

(19)



(11)

EP 3 322 935 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.05.2020 Patentblatt 2020/22

(51) Int Cl.:
F23C 99/00 ^(2006.01) **F23D 1/00** ^(2006.01)
F23G 7/10 ^(2006.01) **F23Q 7/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16723351.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/060842

(22) Anmeldetag: **13.05.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/008937 (19.01.2017 Gazette 2017/03)

(54) **KOHLENSTAUBBRENNER MIT EINSTÜCKIGER, ELEKTRISCH BEHEIZTER BRENNSTOFFDÜSE**

PULVERIZED COAL BURNER HAVING AN INTEGRALLY FORMED, ELECTRICALLY HEATED
FUEL NOZZLE

BRÛLEUR À CHARBON PULVÉRISÉ COMPRENANT UNE BUSE À COMBUSTIBLE MONOBLOC
CHAUFFÉE ÉLECTRIQUEMENT

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **16.07.2015 DE 102015111585**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.05.2018 Patentblatt 2018/21

(73) Patentinhaber: **Mitsubishi Hitachi Power Systems
Europe GmbH
47059 Duisburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **LEISSE, Alfons
45131 Essen (DE)**
• **REHFELDT, Sebastian
40489 Düsseldorf (DE)**

(74) Vertreter: **Viering, Jentschura & Partner mbB
Patent- und Rechtsanwälte
Kennedydamm 55 / Roßstrasse
40476 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 972 853 EP-A2- 2 657 604
WO-A1-2015/055443 DD-A3- 249 828
DE-A1- 3 424 272 US-A- 4 649 260**

EP 3 322 935 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf einen Brenner die Verbrennung von partikelförmigem, insbesondere staubförmigem, kohlenstoffhaltigem Brennstoff, vorzugsweise Kohle oder Biomasse, umfassend ein einen Brennstoffmassenstrom führendes Brennstoff- oder Primärluftrohr mit einer an seinem brennerrmündungsseitigen Ende ausgebildeten Brennstoffdüse, die einen Stabilisierungsring mit radial nach innen weisenden Zähnen eines Zahnkranzes und außenseitig einen sich konisch radial nach außen erweiternden Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus aufweist, und umfassend ein das Brennstoff- oder Primärluftrohr coaxial umgebendes Mantelluft- oder Sekundärluftrohr sowie vorzugsweise ein coaxial innerhalb des Brennstoff- oder Primärluftrohrs angeordnetes Kernluftrohr, wobei die Brennstoffdüse eine mindestens einen elektrischen Heiz- oder Widerstandsdraht aufweisende Heiz- und/oder Zündeinrichtung ausbildet, die innerhalb des Brenners die für die Entstehung und den Ablauf der initialen Pyrolyse und Zündung des im Brennstoff- oder Primärluftrohr geförderten Brennstoffs benötigte Wärmeenergiemenge im Bereich des sich bildenden Brennstoff-Zündortes bereitstellt.

[0002] Brenner für die Verbrennung von partikelförmigem, insbesondere staubförmigem Brennstoff, wie beispielsweise Kohle oder Biomasse und insbesondere Kohlenstaub, sind in der Vergangenheit als sogenannte "lowNO_x-Brenner" entwickelt worden. Derartige Brenner zeichnen sich durch eine besonders niedrige NO_x-Emission bei der Verbrennung von kohlenstoffhaltigem Brennstoff aus. Ein solcher Brenner ist in der EP 1 741 977 B1 offenbart. Der Brenner umfasst ein Brennstoff- oder Primärluftrohr, das an seinem brennerrmündungsseitigen Ende eine Brennstoffdüse aufweist, die einstückig ausgebildet ist und einen radial nach innen weisende Zähne aufweisenden Zahnkranz sowie außenseitig einen sich konisch radial nach außen erweiternden Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus aufweist. Das Brennstoff- oder Primärluftrohr ist coaxial von einem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr coaxial umgeben, welches seinerseits wiederum coaxial von einem Tertiärluftrohr umgeben ist. Im Zentrum des Brennstoff- oder Primärluftrohres ist coaxial zu diesem ein mit einer Zündlanze ausgestattetes Kernluftrohr angeordnet. Bei der Brennstoffdüse handelt es sich um ein einstückig, beispielsweise im Schleudergussverfahren, hergestelltes Bauteil, das den Mündungsquerschnitt des Brennstoff- oder Primärluftrohres, im Falle der Verbrennung von Kohlenstaub auch Staubrohr genannt, ausbildet. Der Stabilisierungsring hat insbesondere die Funktion, den im Brennstoff- oder Primärluftrohr geförderten Brennstoff, insbesondere Kohlenstaub, zu erfassen, seine Strömungsgeschwindigkeit zu verzögern und den Brennstoffmassenstrom umzulenken. Hierdurch werden die für die Zündung des Brennstoffs notwendigen Voraussetzungen geschaffen, die für die Wärmeübertragung auf den Brennstoff und das Austreten flüchtiger Bestandteile

notwendig sind. Bevor es zu einer Zündung des partikelförmigen Brennstoffes kommt, läuft eine initiale Pyrolyse ab und verbrennen zunächst durch die mit der Zündflamme der Zündlanze gezündeten, bei der Pyrolyse aus dem festen Brennstoff austretenden flüchtigen Bestandteile. Durch die Erfassung, Verzögerung und Umlenkung des Brennstoffes am Stabilisierungsring der Brennstoffdüse und durch die Übertragung von Wärme aus der Verbrennung des Pyrolysegases oder eines in der Zündlanze verbrannten Hilfsbrennstoffes werden die Pyrolyse und Zündung der Brennstoffpartikel unmittelbar an der Brennstoffdüse und hier vorzugsweise im Bereich des Zahnkranzes des Stabilisierungsrings bewirkt. Für eine NO_x-arme Verbrennung sind die Definition des Ortes und der Zeit der Zündung von entscheidender Bedeutung, da nur auf diese Weise die Verbrennungsverhältnisse, insbesondere die Stöchiometrie, beeinflusst werden können. Eine unbestimmte Entzündung des Brennstoffes im Feuerraum erlaubt dies nicht, da hier nur noch bedingt auf das Brennstoff-Luft-Verhältnis Einfluss genommen werden kann.

[0003] Derartige Brenner sind auch aus der DE 42 17 879 A1, der DE 43 25 643 A1 und der DE 195 27 083 A1 bekannt.

[0004] In neuerer Zeit kommen für die partikelförmigen, kohlenstoffhaltigen Brennstoff verfeuernden Kraftwerke weitere Anforderungen hinzu, die sich aus der vermehrten Einspeisung von regenerativer elektrischer Energie in das Stromnetz ergeben. Da die Einspeisung von elektrischer Energie aus regenerativen Energiequellen in das Stromnetz nicht gleichmäßig erfolgt, sondern von der Verfügbarkeit von Sonne oder Wind abhängt, ergeben sich für konventionelle, fossil befeuerte Kraftwerke höher Anforderung an die Lastflexibilität. Bei derartigen, mit partikelförmigem kohlenstoffhaltigem Brennstoff wie Kohle oder Biomasse gefeuerten Dampferzeugern wird der insbesondere staubförmige Brennstoff mit Hilfe von hierfür geeigneten, insbesondere NO_x-armen Brennern der vorstehend beschriebenen Art gemeinsam mit der erforderlichen Verbrennungsluftmenge dem Feuerraum zugeführt. Für die Aufbereitung des jeweiligen Brennstoffes sind die Brenner oder Brennergruppen einer Anzahl von Mahlanlagen oder Mühlen zugeordnet. Die jeweils aktuell abgerufene Dampferzeugerleistung wird durch die Veränderung der Mühlen- bzw. Brennerleistung und durch das Zu- bzw. Abschalten von einzelnen Mahlanlagen und der diesen jeweils zugeordneten Brennern verändert. Dies bedeutet, dass die Dampferzeugerleistung üblicherweise anhand der Anzahl der in Betrieb befindlichen Brenner oder Brennergruppen geregelt wird. Das bedeutet, dass bei einem häufigen Lastwechsel ein entsprechendes An- und Abfahren des Brenners erfolgen muss.

[0005] Gemäß der DIN EN 12952-9 darf aber ein Brenner oder eine Brennergruppe nicht gestartet werden, wenn die zugeordnete Zündfeuerung nicht in Betrieb ist, es sei denn, benachbarte Brennerebenen sind in Betrieb und stellen eine zuverlässige Zündung sicher. Bei den

bekannten NO_x-armen Brennern besteht die Zündfeuerung in der Regel aus Zündlanzen oder ähnlichen Brennern, die im Brenner angeordnet sind, und mit denen durch Verbrennung von gasförmigem oder flüssigem Hilfsbrennstoff, wie beispielsweise Erdgas oder Heizöl, die für eine Zündung des im Brenner zu verbrennenden Brennstoffes notwendige Zündflamme erzeugt wird. Außerdem umfassen derartige Zündfeuerungen eine Flammenüberwachung. Aufgrund der fluktuierenden Einspeisung von elektrischer Energie in das allgemeine öffentliche Stromnetz steigt nun die Anzahl der mit einem Dampferzeuger zu realisierenden Lastwechsel, was zwangsläufig zu einem höheren Verbrauch an Hilfswerkstoffen für die Initialzündung des jeweiligen festen, partikelförmigen Brennstoffes mittels der Zündfeuerung führt, da die Zündfeuerung solange betrieben werden muss, bis die Flammenüberwachung des jeweiligen Brenners das Signal "Feuer ein" meldet. In der Regel dauert dieser Betriebszustand einige Minuten, bis ein für die stabile Flammenausbildung ausreichender Brennstoffmassenstrom den jeweils zugehörigen Brenner erreicht.

[0006] Die Dauer ergibt sich unter anderem aus dem Zeitbedarf für die Aufbereitung des transportfähigen Brennstoffs/Brennstaubes und dem eigentlichen Transportvorgang zu dem/den Brenner(n). Bei einem häufigen Lastwechsel und damit häufigen Start- und Abfahrvorgängen einzelner Mühlen oder Mahlanlagen führt dies zu einer erheblichen Zunahme der Kosten und Aufwendungen für die beim Anfahren eines Brenners benötigten Zündbrennstoffe wie Heizöl oder Gas, was die Wirtschaftlichkeit konventioneller Stromerzeugung negativ beeinflusst.

[0007] Aus diesem Grund sind daher Lösungen entwickelt worden, die es erlauben, einzelne Brennergruppen oder Brenner vorzugsweise ausschließlich durch den Einsatz elektrischer Energie und vorzugsweise ohne den Einsatz gasförmiger oder flüssiger Brennstoffes zu starten. Für die entsprechende Ausbildung von Brennern eignet sich auch die Brennstoffdüse als deren wesentlicher Bestandteil für die kontinuierliche Zündung des Brennstoffs bei einer NO_x-armen Verbrennung und zur Auslösung der Initialzündung der Brennstoffpartikel. So offenbart die WO 2015/055443 A1 einen gattungsgemäßen Brenner, bei welchem die Brennstoffdüse mit einem Heiz- oder Widerstandsdraht versehen ist und dadurch als Heiz- und/oder Zündeinrichtung ausgebildet ist. Bei der in der WO 2015/055443 A1 beschriebenen Ausführungsform ist in das Material der Brennstoffdüse der Heiz- oder Widerstandsdraht eingearbeitet und eingelassen. Diese Ausführungsform ist allerdings mit fertigungstechnischen Problemen verbunden. So ist es äußerst schwierig den Heiz- oder Widerstandsdraht in die Brennstoffdüse einzuarbeiten und dabei dennoch die vollständige Funktion insbesondere als Widerstandsdraht mit ausreichender Wärmeübertragung sicherzustellen.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine alternative oder verbesserte Lösung zu schaf-

fen, die es ermöglicht, die mit einem Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus und einem Stabilisierungsring mit Zahnkranz ausgestattete Brennstoffdüse eines Brenners als elektrische Heiz- und/oder Zündeinrichtung für die Zündung von im Brenner geförderten Brennstoff auszubilden.

[0009] Bei einem Brenner der eingangs näher bezeichneten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Brennstoffdüse einstückig ausgebildet ist und neben dem Stabilisierungsring und dem Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus einen Brennstoff- oder Primärluftrohrabschnitt umfasst und dass in der dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr zugewandten Oberfläche des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus mindestens eine spiralförmig umlaufende Nut ausgebildet ist, in welche der mindestens eine Heiz- oder Widerstandsdraht spiralförmig in mindestens einer mehreren Windungen umfassenden Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung gewickelt ist.

[0010] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Brennstoffdüse wird ein elektrischer Heiz- oder Widerstandsdraht an einer für die Initialzündung des im Brenner, das heißt in dessen Brennstoff- oder Primärluftrohr, geförderten Brennstoffmassenstroms geeigneten Stelle in die Brennstoffdüse eines für die NO_x-arme Verbrennung ausgelegten Brenners integriert, ohne dabei die Wirkungsweise der Brennstoffdüse für den kontinuierlichen Betrieb auch nach Zündung des Brennstoffes nachteilig zu verändern. Da der Heiz- oder Widerstandsdraht außen auf die Außenoberfläche der Brennstoffdüse, insbesondere des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus, in einer oder mehreren Nuten gefasst, aufgewickelt wird, bleibt die Ausgestaltung der Brennstoffdüse mit ihren Funktionen als Teil des Brennstoff- oder Primärluftrohres, als Sekundärluftabweiskonus (Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus) und als Stabilisierungsring erhalten. Durch die Einbringung des Heiz- oder Widerstandsdrahtes in den bzw. auf den Werkstoff der Brennstoffdüse unter Beibehaltung der für die NO_x-arme Verbrennung erforderlichen Formgebung der Brennstoffdüse lässt sich in vorteilhafter Weise eine insgesamt elektrisch beheizte Brennstoffdüse ausbilden, die konstruktiv einfach aufgebaut und durch mechanisch Bearbeitung der Oberfläche der Brennstoffdüse einfach und kostengünstig herstellbar ist. Da eine Brennstoffdüse üblicherweise einer hohen thermischen Belastung aus dem Feuerraum und abrasivem Verschleiß durch den Brennstoffmassenstrom ausgesetzt ist, ist diese in der Regel aus einem hochlegiertem Stahl hergestellt. Die aus einem solchen Stahl hergestellte Brennstoffdüse lässt sich mit einem technisch und wirtschaftlich vertretbaren Aufwand an ihrer Oberfläche mechanisch gut bearbeiten. Den im Brennstoff- oder Primärluftrohr aufgrund des darin geförderten Brennstoffmassenstromes herrschenden abrasiven Verschleißbedingungen ist der Heiz- oder Widerstandsdraht bei der erfindungsgemäßen Ausbildung der Brennstoffdüse nicht ausgesetzt, da er auf der Außenfläche der Brennstoffdüse angeordnet

ist. Mit dieser Außenfläche kann er in den Mantelluft- oder Sekundärluft fördernden Strömungsbereich des Mantelluft- oder Sekundärluftrohres hineinragen, in welchem keine abrasiven Medien oder nur eine geringe Anzahl an abrasiv wirkenden Partikeln gefördert werden. Um eine Wärmeabgabe an das im Mantelluft- oder Sekundärluftrohr geförderte Medium zu vermindern, kann die Außenfläche der spiralförmigen Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung mit einem entsprechenden Isoliermaterial abgedeckt sein. Um den Wärmeeintrag und die Zündung möglichst an einer die Initialzündung des im Brennstoff- oder Primärluftrohr geförderten Brennstoffs bzw. Brennstoffmassenstroms sichernden Stelle im Brenner sicherzustellen, ist erfindungsgemäß der Heiz- oder Widerstandsdraht im Bereich des für die Initialzündung am besten geeigneten Ortes, nämlich in unmittelbarer Nähe des Stabilisierungsrings der Brennstoffdüse angeordnet, so dass der in dem Brennstoff- oder Primärluftrohr vor dem Stabilisierungsring ausgebildete Bereich eine möglichst hohe Temperatur bei einer möglichst geringen elektrischen Wärmeaufnahme und damit einem möglichst geringen elektrischen Energieverbrauch des Widerstandsdrahtes erreicht.

[0011] Schließlich wird dadurch, dass in der schrägen, sich konisch erweiternden Fläche des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus Nute oder nutförmige Vertiefungen eingearbeitet sind, in vorteilhafter Weise die Möglichkeit geschaffen, auf dieser schrägen Fläche einen Heiz- oder Widerstandsdraht mit guter wärmeübertragender Verbindung an den Materialkörper des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus und gleichzeitig eine gute Fixierung des Heiz- oder Widerstandsdrahtes auf der schräg verlaufenden Fläche zu erzielen.

[0012] Besonders zweckmäßig ist es, wenn über die gesamte Länge des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus auf dessen dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr zugewandten Oberfläche eine oder mehrere umlaufende Nute ausgebildet sind, die spiralförmig und parallel zueinander ausgerichtet sowie über den Wicklungsverlauf aneinander angrenzend und mit einer dem Durchmesser des mindestens einen Heiz- oder Widerstandsdrahtes entsprechenden Breite und Tiefe ausgeformt sind und in welche(n) der mindestens eine Heiz- oder Widerstandsdraht spiralförmig in der mehrere Windungen umfassenden Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung gewickelt ist, was die Erfindung in Ausgestaltung vorsieht.

[0013] Dadurch dass die Breite und Tiefe der Nute zumindest in etwa dem Durchmesser des Heiz- oder Widerstandsdrahtes entspricht, ist eine besonders tiefe Einbettung des Heiz- oder Widerstandsdrahtes in das Grundmaterial und den Materialkörper des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus sichergestellt und damit eine besonders gute Wärmeübertragung von dem Heiz- oder Widerstandsdraht an die anliegenden Materialbereiche erreicht.

[0014] Um eine gute elektrische Leistungsaufnahme

und eine möglichst gleichmäßige Wärmeerzeugung zu erreichen, ist es weiterhin von Vorteil, dass die Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung mehrere spiralförmig gewickelte Heiz- oder Widerstandsdrähte aufweist, wodurch sich die Erfindung ebenfalls auszeichnet.

[0015] Eine besonders gute Fixierung des mindestens einen Heiz- oder Widerstandsdrahtes oder der mehreren Heiz- oder Widerstandsdrähte in der Nut oder in den Nuten lässt sich dadurch erreichen, dass dieser/diese durch Hartlöten mit den Grundwerkstoff oder dem Körpermaterial der Brennstoffdüse verbunden werden, wobei diese Maßnahme auch eine Vergleichmäßigung der Wärmeübertragungsfläche insofern ermöglicht, als Bereiche, an denen der jeweilige Heiz- oder Widerstandsdraht nicht unmittelbar an dem Grundwerkstoff oder Körpermaterial anliegt, durch das zunächst noch schmelzflüssige Hartlot gefüllt und damit eine Wärmeübertragungsbrücke geschaffen wird. Die Erfindung zeichnet sich daher in weiterer Ausgestaltung dadurch aus, dass der mindestens eine Heiz- oder Widerstandsdraht oder die mehreren Heiz- oder Widerstandsdrähte mittels eines schmelzflüssig aufgetragenen Hartlotes stoffschlüssig mit dem Werkstoff des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus und der Brennstoffdüse verbunden ist/sind.

[0016] Um eine Wärmeabgabe auf die dem Brennstoff- oder Primärluftrohr abgewandte und der dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr zugewandten Oberflächenseite der Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung zu unterbinden oder zumindest zu verringern, ist es gemäß weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft, dass die Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung auf ihrer dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr zugewandten Oberfläche mit einem Wärmeisoliermaterial bedeckt ist.

[0017] Um eine ausreichende Verweilzeit des im Brennstoff- oder Primärluftrohr geförderten Brennstoffes oder Brennstoffmassenstroms an dem für die initiale Zündung geeigneten Ort, nämlich im Bereich des Stabilisierungsrings, sicherzustellen und gegenüber dem bekannten Stand der Technik zu verbessern, sieht die Erfindung in weiterer Ausgestaltung vor, dass auf der dem Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus abgewandten Innenseite der Brennstoffdüse im dem Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus zugewandten unmittelbaren Fußbereich des Zahnkranzes des Stabilisierungsrings eine umlaufende Stabilisierungsringnut ausgebildet ist. Dadurch, dass im Fußbereich des Zahnkranzes des Stabilisierungsrings eine umlaufende Stabilisierungsringnut ausgebildet ist, wird hier mehr Brennstoff gefangen und der Brennstoffmassenstrom intensiver aufgehalten, so dass gegenüber dem vorbekannten Stand der Technik mehr Zeit für eine Wärmeübertragung und Zündung gegeben ist.

[0018] Da der Durchmesser und die Tiefe dieser Stabilisierungsnut in einem direkten Verhältnis zum Innendurchmesser der Brennstoffdüse stehen, sieht die Erfindung schließlich auch vor, dass die Tiefe der Stabilisierungsringnut mindestens 5 % der Breite des Stabilisie-

rungs rings 5 oder des Zahnkranzes 6 beträgt.

[0019] Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 in schematischer Schnittdarstellung den grundsätzlichen Aufbau eines erfindungsgemäßen Brenners,

Fig. 2 in schematischer Schnittdarstellung eines Teiles einer Brennstoffdüse Einzelheiten deren erfindungsgemäßer Ausgestaltung und in

Fig. 3 in schematischer Perspektivdarstellung eine mit mehreren Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklungen umwickelte Brennstoffdüse.

[0020] Der insgesamt mit 1 bezeichnete Brenner umfasst ein koaxial zur Brennerlängsachse 2 angeordnetes Brennstoff- oder Primärluftrohr 3, an dessen brennermündungsseitigem Ende eine Brennstoffdüse 4 ausgebildet ist. Die Brennstoffdüse 4 ist einstückig ausgebildet und umfasst einen Stabilisierungsring 5, der einen Zahnkranz 6 mit radial nach innen weisenden Zähnen 7 aufweist sowie außenseitig einen sich konisch radial nach außen erweiternden Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus 8. Weiterhin weist die Brennstoffdüse 4 an ihrem dem Brennstoff- oder Primärluftrohr 3 zugewandten Ende einen Brennstoff- oder Primärluftrohrabschnitt 9 auf. Das Brennstoff- oder Primärluftrohr 3 ist koaxial von einem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr 10 umgeben, welches wiederum koaxial von einem Tertiärluftrohr 11 umgeben ist. Innerhalb des Brennstoff- oder Primärluftrohres 3 ist koaxial zu diesem ein Kernluftrohr 12 angeordnet, dessen Mündung innerhalb des Brennstoff- oder Primärluftrohres 3 mit Abstand zu den Zähnen 7 des Stabilisierungsrings 5 liegt. Zwischen dem Brennstoff- oder Primärluftrohr 3 und dem Kernluftrohr 12 ist ein bei dem hier dargestellten Rundbrenner kreisringförmiger Brennstoffförderquerschnitt 13 ausgebildet, in welchem ein Brennstoffmassenstrom des für die Verbrennung vorgesehenen Brennstoffes zum Mündungsbe-
reich des Brennstoff- oder Primärluftrohres 3, d.h. der Brennstoffdüse 4, gefördert wird. Bei dem hier geförderten Brennstoff handelt es sich um einen partikelförmigen, insbesondere staubförmigen, kohlenstoffhaltigen Brennstoff, vorzugsweise Kohle oder Biomasse oder Mischungen dieser Brennstoffe.

[0021] In der dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr zugewandten Oberfläche 14 des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus 8 ist mindestens eine spiralförmig auf der Oberfläche 14 umlaufende Nut 15 ausgebildet. Vorzugsweise sind mehrere spiralförmig umlaufende und parallel zueinander ausgerichtete sowie über einen Wicklungsumlauf jeweils aneinander angrenzende Nute 15 auf der Oberfläche 14 ausgebildet. Diese werden beispielsweise durch mechanische Bearbeitung der Oberfläche der einstückig, beispielsweise im Schleudergussverfahren, hergestellten Brennstoffdüse 4 erzeugt.

Die Nute 15 sind aus der Fig. 2 ersichtlich, die einen segmentartigen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Brennstoffdüse 4 oberhalb der Brennerlängsachse 2 schematisch darstellt. Die Nut(e) 15 laufen mehrgängig auf der Oberfläche 14 um und erstrecken sich in Brennerlängsrichtung über den Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus 8 und einen Teilbereich des Brennstoff- oder Primärluftrohrabschnittes 9. In eine jeweilige Nut 15 ist ein elektrischer Heiz- oder Widerstandsdraht 16 eingelassen, wobei in der Fig. 2 drei nebeneinander liegende Windungen eines Heizdrahtes 16, der eine Nut 15 eingelassen ist, andeutungsweise dargestellt sind. Auch die anderen Nute 15 sind in gleicher Weise mit einem Heiz- oder Widerstandsdraht 16 oder einem Teilabschnitt eines solchen unter Ausbildung einer mehrgängigen Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung 17 auf die Oberfläche 14 gewickelten Heiz- oder Widerstandsdrahtes 16 belegt. Auf diese Weise ist der mindestens eine Heiz- oder Widerstandsdraht 16 spiralförmig in einer mehreren Windungen umfassenden Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung 17 auf die Oberfläche 14 der Brennstoffdüse 4 gewickelt, die in Fig. 2 lediglich durch die dargestellten Heiz- oder Widerstandsdrähte 16 angedeutet ist, sich aber über die gesamte Anzahl an Nuten 15 erstreckt. Eine solche auf die Oberfläche 14 der Brennstoffdüse 4 aufgewickelte Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung 17 ist aus der Fig. 3 ersichtlich, wobei hier insgesamt drei Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklungen 17, die jeweils einen eigenen elektrischen Anschluss 21a, 21b, 21c aufweisen, in den Nuten 15 gewickelt sind. Die Breite und die Tiefe einer jeden Nut 15 ist an den Durchmesser des darin einzulegenden Heiz- oder Widerstandsdrahtes 16 angepasst, so dass eine straffe Wicklung der Heiz- oder Widerstandsdrähte 16 möglich ist und diese nicht oder allenfalls geringfügig über die Oberkante einer jeden Nut 15 hervorstehen. Der mindestens eine Heiz- oder Widerstandsdraht 16 oder die mehreren Heiz- oder Widerstandsdrähte 16 sind mittels eines schmelzflüssig aufgetragenen Hartlotes stoffschlüssig mit dem Werkstoff des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus 8 bzw. der Brennstoffdüse 4 verbunden. In nicht dargestellter Weise ist die Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung 17 auf ihrer dem Mantelluft- oder Sekundärluft 10 zugewandten Oberfläche 22 mit einem Wärmeisoliermaterial bedeckt.

[0022] Die Nute 15 werden durch mechanisch Bearbeitung in den Grundwerkstoff der Brennstoffdüse 4 eingebracht und dienen zur Führung und Befestigung des Heiz- oder Widerstandsdrahtes 16 oder der Heiz- oder Widerstandsdrähte 16 auf der konisch sich erweiternden und damit schräg verlaufenden Oberfläche 14 des Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus 8 der Brennstoffdüse 4.

[0023] Auf der dem Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus 8 abgewandten Innenseite der Brennstoffdüse 4 ist im dem Mantelluft- oder Sekundärluftabweiskonus 8 zugewandten unmittelbaren Fußbereich des Zahnkranzes 6 des Stabilisierungsrings 5 eine

umlaufenden Stabilisierungsnut 18 ausgebildet. Diese bewirkt, dass die im Brennstoffförderquerschnitt 13 geförderten Brennstoffpartikel ausreichend lang im Bereich der durch die erfindungsgemäße Ausstattung mit mindestens einem gewickelten Heiz- oder Widerstandsdraht 16 als Heiz- und/oder Zündeinrichtung 19 ausgebildeten Brennstoffdüse 4 verbleiben und eine initiale Pyrolyse und Zündung des im Brennstoff- oder Primärluftrohr 3 mit Hilfe eines Traggases, insbesondere Luft, geförderten Brennstoffs ermöglicht. Die Tiefe der Stabilisierungsnut 18 in axialer Richtung des Brenners 1 beträgt mindestens 5 % der Breite B des Stabilisierungsrings 5 oder des Zahnkranzes 6 in axialer Richtung des Brenners.

[0024] Das oder die Einspeisungsenden oder Anschlüsse 21a, 21b, 21c des oder der Heiz- oder Widerstandsdrähte 16, an welchen diese mit einer elektrischen Spannungsquelle verbunden sind, werden vorzugsweise durch das Mantelluft- oder Sekundärluftrohr 10 oder dessen Wandung aus dem Brenner 1 herausgeführt. Innerhalb des Brenners 1 werden dabei diese Versorgungsleitungen so ausgestaltet, dass sie die hier auftretenden üblichen Temperaturen von um die 300 °C langfristig aushalten.

[0025] Auf die dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr 10 zugewandte Oberfläche 22 der Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung 17 kann ein Wärmeisoliermaterial aufgelegt sein, wobei es sich vorzugsweise um ein solches mit geringer Wärmeleitfähigkeit und hoher Hitzebeständigkeit, beispielsweise mineralische Fasern, Steinwolle, Keramikwolle oder keramische Textilien handelt. Mit Hilfe der die Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung 17 bedeckenden Wärmeisolierung werden die Wärmeverluste aufgrund der konvektiven Kühlung, die die im Mantelluft- oder Sekundärluftrohr 10 geförderte Sekundärluft bewirkt, sowie Abstrahlungsverluste verringert, was zu einer Verringerung des für die gewünschte Wärmeabgabe an den Brennstoff notwendigen elektrischen Energiebedarfs führt. Außerdem bietet diese Schicht aus Isoliermaterial Schutz vor in der Sekundärluft oder Mantelluft gegebenenfalls enthaltener Asche. Zur Abdeckung kann die Isolierung bzw. das die Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung 17 bedeckende Wärmeisoliermaterial mit der äußeren Form der Brennstoffdüse 4 angepassten Bauteilen aus dünnem, hitzebeständigem Stahlblech abgedeckt, verkleidet und fixiert werden.

[0026] Mit der erfindungsgemäß ausgebildeten Brennstoffdüse 4 wird eine Heiz- und/oder Zündeinrichtung 19 geschaffen, die innerhalb des Brenners 1 die für die Entstehung und den Ablauf der initialen Pyrolyse und Zündung des im Brennstoff- oder Primärluftrohr 3 geförderten Brennstoffs benötigte Wärmeenergiemenge im Bereich des sich vorzugsweise im Bereich der Stabilisierungsnut 18 bildenden Brennstoff-Zündortes bereitstellt und ausschließlich mittels elektrischer Energie erzeugt. Der Brennstoffzündort bildet sich üblicherweise im Bereich des Stabilisierungsrings 5 aus, wozu auch die Stabilisierungsnut 18 beiträgt, die einen Rückstau des zugeführten partikelförmigen Brennstoffs und damit eine

Verzögerung der Strömungsgeschwindigkeit des durch das Brennstoff- oder Primärluftrohr 3 und dessen Brennstoffförderquerschnitt 13 zugeführten Brennstoffmassenstromes bewirkt, so dass eine ausreichende Wärmeübertragung von der ausschließlich elektrisch betriebenen Heiz- und/oder Zündeinrichtung 19 auf den Brennstoffmassenstrom, d.h. die einzelnen Brennstoffpartikel, erfolgen kann. Auf diese Weise wird hier die für die Zündung des Brennstoffs notwendige initiale Pyrolyse und dann erfolgende Zündung zunächst der Pyrolyseprodukte und dann der Brennstoffpartikel gewährleistet. Unterstützt wird die Förderung des partikelförmigen Brennstoffmassenstromes in den Bereich der Stabilisierungsnut 18 durch im Brennstoffförderquerschnitt 13 ausgebildete übliche Drallelemente 20.

[0027] Zur Temperaturregelung der Heiz- und/oder Zündeinrichtung 19 können in der Brennstoffdüse 4 oder an geeigneter Stelle des Brenners 1 Temperaturfühler, beispielsweise Thermoelemente, angeordnet sein.

Patentansprüche

1. Brenner (1) für die Verbrennung von partikelförmigem, insbesondere staubförmigem, kohlenstoffhaltigem Brennstoff, vorzugsweise Kohle oder Biomasse, umfassend ein einen Brennstoffmassenstrom führendes Brennstoff- oder Primärluftrohr (3) mit einer an seinem brennermündungsseitigen Ende ausgebildeten Brennstoffdüse (4), die einen Stabilisierungsrings (5) mit radial nach innen weisenden Zähnen (7) eines Zahnkranzes (6) und außenseitig einen sich konisch radial nach außen erweiternden Mantelluft- oder Sekundärluftabweisungskonus (8) aufweist, und umfassend ein das Brennstoff- oder Primärluftrohr (3) coaxial umgebendes Mantelluft- oder Sekundärluftrohr (10) sowie vorzugsweise ein coaxial innerhalb des Brennstoff- oder Primärluftrohrs (3) angeordnetes Kernluftrohr (12), wobei die Brennstoffdüse (4) eine mindestens einen elektrischen Heiz- oder Widerstandsdraht (16) aufweisende Heiz- und/oder Zündeinrichtung (19) ausbildet, die innerhalb des Brenners (1) die für die Entstehung und den Ablauf der initialen Pyrolyse und Zündung des im Brennstoff- oder Primärluftrohr (3) geförderten Brennstoffs benötigte Wärmeenergiemenge im Bereich des sich bildenden Brennstoff-Zündortes bereitstellt,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Brennstoffdüse (4) einstückig ausgebildet ist und neben dem Stabilisierungsrings (5) und dem Mantelluft- oder Sekundärluftabweisungskonus (8) einen Brennstoff- oder Primärluftrohrabschnitt (9) umfasst und dass in der dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr (10) zugewandten Oberfläche (14) des Mantelluft- oder Sekundärluftabweisungskonus (8) mindestens eine spiralförmig umlaufende Nut (15) ausgebildet ist, in welche der mindestens eine

Heiz- oder Widerstandsdraht (16) spiralförmig in mindestens einer mehrere Windungen umfassenden Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung (17) gewickelt ist.

2. Brenner (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die gesamte Länge des Mantelluft- oder Sekundärluftabweisungskonus (8) auf dessen dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr (10) zugewandten Oberfläche (14) eine oder mehrere umlaufende Nute (15) ausgebildet sind, die spiralförmig und parallel zueinander ausgerichtet sowie über den Wicklungsverlauf aneinander angrenzend und mit einer dem Durchmesser des mindestens einen Heiz- oder Widerstandsdrahtes (16) entsprechenden Breite und Tiefe ausgeformt sind und in welche(n) der mindestens eine Heiz- oder Widerstandsdraht (16) spiralförmig in der mehrere Windungen umfassenden Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung (17) gewickelt ist. 5
10
15
20
3. Brenner (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung (17) mehrere spiralförmig gewickelte Heiz- oder Widerstandsdrähte (16) aufweist. 25
4. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Heiz- oder Widerstandsdraht (16) oder die mehreren Heiz- oder Widerstandsdrähte (16) mittels eines schmelzflüssig aufgetragenen Hartlotestoffschlüssig mit dem Werkstoff des Mantelluft- oder Sekundärluftabweisungskonus (8) und der Brennstoffdüse (4) verbunden ist/sind. 30
35
5. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heiz- oder Widerstandsdrahtwicklung (17) auf ihrer dem Mantelluft- oder Sekundärluftrohr (3) zugewandten Oberfläche (22) mit einem Wärmeisoliermaterial bedeckt ist. 40
6. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der dem Mantelluft- oder Sekundärluftabweisungskonus (8) abgewandten Innenseite der Brennstoffdüse (4) im dem Mantelluft- oder Sekundärluftabweisungskonus (8) zugewandten unmittelbaren Fußbereich des Zahnkranzes (6) des Stabilisierungsringes (5) eine umlaufende Stabilisierungsringnut (18) ausgebildet ist. 45
50
7. Brenner (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe der Stabilisierungsringnut (18) mindestens 5 % der Breite (B) des Stabilisierungsrings (5) oder des Zahnkranzes (6) beträgt. 55

Claims

1. Burner (1) for burning particulate, in particular powdered, carbon-containing fuel, preferably coal or biomass, comprising a fuel or primary air tube (3) carrying a fuel mass flow including a fuel nozzle (4) formed at its burner mouth side end, which comprises a stabilizing ring (5) with radially inwardly oriented teeth (7) of a toothed ring (6) and on the outside a conically radially outwardly widening jacket air or secondary air rejection cone (8), and comprising a jacket air or secondary air tube (10) coaxially surrounding the fuel or primary air tube (3) and preferably a core air tube (12) arranged coaxially inside the fuel or primary air tube (3), the fuel nozzle (4) forming a heating and/or ignition device (19) having at least one electric heating or resistance wire (16), which, within the burner (1), provides the amount of thermal energy required for the formation and the process of the initial pyrolysis and ignition of the fuel conveyed in the fuel or primary air tube (3) in the region of the fuel ignition point being formed, **characterized in that** the fuel nozzle (4) is formed in one piece and comprises a fuel or primary air tube section (9) in addition to the stabilizing ring (5) and the jacket air or secondary air rejection cone (8), and **in that** at least one spirally peripheral groove (15) is formed in the surface (14) of the jacket air or secondary air rejection cone (8) facing the jacket air or secondary air tube (10), in which the at least one heating or resistance wire (16) is wound spirally in at least one heating or resistance wire winding (17) comprising several windings. 5
10
15
20
25
30
35
2. Burner (1) according to claim 1, **characterized in that** over the entire length of the jacket air or secondary air rejection cone (8) on its surface (14) facing the jacket air or secondary air tube (10) one or more circumferential grooves (15) are formed, which are aligned spirally and parallel to one another and are formed adjacent to one another over the course of the winding and with a width and depth corresponding to the diameter of the at least one heating or resistance wire (16), and in which the at least one heating or resistance wire (16) is wound spirally in the heating or resistance wire winding (17) comprising several windings. 40
45
50
3. Burner (1) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the heating or resistance wire winding (17) comprises several spirally wound heating or resistance wires (16). 55
4. Burner (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one heating or resistance wire (16) or the several heating or resistance wires (16) is/are materially bonded to the

material of the jacket air or secondary air rejection cone (8) and the fuel nozzle (4) by means of a molten applied brazing alloy.

5. Burner (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the heating or resistance wire winding (17) is covered with a heat insulating material on its surface (22) facing the jacket air or secondary air tube (3).
6. Burner (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a circumferential stabilizing ring groove (18) is formed on the inner side of the fuel nozzle (4) facing away from the jacket air or secondary air rejection cone (8) in the immediate foot region of the toothed ring (6) of the stabilizing ring (5) facing the jacket air or secondary air rejection cone (8).
7. Burner (1) according to claim 6, **characterized in that** the depth of the stabilizing ring groove (18) is at least 5 % of the width (B) of the stabilizing ring or the toothed ring (6).

Revendications

1. Brûleur (1) pour la combustion d'un carburant contenant du carbone, sous forme de particules, plus particulièrement sous forme de poussières, de préférence du charbon ou de la biomasse, comprenant un tube de carburant ou d'air primaire (3) conduisant un flux massique de carburant, avec une buse de carburant (4), réalisée à son extrémité du côté de l'embouchure du brûleur, qui comprend un anneau de stabilisation (5) avec des dents (7), orientées radialement vers l'intérieur, d'une couronne dentée (6) et, à l'extérieur, un cône de déviation d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (8), et comprenant un tube d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (10) entourant de manière coaxiale le tube de carburant ou d'air primaire (3) ainsi que, de préférence, un tube d'air central (12) disposé coaxialement à l'intérieur du tube de carburant ou d'air primaire (3), dans lequel la buse de carburant (4) forme un dispositif de chauffage et/ou d'allumage (19) comprenant au moins un fil électrique de chauffage ou de résistance (16), qui met à disposition, à l'intérieur du brûleur (1), la quantité d'énergie thermique nécessaire pour l'apparition et le déroulement de la pyrolyse initiale et de l'allumage du carburant transporté dans le tube de carburant ou d'air primaire (3) au niveau de la zone d'allumage du carburant, **caractérisé en ce que** la buse de carburant (4) est réalisée d'une seule pièce et comprend, en plus de l'anneau de stabilisation (5) et du cône de déviation d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (8), une portion de tube de carburant ou

d'air primaire (9) et **en ce que**, dans la surface (14) orientée vers le tube d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (10) du cône de déviation d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (8), est réalisée au moins une rainure périphérique en spirale (15), dans laquelle l'au moins un fil de chauffage ou de résistance (16) est enroulé en spirale selon au moins un enroulement de fil de chauffage ou de résistance (17) comprenant plusieurs spires.

2. Brûleur (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, sur toute la longueur du cône de déviation d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (8), sur la surface (14), orientée vers le tube d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (10), de celui-ci, sont réalisées une ou plusieurs rainures périphériques (15), qui sont réalisées en spirale et sont orientées parallèlement entre elles et sont adjacentes entre elles sur l'étendue de l'enroulement et sont réalisées avec une largeur et une profondeur correspondant au diamètre de l'au moins un fil de chauffage ou de résistance (16) et dans la ou lesquelles l'au moins un fil de chauffage ou de résistance (16) est enroulé dans l'enroulement de fil de chauffage ou de résistance (17) comprenant plusieurs spires.
3. Brûleur (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'enroulement de fil de chauffage ou de résistance (17) comprend plusieurs fils de chauffage ou de résistance (16) enroulés en spirale.
4. Brûleur (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'au moins un fil de chauffage ou de résistance (16) ou les plusieurs fils de chauffage ou de résistance (16) est/sont relié(s), par liaison de matière, au moyen d'un brasage dur appliqué par fusion, avec le matériau du cône de déviation d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (8) et de la buse de carburant (4).
5. Brûleur (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'enroulement de fil de chauffage ou de résistance (17) est recouvert, sur sa surface (22) orientée vers le tube d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (3), avec un matériau d'isolation thermique.
6. Brûleur (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, sur le côté interne, opposé au cône de déviation d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (8), de la buse de carburant (4), est réalisée, directement dans la zone de pied, orientée vers le cône de déviation d'air d'enveloppe ou d'air secondaire (8), de la couronne dentée (6) de l'anneau de stabilisation (5), une rainure de stabilisation périphérique (18).
7. Brûleur (1) selon la revendication 6, **caractérisé en**

ce que la profondeur de la rainure de stabilisation (18) représente au moins 5 % de la largeur (B) de l'anneau de stabilisation (5) ou de la couronne dentée (6).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

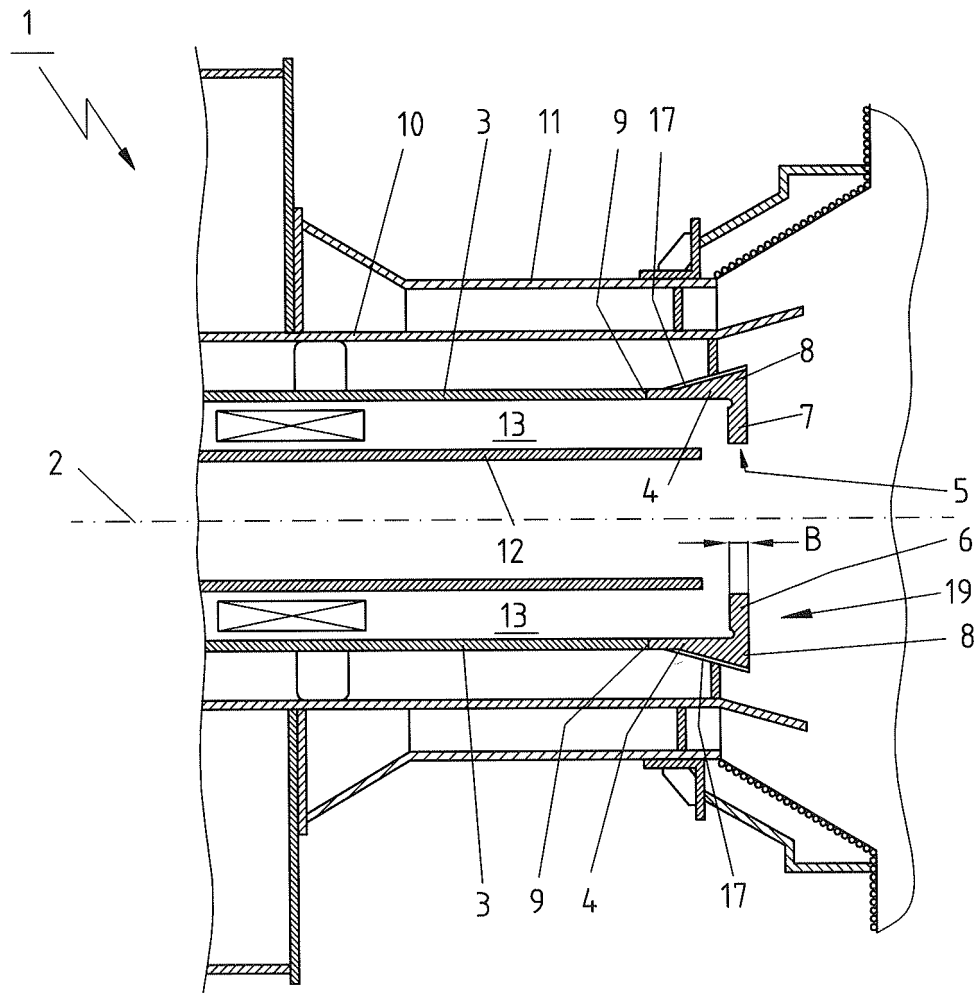
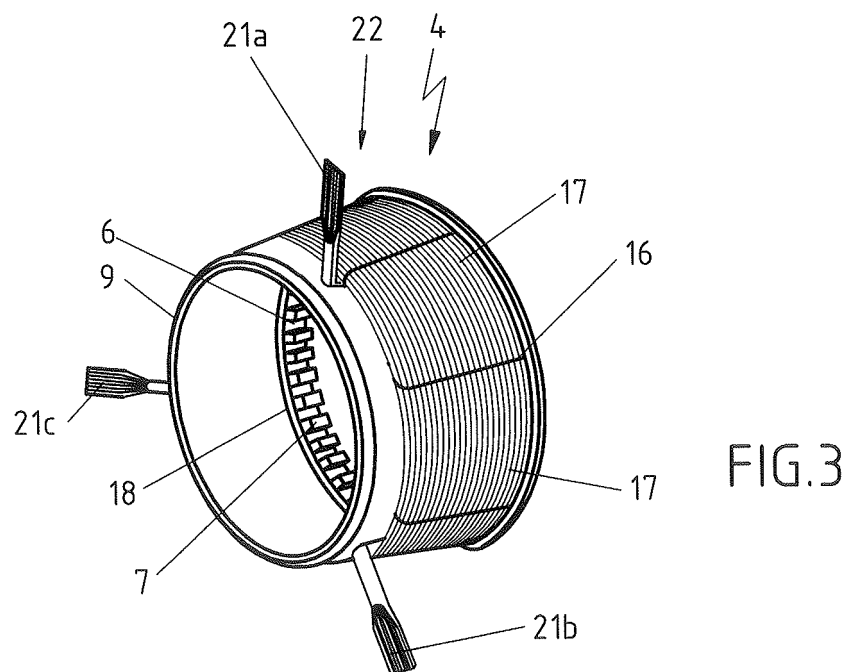
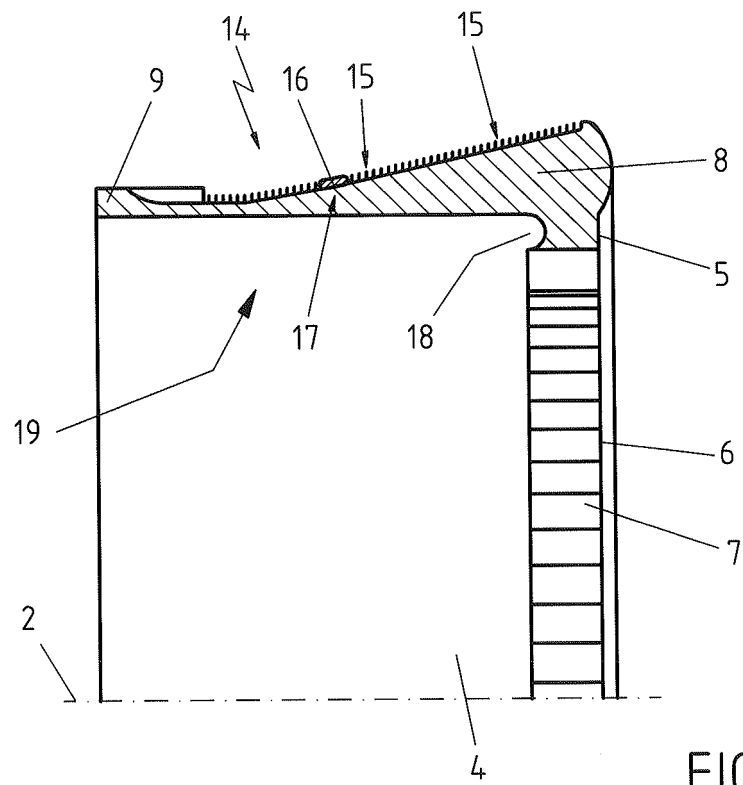


FIG.1



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 1741977 B1 [0002]
- DE 4217879 A1 [0003]
- DE 4325643 A1 [0003]
- DE 19527083 A1 [0003]
- WO 2015055443 A1 [0007]