



12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer : **95810290.7**

51 Int. Cl.⁶ : **F23C 5/00, F23D 23/00**

22 Anmeldetag : **03.05.95**

30 Priorität : **19.05.94 DE 4417536**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :
22.11.95 Patentblatt 95/47

84 Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB NL

71 Anmelder : **ABB Management AG**
Haselstrasse 16
CH-5401 Baden (CH)

72 Erfinder : **Althaus, Rolf, Dr.**
The Entente 2003,
5-15 Koyo-Cho-Naka
Higashinada-ku, Kobe 658 (JP)

54 Verfahren zum Betrieb einer Brennkammer.

57 Bei einem Verfahren zum Betrieb einer Brennkammer, in welche ein Heissgas einströmt, wird ein Brennstoff (8) über mehrere Brennstoffflanzen (9) in das Heissgas eingedüst und dort eine Selbstzündung ausgelöst. Die Brennstoffflanzen (9) selbst werden in mindestens zwei Gruppen aufgeteilt, wobei die einzelnen Gruppen bei gleichbleibender Heissgasströmung nacheinander, also seriell, mit Brennstoff (9) gespiesen und jeweils auf eine Temperaturstufe im Bereich von 1100°C vorgezogen werden. Anschliessend werden alle Brennstoffflanzen (8) von dieser Temperaturstufe aus parallel auf die gewünschte Betriebstemperatur hochgefahren.

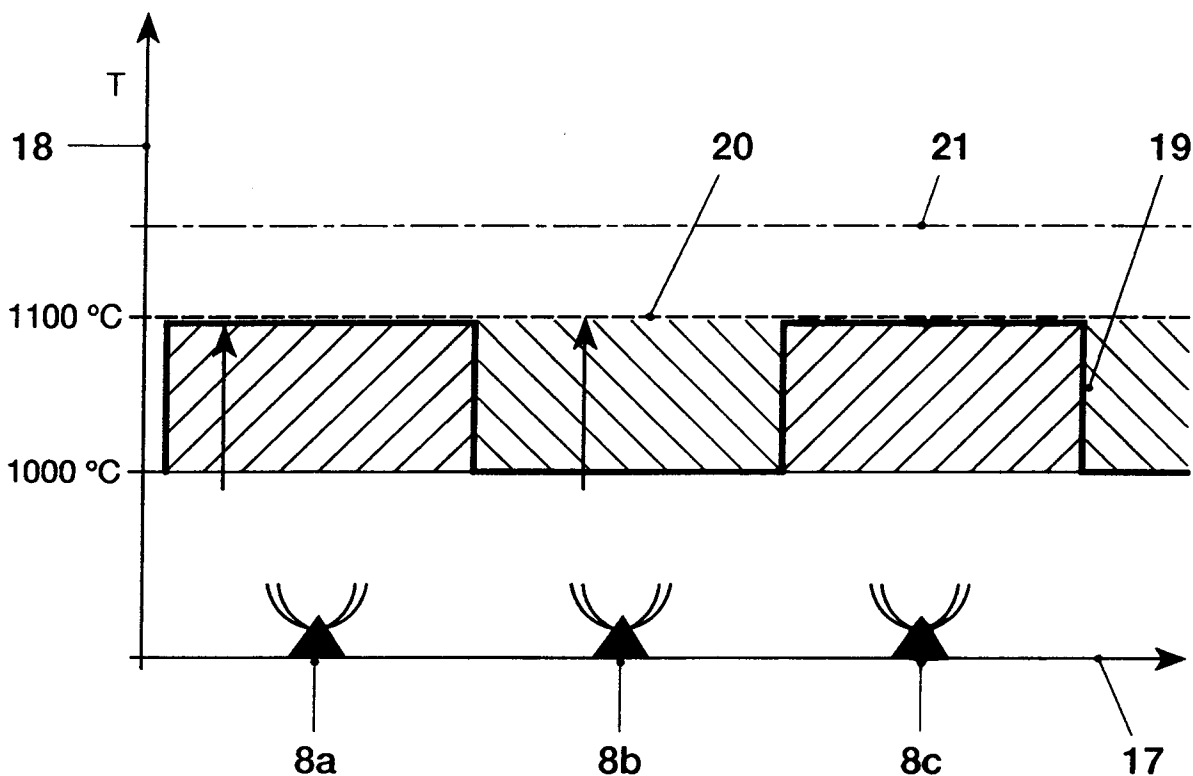


FIG. 2

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft auch eine Brennkammer zur Durchführung des Verfahrens.

5

Stand der Technik

Bei Brennerkonfigurationen mit einer Vormischstrecke und einer in Abströmungsrichtung zum nachgeschalteten Brennraum freien Mündung stellt sich immer wieder das Problem, wie auf einfachste Art und Weise eine stabile Flammenfront bei extrem niedrigen Emissionswerten bewerkstelligt werden kann. Diesbezüglich sind bereits verschiedene Vorschläge bekanntgeworden, die an sich nicht zu befriedigen vermochten. Eine bis anhin bekanntgewordene Ausnahme bildet die in EP-A1-0 321 809 offenbarte Erfindung, deren Vorschläge betreffend die Flammenstabilisierung, den Wirkungsgrad und die Schadstoff-Emissionen einen Qualitätssprung darstellen.

Eine typische Feuerungsanlage, bei welcher die genannte Techniken gegen einen Flammenrückschlag versagen müssen, betrifft eine auf Selbstzündung ausgelegte Brennkammer. Hier handelt es sich in der Regel um ein weitgehend zylindrisches Rohr oder um eine Ringbrennkammer, worin ein Arbeitsgas mit einer relativ hohen Temperatur ab ca. 850°C einströmt, dort mit einem eingedüsten Brennstoff die Bildung eines selbstzündenden Gemisches eingeleitet wird. Die kalorische Aufbereitung des Arbeitsgases zu Heissgas findet allein innerhalb dieses Rohres oder dieser Ringbrennkammer statt. Handelt es sich um eine Nachbrennkammer, welche zwischen einer Hochdruck- und Niederdruck-Turbine wirkt, so ist es schon aus Platzgründen unmöglich, eine Vormischstrecke oder Vormischbrenner einzubauen sowie Hilfsmittel gegen einen Flammenrückschlag vorzusehen resp. einzubauen, weshalb bis anhin auf diese an sich attraktive Verbrennungstechnik verzichtet werden musste. Geht das Postulat dahin, eine Ringbrennkammer als Nachbrennkammer einer auf einer einzigen Welle gelagerten Gasturbogruppe vorzusehen, so ergeben sich betreffend der Minimierung der Länge dieser Brennkammer zusätzliche Probleme, welche mit der Flammenstabilisierung im Zusammenhang stehen. Selbst bei zufriedenstellender Lösung der Flammenstabilisierung ist aber der anfängliche Ausstoss verschiedener Schadstoff-Emissionen nach wie vor nicht gelöst. Der kritische Bereich liegt zwischen dem Selbstzündungsakt und einer Temperatur von ca. 1100°C. Hier werden hohe Emissionen, insbesondere in Form von CO und UHC produziert, die nicht mehr mit der Gesetzgebung vieler Länder im Einklang stehen. Erst wenn die Verbrennungstemperatur höher 1100°C liegt, ist ein guter Ausbrand bei minimierten Schadstoff-Emissionen möglich.

Darstellung der Erfindung

35

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Brennkammer der eingangs genannten Art insbesondere die CO- und UHC-Emissionen im kritischen Bereich zwischen Selbstzündung und einer Temperatur von ca. 1100°C zu minimieren.

Es wird vorgeschlagen, die genannten Schadstoff-Emissionen durch eine stufenweise Inbetriebsetzung der vorhandenen Brenner herabzusetzen. Zu diesem Zweck sollen die Brenner auf mindestens zwei Gruppen aufgeteilt werden. Die einzelnen Gruppen werden seriell nacheinander vom Selbstzündungspunkt aus auf mindestens 1100°C gefahren.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass durch das serielle Hochfahren in ein unterkritisches Gebiet der genannte durch hohe Schadstoff-Emissionswerte charakterisierte Lastbereich, insbesondere was die CO- und UHC-Emissionswerte (UHC = ungesättigte Kohlen-Wasser-Stoffe) betrifft, signifikant überbrückt werden kann. Die zum Einsatz gelangende Gruppe von Brennern wird im Mittel während der Startphase mit einer grösseren Brennstoffmenge versorgt; die einzelnen Brenner können somit stabiler betrieben werden. Sind alle Brennergruppen bis zu einer Temperaturstufe von ca. 1100°C nachgezogen worden, so werden sie anschliessend ab dieser Temperaturstufe parallel auf die gewünschte Betriebstemperatur hochgefahren.

Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenstellung sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

- Fig. 1 eine selbstzündende Brennkammer als Ringbrennkammer konzipiert,
 5 Fig. 2 eine diagrammässig erfasste gestufte Startphase bei einer selbstzündenden Brennkammer und
 Fig. 3 eine qualitative Erfassung der Schadstoff-Emissionswerte zwischen einer nicht gestuften und einer gestuften Fahrweise während der Startphase bei einer selbstzündenden Brennkammer.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwertbarkeit

10

Fig. 1 zeigt, wie aus der Wellenachse 16 hervorgeht, eine Ringbrennkammer 1, welche im wesentlichen die Form eines zusammenhängenden annularen oder quasi-annularen Zylinders aufweist. Darüber hinaus kann eine solche Brennkammer auch aus einer Anzahl axial, quasi-axial oder schraubenförmig angeordneter und einzeln in sich abgeschlossener Brennräume bestehen. Solche Ringbrennkammern eignen sich vorzüglich,
 15 als selbstzündende Brennkammern betrieben zu werden, welche in Strömungsrichtung zwischen zwei auf einer Welle gelagerten Turbinen plaziert sind. Wird eine solche Ringbrennkammer 1 auf Selbstzündung betrieben, so ist die stromauf wirkende Turbine 2 nur auf eine Teilentspannung der Heissgase 3 ausgelegt, womit die Abgase 4 stromab dieser Turbine 2 noch mit einer recht hohen Temperatur in die Zuströmzone 5 der Ringbrennkammer 1 strömen. Diese Zuströmzone 5 ist innenseitig und in Umfangsrichtung der Kanalwand 6 mit einer Reihe von wirbelerzeugenden Elementen 100, im folgenden nur noch Wirbel-Generatoren genannt, bestückt. Die Abgase 4 werden durch die Wirbel-Generatoren 100 derart verdrallt, dass in der anschliessenden Vormischstrecke 7 keine Rezirkulationsgebiete im Nachlauf der genannten Wirbel-Generatoren 100 auftreten.

In Umfangsrichtung dieser als Venturikanal ausgebildete Vormischstrecke 7 sind mehrere Brennstoffflanzen 8 disponiert, welche die Zuführung eines Brennstoffes 9 und einer Stützluft 10 übernehmen. Auf diese Brennstoffflanzen 8 wird weiter unten näher eingegangen. Die Zuführung dieser Medien zu den einzelnen Brennstoffflanzen 8 kann beispielsweise über eine nicht gezeigte Ringleitung vorgenommen werden. Die von den Wirbel-Generatoren 100 ausgelöste Drallströmung sorgt für eine grossräumige Verteilung des eingebrachten Brennstoffes 9, allenfalls auch der zugemischten Stützluft 10. Des weiteren sorgt die Drallströmung für eine Homogenisierung des Gemisches aus Verbrennungsluft und Brennstoff. Der durch die Brennstofflanze 8 in die Abgase 4 eingedüste Brennstoff 9 löst eine Selbstzündung aus, soweit diese Abgase 4 jene spezifische Temperatur aufweisen, welche die brennstoffabhängige Selbstzündung auszulösen vermag. Wird die Ringbrennkammer 1 mit einem gasförmigen Brennstoff betrieben, muss für die Inizierung einer Selbstzündung eine Temperatur der Abgase 4 ab ca. 850°C vorliegen. Bei einer solchen Verbrennung besteht, wie bereits oben gewürdigt, an sich die Gefahr eines Flammenrückschlages. Dieses Problem wird behoben, indem einerseits die Vormischzone 7 als Venturikanal ausgebildet wird, andererseits indem die Eindüsung des Brennstoffes 9 im Bereich der grössten Einschnürung innerhalb der Vormischzone 7 disponiert wird. Durch die Verengung in der Vormischzone 7 wird die Turbulenz durch die Anhebung der Axialgeschwindigkeit vermindert, was die Rückschlaggefahr durch die Verminderung der turbulenten Flammengeschwindigkeit minimiert wird. Andererseits wird die grossräumige Verteilung des Brennstoffes 9 weiterhin gewährleistet, da die Umfangskomponente der von den Wirbel-Generatoren 100 stammenden Drallströmung nicht beeinträchtigt wird. Hinter der relativ kurz gehaltenen Vormischzone 7 schliesst sich eine Verbrennungszone 11 an. Der Uebergang zwischen der beiden Zonen wird durch einen radialen Querschnittsprung 12 gebildet, der zunächst den Durchflussquerschnitt der Verbrennungszone 11 induziert. In der Ebene des Querschnittssprunges 12 stellt sich auch eine Flammenfront ein. Um eine Rückzündung der Flamme ins Innere der Vormischzone 7 zu vermeiden muss die Flammenfront stabil gehalten werden. Zu diesem Zweck werden die Wirbel-Generatoren 100 so ausgelegt, dass in der Vormischzone 7 noch keine Rezirkulation stattfindet; erst nach der plötzlichen Querschnittserweiterung ist das Aufplatzen der Drallströmung erwünscht. Die Drallströmung unterstützt das schnelle Wiederanlegen der Strömung hinter dem Querschnittsprung 12, so dass durch die möglichst vollständige Ausnutzung des Volumens der Verbrennungszone 11 ein hoher Ausbrand bei kurzer Baulänge erzielt werden kann. Innerhalb dieses Querschnittssprunges 12 bildet sich während des Betriebes eine strömungsmässige Randzone, in welcher durch den dort vorherrschenden Unterdruck Wirbelablösungen entstehen, welche dann zu einer Stabilisierung der Flammenfront führen. Die in der Verbrennungszone 11 aufbereiteten Abgase 4 zu Heissgasen 14 beaufschlagen anschliessend eine weitere stromab wirkende Turbine 14. Die Abgase 15 können anschliessend zum Betrieb eines Dampfkreislaufes herangezogen werden, wobei im letztgenannten Fall die Anlage dann eine Kombianlage ist.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm, worin die gestufte Fahrweise der Brenner während der Startphase ersichtlich ist. Die Abszisse 17 will die Abwicklung der nebeneinander angeordneten Brenner versinnbildlichen, während die Ordinate 18 die ersten angefahrenen Temperaturstufen während der Startphase zeigen. Die gestufte Fahr-

weise besteht darin, dass die Brenner, d.h. die Brennstoffflanzen aus Fig. 1, während der Startphase seriell mit Brennstoff versorgt werden. In einer ersten Stufe 19 werden die Brennstoffflanzen 8a, 8c, etc. in Betrieb genommen, und zunächst bis auf ca. 1100°C vorgezogen. Anschliessend, bei zweistufiger Fahrweise, werden die restlichen Brennstoffflanzen 8b, 8d, etc. ebenfalls bis zum genannten Temperaturniveau von ca. 1100°C nachgezogen. Sobald alle Brenner auf diese neue Temperaturstufe 20 gebracht sind, werden sie dann gemeinsam, d.h. parallel auf die gewünschte Betriebstemperaturstufe 21 hochgefahren. Da die gestuft in Betrieb genommenen Brenner jeweils mit einer grösseren Brennstoffmenge gefahren werden, gelingt es, den Bereich mit hohen Emissionenwerten, wie oben bereits erwähnt, fetter zu durchfahren, wodurch die Brenner zunächst stabiler betrieben werden können. Diese Fahrweise hat aber noch den zusätzlichen Vorteil, dass insbesondere auf die CO- und UHC-Emissionen im kritischen Bereich zwischen 1000°C und 1100°C signifikant herabgesetzt werden können. Die gestufte Fahrweise während der Startphase ist nicht auf 2 Gruppen von Brennern beschränkt.

Fig. 3 zeigt eine qualitative Gegenüberstellung betreffend die Schadstoff-Emissionen zwischen einer nicht gestuften und einer gestuften Fahrweise. Im Diagramm zeigt die Abszisse 22 den Lastbereich, wobei als Null jenes Temperaturniveau gemeint ist, bei welchem die Selbstzündung des Gemisches stattfindet, also in unserem Fall ab ca. 850°C. Die Ordinate 23 zeigt den Grad der Schadstoff-Emissionen. Die Kurve 24 zeigt den Verlauf der Schadstoff-Emissionen bei einer konventionellen, nicht gestuften Fahrweise. Die Spitze versinnbildlicht den CO- und UHC-Ausstoss im Intervall zwischen ca. 1000°C und ca. 1100°C. Anders die gestufte Fahrweise, wie die Kurve 25 zeigt. Erkenntlich ist hier ein Zweibuckelverlauf, entsprechend der gestuften Fahrweise mit zwei Brennergruppen. Grössenordnung lassen sich mit der gestuften Fahrweise Emissionswerte erzielen, die über die Hälfte kleiner gegenüber der herkömmlichen Fahrweise sind.

Bezugszeichenliste

25	1	Ringbrennkammer
	2	Turbine
	3	Heissgase
	4	Abgase
	5	Zuströmzone, Kanal der Zuströmzone
30	6	Kanalwand der Zuströmzone
	7	Vormischzone
	8 8a-8d etc.	Brennstoffflanzen
	9	Brennstoff
	10	Stützluft
35	11	Verbrennungszone
	12	Querschnittssprung
	13	Heissgase
	14	Turbine
	15	Abgase
40	16	Wellenachse
	17	Abszisse
	18	Ordinate
	19	Erste Stufe
	20	Neue gemeinsame Stufe
45	21	Betriebstemperaturstufe
	22	Abszisse
	23	Ordinate
	24	Schadstoff-Emissionskurve, konventionell betrieben
	25	Schadstoff-Emissionskurve, gestuft betrieben
50	100	Wirbel-Generatoren

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkammer, in welche ein Heissgas einströmt, und in welcher durch Eindüsung eines Brennstoffes über mehrere Brennstoffflanzen in das Heissgas eine Selbstzündung ausgelöst wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffflanzen (8) in mindestens zwei Gruppen aufgeteilt werden, dass die einzelnen Gruppen (8a, 8c, ...; 8b, 8d, ...) bei gleichbleibender Heissgasströmung

nacheinander mit Brennstoff (9) gespiesen werden und jeweils auf eine Temperaturstufe im Bereich von 1100°C vorgezogen werden, dass anschliessend von dieser Temperaturstufe aus alle Brennstoffflanzen (8) parallel auf die gewünschte Betriebstemperatur hochgefahren werden.

- 5 **2.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffflanzen (8) mit Brennstoff (9) und mit einer Stützluft (10) betrieben werden.
- 10 **3.** Brennkammer zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei die Brennkammer im wesentlichen aus einer Zuströmzone und einer Verbrennungszone besteht, wobei beide Zonen nacheinander geschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuströmzone (5) Wirbel-Generatoren (100) aufweist, von denen über den Umfang des durchströmten Kanals mehrere nebeneinander angeordnet sind, dass sich stromab der Zuströmzone (5) eine Vormischzone (7) anschliesst, in welche über eine Anzahl in Umfangsrichtung angeordneter Brennstoffflanzen (8) ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff (9) als Sekundärströmung in eine gasförmige Hauptströmung (4) eindüsbar ist, dass zwischen Vormischzone (7) und Verbrennungszone (11) ein Querschnittssprung (12) vorhanden ist, der den anfänglichen Strömungsquerschnitt der Verbrennungszone (11) induziert.
- 15 **4.** Brennkammer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vormischzone (7) ein venturiförmiger Kanal ist.
- 20

25

30

35

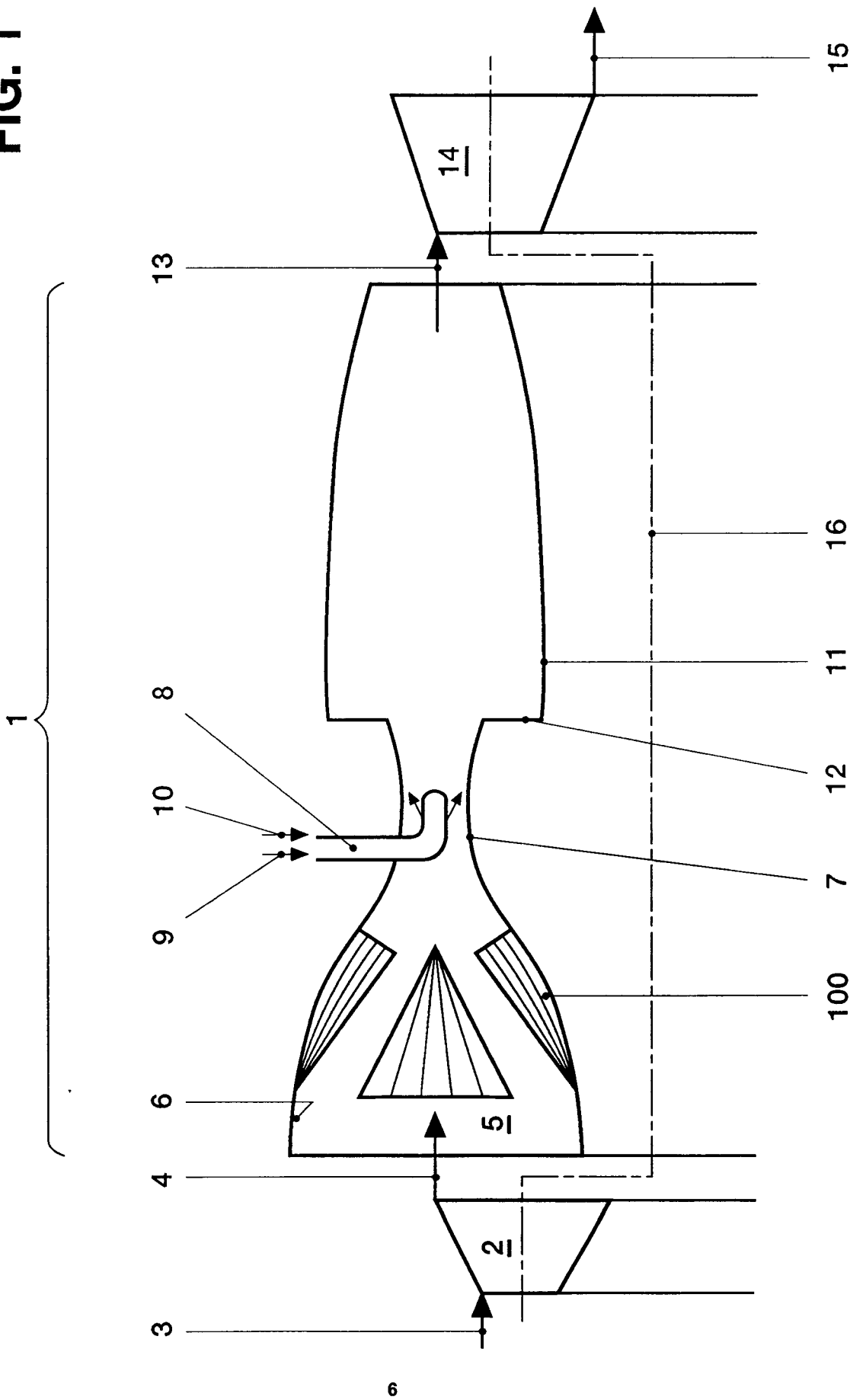
40

45

50

55

FIG. 1



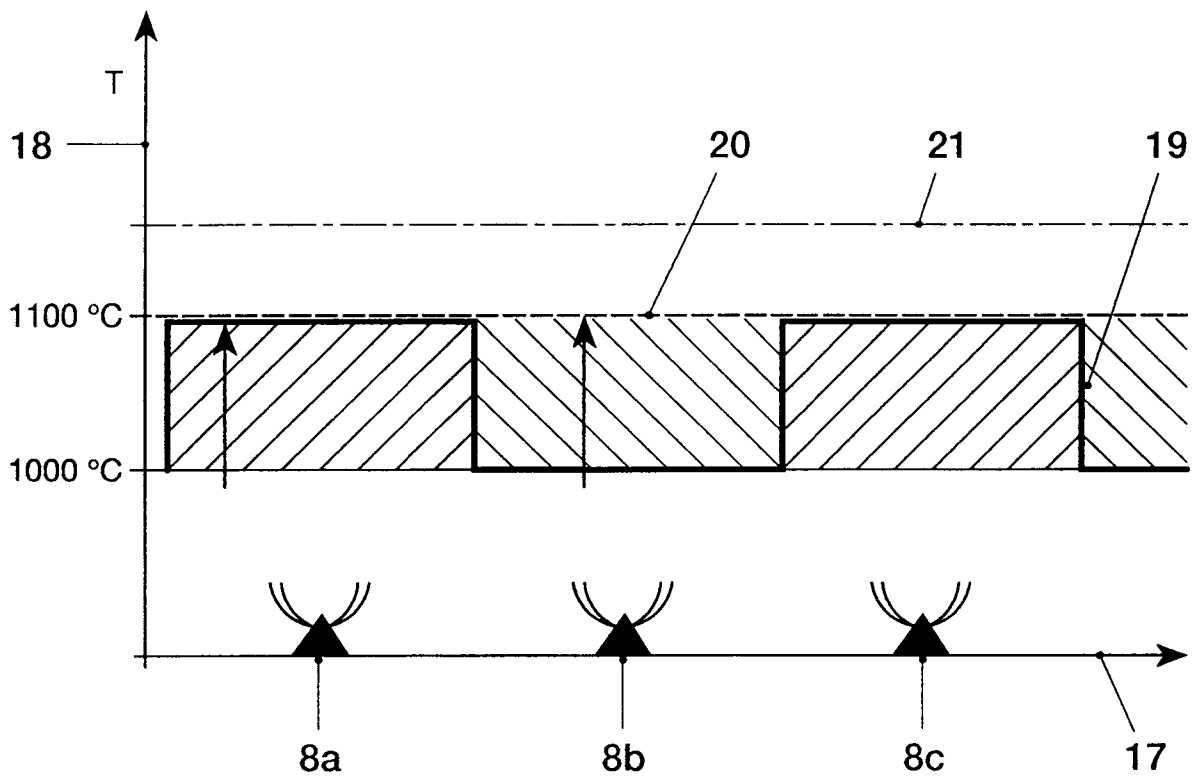


FIG. 2

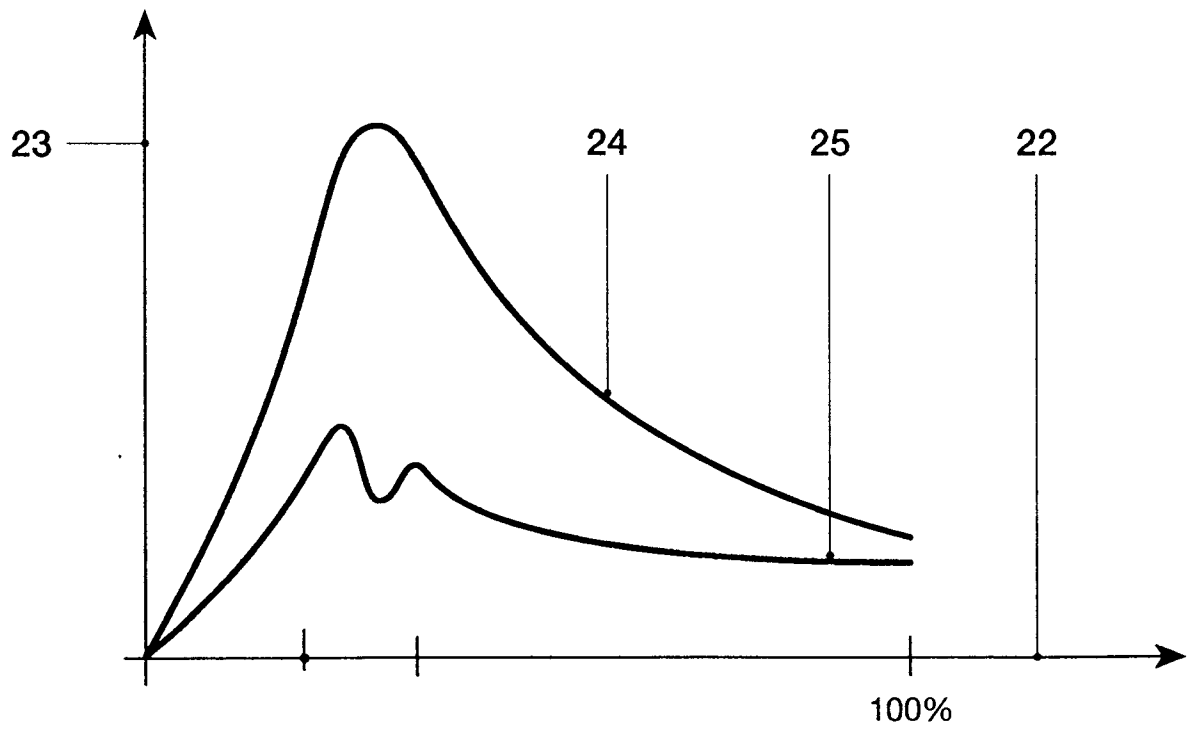


FIG. 3