(19) DANMARK

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(12) PATENTSKRIFT (11) 171450 B1

(21) Patentansøgning nr.: 1033/89 (51) Int.Cl.6 F 23 D 1/00

(22) Indleveringsdag: 03 mar 1989

(41) Alm. tilgængelig: 05 sep 1989

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 04 nov 1996

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 04 mar 1988 GB 8805208 13 dec 1988 GB 8829061

(73) Patenthaver: *Northern Engineering Industries PLC; NEI House, Regent Centre; Newcastle upon Tyne, NE3 3SB, GB

(72) Opfinder: Jeffrey William *Allen; GB, Peter Richardson *Beal; GB, Dennis Roy *Whinfrey; GB

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Brænder

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

1033-89

En blanding af pulverformigt brændstof og luft brændes under forhold, der giver forholdsvis lave NO_x-udsendelser ved at anvende en brænder, som har koaksiale passager (30, 32, 34) for henholdsvis en primær luft-brændstofblanding, en sekundær og en tertiær luftstrøm. I passagen (30) for den primære luft-brændstofblanding er der ledeelementer (48) i indbyrdes adskilte vinkelpositioner. Elementerne (48) er anbragt så de afbøjer strømmen i passagen (30) og derved frembringer områder med høj brændstofkoncentration. Nedstrøms for ledeelementerne og stødende op til passagens (30) udløb er der tilvejebragt strømningsforstyrrende elementer (50) i indbyrdes adskilte vinkelpositioner for at modificere strømningsmønstret for luft-brændstofblandingen ved passagens udløb. Elementerne (50) medvirker til stabilisering af flammefronten ved brænderudløbet og understøtter virkningen af ledeelementerne (48) ved at fremme forbrændingstilstande, som fører til lave NO_x udsendelser.

DK 171450 B1

fortsættes

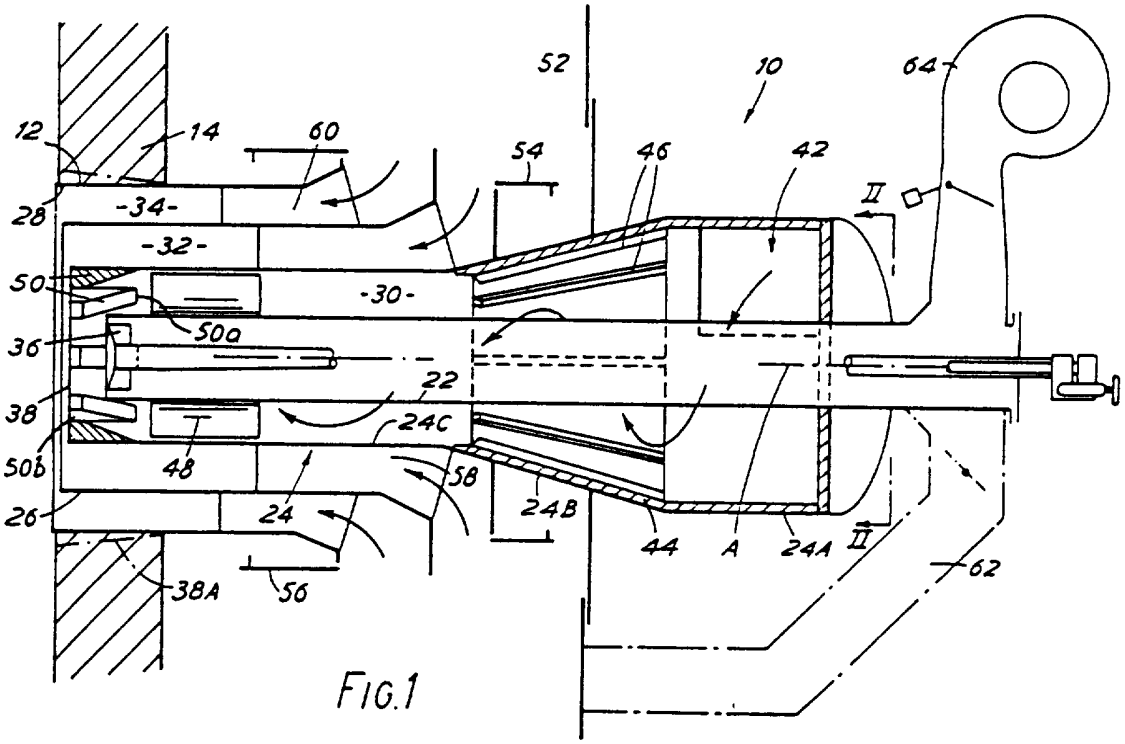
52
10
64
12
14
60
54
46
42
II
28
-34-
-32-
50
-30-
50a
36
22
38
24C
50b
48
58
24B
26
24
44
A
24A
II
62
38A
56

FIG.1

Opfindelsen vedrører brændere, især brændere, hvis forbrændingsprodukter har et forholdsvis lavt indhold af nitrogenoxid (NO_x).

Nitrogenoxider (NO_x), der fx udsendes fra kedler og fyringsanlæg har tiltrukket sig betydelig opmærksomhed som følge af den skadelige virkning, de har på omgivelserne. Brændere for pulverformet brændstof, som fx kul eller lignende kulholdigt brændstof, og som anvendes i kraftværker, er en hovedkilde til NO_x. I sådanne brændere frembringes NO_x udsendelser både fra atmosfærisk nitrogen (i afhængighed af flammetemperaturen) og fra nitrogen, der er bundet i brændstoffet (i afhængighed af mængden af oxygen, der er tilgængelig under forbrændingen).

I GB patentskrift nr. 2 094 969 beskrives et eksempel på en brænder for pulverformigt brændstof, som er bestemt til at reducere NO_x udsendelser, i hvilket patentskrift det foreslås at tilføre en hvirvlende strøm af luft og brændstof i en strøm af tilskudsluft med henblik på at forbrænde brændstoffet i trin i under-støkiometrisk tilstand. På samme måde skabes i EP-patentskrift nr. 160 146 en turbulens i blandingen af primærluft og brændstof ved at give udløbet for tilgangsrøret for blandingen en flange med et L-formet tværsnit, der virker som en skarpkantet dyse, før brændstoffet forbrændes med sekundære og tertiære luftstrømme. Generelt kan den kendte teknik til at reducere dannelsen af NO_x i brændere for pulverformigt brændstof eksemplificeres som følger:

- Ved at styre tilgangen af luft ved den i forhold til brændstof/luftstrømmen opstrømsbeliggende ende af flammen for at undgå høje flamtemperaturer og derved minimere dannelsen af NO_x fra atmosfærisk nitrogen,
- ved at danne et brændstofrigt område ved flammens opstrømsende for at frigive nitrogen og

andre let flygtelige bestanddele fra brændstoffet i nærværelse af sub-støkiometriske mængder af oxygen, hvorved dannelsen af NO_x og af højtemperaturområder gennem forbrændingen af letflygtelige bestanddele formindskes, og

- ved at vedligeholde det brændstofrige område således, at alt NO_x dannet i den tidlige del af forbrændingsprocessen kan reagerer med brændstoffet i et reducerende miljø for at blive ført tilbage til nitrogen og carbonmonoxid.

En måde, hvorpå disse forhold kan etableres er, at danne et flammetæppe umiddelbart omkring kanten af brændstof/luftstrålen, der strømmer ud af brænderen. Formålet med dette primære forbrændingstrin, er at skabe en flamme i en sub-støkiometrisk tilstand, som vil tilvejebringe opvarmning af brændstoffet så brændstofnitrogen og andre letflygtelige bestanddele frigives. Hvis der så kan tilføres sekundær og tertiær luft på jævn måde til strømmen af brændstof/primær luft og letflygtelige bestanddele uden unødvendig turbulens (hvilket ville forårsage høje temperaturer), skulle det være muligt at opnå fuldstændig blanding og forbrænding indenfor et volumen svarende til det, der optages af en konventionel højturbulent flamme.

De største vanskeligheder ved at opnå disse formål er at sikre, at der kan opretholdes en stabil flamme ved udløbet for brændstof/primær luft fra brænderen og derefter sikrer en jævn blanding af brændstof og luft, der på den ene side undgår en overdreven turbulens og dermed høje temperaturer og NO_x,og på den anden side ikke forsinkes så længe, at den resulterer i ufuldstændig forbrænding af brændstoffet.

Ifølge opfindelsen tilvejebringes en brænder for forbrænding af pulverformigt brændstof i en luftstrøm, hvilken brænder omfatter organer til at frembringe en strøm af luft-brændstofblandingen gennem en passage,

flere ledeelementer, der er beliggende i passagen i indbyrdes adskilte vinkelpositioner om passagens midterakse, hvilke ledeelementer strækker sig langs passagen i en skrå vinkel med den på elementerne indfaldende strømning, hvilken brænder er ejendommelig ved, at ladeelementerne er indrettet til at skabe brændstofrige områder i strømmen, og at der indbyrdes adskilt fra, og nedstrøms for ledeelementerne, i eller stødende op til passagens udløbsende er flere strømningsforstyrrende elementer beliggende i indbyrdes adskilte vinkelpositioner om midteraksen, hvilke strømningsforstyrrende elementer er indrettet til at modificere strømningsmønstret for luftbrændstofblandingen ved passagens udløb for at fremme et spektrum af styrker af luft-brændstofblandinger nedstrøms for ledeelementerne.

Det er konstateret, at det er fordelagtigt at placere i det mindste ét af de strømningsforstyrrende elementer så det i det væsentlige falder sammen med strømningsvejen fra et ledeelement, og det er muligt at have et tilhørende element placeret således i forhold til hver af ledeelementerne. Der kan være placeret yderligere strømningsforstyrrende elementer i mellempositioner mellem strømvejene fra hosliggende par af ledeelementer.

I én bestemt udførelsesform er der fire ledeelementer anbragt med en deling på 90° om passagens akse, og der er nedstrøms for disse placeret ti strømforstyrrende elementer med en deling på 36° om midteraksen, hvor et over for hinanden beliggende par af elementer i det væsentlige falder sammen med strømningsvejen fra et diametralt over for hinanden beliggende par af ledeelementer. I ansøgerens tidligere patentansøgning har den fortrinsvis ringformede passage for luft-brændstofblandingen organer ved sit indløb til at tildele strømmen et hvirvelforløb, i hvilket tilfælde ledeelementerne kan strække sig parallelt med passagens midterakse. Op-

strøms for disse elementer kan der være organer på passagens ydervægge for at modvirke brændstofpartiklernes tendens til at koncentrere sig mod denne ydervæg og danne koncentrerede strømme eller tove af brændstof, hvilke midler derved forbedrer blandingen af brændstof og luft, der nærmer sig ledeelementerne.

Denne passage er fortrinsvis ved udløbsområdet omgivet af et par koaksiale hjælpepassager til at tilføre tilskudsluft til forbrændingsprocessen. Hver af disse hjælpepassager kan indeholde strømningsledende elementer, der er således placerede, at strømmen fra hver af passagerne ved deres hosliggende udløb strømmer ud i et hvirvlende forløb i forhold til strømmen fra den eller de hosliggende passager. Hvis fx strømmen fra luft-brændstofpassagen strømmer ud parallelt med midteraksen, er strømmen i den tilstødende hjælpepassage indrettet til at strømme ud i et hvirvlende forløb, fortrinsvis med en skruevinkel på i det mindste 45° med aksen, medens luften fra den ydre hjælpepassage også kan strømme ud parallelt med aksen.

I en foretrukken udførelsesform har de strømningsforstyrrende elementer en profil, der tiltager i tykkelse fra en forholdsvis tynd forkant og de kan afsluttes med en fyldig bagkant.

Opfindelsen vil nu blive beskrevet ved hjælp af nogle eksempler på udførelsesformer, og med henvisning til tegningen, på hvilken

fig. 1 er et noget skematisk længdesnit gennem en brænder ifølge opfindelsen,

fig. 2 et snit langs linien II-II i fig. 1,

fig. 3 et billede set mod brænderens udløbsende og illustrerende forholdet mellem placeringen af ledeelementerne og de strømningsforstyrrende elementer, og

fig. 4-7 er billeder svarende til fig. 3 og visende alternative konfigurationer af ledeelementerne og de strømningsforstyrrende elementer.

En på fig. 1-3 vist brænder 10 for pulveriseret brændstof er placeret i en åbning 12 i en væg 14 i et fyrrum, der ikke er yderligere illustreret. Det forstås, at brænderen indfyrer et brændstof i et forbrændingskammer, der afhængigt af anvendelsen kan være foret med varmevekslingsrør på kendt måde. Det forstås også, at brænderen 10 kan være en af flere, der er monteret i fyrrummets væg med henblik på at opnå et ønsket forbrændingsmønster.

Brænderen 10 strækker sig langs en midterakse A og omfatter koaksiale rør 22, 24, 26, 28, som begrænser en ringformet hovedpassage 30 for en blanding af pulverformigt brændstof og luft, og indre og ydre hjælpepassager 32, 34 for yderligere forbrændingsluft. Det indre af selve røret 22 danner en passage for en oliebrænder 36, der virker som et tændsystem på pulverformigt brændstof eller til tilførsel af varme til fyrrummet. Det yderste rør 28 er vist at være parallelt med de andre rør ved brænderens udløbsende 38, men det kan være trompetformet som antydet med stiplede linier ved 38A.

Røret 24 har en indløbssektion 24A med en forholdsvis stor diameter, og denne sektion er forbundet via en konisk mellemsektion 24B med et udløbsparti 24C, der har en mindre diameter, og som afsluttes ved udløbsenden 38. En i fig. 2 vist kanal 40 støder tangentialt til indløbssektionen 24A ud for en indløbsåbning 42 i røret. Kanalen indfører en hvirvlende strøm af primær forbrændingsluft, i hvilken pulverformigt brændstof er suspenderet, hvilken luft passerer gennem passagen 30 i en spiralformet strøm, som indikeret ved hjælp af pilene i fig. 1. En slidmodstandsdygtig foring 44 er anbragt i indløbs og mellemsektionerne 24A, 24B nedstrøms for indløbsåbningen 42, hvilken foring har ribber 46, som er ud i et med foringen, og som strækker sig aksialt i passagen 30

for at fremme genindblanding af brændstofpartikler, der har tendens til at blive tvunget radialt udad i den hvirvlende strøm.

En gruppe på fire ledeelementer 48, der virker som brændstofstrømfordelere er monteret med lige store vinkelafstande om den ringformede passages midterakse A i passagens udløbssektion 24C. Ledeelementerne er bladlignende elementer, der forløber parallelt med passagens midterakse og således ligger i en skrå vinkel i forhold til den i spiral forløbende luft-brændstofstrøm. I dette første eksempel har ledeelementerne et krumt tværsnit, hvor de konkave sider danner prelsider for partikler, der hvirvler ind mod dem. Ved at afbryde de faste brændstofpartiklers hvirvlende bevægelse frembringer elementerne koncentrationer af partikler på deres konkave sider. Disse partikler vedbliver imidlertid at være båret af luftstrømmen med det resultat, at der dannes en række områder med et højt brændstof-luftforhold i strømmen nedstrøms for elementerne 48. Der er placeret strømningsforstyrrende elementer 50 af et slidmodstandsdygtigt materiale ved passagens udløbsende i afstand fra elementerne 48. De har form af kiler med stigende radial dybde for deres forkanter 50A i strømmens retning og med fyldige nedstrømsflader 50B. Elementernes forkanter ligger mod passagen 30's ydervæg, og deres nedstrømsflader strækker sig over en del af passagens radiale dybde. Elementerne 50 har den virkning, at de stabiliserer flammen mod brænderens afgangsende. Som indikeret i fig. 3, er der ti med indbyrdes lige store mellemrum beliggende strømningsforstyrrende elementer, der er således placeret, at to diametralt over for hinanden beliggende elementer ligger direkte i slipstrømmen fra to af ledeelementerne 48 i strømretningen forbi ledeelementerne.

De ydre ringformede passager 32, 34 tilføres sekundær og tertiær forbrændingsluft fra vindkassen

52, hvor strømmen fra denne ind i passagerne 32, 34 styres ved hjælp af forskydelige ringformede spjæld 54, 56. De tilhørende sæt af strømningsledende elementer 58, 60 er placeret i passagerne 32, 34. Elementerne 58 i passagen 32 tildeler luftstrømmen på dette sted et spiralformet strømningsmønster; i denne udførelsesform er den med midteraksen 12 dannede spiralvinkel på mindst 45°. De strømningsledende elementer 60 tildeler luftstrømmen i passagen 34 et aksialt strømningsmønster.

Der kan tilføres forbrændingsluft til oliebrænderen 36 gennem en kanal 62, der er forbundet med vindkassen 52. Alternativt kan der benyttes en ventilator 64. Det forstås, at der kan anvendes andre tændingssystemer.

Konfigurationen af ledeelementerne og af de strømningsforstyrrende elementer 50 kan modificeres på mange måder og nogle eksempler er vist i fig. 4-7 hvor, som i fig. 3 pilen S indikerer hvirvelretningen for strømmen i passagen 30. I alle disse eksempler forudsættes ledeelementerne at strække sig parallelt med midteraksen 12 selvom dette afhænger af eksistensen og omfanget af hvirvelforløbet i strømmen af luft og brændstof mod elementerne.

Fig. 4 viser et arrangement med samme konfiguration af ledeelementer 48 som i det første eksempel, men nu med otte strømningsforstyrrende elementer 50 placeret parvis. I hvert par af elementer 50 er det ene element placeret direkte bag et tilhørende ledeelement i slipstrømmen fra elementet, medens det andet er placeret asymmetrisk adskilt fra sine naboer set i retningen af hvirvlen S. Dette andet element i parret er placeret på omkredsen og ligger noget nærmere ved det ledeelement, hvis prelflade vender mod nævnte andet element end ved det ledeelement, hvis prelflade vender bort fra nævnte andet element.

I fig. 5 er det i fig. 4 viste arrangement af strømningsforstyrrende elementer bibeholdt, men ledeelementerne 48A er nu plane plader i radiale aksialplaner i forhold til midteraksen 12. De plane pladeformede ledeelementer 48B, 48C er også vist i henholdsvis fig. 6 og 7, hvor arrangementet af de strømningsforstyrrende elementer er uændret. I fig. 6 skråner ledeelementerne 48B i hvirvelretningen fra deres radiale inderkanter til yderkanterne. I fig. 7 skråner elementerne 48C bort fra hvirvelretningen fra deres radiale inderkanter til yderkanterne. Det forstås, at mange andre modifikationer falder inden for opfindelsens område med hensyn til ikke blot formen af ledeelementerne og de strømningsforstyrrende elementer men også deres antal og indbyrdes placeringer.

Selvom de mekanismer, ved hvilke opfindelsen er i stand til at opnå en reduktion af NO_x udsendelser endnu ikke er fuldstændig kortlagt antages det, at det lave niveau for NO_x-dannelsen afhænger af tilvejebringelsen af ledeelementer med henblik på at skabe brændstofrige områder, der i første omgang ændrer NO_x dannelse. Sådanne brændstofrige områder kan imidlertid fører til ustabilitet af flammefronten. De nedstrøms placerede strømningsforstyrrende elementer synes at understøtte virkningen af disse ledeelementer og forekommer at samvirke med strømningen, så der fremmes et spektrum af brændstof-luft-blandinger af forskellige styrker i slipstrømmen fra elementerne. Det er muligt at der derfor er zoner med nedsat brændstofindhold umiddelbart nedstrøms for brænderrørets udløb, hvor brænstoffet lettere antændes som følge af det forholdsvise overskud af oxygen, hvorved flammefronten stabiliseres ved brænderudløbet.

En yderligere fordel ved de strømningsafbøjende elementer er, at de forekommer at fremme recirkulation og blanding, hvorved de medvirker til en fuldstændig

forbrænding af brændstoffet uden at de påvirker den forøgede stabilitet af flammefronten. Et karakteristisk træk ved de indbyrdes adskilte kileformede strømningsafbøjende elementer anvendt i eksemplerne på udførelsesformer er, at de synes i brug at modstå opbygningen af forbrændingsbelægninger og at de således har en øget effektivitet.

P A T E N T K R A V

1. Brænder til forbrænding af pulverformigt brændstof i en luftstrøm, hvilken brænder omfatter organer til at frembringe en strøm af luft-brændstofblandingen gennem en passage (30) for primær forbrænding ved et udløb (38) fra passagen, og organer (32, 34) til at tilføre tilskudsluft til forbrænding af produkterne fra den primære forbrænding, flere ledeelementer (48), der er beliggende i passagen i indbyrdes adskilte vinkelpositioner om passagens midterakse, hvilke ledeelementer strækker sig langs passagen i en skrå vinkel med den på elementerne indfaldende strømning, k e n d e t e g n e t ved, at ledeelementerne (48) er indrettet til at skabe brændstofrige områder i strømmen, og at der indbyrdes adskilt fra og nedstrøms for ledeelementerne (48), i eller stødende op til passagens (30) udløbsende er flere strømningsforstyrrende elementer (50) beliggende i indbyrdes adskilte vinkelpositioner om midteraksen, hvilke strømningsforstyrrende elementer er indrettet til at modificere strømningsmønstret for luft-brændstofblandingen ved passagens udløb for at fremme et spektrum af styrker af luft-brændstofblandinger nedstrøms for ledeelementerne.

2. Brænder ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at i det mindste ét af de strømningsforstyrrende elementer (50) i det væsentlige falder sammen med strømningsvejen fra et ledeelement (48).

3. Brænder ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at der for hvert ledeelement (48) er et tilhørende, ved periferien beliggende, strømningsforstyrrende element (50), der i det væsentlige falder sammen med strømningsvejen fra det respektive ledeelement (48).

4. Brænder ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at der er strømningsforstyrrende elementer (50) beliggende ved periferien i mellempositioner mellem strømningsvejene fra hosliggende par af ledeelementer (48).

5. Brænder ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at den har fire ledeelementer (48), der er indbyrdes adskilt med lige store vinkler om midteraksen, og ti strømningsforstyrrende elementer (50), der er indbyrdes adskilt med lige store vinkler om midteraksen nedstrøms for ledeelementerne, og at et diametralt over for hinanden beliggende par af strømningsforstyrrende elementer er beliggende i det væsentlige sammenfaldende med strømningsvejene fra et diametralt over for hinanden beliggende par af ledeelementer.

6. Brænder ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at de strømningsforstyrrende elementer (50) har en tværsnitsprofil, der tiltager i tykkelse fra en forholdsvis tynd forkant (50a), mod hvilken strømmen rammer.

7. Brænder ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at de strømningsforstyrrende elementer (50) afsluttes med en fyldig bagkant (50b).

8. Brænder ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at de strømningsforstyrrende elementer (50) rager indad fra passagens (30) ydre periferivæg.

9. Brænder ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at der opstrøms for ledeelementerne (48) er organer (40) til at tildele strømningen i passagen en roterende hvirvlen om passagens midterakse.

10. Brænder ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at der opstrøms for ledeelementerne og på passagens ydre periferivæg er organer (46) til at fremme blanding af brændstofpartikler i strømningen stødende op til væggen.

11. Brænder ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at passagen (30) ved sit udløbsområde er omgivet af et par koaksiale hjælpepassager (32, 34) for tilførsel af tilskudsluft til forbrændingsprocessen.

12. Brænder ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t ved, at strømmen fra hver af passagerne (30, 32, 34) ved disses hosliggende udløb, løber ud i en retning, som har en roterende bevægelse i forhold til strømmen fra den eller de tilstødende passager.

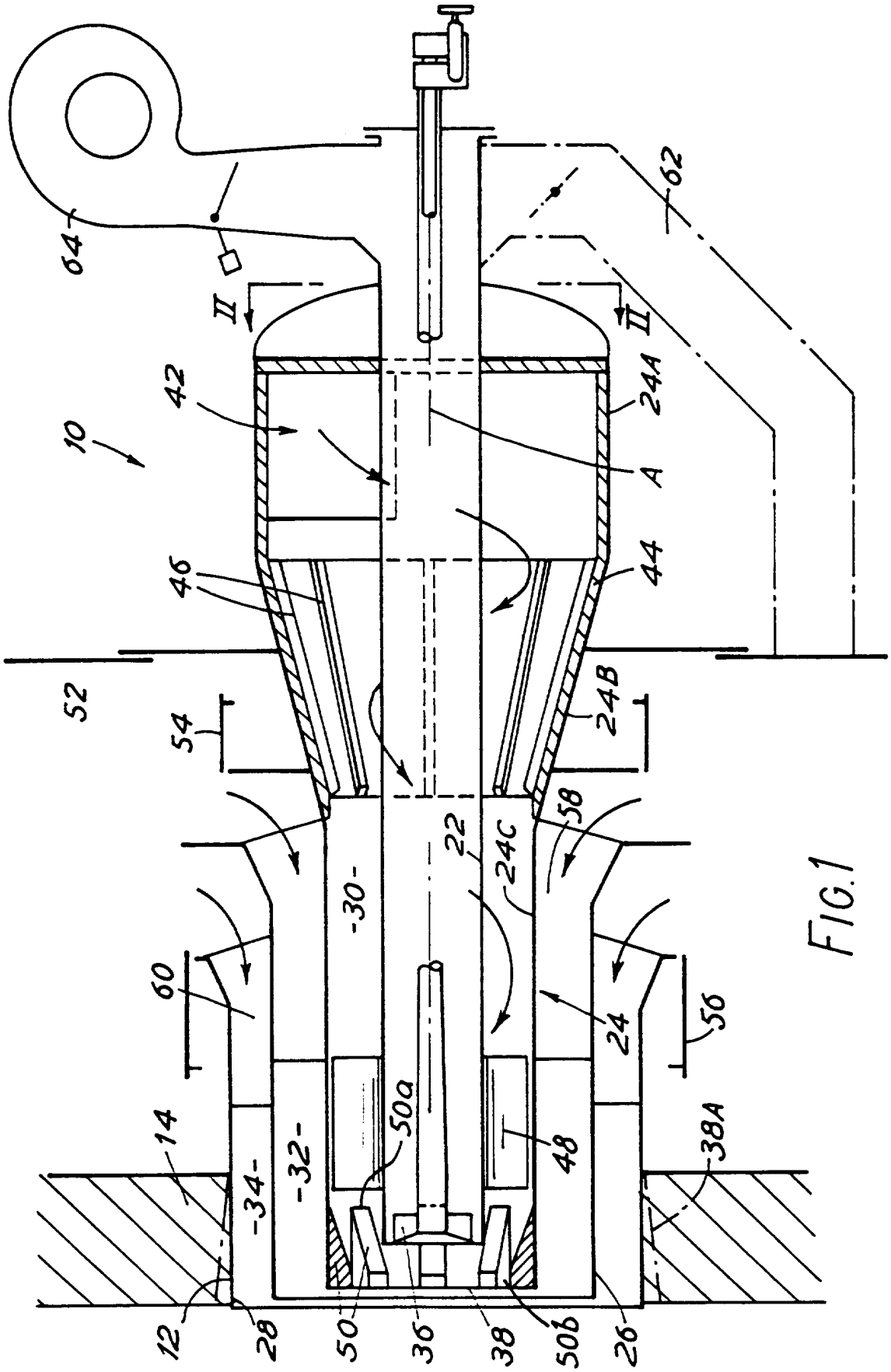
64
62
II
II
42
10
244
A
46
44
52
54
248
58
22
24C
-30-
60
24
56
14
-34-
-32-
50a
48
38A
12
28
50
36
38
50b
26

FIG.1

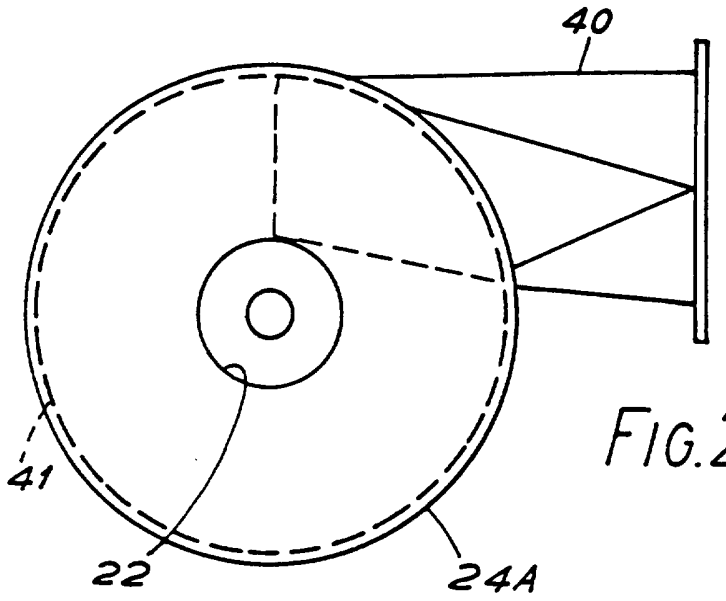

FIG.2

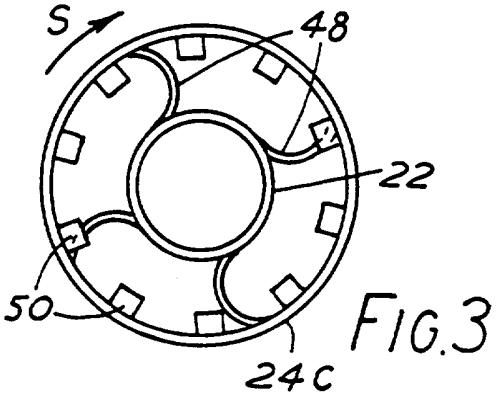

FIG.3

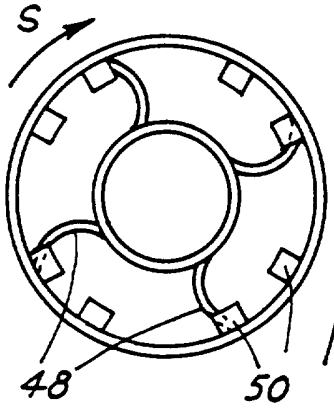

FIG.4

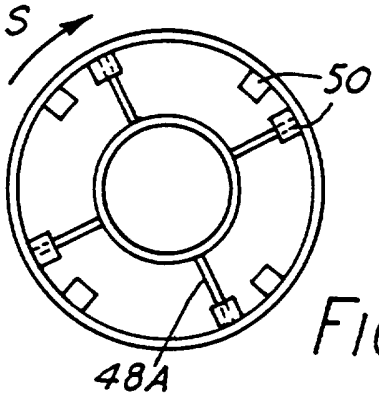

FIG.5

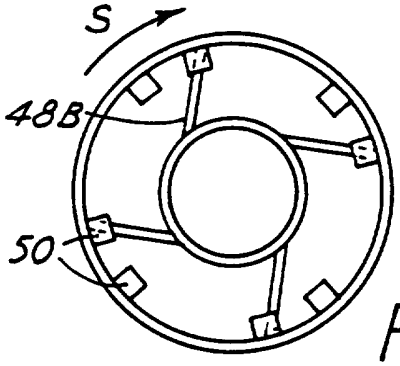

FIG.6

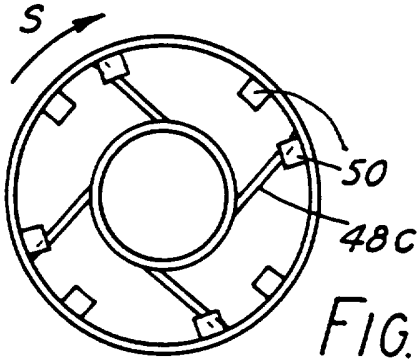

FIG.7