



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 211 133**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **02.05.90**

⑮ Int. Cl.⁵: **F 02 P 23/04**

⑰ Anmeldenummer: **86102234.1**

⑯ Anmeldetag: **20.02.86**

④ Verfahren zur Einbringung thermischer Energie in einen mit einem Medium gefüllten Raum und Einrichtung hierzu.

⑩ Priorität: **27.07.85 DE 3527041**

⑩ Patentinhaber: **Holz, Bernd**
Heisenbergstrasse 8
D-5010 Bergheim 1 (DE)

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.02.87 Patentblatt 87/09

⑦ Erfinder: **Holz, Bernd**
Heisenbergstrasse 8
D-5010 Bergheim 1 (DE)

⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.05.90 Patentblatt 90/18

⑧ Vertreter: **Liermann, Manfred**
Josef-Schregel-Strasse 19
D-5160 Düren (DE)

⑨ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑩ Entgegenhaltungen:
EP-A-0 055 871
US-A-2 617 841
US-A-4 138 980
US-A-4 297 983

⑩ References cited:

**PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr.
31 (M-192)1176r, 8. Februar 1983; & JP-A-57 186
067**

**PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr.
207 (M-165)1085r, 19. Oktober 1982; & JP-A-57
113 968**

**PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 1, Nr.
25, 3. März 1977, Seite 2112 M 76; & JP-A-51 141
933**

EP 0 211 133 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Einbringung thermischer Energie in einen mit einem Medium gefüllten Raum, wobei in den Raum eine Elektrode zur Abstrahlung eines Hochfrequenzfeldes hineinragt, welche mit einem von einem Leistungsschalter geschalteten Hochfrequenzgenerator verbunden ist.

Einrichtung der o.gen. Art sind in vielfältiger Form bekannt. So kann z. B. über eine Heizplatte thermische Energie in einen Kochtopf transportiert werden.

Bei einem Verbrennungsmotor wird thermische Energie durch die Einbringung und Zündung des Treibstoffs in den Zylinderraum eingebracht.

Weiter ist es möglich, thermische Energie in einem bestimmten Raum über Hochfrequenzfelder zu erzeugen. Letztgenannten Effekt wird z. B. bei modernen Backöfen ausgenützt.

Es sind weiterhin mit der US—PS 4,455,989 und 4,122,815 Zündeinrichtungen für Verbrennungsmotoren bekannt geworden, die dort als "Plasma-Zündsystem" bezeichnet werden. Es handelt sich jedoch um herkömmliche Zündeinrichtungen, bei denen der Zündfunke zwischen zwei Elektroden entsteht und durch einen Induktionsvorgang erzeugt wird. Die elektrische Entladung wird durch eine entsprechend hohe Spannung erzwungen und es erfolgt nicht ein Entladungsvorgang, verursacht durch ein Hochfrequenzfeld. Die räumliche Lage des bei dem Entladungsvorgang nach dem Stand der Technik entstehenden Funkens ist unmittelbar an die räumliche Lage der entsprechenden Elektroden gebunden.

Mit der US—A—4138980 und der EP—A1—55871 ist eine Einrichtung der eingangs beschriebenen Art in Form einer Zündeinrichtung für einen Hubkolbenverbrennungsmotor bekannt geworden. Bei diesen Einrichtungen wird von der in den Verbrennungsraum hineinragenden Elektrode ein Plasma gezündet. Der jeweils zugehörige Zylinder mit Kolben des Hubkolbenverbrennungsmotors wird hierbei als Resonator benutzt. Wegen der Hubbewegung des Kolbens unterliegt dieser Resonator jedoch einer ständigen Verstimming, so daß die Frequenz des Hochfrequenzfeldes ständig entsprechend nachgeregelt werden müßte. Dies aber erforderte einen Regelbereich vom MHz-Bereich bis hinein in den GHz-Bereich. Ein solcher Regelumfang ist technisch mit vertretbarem Aufwand nicht zu realisieren. Darüberhinaus müßte eine solche Nachregelung insbesondere bei hohen Motordrehzahlen außerordentlich schnell erfolgen, wodurch eine weitere technische Komplikation hinzukommt. Es ist jedoch möglich -und hiervon wird nach den Lehren des zuletzt genannten Standes der Technik Gebrauch gemacht- die oben gen. Problematik dadurch zu umgehen, daß man die zugeführte Leistung ausreichend stark steigert. Hierdurch wird es möglich, trotz Verstimming das gezündete Plasma über einen für eine sichere Zündung ausreichend langen Zeitraum aufrecht zu erhalten und rechtzeitig vor Erreichen des oberen Totpunktes zu

zünden. Allerdings entsteht hierdurch der Nachteil eines unakzeptabel hohen Leistungsverbrauchs, so daß eine in dieser Art konstruierte Zündeinrichtung, wegen des unverhältnismäßig hohen Leistungsverbrauchs für einen Verbrennungsmotor unbrauchbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine geeignete Einrichtung vorzuschlagen, mit welcher im Medium eines Raumes mindestens eng begrenzt örtlich durch Einbringung thermischer Energie sehr rasch eine sehr hohe Temperatur erzielt werden kann.

Diese Aufgabe ist bei einer Einrichtung der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß auf die Elektrode direkt ein Spulenresonator aufgesetzt und die Elektrode mit diesem abgestimmt ist. Um ein Plasma zu zünden, benötigt man nur sehr kurze Zeit, weil ja nur die fast masselosen Elektronen beschleunigt werden müssen. Hierzu ist eine bestimmte Hochfrequenzleistung nötig, die abhängig von dem zu ionisierenden Medium ist. Wird diese Hochfrequenzleistung abgestrahlt, entsteht das Plasma, sofern gleichzeitig die notwendige Feldstärke erreicht wird, um eine Selbstzündung des Plasmas zu bewirken. Die Temperatur des Plasmas ist hierbei abhängig von der zugeführten Leistung und von der Frequenz des Weckselfeldes. Auf diese Art und Weise kann, zudem leicht regelbar, eine gewünschte Wärmemenge in das Medium des genannten Raumes eingebracht werden und eine gewünschte Temperatur erreicht werden. Durch die Verwendung eines Spulenresonators mit unmittelbar angekopelter und darauf abgestimmter Antenne wird die Einrichtung weitgehend unabhängig von dem Raum, in den die Elektrode hineinragt und von dessen evtl. Veränderungen. Es kann nun in jedem Augenblick ein Plasma bereits mit sehr geringen Leistungen gezündert werden. Werden höhere Leistungen aufgewendet, so wird, mit nur geringen Verlusten, eine entsprechende Wärmemenge in den Raum transportiert.

Eine Einrichtung zur Einbringung thermischer Energie in einen mit einem Medium gefüllten Raum ist besonders vorteilhaft anwendbar z. B. zur Einleitung eines Verbrennungsvorganges in einer mit Brennstoff betriebenen Karftmaschine oder einem Triebwerk. Hierbei kann erfindungsgemäß mindestens zur Einleitung des Verbrennungsvorganges der Brennstoff oder das Brennstoffgemisch mittels eines Hochfrequenzfeldes ausreichender Energie auf reaktionsfähige Temperatur gebracht werden. Dabei ist zu beachten, daß hierzu nicht unbedingt der Plasmazustand, d. h. der Zustand, in dem ein Gas elektrischen Leitfähig wird, erreicht werden muß. Soweit die Reaktionstemperatur unterhalb dieser genannten Temperaturschwelle erreicht wird, ist auch dies problemlos über das Hochfrequenzfeld einregelbar. Bei Bedarf kann jedoch natürlich die Energie des Hochfrequenzfeldes auch soweit gesteigert werden, daß das Plasma entsteht. Soweit dies verfahrenstechnisch erwünscht ist, kann auch in einer ersten Stufe ein Temperaturniveau unterhalb der Plasmatemperatur eingefahren und

anschließend die Grenze zur Plasmatemperatur durch entsprechende Steuerung des Hochfrequenzfeldes überschritten werden. Hierdurch kann in beliebiger Weise der zeitliche Verlauf des Temperaturanstiegs und des Energieinhaltes gesteuert werden. Es wird also eine Hochfrequenzanregungszündung erreicht (Energie light Level Motion).

Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung ist es möglich zum Betrieb eines thermische Energie benötigenden Motors in einem im Motor benutzten Medium mittels eines Hochfrequenzfeldes ein Plasma zu zünden und dessen Energie über die Energie und/oder Frequenz des Hochfrequenzfeldes zu regeln in Abhängigkeit von der in das Medium einzubringenden thermischen Energie. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, einen Druckluftmotor zu betreiben, bei dem in einen Zylinderraum lediglich Luft unter atmosphärischem Druck eingelassen wird, die dann in sehr kurzer Zeit über ein in der Luft gezündetes Plasma auf sehr hohe Temperatur erhitzt wird, so daß sich diese Luft in Abhängigkeit von der eingebrachten Energie mehr oder weniger rasch ausdehnt und dabei z.B. einen Kolben vor sich her treiben kann. Hierdurch ist einerseits die Einbringung eines Verbrennungsmediums und dessen Verbrennung mit allen Belastungen für die Umwelt nicht mehr erforderlich und es gelingt andererseits die notwendige thermische Energie nahezu beliebig schnell einzubringen.

Es kann aber auch die erfindungsgemäße Einrichtung verwendet werden zur Zündung eines Verbrennungsmotors, wobei dann das Plasma im Verbrennungsraum des Motors zum gewünschten Zündzeitpunkt mit einer für die gewünschte Verbrennungsqualität notwendigen Temperatur und Dauer gezündet wird. Mit dem Plasma läßt sich ein wählbar großes Raumvolumen des Verbrennungsgemisches gleichzeitig entzünden, so daß eine sehr homogene Verbrennung erreicht und ein Klopfen des Motors vermieden wird. Hierbei kann die Standzeit des Plasmas beliebig gewählt werden. Es kann sogar eine Nachverbrennung über das Plasma vorgenommen werden. Bei Verwendung eines Plasmas zur Zündung des Verbrennungsgemisches sind die bisherigen Schwierigkeiten mit den üblichen Zündkerzen beseitigt. Es muß nicht mehr auf richtigen Elektrodenabstand oder auf richtigen Wärmewert der Zündkerzen geachtet werden und es tritt kein Zündkerzenverschleiß mehr ein. Auch die Gefahr einer umweltbelastenden schlechten Verbrennung durch fehlerhafte Zündkerzen ist beseitigt.

Bei Verwendung einer Plasmazündung tritt einer weiterer positiver Effekt dadurch ein, daß Ruß oder Verbrennungsrückstände im Motor eine höhere Dielektrizitätskonstante als das Verbrennungsgemisch, in dem das Plasma gezündet werden soll, aufweisen und dadurch mehr Hochfrequenzenergie absorbieren und somit verbrennen. Es kann nun sogar nach abklingender Verbrennung die Plasmazündenergie aufgeregelt werden, damit alle Restbestände des Verbrennungsgemisches mit verbrennen. Bleizusätze

beim Treibstoff können entfallen, da Klopfgefahr nicht mehr besteht. Bei Dieselmotoren kann das Vorglühen entfallen, da bei Verwendung einer Plasmazündung schon nach einigen Millisekunden die notwendige Zündtemperatur erreicht ist. Darüber hinaus können Abgase von Verbrennungsmaschinen durch die hohe Reaktionstemperatur des Plasmas in andere Stoffe überführt werden. Es entstehen Verbindungen, die normalerweise nicht erzeugbar wären, da es keine geeigneten Katalysatoren gibt, bzw. die nötige Reaktionstemperatur nicht erreicht werden kann.

Sofern die erfindungsgemäße Einrichtung als Zündeinrichtung eines Verbrennungsmotor Anwendung findet, soll die Elektrode in den Verbrennungsraum hineinragen. Hierdurch wird die notwendige Energie dort abgestrahlt, wo das Plasma zur Zündung des Verbrennungsgemisches entstehen soll.

Sofern es sich um einen Mehrzylinderverbrennungsmotor handelt, wird vorgeschlagen, daß jedem Verbrennungsraum eine Elektrode mit einem direkt aufgesetzten und abgestimmten Spulenresonator zugeordnet ist, wobei alle Elektroden mit einem für alle gemeinsamen Hochfrequenzgenerator verbunden sind. Dies ist die einfachste Bauart, bei der allerdings hingenommen werden muß, daß bei jeder Schaltung des Hochfrequenzgenerators an jeder Elektrode ein Plasma entsteht, so daß in den in der Taktfolge nicht arbeitenden Zylindern eine Blindzündung erfolgt. Ist dies nicht erwünscht oder wegen der Bauart des Motors unzulässig, so wird als Ergänzung nach der Erfindung vorgeschlagen, daß zwischen Resonator und Elektrode einerseits und Hochfrequenzgenerator andererseits eine schaltbare Trenneinrichtung vorgesehen ist, wobei von der Steuereinrichtung für die Zündung und die Zündfolge sowohl die jeweilige Trenneinrichtung als auch der Leistungsschalter für den Hochfrequenzgenerator geschaltet wird. Auf diese Art und Weise wird erreicht, daß immer nur die Elektrode ihre Energie zur Erzeugung des Plasmas abstrahlt, die dem jeweiligen Zylinder mit Arbeitstakt zugeordnet ist.

Eine Alternative kann aber nach der Erfindung auch darin bestehen, daß für jede Resonator/Elektrode-Einheit ein Hochfrequenzgenerator mit einer zugeordneten Leistungsschalter vorgesehen ist, wobei jeder Leistungsschalter über einen Steuerimpuls von der Steuereinrichtung für die Zündung und Zündfolge geschaltet wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gelingt es, sehr rasch hohe thermische Energiemengen in geschlossene Räume hineinzutransportieren. Hierbei läßt sich die Menge der Energie auf einfache Art und Weise regeln. Die zur Durchführung des Verfahrens notwendige Einrichtung ist relativ einfach und besteht im wesentlichen aus bekannten Bauelementen und Baugruppen. Die erfindungsgemäße Einrichtung ist insbesondere als Zündeinrichtung für Verbrennungsmotoren gut geeignet. Bei ihrer Anwendung eliminiert sie die mit den herkömmlichen Zündkerzen verbun-

denen Schwierigkeiten und bewirkt ein verbessertes Abgas.

Eine Einrichtung nach der Erfindung ist als Schaltbild dargestellt. Eingesetzt als Zündeinrichtung für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs beispielsweise wird ein Spannungswandler mit der Bordspannung des Bordnetzes versorgt. Der Spannungswandler liefert die Energie für einen angeschlossenen Hochfrequenzgenerator, der seinerseits über einen Leistungsschalter geschaltet wird. Am Hochfrequenzgenerator angeschlossen ist eine Elektrode, die wie eine Zündkerze in den Verbrennungsraum des Motors hineinragt, wobei direkt auf die Elektrode ein Resonator aufgesetzt ist. Dies ist erforderlich, weil ein Kabelanschluß am Ausgang des Resonators nicht möglich ist, da an dieser Stelle so hohe Feldstärke herrscht, daß dort das Plasma entstehen würde. Um ein Plasma entstehen zu lassen, wird der Hochfrequenzgenerator vom Leistungsschalter eingeschaltet, wobei der Leistungsschalter einen Steuerimpuls erhält z. B. von der Einrichtung der Maschine, die auch bisher den Impuls für die Zündung gegeben hat.

Es ist zur Erreichung eines günstigen Wirkungsgrades günstig, den Hochfrequenzgenerator mit hoher Spannung zu betreiben, weil hierdurch einerseits die Verlustwärme verringert wird und hierdurch andererseits eine höhere Hochfrequenz-Ausgangsspannung am Ausgang des Generators erreicht wird, die ja durch den Resonator auf noch höhere Werte transformiert werden muß. Hierbei setzt der Spannungswandler die ja meist niedrigere Bordspannung auf höhere Werte hinauf. Im dargestellten Fall handelt es sich um einen freischwingenden Gegentacktwandler.

Um den Leistungsbedarf gering zu halten, wird diese Gleichspannung dem Hochfrequenzgenerator nur im Moment der Zündung zugeführt. Dies übernimmt ein Leistungstransistor (Leistungsschalter in der Darstellung), der von einem Steuerimpuls geschaltet wird. Der Steuerimpuls kommt von der bereits im Kraftfahrzeug für die herkömmliche Zündung enthaltenen Einrichtung.

Der Hochfrequenzgenerator arbeitet als Leistungssoszylator. Er läßt sich so konstruieren, daß er selbst die Leistung durch erhöhte Mittkopplung im nicht angepaßten Lastfall (kurz bevor das Plasma zündet) erhöht und somit die Plasmazündung beschleunigt. Diese aus dem Hochfrequenzgenerator gewonnene Ausgangsspannung reicht jedoch nicht aus, um die Ionisation in Gang zu setzen. Der nachgeschaltet Resonator übernimmt daher die Aufgabe, diese Spannung auf den notwendigen hohen Pegel zu bringen. Dazu muß der Resonator eine hohe Güte aufweisen. Es ist hierbei zu beachten, daß die Größe eines Resonators mit höher werdender Frequenz kleiner wird. Wird also ein kleiner Resonator angestrebt, so muß mit hoher Frequenz gearbeitet werden.

Zur besseren Verständlichkeit des Schaltbildes sind dort einzelne Bauelemente mit Bezugszahlen versehen, wobei in der beigefügten Bezugszahlensliste die Benennung der entsprechenden Bauteile aufgeführt ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Entstördrossel
- 2 Ansteuertrafo für Spannungswandler
- 3 Leistungstrafo vom Spannungswandler
- 4 Schaltransistoren vom Spannungswandler
- 5 Schaltransistoren vom Spannungswandler
- 6 Gleichrichter
- 7 Schaltransistoren, die den Hochfrequenzgenerator einschalten
- 8 Hochfrequenzleistungstransistor
- 9 Drehkondensator (dient zur Anpassung)
- 10 Hochfrequenz-Drossel

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Einbringung thermischer Energie in einen mit einem Medium gefüllten Raum, wobei in den Raum eine Elektrode zur Abstrahlung eines Hochfrequenzfeldes hineinragt, welche mit einem von einem Leistungsschalter geschalteten Hochfrequenzgenerator verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Elektrode direkt ein Spulenresonator aufgesetzt und die Elektrode mit diesem abgestimmt ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum der Brennraum einer Kraftmaschine oder eines Triebwerkes ist.
3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Regelung der Energie und/oder der Frequenz des Hochfrequenzfeldes vorgesehen sind.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Räume vorgesehen sind, denen jeweils eine mit einem direkt aufgesetzten Spulenresonator abgestimmte Elektrode zugeordnet ist, wobei alle Elektroden mit einem für alle gemeinsamen Hochfrequenzgenerator verbunden sind.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Resonator und Elektrode einerseits und Hochfrequenzgenerator andererseits eine schaltbare Trenneinrichtung vorgesehen ist, wobei von der Steuereinrichtung für die Zündung und die Zündfolge sowohl die jeweilige Trenneinrichtung als auch der Leistungsschalter für den Hochfrequenzgenerator gestaltet wird.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Spulenresonator/Elektrode-Einheit ein Hochfrequenzgenerator mit einem zugeordneten Leistungsschalter vorgesehen ist, wobei jeder Leistungsschalter über einen Steuerimpuls von der Steuereinrichtung für die Zündung und Zündfolge geschaltet wird.

Revendications

1. Dispositif pour réaliser un apport d'énergie thermique dans un espace rempli d'une matière, dans lequel pénètre une électrode destinée à rayonner un champ à haute fréquence et reliée à un générateur à haute fréquence activé par un sectionneur de puissance, caractérisé en ce qu'un résonateur à bobine est monté directement sur

l'électrode et en ce que l'électrode est accordée avec ce résonateur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'espace est la chambre de combustion d'un moteur ou d'un groupe propulseur.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens pour régler l'énergie et/ou la fréquence du champ à haute fréquence.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il est prévu plusieurs espaces à chacun desquels est associée respectivement une électrode accordée au moyen d'un résonateur à bobine monté directement sur l'électrode, toutes les électrodes étant reliées à un générateur à haute fréquence, qui leur est commun.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'entre le résonateur et l'électrode d'une part et le générateur à haute fréquence d'autre part, il est prévu un dispositif de coupure commutable, chaque dispositif de coupure aussi bien que le sectionneur de puissance prévu pour le générateur à haute fréquence étant activés par le dispositif de commande de l'allumage et de la séquence d'allumage.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que pour chaque unité résonateur à bobine/électrode, il est prévu un générateur à haute fréquence comportant un sectionneur de puissance associé, chaque sectionneur de puissance étant activé par une impulsion de commande délivrée par le dispositif de commande de l'allumage et de la séquence d'allumage.

Claims

1. Device for the transmission of thermal

energy into a space filled with matter, wherein an electrode for the beaming of a high-frequency field projects into the space and is connected to a high-frequency generator controlled by a power switch, characterised in that a coil resonator is set directly on the electrode and the electrode is tuned to this.

2. Device according to claim 1, characterised in that the space is the combustion chamber of an engine or of a propulsion unit.

3. Device according to one of claims 1 and 2, characterised in that means for regulating the energy and/or the frequency of the high-frequency field are provided.

4. Device according to one of claims 1 to 3, characterised in that a plurality of spaces are provided, each of which has associated therewith an electrode tuned to a coil resonator set directly thereon, wherein all the electrodes are connected to a common high-frequency generator.

5. Device according to one of claims 1 to 4, characterised in that a switchable isolating device is provided between resonator and electrode on the one hand and high-frequency generator on the other hand, wherein both the particular isolating device and also the power switch for the high-frequency generator are switched by the control device for the ignition and the ignition sequence.

6. Device according to one of claims 1 to 5, characterised in that for each coil resonator/electrode unit there is provided a high-frequency generator with an associated power switch, wherein each power switch is switched by a control pulse from the control device for the ignition and ignition sequence.

40

45

50

55

60

65

