



(10) **DE 10 2014 010 439 A1** 2016.01.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 010 439.7**

(22) Anmeldetag: **16.07.2014**

(43) Offenlegungstag: **21.01.2016**

(51) Int Cl.: **B05B 7/16 (2006.01)**

(71) Anmelder:
**IMPACT-Innovations-GmbH, 84431 Rattenkirchen,
DE**

(74) Vertreter:
**ANDRAE WESTENDORP Patentanwälte
Partnerschaft, 83022 Rosenheim, DE**

(72) Erfinder:
**Holzgassner, Leonhard, 84437 Reichertsheim,
DE; Richter jun., Peter, 84431 Heldenstein, DE;
Richter sen., Peter, 84431 Heldenstein, DE;
Gropp, Andreas, 84427 Sankt Wolfgang, DE**

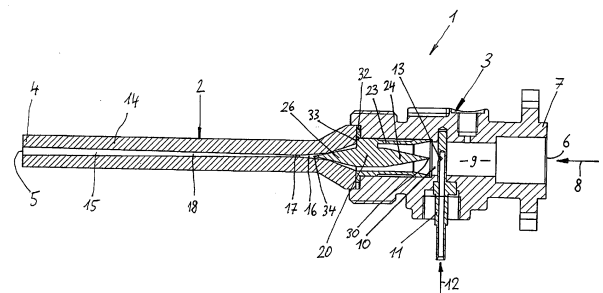
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	32 20 796	A1
DE	10 2005 053 731	A1
DE	10 2008 026 032	A1
US	2007 / 0 221 746	A1
EP	1 390 152	B1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kaltgasspritzvorrichtung**



(57) Zusammenfassung: Bei einer Kaltgasspritzvorrichtung ist in einer Mischkammer (10) eine Strömungsleiteneinrichtung (20) angeordnet, welche das Spritzpartikel/Gas-Gemisch von einem längsachsennahen Bereich nach außen in einen wandnahen Bereich der Mischkammer (10) drängt.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kaltgasspritzvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Beim Kaltgasspritzen handelt es sich um ein Beschichtungsverfahren, bei dem der Beschichtungswerkstoff in Pulverform vorliegt und mit sehr hohen Geschwindigkeiten, insbesondere Überschallgeschwindigkeit, auf ein Substrat, d. h. Trägermaterial bzw. Bauteil, aufgebracht wird.

[0003] Die Pulverpartikel des Beschichtungswerkstoffes weisen üblicherweise Partikeldurchmesser von 1 µm bis 250 µm auf. Die Pulverpartikel werden in einem Gasstrom auf Geschwindigkeiten von 200 m/s bis 1600 m/s beschleunigt, indem die Pulverpartikel in eine zwischen einer Düse und einem Hochdruckgaserhitzer angeordnete Mischkammer eingeleitet werden, wobei aus dem Hochdruckgaserhitzer das Prozessgas mit einer hohen Geschwindigkeit in die Mischkammer strömt, so dass die in die Mischkammer eingeleiteten Pulverpartikel durch den Gasstrom beschleunigt und aufgeheizt werden. Beim Aufprall der Pulverpartikel auf dem Substrat steigt durch plastische Verformung der Pulverpartikel deren Temperatur soweit an, dass es zu einem Anschmelzen der Pulverpartikel kommt und diese mit der Oberfläche des Substrats verschweißen.

[0004] Beim Kaltgasspritzen werden üblicherweise Pistolen mit Lavaldüsen verwendet, die in Strömungsrichtung hintereinander einen konvergierenden Kanalabschnitt, einen engsten Kanalabschnitt und einen divergierenden Kanalabschnitt aufweisen.

[0005] Aus der EP 1 390 152 B1 ist bereits eine Kaltgasspritzvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt, bei der eine sogenannte Breitstrahldüse verwendet wird, d. h. der durchströmte Kanalquerschnitt verbreitert sich in Richtung der Auslassöffnung der Düse derart, dass die Auslassöffnung eine rechteckige Querschnittform hat. Derartige Breitstrahldüsen haben gegenüber Düsen mit kreisförmiger Austrittsöffnung den Vorteil, dass flächige Beschichtungen gleichmäßiger und wesentlich schneller hergestellt werden können.

[0006] Nachteilig ist bei bekannten Breitstrahldüsen dieser Art, dass das Pulver innerhalb der Düse nicht mit der gewünschten Gleichmäßigkeit über die Breite der Düse verteilt wird. Meist kommt es zu einer Anhäufung von Pulverpartikeln im mittleren Bereich, da das Pulver vom Pulverinjektionsrohr mittig in die Mischkammer und von dort mittig in die Lavaldüsen strömt. Hierdurch wird der Vorteil der Breitstrahldüsen im Vergleich zu Düsen mit runder Austrittsöffnung beim Flächenspritzen wieder teilweise aufgehoben.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Kaltgasspritzvorrichtung zu schaffen, mit der flächige Beschichtungsvorgänge auf besonders effektive und gleichmäßige Weise durchgeführt werden können.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Kaltgasspritzvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0009] Bei der Kaltgasspritzvorrichtung ist in der Mischkammer eine Strömungsleiteinrichtung angeordnet, welche das Spritzpartikel/Gas-Gemisch von einem längsachsennahen Bereich nach außen in einen wandnahen Bereich der Mischkammer drängt.

[0010] Die Strömungsleiteinrichtung bewirkt, dass eine Anhäufung von Pulverpartikeln im mittleren Bereich des durchströmten Düsenkanals wirkungsvoll verhindert werden kann. Eine "Unterversorgung" der Randbereiche mit Pulverpartikel wird daher vermieden. Dies führt insbesondere bei Breitstrahldüsen, bei denen die Breite der Austrittsöffnung wesentlich größer, beispielsweise mehr als zehn mal so groß ist als deren Höhe, zu einer gleichmäßigeren Pulververteilung über die gesamte Breite der Austrittsöffnung.

[0011] Vorteilhafterweise weist das Kegel- oder Keilelement einen hinteren Kegel- oder Keilabschnitt mit einer hinteren Spitze oder Schneide auf, die auf eine Auslassöffnung des Pulverinjektionsrohrs hingerrichtet ist. Hierdurch wird das Pulver besonders gleichmäßig und kontinuierlich vom mittleren, d. h. längsachsennahen, Bereich der Mischkammer in deren Randbereich und damit seitlich nach außen in die Randbereiche des Strömungskanals der Lavaldüse geleitet. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn die Verlängerung der Längsachse des hinteren Kegel- oder Keilabschnitts durch das Zentrum der Auslassöffnung des Pulverinjektionsrohrs hindurchgeht.

[0012] Vorteilhafterweise weist das Kegel- oder Keilelement einen vorderen Kegel- oder Keilabschnitt auf, der in den konvergierenden Kanalabschnitt der Lavaldüse hineinragt. Hierdurch wird das vom hinteren Kegel- oder Keilabschnitt in den Randbereich der Mischkammer geleitete Pulver auch im konvergierenden Kanalabschnitt der Lavaldüse im Randbereich gehalten und auf gleichmäßige Weise in die Randbereiche des engsten Kanalabschnitts geleitet, der bereits schlitzförmig ausgebildet ist, d. h. dessen Breite größer als dessen Höhe ist. Von diesem engsten Kanalabschnitt aus verteilen sich dann die Pulverpartikel auf gleichmäßige Weise über den gesamten Querschnitt des divergierenden Kanalabschnitts.

[0013] Vorteilhafterweise umfasst die Strömungsleiteinrichtung eine Außenhülse, in der das Kegel- oder

Keilelement mittels speichenartiger Streben mittig und auf Abstand gehalten ist. Hierdurch lässt sich die Strömungsleitvorrichtung auf besonders einfache Weise mittig in der Spritzpistole befestigen.

[0014] Vorteilhafterweise ist der Innendurchmesser des vom Spritzpartikel/Gasgemisch durchströmten Ringspaltes im Bereich des Eintrittsquerschnitts des konvergierenden Kanalabschnitts der Lavaldüse größer als 50%, vorzugsweise größer als 60% des Außendurchmessers des Ringspalts. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass mehr als 50%, vorzugsweise mehr als 60%, des Eintrittsquerschnitts der Lavaldüse von der Strömungsleitvorrichtung ausgefüllt ist.

[0015] Vorteilhafterweise erstreckt sich der vordere Kegel- oder Keilabschnitt über eine Länge von 50% bis 90% der Länge des konvergierenden Kanalabschnitts in den konvergierenden Kanalabschnitt hinein. Auf diese Weise erfolgt über eine relativ große Länge des konvergierenden Kanalabschnitts die randnahe Zwangsführung der Pulverpartikel.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0017] Fig. 1: einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Kaltgasspritzvorrichtung,

[0018] Fig. 2: einen Längsschnitt durch die Lavaldüse längs der Linie II-II von Fig. 3,

[0019] Fig. 3: eine Frontansicht der Lavaldüse von Fig. 2,

[0020] Fig. 4: eine räumliche Darstellung der Lavaldüse,

[0021] Fig. 5: einen Längsschnitt durch eine Strömungsleitvorrichtung längs der Linie V-V von Fig. 6,

[0022] Fig. 6: eine Frontansicht der Strömungsleitvorrichtung von Fig. 5,

[0023] Fig. 7: einen Längsschnitt längs der Linie VII-VII von Fig. 6,

[0024] Fig. 8: eine räumliche Darstellung der Strömungsleitvorrichtung schräg von vorne, und

[0025] Fig. 9: eine räumliche Darstellung der Strömungsleitvorrichtung schräg von hinten.

[0026] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kaltgasspritzvorrichtung mit einer Spritzpistole 1. Die Spritzpistole 1 umfasst im Wesentlichen eine Lavaldüse 2 und ein Mischkammerelement 3, an dessen vorderem Ende die Lavaldüse 2 befestigt ist. Mit "vorn" wird im Rahmen der Erfindung immer diejenige Seite der Vorrichtung bzw. ei-

nes Teils dieser Vorrichtung bezeichnet, die zu dem eine Austrittsöffnung 5 aufweisenden Endbereich 4 der Lavaldüse 2 hin gerichtet ist. Mit "hinten" wird im Folgenden diejenige Seite der Vorrichtung bzw. eines Teils davon bezeichnet, die zum hinteren, eine Eintrittsöffnung 6 für heißes Gas aufweisenden Endbereich 7 des Mischkammerelements 3 hin gerichtet ist.

[0027] An den hinteren Endbereich 7 des Mischkammerelements 3 schließt sich ein nicht dargestellter Hochdruckgaserhitzer an, um das Prozessgas auf die erforderlichen hohen Temperaturen zu erhitzen, die beim Kaltgasspritzen jedoch unterhalb der Schmelztemperatur von pulverförmigen Spritzpartikeln liegen, die auf ein nicht dargestelltes Substrat aufgetragen werden sollen. Das erhitze Gas wird in Richtung des Pfeils 8 in einen sich durch das Mischkammerelement 3 axial hindurch erstreckenden Hohlraum 9 eingeleitet, der im vorderen Bereich des Mischkammerelements 3 eine Mischkammer 10 bildet.

[0028] In die Mischkammer 10 ist von der Seite her ein Pulverinjektionsrohr 11 eingeführt, mit dem in Richtung des Pfeils 12 über eine nicht dargestellte Pulverzuführleitung die pulverförmigen Spritzpartikel zugeführt werden, die zum Beschichten des Substrats verwendet werden. Das Pulverinjektionsrohr 11 weist eine seitliche Auslassöffnung 13 auf, über welche die Spritzpartikel in die Mischkammer 10 eingeleitet werden. Die Auslassöffnung 13 liegt auf der Längsmittelachse der Mischkammer 10 und der hierzu axial fluchtenden Lavaldüse 2. Weiterhin ist die Auslassöffnung 13 derart angeordnet, dass die austretenden Spritzpartikel nach vorne, d. h. in Richtung zur Lavaldüse 2 hin, austreten.

[0029] Die Lavaldüse 2 weist einen länglichen Düsenkörper 14 auf, in dem sich mittig ein axialer, hindurchgehender Strömungskanal 15 befindet. Der Strömungskanal 15 umfasst, anschließend an die Mischkammer 10, einen hinteren, konvergierenden Kanalabschnitt 16, einen daran anschließenden engsten Kanalabschnitt 17 und einen daran anschließenden vorderen, divergierenden Kanalabschnitt 18. Wie aus den Fig. 2 bis Fig. 4 ersichtlich, weist der konvergierende Kanalabschnitt 16 eine hintere Eintrittsöffnung 19 mit kreisförmiger Querschnittsfläche auf. Von dieser Eintrittsöffnung 19 konvergiert der Kanalabschnitt 16 in Richtung zum engsten Kanalabschnitt 17, wobei sich die Höhe h des Strömungskanals 15 wesentlich stärker verringert als dessen Breite b. Der engste Kanalabschnitt 17 weist damit einen schlitzenartigen Querschnitt auf, dessen Breite b1 wesentlich größer als dessen Höhe h1 ist.

[0030] Von diesem engsten Kanalabschnitt 17 aus divergiert der Strömungskanal 15 wieder kontinuierlich in Richtung der Austrittsöffnung 5 zu einem schlitzenartigen Querschnitt, der eine Breite b2 und eine Höhe h2 hat. Die Breite b2 ist wiederum wesent-

lich größer als die Höhe h_2 . Weiterhin ist die Höhe h_2 deutlich größer als die Höhe h_1 , während die Breite b_2 geringfügig größer als die Breite b_1 ist. Die schlitzartige Querschnittsform des Strömungskanals **15** beginnt somit, in Strömungsrichtung gesehen, bereits nahe hinter der Eintrittsöffnung **19** und erstreckt sich über die gesamte Länge der Lavaldüse **2** bis zur Austrittsöffnung **5**.

[0031] "Schlitzartig" bedeutet im Rahmen der vorliegenden Erfindung, dass der Querschnitt des Strömungskanals **15** in einer ersten Richtung größer ist als in einer zweiten Richtung, die senkrecht zur ersten Richtung angeordnet ist. Bevorzugte Ausführungsbeispiele für schlitzartige Querschnittsformen sind rechteckige oder ovale Querschnittsformen. Je nach Anwendungsfall sind jedoch auch andere Querschnittsformen denkbar.

[0032] Aus **Fig. 1** ist weiter ersichtlich, dass in der Mischkammer **10** eine Strömungsleiteinrichtung **20** angeordnet ist. Die Strömungsleiteinrichtung **20** dient dazu, das aus der Auslassöffnung **13** des Pulverinjektionsrohrs **11** austretende Pulver, d. h. die pulverförmigen Spritzpartikel, gleichmäßig auf die Randbereiche der Mischkammer **10** und des Strömungskanals **15** zu verteilen, damit die Spritzpartikel am vorderen Ende der Lavaldüse **2** möglichst gleichmäßig über den Querschnitt der Austrittsöffnung **5** verteilt austreten.

[0033] Die Strömungsleiteinrichtung **20** wird im Folgenden anhand der **Fig. 5** bis **Fig. 9** näher beschrieben. Die Strömungsleiteinrichtung **20** umfasst ein Kegelelement **21**, das mittels speichenförmiger, sich radial erstreckender Streben **22** mittig innerhalb und mit Abstand zu einer zylinderförmigen Außenhülse **23** gehalten wird. Das Kegelelement **21** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Doppelkegelelement ausgebildet und umfasst einen hinteren Kegelabschnitt **24**, einen mittigen, zylinderförmigen Abschnitt **25** und einen vorderen Kegelabschnitt **26**. Die Spitze des hinteren Kegelabschnitts **24** ist nach hinten gerichtet, während die Spitze des vorderen Kegelabschnitts nach vorne gerichtet ist. Weiterhin liegen die Spitzen der Kegelabschnitte **24**, **26** auf einer gemeinsamen Längsachse **27**, die mit der Längsmittelachse des Strömungskanals **15** zusammenfällt.

[0034] Aus **Fig. 6** ist ersichtlich, dass drei speichenartige Streben **22** vorgesehen sind, die in einem Winkelabstand von 120° über den Umfang des Kegelelements **21** verteilt sind. Mittels der Streben **22** wird das Kegelelement **21** in einem bestimmten Abstand zur Innenumfangsfläche **28** der Außenhülse **23** gehalten. Hierdurch wird ein umlaufender Ringspalt **29** zwischen der Innenumfangsfläche **28** und dem Kegelelement **21** gebildet, wobei der Ringspalt **29** lediglich durch die Streben **22** unterbrochen wird.

[0035] Wie aus **Fig. 5** ersichtlich, sind die Streben **22** lediglich im mittigen, zylinderförmigen Abschnitt **25** des Kegelelements **21** angeordnet. Der hintere Kegelabschnitt **24** erstreckt sich nach hinten in Axialrichtung gleich weit wie die Außenhülse **23**. Der vordere Kegelabschnitt **26** erstreckt sich dagegen in Axialrichtung nach vorne über die Außenhülse **23** hinaus.

[0036] Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, ist die Strömungsleiteinrichtung **20** mittels der Außenhülse **23** in den vorderen Abschnitt des Hohlraumes **9** derart in das Mischkammerelement **3** eingesetzt, dass die Außenhülse **23** vollständig innerhalb des Mischkammerelements **3** liegt. Die Axialposition der Strömungsleiteinrichtung **20** wird dabei mittels eines umlaufenden, radial vorstehenden Bundes **31** bestimmt, der zwischen einer vorderen Stirnwand **32** des Mischkammerelements **3** und einer hinteren Stirnwand **33** der Lavaldüse **2** eingeklemmt ist.

[0037] Die hintere Spitze **30** des Kegelelements **21** ist auf die Mitte der Auslassöffnung **13** des Pulverinjektionsrohrs hin gerichtet und befindet sich in relativ kurzem Abstand vor dieser Auslassöffnung **13**. Der vordere Kegelabschnitt **26** ragt dagegen in den konvergierenden Kanalabschnitt **16** der Lavaldüse **2** hinein. Die vordere Spitze **34** des vorderen Kegelabschnitts **26** befindet sich dabei relativ nahe am engen Kanalabschnitt **17**.

[0038] Die Spritzpartikel, die aus der Auslassöffnung **13** des Pulverinjektionsrohrs **11** austreten und in die Mischkammer **10** hineingeleitet werden, vermischen sich dort intensiv mit dem zugeführten Gas. Spritzpartikel und Gas werden durch den hinteren Kegelabschnitt **24** radial nach außen in die Randbereiche der Mischkammer **10** gedrängt und durch den Ringspalt **29** hindurch gedrückt. Aufgrund des vorderen Kegelabschnitts **26**, der in den konvergierenden Kanalabschnitt **16** hineinragt, hat der durchströmbare Querschnitt des Strömungskanals **15** auch in diesem Bereich die Form eines Ringspalts, der nach außen hin durch die Innenumfangswand des Düsenkörpers **14** und radial nach innen durch den vorderen Kegelabschnitt **26** begrenzt wird. Zweckmäßigerweise ist der Innendurchmesser des vom Spritzpartikel/Gas-Gemisch durchströmten Ringspalts **29** im Bereich des Eintrittsquerschnitts des konvergierenden Kanalabschnitts **16**, d. h. im Bereich der Eintrittsöffnung **19**, größer als 50%, vorzugsweise größer als 60%, besonders vorzugsweise größer als 70%, des Außendurchmessers des Ringspalts **29**. Weiterhin erstreckt sich der vordere Kegelabschnitt **26** über eine Länge von 50% bis 90% der Länge des konvergierenden Kanalabschnitts **16** in den konvergierenden Kanalabschnitt **16** hinein.

[0039] Im Rahmen der Erfindung ist eine Vielzahl von Variationen möglich. Beispielsweise ist nicht zwingend erforderlich, zur Halterung des Kegelele-

ments **21** innerhalb des Mischkammerelements **3** eine Außenhülse **23** vorzusehen. Anzahl und Anordnung der Streben **22** können variieren. Beispielsweise können lediglich zwei oder auch vier Streben angeordnet sein, die in einem Winkelabstand von 180° bzw. 90° voneinander entfernt sind. Anstelle eines Kegelelements **21** kann auch eine Strömungsleiteinrichtung mit einer elyptischen Außenkontur oder ein Keilelement vorgesehen sein. Ein derartiges Keilelement kann einen hinteren Keilabschnitt mit einer hinteren Schneide und einen vorderen Keilabschnitt mit einer vorderen Schneide aufweisen. Es ist auch möglich, die Strömungsleiteinrichtung sowohl mit einem Kegelelement als auch mit einem Keilelement auszustatten. Auch andere Formen der Strömungsleiteinrichtung, die an den Querschnitt des konvergierenden Kanalabschnitts **16** angepasst sind, sind möglich.

[0040] Weiterhin ist es nicht unbedingt erforderlich, dass die Mischkammer **10** in Strömungsrichtung vor der Lavaldüse **2** angeordnet ist. Vielmehr kann sich die Mischkammer **10** innerhalb der Lavaldüse **2** befinden und beispielsweise durch einen hinteren Abschnitt des konvergierenden Kanalabschnitts **16** der Lavaldüse **2** gebildet werden. Dies bietet sich insbesondere dann an, wenn sich das Pulverinjektionsrohr **11** in den Strömungskanal **15** der Lavaldüse **2** hinein erstreckt oder sich die Auslassöffnung **13** des Pulverinjektionsrohrs **11** zumindest in unmittelbarer Nachbarschaft des konvergierenden Kanalabschnitts **16** befindet.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1390152 B1 [0005]

Patentansprüche

1. Kaltgasspritzvorrichtung mit einer Spritzpistole (1), die eine Mischkammer (10) zum Mischen von pulverförmigen Spritzpartikeln und Gas, ein in die Mischkammer (10) mündendes Pulverinjektionsrohr (11) und eine Lavaldüse (2) umfasst, die einen konvergierenden Kanalabschnitt (16), einen engsten Kanalabschnitt (17) und einen divergierenden Kanalabschnitt (18) aufweist, wobei der konvergierende Kanalabschnitt (16) einen Eintrittsquerschnitt aufweist, der in Richtung des engsten Kanalabschnitts (17) in eine schlitzzartige Querschnittsform übergeht, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Mischkammer (10) eine Strömungsleiteinrichtung (20) angeordnet ist, welche das Spritzpartikel/Gas-Gemisch von einem längsachsennahen Bereich nach außen in einen wandnahen Bereich der Mischkammer (10) drängt.

2. Kaltgasspritzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsleiteinrichtung (20) ein Kegel- oder Keilelement (21) umfasst, das einen Ringspalt (29) radial nach innen begrenzt.

3. Kaltgasspritzvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kegel- oder Keilelement (21) einen hinteren Kegel- oder Keilabschnitt (24) mit einer hinteren Spitze (30) oder Schneide aufweist, die auf eine Auslassöffnung (13) des Pulverinjektionsrohrs (11) hin gerichtet ist.

4. Kaltgasspritzvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verlängerung der Längsachse (27) des hinteren Kegel- oder Keilabschnitts (24) durch das Zentrum der Auslassöffnung (13) des Pulverinjektionsrohrs (11) hindurch geht.

5. Kaltgasspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kegel- oder Keilelement (21) einen vorderen Kegel- oder Keilabschnitt (26) aufweist, der in den konvergierenden Kanalabschnitt (16) der Lavaldüse (2) hineinragt.

6. Kaltgasspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsleiteinrichtung (20) eine Außenhülse (23) umfasst, in der das Kegel- oder Keilelement (21) mittels speichenartiger Streben (22) mittig und auf Abstand gehalten ist.

7. Kaltgasspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innendurchmesser des vom Spritzpartikel/Gas-Gemisch durchströmten Ringspalts (29) im Bereich des Eintrittsquerschnitts des konvergierenden Kanalabschnitts (16) der Lavaldüse (2) größer als 50%, vorzugsweise größer als 60% des Außendurchmessers des Ringspalts (29) ist.

8. Kaltgasspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der vordere Kegel- oder Keilabschnitt über eine Länge von 50% bis 90% der Länge des konvergierenden Kanalabschnitts (16) in den konvergierenden Kanalabschnitt (16) hineinstreckt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

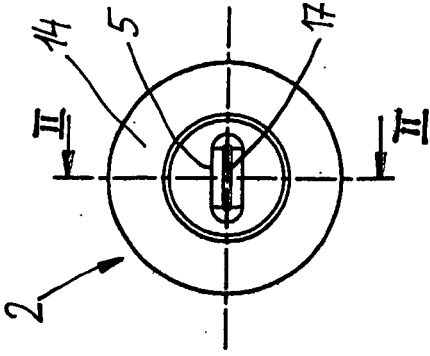


Fig. 3

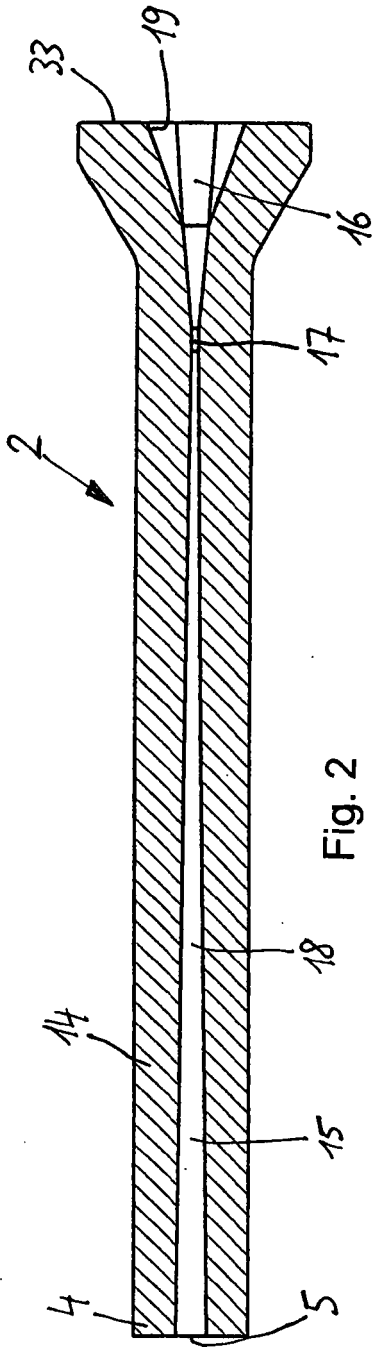


Fig. 2

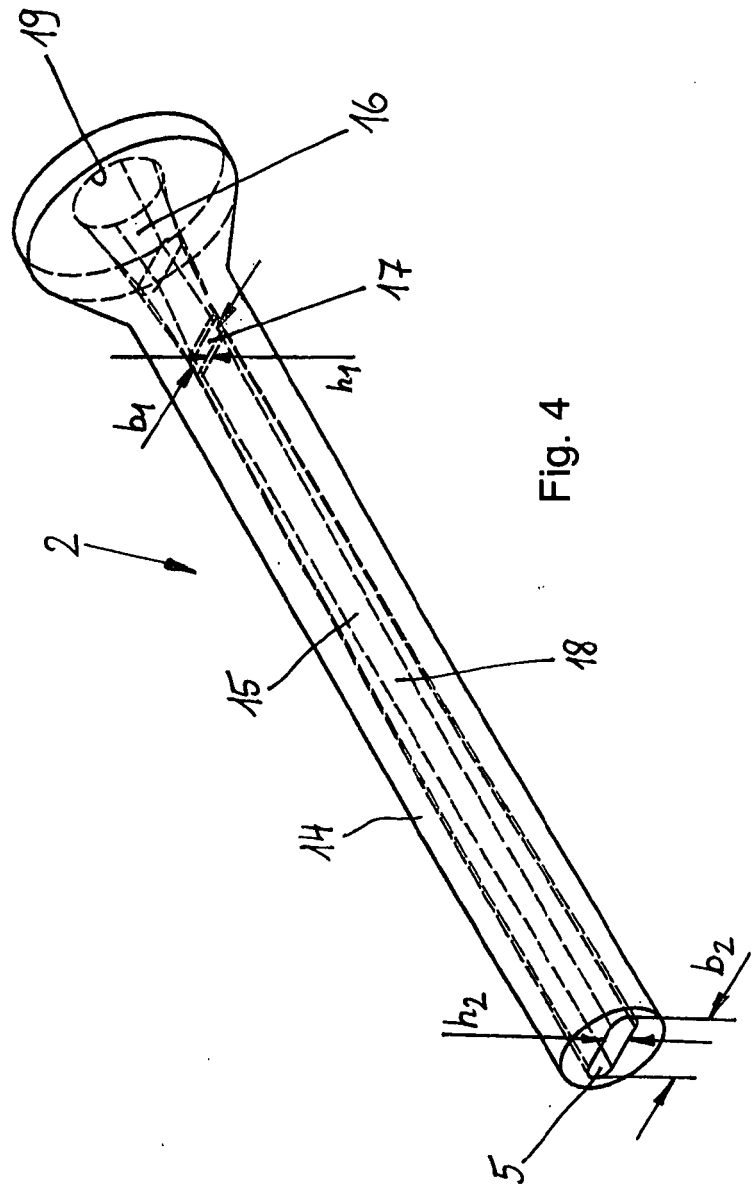


Fig. 4

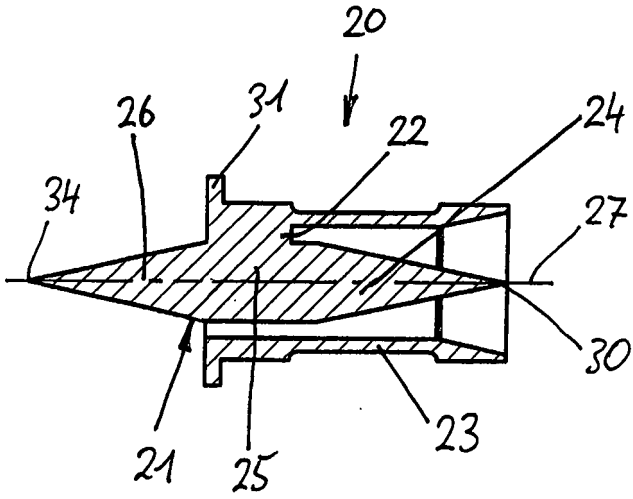


Fig. 5

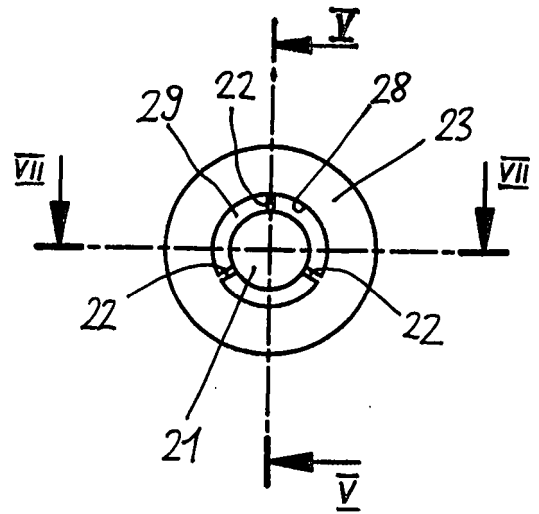


Fig. 6

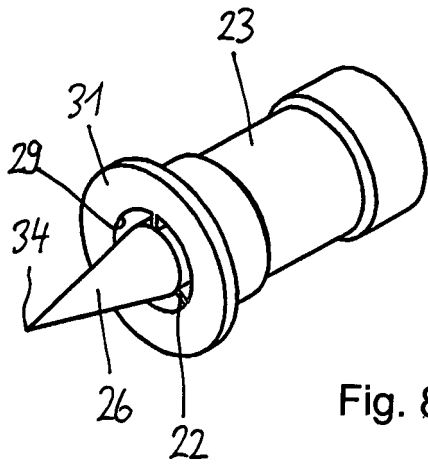


Fig. 8

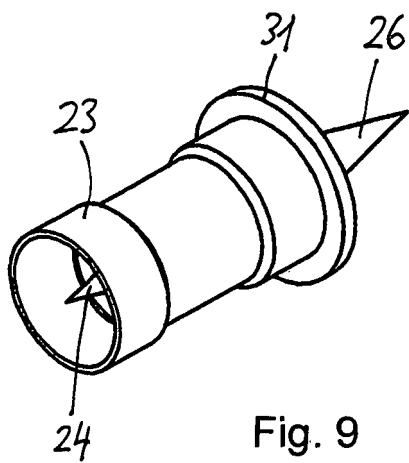


Fig. 9

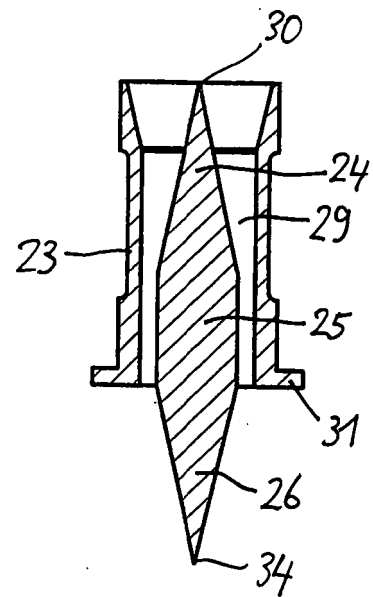


Fig. 7