13, consentono di utilizzare l'energia dei raggi incidenti come 14, 15 e 16. La lastra di vetro 12 ha lo scopo di ridurre le perdite per irraggiamento dei tubi 7A e della parete 11.

Ciascuna delle porzioni di tubo 7B, 7C, 7D, 7E, e 7F può essere suddivisa in più rami in parallelo in numero uguale a quello della porzione 7A: nell'esempio considerato, due. Ciascuna di dette porzioni di tubo 7B, 7C, 7D, 7E, e 7F è disposta su una superficie piana di forma circolare simile all'apertura 17 della caldaia, mentre ciascuno dei due rami in parallelo che compongono dette porzioni di tubo è disposto secondo una spirale piana.

Ciascuno dei due rami che compongono la porzione di tubo 7A è collegato in serie ad uno dei due rami della porzione 7B; ciascuno di questi è collegato in serie ad uno dei due rami della porzione 7C e così via per le porzioni 7D, 7E e 7F. I tubi di collegamento da un ramo al successivo non sono indicati in figura per semplicità.

I due rami in parallelo della porzione di tubo 7F sono infine collegati mediante i raccordi<sup>18</sup> al collettore 19 e al tubo di uscita 20 tramite il quale il vapore prodotto nella caldaia è inviato alla utilizzazione.

Ciascuna delle porzioni di tubo 7B, 7C, 7D, 7E, e 7F è sostenuta, all'interno della caldaia, da opportune strutture 21 di cui, per semplicità di disegno, è indicata in figura solo quella relativa all'ultima porzione di tubo 7F. Tutte le strutture di sostegno dei tubi sono ancorate all'involucro della caldaia che è costituita da due pareti 22 e 23 formanti una intercapedine riempita con materiale termicamente isolante 24. La caldaia può essere sostenuta nella posizione più opportuna mediante la flangia 25 collegata meccanicamente all'involucro mediante il tubo 26 e la seconda flangia 27.

All'interno della caldaia sono disposte delle piastre radianti 28 secondo quanto indicato nel presente brevetto/ Facendo riferimento alla figura 2B, che è un particolare ingrandito della precedente figura 2A, indichiamo con 22 la parete interna dell'involucro, con 23 la parete esterna dello stesso, con 24 il materiale tecnicamente isolante contenute tra esse, con 28 una di dette piastre radianti.

La piastra 28 è sostenuta dai sostegni 29 in posizione adiacente alla parete dell'involucro 22 ed ha la faccia 28A rivolta verso detta parete 22 ricoperta da una sottile pellicola d'oro.

I raggi solari 30 incidenti sulla piastra 28 vengo-

no assorbiti da questa seconda il coefficiente di assorbimento del materiale di cui è costituita la piastra. La piastra 28 si riscalda e riemette energia radiante ma, essendo la faccia 28A trattata nel modo anzidetto tutta l'emissione avviene dalla faccia opposta secondo le direzioni 31.

Facendo ancora riferimento alla figura 2A notiamo che i tubi posti all'interno della caldaia, come le porzioni 7B, 7C, 7D, 7E, e 7F hanno una sezione opportunamente sagomata ed orientata in modo tale che i raggi solari incidenti vengano riflessi in direzioni tali da incontrare altri tubi e parti della caldaia. Anche le parti di sostegno dei tubi, come 21, sono sagomate in maniera opportuna per uno scopo analogo.

Tra le porzioni di tubo 7B e 7F e l'apertura 17 come pure tra le porzioni 7C e 7B sono disposti dei tubi 32 di vetro pyrex, o quarzo, con gli assi normali alle superfici individuate da dette porzioni ed aventi lo scopo di ridurre, in queste zone, la trasmissione di energia radiante nel campo dell'infrarosso. Tubi analoghi potrebbero, se voluto, essere disposti anche negli spazi compresi tra le altre porzioni di tubo.

Le figure 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, e 3F mostrano alcune delle possibili forme e sezioni di tubo da impiegare in una caldaia solare aventi, secondo quanto previsto dal

presente brevetto, la proprietà che, opportunamente disposti ed orientati, riflettono i raggi solari incidenti in direzione tale da  $\nabla$  incontrare altri tubi o parti della caldaia.

La figura 3A mostra un tubo a sezione circolare 33 munito di una aletta longitudinale 34A a sezione triangolare. La fig. 3B mostra un tubo a sezione circolare 33 munito di più alette longitudinali 34B a sezione triangolare. La figura 3C mostra un tubo a sezione circolare 33 munito di alette trasversali 34C a sezione triangolare disposte su piani ortogonali all'asse del tubo. La figura 3D mostra un tubo a sezione circolare 33 munito di una aletta trasversale 34D a sezione triangolare disposta secondo un'elica cilindrica. La fig. 3E mostra un tubo a sezione circolare 33 munito di una aletta longitudinale 34E a sezione triangolare sulla cui superficie esterna sono tracciati dei solchi 35 a sezione triangolare aventi direzione ortogonale allo spigolo dell'aletta.

La figura 3F mostra un tubo a sezione circolare 33 la cui superficie esterna è munita di una filettatura 36 con filetto di sezione triangolare.

La fig. 3G ha lo scopo di illustrare le proprietà geometriche che devono essere possedute dai tubi rappresentati nelle precedenti figure 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, e

3F, in particolare le condizioni relative al valore degli angoli formati sullo spigolo delle alette e del filetto a sezione triangolare di cui i tubi, secondo dette figure, sono muniti.

La figura 3G fa riferimento a un tubo come quello illustrato in fig. 3A ma i risultati possono facilmente essere estesi al caso generale. In essa indichiamo con 33 un tubo a sezione circolare munito di una aletta longitudinale 34A a sezione triangolare; con 3A e 3B due specchi del sistema di concentrazione usato, scelti in modo che l'angolo  $\alpha$  formato dai due raggi 5A e 5B riflessi da essi sul tubo considerato sia il più grande possibile tra tutti quelli formati dagli analoghi raggi 5 riflessi da una qualunque coppia di specchi 3; con 37A e 37B i raggi ottenuti dalla riflessione di 5A e 5B sulle superfici esterne della aletta 34A; con 38A e 38B le normali a queste superfici; Con 39 la direzione secondo la quale si ha il massimo valore dell'intensità del flusso di energia solare incidente sul tubo; con  $\chi$  l'angolo allo spigolo della aletta triangolare 34A. La direzione 39 sarà, per ragioni di simmetria, prossima alla bisettrice dell'angolo  $\alpha$  e, per quanto previsto nel presente brevetto, coincidente con la bisettrice dell'angolo  $\chi$ .

La condizione cercata, che cioè i raggi riflessi 37A e

e 37B abbiano una direzione tale da incontrare altri tubi o parti della caldaia , tale cioè da non incontrare l'apertura dell'involucro, può tradursi nella condizione che essi formino con la direzione 39 un angolo sensibilmente inferiore ad un angolo Retto, per esempio non superiore ai due terzi di un angolo retto. Tenendo conto delle note leggi della riflessione, questa condizione si scrive

$$2\theta + \alpha \leq \frac{2}{3}\pi$$

Le figure 4A, 4B, 4C, e 4D mostrano alcune delle possibili forme a sezioni delle pareti dell'involucro e dei sostegni dei tubi all'interno della caldaia da impiegare nella costruzione di una caldaia secondo il presente brevetto, aventi tutte lo scopo di evitare che la luce incidente venga riflessa in direzione tale da essere perduta.

La figura 4A, mostra una lamiera 40 a sezione a dente di sega che può essere impiegata sia per le pareti interne dell'involucro, sia per i sostegni dei tubi. La figura 4B mostra un profilato 41 con sezione a lama di coltello; la figura 4C mostra un profilato 41 a sezione di lama di coltello avente sullo spigolo una serie di seghettature triangolari 42; la fig. 4D mostra un profilato 41 a sezione a lama di coltello avente sullo

spigolo una dentellatura formata da profilati 43 di sezione simile e disposti in direzione ortogonale a detto spigolo.

I profilati illustrati nelle figure 4B, 4C, e 4D sono particolarmente adatti ad essere impiegati nelle strutture di sostegno dei tubi.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, i particolari di costruzione e le forme di attuazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito del presente brevetto.

## RIVENDICAZIONI

1) Caldaia solare comprendente uno o più tubi adatti ad essere percorsi dal fluido da riscaldare, mezzi capaci di far circolare detto fluido all'interno di detto o detti tubi in una prefissata direzione, detto o detti tubi essendo disposti e sostenuti all'interno di un involucro dotato di una apertura di forma tale ed orientata in modo tale da raccogliere l'energia solare riflessa da un sistema di specchi mobili, detto involucro essendo per la restante parte chiuso ed isolato termicamente, detta caldaia essendo caratterizzata dal fatto di possedere mezzi ed accorgimenti costruttivi<sup>Tali</sup> da aumentare il coefficiente di assorbimento dell'energia solare incidente sull'apertura dell'involucro rispetto a quello risultante dallo spettro di assorbimento del materiale con cui sono costruiti i tubi e di possedere contemporaneamente mezzi ed accorgimenti costruttivi tali da ridurre l'emissione di energia radiante dalla apertura dell'involucro rispetto a quella risultante dagli spettri di emissione alle differenti temperature di funzionamento dei materiali con cui sono costruiti i tubi, l'involucro e le strutture di sostegno dei tubi.

2) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che i mezzi e gli accorgimenti

costruttivi tali da aumentare il coefficiente di assorbimento dell'energia solare incidente sull'apertura dell'involucro rispetto a quello risultante dallo spettro di assorbimento del materiale con cui sono costruiti i tubi comprendono l'impiego di tubi di sezione tale ed orientata rispetto alle direzioni dell'energia solare incidente in modo tale che la parte di detta energia solare incidente che non è assorbita né diffusa dalla superficie del tubo venga riflessa in direzione tale di incontrare altri tubi o parti dell'involucro o della struttura di sostegno dei tubi.

3) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che la sezione dei tubi tale ed orientata rispetto alle direzioni dell'energia solare incidente in modo tale che la parte di detta energia solare incidente che non è assorbita né diffusa dalla superficie del tubo venga riflessa in direzione tale da incontrare altri tubi e parti dell'involucro e della struttura di sostegno dei tubi è ottenuta mediante tubi a sezione circolare muniti di una o più alette o nervature longitudinali a sezione triangolare, dette alette o nervature essendo collegate ed in contatto termico con detto tubo lungo un lato di detta sezione triangolare ed essendo disposte ed orientate in ogni punto in modo tale da essere colpite dal-

l'energia solare incidente, essendo la direzione individuata dalla bisettrice dell'angolo formato dai restanti due lati di detta sezione triangolare coincidente con quella di massima intensità del flusso di detta energia solare incidente.

4) Una caldaia solare come da rivendicazione 2 caratterizzata dal fatto che la sezione dei tubi tale ed orientata rispetto alle direzioni dell'energia solare incidente in modo tale che la parte di detta energia solare incidente che non è assorbita nè diffusa dalle superficie del tubo venga riflessa in direzione tale da incontrare altri tubi o parti dell'involucro o della struttura di sostegno dei tubi è ottenuta mediante tubi a sezione circolare muniti di una pluralità di alette trasversali a sezione triangolare, ciascuna di dette alette essendo disposta secondo un piano ortogonale all'asse del tubo ed essendo collegata ed in contatto termico con detto tubo lungo un lato di detta sezione triangolare.

5) Una caldaia solare come da rivendicazione 2 caratterizzato dal fatto che la sezione dei tubi tale ed orientata rispetto alle direzioni dell'energia solare incidente in modo tale che la parte di detta energia solare incidente che non è assorbita nè diffusa dalla superficie del tubo venga riflessa in direzione tale da incontrare

altri tubi o parti dell'involucro o della struttura di sostegno dei tubi è ottenuta mediante tubi a sezione circolare muniti di una o più alette trasversali a sezione triangolare, ciascuna di dette alette essendo disposte intorno al tubo secondo un'elica cilindrica ed essendo collegate ed in contatto termico con detto tubo lungo un lato di detta sezione circolare.

6) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni 3, 4 e 5 caratterizzata dal fatto che detta o dette alette presentano sulla superficie esterna dei solchi a sezione triangolare aventi direzione ortogonale alle spigole esterne dell'aletta.

7) Una caldaia solare come da rivendicazione 2 caratterizzata dal fatto che la sezione dei tubi tale ed orientata rispetto alle direzioni dell'energia solare incidente in modo tale che la parte di detta energia solare incidente che non è assorbita né diffusa dalla superficie del tubo venga riflessa in direzione tale da incontrare altri tubi o parti dell'involucro o della struttura di sostegno dei tubi è ottenuta mediante tubi a sezione circolare aventi la superficie esterna filtrata con un filtro di sezione triangolare.

8) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni 3, 4, 5, 6, e 7 caratterizzate dal fatto che dette alette a sezione triangolare, o detta filatura

a sezione triangolare, hanno sul loro spigolo esterno un angolo tale che la somma del doppio di detto angolo e del più grande tra tutti gli angoli sotto i quali un punto della caldaia vede due qualunque degli specchi che riflettono l'energia luminosa su detta caldaia sia uguale ad una frazione sensibilmente inferiore ad uno, preferibilmente a due terzi, di un angolo piatto.

9) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni 2 a 8, caratterizzata dal fatto che la superficie esterna dei tubi è trattata, preferibilmente lucidata in modo tale da rendere trascurabile la percentuale della energia solare incidente diffusa da detta superficie.

10) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che mezzi ed accorgimenti costruttivi tali da aumentare il coefficiente di assorbimento dell'energia solare incidente sull'apertura dell'involucro rispetto a quello risultante dallo spettro di assorbimento del materiale con cui sono costruiti i tubi comprendono una sagomatura delle parti dell'involucro e della struttura di sostegno dei tubi che sono colpite dall'energia solare incidente tale che la parte di detta energia solare incidente che non è assorbita nè diffusa dalla superficie di dette parti dell'involucro e della struttura di sostegno dei

tubi venga riflessa in direzione tale da incontrare altri tubi o parti dell'involucro o della struttura di sostegno dei tubi.

11) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che detta sagomatura delle parti dell'involucro e della struttura di sostegno dei tubi è ottenuta mediante l'impiego anche contemporaneo di profilati o lastre con sezione a forma di dente di sega, profilati a sezione triangolare sottile come la lama di un coltello, profilati a lama di coltello seghettata, profilati a lama di coltello muniti di dentellature trasversali.

12) Una caldaia solare come da rivendicazioni 10 o 11 caratterizzata dal fatto che la superficie delle parti dell'involucro e della struttura di sostegno dei tubi che sono colpite dall'energia solare incidente è trattata preferibilmente lucidata in modo tale da rendere trascurabile la percentuale di detta energia solare incidente diffusa da detta superficie.

13) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che mezzi ed accorgimenti costruttivi tali da aumentare il coefficiente di assorbimento dell'energia solare incidente sull'apertura dell'involucro rispetto a quello risultante dallo spettro di assorbimento del materiale con cui

sono costruiti i tubi comprendono una pluralità di piastre radianti disposte all'interno dell'involucro in modo tale da essere mediamente parallele alla superficie di detto involucro e da essere separate da detta superficie interna da una sottile intercapedine dette piastre avendo la superficie rivolta verso detta intercapedine tratta<sup>ta</sup> in modo tale da rendere trascurabile l'emissione di energia radiante per tutto il campo delle temperature raggiungibili durante il normale funzionamento della caldaia.

14) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che la superficie interna dell'involucro rivolta verso dette piastre radianti è trattata in modo tale da rendere trascurabile l'emissione di energia radiante per tutto il campo delle temperature raggiungibili durante il normale funzionamento della caldaia.

15) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni 13 e 14 caratterizzata dal fatto che detto trattamento superficiale tale da rendere trascurabile l'emissione di energia radiante per tutto il campo delle temperature raggiungibili durante il normale funzionamento della caldaia è ottenuto mediante il deposito di una sottile pellicola di metalli, come oro, od ossidi metallici aventi la proprietà di essere rifletten-

ti nel campo dell'infrarosso.

16) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che mezzi ed accorgimenti costruttivi tali da ridurre l'emissione di energia radiante dall'apertura dell'involucro rispetto a quella risultante dagli spettri di emissione alle differenti temperature di funzionamento dei materiali con cui sono costruiti i tubi, l'involucro e le strutture di sostegno dei tubi, comprendono una disposizione geometrica del o dei tubi all'interno dell'involucro tale che per ogni tubo l'angolo solido sotto il quale l'apertura dell'involucro è vista da un punto di una sezione ortogonale di detto tubo diminuisce quando detta sezione ortogonale si sposta lungo il tubo da una estremità all'altra, essendo l'estremità del tubo corrispondente al più grande dei valori di detto angolo solido quella di entrata del fluido da riscaldare e l'estremità corrispondente al più piccolo di detti valori quella di uscita del fluido riscaldato; detta diminuzione dell'angolo solido essendo dovuta in parte all'aumentare della distanza del tubo dall'apertura dell'involucro ed in parte al fatto che una porzione sempre crescente di detto angolo solido è coperta da altre parti di tubo.

17) Una caldaia solare come da rivendicazione preceden-

te caratterizzata dal fatto che la disposizione geometrica dei tubi all'interno dell'involucro è tale che per ogni tubo la diminuzione dell'angolo solido sotto il quale l'apertura dell'involucro è vista da un punto di una sezione ortogonale di detto tubo che si ha quando detta sezione ortogonale si sposta lungo il tubo da una estremità all'altra, non è verificata con continuità per tutte le sezioni di detto tubo ma è verificata mediamente per i valori di detto angolo solido relativi a successivi <sup>Tubi</sup> di tubo.

18) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che detta diminuzione dei valori medi di detto angolo solido relativi a successivi tratti di tubo è ottenuta disponendo ciascun tratto di tubo su una superficie parallela all'apertura dell'involucro e di forma simile a detta apertura, detti tratti di tubi essendo collegati in serie in modo che le superfici che li contengono siano a distanza crescente dall'apertura dell'involucro; dette superfici essendo allineate tra loro e con l'apertura dell'involucro secondo la direzione della massima intensità del flusso di energia solare incidente su detta apertura ed essendo i tubi disposti in modo tale che l'angolo solido sotto il quale l'apertura dell'involucro è vista da un ~~dato~~ tratto di tubo disposto su una di dette superfici

è parzialmente coperto dai tratti di tube disposti sulle superfici minor distanza da detta apertura; essendo ad esempio detta apertura circolare e in ciascun piano detti tubi essendo disposti a spirale.

19) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che almeno uno degli spazi compresi tra due delle superfici sulle quali sono disposti tratti di tube, o tra una di dette superfici e l'apertura dell'involucro, contiene mezzi trasparenti per l'energia solare e almeno parzialmente assorbenti per l'energia radiante di maggiore lunghezza d'onda emessa dai tubi e dall'involucro e dai sostegni dei tubi alle normali temperature di funzionamento.

20) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che detti mezzi trasparenti per l'energia solare ed almeno parzialmente assorbenti per l'energia radiante di maggiore lunghezza d'onda emessa dai tubi e dall'involucro e dai sostegni dei tubi sono costituiti da tubi di materiale come vetro, quarzo e pyrex, trasparente per l'energia solare ed assorbente per detta energia radiante di maggiore lunghezza d'onda aventi l'asse perpendicolare alle superfici su cui sono disposti i tubi costituenti la caldaia.

21) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni 16, 17, 18, 19 e 20 caratterizzata dal fatto

che la disposizione geometrica dei tubi all'interno dell'involucro è tale che la intensità del flusso dell'energia solare incidente su ogni tubo diminuisce percorrendo il tubo da una estremità all'altra, essendo l'estremità del tubo corrispondente al più grande dei valori di detta intensità del flusso di energia solare incidente quella di entrata del fluido da riscaldare e l'estremità corrispondente al più piccolo di detti valori quella di uscita del fluido riscaldato, detta diminuzione della intensità del flusso di energia solare incidente essendo dovuta in parte alla posizione geometrica del tubo rispetto alla apertura dell'involucro e alla distribuzione nello spazio dell'energia solare riflessa dagli specchi ed in parte all'effetto di schermo dovuto ad altre parti di tubo.

22) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che detta diminuzione dell'intensità del flusso dell'energia solare incidente su ogni tubo non è verificata con continuità per tutti i punti del tubo ma è verificata per i valori medi di detta intensità relativa a successivi tratti di tubo.

23) Una caldaia solare come da almeno una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che ciascuno dei tubi costituenti la caldaia comprende un tratto disposto all'esterno dell'involucro in prossimità

dell'apertura, essendo detto tratto di tubo sostenuto in contatto termico con detto involucro ed essendo scollegate alla restante parte di tubo poste all'interno dell'involucro in modo tale che il fluido da riscaldare attraversi prima il tratto di tubo posto all'esterno e successivamente il o i tratti di tubo posti all'interno di detto involucro.

24) Una caldaia solare come da rivendicazione precedente caratterizzata dal fatto che la parte esterna dell'involucro che sostiene detto o detti tratti di tubo è protetta da mezzi trasparenti per l'energia solare ed almeno parzialmente assorbenti per l'energia radiante di maggiore lunghezza d'onda emessa da detti tubi e da dette parti esterne dell'involucro alle normali temperature di funzionamento.

p.i. Prof. Giovanni FRANZIA

(f;to Dr. Vettor GALLETTI)

fig. 1

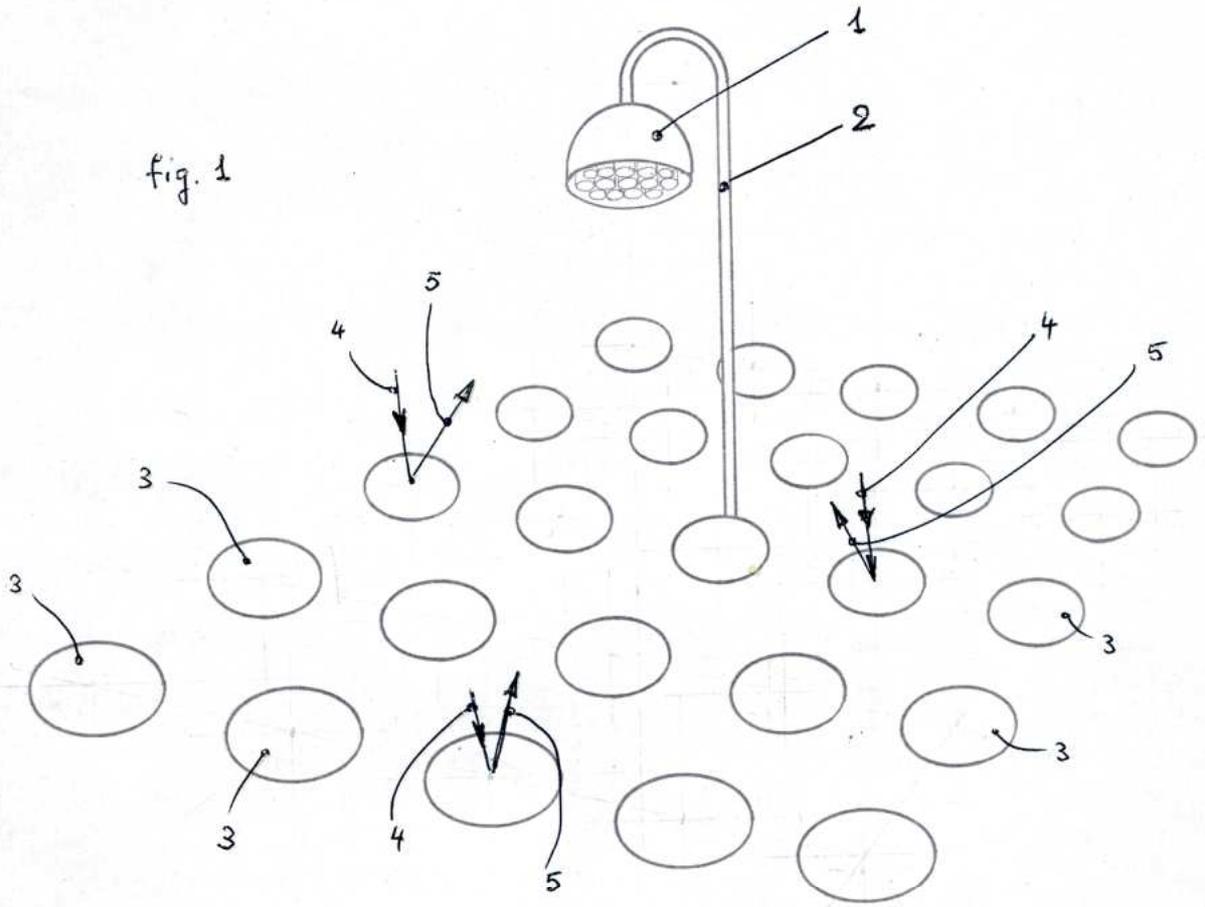
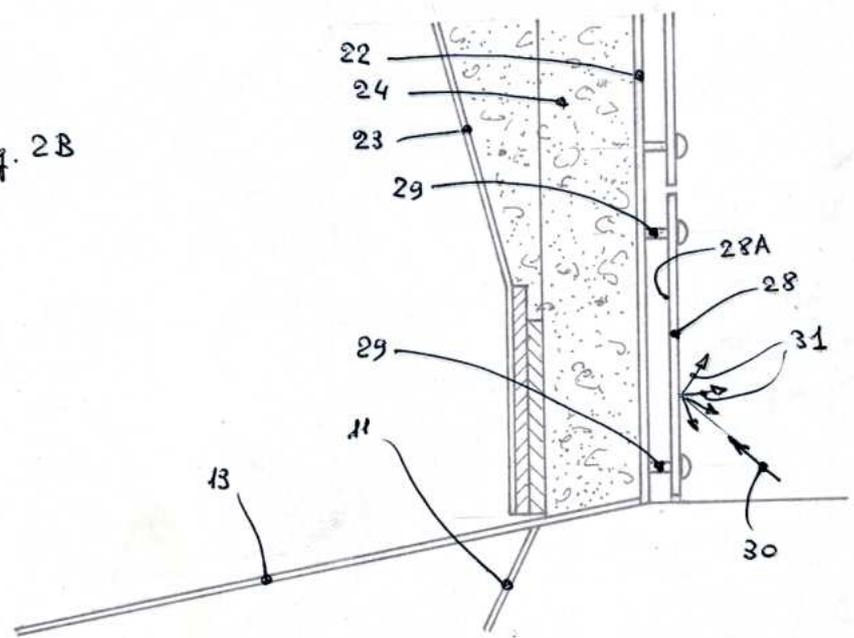


Fig. 2B



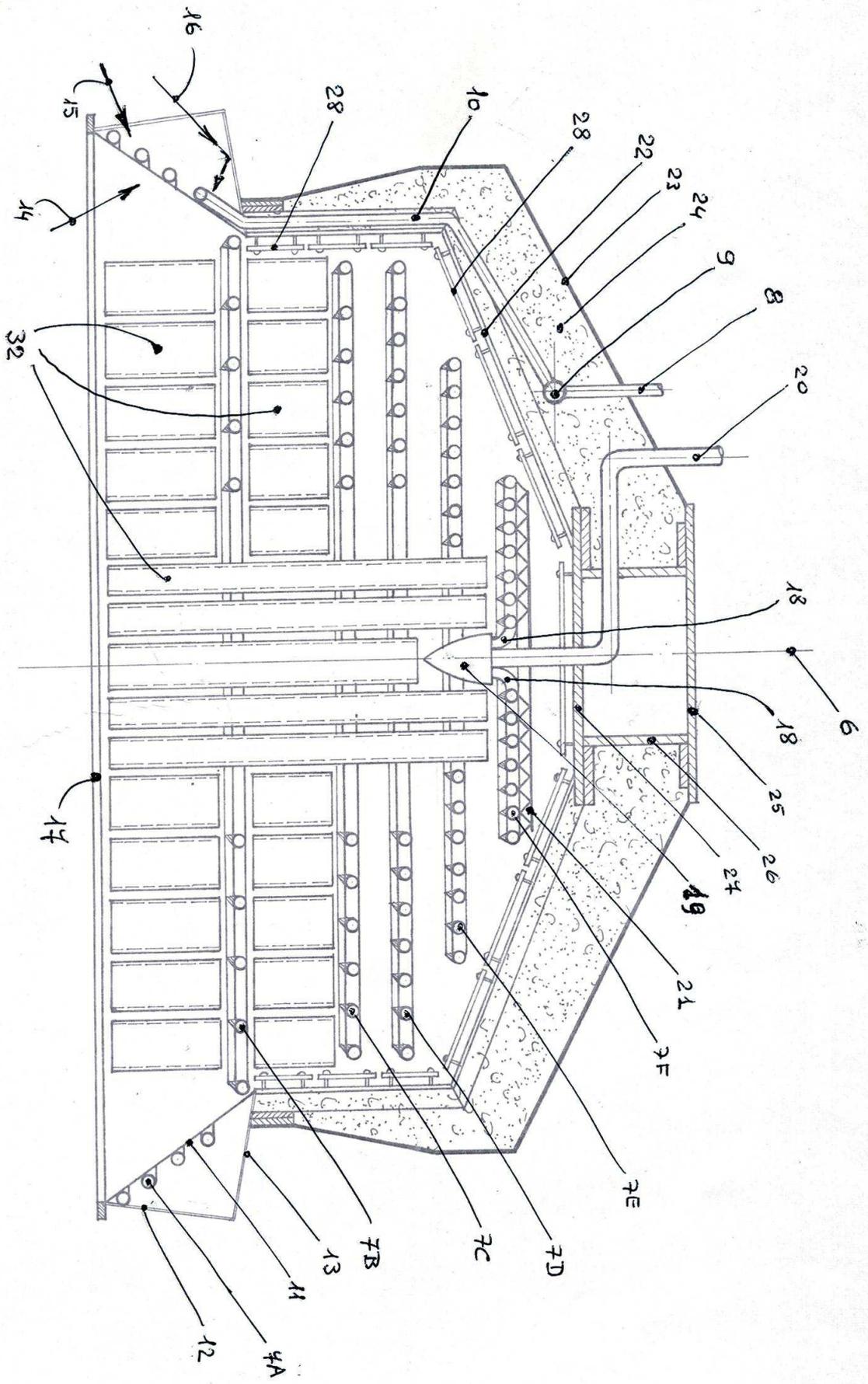


Fig. 2A

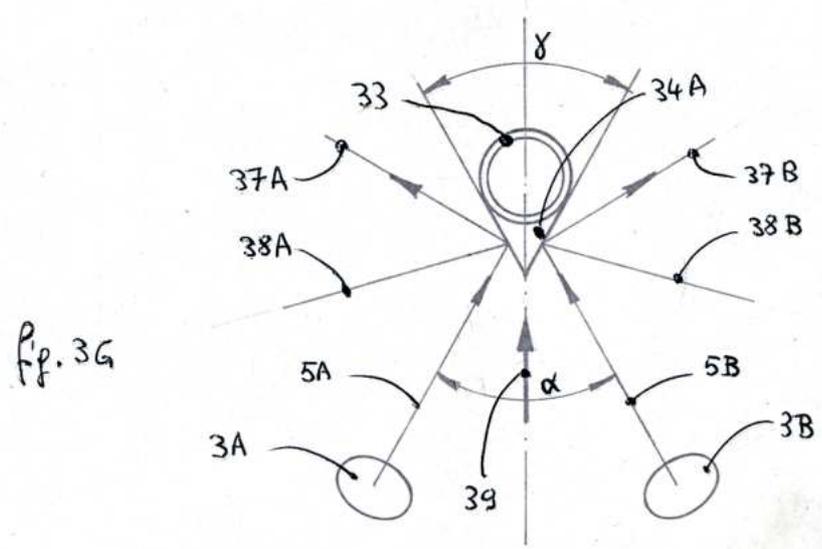
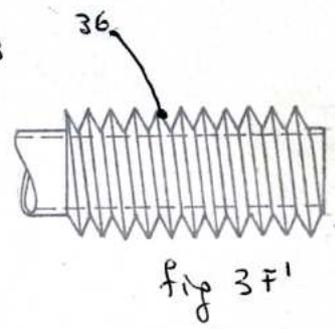
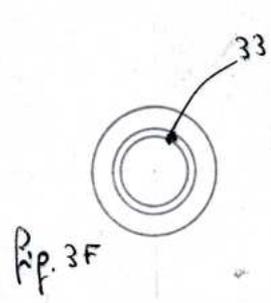
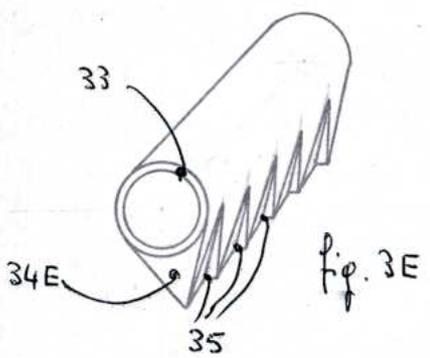
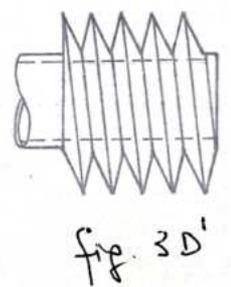
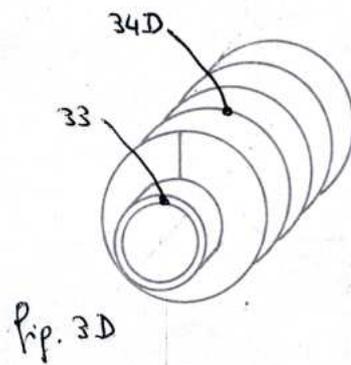
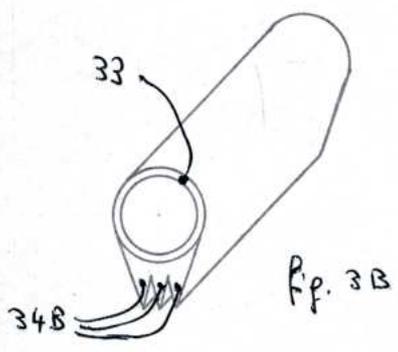
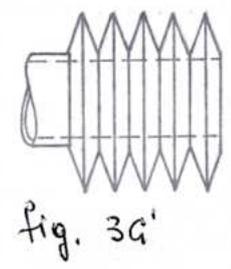
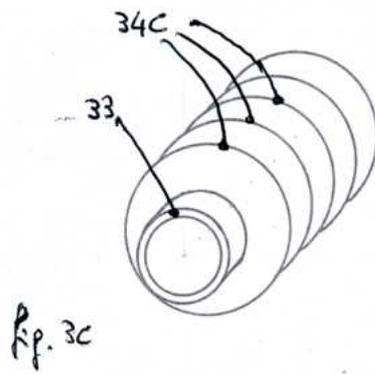
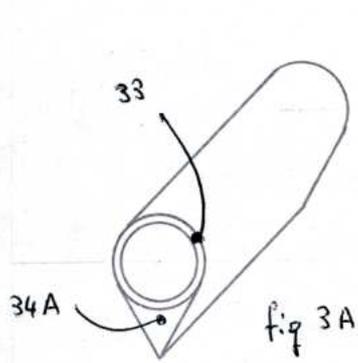


fig. 4A

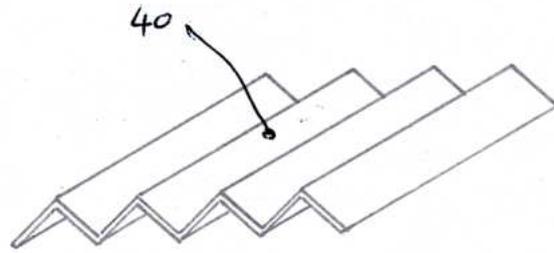


fig. 4B

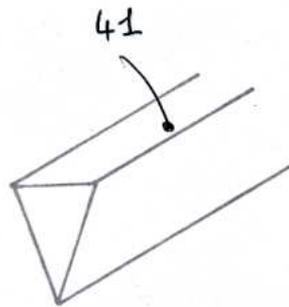


fig. 4C

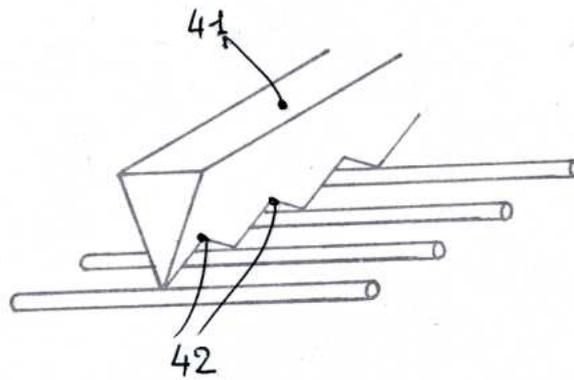


fig. 4D

