

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 51115/2016
(22) Anmeldetag: 07.12.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2018

(51) Int. Cl.: **C23C 14/50** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2016326637 A1
DE 102012013726 A1
EP 1650792 A1
US 2010096255 A1

(73) Patentinhaber:
Miba Gleitlager Austria GmbH
4663 Laakirchen (AT)

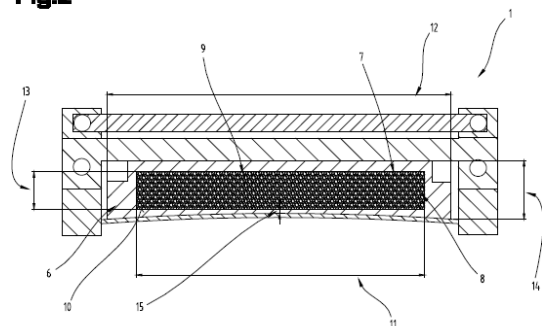
(72) Erfinder:
Gärtner Walter Dipl.Ing. Dr.
4810 Gmunden (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Verfahren zum Beschichten eines Bauteils**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten eines Bauteils (2), wobei das Bauteil (2) auf einem Substrathalter (1) angeordnet wird und auf dem Substrathalter (1) sich befindend in einem vorgegebenen Temperaturbereich beschichtet wird. Für die Beibehaltung der Temperatur in dem Temperaturbereich wird ein Substrathalter (1) verwendet, der mit einem Phasenwechselmaterial (8) und/oder einem thermochemischen Speicher material versehen ist. Weiter betrifft die Erfindung einen entsprechenden Substrathalter.

Fig.2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten eines Bauteils, wobei das Bauteil auf einem Substrathalter angeordnet wird und auf dem Substrathalter sich befindend in einem vorgegebenen Temperaturbereich beschichtet wird, wobei für die Beibehaltung der Temperatur in dem Temperaturbereich ein Substrathalter verwendet wird, der mit einem Phasenwechselmaterial und/oder einem thermochemischen Speichermaterial versehen ist.

[0002] Weiter betrifft die Erfindung einen Substrathalter mit einem Haltebereich für das Halten von einem Bauteil während seiner Beschichtung und mit zumindest einem Aufnahmebereich für ein Kühl- und/oder Heizmedium, das ein Phasenwechselmaterial und/oder ein thermochemisches Speichermaterial ist.

[0003] Es ist bekannt, dass Beschichtungen von Bauteilen häufig bei einer definierten Temperatur oder in einem definierten Temperaturbereich durchgeführt werden, um das gewünschte Beschichtungsergebnis zu erlangen. Je nach Beschichtungsverfahren ist es dazu erforderlich, den Bauteil während des Beschichtens zu Kühlen und/oder zu Erwärmen. Hierfür werden häufig Medien, wie beispielsweise Wasser oder diverse Öle, verwendet, die über entsprechende Leitungen in die Nähe des zu beschichtenden Bauteils gebracht werden müssen. Bei kleinen Beschichtungsanlagen im Normaldruckverfahren stellt dies normalerweise kein größeres Problem dar. Bei Vakuumanlagen für Vakuumbeschichtungsverfahren ist jedoch der apparative Aufwand relativ hoch, insbesondere wenn es sich um Durchlauf- oder Mehrkammeranlagen handelt. Derartige Anlagen können Verfahrenswege für die Leitungen für das flüssige Heiz- bzw. Kühlmedium aufweisen, die einige Meter lang sind. Zudem müssen diese Leitungen zumindest im unmittelbaren Bereich der Beschichtung an sich vor einer Ablagerung des Beschichtungsmaterials oder vor Strahlen geschützt werden.

[0004] Neben derartigen Anlagen zur Substratkühlung ist auch die Kühlung mit an das Substrat anpressbaren Kühlbacken bekannt. Diese weisen aber eine relativ geringe Kühlleistung auf.

[0005] Bekannte Substratkühlungen sind auch in der EP 1 650 792 A1 und der DE 10 2012 013 726 A1 beschrieben.

[0006] Aus der US 2016/0326637 A1 ist ein Substrathalter mit einer Haltevorrichtung für das Halten von einem Bauteil während seiner Beschichtung bekannt. Der Substrathalter weist einen Aufnahmebereich für ein Kühl- und/oder Heizmedium auf, das ein Phasenwechselmaterial und/oder ein thermochemisches Speichermaterial ist.

[0007] Die Aufgabe vorliegender Erfindung besteht darin, eine einfachere Möglichkeit zu schaffen, mit der ein Temperaturbereich während der Beschichtung eines Bauteils beibehalten werden kann.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei dem eingangs genannten Verfahren vorgesehen, dass der Aufnahmebereich für das Kühl- und/oder Heizmedium in mehrere, voneinander getrennte Kammern unterteilt wird.

[0009] Die Aufgabe wird aber auch mit dem eingangs genannten Substrathalter gelöst, bei dem der Aufnahmebereich für das Kühl- und/oder Heizmedium in mehrere, voneinander getrennte Kammern unterteilt ist.

[0010] Von Vorteil ist dabei, dass mit dem Einsatz des Phasenwechselmaterials bzw. des thermochemischen Speichermaterials keine Leitungen mehr für ein Kühl- und/oder Heizmedium erforderlich sind. Der Substrathalter wird damit konstruktiv einfacher. Gleiches trifft auf die Beschichtungsanlage selbst zu, da damit Durchführungen von Leitungen für das Kühl- und/oder Heizmedium in den evakuierten Bereich entfallen können. Insbesondere bei Beschichtungsanlagen mit langen Verfahrenswegen des Substrathalters, die beispielsweise bis zu 17 Meter betragen können, zeigen sich diese Vorteile. Da das Phasenwechselmaterial bzw. das thermochemische Speichermaterial in dem Aufnahmebereich angeordnet ist und in diesem verbleibt, können auch keine Leckagen bei Anschlüssen, etc. auftreten. Darüber hinaus ist mit dem Substrathalter

auch eine Steigerung der Effizienz der Beschichtungsanlage möglich, insbesondere wenn mehrere Substrathalter in großtechnischen Beschichtungsverfahren eingesetzt werden.

[0011] Dadurch, dass der Aufnahmebereich des Substrathalters für das Phasenwechselmaterial bzw. das thermochemische Speichermaterial in mehrere, voneinander getrennte Kammern unterteilt ist, ist es möglich, den Wärmeeintrag in das Phasenwechselmaterial bzw. das thermochemische Speichermaterial zu verbessern, indem vermieden wird, dass nur der Bodenbereich des Phasenwechselmaterials aufschmilzt. Da das Phasenwechselmaterial in der Regel eine relativ geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist, kann es zu einer Pfropfenbildung durch das oberhalb der Schmelze befindliche feste Phasenwechselmaterial kommen. Durch die zusätzliche Möglichkeit des seitlichen Energieeintrags in das Phasenwechselmaterial bzw. das thermochemische Speichermaterial kann dies vermieden werden, indem das Phasenwechselmaterial auch in diesem Bereich aufschmilzt und damit ein Flüssigkeitsfilm ausgebildet wird.

[0012] Die Anordnung von mehreren Kammern ist aber auch für den Wärmeeintrag in das thermochemische Speichermaterial von Vorteil, selbst wenn hier das Problem der Pfropfenbildung nicht auftritt.

[0013] Gemäß einer Ausführungsvariante dazu kann vorgesehen sein, dass die Kammern im Querschnitt betrachtet eine Höhe und eine Breite aufweisen, wobei die Höhe größer ist als die Breite, und dass die Höhen der Kammern in Richtung auf den Haltebereich für das Bauteil orientiert sind. Durch diese Orientierung der Kammern ist eine weitere Verbesserung des zusätzlichen seitlichen Wärmeeintrags in das Phasenwechselmaterial bzw. des thermochemischen Speichermaterials erreichbar.

[0014] Zur weiteren Verbesserung dieser Effekte kann vorgesehen sein, dass zwischen den Kammern ein Werkstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von mindestens $100 \text{ W}/(\text{m K})$ angeordnet ist. Es kann damit der Wärmeeintrag in das Phasenwechselmaterial verbessert werden, indem die anfallende Wärme aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit der Stege zwischen den Kammern relativ rasch über die gesamte Höhe der Kammern verteilt werden kann.

[0015] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0016] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0017] Fig. 1 einen Substrathalter für eine Elektronenstrahlbedampfungsanlage nach dem Stand der Technik im Querschnitt von vorne (senkrecht auf die Bewegungsrichtung des Substrathalters durch die Beschichtungsanlage);

[0018] Fig. 2 eine erste Ausführungsvariante eines Substrathalters nach der Erfindung im Querschnitt von vorne (senkrecht auf die Bewegungsrichtung des Substrathalters durch die Beschichtungsanlage);

[0019] Fig. 3 eine zweite Ausführungsvariante eines Substrathalters nach der Erfindung im Querschnitt von vorne (senkrecht auf die Bewegungsrichtung des Substrathalters durch die Beschichtungsanlage).

[0020] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0021] In Fig. 1 ist ein Substrathalter 1 nach dem Stand der Technik für die Beschichtung eines Bauteils 2, d.h. des zu beschichtenden Substrats, in einer Beschichtungsanlage gezeigt. Der Substrathalter 1 umfasst eine Haltevorrichtung 3 für die Aufnahme und Halterung des Bauteils während der Beschichtung einer Oberfläche 4 des Bauteils 2. Das Bauteil 2 liegt an einer Kühlvorrichtung 5 zumindest bereichsweise, insbesondere vollflächig, an bzw. ist unmittelbar be-

nachbart dazu angeordnet. Es ist aber auch möglich, dass zwischen dem Bauteil 2 und der Kühlvorrichtung 5 ein Wärmeüberträger angeordnet ist, beispielsweise eine entsprechende Folie, mit dem eine Anpassung von Geometrieunterschieden/Oberflächenrauigkeiten erfolgen kann. Dadurch kann eine bessere Anlage des Bauteils 2 und damit eine effizientere Wärmeübertragung erfolgen. Es sei in diesem Zusammenhang auch auf den eingangs zitierten Stand der Technik mit einem Luft- bzw. Gasspalt hingewiesen. Derartige Ausführungen können ebenfalls in dem Substrathalter 1 vorhanden sein. Die Kühlvorrichtung 5 kann bedarfsweise auch als Heizvorrichtung eingesetzt werden. Mit der Kühlvorrichtung 5 und/oder Heizvorrichtung kann das Bauteil 2 während der Beschichtung auf einem für die Beschichtung günstigen Temperaturniveau gehalten werden, d.h. dass die Temperatur des Bauteils 2 nur innerhalb eines definierten Temperaturbereichs schwankt. Bevorzugt hat das gesamte Bauteil 2 während der Beschichtung diese Temperatur. Es kann aber auch ausreichend sein, wenn das Bauteil 2 zumindest in oberflächennahen Bereichen zur zu beschichtenden Oberfläche 4 diese Temperatur aufweist.

[0022] Die Kühlvorrichtung 5 und/oder Heizvorrichtung ist als Flüssigkeitskühlblock ausgeführt. Dazu sind in einem Temperierkörper 6 Aufnahmebereiche 7 für ein Fluid vorgesehen, dass den Kühlkörper 6 durchströmt. Als Fluid kann beispielsweise Wasser oder ein Öl verwendet werden.

[0023] Prinzipiell funktioniert diese Kühlung sehr gut, allerdings bereitet sie die vorangehend geschilderten Probleme in der Fluidführung. Insbesondere treten diese Probleme bei Vakuumbeschichtungsanlagen im Durchlaufverfahren oder Mehrkammerverfahren auf. Beim Durchlaufverfahren erfolgt die Beschichtung des Bauteils 2 in einem einzigen Durchlauf. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der von der Anmelderin stammenden AT 514 955 B1 bekannt. Dabei werden dicke Schichten mittels Elektronenstrahlbedampfung erzeugt. Um dies zu erreichen, bewegt sich das zu beschichtende Substrat relativ langsam durch die Beschichtungskammer, wodurch die Temperaturbelastung des Bauteils noch größer ist.

[0024] In Fig. 2 ist nun ein Substrathalter 1 dargestellt. Für gleiche Teile werden die Bezugszeichen wie in Fig.1 verwendet. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird daher auf die Beschreibung zu Fig. 1 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[0025] Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Substrathalter 1 nicht nur in Elektronenstrahlbedampfungsanlagen einsetzbar ist, sondern generell in PVD-Anlagen, insbesondere mit evakuierten Beschichtungskammern, eingesetzt werden kann.

[0026] Wesentlicher Unterschied zum Substrathalter 1 nach Fig. 1 ist, dass in dem zumindest einen Aufnahmebereich 7 ein Phasenwechselmaterial 8 (PCM) und/oder ein thermochemisches Speichermaterial (TCM) enthalten ist.

[0027] Unter einem Phasenwechselmaterial 8 versteht man ein Material, dass infolge Energieeintrag seinen Zustand, beispielsweise seinen Aggregatzustand, ändert. Derartige Materialien sind seit langem bekannt. In dem Substrathalter 1 werden vorzugsweise Phasenwechselmaterialien 8 verwendet, die infolge eines Energieeintrags den Aggregatzustand von fest auf flüssig (Schmelze) oder umgekehrt ändern. Bei diesem Phasenwechsel wird entweder Energie verbraucht (Wechsel von fest auf flüssig) oder Energie freigesetzt (Wechsel von flüssig auf fest). Es handelt sich dabei um die Schmelzenthalpie. Prinzipiell sind aber auch andere Phasenwechselmaterialien 8 einsetzbar, beispielsweise solche, die einen fest-fest Wechsel infolge Energieeintrags vollziehen.

[0028] Ein thermochemisches Speichermaterial speichert hingegen Energie durch eine reversible chemische Reaktion, wie beispielsweise die Abgabe von Kristallwasser oder adsorbierten Wasser. Die Wärmeabgabe bzw. Energieabgabe erfolgt dabei durch Aufnahme von Kristallwasser oder die Adsorption von Wasser.

[0029] Das Phasenwechselmaterial 8 bzw. das thermochemische Speichermaterial ist damit in der Lage Temperaturänderungen durch Wärmespeicherung (Energiespeicherung) oder Wärmeabgabe (Energieabgabe) innerhalb eines Temperaturbereichs auszugleichen, sodass das Verfahren zum Beschichten des Bauteils 2 innerhalb eines definierten Temperaturbereiches

durchgeführt werden kann.

[0030] Der Aufnahmebereich 7 besteht aus einer einzigen Kammer 9. Die Kammer 9 wird insbesondere durch einen Hohlraum 10 des Temperierkörpers 6, also des Kühlkörpers und/oder Heizkörpers, gebildet. Die Kammer 9 muss also nicht eigene, vom Temperierkörper 6 verschiedenen Kammerwände aufweisen, wenngleich dies möglich ist.

[0031] Der Aufnahmebereich 7 bzw. die Kammer 9 weist eine Breite 11 auf, die vorzugsweise zumindest 80 %, insbesondere zumindest 90 %, einer Gesamtbreite 12 des Temperierkörpers 6 (in gleicher Richtung betrachtet) beträgt. Aus leicht nachvollziehbaren Gründen erstreckt sich der Aufnahmebereich 7 nicht über 100 % der Gesamtbreite des Temperierkörpers 6.

[0032] In Längsrichtung des Substrathalters 1 weist der Aufnahmebereich 7 bzw. die Kammer 9 eine Länge auf (orthogonal zur Breite 11), die vorzugsweise zumindest 80 %, insbesondere zumindest 90 %, einer Gesamtlänge des Temperierkörpers 6 (in gleicher Richtung betrachtet) beträgt. Auch hier ist die Länge des Aufnahmebereichs 6 kleiner als die Gesamtlänge des Temperierkörpers 6.

[0033] Der Aufnahmebereich 7 bzw. die Kammer 9 weist weiter eine Höhe 13 auf, die vorzugsweise zumindest 50 %, vorzugsweise zumindest 80 %, einer Gesamthöhe 14 des Temperierkörpers 6 (in gleicher Richtung betrachtet) beträgt. Auch hier ist die Höhe 12 des Aufnahmebereichs 6 kleiner als die Gesamthöhe 14 des Temperierkörpers 6.

[0034] Ein maximaler Abstand 15 zwischen der Rückseite des Bauteils 2, also der, der zu beschichtenden Oberfläche 4 in Richtung auf den Temperierkörper 6 gegenüberliegenden Seite, und dem Phasenwechselmaterial 8 im Hohlraum 10 sollte so klein wie möglich sein. Dieser maximale Abstand kann zwischen 1 % und 20 %, beispielsweise zwischen 5 % und 10 %, der Gesamthöhe 14 des Temperierkörpers 6 betragen.

[0035] Als Phasenwechselmaterial 8 wird vorzugsweise ein Material verwendet, das seinen Phasenwechsel (von fest auf flüssig und umgekehrt) in einem Temperaturbereich zwischen 100 °C und 450 °C, insbesondere zwischen 150 °C und 300 °C, aufweist.

[0036] Das Phasenwechselmaterial 8 kann sowohl organischer als auch anorganischer Natur sein. Vorzugsweise werden als Phasenwechselmaterial 8 anorganische Salze, wie Nitrate, Chloride, Hydroxide, Carbonate, Salzhydrate, Metalllegierungen bzw. Mischungen daraus verwendet. Zur einfacheren Vermeidung von Korrosionsproblemen kann das Phasenwechselmaterial 8 organischer Natur sein, beispielsweise ein Zuckeralkohol, wie z.B. D-Mannitol.

[0037] Vorzugsweise wird ein Phasenwechselmaterial 8 eingesetzt, das eine spezifische Phasenwechselenthalpie von mindestens 150 kJ/kg, insbesondere mindestens 250 kJ/kg, aufweist.

[0038] Das thermochemische Speichermaterial kann beispielsweise Silikagel oder ein Zeolith sein. Gegebenenfalls kann der Zeolith mit zumindest einem Salz, wie z.B. einem Alkali- oder Erdalkalichlorid oder -sulfat oder Mischungen daraus, beladen sein, um die Speicherkapazität zu erhöhen.

[0039] In der Fig. 3 ist ein Substrathalter 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den Fig. 1 und 2 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung zu diesen Fig. 1 und 2 hingewiesen bzw. darauf Bezug genommen.

[0040] Wesentlicher Unterschied zur Ausführungsvariante des Substrathalters 1 nach Fig. 2 ist, dass das Phasenwechselmaterial 8 und/oder thermochemische Speichermaterial nicht mehr in nur einer Kammer 9 enthalten ist. Der Aufnahmebereich 7 ist in mehrere voneinander getrennte Kammern 9 unterteilt, sodass sich auch die Gesamtmenge an Phasenwechselmaterial 8 und/oder thermochemischem Speichermaterial auf mehrere Kammern 9 aufteilt.

[0041] Die Kammern 9 können prinzipiell jede geeignete Geometrie aufweisen, beispielsweise zylinderförmig sein. Vorzugsweise sind sie jedoch quaderförmig ausgebildet. Es ist auch möglich, dass die Kammern 9 mit einem sich in Richtung ihrer Höhe verändernden Querschnitt,

insbesondere einem sich in Richtung auf den Bauteil 2 sich verjüngenden Querschnitt, ausgebildet sind. Beispielsweise können die Kammern 9 einen - in Richtung der Förderrichtung des Substrats durch die Beschichtungsanlage, also senkrecht auf die Zeichnungsebene der Fig. 3 - trapezförmigen Querschnitt aufweisen, wobei die kurze Seite des Trapezes dem Substrat 2 zugewandt ist. Es ist damit die voranstehend angesprochene Pfropfenbildung besser vermeidbar.

[0042] Es ist weiter möglich, dass nicht nur in Richtung der Gesamtbreite 12 des Temperierkörpers 6 mehrere Kammern 9 nebeneinander angeordnet sind, sondern dass alternativ dazu oder zusätzlich dazu auch in Richtung der Länge des Substrathalters 1, also senkrecht auf die Betrachtungsebene der Fig. 3, mehrere Kammern 9 hintereinander angeordnet sind. Beispielsweise kann der Substrathalter 1 mehrere würfelförmige und/oder mehrere quaderförmige und/oder mehrere zylinderförmige und/oder mehrere konische Kammern 9 aufweisen.

[0043] Die Anzahl der Kammern 9 kann sich nach der beabsichtigten, abzuführenden Energie und der Gesamtbreite des 12 und/oder Länge des Temperierkörpers 6 richten. Die Anzahl der Kammern 9 kann beispielsweise ausgewählt sein aus einem Bereich von 5 bis 1000. Z.B. kann der Substrathalter 1 zwischen 2 und 10 Kammern 9 pro 10 cm Breite und/oder zwischen 2 und 10 Kammern 9 pro 10 cm Länge aufweisen. Die genannten Zahlenangaben zur Anzahl der Kammern 9 sind jedoch nicht beschränkend zu verstehen.

[0044] Es sei angemerkt, dass der Temperierkörper 6 zweckmäßigerweise eine Gesamtbreite 12 aufweist, die zumindest annähernd der Gesamtbreite des zu beschichtenden Bauteils 2 in gleicher Richtung betrachtet entspricht. Insbesondere kann die Gesamtbreite 12 des Temperierkörpers 6 zwischen 85 % und 98 % der Gesamtbreite des Bauteils 2 betragen.

[0045] Nach einer bevorzugten Ausführungsvariante des Substrathalters 1 ist die Höhe der Kammern 9 größer als deren Breite 11, wobei die Kammern 9 so orientiert sind, dass die Höhen 13 der Kammern 9 zumindest annähernd orthogonal zur zu beschichtenden Oberfläche 4 des Bauteils 2 ausgerichtet sind.

[0046] Mit zumindest annähernd orthogonal ist gemeint, dass die Ausrichtung der Kammern 9 von der exakten Rechtwinkeligkeit abweichen kann. Es ist nämlich möglich, dass das Bauteil 2 gekrümmt am Substrathalter 1 gehalten wird, wie dies in den Fig. 2 und 3 gezeigt ist. In diesem Fall kann die Höhe der Kammern 9 einen Winkel mit der Oberfläche 4 des Bauteils 2 einschließen, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 ° bis 10 °. Gleiches gilt für Bauteile 2, die an sich bereits eine gekrümmte zu beschichtende Oberfläche 4 aufweisen. Bei vollkommen ungekrümmt gehaltenen Bauteilen 2 kann die genannte Orthogonalität der Höhen aber vorliegen.

[0047] Durch diese Ausrichtung der Kammern 9 sind zwischen den Kammern Stege 16 ausgebildet, die die Kammern 9 in Richtung der Gesamtbreite 12 und/oder der Länge des Substrathalters 1 voneinander trennen. Diese Stege 16 können eine Breite 17 in Richtung der Gesamtbreite 12 und/oder eine Breite in Richtung der Länge des Substrathalters 1 aufweisen, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 50 % bis 200 % der Breite 11 der Kammern 9 in gleicher Richtung betrachtet.

[0048] Über diese Stege 16 kann ein gleichmäßigerer Energieeintrag in bzw. -austrag aus dem PCM und/oder TCM über das gesamte Volumen der Kammern 9 erreicht werden.

[0049] Von Vorteil ist dabei, wenn nach einer weiteren Ausführungsvariante des Substrathalters 1 der Bereich zwischen den Kammern 9, also beispielsweise in der Ausführungsvariante des Substrathalters 1 nach Fig. 3 die Stege 16, aus einem Werkstoff besteht, der eine Wärmeleitfähigkeit von mindestens 100 W/(m K) aufweist. Beispielsweise kann dieser Bereich aus einem Metall oder einer metallischen Legierung bestehen, wie z.B. Silber, Aluminium, etc. Bevorzugt besteht dieser Bereich aus Kupfer oder einer Kupferlegierung.

[0050] Neben der voranstehend beschriebenen Ausführungsvariante, bei der die Höhe 13 der Kammern 9 größer ist als deren Breite 11 in Richtung der Gesamtbreite 12 und/oder der Länge des Temperierkörpers 6, besteht aber auch die Möglichkeit, die Kammern 9 mit einer größeren

Breite 11 im Vergleich zur Höhe 13 auszubilden.

[0051] Des weiteren besteht die Möglichkeit, dass die Kammern 9 eine andere Geometrie aufweisen, beispielsweise zylinderförmig ausgebildet sind.

[0052] Generell kann das Phasenwechselmaterial 8 und/oder das thermochemische Speicher-
material auf ein Array an Kammern 9 aufgeteilt sein.

[0053] Sofern mehrere Kammern 9 im Substrathalter 1 für das PCM bzw. TCM ausgebildet und diese nicht auf ein Array an Kammern 9 aufgeteilt sind, werden die Kammern 9 bevorzugt in Richtung der Gesamtbreite 12 ununterbrochen ausgebildet. Mit anderen Worten wird der Aufnahmebereich 7 für das PCM und/oder TCM vorzugsweise in diesem Fall auf mehrere in Richtung der Länge des Substrathalters 1 (Förderrichtung des Substrathalters 1 durch die Beschichtungsanlage, d.h. senkrecht auf die Betrachtungsebene der Fig. 3) nebeneinander angeordnete Kammern 9 aufgeteilt.

[0054] Anstelle von Kammern 9 oder zusätzlich dazu kann vorgesehen sein, dass das Phasenwechselmaterial 8 und/oder das thermochemische Speichermaterial in einem Metallschwamm aufgenommen ist.

[0055] Generell ist es von Vorteil, wenn der Aufnahmebereich 7 bzw. die Kammern 9 ein größeres Volumen aufweisen, als das darin enthaltene Volumen des Phasenwechselmaterials 8 oder des thermochemischen Speichermaterials im festen Zustand. Es kann damit ein Druckaufbau in dem Aufnahmebereich 7 bzw. den Kammern 9 vermieden werden, der infolge des Wärmeeintrags in das Phasenwechselmaterial 8 oder das thermochemischen Speichermaterial und die damit verbundene Volumenzunahme entsteht.

[0056] Es ist weiter generell von Vorteil, wenn die zur Verfügung stehende Masse an Phasenwechselmaterial 8 größer ist, als die Masse, die der zu erwartenden, aufzunehmenden Wärmeenergie entsprechen würde. Letztere kann vom Fachmann anhand einfacher Versuche ohne unzumutbaren Aufwand ermittelt werden. Durch diese Ausführungsvariante wird erreicht, dass jedenfalls ein Teil des Phasenwechselmaterials 8 fest bleibt und beim Abkühlen als Impfkristalle für die Schmelze zur Verfügung steht. Es kann damit eine Unterkühlung der Schmelze besser verhindert werden.

[0057] Bei allen Ausführungsvarianten des Substrathalters 1 kann die Haltevorrichtung 3 für das Bauteil 2 dem Stand der Technik entsprechend ausgebildet sein, beispielsweise mit Spannbacken.

[0058] Generell gilt, dass der Substrathalter 1 mit Ausnahme der Kühlvorrichtung 5 und/oder Heizvorrichtung dem Stand der Technik entsprechend ausgeführt sein kann.

[0059] Abweichend vom Stand der Technik kann der Temperierkörper 6 auch zumindest zweigeteilt ausgeführt sein, um damit den Einbau oder den Austausch des Phasenwechselmaterials 8 zu vereinfachen.

[0060] Der Substrathalter 1 kann in allen PVD-Anlagen (physical vapour deposition) eingesetzt werden, wie beispielsweise Sputteranlagen. Bevorzugt wird der Substrathalter 1 in Elektronenstrahlbedampfungsanlagen eingesetzt, insbesondere in Elektronenstrahlbedampfungsanlagen nach dem Durchlaufverfahren. Weiter wird der Substrathalter 1 vorzugsweise in Beschichtungsanlagen mit einer (evakuierten) Beschichtungskammer eingesetzt, die eine Länge von zumindest 10 m aufweist oder in Beschichtungsanlagen mit mehreren hintereinander angeordneten Abscheidekammern, wobei im letzteren Fall die Abscheidekammern jeweils eine Länge von zumindest 1 m bis 2 m aufweisen.

[0061] Ein Ablauf eines Beschichtungsprozesses nach der Erfindung weist vorzugsweise folgende Verfahrensschritte auf:

[0062] - Bestücken des Substrathalters 1 mit den zu beschichtenden Substraten

[0063] - Kühlen/Heizen des Substrathalters 1 bis knapp unter den Schmelzpunkt des Phasenwechselmaterials 8

- [0064]** - Einschleusen des beladenen Substralthalers 1 in die Beschichtungsanlage
- [0065]** - Durchführung der Beschichtung
- [0066]** - Ausschleusen des Substralthalers 1 mit den beschichteten Substraten aus der Beschichtungsanlage
- [0067]** - Abkühlen des Substralthalers 1, sodass das Phasenwechselmaterial 8 wieder vollständig erstarrt
- [0068]** - Demontage der beschichteten Substrate.
- [0069]** Obwohl in dieser Prozessabfolge von Substraten die Rede ist, ist es selbstverständlich möglich, dass nur ein einziges Substrat beschichtet wird.
- [0070]** Weiter können die beiden zuletzt genannten Verfahrensschritte hinsichtlich ihrer Reihenfolge auch vertauscht werden.
- [0071]** Im Zuge der Erprobung der Substralthalers 1 wurden die in Tabelle 1 enthaltenen Versuche durchgeführt. Es wurde jeweils Stahlsubstrate eingesetzt.
- [0072]** Tabelle 1: Versuche

	Aluminium aufgedampft	Kupfer gesputtert.
Schichtdicke [μm]	500	45
Abscheiderate [$\mu\text{m}/\text{min}$]	60	0,8
Beschichtungsdauer [min]	8,33	56,25
Beschichtungstemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	180	260
Leistungsdichte am Substrat [W/cm^2]	3,2	0,7
Energieeintrag [J/cm^2]	1600	2363
Wärmeübergangskoeffizient [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]	2100	1200
Temperaturdifferenz [$^{\circ}\text{C}$]	15,24	5,83
ausgewähltes PCM	A164*	H255*
PCM Schmelztemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	164	254
spezifische Schmelzenthalpie des PCM [J/g]	290	270
zu beschichtende Substratfläche [cm^2]	4972	1256
Mindestmenge an PCM im Substralthaler [kg]	28	11

* ... die verwendeten Phasenwechselmaterialien sind erhältlich bei PCM Products Ltd.

[0073] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Substralthalers 1 dieser bzw. dessen Bestandteile nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

- | | |
|----|-----------------------|
| 1 | Substrathalter |
| 2 | Bauteil |
| 3 | Haltevorrichtung |
| 4 | Oberfläche |
| 5 | Kühlvorrichtung |
| 6 | Temperierkörper |
| 7 | Aufnahmebereich |
| 8 | Phasenwechselmaterial |
| 9 | Kammer |
| 10 | Hohlraum |
| 11 | Breite |
| 12 | Gesamtbreite |
| 13 | Höhe |
| 14 | Gesamthöhe |
| 15 | Abstand |
| 16 | Steg |
| 17 | Breite |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten eines Bauteils (2), wobei das Bauteil (2) auf einem Substrathalter (1) angeordnet wird und auf dem Substrathalter (1) sich befindend in einem vorgegebenen Temperaturbereich beschichtet wird, wobei für die Beibehaltung der Temperatur in dem Temperaturbereich ein Substrathalter (1) verwendet wird, der mit einem Phasenwechselmaterial (8) und/oder einem thermochemischen Speichermaterial versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufnahmebereich (7) für das Kühl- und/oder Heizmedium in mehrere, voneinander getrennte Kammern (9) unterteilt wird.
2. Substrathalter (1) mit einer Haltevorrichtung (3) für das Halten von einem Bauteil (2) während seiner Beschichtung und mit zumindest einem Aufnahmebereich (7) für ein Kühl- und/oder Heizmedium, das ein Phasenwechselmaterial (8) und/oder ein thermochemisches Speichermaterial ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufnahmebereich (7) für das Kühl- und/oder Heizmedium in mehrere, voneinander getrennte Kammern (9) unterteilt ist.
3. Substrathalter (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammern (9) im Querschnitt betrachtet eine Höhe (13) und eine Breite (11) aufweisen, wobei die Höhe (13) größer ist als die Breite (11), und dass die Höhen (13) der Kammern (9) in Richtung auf den Bereich für die Aufnahme des Bauteils (2) orientiert sind.
4. Substrathalter (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Kammern (9) ein Werkstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von mindestens 100 W/(m K) angeordnet ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig.1

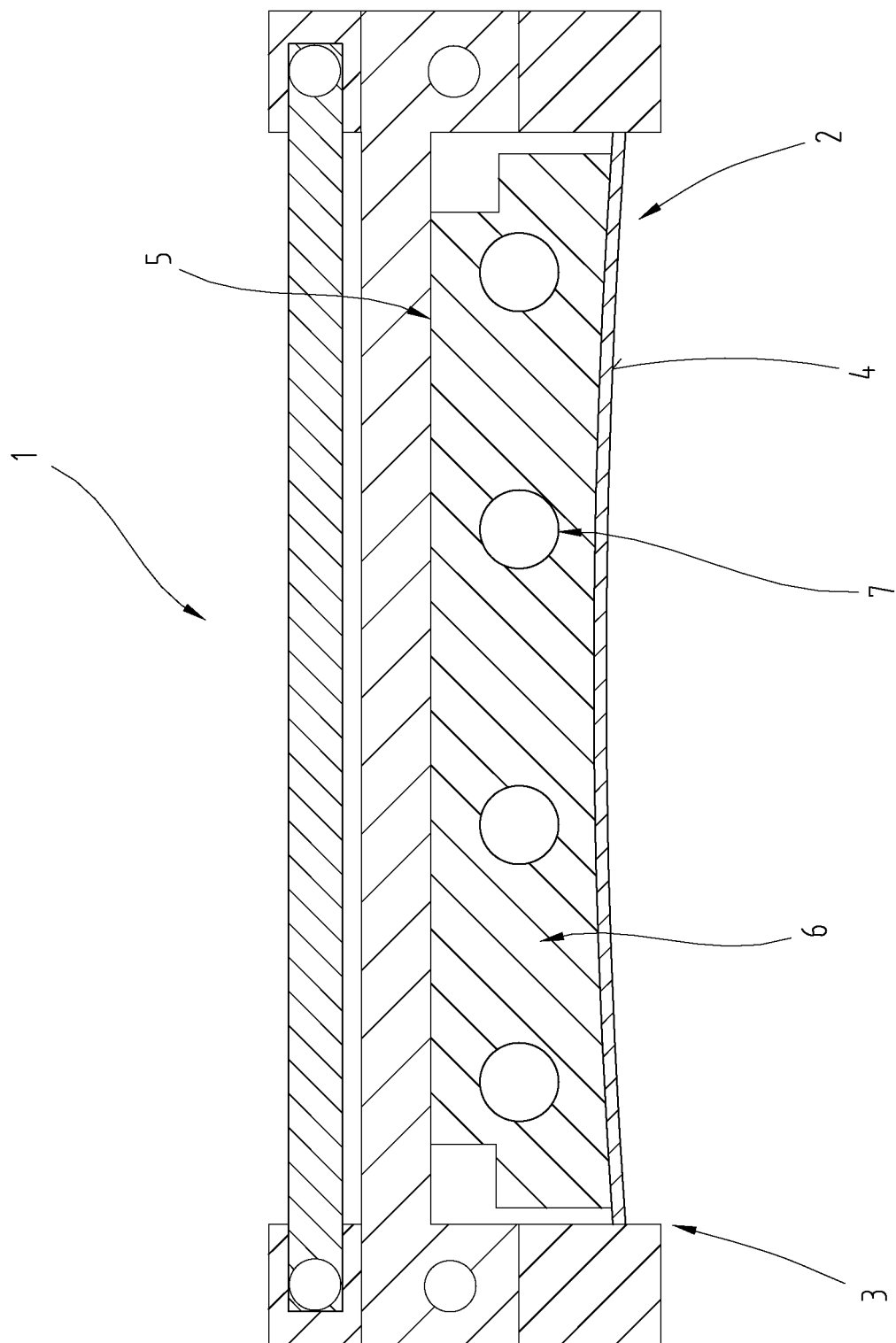


Fig.2

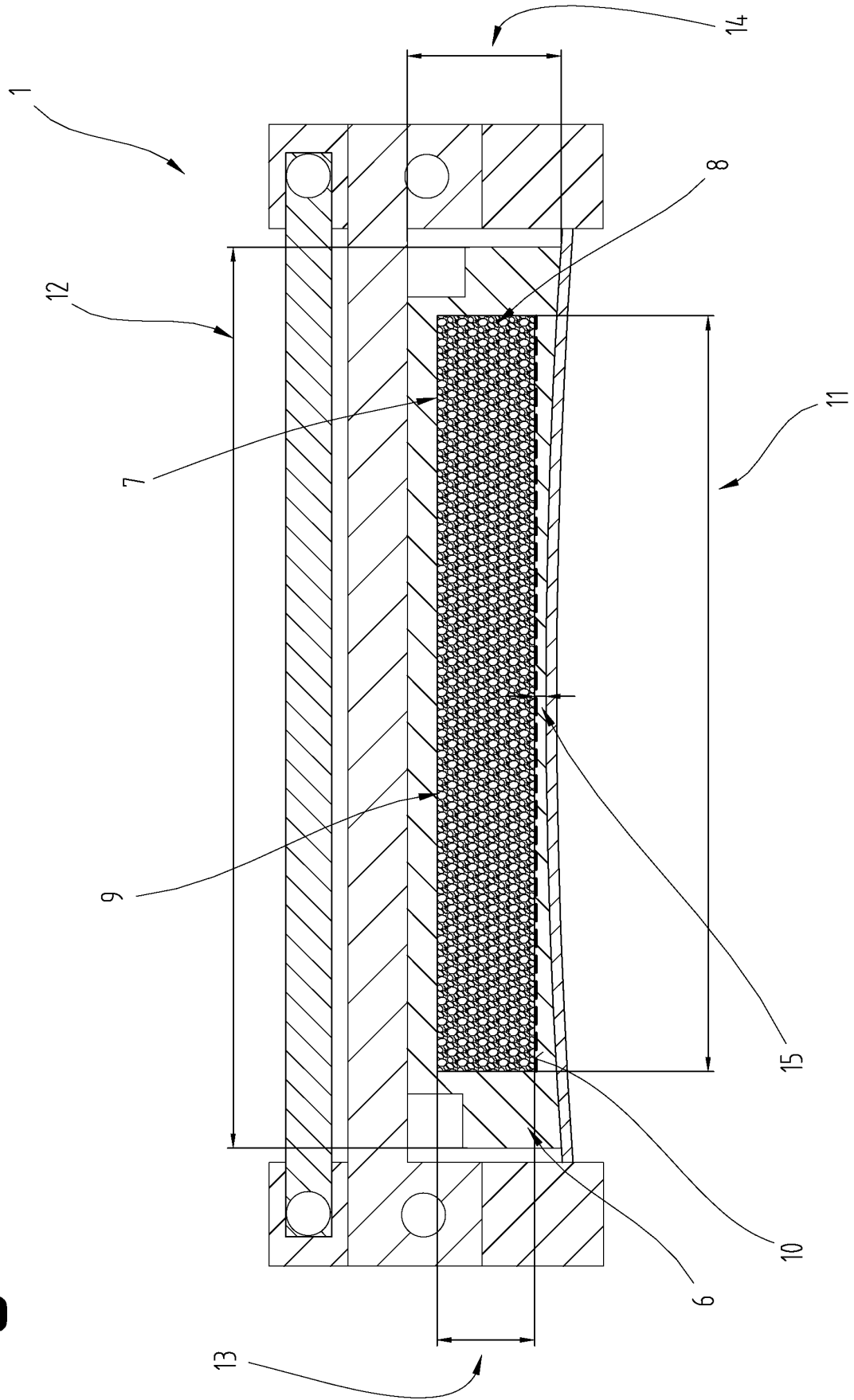


Fig.3

