



(11)

EP 3 374 534 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.05.2021 Patentblatt 2021/21

(51) Int Cl.:
C23C 4/02 (2006.01) C23C 4/01 (2016.01)

(21) Anmeldenummer: **16793898.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/077167

(22) Anmeldetag: **09.11.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/081098 (18.05.2017 Gazette 2017/20)

(54) **VERFAHREN ZUR MASKIERUNG EINES BAUTEILS WELCHES MIT EINER THERMISCHEN SPRITZSCHICHT BESCHICHTET WERDEN SOLL**

METHOD OF MASKING A COMPONENT WHICH CAN BE COATED WITH A THERMAL SPRAYED LAYER

PROCEDE DE MASQUAGE D'UN COMPOSANT DEVANT ETRE RECOUVERT D'UNE COUCHE DE DIFFUSION THERMIQUE

(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

• **RUSSO, Dario**
8802 Kilchberg (CH)

(30) Priorität: **12.11.2015 EP 15194293**

(74) Vertreter: **Intellectual Property Services GmbH**
Langfeldstrasse 88
8500 Frauenfeld (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.09.2018 Patentblatt 2018/38

(56) Entgegenhaltungen:
US-A1- 2009 321 112 US-B1- 6 849 308

(73) Patentinhaber: **Oerlikon Metco AG, Wohlen**
5610 Wohlen (CH)

• **"Automatisches Maskieren von Oberflächen", , 18. Juni 2015 (2015-06-18), XP055244759, Gefunden im Internet:
URL:http://www.bachmann-ag.com/Portals/0/Doku/Presse/Automatisches_Maskieren_AutomateNow2015.pdf[gefunden am 2016-01-26]**

• **Uri | Sela: "Abdecken schnell und auf den Millimeter genau", Technische Rundschau 7/2015, 1. Juli 2015 (2015-07-01), Seiten 42-44, XP055244768, Gefunden im Internet:
URL:http://www.bachmann-ag.com/Portals/0/Doku/Presse/042-044_TR0715.pdf [gefunden am 2016-01-26]**

(72) Erfinder:
• **MICHLA, Alexander**
79801 Hohentengen (DE)
• **GASTEL, Philipp**
79725 Laufenburg (DE)
• **SOLLBERGER, Alexander**
5000 Aarau (CH)
• **STÖCKLI, Martin**
5623 Boswil (CH)

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

EP 3 374 534 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Maskieren eines Teils der Oberfläche eines Bauteils, das mittels thermischem Spritzen beschichtet werden soll.

[0002] Das thermische Spritzen ist ein Beschichtungsverfahren, bei dem ein Material beispielsweise in Pulverform kontinuierlich geschmolzen wird. Die dabei entstehenden Tröpfchen werden auf die zu beschichtende Oberfläche geschleudert, wodurch sich abgeflachte Tröpfchen an der Oberfläche anhäufen. Die sich so aufbauenden Schichtlagen führen zu einer Beschichtung, welche beispielsweise härter, spröder aber auch poröser als das unbeschichtete Bauteil sein kann.

[0003] Dabei ist bemerkenswert, dass jedes aufschmelzbare Material verspritzt werden kann und dass nahezu jedes Bauteilmaterial und nahezu jede Bauteilgeometrie beschichtet werden kann. Der mit dem Verfahren erzielbare Automatisierungsgrad ist sehr hoch, genauso wie die Reproduzierbarkeit sowie die erzielbare Qualität der Schichten.

[0004] In vielen Fällen sollte allerdings nicht die gesamte Oberfläche des Bauteils beschichtet werden. Diejenigen Teile der Oberfläche, welche nicht beschichtet werden sollen müssen daher abgedeckt, d.h. maskiert werden. Leider ist der bei der Maskierung erzielte Automatisierungsgrad bisher sehr gering. Vielfach werden die Bauteile noch manuell maskiert.

[0005] Einerseits kommen Auflagemasken, wie zum Beispiel in der JP 3158451 oder US 6645299 beschrieben zum Einsatz. Andererseits verwendet man klebende Masken aus Klebebändern die direkt auf die nicht zu beschichtenden Teile der Oberfläche aufgeklebt werden.

[0006] Ein kleiner Überblick über die gängigen Maskierungsverfahren im Zusammenhang mit thermischem Spritzen ist in der WO2010/031370 A1 gegeben. Dort wird auch auf die Möglichkeit verwiesen eine Maskierung aus einem Lack oder aus einem bindemittelhaltigem Gemisch auf den zu schützenden Bereich aufzubringen, wie dies zum Beispiel in der US 4464430 beschrieben. Dort wird allerdings mittels Tauchbeschichtung maskiert indem die nicht mittels thermischem Spritzen zu beschichtenden Teile der Oberfläche in ein Tauchbad eingetaucht werden. Dieses Verfahren ist natürlich auf sehr wenige Geometrien beschränkt.

[0007] In der WO2010/031370 A1 selbst wird eine Maskierung beschrieben, die aus einem elastischen Material besteht welches eine leichte Untergrösse hat. Unter den dort beschriebenen Materialien befinden sich auch zum Beispiel Elastomere. Bei der Anbringung der Maskierung an das Bauteil schliesst die Maskierung aufgrund der Untergrösse sehr dicht an das Bauteil an. Diese Art der Maskierung funktioniert vor allem dann gut wenn das Bauteil rundherum maskiert werden muss.

[0008] Als weitere Stand der Technik, offenbart "Automatisches Maskieren von Oberflächen" in Automate. Now! von 18. Juni 2015, Seite 23-25, eine Methode um

bestimmte Bereiche von Werkstücken, die mit Prozessen wie Sandstrahlen, kugelstrahlen, thermisches Spritzen, chemisches Umwandeln, Lackieren etc. bearbeitet werden, zu Maskieren.

[0009] Darüber hinaus offenbart «Abdecken schnell und auf den Millimeter genau» in Technische Rundschau 7/2015 von 1. Juli 2015, Seite 42-22, eine automatisierte Maskierzelle für das Maskieren oder Abdecken von Werkstückoberflächen.

[0010] Ausserdem offenbart US2009/321112 eine starr-flexible Leiterplatte mit einer abziehbaren Maske und ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Maske.

[0011] Zum Schluss offenbart, US6849308 ein Verfahren zur Bildung eines Maskenmusters auf einer Oberfläche.

[0012] Allen oben beschriebenen Methoden haften zumindest zwei Nachteile an: Einerseits lassen sie sich nicht, oder wenn überhaupt dann lediglich mit sehr grossem technischen Aufwand automatisieren. Andererseits lassen sie in vielen Fällen nicht die in der Anwendung gewünschte Präzision zu. So muss bei vielen Anwendungen diejenige Linien, die Übergänge von zu beschichtenden zu nicht zu beschichtenden Teilen der Oberfläche festlegen, sehr genau und vor allem reproduzierbar eingehalten werden. Solche Linien werden im Folgenden als kritische Maskengrenzen bezeichnet. Dabei ist klar dass es auch Übergänge definierende Linien geben kann, die weniger Präzision erfordern. Diese werden im Folgenden als unkritische Maskengrenzen bezeichnet.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde eine weitgehend automatisierte Maskierungsmethode anzugeben, es erlaubt die kritischen Maskengrenzen in der erforderlichen hohen Genauigkeit zu positionieren.

[0014] Dieser Aufgabe wird gelöst mit das Verfahren nach Anspruch 1.

[0015] Eine Maske wird zumindest entlang der kritischen Maskengrenzen mittels einer Paste realisiert die von einer Düse abgegeben wird. Der in der vorliegenden Beschreibung verwendete Begriff "Paste" bedeutet ein flüssiges Material, das eine solche Viskositätshöhe aufweist, dass es auf die Oberfläche des Bauteils in Form einer Dichtraupe mit beliebigem Konturverlauf aufgebracht werden kann, ohne dass es auf der Oberfläche zerfliesst. Erfindungsgemäss ist die Paste aushärtbar.

[0016] Auf die Präzision, mit der eine Dichtraupe mit ihrer geometrischen Ausprägung (Erzeugung einer Abschattung) zu erzeugen ist hat die Viskosität grossen Einfluss. Aus diesem Grund wird die Paste und/oder das zu maskierende Bauteil unter einer vorgegeben temperierten Umgebung (gekühlten) verarbeitet und aufgetragen.

[0017] Beispielsweise kann Aushärtung durch Verdampfung von in der Paste enthaltenem Lösungsmittel erfolgen. Die Aushärtung wird jedoch zumindest Teilweise durch Vernetzung realisiert, insbesondere bevorzugt durch photoinduzierte Vernetzung.

[0018] Eine UV-härtende Paste könnte zum Einsatz

kommen. Dies ist unter anderem insofern von Vorteil, weil die Paste kurz nach deren Aufbringen auf das Bauteil lediglich angehärtet werden muss. Im Rahmen des thermischen Spritzens, und vor allem dann, wenn es sich um ein Plasmaverfahren handelt, wird das Bauteil bedingt durch das Plasmaverfahren intensiver UV Strahlung ausgesetzt, was zu einer weiteren Aushärtung und im Idealfall vollständigen Aushärtung führt. Dadurch, dass die Paste zunächst nur angehärtet werden muss können kostengünstigere UV-Quellen zum Einsatz kommen und/oder die UV-Bestrahlungszeit verkürzt werden.

[0019] Die Maskierung wird in zwei Schritten vollzogen. Zu maskierende Flächen werden demgemäß mittels einer der Verfahren maskiert, wie sie bereits aus dem Stand der Technik bekannt sind, wobei allerdings im Bereich der kritischen Maskengrenzen keine Maskierung mit den entsprechend bekannten Mitteln vorgesehen ist. Es handelt sich also um eine Teilmaskierung, wobei die Bereiche um die kritischen Maskengrenzen ausgespart werden. Die Bereiche um die kritischen Maskengrenzen werden dann mittels dem oben erwähnten Verfahren maskiert, d.h. es wird mittels mindestens einer Düse maskierende Paste in diesen Bereichen aufgetragen und so die Maskierung vervollständigt. Dabei ist es vorteilhaft darauf zu achten, dass es bei der Vervollständigung der Maskierung zu einer Überlappung mit der Teilmaskierung kommt, um sicher zu stellen, dass zwischen Teilmaskierung und Vervollständigungsmaskierung keine unmaskierten Bereiche entstehen.

[0020] Bei diesem Verfahren ist von besonderem Vorteil, dass die Maskierung relativ grosser Flächen, welche mit dem Pastenverfahren viel Zeit in Anspruch nehmen würden, mittels eines hinsichtlich Position relativ ungenauen Verfahrens schnell aufgebracht werden kann und sich die kritischen Randbereiche der kritischen Maskengrenzen mittels des Pastenverfahrens sehr präzise aufgebracht werden können. Das ungenaue Verfahren lässt sich relativ einfach automatisieren. Ebenso ist die Automatisierung des Pastenverfahrens möglich. Beim Pastenverfahren ist es notwendig, dass der Düsenaustrittsort relativ zu den zu maskierenden maskengrenzennahen Bereichen im Zuge der Pastendispension bewegt wird. Dabei kann entweder Düse oder Bauteil an einen Roboter montiert sein. Vorzugsweise würde man bei kleineren zu maskierenden Bauteilen das Bauteil am Roboterarm montieren, da dann die Verbindung der Düse zum Pastenreservoir, die meistens über Schläuche gewährleistet keiner Bewegung ausgesetzt ist. Bei grösseren Bauteilen, die schwerer zu bewegen sind kann es aber von Vorteil sein, die Düse auf den Roboterarm zu montieren. Allgemeiner ausgedrückt können Mittel zur Positionierung und/oder Orientierung des Bauteils und/oder es können Mittel zur Positionierung und/oder Orientierung der mindestens einen Düse vorgesehen sein.

[0021] Aufgrund der robotergesteuerten Bewegung im Raum, können Freiformbahnen abgefahren werden.

[0022] Wie oben bereits beschrieben, wird eine kritische Maskengrenze durch einen präzise Dichtraupe be-

schrieben. Die unkritischen Maskengrenzen können in mindestens zwei Kategorien aufgeteilt werden, nämlich anbringen von z.B. einfachen Hüllen. Allerdings können in einigen Fällen keine Hüllen an Hinterschnitten angebracht werden, oder würden ggf. den Dispensiervorgang einschränken. Aus diesem Grund kommt in einem zweiten Dispenser ein niederviskoseres pastöses Material zum Einsatz. Aufgrund der niedrigen Viskosität fliesst es ineinander und kann so sehr gut flächig aufgetragen werden. Zuvor werden die präzisen Dichtraupen gelegt.

[0023] Wie bereits ausgeführt ist die präzise Maskierung im Bereich der kritischen Maskengrenzen in vielen Anwendungsfällen wesentlich. Die Erfinder haben aber festgestellt, dass manchmal in diesen Bereichen, obwohl die Maskierung sehr präzise aufgebracht wurde, nach der Entfernung der Maskierung keine durch thermisches Spritzen aufgebrachte Schicht mehr vorhanden war. Aus dieser Beobachtung wurde die Idee geboren, zu versuchen, die Maskierung entlang den kritischen Maskengrenzen nicht langsam ansteigend zu realisieren sondern mit hoher Steilheit. Dahinter steckt die Vermutung dass wenn am Übergang vom zu beschichtendem Bereich zum nicht zu beschichtendem Bereich die thermisch gespritzte Schicht als über die kritische Maskengrenze hinausgehende kontinuierliche Schicht realisiert ist, beim Entfernen der Beschichtung Bestandteile der gespritzten Schicht über die Maskengrenze hinaus mitgerissen werden.

[0024] Um eine solche kontinuierliche Schicht zu vermeiden wird daher die Paste an das Material des zu maskierenden Bauteils so angepasst, dass sich ein Kontaktwinkel von mindestens 90° ergibt. Die Maskendicke steigt dann an der kritischen Maskengrenze nicht kontinuierlich an sondern bildet eine zumindest senkrechte, wenn nicht gar überhängende Wand. Dies hat zur Folge, dass die thermisch gespritzte Schicht an der kritischen Maskengrenze im Wesentlichen unterbrochen ist. Bei der Entfernung der Maskierung werden daher keine Schichtteile über die kritische Maskengrenze hinaus mitgerissen. Übersteigt der Kontaktwinkel die 90° so kommt es verstärkt zu einem Abschattungseffekt, was zur Trennung der Spritzschichten links und rechts von der kritischen Maskengrenze noch beiträgt. Um diesen Abschattungseffekt noch zu verstärken wird zumindest eine zweite Dichtraupe über die erste Dichtraupe gelegt. Diese zweite Dichtraupe wird so aufgebracht dass ein verstärkter Überhang realisiert wird, was eine Verstärkung des Abschattungseffektes zur Folge hat.

[0025] Der Kontaktwinkel wird hierbei ähnlich dem Kontaktwinkel an einer Grenzfläche zwischen einer Flüssigkeit und einem Feststoff definiert, da, wenn die Paste aufgetragen wird, sich ein Kontaktwinkel ausbildet, wobei sich der Kontaktwinkel, unabhängig davon ob die Paste aushärtet oder nicht, sich während des gesamten Prozesses im Wesentlichen nicht ändert. Als Kontaktwinkel wird also im Folgenden der Winkel definiert, der von der Oberfläche des Bauteils, an der Grenzfläche zwischen Bauteil und Dichtraupe, und einer Tangente an

der Oberfläche der Dichtraupe bzw. einer Tangente an den Oberflächen der doppelten Dichtraupen eingeschlossen wird.

[0026] Figur 1 illustriert die entsprechende Situation, bei der auf einem Bauteil 1 zwei übereinanderliegende Dichtraupen 3 aufgebracht sind und zwar derart, dass der Kontaktwinkel $\alpha > 90^\circ$ ist (am linken Rand der Figur sichtbar). Ein Kontaktwinkel $\alpha < 90^\circ$ wäre nicht optimal, da es hier zu Problemen der Schichtablösung der Schicht 5 kommen kann (am rechten Rand der Figur sichtbar).

mask boundary and a second sealing bead (3) is applied at least partially to this first sealing bead so that a double sealing bead (3) is formed, the double sealing bead having a contact angle (α), measured on the side of the double sealing bead oriented in the direction of the critical mask boundary and enclosed between the surface of the component and a tangent to the surfaces of the double sealing beads of at least 90° is applied to the component and the second sealing bead forms a reinforced overhang.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten von Bauteilen (1) mittels thermischen Spritzverfahren, wobei nicht die gesamte Oberfläche des Bauteils beschichtet werden soll und diejenigen Teile der Oberfläche, die nicht beschichtet werden sollen mittels Maskierung (5) vor der Beschichtung abgedeckt werden, und die Abdeckung zumindest in den Bereichen kritischer Maskengrenzen mittels Pastenverfahren, d.h. mittels einer aus zumindest einer Düse ausgegebenen Paste erfolgt, wobei die Paste eine aushärtbare Paste ist und die Aushärtung photoduziert und vorzugsweise mittels UV-Strahlung erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Rahmen des Pastenverfahrens im Bereich zumindest einer kritischen Maskengrenze eine erste Dichtraupe (3) auf das Bauteil (1) aufgetragen wird und zumindest teilweise auf diese erste Dichtraupe eine zweite Dichtraupe (3) aufgetragen wird so dass eine doppelte Dichtraupe (3) gebildet wird, wobei die doppelte Dichtraupe mit einem Kontaktwinkel (α), gemessen an der Seite der doppelte Dichtraupe orientiert in Richtung der kritischen Maskengrenze und eingeschlossen zwischen der Oberfläche des Bauteils und einer Tangente an den Oberflächen der doppelten Dichtraupen von mindestens 90° auf das Bauteil aufgebracht wird und die zweite Dichtraupe einen verstärkten Überhang bildet.

Claims

1. Method for coating components (1) by means of thermal spraying, wherein not the entire surface of the component is to be coated and those parts of the surface which are not to be coated are covered by means of masking (5) prior to coating, and the covering is effected at least in the regions of critical mask boundaries by means of a paste method, i.e. by means of a paste discharged from at least one nozzle, wherein the paste is a curable paste and the curing is effected photoductively and preferably by means of UV radiation, **characterised in that** in the paste process, a first sealing bead (3) is applied to the component (1) in the region of at least one critical

Revendications

1. Un procédé pour revêtir des composants (1) au moyen d'un procédé de pulvérisation thermique, dans lequel toute la surface du composant ne doit pas être revêtue et les parties de la surface qui ne doivent pas être revêtues sont recouvertes au moyen d'un masquage (5) avant le revêtement, et le recouvrement est effectué au moins dans les zones de limites critiques du masque au moyen d'un procédé de pâte, c'est-à-dire au moyen d'une pâte éjectée par au moins une buse, dans lequel la pâte est une pâte durcissable et le durcissement est effectué par photo-induction et de préférence au moyen d'un rayonnement UV, **caractérisé en ce qu'un premier cordon d'étanchéité (3) est appliqué sur le composant (1) dans la zone d'au moins une limite critique du masque au cours du procédé de pâte et un deuxième cordon d'étanchéité (3) est appliqué au moins partiellement sur ce premier cordon d'étanchéité de sorte qu'un double cordon d'étanchéité (3) est formé, dans lequel le double cordon d'étanchéité est appliqué sur le composant avec un angle de contact (α), mesuré sur le côté du double cordon d'étanchéité orienté dans la direction de la limite critique du masque et compris entre la surface du composant et une tangente aux surfaces des doubles cordons d'étanchéité d'au moins 90° , et le deuxième cordon d'étanchéité forme un surplomb renforcé.**

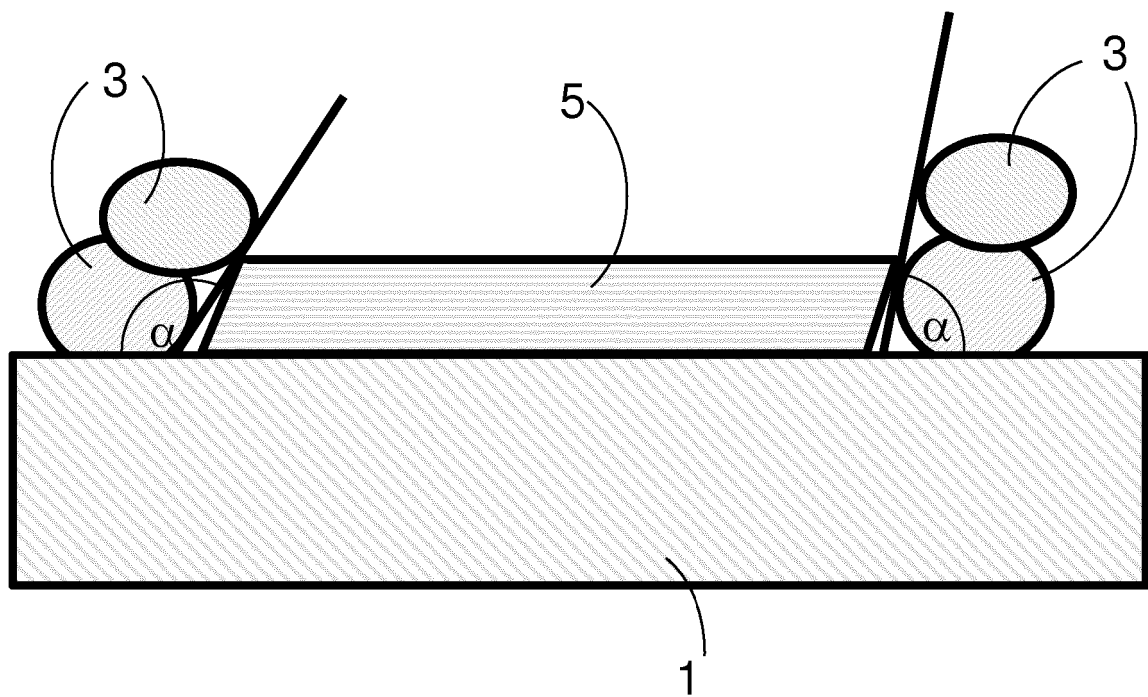


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 3158451 B [0005]
- US 6645299 B [0005]
- WO 2010031370 A1 [0006] [0007]
- US 4464430 A [0006]
- US 2009321112 A [0010]
- US 6849308 B [0011]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Automatisches Maskieren von Oberflächen. *Automate.Now!* von, 18. Juni 2015, 23-25 [0008]
- Abdecken schnell und auf den Millimeter genau. *Technische Rundschau* 7/2015 von, 01. Juli 2015, 42-22 [0009]