



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.08.2002 Patentblatt 2002/33

(51) Int Cl.7: **F23L 7/00, F23G 7/00**

(21) Anmeldenummer: **02001639.0**

(22) Anmeldetag: **24.01.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Ahmad, Mazouri, Dipl.-Ing. (FH)**
73479 Ellwangen (DE)

(74) Vertreter: **Lorenz, Werner, Dr.-Ing.**
Lorenz & Kollegen,
Alte Ulmer Strasse 2
89522 Heidenheim (DE)

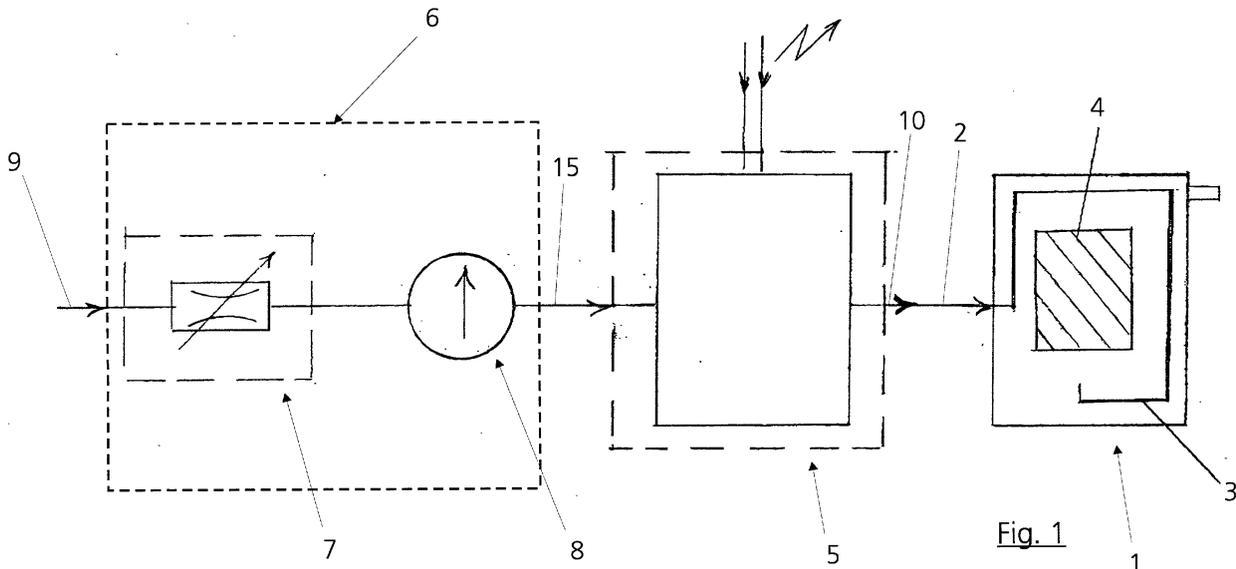
(30) Priorität: **07.02.2001 DE 20102129 U**

(71) Anmelder: **Ahmad, Mazouri, Dipl.-Ing. (FH)**
73479 Ellwangen (DE)

(54) **Verfahren zum Verbrennen von schwer verbrennbaren Materialien**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbrennen von schwer verbrennbarem Material, wobei das Material in einer Brennkammer eines Ausbrennofens (1) unter Zufuhr von Luft verbrannt wird. Die der Brennkammer des Ausbrennofens (1) zugeführte Luft wird ionisiert. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrich-

tung zum Verbrennen von schwer verbrennbarem Material, insbesondere zur Herstellung von Prototypen aus Metall. Die Vorrichtung weist hierzu einen Ausbrennofen (1) auf, der eine Brennkammer mit einem Lufteingang (2,15) aufweist, durch die die Luft in die Brennkammer einbringbar ist. Die in die Brennkammer des Ausbrennofens (1) einbringbare Luft ist ionisiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbrennen von schwer verbrennbarem Material, wobei das Material in einer Brennkammer eines Ausbrennofens unter Zufuhr von Luft verbrannt wird. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Verbrennen von schwer verbrennbarem Material gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 9.

[0002] In Ausbrennofen werden Modelle aus Wachs oder gesinterte Teile, eingebettet in Gips, Sand oder Keramik bei einer hohen Temperatur ausgeschmolzen und der verbleibende Rest mit einer noch höheren Temperatur (über 600 °C verbrannt. Dies geschieht durch die Verbrennung mit Luft in einer chemischen Reaktion.

[0003] Derartige Ausbrennofen werden beispielsweise in der Schmuckindustrie oder im Gießereibedarf eingesetzt, wobei Wachs und Giesharz gebundene Werkstoffe, die in Sand, Keramik oder Gips eingebettet sind, ausgebrannt werden.

[0004] Bei den bisher gebauten Brennöfen findet größtenteils eine unvollständige Verbrennung der eingebetteten Modelle (z.B. Wachs) statt. Dabei entstehen Rauch und Verkohlung des Restmaterials. Das verkohlte Material wird durch den Rauch nach außen getrieben und setzt sich teilweise in der Brennkammer und auch in den Formen fest.

[0005] Der durch das verkohlte Material entstehende Rauch belastet die Umwelt. Dieses Problem wird meist durch den - kostspieligen - Einsatz eines Katalysators eingeschränkt.

[0006] Das weitaus größere Problem besteht darin, daß das verkohlte Material auf den Keramik-, Gips-, oder Sandformen haften bleibt. Es verhindert die vollständige Leerung des Hohlraumes, der zum Gießen von Metallen nötig ist. Es verbindet sich außerdem mit der Schmelze und den gegossenen Teilen und führt somit zu einer schlechten Oberfläche und Fehlerbildungen der Gußteile.

[0007] Aus der Praxis sind Versuche bekannt, durch eine höhere Luftzufuhr, die Verkohlung zu verhindern oder durchzuspülen.

[0008] Viele Materialien, besonders gesinterte Teile und harzgebundene Werkstoffe, verkohlen, trotz Luftzufuhr, durch den entstandenen Temperatur-Schock, anstatt vollständig zu verbrennen.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbrennen von schwer verbrennbarem Material mittels einem Ausbrennofen zu schaffen, wobei eine annähernd rauchfreie und rückstandslose Verbrennung des Materials, möglichst bei niedrigen Temperaturen, vorzugsweise in kurzen Brennzyklen erzielt werden soll.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die der Brennkammer des Ausbrennofens zugeführte Luft ionisiert wird.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe auch durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 9 ge-

löst.

[0012] Dadurch, daß die der Brennkammer zugeführte Luft ionisiert ist, ergibt sich, wie sich in umfangreichen Versuchen gezeigt hat, eine rauchfreie und rückstandslose Verbrennung des schwer verbrennbaren Materials. Dies ist bereits bei Temperaturen von nur maximal 650 °C möglich. Darüber hinaus können kurze Brennzyklen durch einen, aus der ionisierten Luft resultierenden, schnellen Reaktionsbeginn bereits beim Aufheizen erzielt werden.

[0013] Durch die Ionisation werden Sauerstoffmoleküle (O₂) in ein Ion umgewandelt, es entsteht Ozon (O₃). Das entstandene Ozon ist ein instabiles Ion und wird sehr schnell in das Molekül (O₂) und das Atom (O) gespalten.

[0014] Das Ozon ist ein aggressives Gas, daß sich sehr schnell zerlegt. Das frei werdende O-Atom verbindet sich mit anderen O-Atomen zu einem Sauerstoffmolekül. Allerdings bevorzugen die O-Atome eine chemische Reaktion mit fremdem Material, besonders mit Kohlenstoff (C) und Kohlenmonoxid (CO). Dadurch entsteht ein Zwang zur vollständigen Verbrennung.

[0015] In vorteilhafter Weise führen somit die schwer verbrennbaren Materialien gezwungenermaßen zu einer chemischen Reaktion. Das Ergebnis ist eine saubere Verbrennung ohne Rauchbildung in der Form und in der Brennkammer. Die Brennergebnisse sind rückstandsfrei und benötigen nur einen geringen Energieverbrauch. Darüber hinaus werden Kohlenstoffniederschläge bzw. Ablagerungen in der Brennkammer vermieden. Daher ist keine geschlossene Heizspirale notwendig und es kann eine offene Heizspirale eingesetzt werden.

[0016] Durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung werden die die Gesundheit belastenden Gase und Dämpfe reduziert. Wie sich in Versuchen gezeigt hat, schont das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung die Form, so daß eine hohe mechanische Beständigkeit gewährleistet ist.

[0017] Wie sich in Versuchen gezeigt hat, können durch das erfindungsgemäße Verfahren alle bekannten 3D-Modelle aus Styropor, Polystyrol (SLS), STL-Materialien, Thermopolymeren und sogar aus mit Wachs oder Harz infiltrierter Stärke/Zellulose für den Metallfeinguß direkt in Gips, Keramik oder Sand eingebettet und bei Temperaturen um 600 °C rückstandslos ausgebrannt werden.

[0018] Dabei entstehende Schadstoffe werden ebenfalls neutralisiert. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann jedes schwer verbrennbare Material bei niedrigen Temperaturen von maximale 650 °C rauchfrei ausgebrannt werden.

[0019] Durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung lassen sich Prototypen aus Metall in besonders einfacher Weise kostengünstig und in einer hervorragenden Qualität herstellen.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung können in besonders vorteilhafte Weise für das bekannte 3D-Inkjet-Verfahren eingesetzt werden. Die durch das 3D-Inkjet-Verfahren erzeugten Modelle können für den Modellfeinguß direkt in Gipsformen eingebettet werden. Bei diesen Verfahren bestehen die Modelle aus schwer verbrennbarer, mit Wachs oder Harz infiltrierter Stärke/Zellulose. Nach umfangreichen und langwierigen Versuchen bei verschiedenen Temperaturen ist es dabei gelungen, die Modelle restlos in der Form bei niedrigen Temperaturen von maximal 650 °C rauchfrei zu verbrennen. Die Möglichkeit, die Modelle aus Stärke-Material rauchfrei und ohne Rückstände auszubrennen, verringert die Durchlaufzeiten und verbessert die Qualität der Teile erheblich.

[0021] Von Vorteil ist es, wenn die Menge der der Brennkammer zugeführten, ionisierten Luft mittels einer Luftdurchflußregeleinrichtung kontrolliert wird.

[0022] Wie sich in Versuchen herausgestellt hat, läßt sich durch eine Luftdurchflußregeleinrichtung der Verbrennungsprozeß in besonders vorteilhafter Weise steuern. Somit kann eine minimale aktivierte Luft (ionisiert) in die Brennkammer des Ausbrennofens geführt werden.

[0023] Durch die Luftdurchflußregeleinrichtung läßt sich die aufbereitete Luft kontrolliert in die Brennkammer des Ausbrennofens einbringen.

[0024] Erfindungsgemäß kann dabei vorgesehen sein, daß die Luft vor der Zufuhr in die Brennkammer mittels einer Luftionisierungseinrichtung ionisiert wird.

[0025] Die Ionisierung der Luft durch eine prinzipiell bekannte Luftionisierungseinrichtung hat sich in Versuchen als besonders geeignet und kostengünstig herausgestellt.

[0026] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen und aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell dargestellt Ausführungsbeispiel.

[0027] Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausbrennofens, einer Luftionisierungseinrichtung und einer Luftdurchflußregeleinrichtung; und

Fig. 2 eine Luftdurchflußregeleinrichtung gemäß Fig. 1 im Detail.

[0028] Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung werden anhand der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführung prinzipiell erläutert, sind jedoch darauf nicht beschränkt. Der in Fig. 1 dargestellte Ausbrennofen 1 eignet sich besonders gut zur Herstellung von Prototypen aus Metall. Der Einsatz eines derartigen Ausbrennofens 1 bzw. das Ausbrennen von schwer verbrennbarem Material kann jedoch auch aus verschiedenen anderen, dem Fachmann naheliegenden Gründen erfolgen.

[0029] Ausbrennöfen können in verschiedenen Ausführungen, beispielsweise als Kammer-, Einschubwagen- oder Haubenöfen ausgebildet sein. Die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren eignen sich für alle denkbaren Ausbrennöfen 1. Da Ausbrennöfen prinzipiell bekannt sind, ist die darin enthaltene Brennkammer nicht dargestellt.

[0030] Dem Ausbrennofen 1 wird, wie in Fig. 1 dargestellt, durch einen Lufteingang 2 ionisierte Luft zugeführt, die in der Brennkammer des Ausbrennofens 1 für eine vollständige und rauchfreie Verbrennung des schwer verbrennbaren Materialen führt.

[0031] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird die ionisierte Luft durch einen Wärmetauscher 3 unter ein Werkzeug 4 eingeblasen. Das Werkzeug 4 ist dem Fachmann geläufig und daher nicht näher dargestellt.

[0032] Wie aus Fig. 1 ebenfalls ersichtlich, wird die Luft vor der Zufuhr in den Ausbrennofen 1 bzw. dessen Brennkammer mittels einer Luftionisierungseinrichtung 5 ionisiert. Durch die Luftionisierungseinrichtung 5 wird die der Luftionisierungseinrichtung 5 zugeführte Luft vom molekularen in den Ionenzustand umgewandelt. Anschließend wird die ionisierte Luft dem Lufteingang 2 des Ausbrennofens 1 zugeführt.

[0033] Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, ist eine Luftdurchflußregeleinrichtung 6 zur dosierten Zuführung der Luft vorgesehen. In einfacher Weise läßt sich somit die Menge der in den Brennraum zugeführten, durch die Luftionisierungseinrichtung 5 ionisierten Luft kontrollieren. Die Verbrennung in dem Ausbrennofen 1 bzw. der Brennkammer läßt sich durch die Luftdurchflußregeleinrichtung 6 bzw. die zugeführte ionisierte Luft steuern.

[0034] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Luftdurchflußregeleinrichtung 6 in Strömungsrichtung der Luft derart angeordnet, daß die Luft die Luftdurchflußregeleinrichtung 6 vor der Luftionisierungseinrichtung 5 passiert. In alternativen Ausgestaltungen kann die Luftdurchflußregeleinrichtung 6 jedoch auch zwischen der Luftionisierungseinrichtung 5 und dem Ausbrennofen 1 angeordnet sein.

[0035] Wie aus Fig. 1 ebenfalls ersichtlich ist, ist die Luftdurchflußregeleinrichtung 6 mit einem Luftdruckregler 7 und einem Durchflußanzeiger 8 ausgebildet. Die Druckluft wird dabei durch den Luftdruckregler 7, der auch als Wartungseinheit bezeichnet werden kann, kontrolliert bzw. geregelt. Der Luftdruckregler 7 wird durch einen Luftdruckreglereingang 9 mit Druckluft versorgt.

[0036] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Luftionisierungseinrichtung 5 zur Umwandlung von Sauerstoff aus der Luft in Ozon, ein Bestandteil des Ausbrennofens 1 ist.

[0037] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann außerdem vorgesehen sein, daß die Luftdurchflußregeleinrichtung 6, die Brennkammer, sowie die Luftionisierungseinrichtung 5 Bestandteile des Ausbrennofens 1 sind.

[0038] Besonders vorteilhaft ist der Einsatz der Luftionisierungseinrichtung 5 mit der Luftdurchflußregel-

einrichtung 6, welche den Luftstrom in den Ausbrennofen 1 kontrolliert und somit eine rauchfreie und rückstandslose Verbrennung des Materiales in besonders geeigneter Weise ermöglicht.

[0039] Die Luftionisierungseinrichtung 5 zur Ionisierung der Luft und die Luftdurchflußregeleinrichtung 6 können als von dem Ausbrennofen 1 bzw. der Brennkammer separate und damit verbindbare Einheit ausgebildet sind. Damit ist gewährleistet, daß diese Einheit an jeden Ausbrennofen 1 angeschlossen bzw. nachgerüstet werden kann. Durch das Verbrennen von Restgasen und -dämpfen dient dieses System gleichzeitig als Katalysator.

[0040] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß die ionisierte Luft von außen in die als elektrische Brennkammer ausgebildete Brennkammer geführt wird. Alternativ dazu kann die Brennkammer auch als Gasbrennofen ausgebildet sein. Der Verbrennungsprozeß in der Brennkammer wird bis zur vollständigen Verbrennung durchgeführt.

[0041] Fig. 2 zeigt eine prinzipiell bekannte Luftionisierungseinrichtung 5. Die Luftionisierungseinrichtung 5 besteht dabei aus einem Sicherheitsschalter 10, einer Stromregeleinheit 11, einem Hochspannungstransformator 12, einem Luft-Druckbehälter 13, Ionisierungsplatten 14 sowie einem Lufteingang 15 und einem Luftausgang 16. Da derartige Luftionisierungseinrichtungen 5 prinzipiell bekannt sind, wird hierauf nicht näher eingegangen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbrennen von schwer verbrennbarem Material, wobei das Material in einer Brennkammer eines Ausbrennofens unter Zufuhr von Luft verbrannt wird,
dadurch gekennzeichnet, daß
die der Brennkammer des Ausbrennofens (1) zugeführte Luft ionisiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Luft vor der Zufuhr in die Brennkammer mittels einer Luftionisierungseinrichtung (5) ionisiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Menge der der Brennkammer zugeführten, ionisierten Luft mittels einer Luftzufuhrregeleinrichtung (6) kontrolliert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3
dadurch gekennzeichnet, daß
die ionisierte Luft von außen in die vorzugsweise als elektrische Brennkammer ausgebildete Brennkammer geführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
durch die Luftionisierungseinrichtung (5) Sauerstoff aus der Luft in Ozon umgewandelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Verbrennung in der Brennkammer durch die zugeführte Menge an ionisierter Luft gesteuert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Verbrennung in der Brennkammer bis zur vollständigen Verbrennung des zu verbrennenden Materiales durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Verbrennung mit einer niedrigen Temperatur von maximal annähernd 650 °C, vorzugsweise 600 °C, erfolgt.
9. Vorrichtung zur Verbrennung von schwer verbrennbarem Material, insbesondere zur Herstellung von Prototypen aus Metall, mit einem Ausbrennofen, der eine Brennkammer mit einem Lufteingang aufweist, durch die Luft in die Brennkammer einbringbar ist,
dadurch gekennzeichnet, daß
die in die Brennkammer des Ausbrennofens (1) einbringbare Luft ionisiert ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
vor dem Lufteingang (2) der Brennkammer eine Luftionisierungseinrichtung (5) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
eine Luftdurchflußregeleinrichtung (6) zur dosierten Zufuhr von Luft vorgesehen ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 und 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Luftdurchflußregeleinrichtung (6) in Strömungsrichtung der Luft bzw. der ionisierten Luft vor oder hinter der Luftionisierungseinrichtung (5) angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Luftdurchflußregeleinrichtung (6) einen Luftdruckregler (7) und einen Durchflußanzeiger (8) aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
die von der Luftionisierungseinrichtung (5) ionisier-

te Luft durch einen Wärmetauscher (3) in den Ausbrennofen (1) bzw. die Brennkammer einblasbar ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß 5
die Luftionisierungseinrichtung (5) zur Ionisierung
der Luft und die Luftdurchflußregeleinrichtung (6)
als von dem Ausbrennofen (1) bzw. der Brennkammer
separate und damit verbindbare Einheit ausge-
bildet ist. 10
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Luftionisierungseinrichtung (5) zur Ionisierung
der Luft, die elektrische Brennkammer sowie die 15
Luftdurchflußregeleinrichtung (6) als Bestandteile
des Ausbrennofens (1) ausgebildet sind

20

25

30

35

40

45

50

55

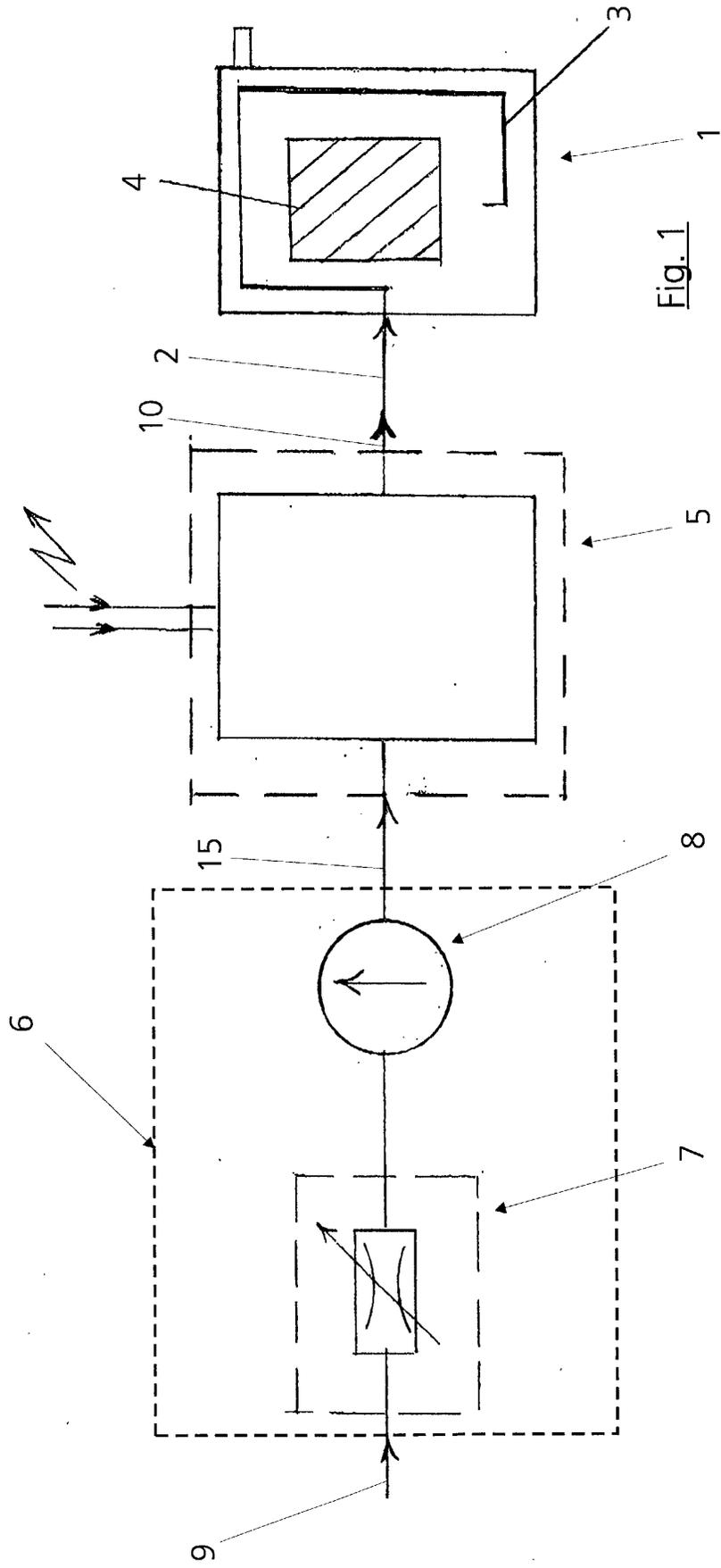


Fig. 1

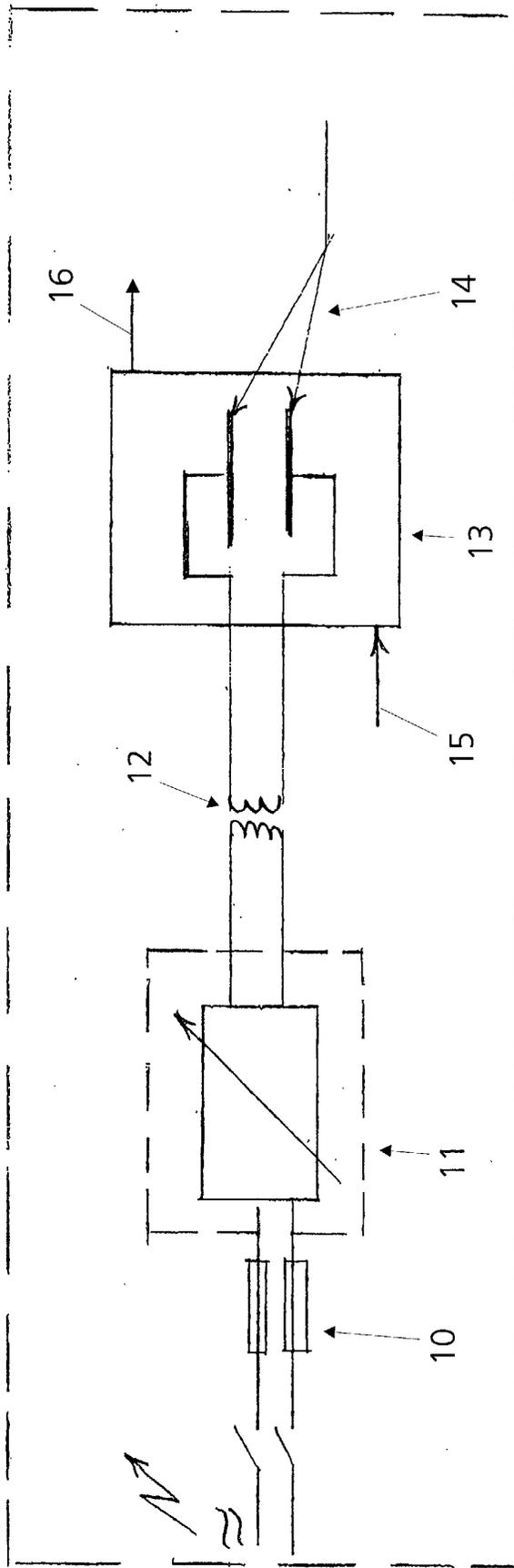


Fig. 2