(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
22. Dezember 2016 (22.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/202749 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 21/17 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/063525

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juni 2016 (13.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 211 350.7 19. Juni 2015 (19.06.2015) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP SYSTEM ENGINEERING GMBH** [DE/DE]; Weipertstr. 37, 74076 Heilbronn (DE). **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

(72) Erfinder: **JUST, Philipp**; Theaterstraße 56, 09111 Chemnitz (DE). **EBERT, Lars**; Adelsbergstraße 270, 09127 Chemnitz (DE). **ECHELMEYER, Thomas**; Limbacher Str. 18, 09113 Chemnitz (DE). **KRAMER, Marcel**; Eduard-Bilz-Str. 21, 01445 Radebeul (DE). **ROSCHER, Michael**; Hohe Str. 73, 01187 Dresden (DE).

(74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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**: SHIELDING DEVICE, METHOD FOR CARRYING OUT AN ACTIVE THERMOGRAPHIC MATERIAL TEST, AND USE

(54) **Bezeichnung** : ABSCHIRMVORRICHTUNG, VERFAHREN ZUR DURCHFÜHRUNG EINER AKTIVEN THERMOGRAPHIE-WERKSTOFFPRÜFUNG SOWIE VERWENDUNG

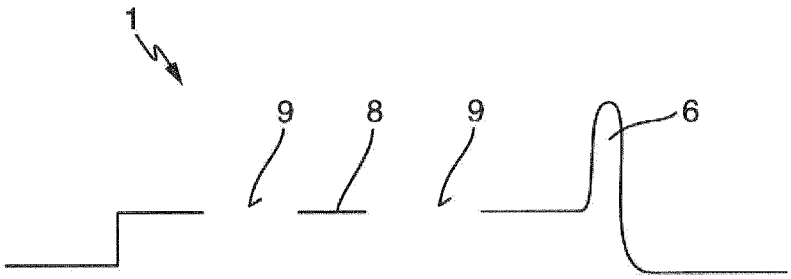


Fig. 2

(57) **Abstract**: The invention relates to a shielding device (1) for shielding a monitored region of a workpiece (3) from a secondary excitation radiation (4) during an active thermographic material test which includes a thermal excitation of the workpiece (3) in an excitation region by means of a primary excitation radiation. The shielding device (1) has a shielding segment (6) for positioning between the monitored region (2) of the workpiece (3) and an elevation. The shielding segment (6) has a high transmissivity for the primary excitation radiation (5), and the shielding segment (1) is not transmissive or has a low transmissivity for the secondary excitation radiation (4). The invention further relates to a method for carrying out an active thermographic material test and to a use.

(57) **Zusammenfassung**: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abschirmvorrichtung (1) zur Abschirmung eines Beobachtungsbereichs eines Werkstücks (3) vor einer Sekundäranregungsstrahlung (4) während einer aktiven

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/202749 A1

Thermographie-Werkstoffprüfung mit einer thermischen Anregung des Werkstücks (3) in einem Anregungsbereich mittels einer Primäranregungsstrahlung. Die Abschirmvorrichtung (1) weist ein Abschirmsegment (6) auf zur Positionierung zwischen dem Beobachtungsbereich (2) des Werkstücks (3) und einer Erhebung, wobei das Abschirmsegment (6) eine hohe Transmissivität für die Primäranregungsstrahlung (5) aufweist. Das Abschirmsegment (1) weist keine oder eine geringe Transmissivität für die Sekundäranregungsstrahlung (4) auf. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Durchführung einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung sowie eine Verwendung.

Abschirmvorrichtung, Verfahren zur Durchführung einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung sowie Verwendung

Die Erfindung betrifft eine Abschirmvorrichtung. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Durchführung einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung. Des Weiteren betrifft die Erfindung zwei Verwendungen.

Die thermographische, zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mittels aktiver Thermographie ist allgemein bekannt. Bei der aktiven Thermographie wird mittels einer Anregungsquelle eine Primäranregung genutzt, um ein Werkstück zu erhitzen. Diese Primäranregung kann dem Werkstück beispielsweise als Primäranregungsstrahlung mittels Leuchtquellen zugeführt werden. Als Folge der hierdurch erfolgenden Erwärmung des Werkstücks wird eine erhöhte Emission von elektromagnetischer Strahlung insbesondere in Bereichen des infraroten Wellenspektrums, also Infrarotstrahlung, bewirkt. Mittels Aufnahme dieser Infrarotstrahlung mit einer für Wellenlängenbereiche des Infrarotspektrums empfindlichen Thermographie-Kamera werden Bilder zur Verfügung gestellt, welche Temperaturverläufe in dem Werkstück sichtbar abbilden und hierdurch beispielsweise dahingehende Auswertungen ermöglichen, dass beispielsweise eine Werkstoffqualität bewertet werden kann. Naturgemäß werden derartige Verfahren für zerstörungsfreien Prüfung von Werkstücken genutzt.

Um eine Auswertung zu gewährleisten, die eine möglichst geringe Anzahl von Fehlausschlüssen beziehungsweise von Fehlbewertungen gewährleistet, ist erforderlich, dass die Thermographie-Kamera selektiv die tatsächlich auszuwertenden Informationen erfasst und gleichzeitig in möglichst geringem Umfang darüber hinausgehenden Störeinflüssen ausgesetzt ist. Beispielsweise in der US 7855368 B2 ist als Lösung zur Vermeidung oder wenigstens Reduktion dieses Problems ein Umhüllen des gesamten Prüfaufbaus, insbesondere auch der Thermographie-Kamera und des Werkstücks vorgeschlagen. Ein derartiger Versuchsaufbau weist jedoch den Nachteil auf, dass durch den vollständigen Einschluss der Thermographie-Kamera der Versuchsaufbau konstruktiv an Aufbau gewinnt und eine Bereitstellung der für eine Werkstoffprüfung erforderlichen Gerätschaften in praktikabler Form erschwert wird.

Die US 2002/0172410 A1 beschäftigt sich mit der zerstörungsfreien Prüfung von Fehlern einer Werkstückprobe mittels thermographischer Bilderfassung. Die DE 198 30 473 C1 offenbart eine Vorrichtung zum Erzeugen und Erfassen von induzierter Wärmestrahlung mit zwei

Strahlenquellen. Die US 2010/0074515 A1 zeigt eine Vorrichtung zur zerstörungsfreien Werkstückprüfung mittels Lockin-Thermographie.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Möglichkeit bereitzustellen, eine zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mittels Thermographie mit hoher Qualität unter Vermeidung der eingangs erläuterten Nachteile durchzuführen, wobei gleichzeitig das Erfordernis eines kompakten und gut handhabbaren Versuchsaufbaus gewährleistet ist.

Die Aufgabe wird mit einer Abschirmvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 6, mit einer Thermographievorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10, mit einer Verwendung des Anspruchs 11 sowie mit einer Verwendung mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen gehen aus der nachfolgenden Beschreibung hervor. Ein oder mehrere Merkmale aus den Ansprüchen, der Beschreibung wie auch den Figuren können mit einem oder mehreren Merkmalen aus weiteren Ausgestaltungen der Erfindung verknüpft werden. Es können auch ein oder mehrerer Merkmale aus den unabhängigen Ansprüchen durch ein oder mehrere Merkmale ersetzt oder verknüpft werden. Der vorgeschlagene Gegenstand ist nur als Entwurf zur Formulierung der Erfindung aufzufassen, ohne diese aber zu beschränken.

Es wird eine Abschirmvorrichtung vorgeschlagen zur Abschirmung eines Beobachtungsbereichs eines Werkstücks vor einer Sekundäranregungsstrahlung während einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung mit einer thermischen Anregung des Werkstücks in einem Anregungsbereich mittels einer Primäranregungsstrahlung. Die Abschirmvorrichtung weist ein Abschirmsegment auf zur Positionierung zwischen dem Beobachtungsbereich des Werkstücks und einer Erhebung Das Abschirmsegment weist eine hohe Transmissivität für die Primäranregungsstrahlung auf. Das Abschirmsegment weist keine oder eine geringe Transmissivität für die Sekundäranregungsstrahlung auf.

Der Begriff der Sekundäranregungsstrahlung bezeichnet elektromagnetische Strahlung, insbesondere im infraroten Bereich, welche durch eine thermische Anregung eines Werkstücks beziehungsweise einer Erhebung des Werkstücks oder eines anderen Gegenstands durch reflektierte Primäranregungsstrahlung hervorgerufen wird.

Ein Abschirmen des Beobachtungsbereichs des Werkstücks vor der Sekundäranregungsstrahlung hat den Vorteil zur Folge, dass nicht oder nur in sehr geringem Maße reflektierte Sekundäranregungsstrahlung mittels einer Thermographiekamera erfasst wird,

die sich mit der zur Aufnahme vorgesehenen Abbildung überlagert und in der Folge die Auswertung dieser Abbildung erschwert. Auch eine durch die Sekundäranregung erfolgende Erwärmung weiterer Bereiche als des Anregungsbereichs, die sodann ebenfalls zu einer Überlagerung der Abbildungen und einer entsprechen erschwerten Auswertung führen würde, wird durch die Abschirmvorrichtung in vorteilhafter Weise vermieden oder reduziert.

Das Merkmal eines Aufweisens keiner oder einer geringen Transmissivität für die Sekundäranregungsstrahlung ist dahingehend zu verstehen, dass das Abschirmsegment eine Transmissivität von weniger als 0,2 aufweist, was insoweit zu verstehen ist, dass weniger als 20 Prozent der Sekundäranregungsstrahlung transmittiert werden. In einer speziellen Ausbildung kann insbesondere vorgesehen sein, dass das Abschirmsegment eine Transmissivität von weniger als 0,05 aufweist, also weniger als 5 Prozent der Sekundäranregungsstrahlung transmittiert wird.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Begriff der Transmissivität als Anteil der transmittierten Intensität der Sekundäranregungsstrahlung integriert über alle Wellenlängen in dem Wellenlängenbereich zwischen 3 Mikrometern und 14 Mikrometern bezichnet. Mit diesem Wellenlängenbereich ist der relevante Wellenlängenbereich oder ein großer Anteil des relevanten Wellenlängenbereichs des erläuterten Anwendungsbereichs abgedeckt.

Eine Ausbildung der Abschirmvorrichtung kann beispielsweise vorsehen, dass die Abschirmvorrichtung eine hohe Absorptivität für die Sekundäranregungsstrahlung aufweist, die bevorzugt 0,8 oder mehr beträgt. Eine hohe Absorptivität ist von besonderem Vorteil, um zu vermeiden, dass als Folge weiterer Reflexionen neue Quellen einer Beeinträchtigung der anzufertigenden Thermographieabbildung herbeigeführt wird.

Insgesamt gilt, dass A +T + R = 1 beträgt, wobei A die Absorptivität, T die Transmissivität und R die Reflexivität bezeichnet mit der Maßgabe, dass sonstige Verluste vernachlässigt werden.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Primäranregungsstrahlung eine Wellenlänge zwischen 500 nm und 1100 nm aufweist, für welche die hohe Transmissivität des Abschirmsegments 0,8 oder größer ist.

In einer speziellen Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die Primäranregungsstrahlung Laserlicht einer einzigen Wellenlänge ist, wobei das Laserlicht bevorzugt als gepulstes Laserlicht bereitgestellt ist.

Eine Ausbildung der Erfindung sieht vor, dass die Abschirmvorrichtung eine Durchtrittsmaske aufweist mit einer Durchtrittsöffnung zur Positionierung zwischen einer Anregungsvorrichtung und dem Anregungsbereich, und dass das Abschirmsegment an der Durchtrittsmaske angeordnet ist.

Zweckmäßigerweise kann vorgesehen sein, dass die Bestandteile der Abschirmvorrichtung aus dem gleichen Material bestehen. In einer besonders vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die Abschirmvorrichtung einstückig ausgebildet ist. Eine derartige einstückig ausgebildete Abschirmvorrichtung ist insbesondere auch hinsichtlich mechanischer Robustheit vorteilhaft.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass das Abschirmsegment wenigstens bereichsweise eine Dicke zwischen 1 mm und 3 mm aufweist, die sich in der Erprobungsphase dieser Erfindung als ausreichend herausgestellt hat und gleichzeitig eine vorteilhafte materialsparende und flexibel ausformbare Ausbildung bereitstellt.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Abschirmsegment ein PBT, ein PVC, ein PMMA und/oder ein Schutzglas aufweist.

PBT bezeichnet ein Polybutylenterephthalat. PMMA bezeichnet ein Polymethylmethacrylat. In weiteren Ausbildungen können auch weitere, durchsichtige thermoplastische Kunstoffe vorgesehen sein. Insbesendere kann in speziellen beispielhaften Ausgestaltungen auch vorgesehen sein, dass das Abschirmsegment einen der in der Tabelle 1 aufgeführten Werkstoffe aufweist.

Ein weiterer, unabhängiger Gedanke der Erfindung sieht ein Verfahren zur Durchführung einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung eines Werkstücks vor. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- thermische Anregung eines in einem Beobachtungsbereich des Werkstücks befindlichen Anregungsbereichs mittels einer Primäranregungsstrahlung,

- Erfassung einer Infrarotstrahlung, die von einem in dem Anregungsbereich befindlichen thermisch angeregten Teil des Werkstücks emittiert wird, mittels einer Thermographie-Kamera,

- Bereitstellen einer Abschirmvorrichtung, wobei wenigstens ein Abschirmsegment der Abschirmvorrichtung wenigstens zwischen einem Beobachtungsbereich des Werkstücks und

einer Erhebung angeordnet wird, und wobei das Abschirmsegment eine hohe Transmissivität für die Primäranregungsstrahlung aufweist und wobei die Abschirmvorrichtung weiterhin keine oder eine geringe Transmissivität für Sekundäranregungsstrahlung aufweist.

In einer Ausbildung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Abschirmsegment eine hohe Absorptivität, bevorzugt von 0,8 oder größer, für Sekundäranregungsstrahlung aufweist.

Eine weitere beispielhafte Art der Durchführung des Verfahrens kann vorsehen, dass die Primäranregungsstrahlung eine Wellenlänge zwischen 500 nm und 1100 nm aufweist.

Die Primäranregungsstrahlung kann monochromatische Strahlung sein. Ebenfalls kann die Primäranregungsstrahlung eine Überlagerung von Strahlung verschiedener Wellenlängen sein.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die hohe Transmissivität eine Transmissivität von 0,8 oder größer ist.

In einem weiteren, unabhängigen Gedanken der Erfindung kann eine Thermographievorrichtung vorgesehen sein, die eine der eingangs vorgesehenen Abschirmvorrichtungen umfasst.

Ein weiterer unabhängiger Gedanke der Erfindung sieht eine Verwendung eines PBT, eines PVC, ein PMMA und/oder eines Schutzglases vor, die zur Abschirmung eines Beobachtungsbereichs vor Sekundäranregungsstrahlung bei einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung mit einer thermischen Anregung eines wenigstens teilweise in dem Beobachtungsbereichs befindlichen Werkstücks geeignet und vorgesehen sind.

Weiterhin ist eine Verwendung einer der eingangs erläuterten Abschirmvorrichtungen zur Abschirmung eines Beobachtungsbereichs vor Sekundäranregungsstrahlung bei einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung mit einer thermischen Anregung eines Aluminium, Kupfer, eine Aluminium-Legierung und/oder einer Kupfer-Legierung aufweisenden Teils eines Werkstücks vorgesehen. Insbesondere kann beispielsweise eine Verwendung bei einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung einer Schweißverbindung aus und/oder mit einer der genannten Materialien vorgesehen sein. Insbesondere die genannten Materialien sind aufgrund ihrer vergleichsweise hohen Reflektivität anfällig für ein Auftreten des beschriebenen Effekts einer Erzeugung von Sekundäranregungsstrahlung, wodurch die beschriebene Abschirmvorrichtung beziehungsweise deren Nutzung bei diesen Materialien im Besonderen ihre Vorteile zur Geltung bringt.

Im Folgenden werden konkrete Ausgestaltungen der Erfindung mit Bezugnahme auf die Figuren im Detail näher erläutert. Die Figuren und begleitende Beschreibung der resultierenden Merkmale sind nicht beschränkend auf die jeweiligen Ausgestaltungen zu lesen, dienen jedoch der Illustration beispielhafter Ausgestaltung. Weiterhin können die jeweiligen Merkmale untereinander wie auch mit Merkmalen der obigen Beschreibung genutzt werden für mögliche weitere Entwicklungen und Verbesserungen der Erfindung, speziell bei zusätzlichen Ausgestaltungen, welche nicht dargestellt sind.

Es zeigen:

Fig. 1a): eine Ausgestaltung einer Abschirmvorrichtung sowie das Prinzip einer thermischen Anregung eines Werkstücks in einem Anregungsbereich;

Fig. 1b): die Ausgestaltung der Abschirmvorrichtung der Fig. 1a) sowie das Prinzip einer Abschirmung eines Beobachtungsbereichs des Werkstücks vor einer Sekundäranregungsstrahlung;

Fig. 2: Darstellung einer Ausgestaltung einer Abschirmvorrichtung;

Fig. 3: Ergebnisse von Thermographieabbildungen zum experimentellen Nachweis der erläuterten Vorgehensweise;

Tab. 1: Beispielhaft verwendbare Materialien, welche das Abschirmelement aufweist, sowie mittels aus den verwendbaren Materialien hergestellter Abschirmelemente erhaltene Messergebnisse zum experimentellen Nachweis der erläuterten Vorgehensweise.

Fig. 1a) ist eine Ausgestaltung einer Abschirmvorrichtung 1 sowie das Prinzip einer thermischen Anregung eines Werkstücks 3 in einem Anregungsbereich zu entnehmen.

Es ist eine Thermographievorrichtung dargestellt, die eingerichtet ist, eine zerstörungsfreie Werkstoffprüfung eines Werkstücks 3 vorzunehmen. Die Thermographievorrichtung weist eine als Laser ausgebildete Anregungsvorrichtung 10 auf, welche zur thermischen Anregung eines in einem Beobachtungsbereich 2 befindlichen Anregungsbereichs des Werkstücks 3 ausgerichtet ist. Der Pulslaser wird zur Erwärmung des Werkstücks in dem Anregungsbereich und um den Anregungsbereich betrieben, wofür die von dem Pulslaser emittierte Laserstrahlung als Primäranregungsstrahlung 5 genutzt wird. Zur Abschirmung des Anregungsbereichs und des

Beobachtungsbereichs 2 ist zwischen der Anregungsvorrichtung 10 und dem Werkstück 3 eine Durchtrittsmaske 8 angeordnet. Die Anregungsstrahlung tritt durch die Durchtrittsöffnung 9 hindurch. Zusätzlich zu der beabsichtigten Erwärmung des Werkstücks erfolgt eine Reflexion von Primäranregungsstrahlung 5'. Die reflektierte Primäranregungsstrahlung 5' tritt aus der Durchtrittsmaske 8 teilweise wieder aus; in der dargestellten Ausführungsform weist die Durchtrittsmaske eine hohe Transmissivität für Primäranregungsstrahlung auf, sodass der größte Teil; in diesem Fall 0,8 der gesamten Strahlung, die Durchtrittsmaske transmittiert. Mit dem Zweck einer Reduzierung von Streustrahlung ist zwischen einer Erhebung 7 und dem Beobachtungsbereich 2 des Werkstücks ein Abschirmsegment 6 der Abschirmvorrichtung 1 angeordnet. Der auf das Abschirmsegment 6 auftreffende Anteil der reflektierten Primäranregungsstrahlung 5' transmittiert aufgrund der hohen Transmissivität von größer 0,8 das Abschirmsegment 6 zu einem großen Teil, woraufhin ein Teil der transmittierten Primäranregungsstrahlung 5' zu einer Erwärmung der Erhebung 7 führt. Die sodann erwärmte Erhebung 7 emittiert ihrerseits wieder eine Strahlung, deren Wellenlänge größtenteils in einem Bereich des Infrarotspektrums befindlich ist.

Bei der derart reflektierten Strahlung handelt es sich um Sekundäranregungsstrahlung 4, welche aufgrund der geringen Transmissivität des Abschirmsegments für Sekundäranregungsstrahlung nur zu einem geringen Teil transmittiert wird, wie in Fig. 1b) schematisch dargestellt ist. Die Sekundäranregungsstrahlung 4 hat in der Folge keinen oder einen vernachlässigbaren Einfluss auf das von der auf den Beobachtungsbereich 2 ausgerichteten Thermographiekamera 11 erfasste Wärmespektrum. In der Folge wird eine Thermographieabbildung von gegenüber herkömmlich erfassten Thermographieabbildungen erheblich verbesserter Qualität erhalten.

Fig. 2 ist eine Darstellung iner Ausgestaltung einer Abschirmvorrichtung zu entnehmen. Die Abschirmvorrichtung der Fig. 2 weist eine Durchtrittsmaske 8 auf, in welche zwei Abschirmlöcher 9 eingebracht sind. Seitlich einer der Abschirmlöcher 9 ist ein Abschirmsegment 6 ausgebildet, welches zur Anordnung zwischen einem Beobachtungsbereich des Werkstücks und einer Erhebung vorgesehen ist, wie es beispielhaft in Fig. 1a) und in Fig. 1b) gezeigt ist.

Fig. 3 sind exemplarische Versuchsergebnisse zu entnehmen. Der Versuch wurden mittels einer Abschirmvorrichtung 1 vorgenommen, welche vollständig aus PMMA besteht. Die Abschirmvorrichtung 1 wurde in einem Versuchsaufbau gemäß der Abbildungen 1a) und 1b) angeordnet, wobei für eine 3. Konstellation wie weiter unten erläutert die Erhebung 7 entfernt wurde. Eine Anregungsvorrichtung 10 wurde für eine Anregung eines Werkstücks 3 , das in diesem Versuch aus der Legierung EN AW 3003 bestand. Als Anregungsvorrichtung wurde ein

pulsierender Hochenergielaser Trumpf TruDisk 5001, Scheibenlaser, genutzt, mit welchem eine Primäranregungsstrahlung 5 mit einer Wellenlänge von 1030 nm emittiert wurde. Eine Detektion einer aufgrund der thermischen Anregung des Werkstücks 3 emittierten Strahlung fand mittels einer Thermographiekamera 11 statt, welche in einem Detektionsbereich von 3,9–5,1 Mikrometern betrieben wurde. Dem Diagramm der Fig. 3 ist die über den erfassten Wellenlängenbereich integrierte Intensität der Strahlung Abhängigkeit eines Zeitverlaufs zu entnehmen. Der Versuch wurde in drei Konstellationen durchgeführt:

1. Konstellation: Ohne Abschirmvorrichtung 1, mit Erhebung 7, dargestellt durch Kurve 12;

2. Konstellation: mit Abschirmvorrichtung 1, mit Erhebung 7, dargestellt durch Kurve 14;

3. Konstellation: ohne Abschirmvorrichtung 1, ohne Erhebung7, dargestellt durch Kurve 13.

Wie dem Diagramm der Fig. 3 zu entnehmen ist, ist die Kurve für die 2. Konstellation und die 3. Konstellation nahezu identisch. Es konnte somit nachgewiesen werden, dass mit der erläuterten Vorgehensweise eine Abschirmung der durch die Erhebung verursachte Sekundäranregungsstrahlung zu einer dahingehenden Verbesserung der erfassten Thermographieabbildung führt, dass die unter Nutzung der Abschirmvorrichtung 1 gemessene Intensität nahezu gleichwertig mit einer ohne Erhebung 7 erfassten Intensität ist. Es sind somit eine Methode und eine Vorrichutng vorgestellt, unter deren Nutzung eine Ausschaltung negativer Einflüsse von als Erhebung vorhandenen Störkonturen erreicht wird, ohne dass eventuelle negative Begleiteffekte wie beispielsweise eine signifikante Verringerung der erfassten Intensität hiermit einhergehen würden.

Tabelle 1 sind exemplarische Ergebnisse für PBT, Schutzglas, PVC und PMMA angegeben, wobei jeweils der Markenname des entsprechenden Materials und des Herstellers angegeben sind. Es ist dargestellt, dass in einem Teilbereich zwischen 3,9 Mikrometern und 5,1 Mikrometern des relevanten Wellenlängenbereichs für Sekundäranregungsstrahlung die Reflektivität und die Transmissivität sehr gering und die Absorptivität hoch ist. Es kann daher insbesondere vorgesehen sein, eines der angegebenen Materialien für eine der eingangs erläuterten Materialklassen, PBT, Schutzglas, PVC und PMMA, einzusetzen.

Patentansprüche

1. Abschirmvorrichtung (1) zur Abschirmung eines Beobachtungsbereichs eines Werkstücks (3) vor einer Sekundäranregungsstrahlung (4) während einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung mit einer thermischen Anregung des Werkstücks (3) in einem Anregungsbereich mittels einer Primäranregungsstrahlung (5), wobei die Abschirmvorrichtung (1) ein Abschirmsegment (6) aufweist zur Positionierung zwischen dem Beobachtungsbereich (2) des Werkstücks (3) und einer Erhebung, wobei das Abschirmsegment (6) eine hohe Transmissivität für die Primäranregungsstrahlung (5) aufweist und wobei das Abschirmsegment (6) keine oder eine geringe Transmissivität für die Sekundäranregungsstrahlung (4) aufweist.

2. Abschirmvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmvorrichtung (1) eine hohe Absorptivität, bevorzugt von 0,8 oder größer, für die Sekundäranregungsstrahlung (4) aufweist.

3. Abschirmvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Primäranregungsstrahlung (5) eine Wellenlänge zwischen 500 nm und 1100 nm aufweist, für welche die hohe Transmissivität des Abschirmsegments (6) 0,8 oder größer ist.

4. Abschirmvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmvorrichtung (1) eine Durchtrittsmaske (8) aufweist mit einer Durchtrittsöffnung (9) zur Positionierung zwischen einer Anregungsvorrichtung (10) und dem Anregungsbereich, und dass das Abschirmsegment (6) an der Durchtrittsmaske (8) angeordnet ist.

5. Abschirmvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abschirmsegment (6) ein PBT, ein PVC, ein PMMA und/oder ein Schutzglas aufweist.

6. Verfahren zur Durchführung einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung eines Werkstücks, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

   - thermische Anregung eines in einem Beobachtungsbereich (2) des Werkstücks (3) befindlichen Anregungsbereichs mittels einer Primäranregungsstrahlung,

- Erfassung einer Infrarotstrahlung, die von einem in dem Anregungsbereich befindlichen thermisch angeregten Teil des Werkstücks (3) emittiert wird, mittels einer Thermographie-Kamera (11),

- Bereitstellen einer Abschirmvorrichtung, wobei wenigstens ein Abschirmsegment (6) der Abschirmvorrichtung (1) wenigstens zwischen einem Beobachtungsbereich (2) des Werkstücks (3) und einer Erhebung (7) angeordnet wird, und wobei das Abschirmsegment (6) eine hohe Transmissivität für die Primäranregungsstrahlung (5) aufweist und wobei die Abschirmsegment (6) weiterhin keine oder eine geringe Transmissivität für Sekundäranregungsstrahlung (4) aufweist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Abschirmsegment (6) eine hohe Absorptivität, bevorzugt von 0,8 oder größer, für Sekundäranregungsstrahlung (4) aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Primäranregungsstrahlung (5) eine Wellenlänge zwischen 500 nm und 1100 nm aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die hohe Transmissivität für die Primäranregungsstrahlung eine Transmissivität von 0,8 oder größer ist.

10. Thermographievorrichtung, die eine Anregungsvorrichtung (10), eine Thermographiekamera (11) und eine Abschirmvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 aufweist, die als Set in miteinander verbundener oder unverbundener Weise vorliegen.

11. Verwendung eines PBT, eines PVC, eines PMMA und/oder eines Schutzglases, bevorzugt in einer Abschirmvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, zur Abschirmung eines Beobachtungsbereichs vor Sekundäranregungsstrahlung (4) bei einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung mit einer thermischen Anregung eines wenigstens teilweise in dem Beobachtungsbereichs befindlichen Werkstücks.

12. Verwendung einer Abschirmvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Abschirmung eines Beobachtungsbereichs vor Sekundäranregungsstrahlung (4) bei einer aktiven Thermographie-Werkstoffprüfung mit einer thermischen Anregung eines Aluminium, Kupfer, eine Aluminium-Legierung und/oder einer Kupfer-Legierung aufweisenden Teils eines Werkstücks, insbesondere einer Schweißverbindung.

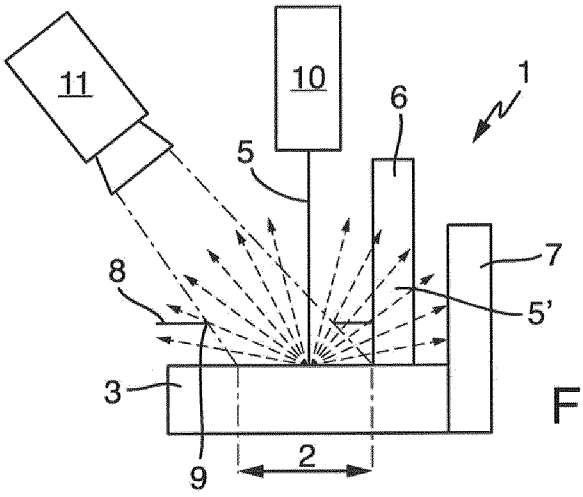


Fig. 1a

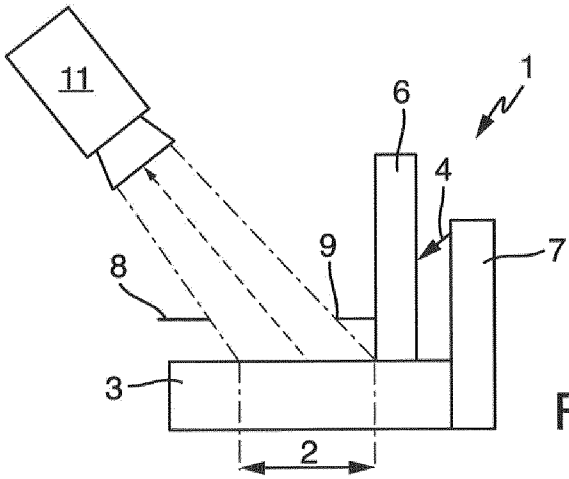


Fig. 1b

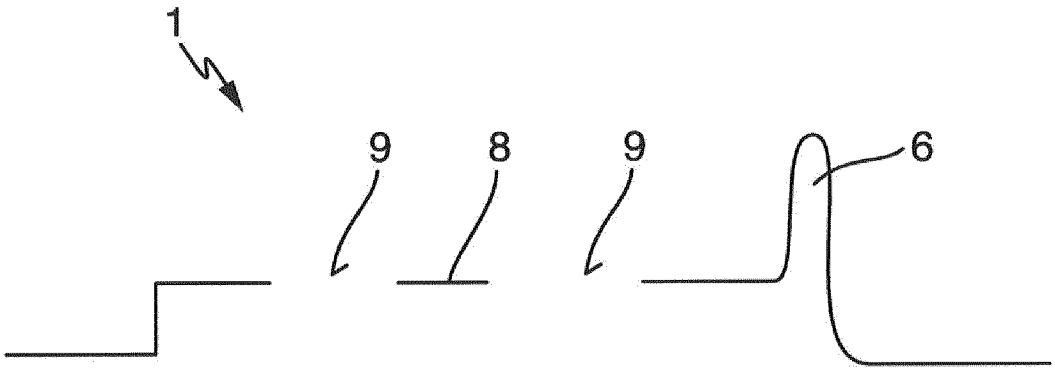


Fig. 2

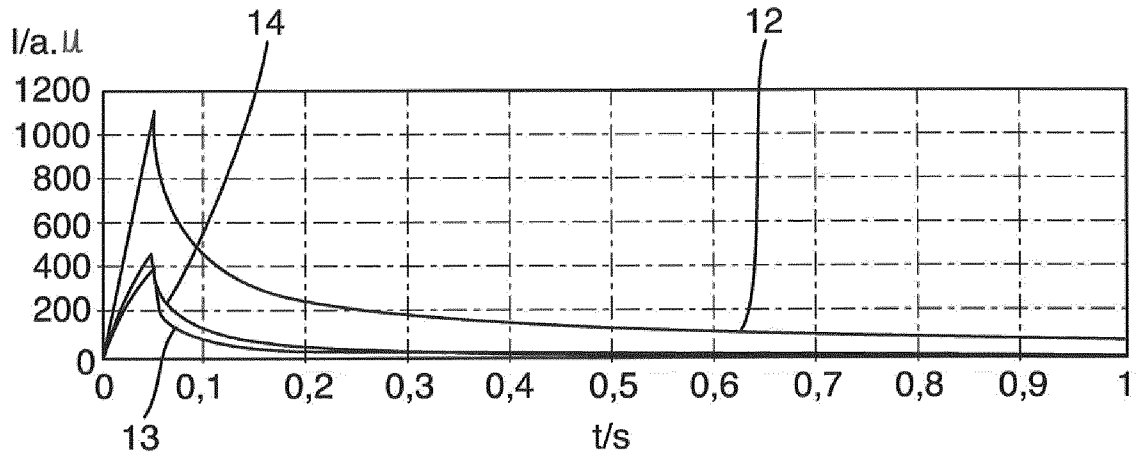

I/a.u.
1200
1000
800
600
400
200
0
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1
t/s
14
12
13

Fig. 3

Werkstoff	Dicke [mm]	Reflexion MW-IR Quantendetektorkamera: Flir SC 5600 [3,9 µm; 5,1 µm]	Transmission MW-IR Quantendetektorkamera: Flir SC 5600 [3,9 µm; 5,1 µm]	Gesamtabsorption MW-IR Quantendetektorkamera: Flir SC 5600 [3,9 µm; 5,1 µm]
Zielwert		0%	0%	100%
PBT BASF® Ultradur® B4520	2	3%	0%	97%
PBT BASF® Ultradur® Lux B4300G4	2	5%	0%	95%
Schutzglas PFO Laserline®	2	5%	7%	88%
PVC, klar Reiff® Materialnr. 9735460	2	5%	30%	65%
PMMA, klar Evonik® Plexiglas®	2	4%	1%	95%
PMMA, antireflexbeschichtet Evonik® Plexiglas®	2	3%	0%	97%

Tab. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/063525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N21/17
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/230717 A1 (REILLY THOMAS L [US] ET AL) 18 December 2003 (2003-12-18)	1-3,5
A	paragraph [0015] - paragraph [0016] paragraph [0033] figure 1	4,6-12

X	US 4 389 452 A (CHAHROUDI DAY ET AL) 21 June 1983 (1983-06-21)	1-3,5
A	column 2, line 56 - column 3, line 11 column 3, line 26 - line 36	4,6-12

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 August 2016	07/09/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Baranski, Jörg

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/063525

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MAIERHOFER CHRISTIANE ET AL: "Characterizing damage in CFRP structures using flash thermography in reflection and transmission configurations", COMPOSITES PART B: ENGINEERING, vol. 57, 26 September 2013 (2013-09-26), pages 35-46, XP028775748, ISSN: 1359-8368, DOI: 10.1016/J.COMPOSITESB.2013.09.036	1-3,5
A	paragraph [03.2]	4,6-12
A	US 2010/074515 A1 (ZHAO GUOHENG [US] ET AL) 25 March 2010 (2010-03-25) cited in the application figure 1	1-12
A	US 2002/098593 A1 (NELSON ANDY C [US] ET AL) 25 July 2002 (2002-07-25) paragraph [0044] figure 1	1-12
A	WO 2011/137547 A2 (WINTERTHUR INSTR GMBH [CH]; REINKE NILS [CH]; BARISKA ANDOR [CH]) 10 November 2011 (2011-11-10) page 7, line 21 - page 8, line 27 figure 1	1-12

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/063525

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003230717 A1	18-12-2003	NONE	
US 4389452 A	21-06-1983	NONE	
US 2010074515 A1	25-03-2010	CN 101960579 A	26-01-2011
		EP 2380191 A2	26-10-2011
		JP 2012512419 A	31-05-2012
		KR 20110103836 A	21-09-2011
		US 2010074515 A1	25-03-2010
		WO 2010077865 A2	08-07-2010
US 2002098593 A1	25-07-2002	US 2002098593 A1	25-07-2002
		US 2002132360 A1	19-09-2002
		US 2002146836 A1	10-10-2002
WO 2011137547 A2	10-11-2011	CH 703102 A2	15-11-2011
		EP 2567222 A2	13-03-2013
		US 2013037720 A1	14-02-2013
		US 2014252232 A1	11-09-2014
		WO 2011137547 A2	10-11-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/063525

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N21/17
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N

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	US 2003/230717 A1 (REILLY THOMAS L [US] ET AL) 18. Dezember 2003 (2003-12-18)	1-3,5
A	Absatz [0015] - Absatz [0016] Absatz [0033] Abbildung 1	4,6-12

X	US 4 389 452 A (CHAHROUDI DAY ET AL) 21. Juni 1983 (1983-06-21)	1-3,5
A	Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 3, Zeile 11 Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 36	4,6-12

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
31. August 2016	07/09/2016

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

2

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MAIERHOFER CHRISTIANE ET AL: "Characterizing damage in CFRP structures using flash thermography in reflection and transmission configurations", COMPOSITES PART B: ENGINEERING, Bd. 57, 26. September 2013 (2013-09-26), Seiten 35-46, XP028775748, ISSN: 1359-8368, DOI: 10.1016/J.COMPOSITESB.2013.09.036	1-3,5
A	Absatz [03.2]	4,6-12
A	US 2010/074515 A1 (ZHAO GUOHENG [US] ET AL) 25. März 2010 (2010-03-25) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1	1-12
A	US 2002/098593 A1 (NELSON ANDY C [US] ET AL) 25. Juli 2002 (2002-07-25) Absatz [0044] Abbildung 1	1-12
A	WO 2011/137547 A2 (WINTERTHUR INSTR GMBH [CH]; REINKE NILS [CH]; BARISKA ANDOR [CH]) 10. November 2011 (2011-11-10) Seite 7, Zeile 21 - Seite 8, Zeile 27 Abbildung 1	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/063525

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003230717 A1	18-12-2003	KEINE	
US 4389452 A	21-06-1983	KEINE	
US 2010074515 A1	25-03-2010	CN 101960579 A	26-01-2011
		EP 2380191 A2	26-10-2011
		JP 2012512419 A	31-05-2012
		KR 20110103836 A	21-09-2011
		US 2010074515 A1	25-03-2010
		WO 2010077865 A2	08-07-2010
US 2002098593 A1	25-07-2002	US 2002098593 A1	25-07-2002
		US 2002132360 A1	19-09-2002
		US 2002146836 A1	10-10-2002
WO 2011137547 A2	10-11-2011	CH 703102 A2	15-11-2011
		EP 2567222 A2	13-03-2013
		US 2013037720 A1	14-02-2013
		US 2014252232 A1	11-09-2014
		WO 2011137547 A2	10-11-2011