(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. April 2006 (06.04.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/034983 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F23C 11/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/054738

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. September 2005 (22.09.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 046 814.1
27. September 2004 (27.09.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **HARTMANN, Werner** [DE/DE]; Karlsweg 10, 91085 Weisendorf (DE). **KIESER, Jörg** [DE/DE]; Pautzfelder Strasse 19 E, 91301 Forchheim (DE).

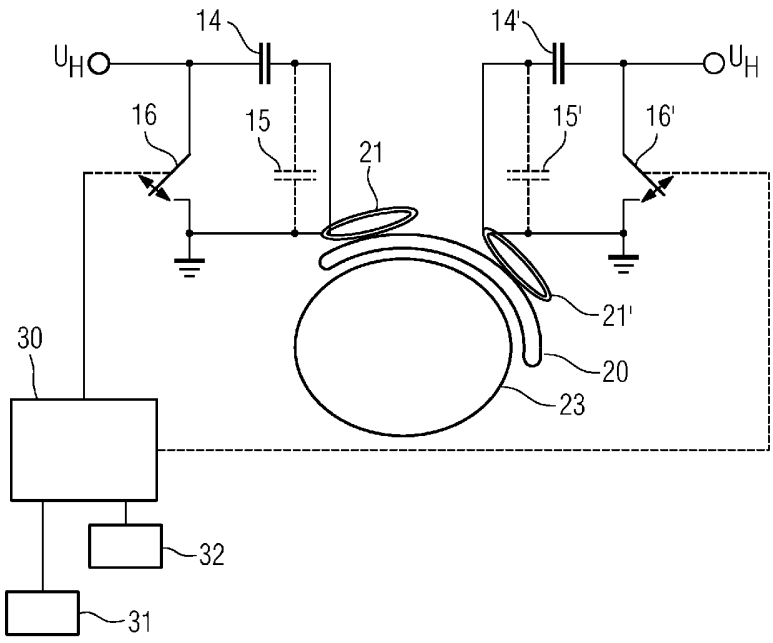
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR INFLUENCING COMBUSTION PROCESSES, IN PARTICULAR DURING THE OPERATION OF A GAS TURBINE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEEINFLUSSUNG VON VERBRENNUNGSVORGÄNGEN, INSBESONDERE BEIM BETRIEB EINER GASTURBINE



(57) **Abstract:** The invention relates to the use of electromagnetic fields for influencing combustion processes. According to the invention, the flame is controlled by the coupling of repeated, inductive, pulsed energy. The associated device uses at least one induction coil (11, 21) that at least partially surrounds the flame and said device is equipped with a controllable switch (16, 16') or a high frequency generator (26, 26').

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/034983 A1

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es ist bereits vorgeschlagen, zur Beeinflussung von Verbrennungsvorgängen elektromagnetische Felder zu verwenden. Gemäß der Erfindung erfolgt die Flammensteuerung über eine wiederholte induktive, gepulste Energieeinkopplung. Bei der zugehörigen Vorrichtung wird wenigstens eine die Flamme zumindest teilweise umgebende Induktionsspule (11, 21) verwendet und ist wenigstens ein steuerbarer Schalter (16, 16') oder ein HF-Generator (26, 26') vorhanden.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Beeinflussung von Verbrennungsvorgängen, insbesondere beim Betrieb einer Gasturbine

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Beeinflussung von Verbrennungsvorgängen, insbesondere beim Betrieb einer Gasturbine, wobei zur Aufrechterhaltung der Verbrennung über einen großen Parameterbereich Pilotflammen verwendet werden, deren Flammensteuerung über elektromagnetische Felder erfolgt. Daneben bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die bei Gasturbinen zur Aufrechterhaltung der Verbrennung über einen großen Parameterbereich notwendigen Pilotflammen erzeugen einen nicht unwesentlichen Anteil der Schadstoffe, insbesondere der Stickoxide (NOx). Die Pilotflammen einer Gasturbine haben einen engen Arbeitsbereich und sind – u.a. wegen der großen Trägheit einer gasflussbezogenen Regelung – nur bedingt zur Steuerung des Verbrennungsablaufs in der Brennkammer geeignet.

Eine Erweiterung des Arbeitsbereichs der Pilotflammen bei gleichzeitiger Verringerung der Schadstofferzeugung sowie eine sehr schnelle Beeinflussbarkeit des Verbrennungsvorgangs können sich sehr vorteilhaft auf Wirkungsgrad und Schadstoffausstoß auswirken.

Neben der nur eingeschränkt möglichen und vergleichsweise trägen Regelung von Gasfluss und Brenngaszusammensetzung werden seit einiger Zeit Methoden untersucht, eine Flammensteuerung über elektrische Felder zu erzielen. Diese Methode führt zu einer Erweiterung des Arbeitsbereichs der Pilotflamme in Bezug auf die Luftzahl sowie eine Verringerung des NOx-Gehaltes im Abgas der Flamme. Weiterhin ist eine schnelle Beeinflussung der Flamme möglich. Aus der DE 199 47 258 A1 ist das Grundprinzip einer induktiven Einkopplung von elektrischer

Energie in einen Gasstrom bekannt. Weiterhin offenbart die EP 1 215 392 eine Vorrichtung zur Energieeinkopplung in einen mit einem Luft-Kraftstoff-gefüllten Brennraum eines Verbrennungsmotors, um das Luft-Kraftstoff-Gemisch zu entzünden.

Von letzterem Stand der Technik ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Steuerung des Verbrennungsvorganges anzugeben und eine zugehörige Vorrichtung zu schaffen.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Maßnahmen des Patentanspruches 1 gelöst. Eine zugehörige Vorrichtung ist Gegenstand des Patentanspruches 6. Weiterbildungen des Verfahrens und der zugehörigen Vorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß der Erfindung erfolgt eine induktive, gepulste Energieeinkopplung über eine die Flamme umgebende Induktionsspule mit der Flamme als Sekundärwindung eines Impulstransformators. Solche Anordnungen sind zur Erzeugung von z.B. Pinchvorgängen bekannt. Die Wirkung setzt dabei wegen der abschirmenden Wirkung des leitfähigen Flammenplasmas bevorzugt im Außenbereich der Flamme ein, so dass diese kalten Flammenbereiche bevorzugt eine zusätzliche Heizung durch die induktiv erfolgte gepulste Energiezufuhr erhalten. Dadurch kann der Temperaturverlauf in der Flamme kurzzeitig über den Querschnitt vergleichmäßigt werden.

Da über die Zufuhr von impulsförmig zugeführter elektrischer Energie eine sehr schnelle Regelung der Verbrennungsprozesse erfolgt, können auch akustische Eigenschwingungen im Brennkammerbereich durch entsprechende rückgekoppelte Regelalgorithmen kompensiert werden.

Für die Zuführung von elektrischer Energie in Form induktiv übertragener Leistung stehen prinzipiell zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Energiezufuhr in einer Serie von Einzelimpulsen mit kurzer Dauer von Mikrosekunden (µs) bis Millisekunden (ms).
- kontinuierliche (oder quasi-kontinuierliche) Zuführung induktiv eingekoppelter Hochfrequenzleistung über wenigstens einen HF-Leistungsgenerator.

Mit der Erfindung wird eine schnell regelbare Energieeinkopplung in Flammen erreicht, mit deren Hilfe eine nahezu trägheitslose Steuerung des Verbrennungsablaufs in der Pilotflamme ermöglicht wird bis hin zu hohen thermischen Leistungen im MW-Bereich und darüber.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen in beiden Fällen in der sehr schnellen Regelbarkeit der elektrischen Leistung im sub-Millisekunden-Bereich bei Verwendung entsprechend kurzer Leistungsimpulse, sowie der Skalierbarkeit zu hohen Gasdrücken und der Einkopplung hoher elektrischer Leistungen. Dadurch können auch sehr schnelle Regelvorgänge z.B. zur Unterdrückung akustischer Eigenmoden in der Brennkammer realisiert werden.

Die Vergleichmäßigung der Flammentemperatur führt zu einer Verringerung der Schadstofferzeugung wie z.B. von Stickoxiden.

Weiterhin ist es mit der Erfindung möglich, den Verbrennungsvorgang auch in der Brennkammer selbst berührungslos zu steuern; dies kann über ein einzelnes großes, oder über mehrere getrennte, räumlich verteilte kleinere Induktionssysteme erfolgen, so dass sogar eine gezielte räumlich aufgelöste Beeinflussung des Verbrennungsvorgangs ermöglicht wird. Damit lassen sich gezielt Temperaturspitzen abbauen und somit der NOx-Ausstoß verringern, der Verbrennungsvorgang (Wirkungsgrad) optimieren sowie akustische Resonanzen verhindern. Flachspulen sind hier eine besonders günstige Lösung.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbei-

spielen anhand der Zeichnung in Verbindung mit den weiteren Patentansprüchen. Es zeigen jeweils in schematischer Darstellung

Figur 1 die Steuerung einer Turbinenpilotflamme mit Hilfe einer die Flamme umgebenden Impuls-Induktionsspule zur Einkopplung von Impulsenergie,

Figur 2 die Steuerung der Hauptflamme in der Brennkammer einer Gasturbine mit Hilfe verteilter Induktionsspulen zur räumlich steuerbaren Einkopplung von Hochfrequenzenergie,

Figur 3 einen Aufbau entsprechend Figur 1 mit einem HF-Generator und

Figur 4 einen Aufbau entsprechend Figur 2 mit zwei HF-Generatoren.

Während im CW-Bereich die Einkopplung einer zur Flammensteuerung ausreichenden Leistung über viele Schwingungsperioden gemittelt erfolgt, muss bei Impulsbetrieb die im Einzelimpuls eingekoppelte Energie dafür ausreichend sein. Dies ist i.a. nur sehr bedingt gegeben, da die Leitfähigkeit und damit die elektrische Impedanz des Plasmas einer Flamme vergleichsweise gering ist im Vergleich zur Impedanz der notwendigen Leistungsimpulselektronik.

Daher ist es notwendig, eine Impedanzanpassung der Leistungselektronik an die Impedanz des Flammenplasmas vorzunehmen. Dies erfolgt erfindungsgemäß dadurch, dass ein elektrischer Strom i durch eine die Flamme umgebende, vorwiegend zylindrische Spule durch einen schließenden Schalter über ein längeres Zeitintervall aufgebaut wird (Bild 1). Im Bereich des Strommaximums wird der Schalter (oder ein mit ihm in Serie geschaltetes zweites Schaltelement) mit einer im Vergleich zur Stromaufbauzeit kurzen Zeitkonstante geöffnet. Dadurch wird die induktiv in der Spuleninduktivität L gespeicherte magnetische Energie

$$E_{ind} = 0,5*L*I^2 \qquad (Gl.1)$$

in Form eines sehr hochfrequenten Hochspannungsimpulses in die Streukapazität CS des Systems umgeladen; das elektrische System besteht aus Spuleninduktivität L als Primärseite eines Lufttransformators und der zugehörigen geringen Streukapazität CS, sowie dem Plasma als (einwindige) Sekundärseite des Transformators stellt nun eine hochimpedante Anordnung dar. Durch diese Maßnahme wird eine erheblich verbesserte Impedanzanpassung der Last an die Energiequelle und damit eine bessere Leistungseinkopplung in das Flammenplasma erreicht als über eine direkte induktive Ankopplung des Einzelimpulses.

Die Wechselwirkung des induzierten elektrischen Feldes mit den Ladungsträgern im Flammenplasma wird durch diese Maßnahme enorm vergrößert. Eine gezielte Ladungsträgervermehrung über Stoßionisation wird durch extern einstellbare Zeitkonstanten des Schalters möglich, wobei es nach dem Stand der Technik (vgl. gepulster elektrostatischer Staubfilter) durchaus möglich ist, einen direkten Gasdurchschlag zu vermeiden.

Impulsfolgefrequenz und Impulsamplitude werden über ein Regelungssystem gesteuert, das über entsprechende Sensorik (Temperatur; akustische Schwingungen; Abgaszusammensetzung; etc.) den momentanen Betriebszustand der Gasturbine charakterisiert und über eine gezielte zusätzliche Energiezufuhr zur Pilot- oder auch Hauptflamme kontrolliert.

Es wird vorgeschlagen, diese Art der gepulsten Energieeinkopplung zur Steuerung der Pilotflammen und der Vormischflamme von Gasturbinen einzusetzen. Varianten des Aufbaus, die ein höherpoliges Feld erzeugen, sind einfach zu realisieren und gestatten über entsprechende Wahl der Phasenlage z.B. die Induktion einer Rotationsbewegung des Plasmas. Je nach Art der Anwendung können dabei Flachspulen zur lokalen Flammenbeeinflussung vorteilhaft sein.

In der Figur 1 ist mit 1 eine Vorrichtung zur Flammensteuerung bezeichnet. Im Einzelnen bedeuten 10 ein Keramikrohr,

auf der eine Induktionsspule 11 mit Induktivität L angeordnet ist. Mit 12 ist ein Brenner und mit 13 die zugehörige Pilotflamme bezeichnet.

Zur Steuerung der Induktionsspule sind geeignete Mittel vorhanden: Dabei stellen 14 und 15 jeweils Kondensatoren dar, wobei der Kondensator 14 eine Streukapazität CS realisiert und der Kondensator 15 eine Impulskapazität C_P realisiert. Die Kondensatoren sind an eine Hochspannungsquelle U_H angeschlossen und auf der anderen Seite gegen Masse geschaltet. Es ist ein Schalter 16 vorhanden, der als öffnender oder als schließender Schalter realisiert sein kann. Der Schalter 16 wird von einer Steuer-Regel-Einheit 30 angesteuert. Als Eingänge für die Steuer-Regel-Einheit dienen Sensoren 31, 32.

Mit der Anordnung gemäß Figur 1 kann Impulsenergie zur Steuerung der Turbinenpilotflamme eingekoppelt werden.

Letzteres Prinzip ist auf die Anordnung gemäß Figur 2 übertragen. Es bedeuten in diesem Fall 20 eine keramische Brennkammerwand und 23 die Hauptflamme in der Turbine. Mit 21 und 21‘ sind Induktionsspulen bezeichnet, die in Figur 2 als Flachspulen ausgebildet sind.

Es kann eine Vielzahl von Flachspulen vorhanden sein. Jede der Flachspulen hat eine Steuereinrichtung, die im Prinzip der Steuereinrichtung entsprechend Figur 1 entspricht. Dies heißt im Einzelnen, dass wiederum Kondensatoren 14, 15 vorhanden sind, die eine Streukapazität CS und eine Impulskapazität C_P realisieren. Die Schaltung ist an eine Hochspannungsquelle U_H angeschlossen und es sind Schalter 16, 16’ vorhanden, die von einer Steuer/Regeleinheit 30 mit entsprechenden Sensoren 31, 32 angeschlossen sind. Die einzelnen Steuereinrichtungen können miteinander gekoppelt sein.

Mit den verteilten Induktionsspulen entsprechend Figur 2 ist eine räumlich steuerbare Einkopplung von Hochfrequenzenergie direkt in das Plasma der Hauptflamme möglich. Die einzelnen

Induktionsspulen 21, 22 sind vorteilhafterweise als Flachspulen ausgeführt. In Figur 2 sind sie außerhalb der keramischen Brennkammerwand angeordnet. Bei elektrisch leitfähiger Brennkammerwand können sie auch innerhalb der Brennkammer angeordnet sein.

In beiden Fällen der Figur 1 und Figur 2 ergibt sich insbesondere die schnelle Steuerbarkeit, womit eine Vergleichmäßigung der Flammentemperatur erreicht werden kann. Dies bewirkt eine Verringerung der Schadstofferzeugung. Die beschriebenen Vorrichtungen ermöglichen die Skalierbarkeit zu hohen Gasdrücken und zur Einkopplung hoher elektrischer Leistungen. Insbesondere können somit auch akustische Eigenmoden in der Brennkammer unterdrückt werden.

In Abwandlung zu Fig. 1/2 ist in den Figuren 3 und 4 der steuerbare Schalter 16 bzw. 16' durch ein bzw. zwei Leistungs-HF-Generatoren 26 bzw. 26' ersetzt. Mit den HF-Generatoren können insbesondere die Frequenz der eingekoppelten Leistung vorgegeben werden. Ansonsten ist die Anordnung der Induktionsspulen und die Steuer/Regeleinheit mit den zugehörigen Sensoren entsprechend den Figuren 1 und 2 aufgebaut.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beeinflussung von Verbrennungsvorgängen, insbesondere zum Betrieb einer Gasturbine, wobei zur Aufrechterhaltung der Verbrennung über einen großen Parameterbereich Pilotflammen verwendet werden, deren Flammensteuerung über elektromagnetische Felder erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die Flammensteuerung über eine wiederholte induktive, gepulste Energieeinkopplung erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die induktive Energieeinkopplung aufgrund der abschirmenden Wirkung des leitfähigen Flammenplasmas bevorzugt im Außenbereich der Flamme einsetzt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperaturverlauf in der Flamme vergleichmäßigt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die impulsförmig zugeführte elektrische Energie akustische Eigenschwingungen im Brennkammerbereich kompensiert werden, wozu rückgekoppelte Regelalgorithmen verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die gepulste Energieeinkopplung über einen HF-Generator erfolgt.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 5, gekennzeichnet durch die Verwendung von wenigstens einer, die Flamme (13) zumindest teilweise umgebenden Induktionsspule (11, 21).

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Induktionsspule eine zylindrische Spule (11) ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Induktionsspule Flachspulen (21, 21') sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens einen Induktionsspule (11, 21) wenigstens ein steuerbarer Schalter (16, 16') zugeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (16, 16') ein schließender Schalter ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (16, 16') ein öffnender Schalter in Verbindung mit einem Energiespeicher in Form eines Kondensators ist.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwei in Serie geschaltete Schaltelemente, von denen jeweils mindestens eines ein schließender und eines ein öffnender Schalter ist, als Schalteinrichtung vorhanden sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Schalteinrichtung Pulsdauern von Mikrosekunden bis Millisekunden realisiert werden.

14. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Induktionsspule wenigstens ein HF-Generator (26, 26') zugeschaltet ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Steuer-/Regeleinheit (30, 30') vorhanden ist, die von Sensoren (31, 32) angesteuert wird.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer-/Regeleinheit (30, 30') eine Rückkopplungsschleife beinhaltet, mit der akustischen Schwingungen gegengesteuert wird.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer-/Regeleinheit (30, 30') eine Rückkopplungsschleife beinhaltet, mit der die Schadstoffkonzentrationen im Abgas minimiert werden.

18. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer-/Regeleinheit (30, 30') eine Rückkopplungsschleife beinhaltet, mit der der thermodynamische Wirkungsgrad des Verbrennungsvorgangs in der Flamme optimiert wird.

FIG 1

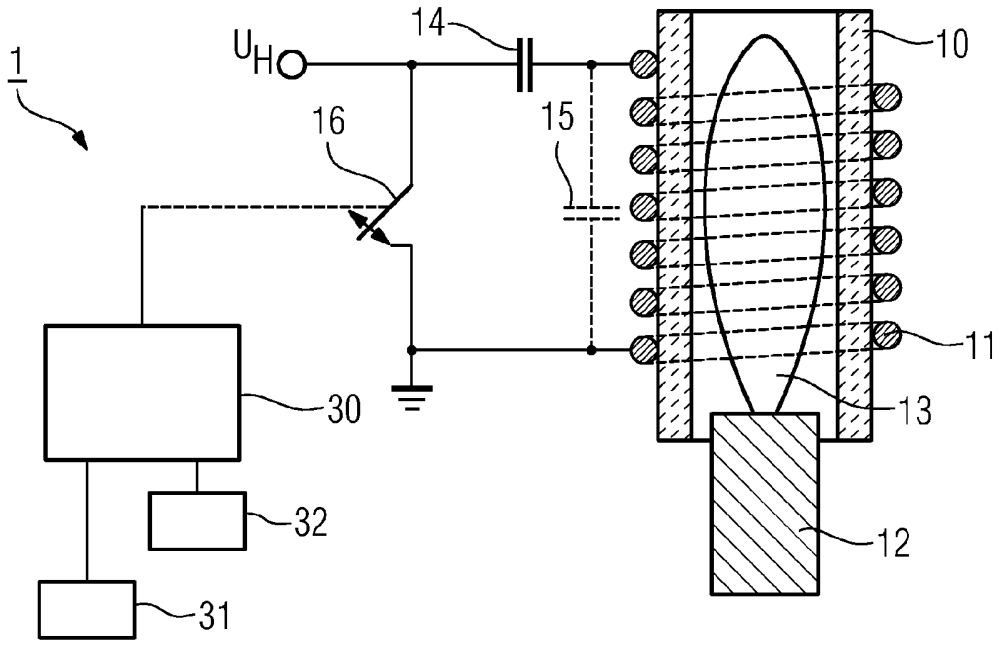

1
U_H
14
10
16
15
11
13
30
32
12
31

FIG 2

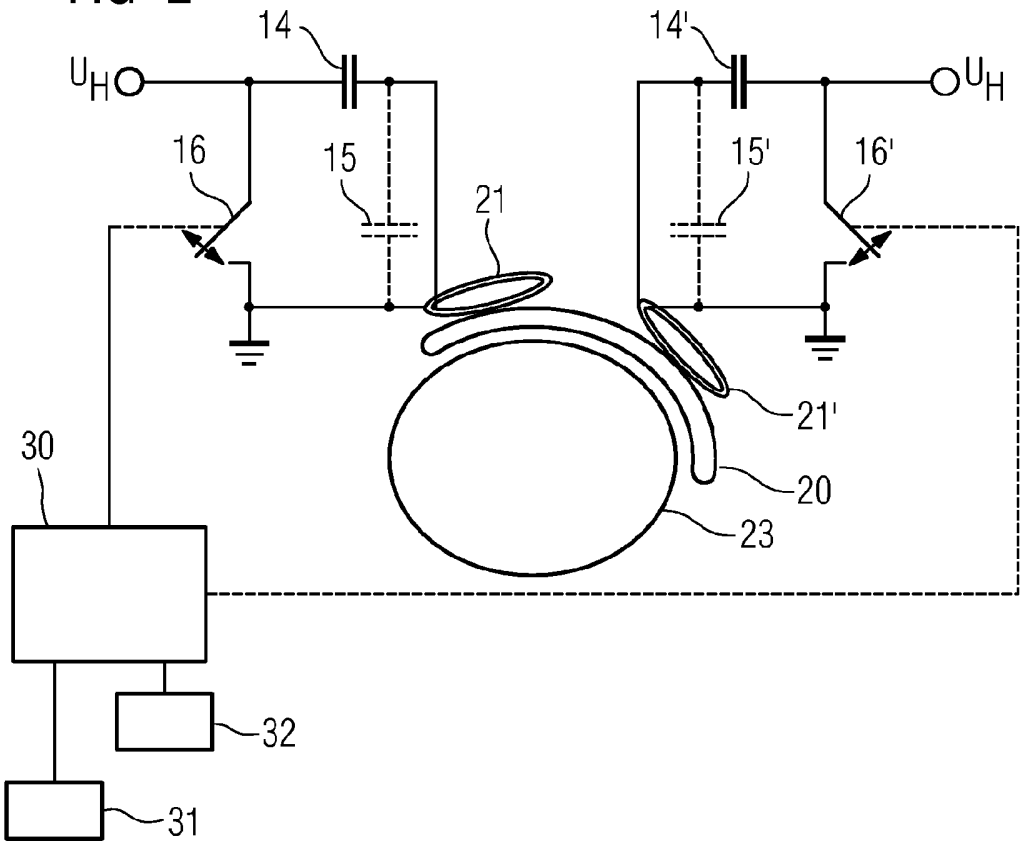

U_H
14
14'
U_H
16
15
21
15'
16'
21'
20
30
23
32
31

FIG 3

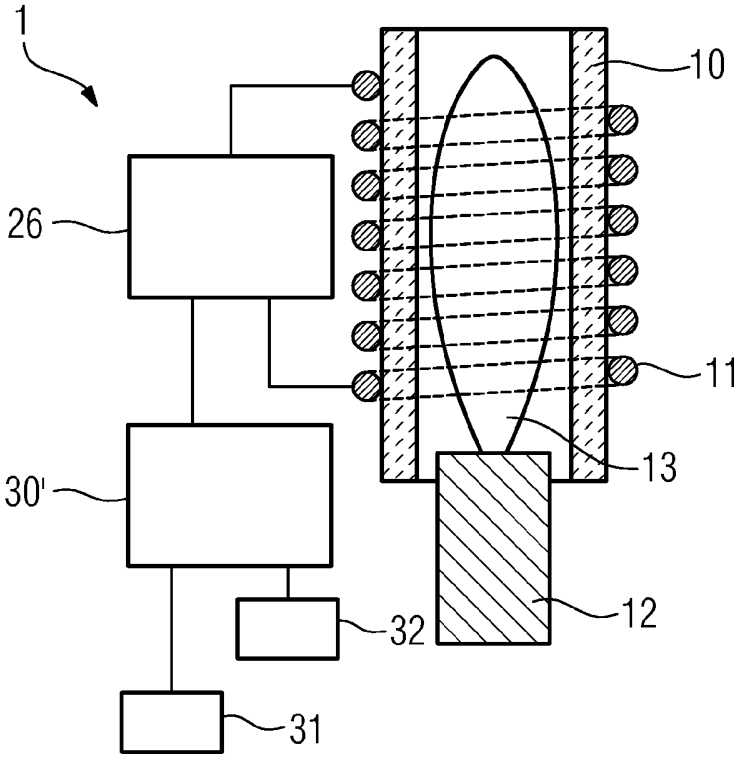
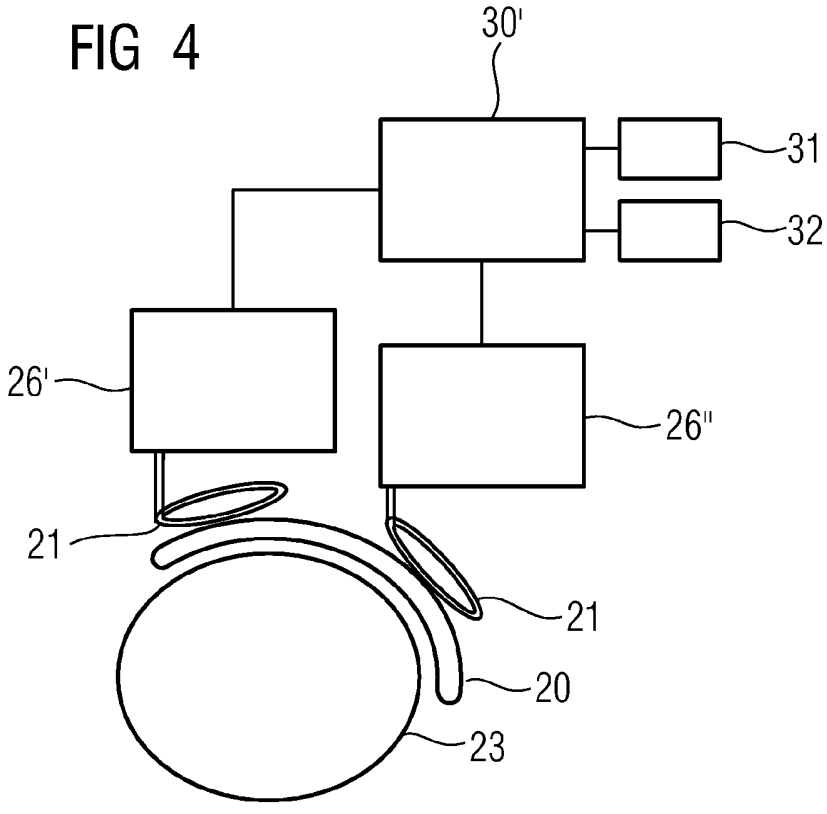


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/054738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F23C11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F23C F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 225 392 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 24 July 2002 (2002-07-24) paragraphs '0012!, '0014!, '0020!, '0021!	1-5
X	FR 1 340 937 A (ANDRE LOUIS KOVACS) 25 October 1963 (1963-10-25)	6,7
Y	the whole document	1-5,8, 14-18
Y	GB 1 140 862 A (FELIX JIRI WEINBERG; JAMES LAWTON) 22 January 1969 (1969-01-22) page 1, line 53 - line 56; figure 1	8
Y	CH 619 866 A (PAILLAUD, PIERRE; RAYMOND, JOEL) 31 October 1980 (1980-10-31)	14
A	page 2, column 2, line 21 - line 45 page 3, column 2, line 3 - line 9	1

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 January 2006	30/01/2006

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Mougey, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/054738

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2004/059209 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; BRANSTON, DAVID, WALTER; LINS, GUENTER; VE) 15 July 2004 (2004-07-15) column 4, paragraph 6 - column 5, paragraph 2	15-18
A	EP 0 775 870 A (ASEA BROWN BOVERI AG; ALSTOM AG) 28 May 1997 (1997-05-28) column 3, line 10 - line 20	1,6,15, 16
A	FR 2 594 491 A (FELLUS VICTOR) 21 August 1987 (1987-08-21) column 1, line 26 - column 2, line 3 column 3, line 18 - line 28	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/054738

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1225392 A	24-07-2002	JP 2002322917 A	08-11-2002
		US 2002092302 A1	18-07-2002
FR 1340937 A	25-10-1963	NONE	
GB 1140862 A	22-01-1969	NONE	
CH 619866 A	31-10-1980	NONE	
WO 2004059209 A	15-07-2004	DE 10260709 B3	12-08-2004
		EP 1576315 A1	21-09-2005
EP 0775870 A	28-05-1997	CN 1191335 A	26-08-1998
		DE 19542918 A1	22-05-1997
		JP 9170707 A	30-06-1997
		US 5784889 A	28-07-1998
FR 2594491 A	21-08-1987	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/054738

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
F23C11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F23C F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 225 392 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 24. Juli 2002 (2002-07-24) Absätze '0012!, '0014!, '0020!, '0021!	1-5
X	FR 1 340 937 A (ANDRE LOUIS KOVACS) 25. Oktober 1963 (1963-10-25)	6,7
Y	das ganze Dokument	1-5,8, 14-18
Y	GB 1 140 862 A (FELIX JIRI WEINBERG; JAMES LAWTON) 22. Januar 1969 (1969-01-22) Seite 1, Zeile 53 - Zeile 56; Abbildung 1	8
Y	CH 619 866 A (PAILLAUD, PIERRE; RAYMOND, JOEL) 31. Oktober 1980 (1980-10-31)	14
A	Seite 2, Spalte 2, Zeile 21 - Zeile 45 Seite 3, Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 9	1

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Januar 2006	30/01/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Mougey, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/054738

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2004/059209 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; BRANSTON, DAVID, WALTER; LINS, GUENTER; VE) 15. Juli 2004 (2004-07-15) Spalte 4, Absatz 6 - Spalte 5, Absatz 2	15-18
A	EP 0 775 870 A (ASEA BROWN BOVERI AG; ALSTOM AG) 28. Mai 1997 (1997-05-28) Spalte 3, Zeile 10 - Zeile 20	1,6,15, 16
A	FR 2 594 491 A (FELLUS VICTOR) 21. August 1987 (1987-08-21) Spalte 1, Zeile 26 - Spalte 2, Zeile 3 Spalte 3, Zeile 18 - Zeile 28	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/054738

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1225392	A	24-07-2002	JP	2002322917 A	08-11-2002
			US	2002092302 A1	18-07-2002
FR 1340937	A	25-10-1963	KEINE		
GB 1140862	A	22-01-1969	KEINE		
CH 619866	A	31-10-1980	KEINE		
WO 2004059209	A	15-07-2004	DE	10260709 B3	12-08-2004
			EP	1576315 A1	21-09-2005
EP 0775870	A	28-05-1997	CN	1191335 A	26-08-1998
			DE	19542918 A1	22-05-1997
			JP	9170707 A	30-06-1997
			US	5784889 A	28-07-1998
FR 2594491	A	21-08-1987	KEINE		