

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

697 993 B1

(51) Int. Cl.: **F23L** 9/04 (2006.01)
F23C 7/02 (2006.01)
F23L 7/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00565/04

(22) Anmeldedatum: 01.04.2004

(30) Priorität: 03.04.2003 US 10/249,379

(24) Patent erteilt: 15.04.2009

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.04.2009

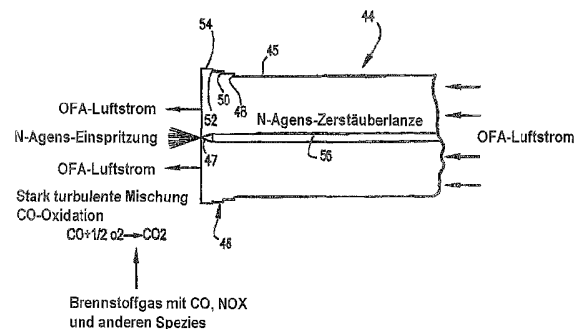
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
William Randall Seeker,
San Clemente, California 92673 (US)
Roy Payne, Mission Viejo, California 92692 (US)
Larry William Swanson,
Laguna Hills, California 92653 (US)

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) **Zweitluftinjektor zur Verwendung in einer Verbrennungsvorrichtung und Kessel mit genannter Verbrennungsvorrichtung.**

(57) Ein Zweitluftinjektor (44) zur Verwendung in einer Verbrennungsvorrichtung, die mit fossilem Brennstoff gefeuert wird, umfasst eine zylindrische Düse (45) mit einem Auslassende, das mit einem Stufenverteiler (46) ausgebildet ist, der wenigstens eine radiale Stufe (48) umfasst, die das Auslassende der Düse vergrößert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Zweitluftinjektor zur Verwendung in einer Verbrennungsvorrichtung gemäss Anspruch 1 sowie einen Kessel mit genannter Verbrennungsvorrichtung gemäss Anspruch 6.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Eines der Hauptprobleme in der modernen Industriegesellschaft ist die Erzeugung einer Luftverschmutzung durch zahlreiche Verbrennungssysteme, wie Kessel, Öfen, Motoren, Müllverbrennungsanlagen und andere Verbrennungsquellen. Eines der am längsten bekannten Luftverschmutzungsprobleme ist die Emission von Stickstoffoxiden (NO_x). In modernen Kesseln und Öfen können NO_x -Emissionen durch die Verwendung der Zweitlufttechnologie (OFA-Technologie) beseitigt oder zumindest deutlich verringert werden. In dieser Technologie gelangt der Grossteil der Verbrennungsluft gemeinsam mit dem Brennstoff in die Verbrennungskammer, aber die Zugabe eines Teils der Verbrennungsluft ist verzögert, um zunächst Sauerstoffmangelzustände zu erhalten und dann die Verbrennung von CO und etwaigem restlichen Brennstoff zu erleichtern.

[0003] OFA-Systeme beruhen auf dem Impuls der OFA-Strahlen, um eine effektive Mischung mit dem Rauchgasstrom bereitzustellen. Für einen bestimmten OFA-Mengendurchfluss, wird das Durchdringen des Rauchgasstroms und die Mischungsrate durch die Grösse und Anzahl einzelner OFA-Strahlen und ihre entsprechende Geschwindigkeit gesteuert. Höhere Geschwindigkeiten und kleinere Öffnungen führen zu schnelleren Mischungsraten, während grössere Öffnung ein besseres Durchdringen des Rauchgasstroms mit Luft zur Folge haben. In praktischen Verbrennungssystemen ist die maximale OFA-Strahlgeschwindigkeit, die angewendet werden kann, für gewöhnlich durch die Druckgeräte begrenzt, die in dem Verbrennungsluftversorgungssystem zur Verfügung stehen, so dass die Mischungsrate und Strahldurchdringung nicht unabhängig gesteuert werden können.

[0004] Gegenwärtige OFA-Systeme können gewisse passive oder aktive Methoden zur Steuerung der Nahfeldmischung anwenden. In diesen Systemen können Strömungsstrukturen im grossen Massstab erzeugt werden, die die Mischungswirksamkeit nahe dem Injektorauslass deutlich verringern. Dies führt zu der Notwendigkeit höherer Luftstromgeschwindigkeiten, die wegen der Begrenzungen der Druckgeräte nicht erreichbar sein könnten.

[0005] Zusätzlich gibt es eine Ausführungsform des SNCR-Prozesses (SNCR = Selective Non-Catalytic Reduction = selektive nicht-katalytische Reduktion), in dem ein SNCR-Agens gemeinsam mit dem OFA (AOFA/SNCR) eingespritzt wird. Bei den hohen Gastemperaturen (927 bis 1316°C (1700 bis 2400°F)) und mässigen bis hohen CO-Konzentrationen (0,2 bis 1,0 Prozent), die für AOFA/SNCR-Systeme typisch sind, konkurriert CO mit aktiven Spezies, die für die NO_x -Reduktionsthermochemie kritisch sind. Dies verringert die Wirksamkeit des AOFA/SNCR-Prozesses.

[0006] Frühere Anwendungen des AOFA/SNCR-Prozesses umgingen das CO-Oxidationsproblem durch Einspritzen sehr grosser Reagenströpfchen in die Zweitluft. Die Tröpfchen wurden von dem Gas durch den Kessel mitgeführt, wobei schliesslich N-Agens als SNCR-Agens in ein optimales Temperaturfenster deutlich stromabwärts der Zweitluftinjektoren freigesetzt wurde, wo geringe CO-Konzentrationen vorherrschen. Leider ist der Entwurf von Systemen mit grossen Tröpfchen wegen der langen Tröpfchenverweilzeiten, einem gewundenen Strömungspfad mit Hindernissen und häufig einem schmalen Temperaturfenster für die N-Agens-Freisetzung schwierig. Das N-Agens kann auch NO_x erzeugen, wenn es bei höheren Temperaturen stromaufwärts des optimalen Temperaturfensters freigesetzt wird. Wenn das N-Agens bei geringeren Temperaturen stromabwärts des optimalen Temperaturfensters freigesetzt wird, kann Ammoniakschlupf zu einem Thema werden.

Kurzdarstellung der Erfindung

[0007] Die Erfindung versucht, die Strömungsstruktureigenschaften im grossen Massstab, die zur Durchdringung beitragen, beizubehalten, aber die Mischung im kleinem Massstab im Nahfeld und an der Peripherie des Strahls zu verbessern. Die verbesserte Mischungseffizienz senkt sowohl die Anforderung an die Luftstromgeschwindigkeit als auch die Anforderung an die Druckgeräte. Die verstärkte Mischung verbessert auch die örtliche CO-Oxidation in Standard-OFA-Anwendungen, wodurch wiederum die SNCR-Leistung in AOFA/SNCR-Systemen verbessert wird.

[0008] Insbesondere verstärkt diese Erfindung die Mischung von OFA-Strahlen und verringert die Kohlenstoffmonoxidkonzentration im Hochtemperatur-Rauchgas nahe den OFA-Injektoren in einem Kessel oder Ofen, der mit fossilem Brennstoff gefeuert wird. Eine beispielhafte Ausführungsform verwendet eine einfache, passive Stufenverteilerkonfiguration am Injektorauslass, die eine starke Vermischung von Luft/Rauchgas nahe dem Injektorauslass am Rand der Mischauchfahne bewirkt, für eine verstärkte CO-Oxidation mittels Zweitluft und verbesserte OFA-Gesamtleistung. Im AOFA/SNCR verteilt eine SNCR-Zerstäuberlanze, die in jedem Injektor eingebaut ist, das N-Agens zu dem Rauchgas, wodurch deutlich verbesserte NO_x -Reduktionswerte im Vergleich zu herkömmlichen OFA/SNCR-Systemen erhalten werden.

[0009] Gemäss der Erfindung kann das Stufenverteiler-Zweitluftinjektorsystem eine einzige Mündung, mehrere konzentrische Mündungen oder mehrere nebeneinanderliegende Abteile in einem einzigen OFA-Injektorsystem enthalten. Für AOFA/SNCR-Systeme ist die N-Agens-Zerstäuberlanze in dem OFA-Injektor entlang oder versetzt zu der Mittelachse des Injektors montiert. Kleine Tröpfchen oder Gas werden zur Freisetzung des N-Agens nahe der Spitze oder des Auslassens

des der OFA-Injektordüse verwendet. Dies oxidiert das CO durch intensives Vermischen in kleinem Massstab nahe den OFA-Injektoren, vor dem Kontakt mit dem N-Agens.

[0010] Der Stufenverteiler kann aus einer einzigen Stufe bestehen oder kann eine Reihe von Stufen umfassen, und das axiale Längen/radiale Höhen-Verhältnis der Stufen reicht für gewöhnlich von etwa 2 bis 10. Für Konfigurationen mit mehreren Mündungen können die Stufen an jeder der Mündungen angebracht werden, um die CO-Oxidation und N-Agens-Wärmeabschirmung zu verstärken. In einer beispielhaften Ausführungsform ist ein einziges kreisförmiges OFA-Injektorsystem bereitgestellt, mit einem Stufenverteiler, der eine Reihe von drei Stufen aufweist, wobei die N-Agens-Zerstäuberlanze entlang der Mittelachse der OFA-Injektordüse montiert ist. Rauchgas mit mässigen bis hohen CO-Konzentrationen strömt von der primären Brennerregion des Kessels nach oben in die Zweitluftregion, wo es stark mit der äusserst turbulenten Zweitluft gemischt wird. Dies verstärkt die CO-Oxidation und verbessert die N-Agens-Wirksamkeit durch Verringerung der Konkurrenz zwischen CO und NO_x um aktive Spezies, die für die SNCR-NO_x-Reduktionschemie kritisch sind.

[0011] Daher betrifft die Erfindung in einem Aspekt einen Zweitluftinjektor zur Verwendung in einer Verbrennungsvorrichtung, die mit fossilem Brennstoff gefeuert wird, umfassend eine zylindrische Düse mit einem Auslassende, das mit einem Stufenverteiler ausgebildet ist, der wenigstens eine radiale Stufe umfasst, die das Auslassende der Düse vergrössert.

[0012] In einem anderen Aspekt betrifft die Erfindung einen Kessel, der mit fossilem Brennstoff gefeuert wird, umfassend eine Verbrennungsvorrichtung, die mehrere Hauptbrenner, die mit fossilem Brennstoff und Luft zum Verbrennen in einer Verbrennungszone der Verbrennungsvorrichtung versorgt werden, wodurch Rauchgase erzeugt werden, die von der Verbrennungszone in eine Ausbrandzone der Verbrennungsvorrichtung strömen, und wenigstens einen Zweitluftinjektor gemäss der Erfindung zum Zuleiten der Zweitluft zu der Ausbrandzone umfasst.

[0013] Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen, die in der Folge erklärt werden, ausführlich beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014]

- Fig. 1 ist ein schematischer Seitenriss einer bekannten Verbrennungsvorrichtung, die mit fossilem Brennstoff gefeuert wird; und
- Fig. 2 ist ein schematischer Teilseitenriss eines Auslassendes eines Zweitluftinjektors, der einen Stufenverteiler gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0015] Unter Bezugnahme nun auf Fig. 1 ist eine schematische Ansicht einer Verbrennungsvorrichtung 10, die mit fossilem Brennstoff gefeuert wird, dargestellt, welche in einem Kessel oder Ofen, der mit fossilem Brennstoff gefeuert wird, verwendet wird. Die Verbrennungsvorrichtung 10 enthält eine Verbrennungszone 22 und eine Ausbrandzone 24. Die Verbrennungsvorrichtung 10 kann auch eine Reburning-Zone 26 zwischen der Verbrennungs- und Ausbrandzone enthalten. Die Verbrennungszone 22 ist mit wenigstens einem und vorzugsweise mehreren Hauptbrennern 28 ausgestattet, die mit einem Hauptbrennstoff, wie fossilem Brennstoff, durch einen Brennstoffeinlass 30, und mit Luft durch einen Lufteinlass 32 versorgt werden. Der Hauptbrennstoff wird in der Verbrennungszone 22 zur Bildung von Verbrennungsrauchgas 34 verbrannt, das von der Verbrennungszone 22 zu der Ausbrandzone 24 nach oben strömt, in eine Richtung, die hierin als «stromabwärtige» Richtung bezeichnet wird. Wenn eine wahlweise Reburning-Zone 26 verwendet wird, werden für gewöhnlich etwa 75% bis 85% der gesamten Wärmezufuhr durch die Hauptbrenner 28 geliefert und die übrigen 15% bis 25% der Wärme werden durch Einspritzen eines Reburning-Brennstoffs, wie Erdgas, durch einen Reburning-Brennstoffeinlass 36 zugeführt. Stromabwärts der Reburning-Zone 26 wird Zweitluft durch einen Zweitluft- oder OFA-Injektor 38 in die Ausbrandzone 24 eingespritzt. Das Verbrennungsrauchgas 34 strömt durch eine Reihe von Wärmetauschern 40, und alle festen Partikel werden von einer Teilchenkontrollvorrichtung (nicht dargestellt) entfernt, wie einem Elektroabscheider («electrostatic precipitator» – ESP) oder Filteranlagen. Die Rauchgase treten bei dem Auslass 42 aus der Verbrennungsvorrichtung 10.

[0016] Ein selektives Reduktionsmittel (N-Agens) kann der Zweitluft vor oder gleichzeitig mit der Einspritzung der Zweitluft in die Ausbrandzone 24 zugesetzt werden. Wie hierin verwendet, werden die Begriffe «selektives Reduktionsmittel» und «N-Agens» untereinander austauschbar verwendet, um jede von zahlreichen chemischen Spezies zu bezeichnen, die NO_x selektiv in Gegenwart von Sauerstoff in einem Verbrennungssystem reduzieren können. Im Allgemeinen zählen zu geeigneten selektiven Reduktionsmitteln Harnstoff, Ammoniak, Cyanursäure, Hydrazin, Thanolamin, Biuret, Triuret, Ammelid, Ammoniumsalze organischer Säuren, Ammoniumsalze anorganischer Säuren und dergleichen.

[0017] Unter Bezugnahme auf Fig. 2 ist ein zylindrischer OFA-Injektor 44 gemäss einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung zum Einspritzen von Zweitluft in die Reburning-Zone 24 dargestellt. Der Injektor enthält eine zylindrische Düse 45, die mit einem Stufenverteiler 46 an ihrem Auslassende oder ihrer Spitze ausgebildet ist. Der Stufenverteiler 46 ist in der beispielhaften Ausführungsform mit drei radialen Stufen 48, 50 und 52 ausgebildet, die den Durchmesser des Auslassendes oder der Spitze effektiv stufenweise vergrössern, wobei sich der grösste Durchmesser bei 54 befindet. Es ist jedoch offensichtlich, dass der Stufenverteiler aus einer einzigen Stufe oder einer Reihe von Stufen bestehen kann,

einschliesslich mehr als drei. Das axiale Längen/radiale Höhen-Verhältnis der Stufen liegt vorzugsweise im Bereich von etwa 2 bis 10.

[0018] Für Konfigurationen mit mehreren Mündungen können die Stufen an einer oder allen Mündungen zur Verstärkung der CO-Oxidation und N-Agens-Wärmeabschirmung angebracht werden.

[0019] Die Gegenwart des Stufenverteilers 46 verbessert die Mischungseffizienz und senkt sowohl die Anforderung an die Luftstromgeschwindigkeit als auch die Anforderung an die Druckgeräte.

[0020] In einer beispielhaften Ausführungsform kann eine N-Agens-Zerstäuberlanze 56 entlang der Mittelachse (auch andere Orientierungen können gewählt werden) der Düse 45 montiert werden. Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 1 strömt Rauchgas mit mässigen bis hohen CO-Konzentrationen von der Verbrennungszone 22 der Verbrennungsvorrichtung durch die Reburning-Zone 26 und in die Zweitluftregion oder Ausbrandzone 24 der Verbrennungsvorrichtung nach oben, wo es stark mit der äusserst turbulenten Zweitluft gemischt wird. Insbesondere kommt das N-Agens mit den Rauchgasen erst nach der Oxidation von CO durch die intensive Mischung in kleinem Massstab in dem Bereich, der die Lanze 56 umgibt, in Kontakt. Dies verbessert die Wirksamkeit des N-Agens durch Verringerung der Konkurrenz zwischen CO und NO_x um aktive Spezies, die für die SNCR NO_x-Reduktion kritisch sind.

[0021] Die Erfindung wurde zwar in Verbindung mit Ausführungsformen beschrieben, die gegenwärtig als die am besten ausführbare und bevorzugte angesehen wird, aber es ist klar, dass die Erfindung nicht auf die offenbarte Ausführungsform beschränkt ist, sondern im Gegenteil verschiedene Modifizierungen und äquivalente Anordnungen umfassen soll, die im Umfang der beiliegenden Ansprüche enthalten sind.

Patentansprüche

1. Zweitluftinjektor (44) zur Verwendung in einer Verbrennungsvorrichtung (10), die mit fossilem Brennstoff gefeuert wird, umfassend eine zylindrische Düse (45) mit einem Auslassende, das mit einem Stufenverteiler (46) ausgebildet ist, der wenigstens eine radiale Stufe (48) umfasst, die das Auslassende der Düse vergrössert.
2. Zweitluftinjektor nach Anspruch 1, wobei der Stufenverteiler eine bis drei radiale Stufen (48, 50, 52) umfasst.
3. Zweitluftinjektor nach Anspruch 1, wobei der Stufenverteiler wenigstens drei radiale Stufen (48, 50, 52) umfasst.
4. Zweitluftinjektor nach Anspruch 1, wobei der Stufenverteiler mit einer Reihe von drei radialen Stufen (48, 50, 52) ausgebildet ist, mit einem axialen Längen/radialen Höhen-Verhältnis der Stufen in einem Bereich von 2 bis 10.
5. Zweitluftinjektor nach Anspruch 1, wobei eine Zerstäuberlanze (56) in der Düse montiert ist, mit einer Abgabeöffnung am Auslassende (47) der Düse.
6. Zweitluftinjektor nach Anspruch 5, wobei die Zerstäuberlanze (56) entlang einer Mittelachse der Düse (44) montiert ist.
7. Kessel, der mit fossilem Brennstoff gefeuert wird, umfassend eine Verbrennungsvorrichtung (10), die mehrere Hauptbrenner (28), die mit fossilem Brennstoff und Luft zum Verbrennen in einer Verbrennungszone (22) der Verbrennungsvorrichtung (10) versorgt werden, wodurch Rauchgase erzeugt werden, die von der Verbrennungszone in eine Ausbrandzone (24) der Verbrennungsvorrichtung (10) strömen, und wenigstens einen Zweitluftinjektor (44) zum Zuleiten von Zweitluft zu der Ausbrandzone nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

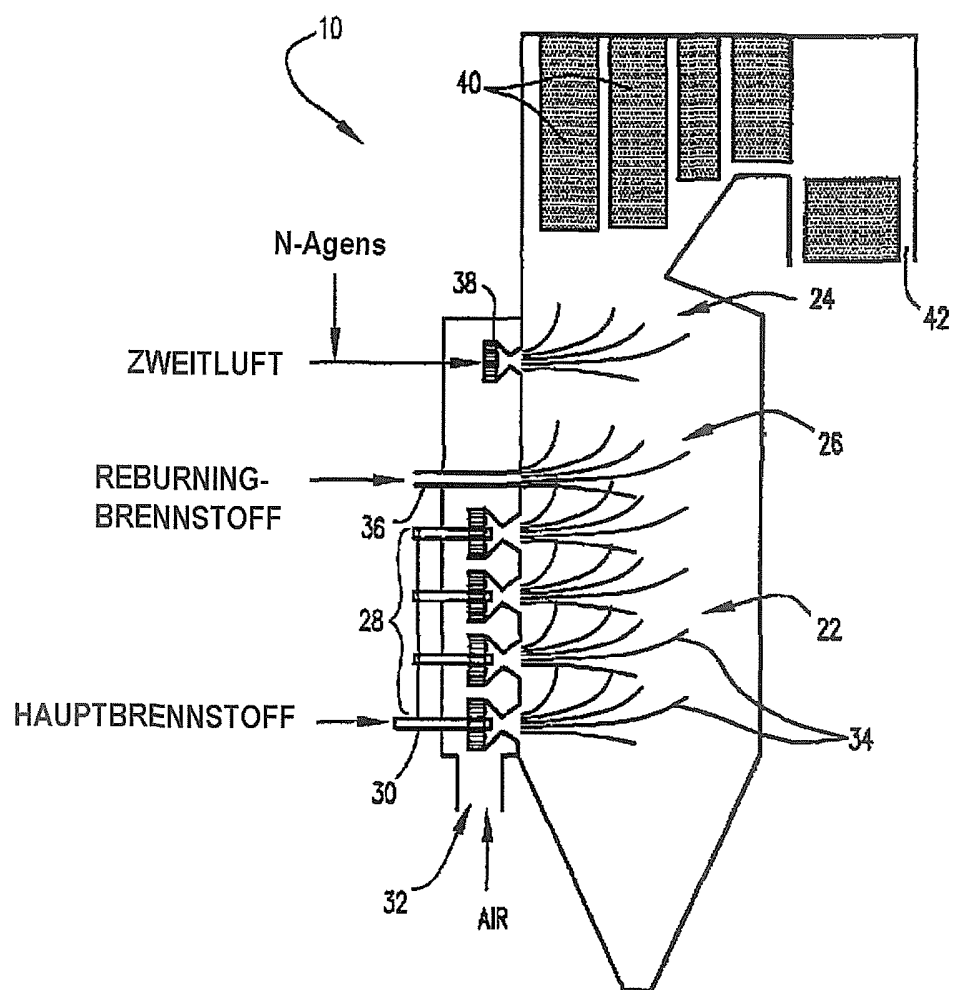


Fig. 1

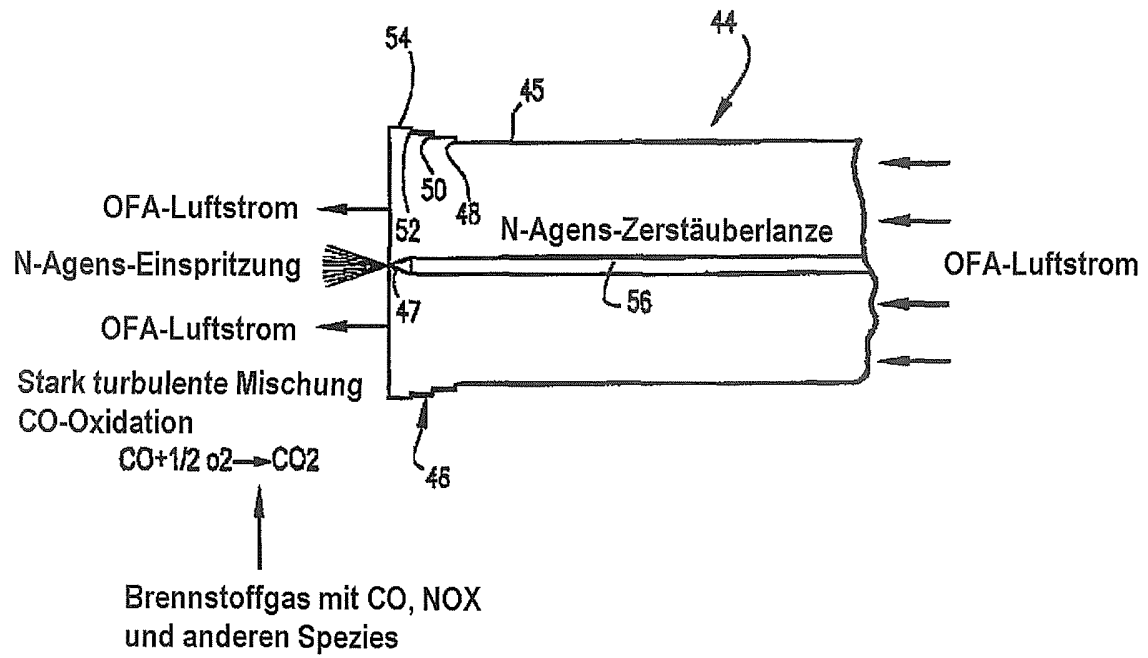


Fig. 2