

(19)



(11)

EP 1 785 679 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.05.2007 Patentblatt 2007/20

(51) Int Cl.:

F24H 3/04 (2006.01)

F24H 9/00 (2006.01)

F24H 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06000207.8**

(22) Anmeldetag: **05.01.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **10.11.2005 DE 102005053731**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft
65189 Wiesbaden (DE)**

(72) Erfinder:

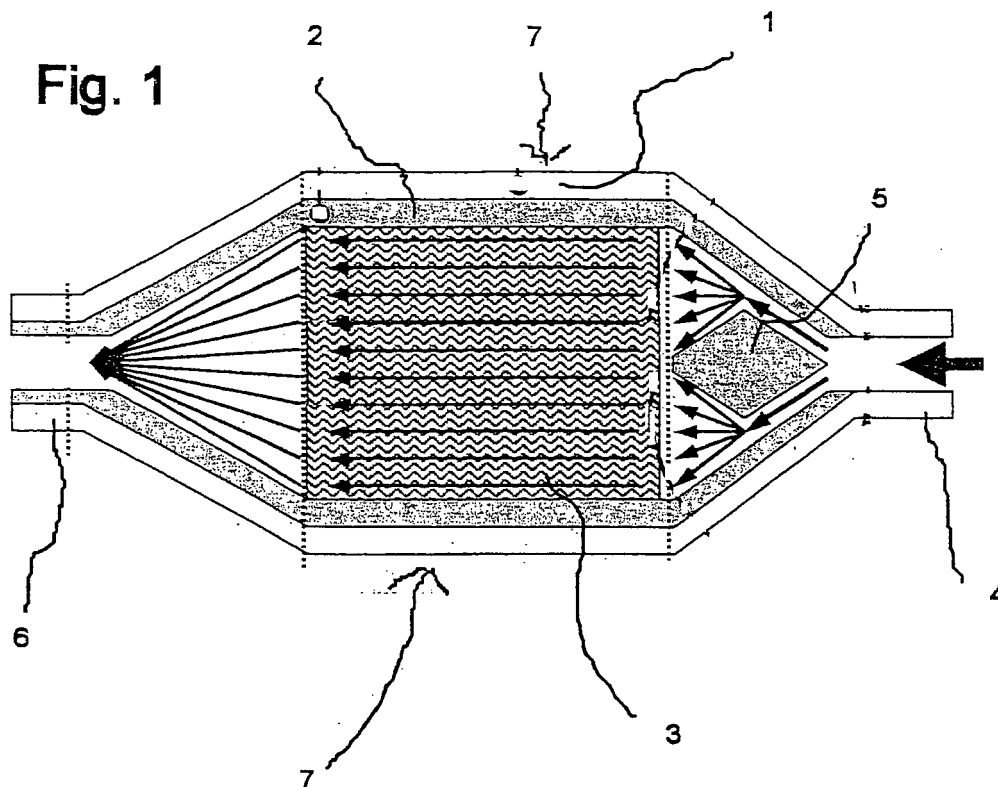
- **Heinrich, Peter
82110 Germering (DE)**
- **Kreye, Heinrich
22175 Hamburg (DE)**
- **Schmidt, Tobias
59889 Eslohe (DE)**

(54) **Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung**

(57) Eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung weist einen von Gas durchströmten Druckbehälter (1), ein in dem Druckbehälter (1) angeordnetes Heizelement (3) und eine Isolierung (2) auf. Die Isolierung (2) ist auf

der Innenwand des Druckbehälters (1) angeordnet und es sind Mittel zur Wärmeabfuhr des Druckbehälters (1) vorhanden, so dass der Druckbehälter (1) eine niedrigere Temperatur als das erhitzte Gas hat.

Fig. 1



EP 1 785 679 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung, bei der Gas in einem unter Druck stehenden Behälter erhitzt wird. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung für eine Beschichtungsvorrichtung für Substratwerkstoffe mit einem von Gas durchströmten Druckbehälter, einem in dem Druckbehälter angeordneten Heizelement und einer Isolierung.

[0002] Beim Kaltgasspritzen oder dem kinetischen Spritzen werden Pulverpartikel von 1 μm bis 100 μm in einem Gasstrom auf Geschwindigkeiten von 200 m/s bis 1600 m/s beschleunigt, ohne dabei an- oder aufzuschmelzen, und auf die zu beschichtende Fläche, das Substrat, gespritzt. Erst beim Aufprall auf das Substrat steigt durch plastische Verformung unter sehr hohen Dehnraten die Temperatur an den kollidierenden Grenzflächen und führt zu einer Verschweißungen des Pulverwerkstoffs mit dem Substrat sowie untereinander. Dazu muss jedoch eine Mindestaufprallgeschwindigkeit überschritten werden, die so genannte kritische Geschwindigkeit. Der Mechanismus und die Qualität der Verschweißung ist mit dem Explosivschweißen vergleichbar. Durch Aufheizen des Prozessgases wird die Schallgeschwindigkeit des Gases, damit die Strömungsgeschwindigkeit des Gases in der Düse und somit auch die Partikelgeschwindigkeit beim Aufprall gesteigert. Zudem erhöht sich die Partikeltemperatur beim Aufprall mit der Prozessgastemperatur. Dies führt zu einer thermischen Erweichung und Duktalisierung des Spritzwerkstoffes, welches die kritische Geschwindigkeit der aufprallenden Partikel absenkt. Somit erhöht sich durch Anheben der Prozessgastemperatur sowohl die Partikelgeschwindigkeit als auch die Partikeltemperatur beim Aufprall. Beides wirkt sich positiv auf den Auftragswirkungsgrad und Schichtqualität aus. Die Prozessgastemperatur bleibt dabei immer unter der Schmelztemperatur des verwendeten Spritzwerkstoffes. Beim Kaltgasspritzverfahren wird also ein im Vergleich zu anderen Spritzverfahren, bei denen die Pulverpartikel durch das Gas geschmolzen werden, "kälteres" Gas benutzt. Ebenso wie bei Spritzverfahren, bei denen Zusatzwerkstoffe durch heißes Gas aufgeschmolzen wird, muss auch beim Kaltgasspritzen folglich das Gas erhitzt werden.

[0003] Um Pulverpartikel, insbesondere gröbere Partikel zwischen 25 und 100 μm stark beschleunigen zu können, ist Gas mit hohem Druck nötig. Zum Erhitzen, kann das Gas durch einen Druckbehälter geleitet werden, in dem ein Heizelement Platz findet. Der Druckbehälter wird somit von innen mit hohen Temperaturen und Drücken beaufschlagt. Wenn sich die Temperatur direkt auf den Druckbehälter auswirken kann, führt dies dazu, dass teure und schwer zu verarbeitende Hochtemperaturwerkstoffe Verwendung finden müssen oder der Druckbehälter durch seine Größe und die nötigen Wandstärken relativ schwer wird. Eine Heizvorrichtung mit einem solchen Druckbehälter ist wegen des hohen Ge-

wichts schwer zu handhaben und besitzt eine hohe thermische Trägheit. Die Wärmeabfuhr über den Druckbehälter führt zu Verlusten bei der Heizleistung.

[0004] Aus der DE 197 56 594 A1 ist eine Vorrichtung zum Beschichten von Substratwerkstoffen durch thermisches Spritzen bekannt, mit der Pulverpartikel gespritzt werden können. Die Vorrichtung zum Beschichten von Substratwerkstoffen umfasst eine Vorrichtung zum Erhitzen des Gases, die in einer Ausführungsform eine elektrische Widerstandsheizung umfasst. Die Vorrichtung zum Erhitzen des Gases ist dabei nach einem Gaspufferbehälter angeordnet.

[0005] Nachteilig an diesem Stand der Technik ist jedoch, dass die Vorrichtung zum Erhitzen des Gases einen Druckbehälter benötigt, der wegen seiner Temperaturbeständigkeit relativ schwer ist und, wenn er an einer Spritzpistole angebracht ist, beim Bedienen der Spritzpistole hindert. Durch die nötigen großen Materialstärken des Druckbehälters ist dieser auch thermisch träge.

[0006] Weiter ist aus der Druckschrift bekannt, heißes Gas führende Leitungen zu isolieren.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung zur Verfügung zu stellen, die mit hohen Drücken und hohen Temperaturen arbeiten kann und dabei dennoch leicht ist. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung für eine Beschichtungsvorrichtung für Substratwerkstoffe zur Verfügung zu stellen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung für eine Beschichtungsvorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 sowie eine Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtungen werden durch die Unteransprüche angegeben.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung gelöst, die einen von Gas durchströmten Druckbehälter, ein in dem Druckbehälter angeordnetes Heizelement und eine Isolierung aufweist, wobei die Isolierung auf der Innenwand des Druckbehälters angeordnet ist und Mittel zur Wärmeabfuhr des Druckbehälters vorhanden sind, so dass der Druckbehälter eine niedrigere Temperatur als das erhitzte Gas hat.

[0010] Die Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung gibt Gas mit Gasaustrittstemperaturen von 100 bis 1100 °C, bevorzugt von 700 bis 900 °C ab. Insbesondere im oberen Temperaturbereich der genannten Werte können nur noch ausgewählte Stähle für begrenzte Zeit oder spezielle Hochtemperaturwerkstoffe eingesetzt werden, da es ansonsten zu einer Erweichung des Werkstoffes und zu einer Verformung durch Kriechen kommt und nur noch eine sehr geringe Zeitstandfestigkeit der meisten Werkstoffe gegeben ist. Da die Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung Gas von einem Druck von 15 bis 100 bar, insbesondere im Bereich von 25 bis 60 bar erhitzt, wird von dem hochgespannten Gas eine große Energiemenge auf die Wand des Druckbehälters übertragen. Durch die erfindungsgemäße Ausführung einer Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung wird durch die innen angeord-

nete Isolierung die Energieübertragung auf die Wand des Druckbehälters vermindert. Durch die Mittel zur Wärmeabfuhr wird die Temperatur des Druckbehälters gegenüber dem heißen Gas auf 60% der Heißgastemperatur, bevorzugt auf weniger als 40% und bei entsprechender Auslegung weniger als 20% der Temperatur des heißen Gases herabgesetzt, gemessen in °C. Im letzteren Fall ergeben sich Temperaturen des Druckbehälters von unter 220°C, bei denen z.B. Stahl noch keine wesentliche Verminderung seiner Festigkeit zeigt. Der Druckbehälter kann daher mit einer erheblich geringeren Wandstärke ausgeführt werden und ist leichter, so dass die Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung auch in eine Spritzpistole integriert werden kann. Durch die verminderte Wärmeabgabe an den Druckbehälter ist die Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung nicht thermisch träge und reagiert schnell, wenn die Temperatur des Gases geändert werden soll. Weiter werden durch die Isolierung auf der Innenseite des Druckbehälters Wärmeverluste im Dauerbetrieb vermieden.

[0011] Vorteilhaft sind die Mittel zur Wärmeabfuhr mit der Umgebungsluft direkt in Kontakt stehende Außenflächenbereiche des Druckbehälters. An den Außenflächen können Kühlrippen angeformt sein.

[0012] Durch die Isolierung von innen werden trotz der hohen Energieübertragung durch unter hohem Druck stehendes Gas die Verluste durch Wärmeabfuhr gering gehalten und bereits durch freie Flächenbereiche der Außenseite des Druckbehälters, die mit der Umgebungsluft in direktem Kontakt sind, eine niedrige Temperatur des Druckbehälters sichergestellt. Sollte dennoch sich eine noch zu hohe Druckbehältertemperatur einstellen, können auch Kühlrippen, Gas- oder Flüssigkeitsströmungen oder auch beides in Verbindung zur Kühlung des Druckbehälters eingesetzt werden.

[0013] Vorteilhaft beträgt die Druckbehältertemperatur weniger als 600°C. Der Druckbehälter kann beispielsweise aus Stahl und/oder Titan bzw. einer Titanlegierung bestehen.

[0014] Wird die Druckbehältertemperatur durch Isolation und äußere Wärmeabfuhr auf unter 600°C reduziert, kann bei Verwendung eines Hochtemperaturwerkstoffes ein Druckbehälter mit deutlich geringerer Wandstärke verwendet werden. Auch können Druckbehälter aus Stahl, Titan oder Titanlegierung verwendet werden. Wird die Druckbehältertemperatur weiter auf unter 400°C gesenkt, ergibt sich eine deutliche Reduzierung des Gewichts.

[0015] In vorteilhafter Ausführung beträgt die Druckbehältertemperatur weniger als 200°C. Der Druckbehälter kann aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen bestehen.

[0016] Dies ermöglicht eine Konstruktion aus Leichtbauwerkstoffen, insbesondere Aluminium und Aluminiumlegierungen. Durch Aluminium ist eine nicht nur leichte, sondern auch preisgünstige Konstruktion möglich.

[0017] In günstiger Ausführung ist in einem Einstrombereich des Druckbehälters ein Strömungsverteilungs-

element angeordnet, welches das einströmende Gas über die gesamte Breite des Heizelements verteilt. Das Strömungsverteilungselement kann aus einem Doppelkegel oder aus Lochscheiben, einem Gitter, Führungsblechen oder einer divergierenden Einlaufstrecke bestehen.

[0018] Stark komprimiertes Gas hat eine hohe Dichte und bei gleichem Strömungsquerschnitt und gleichem Massenfluss im Vergleich zu nicht komprimiertem Gas eine deutlich geringere Strömungsgeschwindigkeit. Daher ist bei der Verwendung komprimierten Gases unter sonst gleichen Bedingungen der Strömungswiderstand deutlich geringer und die treibende Kraft für eine gleichmäßige Verteilung des Gases über dem gesamten Strömungsquerschnitt fehlt. Um eine gleichmäßige Anströmung des Heizelements sicherzustellen, wird daher der Gasstrom durch das Strömungsverteilungselement gezielt über den Querschnitt des Druckbehälters gleichmäßig verteilt.

[0019] In günstiger Ausführungsform besteht das Heizelement aus elektrischen Heizdrähten.

[0020] Ein solches Heizelement in Form eines so genannten Filamentheizers wird elektrisch beheizt und erzeugt vorteilhaft keine Verbrennungsrückstände.

[0021] In günstiger Ausführungsform weisen die Heizdrähte Stromzuführungen auf, die hitzebeständig sind und hitzebeständige Durchführungen durch die Wand des Druckbehälters haben.

[0022] Dadurch kann bereits erhitztes Gas der Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung zugeführt werden, da die Stromzuführungen nicht in einem kalten Gasstrom liegen müssen.

[0023] In günstiger Ausführungsform bildet die Vorrichtung eine auswechselbare Einheit mit leicht lösbaren Anschlüssen für die Gaszuleitung und Gasableitung.

[0024] Dadurch ist es möglich, mehrere Vorrichtungen hintereinander zu schalten, insbesondere, wenn der Gaszuleitungsanschluss an den Gasableitungsanschluss passt. Dies ermöglicht eine flexible Anpassung an die geforderte Leistung und das Erreichen sehr hoher Gastemperaturen. Schließlich wird ein leichtes Auswechseln im Reparaturfall ermöglicht.

[0025] Der Druckbehälter kann für Drücke von 25 bis 60 bar ausgelegt sein und das Heizelement das Gas auf 700°C bis 900°C aufheizen.

[0026] Vorteilhaft arbeitet die Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung dann in für das Kaltgasspritzen günstigen Temperatur- und Druckbereichen. Höhere Gastemperaturen erhöhen die Schallgeschwindigkeit des Gases und damit die Strömungsgeschwindigkeit in einer Düse z.B. einer Beschichtungsvorrichtung. Partikel werden stärker beschleunigt und prallen mit höherer Geschwindigkeit auf ein zu beschichtendes Substrat. Auch die Partikeltemperatur beim Aufprall wird höher. Der Partikelwerkstoff wird thermisch erweicht und duktilisiert. Höhere Gasdrücke führen zu einer höheren Gasdichte in der Gasströmung, und begünstigen damit die Beschleunigung der Partikel, insbesondere die Beschleu-

nigung gröberer Partikel. Größere Partikel (Durchmesser von 25 bis 100 μm) haben eine hohe Bedeutung, um qualitativ hochwertige Schichten herstellen zu können.

[0027] Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine Beschichtungsvorrichtung für Substratwerkstoffe, bei der zumindest eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung vorhanden ist. Eine oder auch mehrere der Vorrichtungen zur Hochdruckgaserhitzung können in oder an einer Spritzpistole und weitere können in einem stationären Teil der Beschichtungsvorrichtung angeordnet sein, die dann über einem Heißgasschlauch mit der Spritzpistole in Reihe verbunden sind.

[0028] Dadurch wird eine hohe Gastemperatur erreicht und dennoch ein geringes Gewicht der Spritzpistole.

[0029] Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung als rotationssymmetrisches Bauteil im Längsschnitt und

Fig. 2 bis Fig. 6 schematisch weitere Ausführungen des Strömungsverteilungselements der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Fig. 1 im Längsschnitt.

[0030] Die Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung als rotationssymmetrisches Bauteil im Längsschnitt, die im vorliegenden Beispiel bei einer Beschichtungsvorrichtung für das Kaltgasspritzen benutzt wird. Der Druckbehälter 1 weist auf seiner Innenseite eine Isolierung 2 auf. Im Inneren des Druckbehälters 1 ist ein Heizelement 3 angeordnet, hier in Form eines Filamentheizers, der aus einer Vielzahl von elektrischen Heizdrähten besteht. Das aufzuheizende Gas wird dem Druckbehälter 1 über eine Gaszuleitung 4 zugeführt. In dem vorliegenden Beispiel ist der Druckbehälter 1 ein rotationssymmetrischer Körper, bei dem ein in dem durch die Pfeile angedeuteten Gasstrom liegender Doppelkegel 5 für eine gleichmäßige Verteilung des Gases über den Querschnitt des Heizelements 3 sorgt. Das erhitzte Gas wird über eine Gasableitung 6 aus dem Druckbehälter 1 herausgeleitet. Außenflächenbereiche 7 stehen mit der Umgebungsluft direkt in Kontakt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung bildet eine standardisierte Einheit, die leicht auswechselbar ist, z. B. im Reparaturfall, oder um mehrere hintereinander anzuordnen. Auch das Heizelement 3 kann als leicht auswechselbare Heizpatrone ausgestaltet sein. Dadurch lässt sich das Heizelement 3 in Reparaturfall leicht ersetzen.

[0031] Das Gas durchströmt den Druckbehälter 1, wobei es sich durch den Doppelkegel 5, wie durch die Pfeile dargestellt, gleichmäßig über den Querschnitt des Heizelements 3 verteilt. Durch die innen angebrachte Isolierung 2 wird erreicht, dass nur wenige Wärmeenergie die

Wand des Druckbehälters 1 erreicht. Über die Außenflächenbereiche 7 wird gleichzeitig Wärme des Druckbehälters 1 an die Umgebung abgegeben, so dass der Druckbehälter 1 gekühlt wird und eine erheblich niedrigere Temperatur als das erhitzte Gas hat. Der Druckbehälter 1 kann daher relativ dünnwandig und leicht gebaut sein. Bei einer Änderung der Temperatur, auf die das Gas erhitzt werden soll, reagiert die erfindungsgemäße Vorrichtung rasch und ohne Verzögerungen. Die Masse des Druckbehälters kann sich wegen der innen angebrachten Isolierung nicht verzögernd auswirken.

[0032] Die Ausgestaltung der Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung, wie Stärke der Isolation, Gasverteilung, Heizung über Heizdrähte ermöglicht bei kompakter Bauweise und hoher Leistungsdichte das Erreichen sehr hoher Gastemperaturen für einer breiten Spanne an Gasdrücken.

[0033] Die Fig. 2 bis Fig. 6 zeigen schematisch weitere Ausführungen des Strömungsverteilungselements der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Fig. 1 im Längsschnitt. Schematisch dargestellt ist der vordere Teil des Druckbehälters 1 mit der Gaszuleitung 4. Das Strömungsverteilungselement in Fig. 2 besteht aus mehrfach angeordneten Gittern 8, das in Fig. 3 aus Führungsblechen 9. In der Fig. 4 ist eine Lochscheibe 10 so angeordnet, dass sie eine gleichmäßige Gasverteilung bewirkt und in der Fig. 5 wird das Gas durch eine Kombination aus Doppelkegel 5 und der Lochscheibe 10 verteilt. Schließlich zeigt die Fig. 6 eine Ausführung, bei der der Druckbehälter 1 im Bereich, der sich unmittelbar an die Gaszuleitung 4 anschließt, als divergierenden Einlaufstrecke 11 ausgebildet ist.

[0034] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung kann auch in anderen Bereichen, in denen unter hohem Druck stehende Gase erhitzt werden müssen, verwendet werden, wie etwa bei der Verdüsung von Schmelzen mit heißen Gasen.

[0035] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung ermöglicht eine kompakte Bauweise mit Länge zu Durchmesser Verhältnissen zwischen 1 und 5 und hohen Leistungsdichten von 1 bis 8 kW/kg bei einem hohen Leistungsvolumen von z.B. 5 bis 25 kW/l. Die Ausgestaltung der Vorrichtung als eine Einheit ermöglicht einen schnellen Austausch einer defekten Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können besonders günstige Aufpralltemperaturen der beim Kalspritzen verspritzten Partikel zwischen 200 und 600°C bei gleichzeitig hoher Aufprallgeschwindigkeit erreicht werden, indem Gastemperaturen von 600 bis 1100°C, insbesondere von 800 bis 1100°C sehr flexibel ausgewählt werden können.

Bezugszeichenliste

[0036]

- 1 Druckbehälter
- 2 Isolierung

- 3 Heizelement
- 4 Gaszuleitung
- 5 Doppelkegel
- 6 Gasableitung
- 7 Außenflächenbereich
- 8 Gitter
- 9 Führungsblech
- 10 Lochscheibe

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung mit einem von Gas durchströmten Druckbehälter (1), einem in dem Druckbehälter (1) angeordneten Heizelement (3) und einer Isolierung (2) **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierung (2) auf der Innenwand des Druckbehälters (1) angeordnet ist und Mittel zur Wärmeabfuhr des Druckbehälters (1) vorhanden sind, so dass der Druckbehälter (1) eine niedrigere Temperatur als das erhitzte Gas hat. 15
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Wärmeabfuhr mit der Umgebungsluft direkt in Kontakt stehende Außenflächenbereiche (7) des Druckbehälters (1) sind. 25
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Außenflächenbereichen Kühlrippen angeformt sind. 30
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement (3) das Gas auf 100°C bis 1100°C, bevorzugt auf 700 °C bis 900 °C aufheizt. 35
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckbehältertemperatur weniger als 600°C beträgt. 40
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckbehälter aus Stahl und/oder Titan und/oder einer Titanlegierung besteht. 45
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckbehältertemperatur weniger als 200°C beträgt. 50
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckbehälter aus Aluminium und/oder einer Aluminiumlegierung besteht. 55
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Einströmbereich des Druckbehälters (1) ein Strömungsverteilungselement angeordnet ist, das das einströmende Gas über die gesamte Breite des Hei-

zelements (3) verteilt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungsverteilungselement aus einem Doppelkegel (5) besteht. 5
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungsverteilungselement aus Lochscheiben (10), Gittern (8), Führungsblechen (9) und/oder einer divergierenden Einlaufstrecke (11) besteht. 10
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement (3) aus elektrischen Heizdrähten besteht. 15
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizdrähte Stromzuführungen aufweisen, die hitzebeständig sind und hitzebeständige Durchführungen durch die Wand des Druckbehälters haben. 20
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung eine auswechselbare Einheit mit leicht lösbaren Anschlüssen für die Gaszuleitung und Gasableitung bildet, 25
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckbehälter (1) für Drücke von 15 bis 100 bar, bevorzugt von 25 bis 60 bar ausgelegt ist. 30
16. Beschichtungsvorrichtung für Substratwerkstoffe, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche vorhanden ist. 35
17. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 in einer Spritzpistole angeordnet ist. 40
18. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine weitere Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 in einem stationären Teil der Beschichtungsvorrichtung angeordnet ist und in einer Gaszufuhr mit der Vorrichtung zur Hochdruckgaserhitzung in der Spritzpistole in Reihe angeordnet ist. 45

Fig. 1

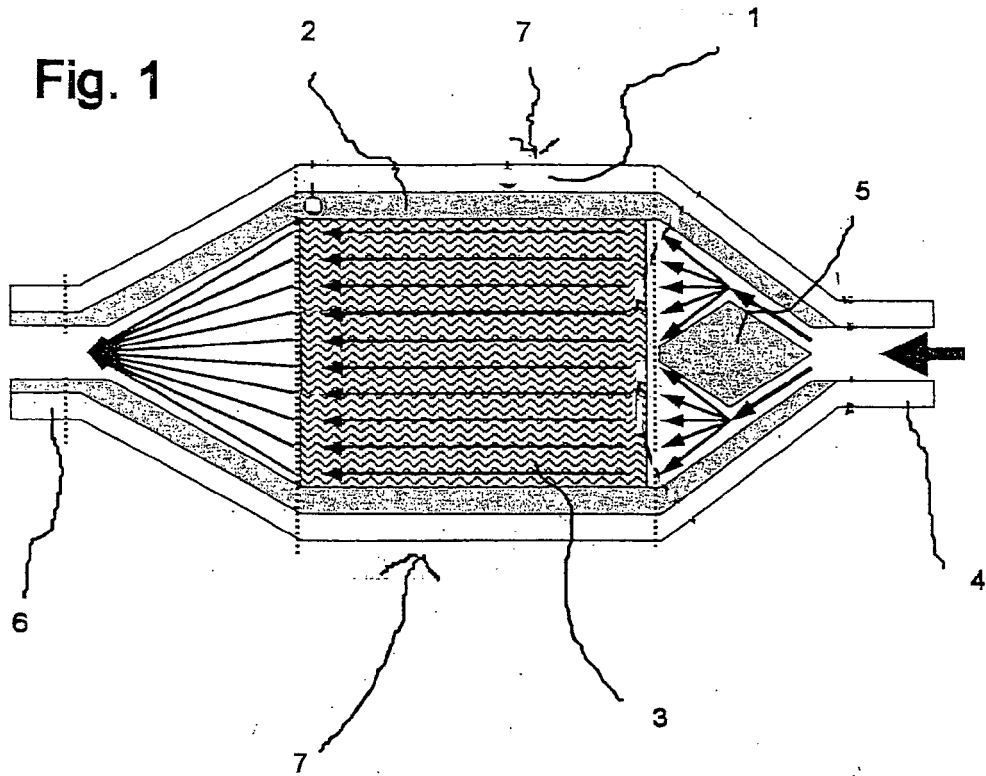


Fig. 2

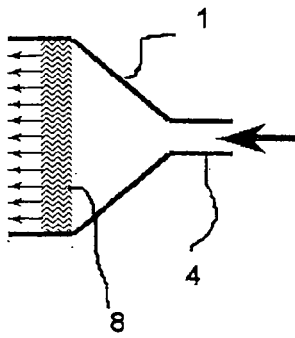


Fig. 3

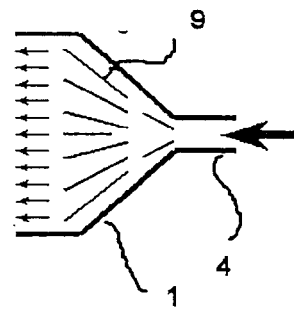


Fig. 4

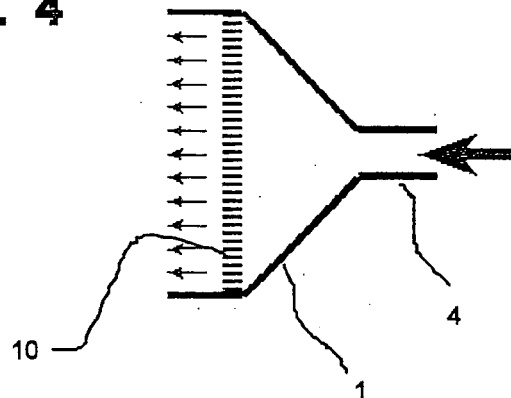


Fig. 5

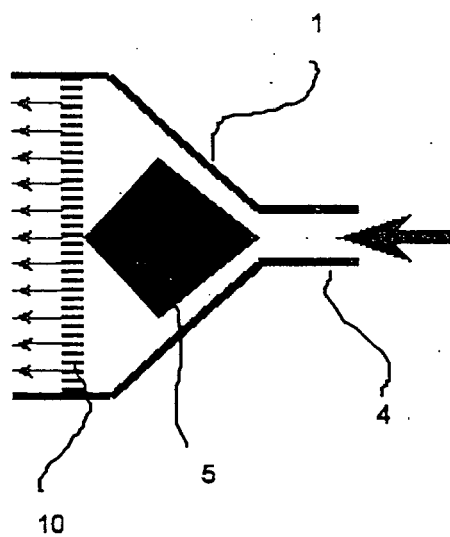
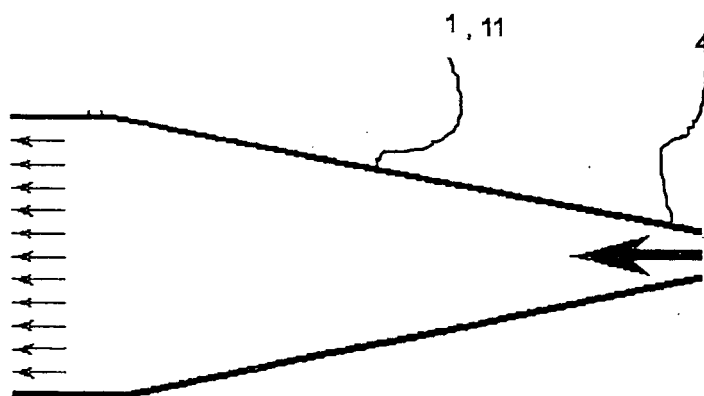


Fig. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 00 0207

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 568 672 A (BERTIN ET CIE) 7. Februar 1986 (1986-02-07) * das ganze Dokument *	1,2,4,12	INV. F24H3/04 F24H9/00 F24H9/02
X	US 5 963 709 A (STAPLES ET AL) 5. Oktober 1999 (1999-10-05) * Spalte 3, Zeilen 6-37; Abbildungen *	1,2,6	
X	DE 511 895 C (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AKT.-GES) 3. November 1930 (1930-11-03) * das ganze Dokument *	1,9,11	
A	US 4 490 333 A (HUMPHRIES ET AL) 25. Dezember 1984 (1984-12-25) * Spalte 1, Absatz 1 *	1	
A	EP 0 099 825 A (FIVES-CAIL BABCOCK, SOCIETE ANONYME) 1. Februar 1984 (1984-02-01) * Zusammenfassung *	9,11,13	
A	US 1 869 623 A (RUBINI ELIGIO ET AL) 2. August 1932 (1932-08-02) * das ganze Dokument *	11-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F24H
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. Juni 2006	Prüfer Van Gestel, H
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 00 0207

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.

09-06-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2568672 A	07-02-1986	KEINE	
US 5963709 A	05-10-1999	KEINE	
DE 511895 C	03-11-1930	KEINE	
US 4490333 A	25-12-1984	KEINE	
EP 0099825 A	01-02-1984	DE 3360932 D1 FR 2530320 A1	07-11-1985 20-01-1984
US 1869623 A	02-08-1932	KEINE	

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

- DE 19756594 A1 [0004]