

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Juni 2020 (18.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2020/120162 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01B 11/30 (2006.01) G01N 25/00 (2006.01)  
G01J 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/083019

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. November 2019 (29.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
18212355.4 13. Dezember 2018 (13.12.2018) EP

(71) Anmelder: HENKEL AG & CO. KGAA [DE/DE]; Henkelstrasse 67, 40589 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder: SCHOENE, Jens Roland; Karl-Benz-Weg 7, 85375 Neufahrn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR DETECTING THE SURFACE CONDITION OF COMPONENTS, USE OF THE METHOD FOR MONITORING THE SURFACE QUALITY OF COMPONENTS AND APPARATUS FOR ADJUSTING THE SURFACE CONDITION OF COMPONENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERFASSUNG DER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT VON BAUTEILEN, VERWENDUNG DES VERFAHRENS ZUR KONTROLLE DER OBERFLÄCHENGÜTE VON BAUTEILEN SOWIE VORRICHTUNG ZUR EINSTELLUNG DER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT VON BAUTEILEN

(57) Abstract: The present invention relates to methods for detecting differences in the surface condition of one or more components, in which the infrared radiation emitted by the component at a specific temperature of the component is detected as irradiance on a predetermined receiver surface relative to the component. When detecting at different positions or on a plurality of components it is ensured that the solid angle covered by the receiver surface and the distance from the component surface is almost unchanged. Differences in the detected irradiance can then be equated with differences in the surface condition of the components. The invention further relates to the use of such methods according to the invention for monitoring and optionally adjusting the surface quality of a component originating from a manufacturing process and also an apparatus for adjusting the surface condition in the mass production of components.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zur Erfassung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit eines oder mehrerer Bauteils, bei dem die von dem Bauteil bei einer bestimmten Temperatur des Bauteils emittierte Infrarotstrahlung als Bestrahlungsstärke an einer vorgegebenen Empfängerfläche relativ zum Bauteil erfasst wird. Bei der Erfassung an unterschiedlichen Positionen oder mehreren Bauteilen wird sichergestellt, dass der von der Empfängerfläche abgedeckte Raumwinkel und Abstand zur Bauteiloberfläche nahezu unverändert ist. Unterschiede in der erfassten Bestrahlungsstärke können sodann mit Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile gleichgesetzt werden. In weiteren Aspekten ist vorliegend die Verwendung solcher erfindungsgemäßen Verfahren zur Kontrolle und optional Einstellung der Oberflächengüte eines aus einem Fertigungsprozess stammenden Bauteils umfasst sowie eine Vorrichtung zur Einstellung der Oberflächenbeschaffenheit in der Serienproduktion von Bauteilen.



WO 2020/120162 A1

**Verfahren zur Erfassung der Oberflächenbeschaffenheit von Bauteilen, Verwendung des Verfahrens zur Kontrolle der Oberflächengüte von Bauteilen sowie Vorrichtung zur Einstellung der Oberflächenbeschaffenheit von Bauteilen**

Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zur Erfassung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit eines oder mehrerer Bauteils, bei dem die von dem Bauteil bei einer bestimmten Temperatur des Bauteils emittierte Infrarotstrahlung als Bestrahlungsstärke an einer vorgegebenen Empfängerfläche relativ zum Bauteil erfasst wird. Bei der Erfassung an unterschiedlichen Positionen oder mehreren Bauteilen wird sichergestellt, dass der von der Empfängerfläche abgedeckte Raumwinkel und Abstand zur Bauteiloberfläche nahezu unverändert ist. Unterschiede in der erfassten Bestrahlungsstärke können sodann mit Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile gleichgesetzt werden. In weiteren Aspekten ist vorliegend die Verwendung solcher erfindungsgemäßen Verfahren zur Kontrolle und optional Einstellung der Oberflächengüte eines aus einem Fertigungsprozess stammenden Bauteils umfasst sowie eine Vorrichtung zur Einstellung der Oberflächenbeschaffenheit in der Serienproduktion von Bauteilen.

Die Oberflächenbeschaffenheit von Werkstoffen nimmt in Fabrikationsprozess zu deren Herstellung oder in nachgelagerten Produktionsprozessen, die auf diesen Werkstoff zurückgreifen, häufig eine Schlüsselfunktion ein. Dies ist vordergründig der Fall beim Verkleben oder Abdichten metallischer Werkstoffe, da die Adhäsion der Kleb- und Dichtstoffe zum Werkstoff entscheidend von der Beschaffenheit der Metalloberfläche abhängt. Korrosionsprodukte oder Rückstände aus vorausgegangenen Fertigungsschritten können die Haftung auf den Metalloberflächen negativ beeinflussen. Die Kontrolle der Oberflächenbeschaffenheit ist daher beim stoffschlüssigen Fügen von Werkstoffen aller Art ein fester Bestandteil im Rahmen der Qualitätssicherung, und dies sowohl während als auch unmittelbar nach einem Fertigungsprozess zur Bereitstellung eines Halbzeuges oder eines fertig gefügten Bauteils. Durch eine rechtzeitige, also produktionsnahe, Bestimmung der Oberflächenbeschaffenheit der bei der Herstellung komplexer Bauteile verwendeten Werkstoffe lässt sich der Fertigungsprozess adaptieren, beispielsweise können gezielte Maßnahmen zur Oberflächenbehandlung eingeleitet werden, um eine für den Fertigungsprozess anderenfalls nachteilige Oberflächenbeschaffenheit eines Werkstoffes zu beseitigen. Obwohl im Stand der Technik eine schier unüberschaubare Vielzahl oberflächenanalytischer Methoden existiert, besteht weiterhin Bedarf zur Bereitstellung an Methoden, die eine Überwachung der Oberflächenbeschaffenheit von Werkstoffen bei ihrer weiteren Veredelung, sei es durch Formen, Fügen, Abdichten oder Beschichten, also während

eines Fabrikationsprozesses erlauben. Die vorliegende Erfindung stellt sich hierbei die Aufgabe ein Verfahren zu etablieren, dass eine innerhalb weniger Sekunden oder bestenfalls Sekundenbruchteilen erfolgende Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit von Werkstoffen, insbesondere Metallen, ermöglicht, zudem zerstörungsfrei und berührungslos arbeitet und nicht erfordert, dass der zu untersuchende Werkstoff vorübergehend aus dem eigentlichen Fertigungsprozess entfernt wird. Vornehmliches Ziel ist es im Stande zu sein, Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit festzustellen oder erkennen zu können, um so eine Aussage über Beschaffenheit eines Flächenbereiches des Werkstoffes treffen zu können. Etablierte zerstörungsfreie oberflächenanalytische Methoden wie Röntgenfluoreszenz, energiedispersive Röntgenspektroskopie oder Röntgenphotoelektronenspektroskopie sind Vakuumtechnologien und daher im Regelfall nicht geeignet, um die Oberflächengüte eines Werkstoffes in einem industriellen Fertigungsprozess einzufangen.

Die hier beschriebene Erfindung macht sich die Eigenschaft von Werkstoffen zunutze, elektromagnetische Strahlung im Infrarotbereich zu emittieren, wobei insoweit Unterschiede im Emissionsgrad einer Oberfläche eines individualisierten Bauteils bestimmt oder sichtbar gemacht werden, diese Unterschiede mit Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit des Bauteils korrespondieren.

Das physikalische Phänomen, dass jeder Werkstoff einen stoffspezifischen Emissionsgrad aufweist, ist selbstverständlich allgemein bekannt, jedoch wird diese Stoffeigenschaft bisher vordergründig nur für die berührungslose Temperaturmessung bestimmt und nicht zur Aufklärung und Beurteilung der stofflichen Oberflächenbeschaffenheit einer Werkstoffoberfläche.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird daher gelöst durch ein Verfahren zur Erfassung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit eines Bauteils, bei dem die von dem Bauteil bei einer bestimmten Temperatur des Bauteils emittierte Infrarotstrahlung als Bestrahlungsstärke an einer vorgegebenen Empfängerfläche an mindestens zwei unterschiedlichen Positionen relativ zum Bauteil erfasst wird, wobei die Positionierung derart erfolgt, dass der Abstand dreier Fixpunkte auf der Empfängerfläche zur Bauteiloberfläche entlang ihrer Flächennormalen bei der jeweiligen Position der Empfängerfläche im Wesentlichen unverändert bleibt, wobei die Positionsabhängigkeit der erfassten Bestrahlungsstärke mit Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit des Bauteils gleichgesetzt wird.

Der Begriff des Bauteils umfasst dabei einen jeglichen aus einem Werkstoff oder einer Werkstoffkombination gefertigten Festkörper und damit auch Halbzeuge, die ihrerseits weiteren Fertigungsschritten zur Herstellung komplexerer Bauteile, bspw. durch Umformen und stoffschlüssiges Fügen durch Verkleben oder Abdichten, unterfallen.

Die „Empfängerfläche“ kann eben oder gekrümmt sein, vorzugsweise ist sie eben oder als Kugelfläche mit einem Raumwinkel von weniger als  $2\pi$  sr ausgestaltet. Bei der Ausgestaltung als Kugelfläche kann die Empfängerfläche gemäß vorliegender Erfindung auch aus einer Vielzahl ebener Teilflächen bestehen, deren Flächennormalen auf einen gemeinsamen Fixpunkt weisen. Eine Empfängerfläche ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung geeignet, die auf sie auftreffende Infrarotstrahlung in einem vorgegebenen Wellenlängenbereich oder bei einer vorgegebenen Wellenlänge in ein physikalisches Signal umzuwandeln, das proportional zum auf der Empfängerfläche aufgenommenen Strahlungsfluss also der Bestrahlungsstärke im vorgegebenen Wellenlängenbereich oder bei der vorgegebenen Wellenlänge ist. Die Bestrahlungsstärke, im technischen Sprachgebrauch auch Strahlungsflussdichte genannt, entspricht dem von der Empfängerfläche erfassten Strahlungsfluss. Sie hat die Einheit Watt pro Quadratmeter. Dementsprechend ist es erfindungsgemäß bevorzugt, wenn die Empfängerfläche zur Erfassung der Bestrahlungsstärke die lichtempfindliche Fläche eines pyroelektrischen Sensors (auch PIR Sensor genannt) darstellt und damit von einem pyroelektrische Material gebildet wird, dessen Spezifizierung wiederum lediglich von der Auswahl des bevorzugten infraroten Wellenlängenbereiches abhängt über den die Erfassung der Bestrahlungsstärke von der Empfängerfläche erfolgen soll. Dabei kann es je nach Wellenlängenabhängigkeit des Emissionsgrades des Materials des Bauteils und der Oberflächenbestandteile oder der Infrarotdurchlässigkeit von etwaigen Dünnschichten auf dem Bauteil vorteilhaft sein einen spezifischen Wellenlängenbereich für die Erfassung der Bestrahlungsstärke und damit auch einen spezifischen PIR-Sensor auszuwählen. Üblicherweise und damit bevorzugt erfolgt die Erfassung der vom Bauteil emittierten Infrarotstrahlung über einen Wellenlängenbereich oder bei einer Wellenlänge, die im Bereich von  $1,0 \cdot 10^{-6}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-4}$  m, besonders bevorzugt im Bereich von  $3,0 \cdot 10^{-6}$  bis  $2,0 \cdot 10^{-5}$  m liegt.

Für die Feststellung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit eines Bauteils ist es erforderlich, dass die Erfassung der Bestrahlungsstärke an mindestens zwei Positionen relativ zum Bauteil erfolgt. Die Erfassung an mindestens zwei Positionen kann simultan oder zeitlich

getrennt erfolgen; erfolgt die Erfassung simultan wird üblicherweise ein Array von Empfängerflächen verwendet, deren Flächennormalen im geometrischen Schwerpunkt vorzugsweise nicht konvergent sind und besonders bevorzugt parallel zu einander verlaufen, bspw. bei der Erfassung der vom einer ebenen Teilfläche des Bauteils emittierten Infrarotstrahlung.

Ändert sich die relative Lage der Empfängeroberfläche zum Bauteil bei der Erfassung der Bestrahlungsstärke derart, dass ihr Abstand zur Bauteiloberfläche variiert, ist eine Korrelation der Bestrahlungsstärke mit der Oberflächenbeschaffenheit bei ansonsten gleicher Temperatur streng genommen nicht mehr gegeben. Es ist daher erfindungsgemäß erforderlich, dass der Abstand dreier Fixpunkte auf der Empfängerfläche zur Bauteiloberfläche entlang ihrer Flächennormalen bei der jeweiligen Position der Empfängerfläche während der Erfassung der Bestrahlungsstärke im Wesentlichen unverändert bleibt. Ein Fixpunkt auf der Empfängeroberfläche ist dabei ein innerhalb der zweidimensionalen Ausgestaltung der Empfängerfläche eindeutig definierter Ortspunkt. Die jeweilige Position der Empfängerfläche relativ zum Bauteil gilt diesbezüglich als im Wesentlichen unverändert, wenn die Beabstandung der jeweiligen Fixpunkte von der Bauteiloberfläche bei der Erfassung an unterschiedlichen Positionen oberhalb des Bauteils jeweils um nicht mehr als 20%, vorzugsweise um nicht mehr als 10%, besonders bevorzugt um nicht mehr als 5%, ganz besonders bevorzugt um nicht mehr als 2 % vom arithmetischen Mittelwert der Beabstandung abweichen.

Für die Darstellung der Unterscheide in der Oberflächenbeschaffenheit des Bauteils ist offensichtlich bevorzugt, dass die Positionsabhängigkeit der erfassten Bestrahlungsstärke in eine Ortsabhängigkeit auf der Oberfläche des Bauteils umgewandelt wird. Dies wird dadurch erzielt, dass der Ort des geometrischen Schwerpunkts der Empfängerfläche in der jeweiligen Position, bei der die Bestrahlungsstärke erfasst wird, entlang der Flächennormalen im geometrischen Schwerpunkt auf die Oberfläche des Bauteils projiziert wird. Über den auf diese Weise auf die Oberfläche des Bauteils projizierten Ort wird die erfasste Bestrahlungsstärke mit einem Ort auf der Oberfläche des untersuchten Bauteils korreliert. Weiterhin ist dann für die Darstellung der Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit erfindungsgemäß bevorzugt, dass ein ortsabhängiges Mapping der Oberfläche des Bauteils erfolgt, indem die Erfassung der Bestrahlungsstärke an der Empfängerfläche an einer Vielzahl unterschiedlicher Positionen relativ zum Bauteil erfolgt, wobei sämtliche Positionen bzw. die drei Fixpunkte auf den Empfängerflächen dann vorzugsweise jeweils in drei zueinander parallel verlaufenden Fläche liegen, die wiederum kongruent zur Topographie der Oberfläche des Bauteils sind, so dass

gewährleistet ist, dass die erfasste Bestrahlungsstärke jeweils bei gleicher Beabstandung und Orientierung der Empfängerfläche zur gemappten Oberfläche des Bauteils erfolgt.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Darstellung der Positionsabhängigkeit oder Ortsabhängigkeit der erfassten Bestrahlungsstärke mittels Falschfarbendarstellung. Auf diese Weise sind die Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit für den Fachmann auf einen Blick sichtbar. Dies kann bei der stichprobenhaften Überwachung der Oberflächenbeschaffenheit in der Serienproduktion von Bauteilen von Vorteil sein, oder auch dann, wenn bei einer ansonsten rein computergestützten Überwachung auf Abfrage eine visuelle Darstellung der Oberflächenbeschaffenheit eines individualisierten Bauteils bereitgestellt werden soll.

Gerade bei einem Mapping der Oberflächenbeschaffenheit oder allgemein bei der Bestimmung der Oberflächenbeschaffenheit einer Vielzahl gleichartiger Bauteile, bspw. in der Qualitätsüberwachung einer Serienproduktion, kann es von Vorteil sein, wenn zur Erfassung der Bestrahlungsstärke bei einer vorgegebenen und über sämtliche Bestimmungen konstanten Temperatur des oder der Bauteile die Temperatur des- oder derselben mit einem Temperaturfühler bestimmt wird, wobei der oder die Bauteile zur Einstellung einer bestimmten Temperatur vorzugsweise mit einer Wärmequelle oder -senke verbunden sind. Auf diese Weise kann passiv festgestellt werden, ob Temperaturkonstanz gegeben ist und ggf. auf für eine vordefinierte Temperatur, die möglicherweise zur Bestimmung der Oberflächenbeschaffenheit eines bestimmten Bauteils besonders geeignet ist, auf Temperaturkonstanz geregelt werden. Die Temperatur, bei der die Erfassung der Bestrahlungsstärke erfolgt, ist im erfindungsgemäßen Verfahren nicht festgelegt und kann beliebige Werte einnehmen. Praxisrelevant ist ein Temperaturbereich von -10 bis 300 °C.

In diesem Zusammenhang werden in erfindungsgemäßen Verfahren besonders trefflich Oberflächen solcher Bauteile analysiert, die thermische Energie gut dissipieren und nicht dazu neigen Temperaturunterschiede im Bauteil nur sehr langsam auszugleichen. Es ist daher bevorzugt, dass der Bauteil eine Wärmeleitfähigkeit von mindestens  $1 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  aufweist und besonders bevorzugt metallisch ist und insbesondere bevorzugt aus einem metallischen Material ausgewählt aus Zinn, Titan, Aluminium, Magnesium, Eisen, Zink, Chrom, Nickel oder Kupfer sowie deren Legierungen gefertigt ist. Letztere Auswahl betrifft Metalle, die native Oxidschichten bilden und Korrosionsprozessen unterliegen, so dass deren Oberflächenbeschaffenheit in der industriellen Fertigung von Bauteilen, die diese Werkstoffe

umfassen, in der Regel von großer Bedeutung für die Funktionalität oder Weiterverarbeitbarkeit, bspw. in Klebe- und Fügeprozessen, des Bauteils ist. Der Begriff „metallisches Bauteil“ umfasst im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch metallische Überzüge auf metallischen oder nichtmetallischen Substraten, beispielsweise vernickeltes Acrylnitril-Butadien-Styrol oder verzinktes oder alitiertes (= aluminierendes) Stahlband.

In einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Bestimmung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit eines vorzugsweise metallischen Bauteils auf einem beschichteten oder einen Nassfilm aufweisenden Bauteil, wobei die Beschichtung bzw. der Nassfilm jeweils im erfassten Wellenlängenbereich oder bei der jeweiligen erfassten Wellenlänge im Wesentlichen transparent ist. Im Wesentlichen „transparent“ ist eine Beschichtung oder ein Nassfilm, wenn die wellenlängenabhängige Absorption in der Beschichtung bzw. im Nassfilm gemessen mit ATR-Infrarotspektroskopie bei einem Einfallswinkel von  $45^\circ$  nach Background-Kompensation und Savitzky-Golay-Korrektur im jeweiligen Wellenlängenbereich bzw. bei der jeweiligen Wellenlänge weniger als 30%, vorzugsweise weniger als 20% beträgt.

In einer Variante des zuvor beschriebenen Verfahrens erfolgt die Korrelation der erfassten Bestrahlungsstärken auch mit derjenigen, die von anderen, aber aus demselben Werkstoff gefertigten Bauteilen mit normierter oder bekannter Oberflächenbeschaffenheit emittiert und gleichartig erfasst wird. Dies ermöglicht die Darstellung des Grades der Abweichung oder Identität der Oberflächenbeschaffenheit von Bauteilen mit einem gewünschten Referenzwert. Ein solches Verfahren zur Erfassung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit von mindestens zwei aus dem gleichen Werkstoff gefertigten Bauteilen, bei dem die von den Bauteilen bei einer bestimmten Temperatur des jeweiligen Bauteils emittierte Infrarotstrahlung als Bestrahlungsstärke an einer vorgegebenen Empfängerfläche an mindestens einer Position relativ zu jedem einzelnen Bauteil erfasst wird, ist ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung und zeichnet sich dadurch aus, dass die Erfassung der von jedem einzelnen Bauteil emittierten Bestrahlungsstärke stets derart erfolgt, dass der Abstand dreier Fixpunkte auf der Empfängerfläche zur jeweiligen Bauteiloberfläche entlang ihrer Flächennormalen an der mindestens einen Position der Empfängerfläche relativ zum jeweiligen Bauteil sowie die Temperatur jedes einzelnen Bauteils im Wesentlichen unverändert bleibt, wobei Unterschiede in der an der Empfängerfläche erfassten Bestrahlungsstärke der Bauteile untereinander mit Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile gleichgesetzt werden. Die Temperatur bei der Erfassung der als Bestrahlungsstärke emittierten Infrarotstrahlung eines jeden Bauteils ist dann im Wesentlichen unverändert, wenn die Abweichung vom

arithmetischen Mittelwert kleiner als 20%, vorzugsweise kleiner als 10%, besonders bevorzugt kleiner als 5% und insbesondere bevorzugt kleiner als 2% ist.

In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung eines der beiden zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren, einschließlich der im Zusammenhang mit diesen Verfahren dargelegten bevorzugten Ausführungsformen, zur Kontrolle und optional Einstellung der Oberflächengüte eines aus einem Fertigungsprozess stammenden Bauteils. Hierfür wird bevorzugt so verfahren, dass der Ist-Wert der Oberflächengüte zunächst mit der gemäß einem der beiden zuvor beschriebenen Verfahren erfassten Bestrahlungsstärke, die als Infrarotstrahlung von einem Bauteil emittiert wird, gleichgesetzt wird und sodann mit der von einem identischen Bauteil, das eine gewünschte Oberflächengüte aufweist, identisch erfassten Bestrahlungsstärke als Soll-Wert der Oberflächengüte verglichen und der Bauteil bzw. das Bauteil hinsichtlich einer vorgegebenen Toleranz für die Abweichung von Soll- und Ist-Wert überprüft und qualitativ eingestuft wird. Die Bestrahlungsstärke an zwei verschiedenen Bauteilen ist identisch erfasst, wenn hierfür identische Empfängerflächen eingesetzt werden und der Abstand dreier Fixpunkte auf der Empfängerfläche zur jeweiligen Oberfläche des Bauteils entlang ihrer Flächennormalen an der Position der Empfängerfläche, bei der die Bestrahlungsstärke erfasst wird, relativ zum jeweiligen Bauteil sowie die Temperatur jedes einzelnen Bauteils im Wesentlichen unverändert bleibt. Die Temperatur und die Beabstandung der Fixpunkte von der Oberfläche des Bauteils ist dann im Wesentlichen unverändert, wenn die Abweichung vom arithmetischen Mittelwert der Temperatur bzw. der Beabstandung im jeweiligen Fixpunkt weniger als 20%, vorzugsweise weniger als 10%, besonders bevorzugt weniger als 5% und insbesondere bevorzugt weniger als 2% beträgt.

Der Ist-Wert der Oberflächengüte des Bauteils wird vorzugsweise bei einer Temperatur des Bauteils im Bereich von -10 bis 300 °C bestimmt, besonders bevorzugt bei einer Temperatur, bei der der chemische Oberflächenzustand des Bauteils keine Umwandlung, bspw. Verzunderung oder Kristallisation, erfährt und bei der zugleich die Unterschiede im Emissionsgrad der Oberflächenzustände maximal sind. Der Fachmann kann also je nach Werkstoff des Bauteils und Fragestellung an den Oberflächenzustand eine Vorauswahl für die Temperatur des Bauteils bzw. der Bauteile treffen, bei der die Erfassung der Bestrahlungsstärke erfolgen soll.

Die Verfahren zur Bestimmung von Unterscheiden in der Oberflächenbeschaffenheit von Bauteilen werden erfindungsgemäß bevorzugt eingesetzt, um bei einer Serienproduktion die

Güte einer Materialoberfläche zu bestimmen und ggf. einzelne Bauteile aus dem Fabrikationsprozess heraus zu schleusen oder individuell zu behandeln, so dass die gewünschte Güte erzielt wird, oder in zumindest einer der Bestimmung der Oberflächenbeschaffenheit vorausgehenden Fabrikationsstufen, den Prozess so zu justieren, dass die gewünschte Oberflächengüte in der Serienproduktion wieder hergestellt ist.

Bevorzugt ist daher eine erfindungsgemäße Verwendung, bei der das Bauteil bei einer Abweichung des Ist-Wertes der Oberflächengüte von deren Soll-Wert, die nicht mehr innerhalb der vorgegebenen Toleranz liegt, einer Oberflächenbehandlung unterzogen wird und ggf. erneut die Abweichung des Ist-Wertes der Oberflächengüte von dessen Sollwert bestimmt wird, und der Prozess der Oberflächenbehandlung so oft wiederholt wird, bis der Ist-Wert der Oberflächengüte innerhalb der vorgegebenen Toleranz liegt. Eine geeignete Anwendung liegt beim stoffschlüssigen Verbinden mittels Verkleben oder Abdichten von Bauteilen. Hier wird es für eine ausreichende Adhäsion zu den zu verklebenden Bauteilen regelmäßig darauf ankommen, dass die Bauteiloberflächen eine hierfür geeignete Oberflächenbeschaffenheit haben und metallische Bauteile beispielsweise frei von Rost und organischen Verunreinigungen wie Umformölen sind, ehe sie mit dem Klebstoff oder Dichtungsmittel zur dauerhaften stoffschlüssigen Verbindung in Kontakt gebracht werden. Hier kann es erforderlich sein, dass einzelne Bauteile erneut eine Reinigung durchlaufen bis der gewünschte Oberflächenzustand, wie erfindungsgemäß erfasst, hergestellt ist.

Alternativ bevorzugt ist bei einer Serienproduktion von Bauteilen umfassend eine Vielzahl an Prozessschritten eine erfindungsgemäße Verwendung, bei der bei einer Abweichung des Ist-Wertes der Oberflächengüte auf einem Bauteil von deren Soll-Wert, die nicht mehr innerhalb der vorgegebenen Toleranz liegt, in einem der Bestimmung der Oberflächengüte vorausgehenden Prozessschritt eine Regelung eines Fabrikationsparameters derart erfolgt, dass der Ist-Wert der Oberflächengüte für nachfolgend produzierte Bauteile wiederum innerhalb der vorgegebenen Toleranz liegt. Geeignete Anwendungsfelder ergeben sich hier insbesondere für metallische Bauteile, die im Rahmen einer Serienproduktion unterschiedlichen Prozessschritte durchlaufen, da hier der Oberflächenzustand der Bauteile für nachrangige Prozessschritte oftmals von großer Bedeutung für die Qualität und Funktionalität der Endfabrikate ist. Beispielsweise erfolgt bei Herstellung von Metallband wie schmelztauchveredelten Stahlband eine nasschemische Passivierung der Metalloberflächen, für deren Performanz eine möglichst homogene dünne Schichtauflage der passivierenden zumeist anorganischen Beschichtung realisiert sein muss. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich nun hervorragend für die Bestimmung der Oberflächenbeschaffenheit der

Bandpassivierung insoweit ein pyroelektrischer Sensor ortsfest relativ zum Transportband des dann kontinuierlich an dem Sensor vorbeilaufenden Metallbandes angebracht ist und die erfasste Bestrahlungsstärke quasikontinuierlich elektronisch erfasst und als Datenpaket an eine Datenverarbeitungsanlage weitergibt, die bei Abweichungen außerhalb der Toleranz eine Justierung der Nassfilmauflage des Passivierungsmittels oder der Stellung der Auftragswalzen relativ zur Bandoberfläche vorsieht, so dass nunmehr eine ausreichende Menge einer Passivierung auf allen Bereichen des Bandes realisiert ist.

Eine im Zusammenhang mit der Verwendung der beiden erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugte Variante im Rahmen der Serienproduktion von Bauteilen umfassend eine Vielzahl an Prozessschritten die Information über den Grad der Abweichung des Ist-Wertes der Oberflächengüte eines jeden Bauteils der Serie von dem Soll-Wert an einer festgelegten Fertigungsstufe mindestens einem Regler zugeführt wird, der jeweils eine vom Grad der Abweichung eineindeutig abhängige Stellgröße für einen Prozessparameter in einem der Erfassung des Ist-Wertes der Oberflächengüte vorausgehenden Prozessschritt ausgibt, wobei die Stellgröße eine solche Änderung des Wertes des Prozessparameters herbeiführt, die den Ist-Wert der Oberflächengüte desjenigen Bauteils an der festgelegten Fertigungsstufe, das den vorausgehenden Prozessschritt mit verändertem Prozessparameter durchläuft, im Vergleich zum Ist-Wert des Bauteils, dessen Abweichung vom Soll-Wert ursächlich für die Stellgröße ist, näher an den Soll-Wert der Oberflächengüte heranführt.

Generell sind also solche Verwendungen der beiden erfindungsgemäßen Verfahren zur Bestimmung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit bevorzugt, die die Serienproduktion von Bauteilen unter Durchführung einer Vielzahl von Prozessschritten betreffen und/oder in denen das vorzugsweise metallische Bauteil nach der Kontrolle und optional Einstellung der Oberflächengüte einem weiteren Fertigungsprozess zugeführt wird, der das stoffschlüssige Verbinden, vorzugsweise durch Verkleben, mit einem gleichen oder anderen Bauteil, die Aufbringung einer Beschichtung oder eines Materials umfasst.

Für die erfindungsgemäße Verwendung eignen sich wie bereits dargelegt in besonderem Maße metallische Bauteile, die wiederum vorzugsweise ausgewählt sind aus einem Band, Blech, Rohr, Profil, Gussteil, Behälter, einer (Getränke-)Dose oder einer (Automobil )Karosse bzw. eines (Automobil )Karossteils.

In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Einstellung der Oberflächenbeschaffenheit in der Serienproduktion von Bauteilen und bspw. zur Sicherung einer gleichbleibenden Oberflächengüte der gefertigten Bauteile umfassend

- i) eine Messvorrichtung geeignet zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 umfassend
  - a) eine Empfängerfläche zur Messung von Infrarotstrahlung und geeignet zur Ausgabe einer zur an der Empfängerfläche erfassten Bestrahlungsstärke proportionalen physikalischen Größe, vorzugsweise eines zur Bestrahlungsstärke proportionalen elektrischen Spannungssignals;
  - b) eine Transportvorrichtung, die dazu bestimmt ist, die einzelnen Bauteile der Serie an der Empfängerfläche der Messvorrichtung derart vorbeizuführen, dass die Bestimmung der Bestrahlungsstärke an der Empfängerfläche als vom Bauteil emittierte Infrarotstrahlung an mindestens einer definierten Position relativ zum Bauteil ermöglicht wird; und
  - c) optional eine Temperiereinheit geeignet zur Einstellung einer im Wesentlichen gleichen Temperatur des Bauteils zum Zeitpunkt seines Vorbeigeführens an der Empfängerfläche der Messvorrichtung umfassend ein Heiz- und/oder Kühlelement und ggf. einen Temperaturfühler;
- ii) einen Regler, der ausgelegt ist, die von der Messvorrichtung herausgegebene und zur an der Empfängerfläche erfassten Bestrahlungsstärke proportionale physikalische Messgröße als Ist-Wert der Oberflächenbeschaffenheit mit einem Referenzwert der gleichen physikalischen Messgröße als Soll-Wert der Oberflächenbeschaffenheit abzugleichen und eine zur Abweichung von Ist- und Sollwert eindeutige Steuergröße an eine Stelleinrichtung auszugeben; und
- iii) eine Stelleinrichtung, die geeignet ist die Steuergröße in eine Stellgröße für einen Prozessparameter in einem der Erfassung des Ist-Wertes der Oberflächengüte vorausgehenden Prozessschritt umzusetzen,

wobei Messvorrichtung, Regler und Stelleinrichtung einen Regelkreis zur Minimierung der Abweichung von Ist- und Sollwert der Oberflächenbeschaffenheit bilden.

Eine solche Vorrichtung ermöglicht das bei einer Serienproduktion von Bauteilen, die Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile auf einer bestimmten Fertigungsstufe auf eine gewünschte Oberflächenbeschaffenheit getrimmt wird, ohne dass aufwendige Analysen der chemischen Zusammensetzung der Oberflächenbeschaffenheit erforderlich sind und die Serienproduktion für eine solche chemische Analyse zwischenzeitlich gestoppt werden

müsste. In einem Betriebsversuch kann so bereits mit allgemeingültigen Erfahrungswissen eine Oberflächenbehandlung, bspw. nasschemische Passivierungs- oder Reinigungsstufe, angesetzt werden und die Produktionsanlage auf einen Referenzwert für die Bestrahlungsstärke der Infrarotstrahlung, der auf einem „Soll-Bauteil“ an der Anlage vermessen und referenziert wird, als Soll-Wert der Oberflächenbeschaffenheit eingefahren werden. Nach Adaption und Optimierung der Stellgrößen kann dann nach kurzer Zeit bereits in den Produktionsbetrieb gewechselt werden. Die Adaption und Optimierung der Stellgrößen sowie die Überwachung der Oberflächenbeschaffenheit kann vorzugsweise mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage nach Umwandlung der zu den relevanten Stellgrößen und Messsignale gehörenden analogen physikalischen Größen in digitale Daten erfolgen. Vorteilhafterweise werden die von der Messvorrichtung, dem Regler und der Stelleinrichtung ausgegebenen Signale sowie Steuer- und Stellgrößen von einer Schnittstelle abgegriffen und als Daten in digitaler Form elektronisch erfasst, um den Regelkreis in einer Datenverarbeitungsanlage steuern und überwachen zu können. In diesem Kontext ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Schnittstelle ein Telemetriemodul umfasst, um eine Auslesemöglichkeit der von der Schnittstelle erfassten Daten an einem anderen Standort und/oder eine Übertragungsmöglichkeit der Daten an einen und/oder von einem anderen Standort bereitzustellen und um von diesem anderen Standort aus Datenpakete zur Einflussnahme auf den Regelkreis, bspw. auf den Regler und die ausgegebene Stellgröße.

Ansprüche:

1. Verfahren zur Erfassung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit eines Bauteils, bei dem die von dem Bauteil bei einer bestimmten Temperatur des Bauteils emittierte Infrarotstrahlung als Bestrahlungsstärke an einer vorgegebenen Empfängerfläche an mindestens zwei unterschiedlichen Positionen relativ zum Bauteil erfasst wird, wobei die Positionierung derart erfolgt, dass der Abstand dreier Fixpunkte auf der Empfängerfläche zur Bauteiloberfläche entlang ihrer Flächennormalen bei der jeweiligen Position der Empfängerfläche im Wesentlichen unverändert bleibt, wobei die Positionsabhängigkeit der erfassten Bestrahlungsstärke mit Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit des Bauteils gleichgesetzt wird.
2. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsabhängigkeit der erfassten Bestrahlungsstärke in eine Ortsabhängigkeit auf der Bauteiloberfläche umgewandelt wird, indem die Projektion des Ortes des geometrischen Schwerpunkts der Empfängerfläche entlang der Flächennormalen auf die Oberfläche des Bauteils mit dem Ort der erfassten Bestrahlungsstärke gleichgesetzt wird.
3. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsabhängigkeit oder Ortsabhängigkeit der erfassten Bestrahlungsstärke mittels Falschfarbendarstellung erfolgt.
4. Verfahren zur Erfassung von Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit von mindestens zwei aus dem gleichen Werkstoff gefertigten Bauteilen, bei dem die von den Bauteilen bei einer bestimmten Temperatur des jeweiligen Bauteils emittierte Infrarotstrahlung als Bestrahlungsstärke an einer vorgegebenen Empfängerfläche an mindestens einer Position relativ zu jedem einzelnen Bauteil erfasst wird, wobei die Erfassung der von jedem einzelnen Bauteil emittierten Bestrahlungsstärke stets derart erfolgt, dass der Abstand dreier Fixpunkte auf der Empfängerfläche zur jeweiligen Bauteiloberfläche entlang ihrer Flächennormalen an der mindestens einen Position der Empfängerfläche relativ zum jeweiligen Bauteil sowie die Temperatur jedes einzelnen Bauteils im Wesentlichen unverändert bleibt, wobei Unterschiede in der an der Empfängerfläche erfassten Bestrahlungsstärke der Bauteile untereinander mit Unterschieden in der Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile gleichgesetzt werden.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfängerfläche zur Erfassung der Bestrahlungsstärke von einem pyroelektrischen Material gebildet wird.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestrahlungsstärke über einen Wellenlängenbereich oder bei einer Wellenlänge erfasst wird, die im Bereich von  $1,0 \cdot 10^{-6}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-4}$  m, besonders bevorzugt im Bereich von  $3,0 \cdot 10^{-6}$  bis  $2,0 \cdot 10^{-5}$  m liegt.
7. Verfahren nach einem oder beidem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Bauteils bzw. der Bauteile mit einem Temperaturfühler bestimmt werden, wobei das jeweilige Bauteil zur Einstellung einer bestimmten Temperatur vorzugsweise mit einer Wärmequelle oder -senke verbunden ist.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil bzw. die Bauteile eine Wärmeleitfähigkeit von mindestens  $1 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  aufweisen und vorzugsweise metallisch sind und besonders bevorzugt aus einem metallischen Material ausgewählt aus Zinn, Titan, Aluminium, Magnesium, Eisen, Zink, Chrom, Nickel oder Kupfer sowie deren Legierungen gefertigt sind.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil bzw. die Bauteile eine Beschichtung oder einen Nassfilm aufweisen können, die jeweils im erfassten Wellenlängenbereich oder bei der jeweiligen erfassten Wellenlänge im Wesentlichen transparent sind.
10. Verwendung eines Verfahrens nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche zur Kontrolle und optional Einstellung der Oberflächengüte eines aus einem Fertigungsprozess stammenden Bauteils.
11. Verwendung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Ist-Wert der Oberflächengüte die in einem Verfahren gemäß der Ansprüche 1 bis 9 erfasste Bestrahlungsstärke, die als Infrarotstrahlung von dem Bauteil emittiert wird, mit der von einem identischen Bauteil, das eine gewünschte Oberflächengüte aufweist, identisch erfassten Bestrahlungsstärke als Soll-Wert der Oberflächengüte verglichen und ggf.

das Bauteil hinsichtlich einer vorgegebenen Toleranz für deren Abweichung voneinander überprüft und/oder qualitativ eingestuft wird.

12. Verwendung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen einer Serienproduktion von Bauteilen umfassend eine Vielzahl an Prozessschritten die Information über den Grad der Abweichung des Ist-Wertes der Oberflächengüte eines jeden Bauteils der Serie von dem Soll-Wert an einer festgelegten Fertigungsstufe mindestens einem Regler zugeführt wird, der jeweils eine vom Grad der Abweichung eineindeutig abhängige Stellgröße für einen Prozessparameter in einem der Erfassung des Ist-Wertes der Oberflächengüte vorausgehenden Prozessschritt ausgibt, wobei die Stellgröße eine solche Änderung des Wertes des Prozessparameters herbeiführt, die den Ist-Wert der Oberflächengüte desjenigen Bauteils an der festgelegten Fertigungsstufe, das den vorausgehenden Prozessschritt mit verändertem Prozessparameter durchläuft, im Vergleich zum Ist-Wert des Bauteils, dessen Abweichung vom Soll-Wert ursächlich für die Stellgröße ist, näher an den Soll-Wert der Oberflächengüte heranführt.
13. Verwendung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil, das vorzugsweise metallisch ist, nach der Kontrolle und optional Einstellung der Oberflächengüte einem weiteren Fertigungsprozess, der das stoffschlüssige Verbinden, vorzugsweise durch Verkleben, mit einem gleichen oder anderen Bauteil, die Aufbringung einer Beschichtung oder eines Materials umfasst, zugeführt wird.
14. Verwendung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil metallisch und ausgewählt ist aus einem Band, Blech, Rohr, Profil, Gussteil, Behälter, einer (Getränke-)Dose oder einer (Automobil-)Karosserie bzw. eines (Automobil-)Karosserieteils.
15. Vorrichtung zur Einstellung der Oberflächenbeschaffenheit in der Serienproduktion von Bauteilen umfassend
  - i) eine Messvorrichtung geeignet zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 umfassend
    - a) eine Empfängerfläche zur Messung von Infrarotstrahlung und geeignet zur Ausgabe einer zur an der Empfängerfläche erfassten Bestrahlungsstärke proportionalen physikalischen Größe, vorzugsweise

- eines zur Bestrahlungsstärke proportionalen elektrischen Spannungssignals;
- b) eine Transportvorrichtung, die dazu bestimmt ist, die einzelnen Bauteile der Serie an der Empfängerfläche der Messvorrichtung derart vorbeizuführen, dass die Bestimmung der Bestrahlungsstärke an der Empfängerfläche als vom Bauteil emittierte Infrarotstrahlung an mindestens einer definierten Position relativ zum Bauteil ermöglicht wird; und
  - c) optional eine Temperatureinheit geeignet zur Einstellung einer im Wesentlichen gleichen Temperatur des Bauteils zum Zeitpunkt seines Vorbeiführens an der Empfängerfläche der Messvorrichtung umfassend ein Heiz- und/oder Kühlelement und ggf. einen Temperaturfühler;
- ii) einen Regler, der ausgelegt ist, die von der Messvorrichtung herausgegebene und zur an der Empfängerfläche erfassten Bestrahlungsstärke proportionale physikalische Messgröße als Ist-Wert der Oberflächenbeschaffenheit mit einem Referenzwert der gleichen physikalischen Messgröße als Soll-Wert der Oberflächenbeschaffenheit abzugleichen und eine zur Abweichung von Ist- und Sollwert eineindeutige Steuergröße an eine Stelleinrichtung auszugeben; und
  - iii) eine Stelleinrichtung, die geeignet ist die Steuergröße in eine Stellgröße für einen Prozessparameter in einem der Erfassung des Ist-Wertes der Oberflächengüte vorausgehenden Prozessschritt umzusetzen,

wobei Messvorrichtung, Regler und Stelleinrichtung einen Regelkreis zur Minimierung der Abweichung von Ist- und Sollwert der Oberflächenbeschaffenheit bilden.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/083019**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>G01B 11/30</i> (2006.01)i; <i>G01J 5/00</i> (2006.01)i; <i>G01N 25/00</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01B; G01N; G01J  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4759072 A (YAMANE HIROSATO [JP] ET AL) 19 July 1988 (1988-07-19) column 2, line 3 - column 6, line 54; figures 1-5	1-3,5,6,8-10,14 4,7,11-13,15
X A	US 2010095722 A1 (NISHIURA NOBUO [JP] ET AL) 22 April 2010 (2010-04-22) paragraph [0094] - paragraph [0167]; figures 1-11	1-3,5-10,12,14,15 4,11,13
X A	US 6452180 B1 (NISTLER JOHN L [US] ET AL) 17 September 2002 (2002-09-17) column 1, line 5 - column 1, line 67 column 2, line 66 - column 5, line 54; figures 1-3	4-11,13 1-3,12,14,15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>06 February 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>18 February 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Burkart, Johannes</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/083019**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4759072	A	19 July 1988	CA	1229392	A	17 November 1987
				DE	3570132	D1	15 June 1989
				EP	0153565	A2	04 September 1985
				KR	850006072	A	28 September 1985
				US	4759072	A	19 July 1988
-----							
US	2010095722	A1	22 April 2010	AU	2008220048	A1	04 September 2008
				CA	2679667	A1	04 September 2008
				CN	101622082	A	06 January 2010
				EP	2119513	A1	18 November 2009
				KR	20090108103	A	14 October 2009
				KR	20120049412	A	16 May 2012
				KR	20140049072	A	24 April 2014
				TW	200914161	A	01 April 2009
				US	2010095722	A1	22 April 2010
				WO	2008105479	A1	04 September 2008
				-----			
US	6452180	B1	17 September 2002	EP	1281201	A2	05 February 2003
				US	6452180	B1	17 September 2002
				WO	0173819	A2	04 October 2001
-----							

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/083019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01B11/30 G01J5/00 G01N25/00  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 G01B G01N G01J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 4 759 072 A (YAMANE HIROSATO [JP] ET AL) 19. Juli 1988 (1988-07-19) Spalte 2, Zeile 3 - Spalte 6, Zeile 54; Abbildungen 1-5 -----	1-3,5,6, 8-10,14 4,7, 11-13,15
X A	US 2010/095722 A1 (NISHIURA NOBUO [JP] ET AL) 22. April 2010 (2010-04-22) Absatz [0094] - Absatz [0167]; Abbildungen 1-11 -----	1-3, 5-10,12, 14,15 4,11,13
X A	US 6 452 180 B1 (NISTLER JOHN L [US] ET AL) 17. September 2002 (2002-09-17) Spalte 1, Zeile 5 - Spalte 1, Zeile 67 Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 54; Abbildungen 1-3 -----	4-11,13  1-3,12, 14,15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
6. Februar 2020	18/02/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Burkart, Johannes
--	--

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/083019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4759072	A	19-07-1988	CA 1229392 A 17-11-1987
			DE 3570132 D1 15-06-1989
			EP 0153565 A2 04-09-1985
			KR 850006072 A 28-09-1985
			US 4759072 A 19-07-1988
-----			
US 2010095722	A1	22-04-2010	AU 2008220048 A1 04-09-2008
			CA 2679667 A1 04-09-2008
			CN 101622082 A 06-01-2010
			EP 2119513 A1 18-11-2009
			KR 20090108103 A 14-10-2009
			KR 20120049412 A 16-05-2012
			KR 20140049072 A 24-04-2014
			TW 200914161 A 01-04-2009
			US 2010095722 A1 22-04-2010
WO 2008105479 A1 04-09-2008			
-----			
US 6452180	B1	17-09-2002	EP 1281201 A2 05-02-2003
			US 6452180 B1 17-09-2002
			WO 0173819 A2 04-10-2001
-----			