

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901753530A1

Publication Date

20110124

Applicant

SACMI COOPERATIVA MECCANICI IMOLA SOCIETA' COOPERATIVA

Title

FORNO CONTINUO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo

"FORNO CONTINUO"

a nome **SACMI COOPERATIVA MECCANICI IMOLA SOCIETA'**

COOPERATIVA

con sede a **40026 IMOLA (BO)**

*** * ***

La presente invenzione si riferisce a forni impiegati nei processi di cottura continui che utilizzano bruciatori a fiamma libera.

Sono noti forni che comprendono un condotto a sezione rettangolare, nel seguito detto comunemente condotto, dotato sulle pareti longitudinali verticali contrapposte di adatti bruciatori per generare il calore necessario alla cottura.

I bruciatori orientano la fiamma verso la parete opposta del condotto e sono regolati in modo da garantire uniformità di temperatura nelle sezioni trasversali del forno.

Alcuni esempi di applicazione di tale tipologia di forno sono note nell'ambito della cottura di prodotti ceramici quali piastrelle, sanitari, tegole, mattoni ecc.

Per pezzi ceramici si intendono ad esempio prodotti ricavati per compressione di polveri ceramiche, oppure

prodotti per colaggio di barbottina: entrambi possono essere smaltati oppure grezzi.

All'interno del forno i prodotti avanzano su un trasportatore a rulli collocato nella mezzeria orizzontale del forno nel caso di piastrelle; in altri casi i prodotti avanzano su appositi carrelli oppure su piastre movimentate in modo opportuno all'interno del forno.

L'insieme dei fumi generati dai bruciatori viene convogliato in controcorrente rispetto alla direzione di avanzamento dei prodotti, ed i fumi escono in prossimità dell'ingresso del forno.

L'uscita dei fumi avviene attraverso un apposito camino il cui tiraggio è favorito dalla presenza di adatti mezzi pneumatici, come ventilatori centrifughi o simili, o anche valvole o altri mezzi meccanici.

Si viene così a creare all'interno del condotto un flusso di fumi caldi che presenta una progressiva accelerazione man mano che ci si avvicina al camino posto all'ingresso del condotto.

Agendo sui mezzi di regolazione dei bruciatori e sui mezzi che favoriscono il tiraggio del camino, si stabilisce nel senso dell'asse longitudinale del forno un diagramma di

temperature che, in funzione della velocità di avanzamento dei prodotti, definisce a sua volta il desiderato diagramma di cottura dei medesimi.

Il diagramma delle temperature prevede le massime temperature nella sezione centrale del condotto, nel senso della lunghezza, nella quale i prodotti raggiungono temperature oltre i 900 °C: a partire dall'ingresso del forno le temperature sono gradualmente crescenti nel senso di avanzamento dei prodotti, mentre a valle della parte centrale avremo temperature decrescenti.

I forni continui di tipo noto hanno alcuni inconvenienti che incidono negativamente sulla funzionalità del forno.

Un primo inconveniente nasce dalla difficoltà di regolazione della temperatura nelle varie sezioni del forno nel senso della lunghezza.

Infatti le temperature delle sezioni del forno a partire dalla sezione di ingresso dei prodotti sono inevitabilmente condizionate dalla temperatura dei gas generati nelle sezioni poste a valle.

Ciò non solo impedisce di ottenere un diagramma delle temperature avente gradienti di temperatura tra una sezione e l'altra facilmente controllabili ed indipendenti, ma condiziona anche la lunghezza del forno: la progettazione

dei forni comporta conseguentemente che i forni debbono necessariamente avere una lunghezza adeguata alla temperatura dei gas di scarico che si vuole avere all'ingresso del forno.

Un secondo non meno importante inconveniente inerisce la depurazione dei gas di scarico.

E' noto che alle varie temperature di cottura si liberano sostanze inquinanti che debbono essere prelevate dai gas prima che essi vengano scaricati in atmosfera.

Tutte queste sostanze inquinanti, pur essendo ognuna generata in una ben precisa posizione o sezione del forno in funzione della temperatura ivi esistente, sono presenti nella totalità dei gas che giungono al camino, che quindi debbono essere sottoposti indistintamente alla depurazione specifica necessaria per abbattere ogni tipologia di sostanza, con notevole incidenza sul dimensionamento degli impianti di depurazione e sui costi di conduzione del forno.

Un terzo non meno importante inconveniente risiede nel fatto che durante la cottura si genera nelle varie sezioni del forno vapore acqueo che viene scaricato al camino.

La eventuale condensa di questo vapore è da evitare, poiché dà luogo a liquidi acidi la cui presenza nel forno è dannosa

sia per il prodotto che viene trattato nel forno, sia per le strutture del forno stesso.

Il vapore acqueo si genera prevalentemente in quelle sezioni del forno nelle quali la temperatura è minore, ovvero in quelle di ingresso, mentre nelle sezioni centrali del forno alle temperature più alte l'unica acqua che si libera è l'acqua di costituzione del materiale stesso, seppure in quantità inferiore rispetto a quella che si libera nelle prime zone di ingresso del forno.

Allo scopo di evitare il fenomeno della condensa si devono necessariamente mantenere alte le temperature dei gas sino al camino, a discapito dell'economia di conduzione del forno.

Un ultimo inconveniente risiede nel fatto che in ogni sezione trasversale del forno non si riesce a mantenere una temperatura costante in tutta la larghezza del forno, a causa dell'attrito incontrato dal flusso dei gas di scarico in prossimità delle pareti del forno, attrito che genera correnti preferenziali di gas a temperature diverse in prossimità delle pareti e della volta del condotto.

Lo scopo del presente brevetto è di porre rimedio ai sopra lamentati inconvenienti, eliminandoli o riducendoli sensibilmente.

Detto scopo è conseguito da un forno continuo per la cottura dei prodotti ceramici avente le caratteristiche recitate nella rivendicazione indipendente.

Le rivendicazioni dipendenti recitano ulteriori caratteristiche vantaggiose per il conseguimento del risultato.

L'idea di soluzione del trovato prevede che il flusso principale dei gas sia prevalentemente diretto trasversalmente alla direzione di avanzamento dei prodotti, e che la parte di flusso che è diretta parallelamente alla direzione di avanzamento dei prodotti sia controllabile.

In particolare il flusso parallelo alla direzione di avanzamento dei prodotti può essere controllato in modo da essere uguale a zero, oppure in equicorrente o in controcorrente in relazione alle specifiche esigenze tecnologiche del particolare tipo di prodotto da cuocere.

Si viene così a realizzare un forno a condotto nel quale è individuata una successione di camere di cottura intercomunicanti virtualmente separate dalle camere adiacenti, ognuna delle quali non è interessata, se non in minima parte facilmente controllabile, dai gas di scarico delle camere adiacenti, e quindi la temperatura di ogni

camera può essere regolata in modo preciso indipendentemente dalla temperatura dalla temperatura delle camere adiacenti.

Ogni camera, che comprende almeno un bruciatore, o più bruciatori contigui, è dotata di un suo proprio camino di scarico dei gas.

La porzione dei gas che percorre il forno in controcorrente rispetto ai prodotti da cuocere è controllata regolando la pressione all'interno di ogni camera, modificando la portata dell'aria di combustione introdotta attraverso i bruciatori. Un sensore di pressione, collocato in ogni camera, rileva in continuo i valori della pressione e li invia a un regolatore che confronta il dato rilevato con quello impostato; se i valori fossero differenti un inverter modifica il numero di giri del motore del ventilatore dell'aria di combustione dei bruciatori di quella camera, e quindi la portata, al fine di ripristinare la pressione voluta.

Le caratteristiche funzionali e costruttive del trovano saranno evidenti dalla particolareggiata descrizione che segue, riferita alle figure delle allegate tavole disegni che ne illustrano due preferite forme di attuazione date a titolo di esempio non limitativo.

La Fig.1 mostra un forno continuo del tipo a rulli in sezione verticale parallela all'asse longitudinale del forno, secondo una prima forma di attuazione.

La Fig.2 mostra la sezione II-II di Fig.1.

La Fig.3 mostra la sezione orizzontale III-III di Fig.1 con lo schema della regolazione della pressione all'interno del forno.

La Fig.4 mostra un forno continuo del tipo a rulli in sezione verticale parallela all'asse longitudinale del forno, secondo una seconda forma di attuazione.

La Fig.5 mostra la sezione V-V di Fig.4.

La Fig.6 mostra la sezione orizzontale VI-VI di Fig.4.

La Fig.7 mostra un possibile diagramma di cottura conseguibile col trovato

Dalle figure da 1 a 3 si rileva un forno continuo 1 avente due pareti verticali contrapposte 2 tra le quali è posta la rulliera indicata schematicamente con 3, in quanto ampiamente nota.

Sia al di sopra della rulliera che al di sotto della rulliera sono posti due allineamenti di bruciatori 4 alimentati a combustibile gassoso o liquido, come ad es. metano CH_4 , per ogni parete verticale del condotto.

Ogni bruciatore è associato a mezzi pneumatici 40 (Fig.3) atta ad alimentare aria comburente necessaria al funzionamento del rispettivo bruciatore, e ad una pompa 41 atta ad alimentare il carburante.

I bruciatori 4 di ogni parete posti al di sopra della rulliera 3 sono intervallati ai bruciatori della stessa parete posti al di sotto della rulliera 3, e sono intervallati ai bruciatori posti sulla parete contrapposta.

Ai lati di ogni bruciatore 4, ed allo stesso livello, sono simmetricamente poste aperture 5 per l'uscita dei gas combusti generati dal bruciatore.

Il condotto risulta così idealmente suddiviso in una serie di camere virtuali comunicanti una con l'altra e comprendenti ognuna tre bruciatori di cui uno sopra la rulliera e due sotto la rulliera, o viceversa; il numero delle camere costituenti il bruciatore è qualunque e dipende dalle desiderate prestazioni del forno.

Si intende che i bruciatori presenti in ogni camera possono essere in numero anche diverso da tre.

I bruciatori compresi in ogni camera virtuale costituiscono un gruppo di bruciatori contigui.

Nei forni a rulli del tipo descritto, sono previste paratie 11 tra la volta del condotto e la rulliera, e tra la base

del condotto e la rulliera, paratie che lasciano giusto lo spazio per il passaggio della rulliera e dei prodotti portati dalla stessa.

Nell'esempio illustrato le paratie sono fisse, ma esse potrebbero vantaggiosamente essere mobili per meglio adeguare la sezione di passaggio ai prodotti in transito nel condotto.

Ognuna delle aperture 5 poste nella stessa camera virtuale comunica con un camino 6 comprendente una ventola di aspirazione 8.

Ogni camino 6 convoglia i gas in uscita dal condotto in mezzi depuratori atti a togliere dai gas le sostanze inquinanti per l'ambiente prima di scaricare i gas all'esterno.

In prossimità della sezione di ingresso del condotto è posto un camino 9 atto a convogliare verso l'esterno i gas prodotti dal forno; il camino 9 comprende una ventola aspirante 10.

Dette paratoie 11, nel forno secondo il trovato, sono preferibilmente poste a separare le camere virtuali sopra nominate.

All'interno di ogni camera virtuale sono posti almeno un sensore di temperatura 12 ed almeno un sensore di pressione

120 (Fig.2) che inviano segnali ad un sistema di controllo che comanda sia la alimentazione del carburante sia la alimentazione dell'aria comburente ai bruciatori presenti nella camera virtuale.

Il microprocessore riceve anche i segnali di pressione delle camere virtuali a monte ed a valle, e comanda i mezzi pneumatici 40 e le pompe 41 dei bruciatori della camera virtuale in guisa che il gradiente di pressione tra la camera virtuale e quelle adiacenti sia nell'intorno di un valore desiderato.

La regolazione del gradiente di pressione consente di regolare l'entità del flusso di una parte dei gas caldi nella direzione dell'asse del forno mantenendola prossima al valore desiderato.

Non vengono descritti in dettaglio né il sistema di controllo né i dispositivi depuratori dei gas, in quanto ben noti ai tecnici del ramo.

La seconda forma di attuazione del trovato illustrata dalle Figg. da 4 a 6 differisce dalla prima forma di attuazione in quanto impiega, in luogo dei normali bruciatori a fiamma libera, bruciatori cosiddetti a recupero di calore, o auto recuperanti.

Per bruciatore autorecuperante si intende un particolare tipo di bruciatore a fiamma libera in grado di aspirare i fumi generati con la combustione, utilizzandoli per preriscaldare l'aria di combustione (il comburente). In questo modo il bruciatore è in grado di recuperare al suo interno parte del calore che andrebbe disperso con i fumi, arrivando a consumare, a parità di potenza termica resa, fin oltre il 30% in meno di un tradizionale bruciatore a gas, nel caso di camera di cottura a 1200°C.

I bruciatori auto recuperanti sono ben noti ai tecnici e non vengono quindi descritti in dettaglio.

Anche questi bruciatori, indicati nelle Figure col riferimento 400, comprendono mezzi 40 di alimentazione del gas combustibile, generalmente CH_4 , mezzi 41 di alimentazione dell'aria comburente ed un camino di evacuazione 6 dei gas di scarico, dotato di una ventola di aspirazione 8.

Nelle Figure da 4 a 6 i componenti già descritti nella prima forma di attuazione sono indicati dagli stessi riferimenti numerici.

La Fig.7 mostra un diagramma di cottura ottenibile grazie al trovato, in un forno avente, tra l'ingresso e la camera di cottura compresa, sette camere.

Si intende che varianti e perfezionamenti potranno essere apportati alla invenzione senza uscire dall'ambito di protezione definito dalle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Forno continuo comprendente un condotto, mezzi di trasporto dei pezzi da cuocere all'interno del condotto, gruppi di bruciatori contigui comprendenti almeno un bruciatore disposti sulle pareti laterali del condotto, caratterizzato dal comprendere, per ogni gruppo di bruciatori contigui:

- mezzi evacuatori dei gas caldi in guisa da creare un flusso di gas caldi generati da detto bruciatore o gruppo di bruciatori contigui trasversale alla direzione di avanzamento dei pezzi ceramici;

- almeno un sensore di pressione collocato nel condotto nella zona occupata da detto bruciatore o gruppo di bruciatori contigui;

- almeno un sensore di temperatura collocato nel condotto nella zona occupata da detto bruciatore o gruppo di bruciatori contigui;

- mezzi di alimentazione dell'aria comburente a detto bruciatore o gruppo di bruciatori contigui sensibili al segnale di detto sensore di pressione.

2. Forno continuo secondo la riv.1 caratterizzato dal fatto che i bruciatori sono del tipo auto recuperante, o a recupero di calore.

3. Forno continuo secondo la riv.1 caratterizzato dal fatto che ogni bruciatore o gruppo di bruciatori contigui posto su una parete del condotto, ed i bruciatori ad essi contrapposti sull'altra parete, definiscono una cella o camera di cottura virtuale nella quale le condizioni di temperatura sono mantenute in funzione del desiderato diagramma di cottura.

4. Forno continuo secondo la riv.3 caratterizzato dal fatto che ogni cella o camera di cottura virtuale comprende almeno un camino indipendente di evacuazione dei fumi.

5. Forno continuo secondo la riv.3 caratterizzato dal fatto che tra due camere di cottura virtuali sono previste paratie atte a consentire il passaggio dei pezzi da cuocere contrastando il passaggio del fumo alle camere virtuali adiacenti.

6. Forno continuo secondo la riv.3 caratterizzato dal comprendere un sistema di regolazione che riceve i segnali di temperatura e pressione rilevati in ogni camera virtuale ed in funzione dei medesimi comanda la portata del gas di combustione e la portata dell'aria comburente ai bruciatori presenti nella camera virtuale.

7. Forno continuo secondo la riv.1 caratterizzato dal comprendere in prossimità di almeno una delle estremità un camino di evacuazione dei fumi controllato da mezzi pneumatici asserviti al sistema di regolazione.

8. Forno continuo secondo la riv.3 caratterizzato dal fatto che i mezzi evacuatori dei gas generati da ogni gruppo di bruciatori contigui sono associati a mezzi depuratori dei gas.

9. Forno continuo secondo la riv.3 caratterizzato dal fatto che i mezzi di scarico dei fumi da ogni camera virtuale sono associati ad un rispettivo depuratore dei fumi dalle sostanze nocive generate nella rispettiva camera virtuale.

10. Forno continuo secondo la riv.1 caratterizzato dal fatto che ogni bruciatore o gruppo di bruciatori contigui è associata una pompa di alimentazione del carburante la cui portata è sensibile alla temperatura rilevata nella sezione del forno occupata da detto bruciatore o gruppo di bruciatori.

CLAIMS

1). A continuous kiln comprising a conduit, transport means for articles to be fired internally of the conduit, contiguous burner groups comprising at least a burner arranged on lateral walls of the conduit, characterised in
5 that it comprises, for each group of contiguous burners:

hot gas evacuating means for creating a flow of hot gases generated by the burner or group of contiguous burners which is transversal to the advancement direction of the ceramic articles;

10 at least a pressure sensor located in the conduit in a zone thereof occupied by the burner or group of contiguous burners;

at least a temperature sensor located in the conduit in the zone occupied by the burner or group of contiguous burners;

15 comburent air supply means to the burner or group of contiguous burners, which supply means are sensitive to a signal originating from the pressure sensor.

2). The continuous kiln of claim 1, characterised in that the burners are self-recuperating, or heat-recuperating.

20 3). The continuous kiln of claim 1, characterised in that each burner or group of contiguous burners located on a wall of the conduit, and the burners located on an opposite wall of the conduit, define a cell or virtual firing chamber in

which temperature conditions are maintained according to a desired firing diagram.

4). The continuous kiln of claim 3, characterised in that each cell or virtual firing chamber comprises at least an
5 independent fume evacuation chimney.

5). The continuous kiln of claim 3, characterised in that dividing walls are located between two virtual firing chambers, which dividing walls enable passage of the articles to be fired while opposing passage of fumes to
10 adjacent virtual chambers.

6). The continuous kiln of claim 3, characterised in that it comprises a regulation system which receives the temperature and pressure signals detected in each virtual chamber and in accordance with the said signals commands a flow of
15 combustion gas and a flow of comburent air to the burners located in the virtual chamber.

7). The continuous kiln of claim 1, characterised in that it comprises, in proximity of at least an end thereof a chimney for evacuating fumes which chimney is controlled by
20 pneumatic means responding to the regulating system.

8). The continuous kiln of claim 3, characterised in that the gas evacuating means generated by each group of contiguous burners are associated to gas purification means.

9). The continuous kiln of claim 3, characterised in that
25 the fume discharge means of each virtual chamber are

associated to respective fume purification means for ridding the fumes of toxic substances generated in the respective virtual chamber.

10). The continuous kiln of claim 1, characterised in that a
5 fuel supply pump is associated to each burner or group of contiguous burners, a flow rate of which fuel supply pump is sensitive to a temperature detected in a section of the kiln occupied by the burner or group of contiguous burners.

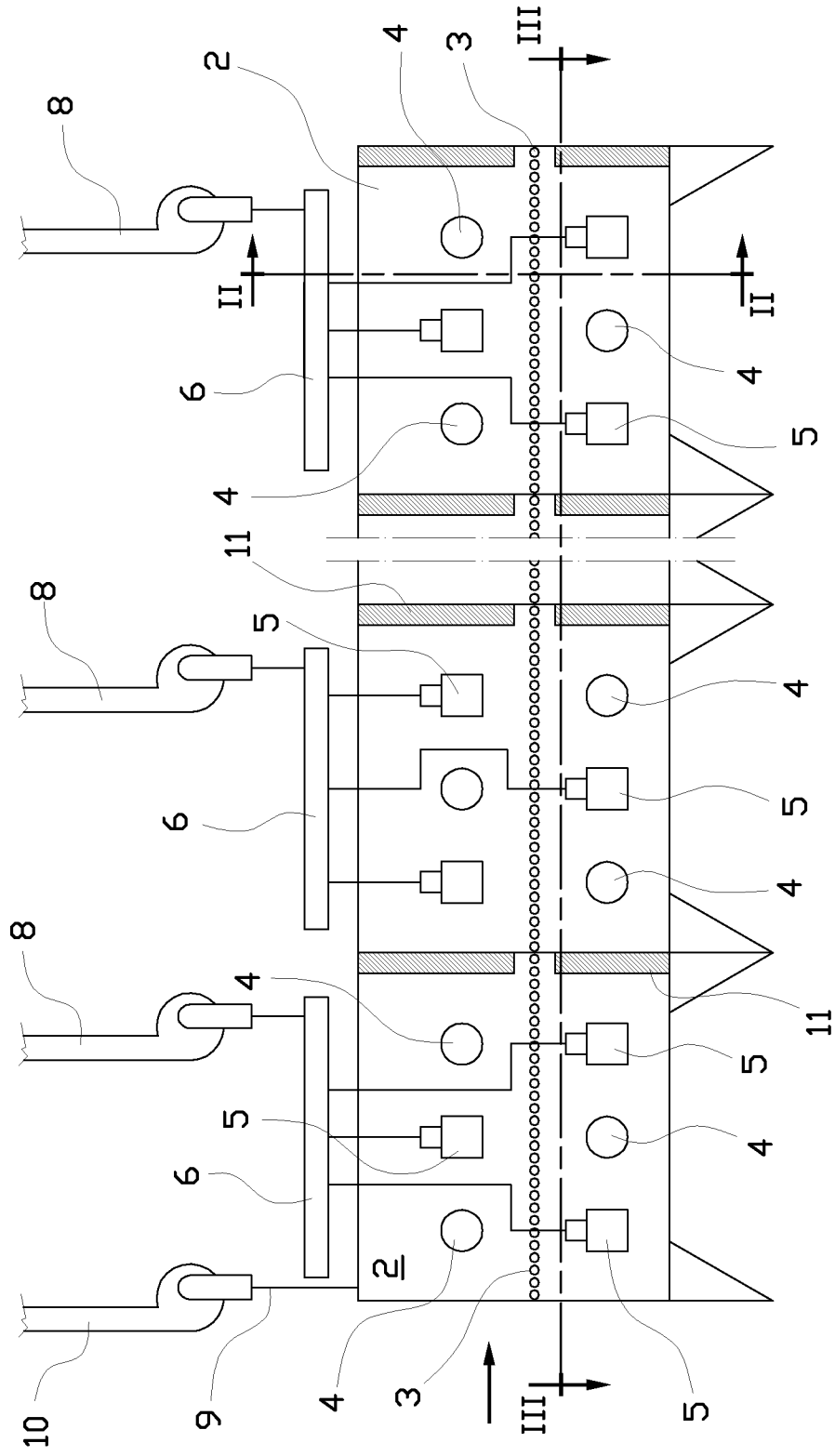


FIG.1

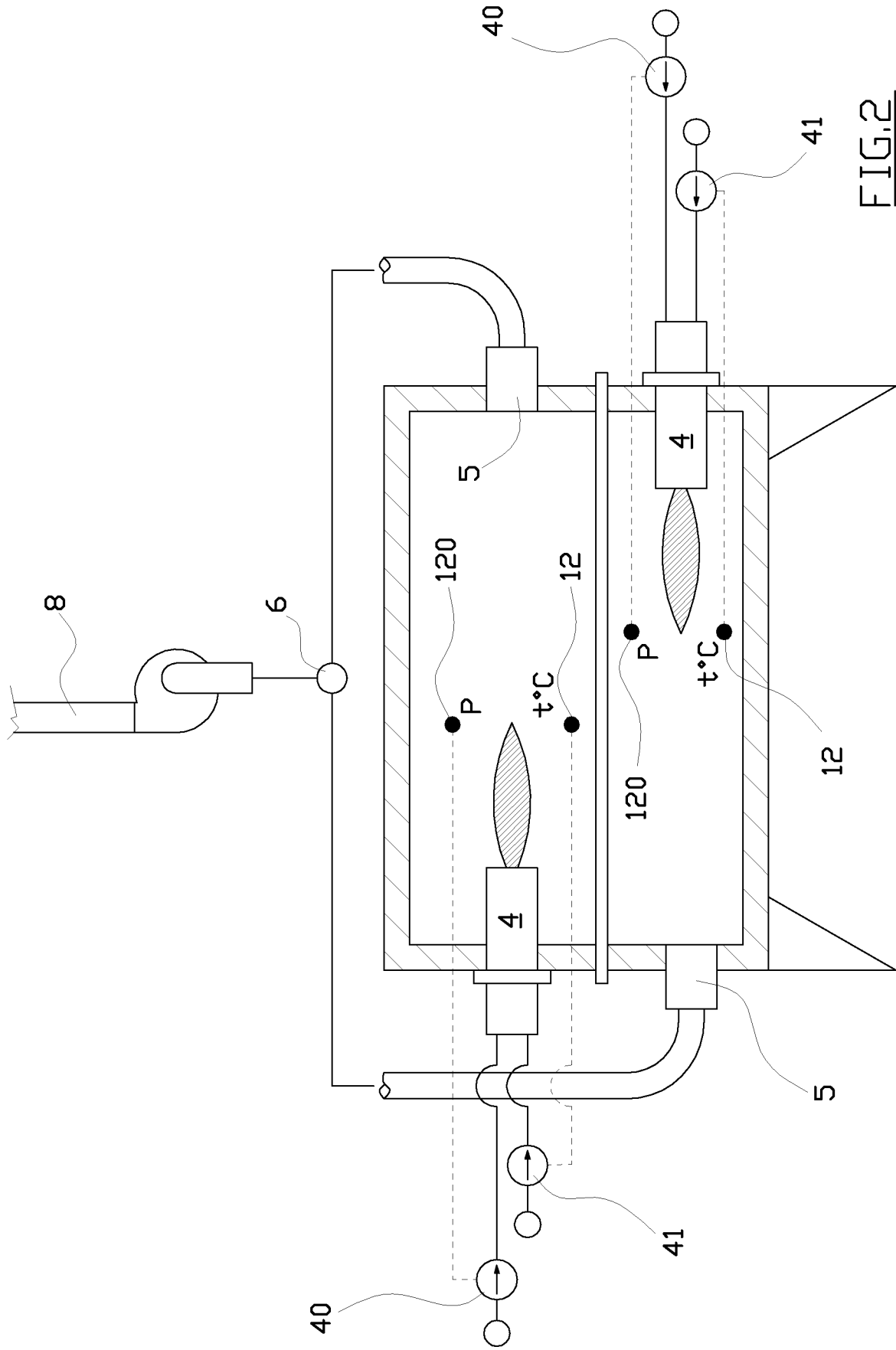


FIG. 2

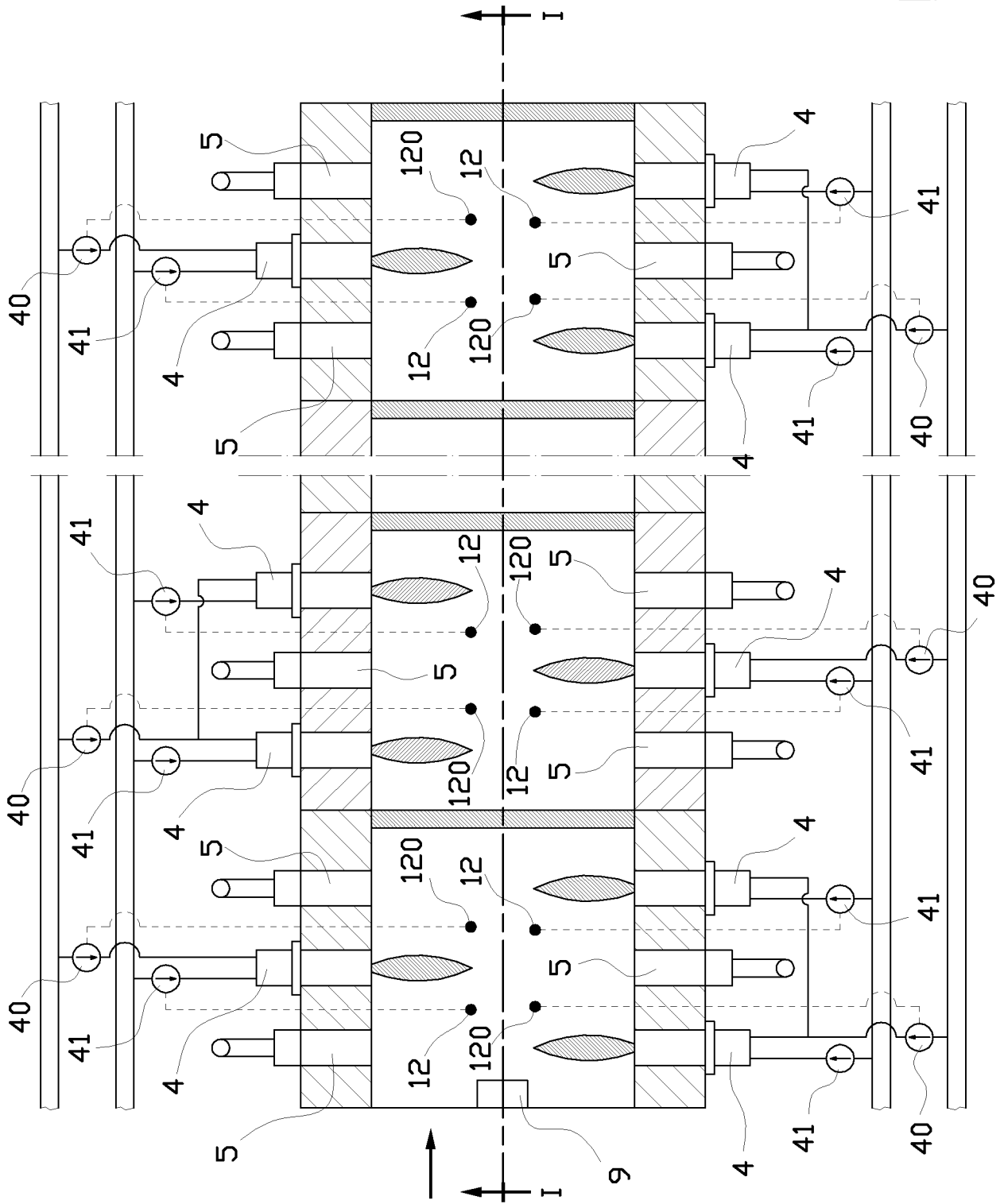


FIG. 3

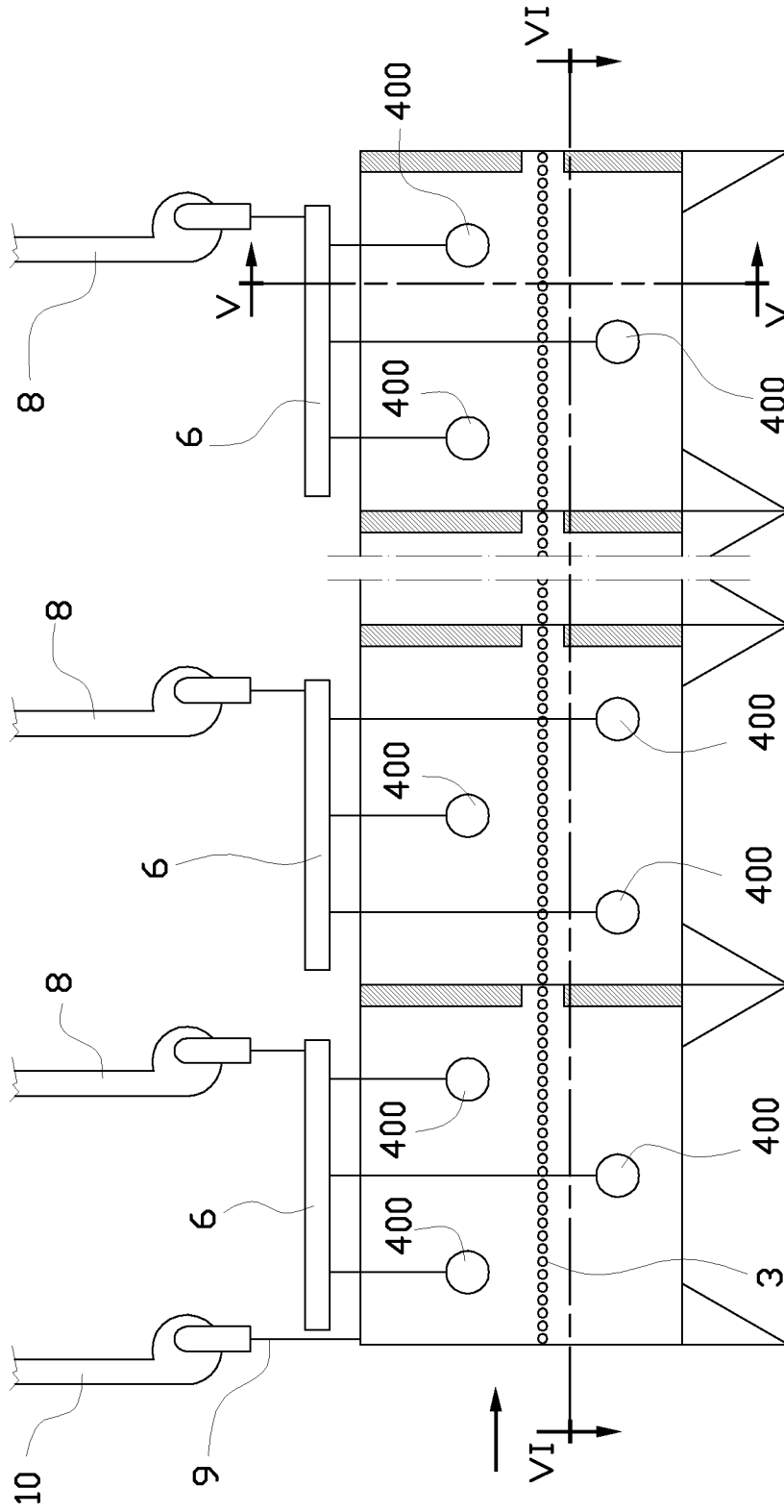


FIG. 4

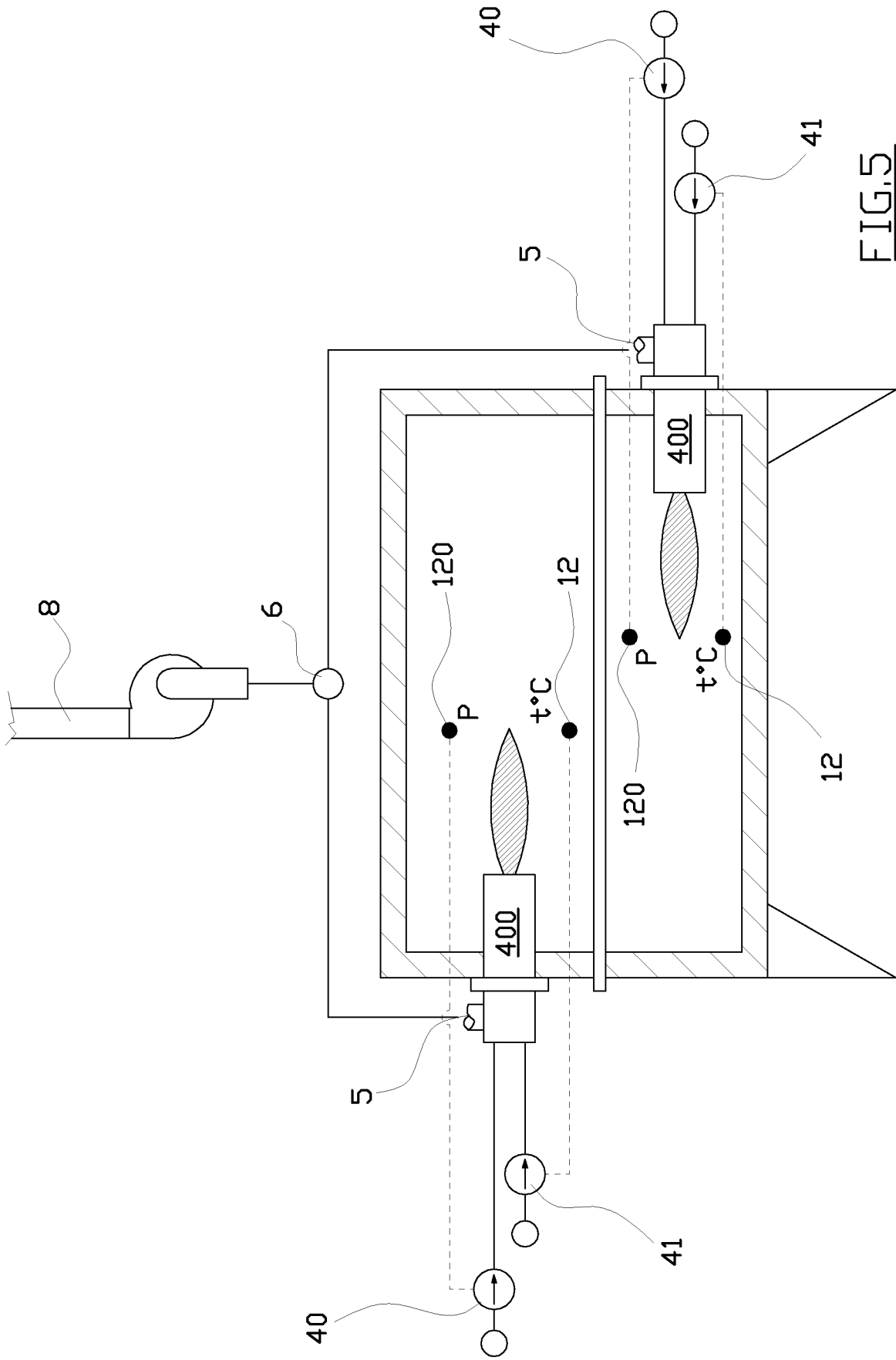


FIG. 5

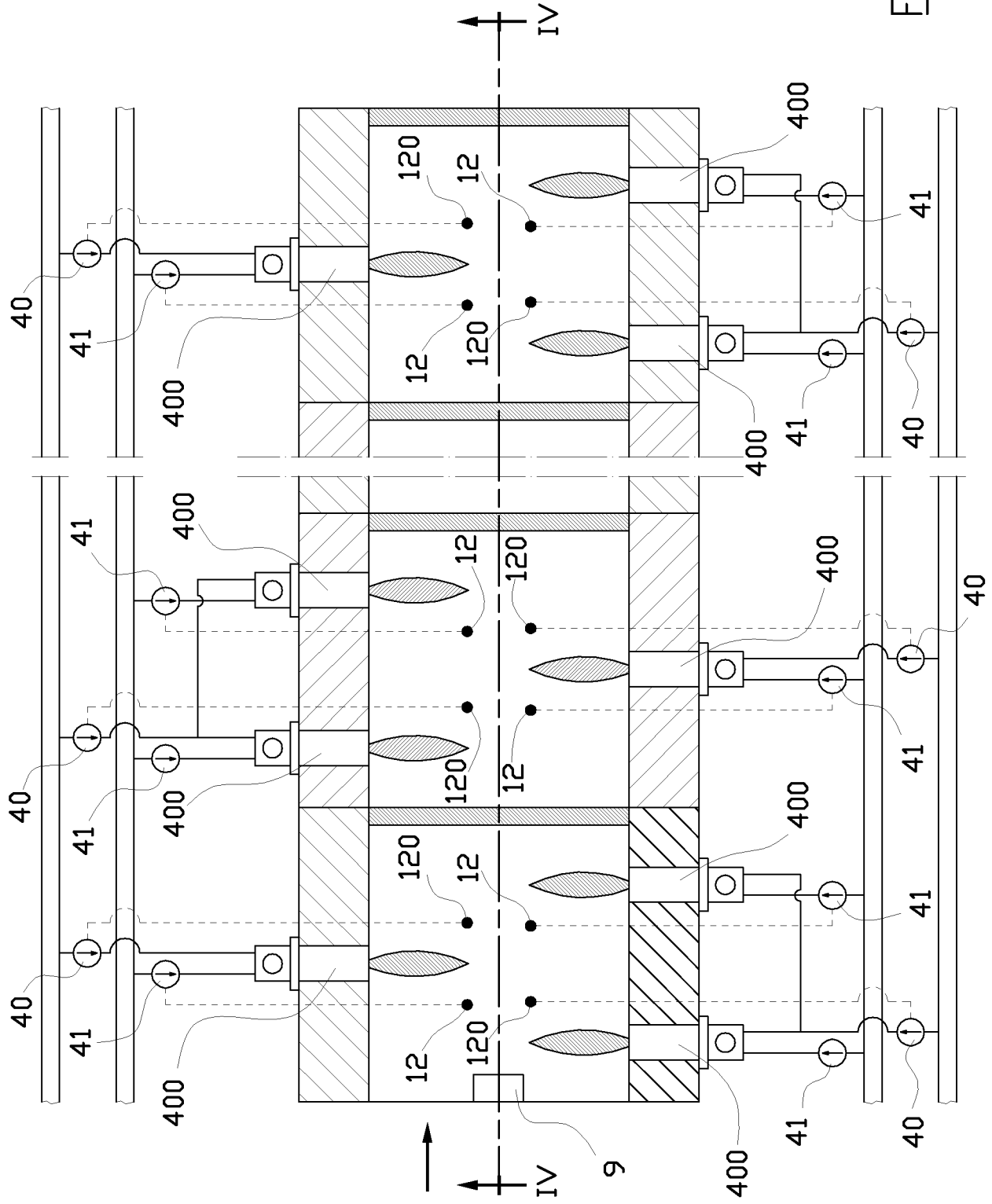
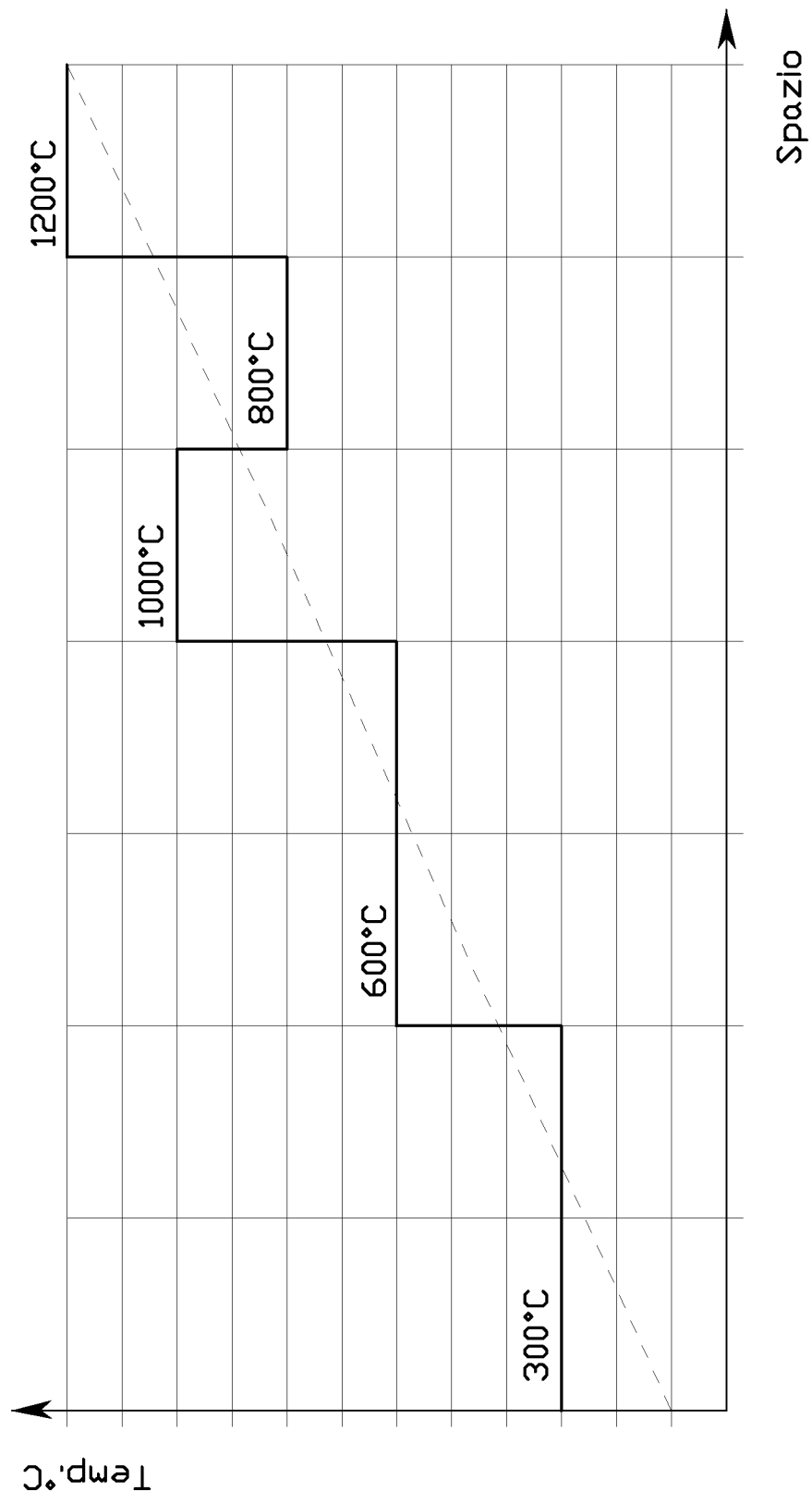


FIG. 6

FIG.7