



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.05.2024 Patentblatt 2024/22

(21) Anmeldenummer: **23210593.2**

(22) Anmeldetag: **17.11.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23D 14/22 ^(2006.01) **F23D 14/36** ^(2006.01)
F23D 14/60 ^(2006.01) **F23K 5/00** ^(2006.01)
F23N 1/02 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23D 14/22; F23D 14/36; F23D 14/60; F23K 5/005;
F23N 1/025; F23D 2205/00; F23D 2208/005;
F23N 2235/10; F23N 2235/14; F23N 2237/02;
F23N 2239/04

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **25.11.2022 DE 102022131222**

(71) Anmelder: **Innovatherm Prof. Dr. Leisenberg**
GmbH & Co. KG
35510 Butzbach (DE)

(72) Erfinder:
• **UHRIG, Wolfgang**
35321 Laubach (DE)
• **HEINKE, Dr. Frank**
99423 Weimar (DE)
• **BRUNE, Christoph**
61209 Echzell (DE)

(74) Vertreter: **advotec.**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft
Tappe mbB
Georg-Schlosser-Straße 6
35390 Gießen (DE)

(54) **BRENNEREINHEIT, OFEN UND VERFAHREN ZUM BETRIEB**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brenneinheit (23) für einen Ofen, insbesondere Durchlaufofen, Tunnelofen oder dergleichen, einen Ofen (13) sowie eine Verfahren zum Betrieb eines Ofens, wobei die Brenneinheit zumindest zwei Brenner (14) aufweist, die zur Verbrennung eines Brenngases ausgebildet sind, wobei die Brenneinheit eine Gasleitung und eine Luftleitung (15) zur Versorgung der Brenner mit Brenngas aufweist, wobei die

Brenneinheit zumindest ein Gasdosierventil in der Gasleitung und zumindest ein Luftdosierventil (21) in der Luftleitung aufweist, wobei das Gasdosierventil und das Luftdosierventil mittels einer gemeinsamen Steuervorrichtung steuerbar sind, wobei das Gasdosierventil ein Magnetventil als auch das Luftdosierventil ein Magnetventil (25, 26) ist.

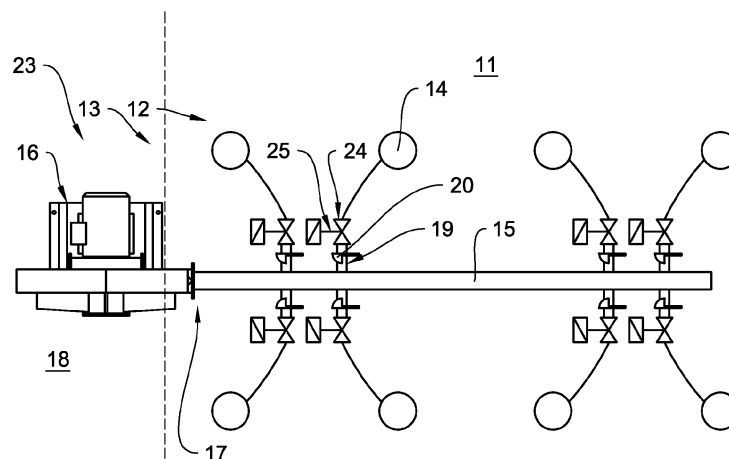


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennereinheit für einen Ofen, insbesondere Durchlaufofen, Tunnelofen, Kammerofen, Herdwagenofen oder dergleichen, sowie einen Ofen und ein Verfahren zu dessen Betrieb, wobei die Brennereinheit zumindest zwei Brenner aufweist, die zur Verbrennung eines Brenngases ausgebildet sind, wobei die Brennereinheit eine Gasleitung und eine Luftleitung zur Versorgung der Brenner mit Brenngas aufweist, wobei die Brennereinheit zumindest ein Gasdosierventil in der Gasleitung und zumindest ein Luftdosierventil in der Luftleitung aufweist, wobei das Gasdosierventil und das Luftdosierventil mittels einer gemeinsamen Steuervorrichtung steuerbar sind, wobei das Gasdosierventil ein Magnetventil ist.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind derartige Brennereinheiten bzw. Öfen mit Brennereinheiten hinreichend bekannt. Bei Durchlauföfen bzw. Tunnelöfen wird ein zu behandelndes Gut, beispielsweise keramische Produkte, durch den Ofen hindurch kontinuierlich oder periodisch in Zeitintervallen bewegt, bei Kammeröfen bzw. Herdwagenöfen kann eine Brennerleistung angepasst werden. Dabei wird das zu behandelnde Gut einem vordefinierten Temperaturprofil ausgesetzt, beispielsweise in dazu vorgesehenen Zonen des Ofens zum Anwärmen, Heizen und Kühlen oder das Temperaturprofil wird alleine in einer Zone des Ofens ausgebildet. Als Brenner werden sogenannte Gasbrenner verwendet. Die Brenner stellen Brennstoff-Dosiergeräte dar, die bei permanent vorherrschenden Temperaturen oberhalb einer Zündgrenztemperatur selbst entzündet werden.

[0003] Da Öfen zur Massenherstellung von Gütern vergleichsweise groß ausgebildet sind, ist auch stets eine Mehrzahl von Brennern erforderlich, um eine innerhalb des Ofens erforderliche Temperatur auszubilden. Die Brenner sind in einer Brennereinheit an einer dafür vorgesehenen Position am Ofen angeordnet, die Brennereinheit mit dem Brenner verbleibt fest an dem Ofen, da das Gut relativ zu den Brennern bewegt wird. Ein Ofen kann mit einer Mehrzahl von Brennereinheiten mit ihrerseits einer Mehrzahl von Brennern ausgebildet sein. Jede der Brennereinheiten weist eine Gasleitung und eine Luftleitung zur Versorgung der jeweiligen Brenner mit einem Brenngas auf. Da eine stoffliche Zusammensetzung der Luft innerhalb des Ofens unbestimmt ist, wird Gas stets zusammen mit Luft in den Ofen über den jeweiligen Brenner eingeleitet. Dadurch wird verhindert, dass es aufgrund von Sauerstoffmangel, welcher sich nachteilig auf das herzustellende Gut auswirken könnte, innerhalb des Ofens zu einer unvollständigen Verbrennung des Gases kommt und eine Explosionsgefahr besteht.

[0004] Zur Dosierung des Gases bzw. Brenngases über den Brenner in dem Ofen kann an der Gasleitung ein Gasdosierventil vorgesehen sein, welches mittels einer Steuervorrichtung angesteuert wird. Das Gasdosierventil kann ein Magnetventil sein. Derartige Magnetventile sind beispielsweise aus der EP 2 192 336 bekannt

und sind mit einem in einem Ventilgehäuse angeordneten verschiebbaren Kolben ausgebildet, der zwei Kammern gegeneinander absperrt und mittels eines Elektromagneten betätigbar ist. Über die Betätigung des Kolbens kann das Gas zu dem Brenner dosiert werden. In der Luftleitung kann ein Luftdosierventil vorgesehen sein, welches ebenfalls von der Steuervorrichtung ansteuerbar ist. Das Luftdosierventil kann durch eine betätigbare Klappe, beispielsweise mittels eines Servomotors oder pneumatisch angetrieben, ausgebildet sein. Je nach einer Menge von erforderlichen Brenngas kann die Steuervorrichtung die Klappe in der Luftleitung öffnen oder schließen bzw. in eine teilweise geöffnete Position bringen, derart, dass eine ausreichende, für eine vollständige Verbrennung erforderliche Menge an Luft dem Brenner zugeführt werden kann, wenn Brenngas in den Ofen zur Verbrennung eingeleitet wird. Nachteilig bei den zuvor beschriebenen Öfen ist jedoch, dass deren Betrieb aufgrund der regelmäßig steigenden Beschaffungskosten für Gas kostenaufwendig ist.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Brennereinheit, einen Ofen und ein Verfahren zum Betrieb eines Ofens vorzuschlagen, mit der bzw. dem ein kostengünstiger Betrieb möglich ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Brennereinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einen Ofen mit den Merkmalen des Anspruchs 9 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0007] Die erfindungsgemäße Brennereinheit für einen Ofen, insbesondere Durchlaufofen, Tunnelofen, Kammerofen, Herdwagenofen oder dergleichen, weist zumindest zwei Brenner auf, die zur Verbrennung eines Brenngases ausgebildet sind, wobei die Brennereinheit eine Gasleitung und eine Luftleitung zur Versorgung der Brenner mit Brenngas aufweist, wobei die Brennereinheit zumindest ein Gasdosierventil in der Gasleitung und zumindest ein Luftdosierventil in der Luftleitung aufweist, wobei das Gasdosierventil und das Luftdosierventil mittels einer gemeinsamen Steuervorrichtung steuerbar sind, wobei das Gasdosierventil ein Magnetventil ist, und wobei das Luftdosierventil ebenfalls ein Magnetventil ist.

[0008] Erfindungsgemäß ist das Gasdosierventil und das Luftdosierventil mittels der Steuervorrichtung steuerbar, sodass über die Steuervorrichtung ein Öffnen und Schließen des Gasdosierventils und des Luftdosierventils bewirkt werden kann. Dadurch, dass das Luftdosierventil und das Gasdosierventil jeweils ein Magnetventil ist, wird es erst möglich, das Öffnen und Schließen des Gasdosierventils und des Luftdosierventils verhältnismäßig genau aufeinander abzustimmen. So kann dann das Öffnen und Schließen im Wesentlichen synchron erfolgen.

[0009] Dies ist beim Stand der Technik nicht der Fall, insbesondere wenn als Luftdosierventil eine andere Art eines Ventils, beispielsweise eine Klappe mit einem Stellmotor oder einem pneumatischen Antrieb, verwendet wird. Hier sind die Betriebskosten vergleichsweise hoch und ist eine Betätigung des betreffenden Ventils ver-

gleichsweise träge, sodass eine Synchronisation des Gasdosierventils und des Luftdosierventils nicht ohne Weiteres möglich ist. Dadurch, dass das Gasdosierventil und das Luftdosierventil nun synchron geöffnet und geschlossen werden können, wird es möglich, Energie einzusparen. Dies ergibt sich daraus, dass ein zur Verbrennung erforderliches Luftvolumen nun verhältnismäßig genau in den Ofen dosiert werden kann. Bei der Verwendung einer anderen Art eines Ventils für das Luftdosierventil gelangt regelmäßig ein Luftvolumen in den Ofen, welches größer ist als es erforderlich wäre, damit sichergestellt ist, dass eine vollständige Verbrennung des Gases möglich ist. Daher wird gemäß dem Stand der Technik während eines schnellen Öffnens und Schließens des Gasdosierventils fortwährend Luft in den Ofen eingeleitet, da eine beispielsweise mit einem Stellmotor betätigte Luftklappe als Luftdosierventil nur vergleichsweise langsam betätigt werden kann. Da die aus einer Umgebung eines Ofens angesaugte Luft jedoch eine wesentlich niedrigere Temperatur als eine Atmosphäre in einem Ofeninneren aufweist, muss die in den Ofen eingeleitete Luft erwärmt werden, wodurch Energie und damit Gas verbraucht wird. Wird mehr Luft in den Ofen eingeleitet als benötigt, so muss auch diese Luft entsprechend erwärmt werden, wofür wiederum ein größeres Volumen an Gas benötigt wird. Dadurch, dass durch das Magnetventil eine Dosierung der Luft in den Ofen genauer an eine Menge an in den Ofen eingeleitetes Gas angepasst werden kann, kann insgesamt die Menge des verbrauchten Gases reduziert werden, wodurch bei einem dauerhaften Betrieb des Ofens große Kosteneinsparungen erzielt werden können.

[0010] Die Brenneinheit kann eine Regeleinrichtung der Steuervorrichtung umfassen, die dazu ausgebildet sein kann, einen jeweiligen Betriebszustand des Gasdosierventils und des Luftdosierventils zu synchronisieren. Die Regeleinrichtung und die Steuervorrichtung können beispielsweise in einer gemeinsamen baulichen Einheit, beispielsweise durch eine speicherprogrammierbare Steuerung, einen Computer, mit einer darauf ausgeführten Software, oder dergleichen ausgebildet sein. Alternativ können die Regeleinrichtung und die Steuervorrichtung jedoch auch durch zwei getrennte bauliche Einheiten, beispielsweise jeweils Computer, ausgebildet sein. Unter einem Betriebszustand des Gasdosierventils und des Luftdosierventils wird hier eine Stellung des jeweiligen Ventils, offen oder geschlossen, verstanden. Die Regeleinrichtung kann nun das Gasdosierventil und das Luftdosierventil so synchronisieren, dass diese im Wesentlichen zum gleichen Zeitpunkt entweder geöffnet oder geschlossen sind. Dabei kann ein geringes Voraus-eilen und /oder Verzögern eines der beiden Ventile möglich sein, beispielsweise in einem Bereich von < 3 bis 0,05 Sekunden. Somit kann sichergestellt werden, dass nicht mehr Luft als für eine vollständige Verbrennung des Gases erforderlich in den Ofen eingeleitet wird.

[0011] Die Gasleitung und die Luftleitung können zu den jeweiligen Brennern hin verzweigen, wobei die Bren-

ner an der Gasleitung und der Luftleitung parallel geschaltet sein können. An der Gasleitung und der Luftleitung können demnach Abzweige, jeweils von der Gasleitung und der Luftleitung, zu den jeweiligen Brennern hin, ausgebildet sein. Somit kann sichergestellt werden, dass die Brenner gleichmäßig mit Gas und Luft versorgt werden können. Prinzipiell wäre jedoch auch eine Reihenschaltung von Brennern an der Gasleitung und/oder Luftleitung möglich. Ein Druck in den jeweiligen Leitungen kann von 1 bar bis 3 bar betragen.

[0012] Die Brenneinheit kann je Brenner ein Gasdosierventil und ein dem Gasdosierventil zugeordnetes Luftdosierventil aufweisen. Wenn jeder Brenner über ein eigens dafür vorgesehenes Gasdosierventil und ein Luftdosierventil mit Brenngas versorgt wird, kann eine Leistung der Brenner individuell angepasst werden. So kann eine besonders gleichmäßige Temperaturverteilung innerhalb des Ofens ausgebildet werden. Auch wird dann eine besonders genaue Dosierung von Brenngas möglich.

[0013] Die Brenneinheit kann je Brenner und/oder für die gesamte Brenneinheit ein Absperrventil in der Gasleitung und/oder der Luftleitung aufweisen. Beispielsweise kann in einem Abzweig jeweils der Gasleitung und/oder der Luftleitung zu dem Brenner hin ein Absperrventil vorgesehen sein. Das Absperrventil kann ein manuell betätigbares Ventil sein. Hierdurch wird es möglich, einen einzelnen Brenner einfach auszutauschen, wenn dieser defekt sein sollte, ohne dass die gesamte Gasleitung und die Luftleitung für alle Brenner abgesperrt werden müsste. Gleichwohl kann die Brenneinheit zentral ein Absperrventil in der Gasleitung und/oder der Luftleitung für die gesamte Brenneinheit aufweisen, mit dem die Brenneinheit vollständig abschaltbar ist.

[0014] Ein Öffnungsquerschnitt des Luftdosierventils kann größer sein als ein Öffnungsquerschnitt des Gasdosierventils. So kann dann auch über das Luftdosierventil ein wesentlich größerer Volumenstrom an Luft dosiert werden, als ein Volumenstrom an Gas. Dadurch kann eine Verbrennung in einem im Wesentlichen stöchiometrischen Verhältnis ermöglicht werden. So kann auch ein Leitungsquerschnitt der Gasleitung wesentlich kleiner sein als ein Leitungsquerschnitt der Luftleitung. Darüber hinaus kann auch ein Druck in der Gasleitung wesentlich größer sein, als ein Druck in der Luftleitung. Weiter wird dadurch die Verwendung eines Lüfters zum Ansaugen und Fördern der Luft in der Luftleitung ermöglicht, wodurch auf eine Verwendung von Druckluft, deren Bereitstellung mit hohen Kosten verbunden wäre, verzichtet werden kann.

[0015] Die Brenneinheit kann zumindest 3, 4, 5, 6, 7, 8 oder mehr Brenner aufweisen. Vorzugsweise kann die Brenneinheit eine ungerade oder gerade Anzahl an Brennern aufweisen. Die Brenneinheit kann hinsichtlich der Anordnung der Brenner am Ofen symmetrisch ausgebildet sein.

[0016] Die Brenneinheit kann mit einem Lüfter zur

Förderung von Luft in die Luftleitung ausgebildet sein oder mit der Luftleitung an eine zentrale Luftverteilung eines Ofens angeschlossen sein. Der Lüfter kann an einem Ende der Luftleitung angeordnet sein und aus einer Umgebung des Ofens Luft ansaugen und in die Luftleitung einblasen bzw. fördern. Eine Brenneinheit mit einem eigens dafür vorgesehenen Lüfter ermöglicht eine flexible Anordnung der Brenneinheit am Ofen und deren Austausch, ohne dass weitere Brenneinheiten des Ofens davon beeinflusst wären. Alternativ kann die Luftleitung an eine Luftverteilung angeschlossen sein, an der ihrerseits ein derartiger Lüfter angeschlossen ist. Über die Luftverteilung wird es dann möglich, in einer Anzahl von Luftleitungen, die von der Luftverteilung verzweigen, Luft zu den Brennern zu fördern.

[0017] Der erfindungsgemäße Ofen, insbesondere Durchlaufofen, Tunnelofen, Kammerofen, Herdwagenofen oder dergleichen, umfasst zumindest eine erfindungsgemäße Brenneinheit. Der Ofen kann jedoch auch eine Mehrzahl von Brenneinheiten, insbesondere erfindungsgemäße Brenneinheiten oder auch Brenneinheiten unterschiedlicher Art, umfassen. Beispielsweise kann der Ofen 5, 10, 15, 20 oder mehr Brenneinheiten aufweisen. Die Brenneinheiten können dabei oberhalb eines Ofeninneren, beispielsweise auf einem Ofen bzw. dessen Decke oder seitlich an einem Ofen bzw. eines Ofeninneren, angeordnet sein.

[0018] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines Ofens, insbesondere Durchlaufofen, Tunnelofen, Kammerofen, Herdwagenofen oder dergleichen, wird mit zumindest zwei Brennern einer Brenneinheit des Ofens ein Brenngas verbrannt, wobei die Brenner über eine Gasleitung und eine Luftleitung mit dem Brenngas versorgt werden, wobei zumindest ein Gasdosierventil in der Gasleitung und zumindest ein Luftdosierventil in der Luftleitung mittels einer gemeinsamen Steuervorrichtung gesteuert werden, wobei eine Regeleinrichtung der Steuervorrichtung das Gasdosierventil und das Luftdosierventil synchron öffnet und schließt. Die Brenneinheit umfasst dabei die Gasleitung, die Luftleitung, das Gasdosierventil, das Luftdosierventil und die Steuervorrichtung. Zu den Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die Vorteilsbeschreibung der erfindungsgemäßen Brenneinheit verwiesen.

[0019] Ein Betriebszustand des Luftdosierventils kann nach dem Betriebszustand des Gasdosierventils, beispielsweise offen oder geschlossen, als eine Führungsgröße geregelt werden. Dadurch wird es möglich, einen Luftbedarf stets verhältnismäßig genau an eine Menge von in ein Inneres des Ofens eingeblasenen Gases anzupassen. Zur Regelung kann die Regeleinrichtung dazu beispielsweise einen PID-Regler aufweisen. Alternativ wäre es auch möglich, mittels der Steuervorrichtung das Gasdosierventil und das Luftdosierventil parallel bzw. synchron zu betreiben, ohne dass eine Regelung des Luftdosierventils nach dem Gasdosierventil vorgenommen wird.

[0020] Die Regeleinrichtung kann das Brenngas in ei-

nem stöchiometrischen Verhältnis regeln. Demnach kann dann über das Luftdosierventil die für eine stöchiometrische Verbrennung genau erforderliche Menge an Luft zu dem Gas dosiert werden. Überschüssige, über die Brenner eingebrachte Luft, die unnötigerweise im Inneren des Ofens erwärmt werden müsste, ist dann nicht vorhanden. Brenner an einem großräumigen Ofen haben nicht immer die Aufgabe ein möglichst stöchiometrisches Brenngas bzw. Brenngasgemisch in einen Ofenraum einzubringen, weil durch die prinzipiellen Betriebsart des Ofens stets ausreichend Luft im Ofenraum verfügbar ist, Sie kann jedoch nicht immer im vollen Umfang genutzt zur Verbrennung beteiligt werden. Die Brennerluft hat daher eher die Aufgabe örtlich Sauerstoff erschöpfte Bereiche zu decken,, des Weiteren zur Kühlung der Brennerlanzen beizutragen und als Vormischung mit dem Brenngas bereit zu stehen.

[0021] Die Regeleinrichtung kann das Gasdosierventil nach einer Anforderung einer Brennerleistung und/oder einer Ofentemperatur als eine Führungsgröße der Steuervorrichtung regeln. So kann die Brennerleistung und/oder die Ofentemperatur durch eine Vorgabe der Steuervorrichtung von der Regeleinrichtung verarbeitet werden. Eine Regelgröße kann beispielsweise mittels eines Sensors, insbesondere Temperatursensors, der Regeleinrichtung bestimmt werden. Die Regeleinrichtung kann neben diesem Regelkreis auch eine Mehrzahl von Regelkreisen umfassen, beispielsweise kaskadierte Regelkreise und/oder Regelkreise für die Brenneinheit und einzelne Brenner der Brenneinheit.

[0022] Ein Öffnen und Schließen kann in einem Takt von mindestens 50 Takte/Minute, bevorzugt 100 Takte/Minute, besonders bevorzugt 200 Takte/Minute, bis zu 400 Takte/Minute, erfolgen. Das Öffnen und Schließen des Gasdosierventils und des Luftdosierventils kann demnach vergleichsweise schnell erfolgen. Dieser schnelle Takt wird erst durch die Verwendung von Magnetventilen möglich. Ein Takt kann zumindest 50 ms betragen. Andere Arten von Ventilen, beispielsweise mit einer betätigbaren Klappe, wären für diesen Einsatzzweck kaum geeignet und verschleifen gegenüber Magnetventilen vergleichsweise schnell, was eine kostenaufwendige Instandsetzung erfordern würde. Weiter hat sich gezeigt, dass bei diesem Takt eine besonders starke Verwirbelung des Brenngases innerhalb des Ofen und damit eine Vergleichmäßigung der Verbrennung erzielt werden kann. Die dadurch bewirkte, gleichmäßigere Temperaturverteilung innerhalb des Ofens führt zu einer verbesserten Qualität des im Ofen behandelten Guts. So kann ein gleichmäßigeres Brennergebnis bei beispielsweise Keramiken erzielt werden.

[0023] Die Steuervorrichtung kann bei Unterschreiten einer unteren Ofentemperatur eine Abfolge von Takten eines Öffnens und Schließens initiieren und bei einem Überschreiten einer oberen Ofentemperatur die Abfolge der Takte beenden, wobei vorzugsweise die Regeleinrichtung eine Brennerleistung durch Variation von Taktabständen und/oder Taktlängen regeln kann. So kann

eine Inbetriebsetzung eines jeweiligen Brenners durch die Ausführung der Abfolge von Takten bewirkt werden. Ein Takt kann dabei unverändert lang sein. Bei einem Abschalten des jeweiligen Brenners wird die Abfolge von Takten beendet. Die Inbetriebnahme der jeweiligen Brenner kann dann erfolgen, wenn die Steuervorrichtung die untere Ofentemperatur detektiert, und das Abschalten kann dann erfolgen, wenn die Steuervorrichtung die obere Ofentemperatur detektiert. Die untere Ofentemperatur und die obere Ofentemperatur definiert somit einen Temperaturbereich, in dem der Ofen betrieben werden kann. Durch ein Variieren einer Taktfrequenz in Abhängigkeit von einem Temperatursollwert kommt es nur selten bzw. bei außergewöhnlichen Störeinflüssen zum Über- oder Unterschreiten der Temperatursollwerte.

[0024] Durch das Luftdosierventil kann Luft mit einer Temperatur von unter 100°C, bevorzugt unter 70°C, dosiert werden, wobei in dem Ofen eine Temperatur von bis zu 400°C, bevorzugt bis zu 700°C, besonders bevorzugt bis 1.000°C oder höher, ausgebildet werden kann. Dadurch, dass gegenüber der Temperatur in dem Ofen vergleichsweise kalte Luft über das Luftdosierventil dosiert wird, wird es möglich, einen Volumenstrom, der über das Luftdosierventil dosierten Luft möglichst klein auszubilden. Würde dagegen heißere Luft verwendet, wäre zwar eine Temperaturdifferenz zwischen der Luft und einer Atmosphäre in dem Ofen geringer, jedoch müsste aufgrund der Volumenausdehnung der heißeren Luft ein wesentlich größerer Volumenstrom an Luft in den Ofen gefördert werden. Die dann erforderlichen baulichen Maßnahmen sowie die Energiekosten zur Förderung, beispielsweise für Lüfter, würden eine eventuelle Ersparnis an Gas bzw. Kosten übersteigen. Ein Ofen kann daher in den angegebenen Verhältnissen einer Temperatur der Luft und einer Temperatur einer Atmosphäre des Ofens besonders kostengünstig betrieben werden.

[0025] Weitere Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus den Merkmalsbeschreibungen der auf den Vorrichtungsanspruch 1 rückbezogenen Unteransprüche.

[0026] Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

[0027] Es zeigen:

Fig. 1: eine Ausführungsform einer Brenneinheit nach dem Stand der Technik;

Fig. 2: eine weitere Ausführungsform einer Brenneinheit;

Fig. 3: eine Ausführungsform eines Magnetventils in einer Schnittdarstellung;

Fig. 4: ein Diagramm mit Betriebszuständen von Magnetventilen einer Brenneinheit.

[0028] Die **Fig. 1** zeigt eine Brenneinheit 10, wie sie

aus dem Stand der Technik bekannt ist. Die Brenneinheit 10 ist auf einer Ofendecke 11 eines Tunnels 12 eines Ofens 13 positioniert und hier in einer Draufsicht dargestellt. Die Brenneinheit 10 umfasst im Wesentlichen Brenner 14, die hier nur symbolhaft dargestellt sind und mittels derer ein Brenngas in einen Innenraum des Ofens 13, welcher hier nicht dargestellt ist, eingeleitet und dort verbrannt wird. Weiter umfasst die Brenneinheit 10 eine Luftleitung 15 und eine Gasleitung, die hier nicht dargestellt ist und die Brenner 14 mit Gas versorgt. Die Gasleitung weist Gasdosierventile auf, die jeweils einem Brenner 14 zugeordnet sind und einen Volumenstrom an Gas zu den Brennern 14 dosieren. Die Gasdosierventile sind durch Magnetventile ausgebildet.

[0029] Die Brenneinheit 10 umfasst weiter einen Lüfter 16, welcher an einem Ende 17 der Luftleitung 15 angeordnet ist, und Luft aus einer Umgebung 18 des Ofens 13 ansaugt und in die Luftleitung 15 fördert. Die Luftleitung 15 verzweigt über Abzweige 19 zu den jeweiligen Brennern 14, sodass die Brenner 14 mit Luft versorgt werden können. In den jeweiligen Abzweigen 19 der Luftleitung 15 sind Absperrventile 20 angeordnet, die manuell betätigbar sind und ein vollständiges Absperrn der Luftleitung 15 an dieser Stelle ermöglichen. Weiter ist ein Luftdosierventil 21 vorgesehen, welches hier im Wesentlichen an dem Ende 17 der Luftleitung 15 in einer Strömungsrichtung der Luft nachfolgend dem Lüfter 16 angeordnet ist. Das Luftdosierventil 21 ist mit einem Stellmotor 22 und einer hier nicht näher ersichtlichen Klappe innerhalb der Luftleitung 15 ausgebildet. Über das Luftdosierventil 21 kann ein Volumenstrom von den Brennern 14 zugeführter Luft eingestellt werden. Mittels einer hier nicht dargestellten Steuervorrichtung der Brenneinheit 10 wird das Luftdosierventil 21 so eingestellt, dass stets ausreichend Luft für eine vollständige Verbrennung des Gases innerhalb des Ofens 13 zur Verfügung steht.

[0030] Die **Fig. 2** zeigt eine Brenneinheit 23, bei der im Unterschied zur Brenneinheit aus **Fig. 1** der Lüfter 16 an dem Ende 17 der Luftleitung 15 unmittelbar an die Luftleitung 15, ohne Zwischenschaltung eines Ventils, angeschlossen ist. Dagegen ist an der Luftleitung 15 bzw. den Abzweigen 19 eigens für jeden Brenner 14 ein Luftdosierventil 24 vorgesehen, welches durch ein Magnetventil 25 ausgebildet ist. Die über den Lüfter 16 in die Luftleitung 15 eingeblasene Luft kann dann über das Luftdosierventil 24 zu dem jeweiligen Brenner 14 geleitet werden.

[0031] Die **Fig. 3** zeigt beispielhaft ein Magnetventil 26, welche für die Brenneinheit 23 Verwendung finden kann. Je nach einer Baugröße bzw. einem Leitungsquerschnitt 27 des Magnetventils 26 ist dieses als Luftdosierventil oder Gasdosierventil verwendbar. Der Leitungsquerschnitt 27 ist bei einem Luftdosierventil vergleichsweise größer als bei einem Gasdosierventil. Das Magnetventil 26 ist mit einem Ventilgehäuse 28 und einer Betätigungsverrichtung 29 ausgebildet. Die Betätigungsverrichtung 29 umfasst einen Kolben 30 und eine Elektromagnetspule 31. Das Ventilgehäuse 28 bildet eine

erste Kammer 32 und eine zweite Kammer 33 aus, die zum Anschluss an hier nicht gezeigte Medienleitungen dienen. In dem Ausführungsbeispiel ist eine mit einem Pfeil 34 gekennzeichnete, bevorzugte Durchflussrichtung eines Mediums von der Kammer 32 zu der Kammer 33 vorgesehen. Weiter ist ein Ventilsitz 35 in dem Ventilgehäuse 28 ausgebildet, welche mit einer an einem Kolben 30 angeordneten Ventildichteinrichtung 36 verschließbar ist. Der Kolben 30 wird mittels einer Feder 37 mit der Ventildichteinrichtung 36 gegen den Ventilsitz 35 gedrückt, derart, dass das Magnetventil 26 verschlossen ist. Eine Öffnung des Magnetventils 26 erfolgt durch Betätigung des Kolbens 30 mittels der Elektromagnetspule 31 und damit durch Anheben der Ventildichteinrichtung 36 von dem Ventilsitz 35. Ein gasförmiges Medium kann dann von der ersten Kammer 32 zur zweiten Kammer 33 strömen. Die Betätigung kann in einer Abfolge von Takten durch Öffnen und Schließen des Magnetventils 26 erfolgen. Der Kolben 30 weist eine hier nicht dargestellte Bypassbohrung von einigen Millimetern Durchmesser auf. Durch diese Bypassbohrung strömt Spülluft, welche einen Brennermund während einer geschlossenen Stellung des Kolbens 30 vor Überhitzung schützt.

[0032] Die Fig. 4 zeigt ein Diagramm mit einer ersten Abfolge 38 von Takten eines Öffnens und Schließens eines Gasdosierventils, wie es bei einer Brennereinheit nach der Fig. 2 Verwendung findet, bezogen auf einen zeitlichen Verlauf. Eine Linie 39 stellt hier eine Öffnungsstellung 40 und eine Schließstellung 41 des betreffenden Gasdosierventils dar. Weiter ist eine Abfolge 42 von Takten eines Öffnens und Schließens eines Luftdosierventils nach dem Stand der Technik, wie es beispielsweise bei der Brennereinheit nach der Fig. 1 Verwendung finden kann, dargestellt. Ein Öffnen und Schließen ist hier nur langsam möglich, sodass während der Schließstellung 41 des Gasdosierventils weiterhin Luft durch das Luftdosierventil strömen kann, und so überschüssige Luft in das Innere eines Ofens gelangt, die zur Erhaltung der gewünschten Ofentemperatur ergänzend erwärmt werden muss. Weiter ist eine Abfolge 43 von Takten eines Öffnens und Schließens eines Luftdosierventils dargestellt, wie es bei der Brennereinheit nach der Fig. 2 Verwendung finden kann. Hier ist die Abfolge 43 von Takten mit der Abfolge 38 von Takten soweit synchronisiert, dass eine für eine Verbrennung optimale Menge an Luft in den Ofen eingeleitet wird. Eine Erwärmung einer überschüssigen Menge an Luft in dem Ofen ist dann nicht mehr erforderlich, wodurch sich eine wesentliche Kostenersparnis ergibt.

Patentansprüche

1. Brennereinheit (23) für einen Ofen (13), insbesondere Durchlaufofen, Tunnelofen, Kammerofen, Herdwagenofen oder dergleichen, wobei die Brennereinheit zumindest zwei Brenner (14) aufweist, die zur Verbrennung eines Brenngases ausgebildet

sind, wobei die Brennereinheit eine Gasleitung und eine Luftleitung (15) zur Versorgung der Brenner mit Brenngas aufweist, wobei die Brennereinheit zumindest ein Gasdosierventil in der Gasleitung und zumindest ein Luftdosierventil (24) in der Luftleitung aufweist, wobei das Gasdosierventil und das Luftdosierventil mittels einer gemeinsamen Steuervorrichtung steuerbar sind, wobei das Gasdosierventil ein Magnetventil ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Luftdosierventil ein Magnetventil (25, 26) ist.

2. Brennereinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennereinheit (23) eine Regeleinrichtung der Steuervorrichtung umfasst, die dazu ausgebildet ist, einen jeweiligen Betriebszustand des Gasdosierventils und des Luftdosierventils (24) zu synchronisieren.

3. Brennereinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasleitung und die Luftleitung (15) zu dem jeweiligen Brenner (14) hin verzweigt ist, wobei die Brenner an der Gasleitung und der Luftleitung parallel geschaltet sind.

4. Brennereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennereinheit (23) je Brenner (14) ein Gasdosierventil und ein dem Gasdosierventil zugeordnetes Luftdosierventil (24) aufweist.

5. Brennereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennereinheit (23) je Brenner (14) und/oder für die gesamte Brennereinheit ein Absperrventil (20) in der Gasleitung und/oder der Luftleitung (15) aufweist.

6. Brennereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Öffnungsquerschnitt (27) des Luftdosierventils (25, 26) größer ist als ein Öffnungsquerschnitt des Gasdosierventils.

7. Brennereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennereinheit (23) zumindest 3, 4, 5, 6, 7, 8 oder mehr Brenner (14) aufweist.

8. Brennereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Brennereinheit (23) mit einem Lüfter (16) zur Förderung von Luft in die Luftleitung (15) ausgebildet ist oder mit der Luftleitung an eine zentrale Luftverteilung eines Ofens angeschlossen ist.

9. Ofen (13), insbesondere Durchlaufofen, Tunnelofen, Kammerofen, Herdwagenofen oder dergleichen, mit zumindest einer Brennereinheit (23) nach einem der vorangehenden Ansprüche. 5
10. Verfahren zum Betrieb eines Ofens (13), insbesondere Durchlaufofen, Tunnelofen, Kammerofen, Herdwagenofen oder dergleichen, wobei mit zumindest zwei Brennern (14) einer Brennereinheit (23) des Ofens ein Brenngas verbrannt wird, wobei die Brenner über eine Gasleitung und eine Luftleitung (15) mit dem Brenngas versorgt werden, wobei zumindest ein Gasdosierventil in der Gasleitung und zumindest ein Luftdosierventil (24) in der Luftleitung mittels einer gemeinsamen Steuervorrichtung gesteuert werden, 10
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Regeleinrichtung der Steuervorrichtung das Gasdosierventils und das Luftdosierventil synchron öffnet und schließt. 15
20
25
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Betriebszustand des Luftdosierventils (24) nach dem Betriebszustand des Gasdosierventils als eine Führungsgröße geregelt wird. 30
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regeleinrichtung das Brenngas in einem stöchiometrischen Verhältnis regelt. 35
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regeleinrichtung das Gasdosierventil nach einer Anforderung einer Brennerleistung und/oder einer Ofentemperatur als eine Führungsgröße der Steuervorrichtung regelt. 40
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Öffnen und Schließen in einem Takt von mindestens 50 Takte/Minute, bevorzugt 100 Takte/Minute, besonders bevorzugt 200 Takte/Minute, bis zu 400 Takte/Minute, erfolgt. 45
50
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuervorrichtung bei Unterschreiten einer unteren Ofentemperatur eine Abfolge von Takten eines Öffnens und Schließens initiiert und bei Überschreiten einer oberen Ofentemperatur die Abfolge der Takte beendet, wobei vorzugsweise die Regel- 55

einrichtung eine Brennerleistung durch Variation von Taktabständen und/oder Taktlängen regeln kann.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch das Luftdosierventil (24) Luft mit einer Temperatur von unter 100°C, bevorzugt unter 70°C, dosiert wird, wobei in dem Ofen (13) eine Temperatur von bis zu 400°C, bevorzugt bis zu 700°C, besonders bevorzugt bis zu 1.000°C oder höher, ausgebildet wird.

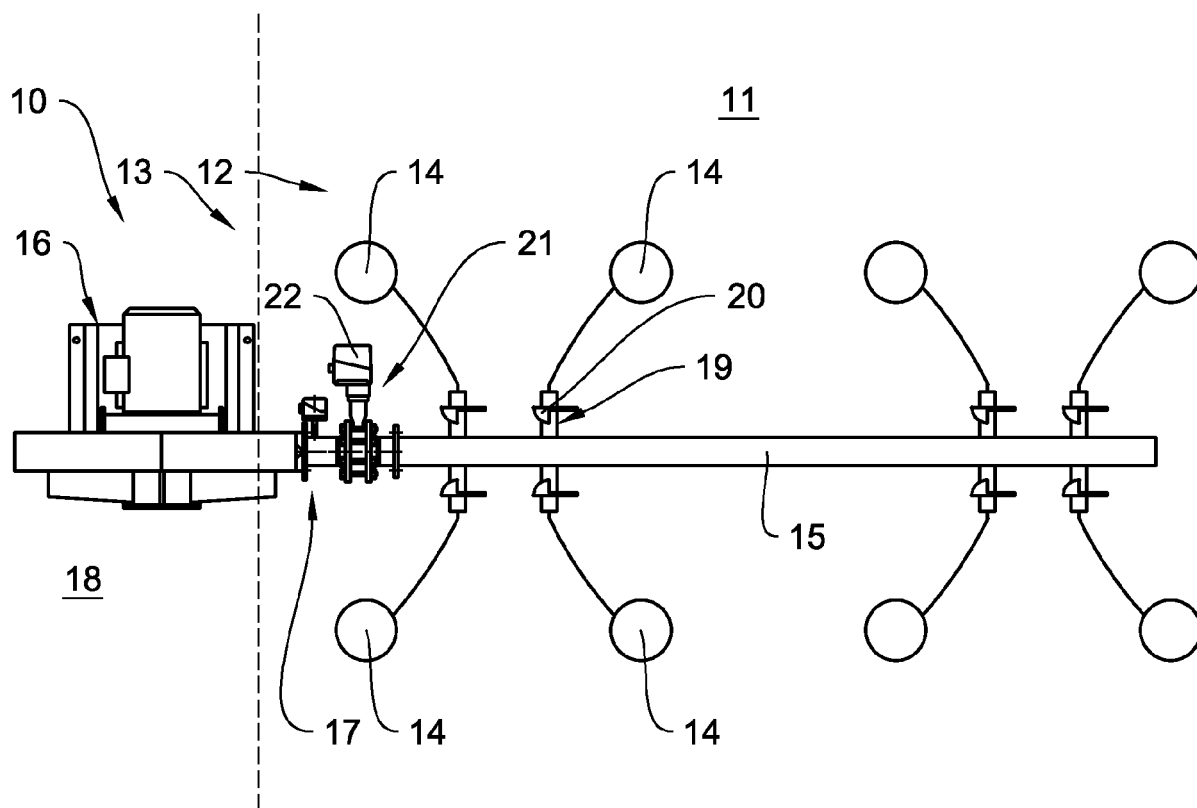


Fig. 1

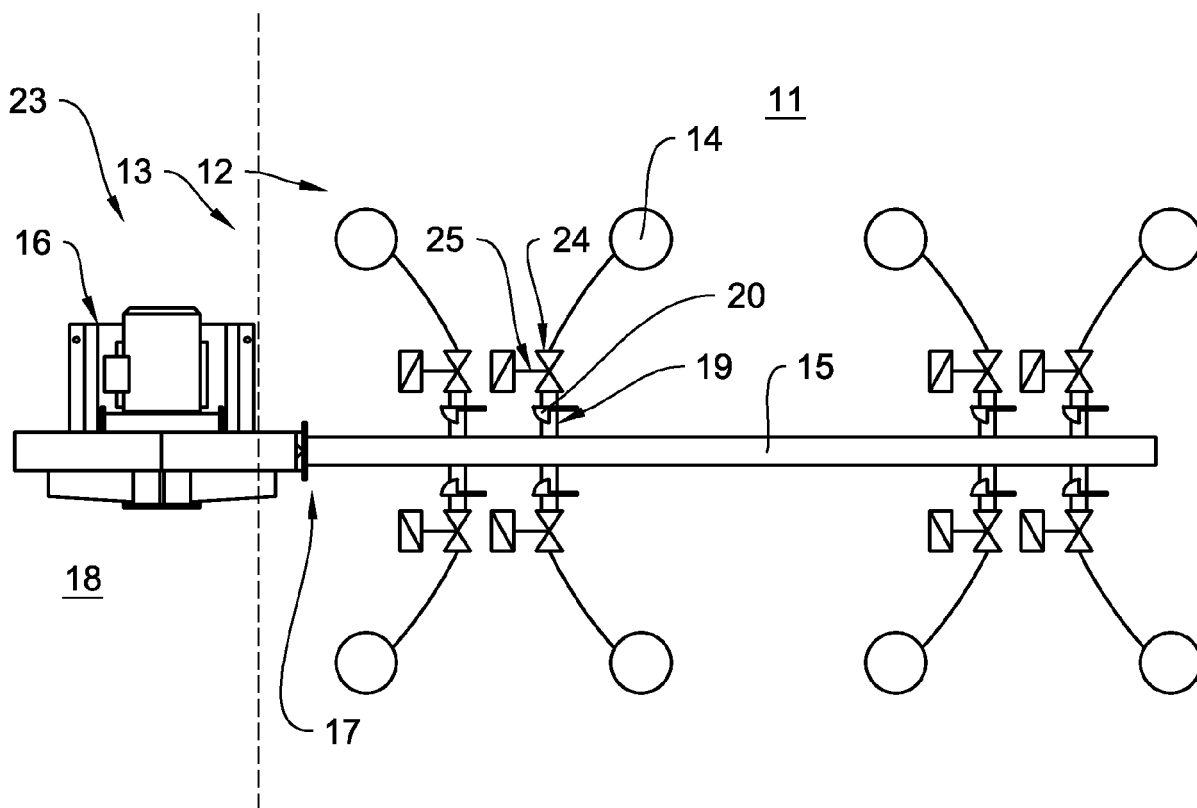


Fig. 2

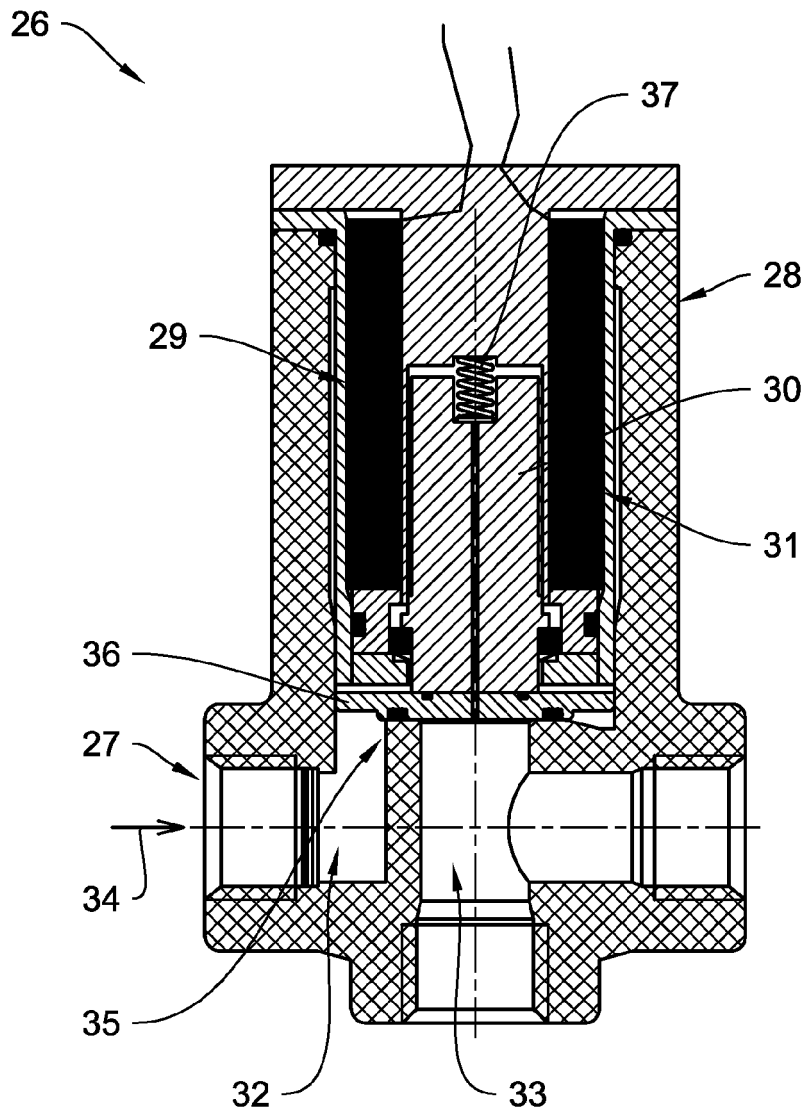


Fig. 3

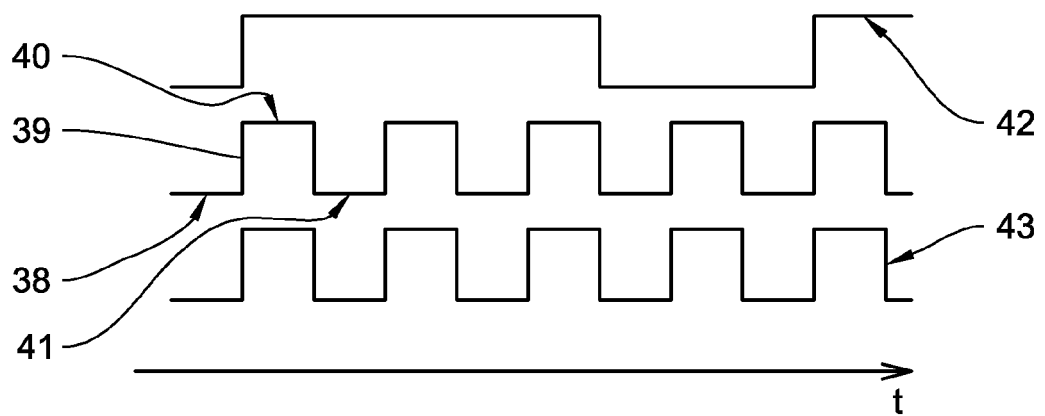


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 0593

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2016/348904 A1 (GANGOLI SHAILESH PRADEEP [US] ET AL) 1. Dezember 2016 (2016-12-01) * Seite 4, Absatz 56 - Seite 6, Absatz 74 * * Seite 7, Absatz 79 - Absatz 80 * * Abbildung 2B *	1-16	INV. F23D14/22 F23D14/36 F23D14/60 F23K5/00 F23N1/02
A,D	EP 2 192 336 A1 (INNOVATHERM PROF DR LEISENBERG GMBH & CO KG [DE]) 2. Juni 2010 (2010-06-02) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23D F23K F23N
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. März 2024	Prüfer Gavriliu, Costin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 21 0593

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-03-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2016348904 A1	01-12-2016	BR 102016011523 A2	29-11-2016	
			CA 2930904 A1	26-11-2016	
			CL 2016001253 A1	02-02-2018	
			CN 106197010 A	07-12-2016	
			EP 3106746 A1	21-12-2016	
			ES 2725024 T3	18-09-2019	
			KR 20160138914 A	06-12-2016	
			PL 3106746 T3	30-09-2019	
20			TW 201641892 A	01-12-2016	
			US 2016348904 A1	01-12-2016	
25	-----				
	EP 2192336 A1	02-06-2010	KEINE		
30	-----				
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2192336 A [0004]