

(19)



(11)

EP 3 789 516 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.03.2021 Patentblatt 2021/10

(51) Int Cl.:
C23C 24/00 (2006.01) **C23C 24/08** (2006.01)
B05B 7/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19196216.6**

(22) Anmeldetag: **09.09.2019**

(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**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

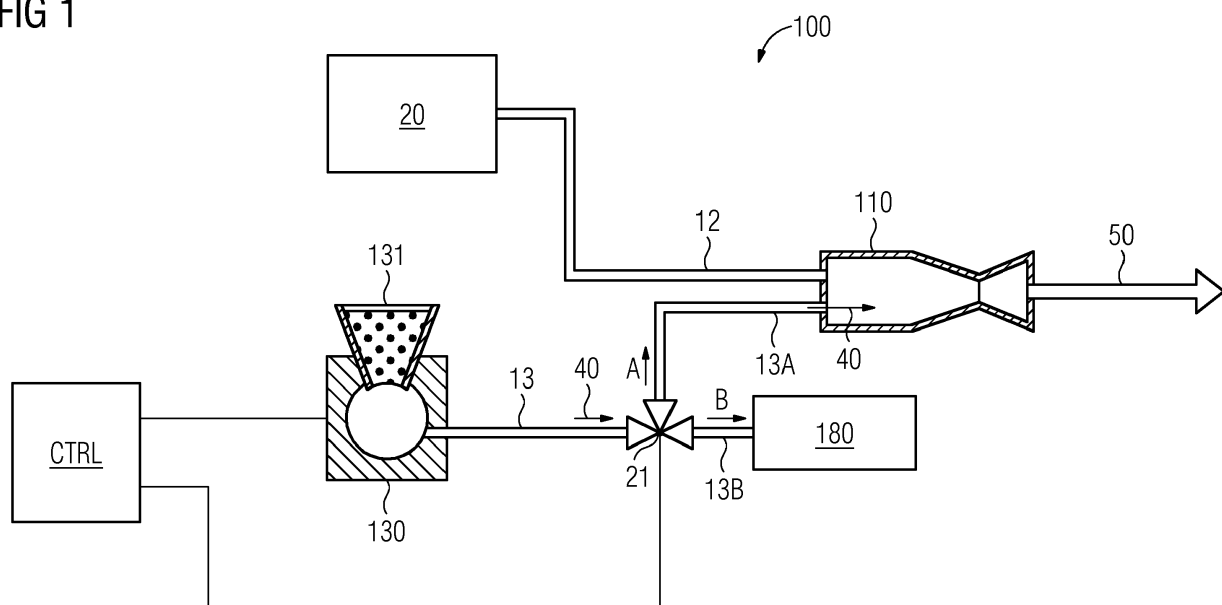
(72) Erfinder:
 • **Arndt, Axel**
10961 Berlin (DE)
 • **Creuz, Aline**
14163 Berlin (DE)
 • **Jensen, Jens Dahl**
14050 Berlin (DE)
 • **Krüger, Ursus**
14089 Berlin (DE)
 • **Pyritz, Uwe**
13599 Berlin (DE)
 • **Stier, Oliver**
12163 Berlin (DE)

(54) **KALTGASSPRITZANLAGE MIT EINSTELLBAREM PARTIKELSTRAHL**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kaltgasspritzanlage (100) zum Erzeugen eines einstellbaren Partikelstrahls (50) und ein Verfahren zum Steuern einer solchen Kaltgasspritzanlage (100). Um den Partikelstrahl (50) der Kaltgasspritzanlage (100) während des laufenden Betriebs gezielt zu steuern, insbesondere kurzfristig zu deaktivieren wird vorgeschlagen, dass die Kaltgasspritz-

anlage (100) eine Düse (110), aus der der Partikelstrahl (50) austritt, eine Zuführeinrichtung (130) zum Zuführen eines Partikelstroms (40) zur Düse (110) und ein oder mehrere Aktoren (21, 22, 23) aufweist, die so ausgebildet sind, dass der Partikelstrom (40) und/oder der Partikelstrahl (50) im laufenden Betrieb zeitweise verringert, insbesondere zeitweise unterbrochen werden kann.

FIG 1



EP 3 789 516 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kaltgasspritzanlage zum Erzeugen eines einstellbaren Partikelstrahls und ein Verfahren zum Steuern einer solchen Kaltgasspritzanlage.

[0002] Kaltgasspritzen (im Englischen: "Cold Spray") ist ein Verfahren, bei dem ein Werkstoff in Pulverform mit sehr hoher Geschwindigkeit auf ein Trägermaterial (Substrat) aufgebracht wird. Dazu wird ein auf mehrere hundert Grad aufgeheiztes Prozessgas (z. B. Stickstoff) durch Expansion in einer Laval-Düse auf sehr hohe Geschwindigkeit, d. h. Überschallgeschwindigkeit, beschleunigt und anschließend die Pulverpartikel in den Gasstrahl injiziert. Die injizierten Pulverpartikel werden dabei auf eine so hohe Geschwindigkeit beschleunigt, dass sie im Gegensatz zu anderen thermischen Spritzverfahren auch ohne vorangehendes An- oder Aufschmelzen beim Aufprall auf das Substrat eine dichte und fest haftende Schicht bilden.

[0003] Aufgrund der thermischen Trägheit von Cold Spray-Anlagen können die Strömungsparameter des Gasstrahls, der die Partikel beschleunigt, nicht abrupt geändert werden. Weiterhin ist es unzweckmäßig, den oder die Pulverförderer abrupt aus- und wieder anzuschalten, weil sie aufgrund der Länge der Leitungen eine Weile brauchen, bis die Förderung danach wieder gleichmäßig läuft. Pulverförderer werden im Folgenden auch als Zuführeinrichtung bezeichnet und dienen zum Zuführen eines Partikelstroms (Pulverstrom). Die Qualität des aufgebauten Materials hängt aber maßgeblich von einer gleichmäßigen Förderung ab. Mit anderen Worten soll die Anlage möglichst einen möglichst gleichmäßigen Partikelstrahl erzeugen (spritzen).

[0004] Beim Beschichten von Komponenten oder additiver Fertigung auf Komponenten durch Kaltgasspritzen führt die mangelnde Steuerbarkeit des Partikelstrahls bzw. mangelnde Dynamik der Parameter des Partikelstrahls zu Problemen, z. B. dass an einigen Orten zu viel Material abgeschieden wird, unter anderem dort, wo wegen kinematischer Begrenzungen die Spritzdüse langsamer bewegt werden muss als für die aktuelle Pulverfördererrate passend wäre.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung den Partikelstrahl einer Kaltgasspritzanlage während des laufenden Betriebs gezielt zu steuern, insbesondere kurzfristig zu deaktivieren.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Kaltgasspritzanlage, wie sie in Anspruch 1 angegeben ist. Die Kaltgasspritzanlage zum Erzeugen eines einstellbaren Partikelstrahls weist dazu eine Düse auf, wobei im Betrieb der Kaltgasspritzanlage aus der Düse der Partikelstrahl austritt. Der Partikelstrahl umfasst dabei Partikel, die auf dem zu beschichtenden Substrat abgeschieden werden sollen und ein Treibgas. Die Kaltgasspritzanlage weist weiterhin eine Zuführeinrichtung zum Zuführen eines Partikelstroms zur Düse auf. Der Partikelstrom ist dabei ein Strom aus Pulverpartikeln sein, der der Düse

zur Verfügung gestellt wird und in der Düse auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt wird. Der Partikelstrom hat dementsprechend eine Geschwindigkeit deutlich unterhalb der Schallgeschwindigkeit. Der Partikelstrom ist als ein Partikel-Gas-Gemisch ausgebildet und es handelt sich dabei um eine Zweiphasenströmung aus Fördergas mit festen Partikeln darin.

[0007] Die Kaltgasspritzanlage weist weiterhin ein oder mehrere Aktoren auf, wobei die Aktoren so ausgebildet sind, dass der Partikelstrom und/oder der Partikelstrahl im laufenden Betrieb zeitweise verringert werden kann. Insbesondere kann der Partikelstrom und/oder der Strahl auch kurzfristig unterbrochen werden. In anderen Worten können die Aktoren so angesteuert werden, dass aus der Düse zeitweise keine oder zumindest nur wenige Partikel austreten. Dies kann vorteilhaft dazu genutzt werden, komplexe Strukturen mittels des Kaltgasspritzverfahrens zu erstellen. Weiterhin hat dies den großen Vorteil, dass Pulver, das nicht zum Aufbau einer Struktur verwendet wird, nicht im Leerlauf verbraucht wird, sondern der Partikelstrom nur unterbrochen wird und damit Pulver gespart werden kann. Die zeitweise Unterbrechung bzw. Verringerung weisen dabei eine maximale Dauer von wenigen Sekunden auf, z. B. so lange bis eine Leerstelle in einer dreidimensionalen Struktur von der Düse passiert wurde. Vorzugsweise ist die Unterbrechung höchstens 1 Sekunde, insbesondere höchstens 0,5 Sekunden.

[0008] In einer weiteren Ausführungsform ist zumindest einer der Aktoren der Zuführeinrichtung nachgeschaltet. Dies kann so realisiert werden, dass der Aktor so angeordnet ist, dass der Düse durch die Zuführeinrichtung kein Partikelstrom mehr zugeführt werden kann. Der Aktor hat vorzugsweise eine deutlich höhere Dynamik als die Zuführeinrichtung, deren Hauptaufgabe es ist, einen möglichst konstanten Partikelstrom zur Verfügung zu stellen. Unter Ausnutzen der höheren Dynamik des Aktors kann der Partikelstrom feingranularer eingestellt werden.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform ist zumindest einer der Aktoren als ein Ventil ausgebildet. Das Ventil ist dabei insbesondere zwischen der Zuführeinrichtung und der Düse angeordnet. Mit dem Ventil kann der Partikelstrom von der Zuführeinrichtung zur Düse kurzfristig unterbrochen oder verringert werden. Das Ventil kann dabei so ausgebildet sein, dass ein Fördergasstrom, also der Partikelstrom mit seinem Fördergas, zurück in die Zuführeinrichtung geleitet wird. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die Kaltgasspritzanlage ein System aufweist, bei dem die Zuführeinrichtung mit einem Fördergasstrom unter demselben Druck steht. Eine Steuereinrichtung, die den Fördergasstrom steuert, kann auf diese Art und Weise bestehen bleiben, da diese wegen des gleichen Gegendrucks erst verspätet mitbekommt, dass das Ventil geschlossen ist und somit erst später gegenregelt bzw. gegensteuert. In diesem Fall sollte das Ventil regelmäßig geöffnet werden, damit der Druck in der Zuführeinrichtung, zum Beispiel dem Pul-

verförderer, nicht zu groß wird.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform ist zumindest einer der Aktoren als ein Ventil ausgebildet, das so angeordnet ist, dass der Partikelstrom zurück in die Zuführeinrichtung geleitet wird. Insbesondere wird der Partikelstrom mit seinem Fördergas zurück in die Zuführeinrichtung geleitet. Vorteilhaft ist es, wenn der Partikelstrom in einen unter Druck stehenden Pulverbehälter geführt wird. Das Ventil kann als ein Kugelventil realisiert werden. Besonders vorteilhaft ist, dass so bestehende Anlagen erweitert werden können.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform weist die Kaltgasspritzanlage zumindest einen Puffer zum temporären Puffern des Partikelstroms auf. Der Puffer kann dabei so ausgestaltet sein, dass ein Partikelstrom bzw. der Fördergasstrom mit den Partikeln, wenn möglich unter Beibehaltung desselben Druckniveaus, gepuffert wird. Hierbei sind beispielsweise Ausdehnungsgefäße oder Druckausgleichsbehälter verwendbar.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform ist zumindest einer der Aktoren so ausgebildet, in einer ersten Stellung den Partikelstrom der Düse zuzuführen und in einer zweiten Stellung den Partikelstrom in einen Puffer zu leiten. Es ist möglich, dass nicht nur zwei diskrete Stellungen existieren, sondern auch Zwischenstellungen, in denen zumindest Teile des Partikelstroms in den Puffer geleitet werden. Dazu könnten entsprechende Ventile vorgesehen sein. Der Vorteil an einer Lösung mit einem entsprechenden Aktor und einem Puffer ist, dass sich so bestehende Anlagen nachrüsten lassen, da Drucksprünge durch den Puffer vermieden werden können.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform weist die Kaltgasspritzanlage eine Steuervorrichtung auf, die zum Einstellen einer Förderrate der Zuführeinrichtung in Abhängigkeit von zumindest einem Zustand eines der Aktoren ausgebildet ist. Dies hat den großen Vorteil, dass der Aktor nicht den vollen Partikelstrom handhaben muss, sondern zumindest eine Verringerung des Partikelstroms vorgesehen werden kann. Wenn die Zuführeinrichtung nun so eingestellt wird, dass die Stellvorgänge eine ausreichende Dynamik aufweisen, um einen möglichst kontinuierlichen Partikelstrahl zu gewährleisten, so kann in Kombination mit den Aktoren eine sehr hohe Dynamik der Partikelmenge des Partikelstrahls erreicht werden.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform weist die Kaltgasspritzanlage zumindest eine Steuervorrichtung auf, die zum Einstellen einer Förderrate der Zuführeinrichtung in Abhängigkeit von zumindest einer Verfahrensgeschwindigkeit der Düse ausgebildet ist. Die Fördergeschwindigkeit der Zuführeinrichtung ist dabei ein Maß für die Anzahl der Partikel, die die Fördereinrichtung pro Zeiteinheit fördert. Somit kann der Partikelstrom direkt beeinflusst werden. Da dies aber in der Regel nicht dynamisch genug geschehen kann, um kurzfristige Verringerungen bzw. Unterbrechungen des Partikelstrahls zu realisieren, kann zusätzlich die Verfahrensgeschwindigkeit

der Düse beeinflusst werden. Bei gleichbleibendem Partikelstrom und steigender Verfahrensgeschwindigkeit sinkt die Anzahl der Partikel, die an einem Ort auf dem Substrat abgeschieden werden. Wenn nun die Verfahrensgeschwindigkeit gesteigert wird und die Förderrate gleichzeitig gesenkt wird, so kann ein Effekt erzielt werden, der einem kurzfristigen Verringern bzw. Unterbrechen des Partikelstroms bzw. des Partikelstrahls nahekommt. Besonders vorteilhaft kann die Steuereinrichtung sowohl die Förderrate in Abhängigkeit eines Zustands eines Aktors sowie der Verfahrensgeschwindigkeit der Düse ausgebildet sein.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform weist die Kaltgasspritzanlage Partikelleitungen auf, die als Puffer ausgebildet sind. Wenn nur kurzfristige Unterbrechungen des Partikelstroms vorgesehen sind, so können Partikelleitungen unverändert verwendet werden. Wenn längerfristige Unterbrechungen und damit einhergehende Pufferung von höheren Drücken vorgesehen sind, so können etwas stärker ausgestaltete Partikelleitungen verwendet werden. Bestehende Systeme können auf diese Weise einfach und vorteilhaft erweitert werden.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform ist zumindest einer der Aktoren so ausgestaltet, dass eine Verfahrensgeschwindigkeit der Düse abhängig von der zeitweisen Verringerung insbesondere Unterbrechung des Partikelstrahls und/oder des Partikelstroms einstellbar ist. So kann beispielsweise ein Roboterarm vorgesehen sein, der die Verfahrensgeschwindigkeit der Düse dementsprechend einstellt. Insbesondere in Kombination mit weiteren Aktoren ist dies von großem Vorteil.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform ist zumindest einer der Aktoren als mechanisches Element ausgebildet, das den Partikelstrahl nach Austritt aus der Düse blockiert und/oder umlenkt. Derartige mechanische Elemente können zum Beispiel als eine Art Blende, die geöffnet und geschlossen werden kann, ausgebildet sein. Ergänzend und/oder alternativ kann das mechanische Element als ein trommel- bzw. zylinderförmiges Element ausgebildet sein, das Kanäle aufweist, die den Strahl durchlassen und Kanäle aufweist, die den Strahl zum Beispiel zur Seite hin weggleiten, ausgebildet sein. Dies hat den Vorteil, dass eine sehr hohe Dynamik erreicht werden kann und garantiert werden kann, dass keinerlei Partikel auf das zu beschichtende Substrat treffen. Dies kann insbesondere bei besonders empfindlichen Teilen des Substrats, die auf keinen Fall vom Partikelstrahl getroffen werden dürfen, von Vorteil sein.

[0018] Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zum Steuern einer Kaltgasspritzanlage gelöst, die gemäß einer erfindungsgemäßen Anlage wie vorstehend ausgebildet ist. Zum Betreiben der Kaltgasspritzanlage wird zumindest ein Aktor im laufenden Betrieb zum zumindest zeitweisen Verringern, insbesondere zum zumindest zeitweisen Unterbrechen des Partikelstroms und/oder des Partikelstrahls angesteuert.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform wird zumindest einer der Aktoren abhängig von einer Verfahrenge-

schwindigkeit der Düse angesteuert. Dies ermöglicht eine genaue Anpassung des Partikelstrahls bzw. der Menge der auf dem Substrat ankommenden Partikel durch Anpassen der Verfahrensgeschwindigkeit.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform wird zumindest ein Aktor abhängig von einer Förderrate der Zuführeinrichtung angesteuert. Dies hat den großen Vorteil, dass über die Förderrate auch gleichzeitig der Aktor angesteuert werden kann und somit der Förderratencontroller zum Ansteuern eines Aktors benutzt werden kann.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform wird die Förderrate der Zuführeinrichtung abhängig von einem Zustand von zumindest einem Aktor angesteuert. So ist beispielsweise vorstellbar, dass bei einem Versperren oder Drosseln des Weges des Partikelstroms durch einen Aktor parallel die Förderrate der Zuführeinrichtung gedrosselt wird und diese dementsprechend bevor der Aktor wieder öffnet, wieder erhöht wird, sodass Drucksprünge im System vermieden werden können und eine möglichst gleichmäßige Partikelförderung für einen möglichst gleichmäßigen Partikelstrahl zur Verfügung gestellt werden kann.

[0022] An dieser Stelle sei anzumerken, dass die verschiedenen Verfahren untereinander kombinierbar sind und sich ergänzen können. Auch die verschiedenen genannten Aktoren können untereinander kombiniert werden, um so ein besonders dynamisches und gut steuerbares System zu erhalten, um Alternativen der Ansteuerung zu erhalten und/oder um Reserven beim Ansteuern der Kaltgasspritzanlage zu ermöglichen.

[0023] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

- FIG 1 eine Kaltgasspritzanlage,
- FIG 2 eine weitere Kaltgasspritzanlage,
- FIG 3 einen Aktor und
- FIG 4 einen weiteren Aktor.

[0024] FIG 1 zeigt eine Kaltgasspritzanlage 100 mit einer Düse 110, aus der ein Partikelstrahl 50 austritt. Der Düse 110 wird über eine Gasleitung 12 aus einer Gasquelle 20 ein Treibgas unter Druck zugeführt. Weiterhin wird der Düse 110 über eine Partikelleitung 13A ein Partikelstrom 40 zugeführt. Eine Zuführeinrichtung 130 weist einen Partikelspeicher 131 auf und ist über eine Partikelleitung 13 mit einem Aktor 21 verbunden. Der Aktor 21 weist zwei Stellungen A und B auf. Der Aktor 21 kann dabei beispielsweise als Ventil ausgebildet sein. In Stellung A wird der Partikelstrom 40 über die Partikelleitungen 13A unverändert zur Düse 110 geführt. In der Stellung B wird der Partikelstrom 40 über eine Partikelleitung 13B in einen Puffer 180 geleitet. In Stellung B wird also der Partikelstrom 40 in Richtung der Düse 110 so verringert bzw. blockiert, dass der Partikelstrahl 50 eine geringere Anzahl oder keine Partikel mehr aufweist.

[0025] Beispielhaft weist die Kaltgasspritzanlage 100 eine Steuervorrichtung CTRL auf. Die Steuervorrichtung

CTRL ist dabei so ausgebildet und in die Anlage eingebunden, dass sie eine Förderrate der Zuführeinrichtung 130 einstellen kann. Dies kann beispielsweise über eine Drehzahl eines Trommelförderers geschehen. Weiterhin ist die Steuervorrichtung CTRL mit dem Aktor 21 verbunden und kann den Aktor 21 ansteuern. Somit ist denkbar, dass die Steuervorrichtung CTRL den Aktor 21 oder die Zuführeinrichtung 130 getrennt voneinander ansteuert. Dies kann in Fällen vorteilhaft sein, in denen nur eine geringfügige Anpassung des Partikelstrahls 50 notwendig ist. Weiterhin ist denkbar, dass die Steuervorrichtung CTRL den Aktor 21 und die Zuführeinrichtung 130 gemeinsam und aufeinander abgestimmt ansteuert.

[0026] Ergänzend können auch weitere Aktoren 22 und 23 vorgesehen werden, wie sie in den Figuren 2 und Figuren 3 gezeigt sind, diese können ebenso von der Steuervorrichtung CTRL angesteuert werden.

[0027] FIG 2 zeigt eine Kaltgasspritzanlage 100 basierend auf der Ausführungsform aus FIG 1. Dabei wurde nach dem Puffer 180 eine weitere Partikelleitung 13C vorgesehen, die mit dem Partikelspeicher 131 verbunden ist und somit das sich stauende Gas mit den ungenutzten Partikeln zurückführt. Da der Partikelspeicher 131 auch unter Druck stehen kann, kann über die Partikelleitung 13C das dann unter annähernd demselben Druck stehende Fördergas mit den Partikeln in den Partikelspeicher 131 zurückgeführt werden. Der Puffer 180 kann auch entfallen und die Partikelleitung 13B und Partikelleitung 13C direkt miteinander verbunden werden. Dies ist bspw. bei ausreichenden Leitungslängen der Leitungen 13B und 13C und/oder geforderten kurzen Unterbrechungszeiten der Fall. Die Leitungslänge, ggf. in Verbindung mit dem Zusatzpuffer 180, bewirkt vorteilhaft bei hinreichend kurzen Unterbrechungsdauern, dass keine störenden Druckregelschwankungen im Pulverförderkreislauf angestoßen werden, mithin die Unterdrückung des Partikelinjektion in die Düse vom Pulverfördersystem bzw. dessen Regler unbemerkt erfolgt.

[0028] FIG 3 zeigt einen Aktor 22, der in diesem Fall als eine Art Blende, zum Beispiel als ein rundes Blech mit ein oder mehreren Aussparungen ausgestaltet ist. Durch Rotation mittels eines Drehantriebs 220 kann der Aktor 22 so verstellt werden, dass ein Partikelstrahl, der aus der Düse 110 austritt, nicht auf das Substrat trifft. Dabei ist zu erwähnen, dass die Zeichnung nur schematisch ist und die als mechanische Elemente ausgebildeten Aktoren 22 auch deutlich kompakter realisiert werden können.

[0029] In FIG 4 ist ein ähnliches Konzept eines Aktors 23 zu sehen, der hier als Trommel ausgebildet ist und Umlenkanäle 230 aufweist. Die Umlenkanäle lenken den Partikelstrahl aus der Düse 110 aus dem Fokusbereich und haben somit ebenfalls den Effekt, dass der Partikelstrahl kurzzeitig unterbrochen werden kann. Als Alternative oder ergänzend zu den Umlenkanälen 230 können in der Trommel bzw. in dem zylinderförmigen Aktor 23 auch Sacklöcher vorgesehen sein, die zum kurzfristigen Aufnehmen des Partikelstrahls und seiner

Partikel ausgebildet sind.

[0030] Zusammenfassend betrifft die Erfindung eine Kaltgasspritzanlage (100) zum Erzeugen eines einstellbaren Partikelstrahls (50) und ein Verfahren zum Steuern einer solchen Kaltgasspritzanlage (100). Um den Partikelstrahl (50) der Kaltgasspritzanlage (100) während des laufenden Betriebs gezielt zu steuern, insbesondere kurzfristig zu deaktivieren wird vorgeschlagen, dass die Kaltgasspritzanlage (100) eine Düse (110), aus der der Partikelstrahl (50) austritt, eine Zuführeinrichtung (130) zum Zuführen eines Partikelstroms (40) zur Düse (110) und ein oder mehrere Aktoren (21, 22, 23) aufweist, die so ausgebildet sind, dass der Partikelstrom (40) und/oder der Partikelstrahl (50) im laufenden Betrieb zeitweise verringert, insbesondere zeitweise unterbrochen werden kann.

Bezugszeichen:

Gasquelle	20
Gasleitung	12
Partikelleitungen	13, 13A, 13B, 13C
Partikelstrom	40
Partikelstrahl	50
Kaltgasspritzanlage	100
Düse	110
Zuführeinrichtung	130
Partikelspeicher	131
Aktor	21, 22, 23
Antrieb	220
Umlenkanal	230
Öffnung	240
erste Stellung	A
zweite Stellung	B
Puffer	180
Steuervorrichtung	CTRL

Patentansprüche

1. Kaltgasspritzanlage (100) zum Erzeugen eines einstellbaren Partikelstrahls (50), aufweisend eine Düse (110), aus der der Partikelstrahl (50) austritt, eine Zuführeinrichtung (130) zum Zuführen eines Partikelstroms (40) zur Düse (110) und ein oder mehrere Aktoren (21, 22, 23), die so ausgebildet sind, dass der Partikelstrom (40) und/oder der Partikelstrahl (50) im laufenden Betrieb zeitweise verringert, insbesondere zeitweise unterbrochen werden kann.
2. Kaltgasspritzanlage (100) nach Anspruch 1, wobei zumindest einer der Aktoren (21, 22, 23) der Zuführeinrichtung (130) nachgeschaltet ist.
3. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einer der Aktoren (21, 22, 23) als ein Ventil ausgebildet ist, das

insbesondere zwischen der Zuführeinrichtung (130) und der Düse (110) angeordnet ist.

4. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einer der Aktoren (21, 22, 23) als ein Ventil ausgebildet ist, das so angeordnet ist, dass der Partikelstrom (40) zurück in die Zuführeinrichtung (130) geleitet wird.
5. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend zumindest einen Puffer (180) der zumindest zum temporären Puffern des Partikelstroms (40) ausgebildet ist.
6. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einer der Aktoren (21, 22, 23) so ausgebildet ist, in einer ersten Stellung (A) den Partikelstrom (40) der Düse (110) zuzuführen und in einer zweiten Stellung (B) den Partikelstrom in einen Puffer (180) zu leiten.
7. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend eine Steuervorrichtung (CTRL), die zum Einstellen einer Förderrate der Zuführeinrichtung (130) in Abhängigkeit von zumindest einem Zustand eines der Aktoren (21, 22, 23) ausgebildet ist.
8. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend eine Steuervorrichtung (CTRL), die zum Einstellen einer Förderrate der Zuführeinrichtung (130) in Abhängigkeit von zumindest einer Verfahrensgeschwindigkeit der Düse (110) ausgebildet ist.
9. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Partikelleitungen (13, 13A, 13B) als Puffer (180) ausgebildet sind.
10. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einer der Aktoren (21, 22, 23) derart ausgestaltet ist, dass eine Verfahrensgeschwindigkeit der Düse (110) abhängig von der zeitweisen Verringerung, insbesondere Unterbrechung, des Partikelstrahls (50) und/oder des Partikelstroms (40) einstellbar ist.
11. Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einer der Aktoren (21, 22, 23) als mechanisches Element (23, 24) ausgestaltet ist, das den Partikelstrahl (50) nach Austritt aus der Düse (110) blockiert und/oder umlenkt.
12. Verfahren zum Steuern einer Kaltgasspritzanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Partikelstrom (40) durch eine Zuführeinrichtung (130) bereitgestellt wird, wobei zumindest

ein Aktor (21, 22, 23) im laufenden Betrieb zum zumindest zeitweisen Verringern, insbesondere zeitweisen Unterbrechen des Partikelstroms (40) und/oder des Partikelstrahls (50) angesteuert wird.

5

- 13.** Verfahren nach Anspruch 11, wobei zumindest einer der Aktoren (21, 22, 23) abhängig von einer Verfahrensgeschwindigkeit der Düse (110) angesteuert wird.

- 14.** Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei zumindest ein Aktor (21, 22, 23) abhängig von einer Förderrate der Zuführeinrichtung (130) angesteuert wird.

10

- 15.** Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei eine Förderrate der Zuführeinrichtung (130) abhängig von einem Zustand zumindest eines Aktors (21, 22, 23) gesteuert wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

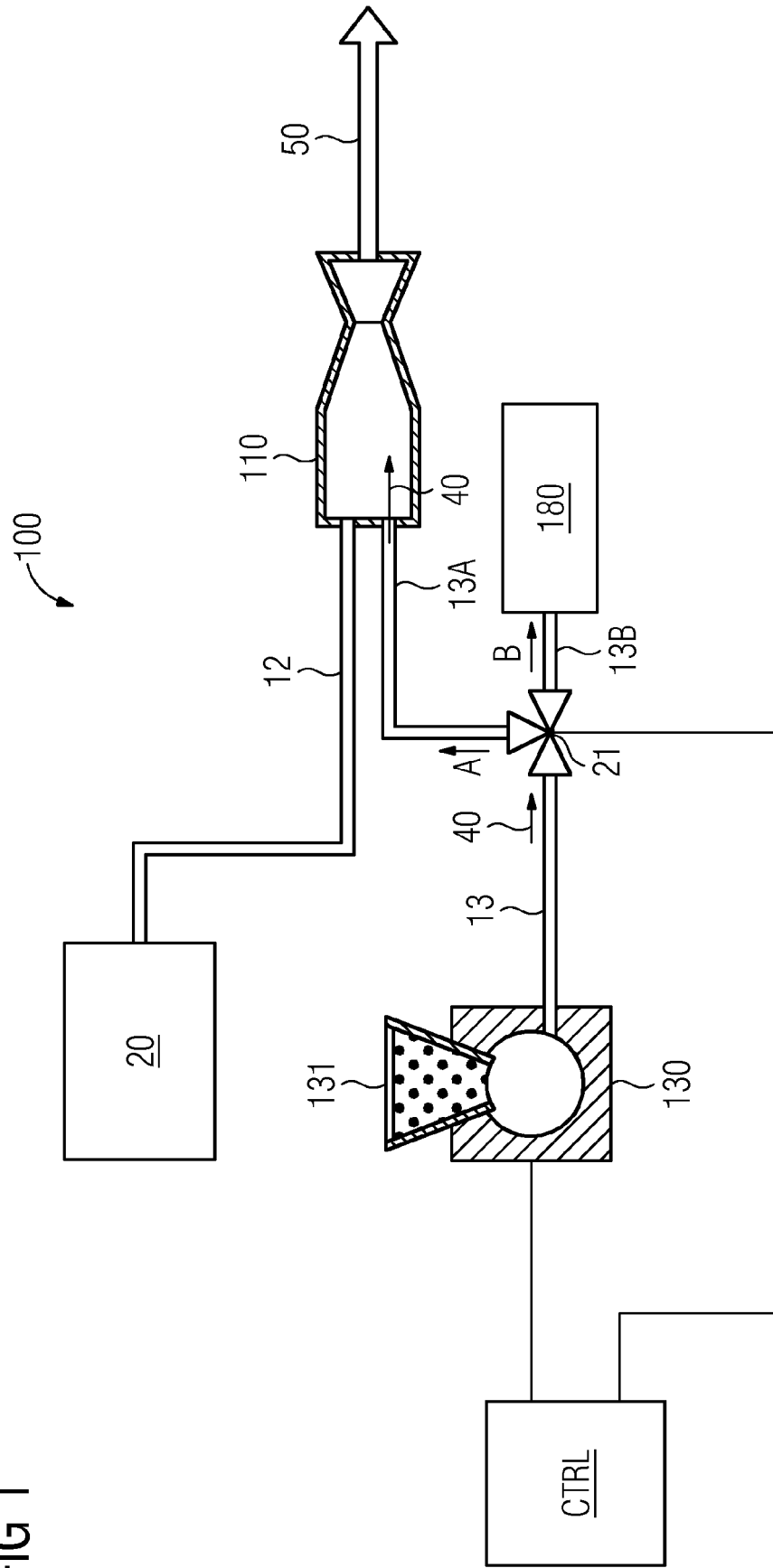


FIG 2

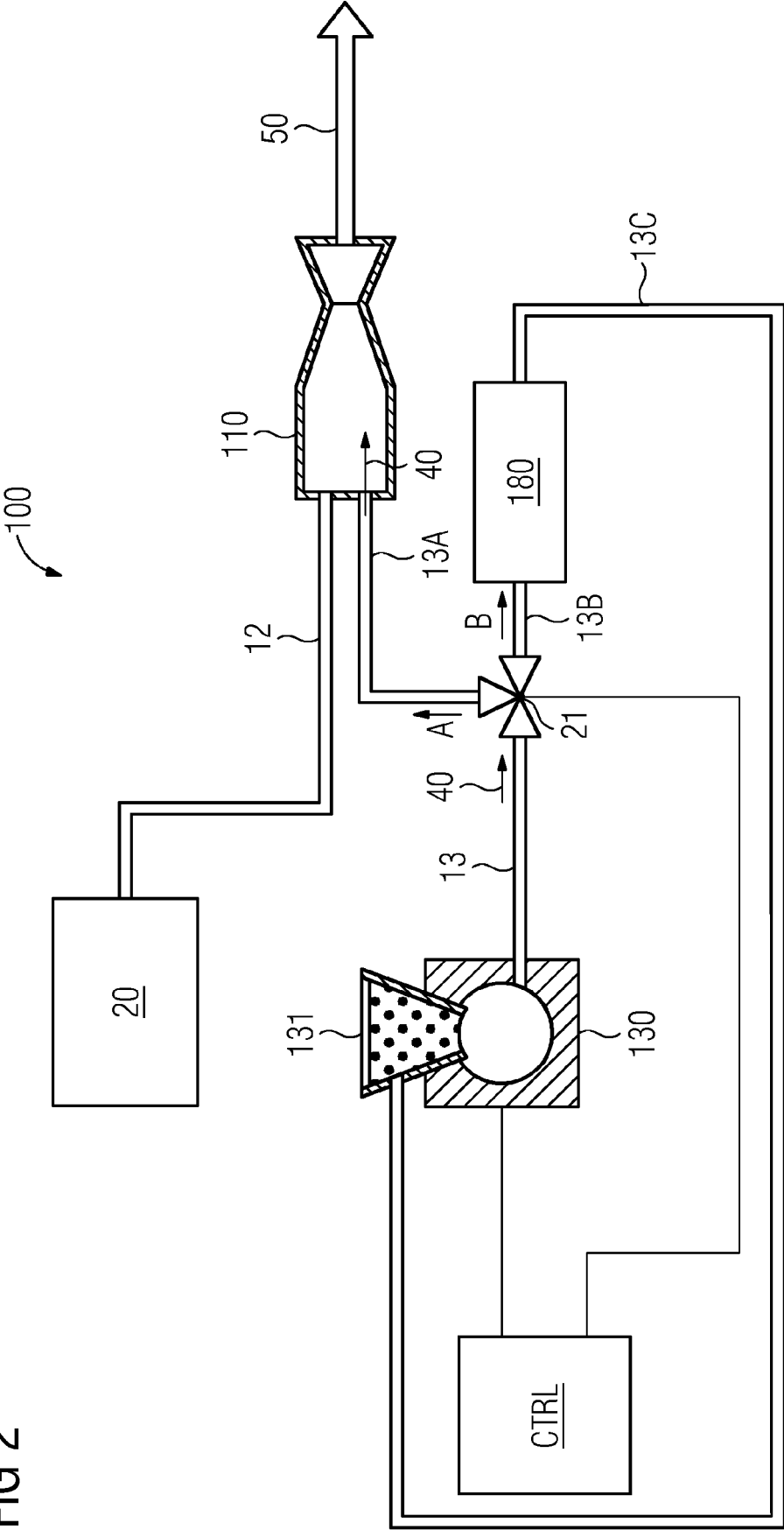


FIG 4

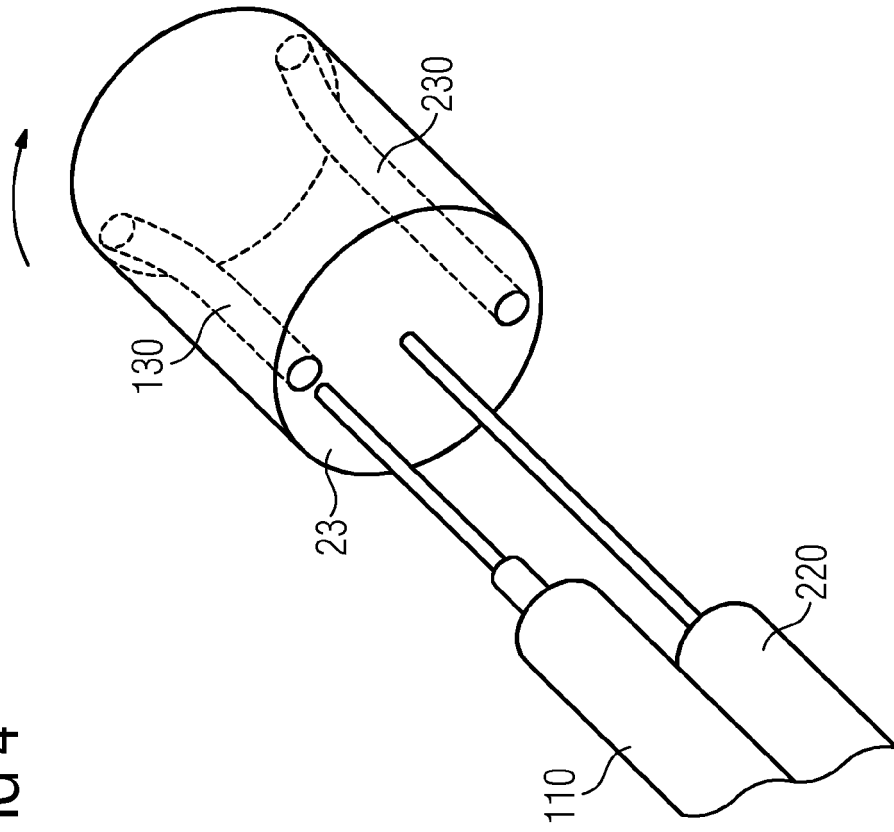
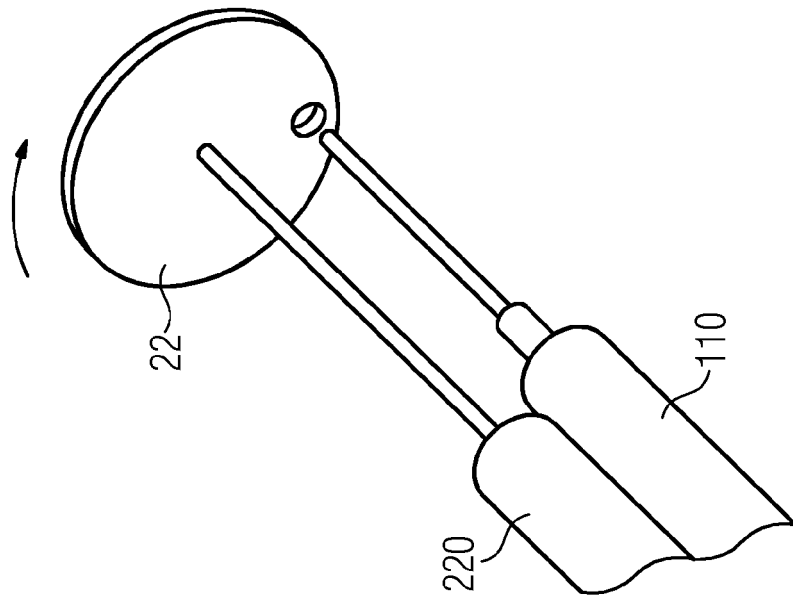


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 6216

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 806 429 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11. Juli 2007 (2007-07-11)	1-3,5-15	INV. C23C24/00 C23C24/08 B05B7/14
A	* Absätze [0010] - [0030]; Ansprüche 1-46; Abbildungen 2-8 *	4	

X	DE 10 2004 021847 A1 (LINDE AG [DE]) 1. Dezember 2005 (2005-12-01)	1,4,7-15	
A	* Absätze [0014] - [0018]; Ansprüche 1-11; Abbildung 1 *	2,3,5,6	

X	US 2015/190824 A1 (NARDI AARON T [US] ET AL) 9. Juli 2015 (2015-07-09)	1-15	
	* Absätze [0017], [0022], [0023], [0028] - [0030]; Ansprüche 1, 14, 16; Abbildung 1 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C23C B65D B05B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		13. November 2019	Chalaftiris, Georgios
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	

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

EP 19 19 6216

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

13-11-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 1806429	A1	11-07-2007	AT 400674 T	15-07-2008
				EP 1806429 A1	11-07-2007
				US 2007187525 A1	16-08-2007
15	-----			-----	
	DE 102004021847	A1	01-12-2005	KEINE	
	-----			-----	
	US 2015190824	A1	09-07-2015	KEINE	
20	-----			-----	
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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