

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902075805A1

Publication Date

20140207

Applicant

SACMI FORNI S.P.A.

Title

APPARECCHIATURA DI COMBUSTIONE A RECUPERO DI CALORE IN
PARTICOLARE PER FORNI CERAMICI

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"APPARECCHIATURA DI COMBUSTIONE A RECUPERO DI CALORE IN
PARTICOLARE PER FORNI CERAMICI"

di SACMI FORNI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA GUGLIELMO MARCONI, 3

STRADARIO 03520

BOLOGNA (BO)

Inventori: LIZZANO Maurizio, LUGLI Mauro

* * *

La presente invenzione è relativa ad una
apparecchiatura di combustione a recupero di calore.

In particolare, la presente invenzione trova
vantaggiosa, ma non esclusiva applicazione nei forni
ceramici, cui la descrizione che segue farà esplicito
riferimento senza per questo perdere in generalità.

Nel campo dei forni ceramici è noto l'uso di
apparecchiature di combustione a recupero di calore, anche
dette apparecchiature di combustione auto-recuperanti.

Per esempio nella domanda di brevetto EP-A1-2 278 244
(SACMI) è stato descritto l'uso, in un forno per ceramica,
di un bruciatore del tipo suddetto.

Come è noto, i bruciatori auto-recuperanti sono
largamente impiegati in quanto consentono di aumentare i

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

rendimenti termici riducendo nel contempo i consumi di combustibile.

Il bruciatore auto-recuperante del tipo illustrato e descritto in EP-A1-2 278 244 (SACMI) è un bruciatore a fiamma libera che comprende dei mezzi di alimentazione del gas combustibile, dei mezzi di alimentazione del comburente e dei mezzi di evacuazione dei fumi di scarico. Il bruciatore è in grado di aspirare i fumi di scarico generati con la combustione, utilizzandoli per preriscaldare un gas comburente attraverso un recuperatore ceramico.

In particolare, il flusso dei fumi di scarico fluisce in controcorrente rispetto al flusso dell'aria secondaria riscaldandola prima che si misceli con i prodotti della combustione primaria.

In altre parole, almeno una parte del calore latente contenuto nei fumi di scarico viene utilizzato per preriscaldare l'aria secondaria. Lo scambio termico avviene attraverso il suddetto tubo recuperatore ceramico.

In passato sono stati fatti dei tentativi per utilizzare nei forni ceramici bruciatori auto-recuperanti provenienti da campi vicini a quello della cottura di manufatti ceramici.

Nel presente contesto, per "manufatti ceramici" s'intendono manufatti come piastrelle, sanitari, tegole,

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

mattoni ecc.

Tali manufatti ceramici sono stati, quindi, ricavati dalla compressione di polveri ceramiche, oppure prodotti per colaggio di barbettina o per estrusione; entrambi i tipi di prodotto possono essere smaltati oppure grezzi.

Ad un primo stadio della sperimentazione si è provato ad utilizzare nei forni ceramici dei bruciatori usati con successo nei forni per il trattamento termico di manufatti metallici.

Un bruciatore di tipo auto-recuperante, utilizzato per esempio vantaggiosamente nei forni per trattamenti termici, è stato descritto nel brevetto EP-B1-0 773 407 (WS Wärmeprosesstechnik GmbH).

Tuttavia, l'uso di questi bruciatori, progettati espressamente per operare in altre applicazioni, ha mostrato numerose criticità quando si è trattato di forni per la cottura di manufatti ceramici.

Difatti, il bruciatore descritto nel suddetto brevetto EP-B1-0 773 407 (WS Wärmeprosesstechnik GmbH) funziona molto bene nelle applicazioni per cui è stato pensato, per esempio nei forni per il trattamento termico dei metalli (per esempio, nei forni di bonifica o di distensione), caratterizzati da ambienti riducenti molto controllati dove vi sono bassi ingressi di prodotti della combustione nella camera del forno.

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

Tuttavia, come abbiamo detto, tali bruciatori non vanno bene nei forni ceramici perché in tali forni, quando si aumenta la potenza termica, si ha una notevole formazione di fumi che entrano nella camera del forno e che mettono in sovrappressione tale camera. Di conseguenza, la camera del forno deve essere progettata in maniera tale da poter sopportare sollecitazioni ingenti dovute alle sovrappressioni e questo, ovviamente, fa innalzare notevolmente i costi di costruzione del forno stesso.

Inoltre, come descritto per esempio in EP-A1-2 278 244 (SACMI) le diverse camere di cottura, con condizioni termiche in generale diverse, dei materiali ceramici in transito si susseguono l'una all'altra e quindi bisogna evitare in ogni modo che si creino sovrappressioni in una sezione che potrebbero far migrare i fumi verso le sezioni attigue con conseguenze negative sulla qualità del prodotto ceramico finito che non viene sottoposto al ciclo termico adeguato.

Per di più, se si utilizzano dei bruciatori a recupero di calore del tipo suddetto per grosse potenze, come quelle normalmente richieste nei forni ceramici, si otterrebbero fumi molto caldi (con conseguenze negative per l'ambiente) con scarsi rendimenti del tubo recuperatore di calore.

Pertanto, scopo principale della presente invenzione, è quello di fornire una apparecchiatura di combustione a

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

recupero di calore la quale sia esente dagli inconvenienti sopra descritti e, nello stesso tempo, sia di facile ed economica realizzazione.

Altro scopo della presente invenzione è quello di fornire un bruciatore a gas innovativo che possa essere utilizzato vantaggiosamente nella suddetta apparecchiatura di combustione a recupero di calore.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di fornire un tubo recuperatore innovativo da utilizzare in un bruciatore di tipo recuperativo.

Secondo la presente invenzione vengono realizzati, quindi, una apparecchiatura di combustione a recupero di calore, un bruciatore a gas di tipo recuperativo ed un tubo recuperatore secondo quanto rivendicato nelle rivendicazioni indipendenti, oppure in una qualsiasi delle rivendicazioni dipendenti, direttamente o indirettamente, dalla dette rivendicazioni dipendenti.

Per una migliore comprensione della presente invenzione, viene ora descritta una forma di realizzazione preferita, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 illustra una sezione longitudinale della apparecchiatura di combustione a recupero di calore oggetto principale della presente invenzione;

- la figura 2 mostra un ingrandimento di alcuni

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

particolari dell'apparecchiatura di figura 1;

- la figura 3 illustra una vista tridimensionale di un diffusore a vortice per il gas comburente secondario utilizzato nell'apparecchiatura di cui alle figure 1, 2;

- la figura 4 mostra una vista tridimensionale di un tubo recuperatore di calore utilizzato nell'apparecchiatura di cui alle figure 1, 2;

- la figura 5 illustra un ingrandimento della sezione A-A eseguita sulla apparecchiatura mostrata in figura 1;

- la figura 6 mostra una prima vista tridimensionale di una testina di combustione montata all'estremità distale di un bruciatore utilizzato nell'apparecchiatura di cui alla figura 1; e

- la figura 7 illustra una seconda vista tridimensionale della testina di combustione di figura 6.

In figura 1, con 100 è stata indicata, nel suo complesso, una apparecchiatura di combustione a recupero di calore, in particolare per forni ceramici, oggetto principale della presente invenzione.

Come mostrato sempre in figura 1, l'apparecchiatura 100 comprende un bruciatore 10, del tipo che verrà specificato meglio nel prosieguo, un tubo recuperatore 20 del calore contenuto nei fumi di scarico ed un dispositivo di evacuazione 30 nei fumi di scarico stessi.

L'apparecchiatura 100 è montata su una parete (WL) di

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

un forno (KL) per la cottura di manufatti ceramici. La parete (WL) è realizzata in un materiale refrattario.

Più precisamente, almeno una parte dell'apparecchiatura 100 è alloggiata all'interno di un foro passante (HL) realizzato sulla suddetta parete (WL).

In realtà nella forma di attuazione mostrata in figura 1 è il dispositivo di evacuazione 30 ad essere fissato direttamente con mezzi noti e non illustrati alla parete (WL).

Tale dispositivo di evacuazione 30 comprende, a sua volta, una cassa fumi 31 alla quale è attaccato un condotto di evacuazione 32 atto a indirizzare i prodotti della combustione verso un camino di scarico (non illustrata).

Come mostrato in figura 1 la cassa fumi 31 è parzialmente imbottita con un materiale isolante (IS).

La cassa fumi 31 presenta un fondo 31A provvisto di un foro passante 33 simmetrico rispetto ad un asse longitudinale (X) (figura 1).

Con riferimento in particolare alle figure 4, 5, si può notare che il tubo recuperatore 20, a sua volta, comprende un corpo principale tubolare 21 da cui aggettano verso l'esterno delle alette radiali diritte 22 disposte vantaggiosamente a raggiera regolare rispetto all'asse (X). Va precisato che le alette radiali 22 sono "diritte" nel senso in cui ciascun asse longitudinale di ciascuna aletta

radiale 22 è sostanzialmente parallelo all'asse longitudinale (X).

Si noti anche come le alette radiali diritte 22 si sviluppino parecchio in altezza rispetto al diametro del corpo principale tubolare 21.

Nel caso specifico le alette 22 sono in numero di dodici, ma il loro numero effettivo dipende essenzialmente di volta in volta dalla quantità di calore che deve essere scambiata tra i fumi in uscita ed l'aria secondaria in ingresso.

Il corpo principale tubolare 21 termina, da una parte, con una svasatura 23, mentre, dalla parte opposta, esso finisce con una rastrematura 24 a "collo di bottiglia" (figura 4).

Si noti incidentalmente che, a parità di bruciatore 10, il tubo recuperatore 20 (con la finalità di realizzare apparecchiature di combustione diverse) può essere scelto in funzione delle sue caratteristiche geometriche per garantire il passaggio, e le modalità di trasmissione, della quantità di calore desiderata per quel determinato trattamento.

L'intero tubo recuperatore 20 può essere realizzato vantaggiosamente, ma non necessariamente, con un materiale ceramico refrattario.

Come mostrato sempre in figura 1, il foro passante 33

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

è chiuso parzialmente da una flangia 40 anch'essa provvista di un relativo foro passante 41.

In uso, la flangia 40 è fissata sulla cassa fumi 31 con delle viti 60 di cui solo una è visibile in figura 1. Inoltre, la flangia 40 trattiene un anello di tenuta sagomato 50 in materiale refrattario speciale. L'anello di tenuta sagomato 50 è alloggiato nel citato foro passante 33 e serve ad impedire la fuoriuscita di fumi nell'ambiente.

Nel bruciatore 10 è compresa una flangia di fissaggio 11 su cui vi è una pluralità di fori passanti 12. In uso, ciascun foro passante 12 è attrezzato con un dispositivo di fissaggio 13 di tipo tradizionale.

Nella configurazione montata, pertanto, la flangia di fissaggio 11 viene bloccata alla flangia 40 mentre stringe nel contempo a pacco la svasatura 23 del tubo recuperatore 20 che si trova tra la flangia 40 e la flangia di fissaggio 11.

Ovviamente tra i vari elementi impaccati tra di loro è prevista l'interposizione di guarnizioni che però non verranno descritte nel dettaglio.

Il bruciatore 10 comprende, inoltre, un condotto di alimentazione di un gas combustibile 14 avente come asse di simmetria longitudinale il citato asse (X). Il gas combustibile fluisce nel condotto di alimentazione 14 secondo una direzione ed un verso definiti da una freccia

(F1).

In particolare il gas combustibile è metano CH₄, oppure GPL; ma la presente apparecchiatura 100 è stata concepita per poter funzionare con tutti i tipi di combustibile sia sotto forma di gas, che sotto forma di liquido nebulizzato.

Il bruciatore 10 comprende, inoltre, una cassa alimentazione comburente 15 provvista, a sua volta, di un raccordo di alimentazione 15A e di una camera di distribuzione comburente 15B che termina con la suddetta flangia di fissaggio 11. La camera di distribuzione comburente 15B è attraversata da una porzione del condotto di alimentazione 14.

In particolare il gas comburente è aria, ma la presente apparecchiatura 100 può funzionare anche con altri tipi di gas comburenti, come, per esempio, ossigeno puro.

Coassialmente al condotto di alimentazione di gas combustibile 14 ed al tubo recuperatore 20 è disposto un condotto 16 di adduzione dell'aria primaria.

Nella forma di attuazione illustrata in figura 1 il condotto 16 comincia in corrispondenza della flangia di fissaggio 11 ed è tenuto in posizione rispetto al condotto 14 e al tubo recuperatore 20 da appositi distanziali non illustrati.

Si viene così a creare un primo passaggio 56,

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

all'interno del quale fluisce l'aria primaria secondo una direzione ed un verso definiti da una freccia (F2). Tale primo passaggio 56 è definito, quindi, dallo spazio anulare confinato, da una parte, dal condotto di alimentazione di gas combustibile 14, e, dall'altra, dal condotto 16.

Incidentalmente va notato che nel primo passaggio 56 è alloggiata anche una coppia di elettrodi (non illustrati) che servono all'accensione della miscela primaria e al controllo della relativa fiamma.

Analogamente, tra il condotto 16 e la superficie cilindrica interna del tubo recuperatore 20 viene ad essere definito un secondo passaggio 57 nel quale fluisce l'aria secondaria secondo una direzione ed un verso rappresentati da una freccia (F3).

Si noti anche che la superficie interna del foro passante (HL), di concerto con la superficie esterna del tubo recuperatore 20, definisce un terzo passaggio 58 di deflusso dei fumi prodotti dalla combustione che scorrono verso il dispositivo di evacuazione 30 secondo una direzione ed un verso rappresentati da una freccia (F4).

Sempre in corrispondenza della flangia di fissaggio 11, e quindi anche dell'inizio del condotto 16, è posizionato un diffusore a vortice (swirler) 65 del tipo mostrato in maggior dettaglio in figura 3.

Il diffusore a vortice 65 comprende un corpo

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

principale cilindrico 65A provvisto, sulla sua superficie esterna, di una pluralità di alette elicoidali 65B avvolte ad elica intorno al corpo principale cilindrico 65A stesso.

Come è illustrato in figura 1 il corpo principale cilindrico 65A è calzato sulla estremità prossimale del condotto 16, mentre le estremità delle alette elicoidali 65B si appoggiano sulle pareti interne della camera di distribuzione comburente 15B.

In un'altra forma di attuazione non illustrata il diffusore a vortice 65 si trova spostato in avanti, cioè nel secondo passaggio 57, sostanzialmente all'altezza della svasatura 23 del tubo recuperatore 20.

In altre parole, vantaggiosamente, ma non necessariamente, il diffusore a vortice 65 è posizionato all'inizio del percorso dell'aria secondaria, in modo che si creino dei vortici nell'aria secondaria per tutta la lunghezza del secondo passaggio 57. Tutto ciò con la finalità di massimizzare lo scambio termico tra fumi e aria secondaria attraverso il tubo recuperatore 20.

Il fatto di aver posto il diffusore a vortice 65 proprio all'inizio del secondo passaggio 57 influenza in modo considerevole il flusso termico nel tubo recuperatore 20, flusso termico che avviene tra i fumi caldi in scarico attraverso il terzo passaggio 58 e l'aria secondaria normalmente immessa a temperatura ambiente nel secondo

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

passaggio 57.

Sull'aumento del rendimento nello scambio termico tra fumi caldi e aria secondaria ha una certa importanza anche la presenza delle suddette alette radiali 22 del tubo recuperatore 20.

In altre parole, la coesistenza delle alette radiali 22 con il diffusore a vortice 65 porta ad avere rendimenti termici davvero eccezionali ed inaspettati e tali da comportare un raffreddamento considerevole dei fumi che vengono rilasciati a temperature inferiori rispetto alle soluzioni note.

Come illustrato in figura 1 il gas combustibile, l'aria primaria e l'aria secondaria vengono convogliati verso una testa di combustione 80 mostrata in maggior dettaglio in figura 2 e che costituisce la parte terminale del bruciatore 10.

La testa di combustione 80 è conformata sostanzialmente a piastrina circolare calzata sulle estremità distali dei condotti 14 e 16.

Come mostrato in maggior dettaglio nelle figure 6, 7 la testa di combustione, a sua volta, comprende un primo disco 82, avente un diametro sostanzialmente uguale a quello del condotto 16, su cui viene sovrapposto un secondo disco 83 di diametro sostanzialmente uguale a quello del condotto 14.

Tra i due dischi 82, 83 vi è un cilindro 84 di raccordo tra i due dischi 82, 83 stessi. I due dischi 82, 83 ed il cilindro 84 formano, vantaggiosamente, un monoblocco.

Sul disco 82 sono previsti due fori passanti 82A attraversati, in uso, dai citati elettrodi (non illustrati). Sulla periferia del disco 82 sono previste alette elicoidali 82B per realizzare una distribuzione a vortice dell'aria primaria.

Disposta su una circonferenza vi è poi una serie di fori passanti 82C sempre per l'aria primaria. Tali fori passanti 82C hanno assi inclinati che convergono su un punto che si trova sul citato asse (X).

Tra i fori passanti 82C e le alette elicoidali 82B vi è poi una serie di orifizi 82D attraverso i quali fluisce dell'aria di raffreddamento del disco 82. Ovviamente, anche tale aria di raffreddamento prenderà poi parte alla combustione ed alla formazione della fiamma.

E' interessante notare incidentalmente che per conseguire dei risultati ottimali le alette elicoidali 82B di diffusione dell'aria primaria devono avere lo stesso senso d'inclinazione delle alette elicoidali 65B (figura 3) comprese nel diffusore a vortice 65 dell'aria secondaria, in modo tale che i due vortici (dell'aria primaria, e, rispettivamente, dell'aria secondaria) abbiano lo stesso

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

senso di rotazione, destrorso (o orario) nel caso in esame. Si è notato sperimentalmente che questo fatto, cioè di avere lo stesso senso di rotazione delle due serie di alette elicoidali 65B, 82B, porta ad avere una combustione migliore con un conseguente considerevole abbattimento degli NOx.

Per quanto riguarda, invece, il gas combustibile, sempre dall'osservazione delle figure 6, 7 possiamo notare che esso fuoriesce radialmente da una serie di fori passanti 84A realizzati sul cilindro 84, ed assialmente da una serie di fori passanti 83A (ad asse parallelo all'asse (X) previsti sul secondo disco 83.

Con meccanismi ben noti il gas combustibile e l'aria primaria in uscita dalle suddette aperture previste sulla piastrina circolare 81 si mescolano a valle della testa di combustione 80 formando una miscela primaria che viene accesa dagli elettrodi (non illustrati).

La combustione primaria avviene quindi in una camera di combustione 90 racchiusa idealmente assialmente dalla testa di combustione 80 e dalla rastrematura 24. Si noti che la camera di combustione 90 è anche delimitata lateralmente dalla superficie interna del tubo recuperatore 20.

Dalla combustione primaria prende forma la costituzione del cosiddetto "dardo" (non illustrato) che

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

rappresenta la parte più calda della fiamma. La periferia del dardo viene poi investita dai vortici di aria secondaria in arrivo attraverso il secondo passaggio 57. In questo modo avviene, come è noto, il completamento della combustione primaria.

I prodotti della combustione (primaria e secondaria) vengono poi espulsi verso la camera del forno (KL) per prodotti ceramici attraverso la rastrematura 24.

Si noti che la presenza o meno della rastrematura 24, e l'entità della diminuzione della sezione trasversale che eventualmente prende luogo nella rastrematura 24 stessa, sono dettate dai parametri progettuali e sono scelte che si fanno in funzione della desiderata velocità di ingresso dei fumi nella camera del forno (KL).

I principali vantaggi dell'apparecchiatura di combustione a recupero di calore sopra descritta si possono riassumere nei seguenti punti:

- miglioramento considerevole dello scambio termico tra i prodotti della combustione e l'aria secondaria;
- raffreddamento rimarchevole dei fumi con conseguenti benefici di carattere ambientale;
- evacuazione veloce dei fumi dalla camera del forno anche in quantità considerevoli;
- drastica diminuzione del pericolo di creazione di sovrappressioni nella camera del forno; e

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

- deflusso quasi per tiraggio naturale dei fumi con un conseguente risparmio dovuto alle ridotte potenze degli aspiratori ed all'assenza di eiettori per l'espulsione dei fumi stessi nel camino.

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura di combustione (10) a recupero di calore, in particolare per forni ceramici (KL); apparecchiatura comprendente:

a) un bruciatore (10), avente un asse longitudinale di simmetria (X), a sua volta comprendente:

- un condotto (14) per l'alimentazione di un gas combustibile ad una testa di combustione (80);

- un primo passaggio (56) per l'alimentazione di un gas comburente primario a detta testa di combustione (80); ed

- un secondo passaggio (57) per l'alimentazione di un gas comburente secondario a detta testa di combustione (80);

b) un tubo recuperatore (20) del calore contenuto nei gas di scarico; tale calore essendo atto a pre-riscaldare il gas comburente secondario; e

c) dei mezzi di evacuazione (30) dei fumi di scarico;

apparecchiatura caratterizzata dal fatto di comprendere mezzi diffusori a vortice (swirler) (65) alloggiati sostanzialmente all'inizio di detto secondo passaggio (57) per l'alimentazione del gas comburente secondario.

2. Apparecchiatura (10), come rivendicato alla rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detti mezzi

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

diffusori a vortice (swirler) (65) sono alloggiati, almeno parzialmente, in una camera di distribuzione comburente (15B) del gas comburente secondario.

3. Apparecchiatura (10), come rivendicato in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto tubo recuperatore (20) comprende un corpo principale tubolare (21) da cui aggettano verso l'esterno delle alette radiali (22), disposte a raggiera, che si estendono in un terzo passaggio (58) di deflusso dei fumi.

4. Apparecchiatura (10), come rivendicato alla rivendicazione 3, caratterizzata dal fatto che dette alette radiali (22) sono diritte, in quanto ciascun asse longitudinale di ciascuna aletta radiale (22) è sostanzialmente parallelo all'asse longitudinale (X).

5. Apparecchiatura (10), come rivendicato in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto bruciatore (10) comprende una testa di combustione (80) che è conformata sostanzialmente a piastrina circolare monoblocco provvista di mezzi (82B, 82C, 82D, 83A, 84A) per la distribuzione sia del gas combustibile che del gas comburente primario.

6. Apparecchiatura (10), come rivendicato alla rivendicazione 5, caratterizzata dal fatto che detta piastrina monoblocco (81) è calzata contemporaneamente sul

condotto di alimentazione del gas combustibile (14) e sul condotto (16) di adduzione del gas comburente primario (16).

7. Bruciatore (10), in particolare per forni ceramici; bruciatore comprendente:

- un condotto (14) per l'alimentazione di un gas combustibile ad una testa di combustione (80);

- un primo passaggio (56) per l'alimentazione di un gas comburente primario a detta testa di combustione (80); ed

- un secondo passaggio (57) per l'alimentazione di un gas comburente secondario a detta testa di combustione (80);

bruciatore caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi diffusori a vortice (swirler) (65) alloggiati sostanzialmente all'inizio di detto secondo passaggio (57) per l'alimentazione del gas comburente secondario.

8. Bruciatore (10), come rivendicato alla rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detta testa di combustione (80) è conformata sostanzialmente a piastrina circolare monoblocco provvista di mezzi (82B, 82C, 82D, 83A, 84A) per la distribuzione sia del gas combustibile che del gas comburente primario.

9. Bruciatore (10), come rivendicato alla rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detta

piastrina monoblocco (81) comprende un primo disco (82) su cui sono ricavate delle alette elicoidali (82B) per realizzare una prima distribuzione a vortice del gas comburente primario, ed una serie di fori passanti (82C) sempre per del gas comburente primario; ciascun foro passante (82C) presentando un asse inclinato rispetto ad un asse longitudinale di simmetria (X) del bruciatore (10) stesso.

10. Bruciatore (10), come rivendicato alla rivendicazione 8 o alla rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detta piastrina monoblocco (81) comprende un secondo disco (83) presentante una serie di fori passanti (83A) per la distribuzione del gas combustibile.

11. Bruciatore (10), come rivendicato alle rivendicazioni 9 e 10, caratterizzato dal fatto che detto primo disco (82) è raccordato a detto secondo disco (83) per mezzo di una superficie solida (84) provvista di una serie di fori passanti (84A) per la distribuzione del gas combustibile.

12. Tubo recuperatore (20) per un bruciatore (10) di tipo recuperativo; tubo recuperatore **caratterizzato dal fatto** di comprendere un corpo principale tubolare (21) da cui aggetta verso l'esterno una pluralità di alette radiali (22) disposte a raggiera.

13. Tubo recuperatore (20), come rivendicato alla

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che dette alette radiali (22) sono diritte, in quanto ciascun asse longitudinale di ciascuna aletta radiale (22) è sostanzialmente parallelo ad un asse longitudinale di simmetria (X) del tubo recuperatore (20) stesso.

p.i.: SACMI FORNI S.P.A.

Raffaele BORRELLI

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

TITLE: "HEAT-RECOVERY COMBUSTION APPARATUS IN PARTICULAR
FOR CERAMIC KILNS"

CLAIMS

1. A heat-recovery combustion apparatus (10) in particular for ceramic kilns (KL); said apparatus comprising:

a) a burner (10) having a longitudinal symmetry axis (X), which comprises:

- a duct (14) for feeding a fuel gas to a combustion head (80);

- a first passage (56) for feeding a primary oxidant gas to said combustion head (80); and

- a second passage (57) for feeding a secondary oxidant gas to said combustion head (80);

b) a heat recovering pipe (20) for recovering the heat contained in the exhaust gases; said heat being suited to pre-heat the secondary oxidant gas; and

c) scavenging means (30) for the exhaust fumes;

the apparatus is characterised in that it comprises swirling means (65), which are substantially housed at the beginning of said second passage (57) for feeding the secondary oxidant gas.

2. An apparatus (10), according to Claim 1, characterised in that said swirling means (65) are at least partially housed in an oxidant distribution chamber (15B)

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

of the secondary oxidant gas.

3. An apparatus (10), according to any of the preceding Claims, characterised in that said recovering pipe (20) comprises a main tubular body (21), from which radial projections (22) protrude outwards, which are arranged in a radial pattern and extend in a third passage (58) for the outflow of the fumes.

4. An apparatus (10), according to Claim 3, characterised in that said radial projections (22) are straight, since each longitudinal axis of each radial projection (22) is substantially parallel to the longitudinal axis (X).

5. An apparatus (10), according to any of the preceding Claims, characterised in that said burner (10) comprises a combustion head (80), which is substantially shaped as a circular en bloc plaque provided with means (82B, 82C, 82D, 83A, 84A) for the distribution both of the fuel gas and of the primary oxidant gas.

6. An apparatus (10), according to Claim 5, characterised in that said en bloc plaque (81) is simultaneously fitted on the fuel gas feeding duct (14) and on the primary oxidant gas feeding duct (16).

7. A burner (10) in particular for ceramic kilns; said burner comprising:

- a duct (14) for feeding a fuel gas to a combustion

head (80);

- a first passage (56) for feeding a primary oxidant gas to said combustion head (80); and

- a second passage (57) for feeding a secondary oxidant gas to said combustion head (80);

the burner is characterised in that it comprises swirling means (65), which are substantially housed at the beginning of said second passage (57) for feeding the secondary oxidant gas.

8. A burner (10), according to Claim 7, characterised in that said combustion head (80), which is substantially shaped as a circular en bloc plaque provided with means (82B, 82C, 82D, 83A, 84A) for the distribution both of the fuel gas and of the primary oxidant gas.

9. A burner (10), according to Claim 8, characterised in that said en bloc plaque (81) comprises a first disc (82), on which helicoidal projections (82B) are obtained, so as to perform a first swirl distribution of the primary oxidant gas, and a series of through holes (82C) for the primary oxidant gas as well; each through hole (82C) presenting an axis that is inclined with respect to a longitudinal symmetry axis (X) of the burner (10) itself.

10. A burner (10), according to Claim 8 or to Claim 9, characterised in that said en bloc plaque (81) comprises a second disc (83) presenting a series of through holes (83A)

for the distribution of the fuel gas.

11. A burner (10), according to Claims 9 and 10, characterised in that said first disc (82) is connected to said second disc (83) by means of a solid surface (84), which is provided with a series of through holes (84A) for the distribution of the fuel gas.

12. A recovering pipe (20) for a burner (10) of the recuperative type; the recovering pipe being **characterised in that** it comprises a main tubular body (21), from which a plurality of radial projections (22) arranged in a radial pattern protrude outwards.

13. A recovering pipe (20), according to Claim 12, characterised in that said radial projections (22) are straight, since each longitudinal axis of each radial projection (22) is substantially parallel to a longitudinal symmetry axis (X) of the recovering pipe (10) itself.

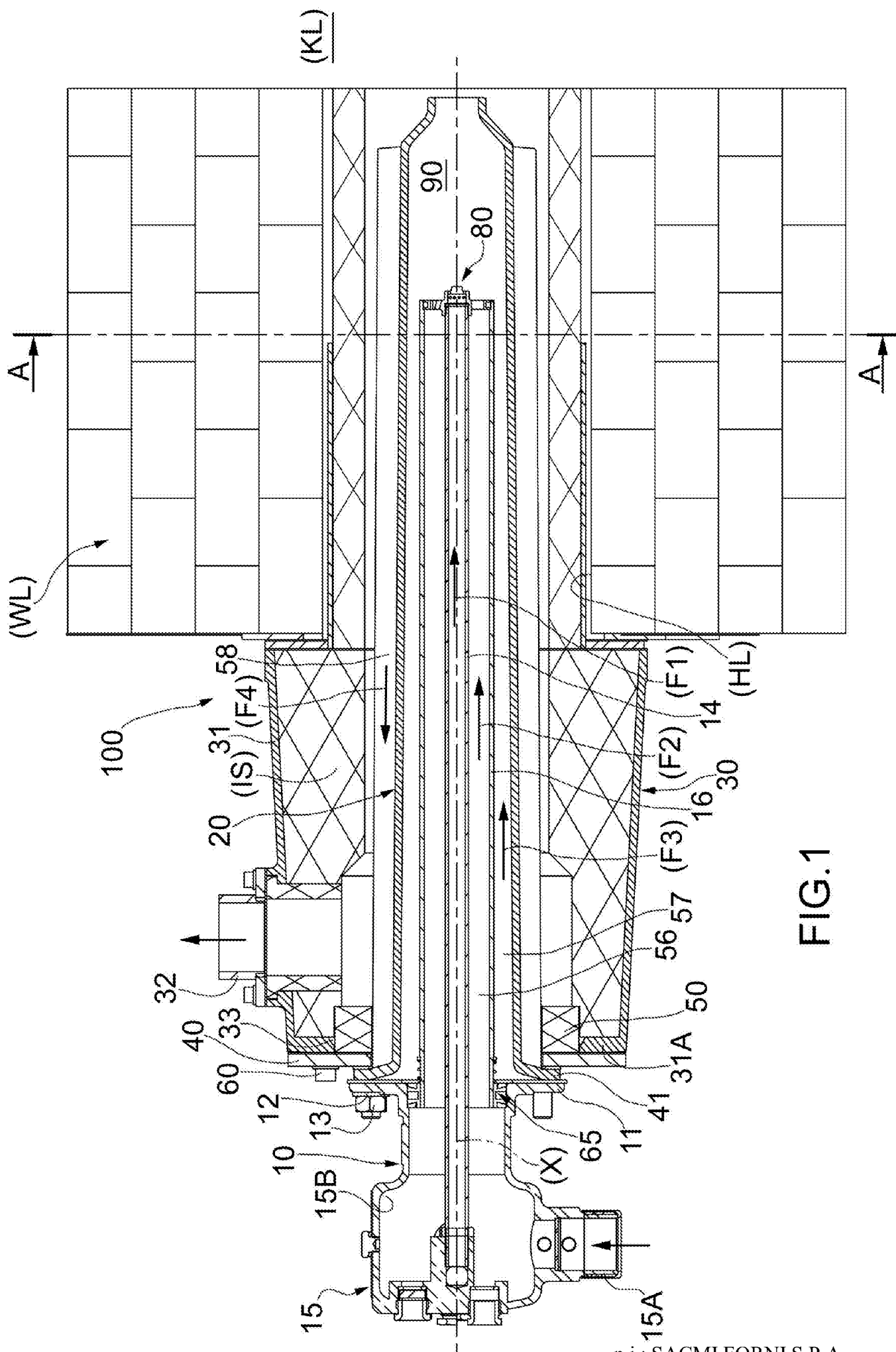


FIG.1

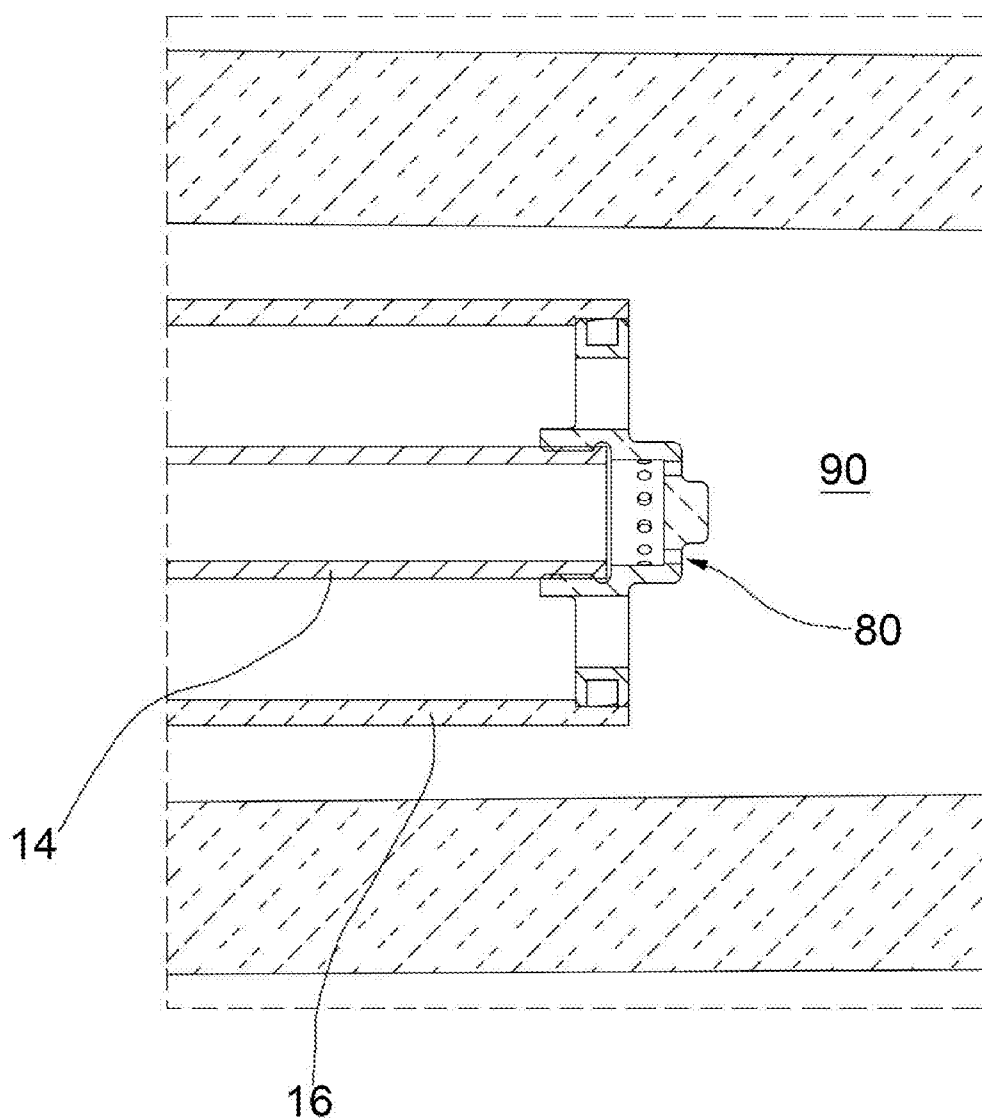


FIG.2

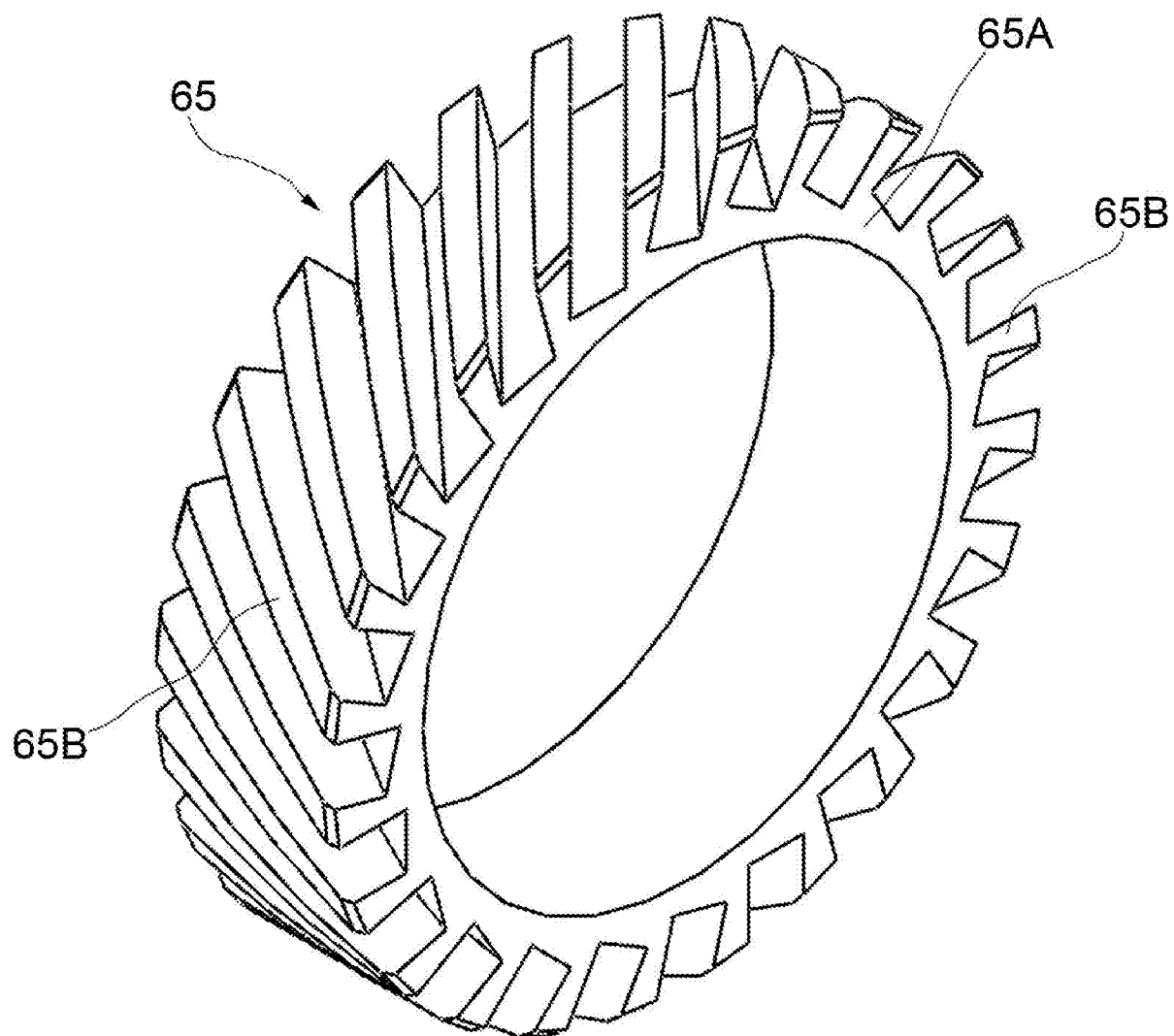


FIG.3

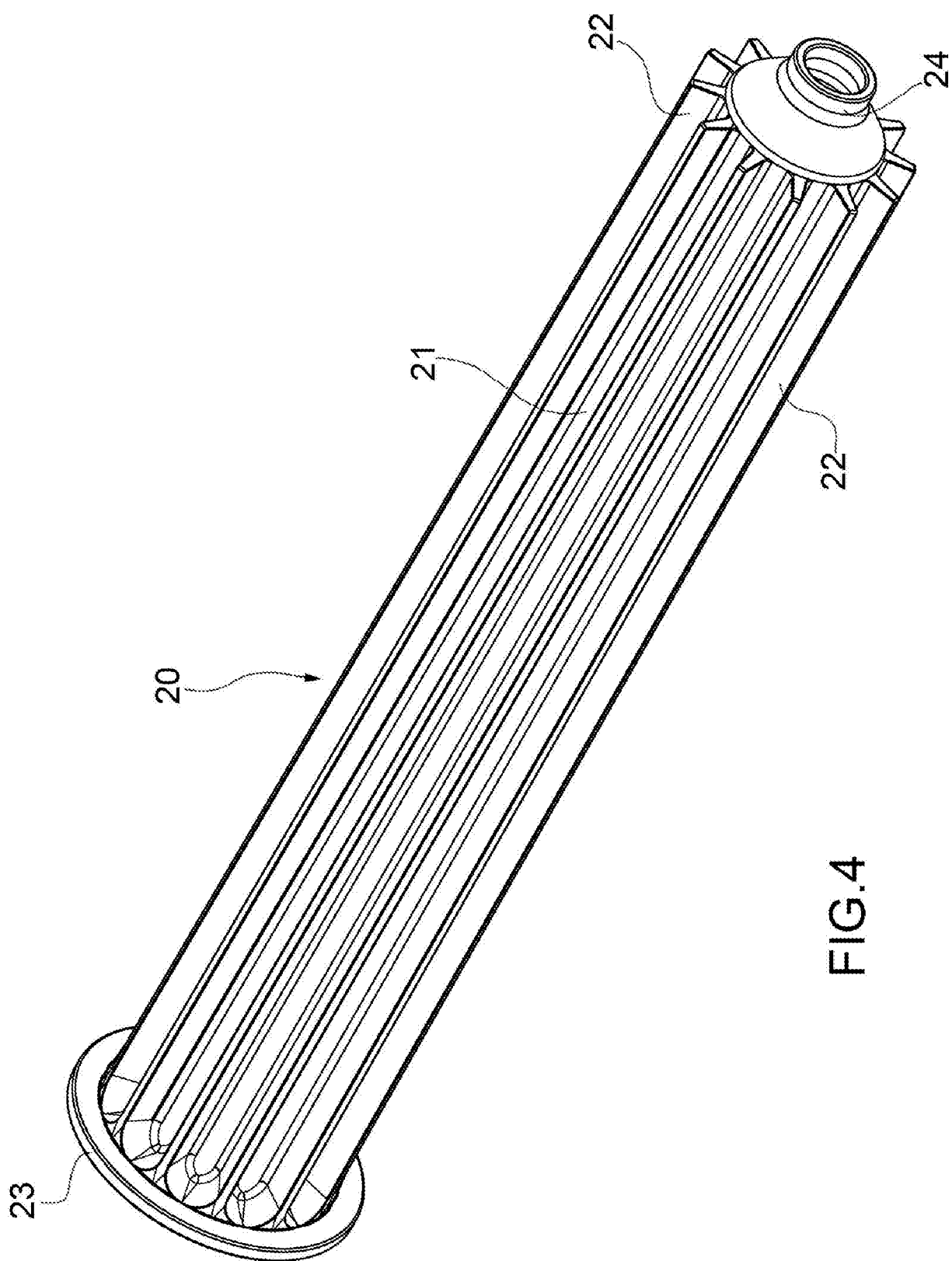
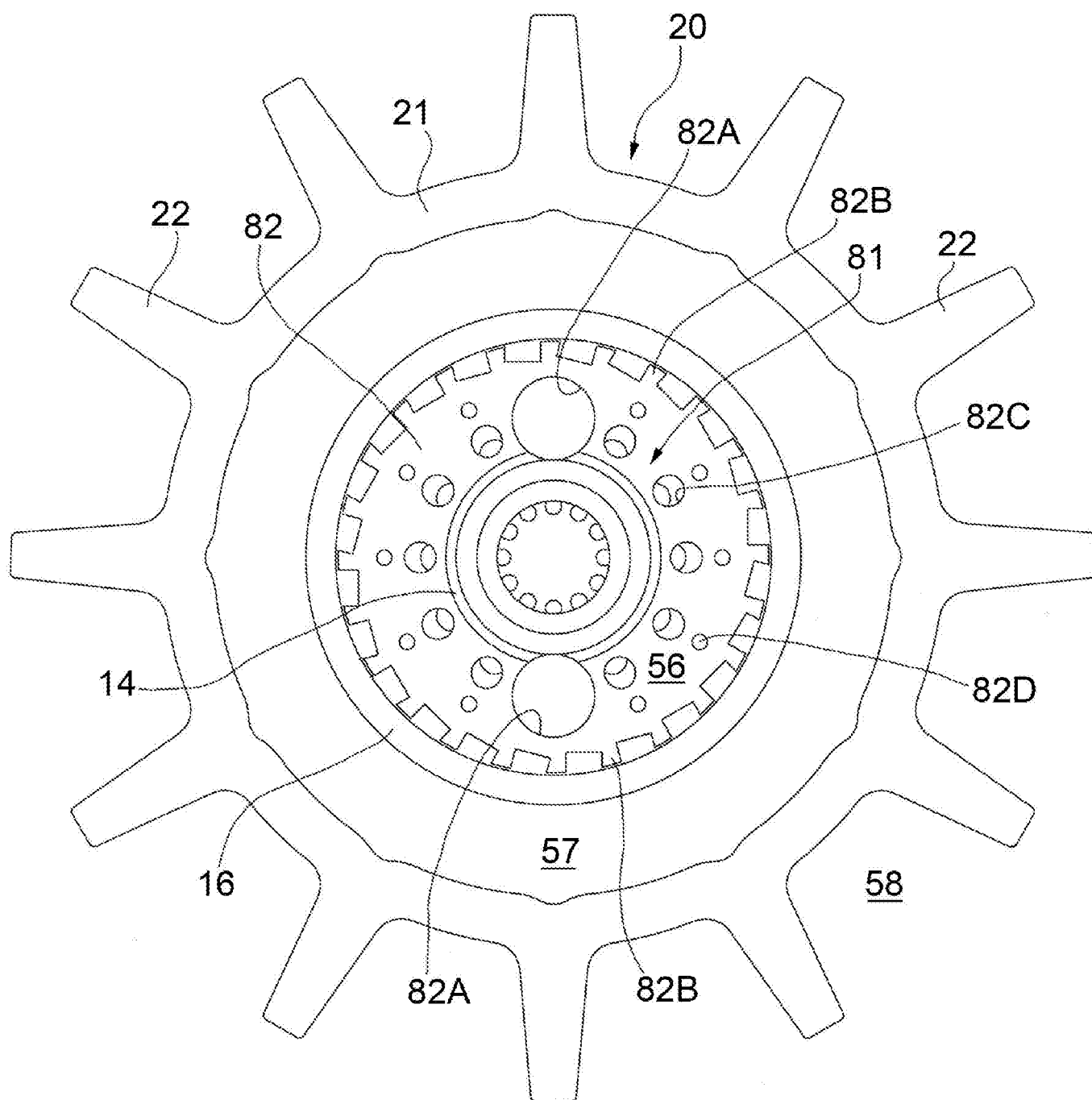


FIG.4



SEZ. A-A

FIG. 5

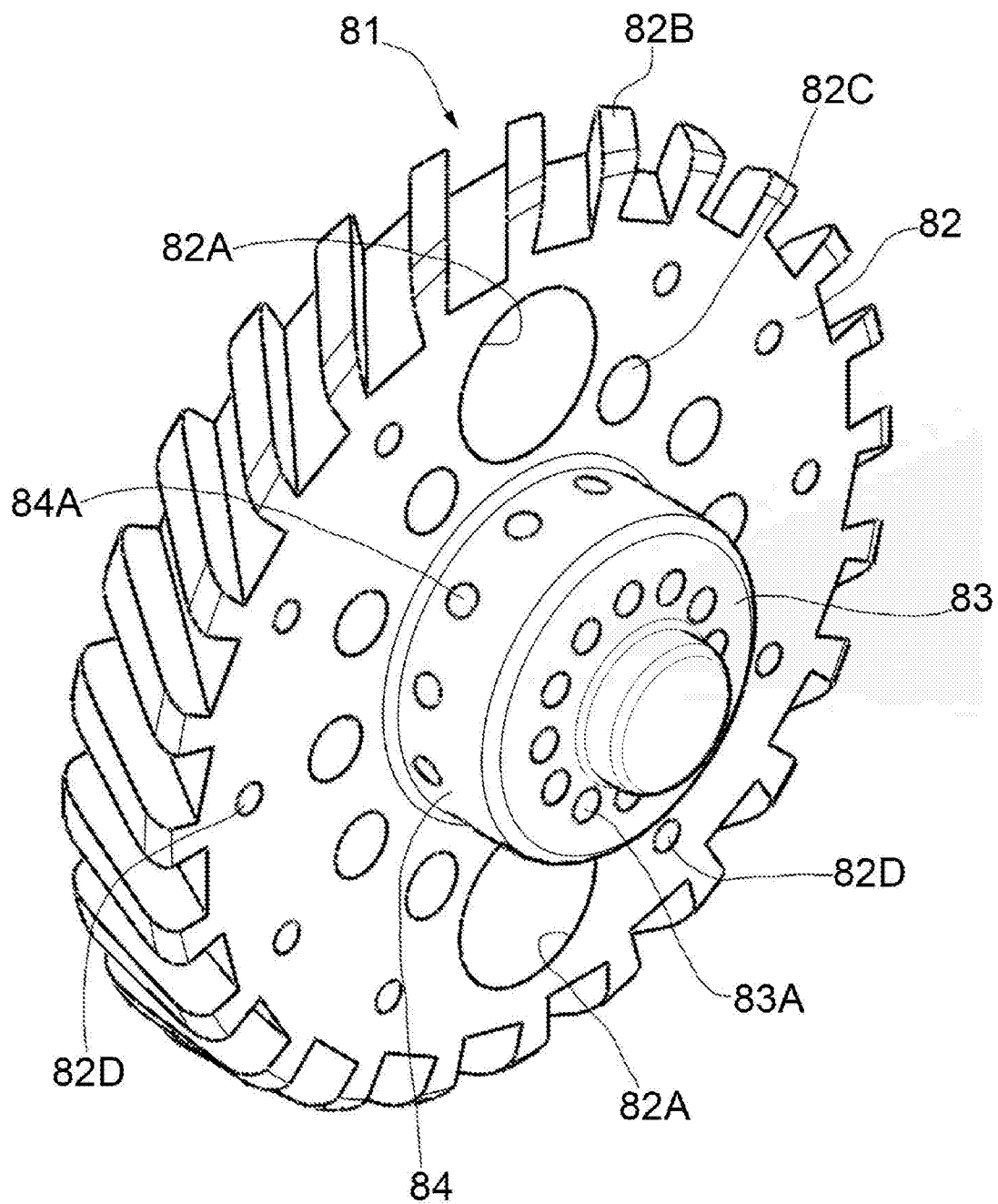


FIG.6

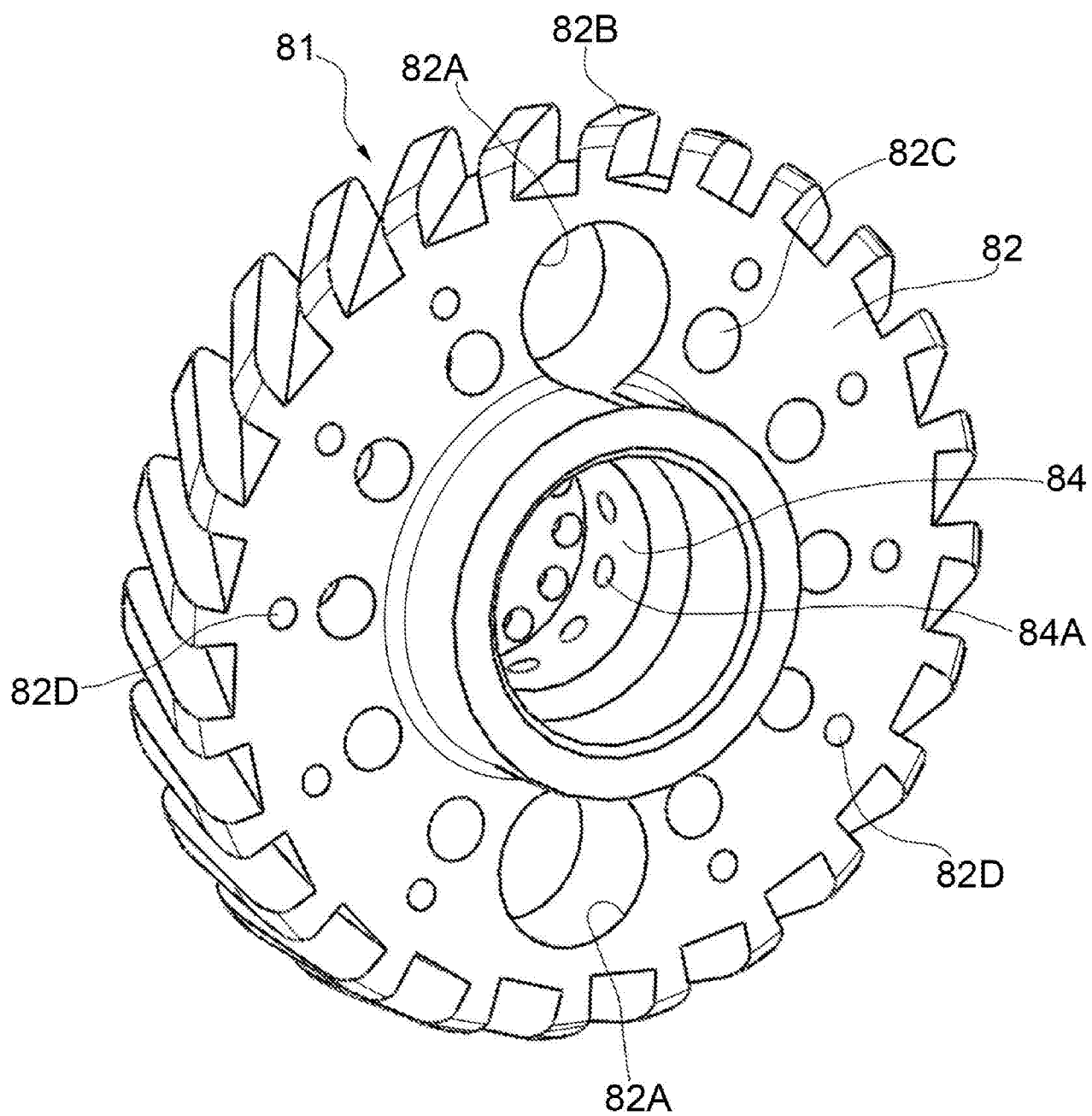


FIG.7