

(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
27. Dezember 2012 (27.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/175256 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01L 9/00 (2006.01) B23K 31/12 (2006.01)
G01L 19/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/059347

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Mai 2012 (21.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 077 829.2 20. Juni 2011 (20.06.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ENDRESS+HAUSER GMBH+CO. KG**
[DE/DE]; Hauptstr. 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BUDER, Ulrich**
[DE/DE]; Wendelsteinweg 28, 12107 Berlin (DE).
THAM, Anh Tuan [VN/DE]; Rüdersdorfer Strasse 45,
10243 Berlin (DE).

(74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; Endress + Hauser
(Deutschland) AG + Co. KG, Colmarer Str. 6, 79576 Weil
am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A PRESSURE SENSOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES DRUCKSENSORS

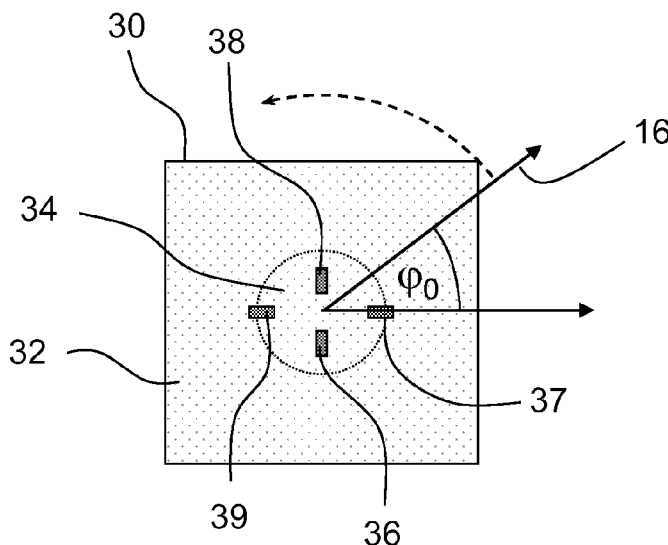


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a method for
connecting a first component of a pressure sensor to a
second component of a pressure sensor by means of a
circumferential weld joint. The first component has a first
substantially rotationally symmetrical connecting region,
and the second component has a second substantially
rotationally symmetrical connecting region that is to be
connected to the first connecting region by means of the
circumferential weld joint. The first component has a
transducer element which is either not symmetrical or
which has a symmetry that is broken with respect to the
axis of symmetry of the rotationally symmetrical
connecting regions. The method has the following method
steps: positioning the first and second connecting regions
relative to each other; and producing the weld joint which
is sequentially prepared along the periphery of the
components, the connecting regions to be welded being
locally melted starting from at least one starting point.
The at least one starting point is specified with a defined
orientation relative to the transducer element.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Verbinden
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



einer ersten Komponente eines Drucksensors mit einer zweiten Komponente eines Drucksensors mittels einer umlaufenden Schweißverbindung, wobei die erste Komponente einen ersten, im wesentlichen rotationssymmetrischen Verbindungsbereich aufweist, wobei die zweite Komponente einen zweiten, im wesentlichen rotationssymmetrischen Verbindungsbereich aufweist, der mit dem ersten Verbindungsbereich durch die umlaufende Schweißverbindung zu verbinden ist, wobei die erste Komponente ein Wandlerelement aufweist, welches keine oder eine bezüglich der Symmetrieachse der rotationssymmetrischen Verbindungsbereiche eine gebrochene Symmetrie aufweist, umfasst die folgenden Verfahrensschritte: Positionieren des ersten und zweiten Verbindungsbereichs zueinander; und Herstellen der Schweißverbindung, welche von mindestens einem Startpunkt aus, die Komponenten sequentiell umlaufend, mit einer lokalen Aufschmelzung der zu verschweißenden Verbindungsbereiche präpariert wird; wobei der mindestens eine Startpunkt mit einer definierten Orientierung bezüglich des Wandlerelements vorgegeben ist.

Verfahren zur Herstellung eines Drucksensors:

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Drucksensors, insbesondere eines Drucksensors mit einem (piezo-)resistiven Druckmesswandler.

5

Resistive Druckmesswandler umfassen gewöhnlich eine mit Druck beaufschlagbare Messmembran die mindestens zwei Widerstandselemente mit unterschiedlichen Abhängigkeiten von einer druckabhängigen Verformung der Messmembran aufweist. Meistens sind vier Widerstandselemente mit paarweise etwa gleicher Druckabhängigkeit vorgesehen, wobei die Widerstandselemente zu einer Vollbrücke geschaltet sind. Aus der beschriebenen Zahl und Druckabhängigkeit der Widerstandselemente folgt, dass die Messmembran bestenfalls eine zweizählige Rotationssymmetrie aufweist.

10

Drucksensoren in der Prozessmesstechnik weisen beispielsweise ein hydraulisches Messwerk auf, welches ein metallisches Gehäuse umfasst, das in seinem Inneren eine Kammer aufweist, in welche ein Wandlerelement, das die Messmembran umfasst, eingesetzt ist. Das Wandlerelement ist hierbei häufig auf einem Träger gehalten, der eine Öffnung der Kammer druckdicht verschließt.

15

Weiterhin wird, insbesondere in modularen Fertigungskonzepten erst nach der Fertigstellung von Sensormodulen, welche ein hydraulisches Messwerk mit eingeschweißtem Wandlerelement umfassen, ein Prozessanschluss an dem Sensormodul, insbesondere dem Gehäuse des Messwerks mittels einer umlaufenden Schweißnaht befestigt. Diese Schweißnaht wird sequentiell, die Fügepartner umlaufend gefertigt mit einer lokalen Aufschmelzung des zu verschweißenden Bereichs beim Umfahren der Fügepartner, wobei auch mehrere, um den Umfang verteilte Schweißquellen parallel eingesetzt werden können. Eine den Schweißvorgang charakterisierende Größe ist insbesondere die pro Zeit und Fläche eingebrachte und abgeführte Wärmemenge.

25

30

Es ist bekannt, dass sequentielle Schweißverfahren durch die lokale und zeitlich gestaffelte Erzeugung und Erstarrung der Schmelze ein thermomechanisch spannungsfreies Fügen der Werkstücke unmöglich machen. Im gefügten Werkstück besteht daher nach der Abkühlung ein vom Schweißprozess abhängiger Spannungszustand, welcher im Extremfall vollständig asymmetrisch ist, jedenfalls aber einen gegenüber der Rotationssymmetrie eines im wesentlichen zumindest

35

abschnittsweise zylindrischen Drehteils eine gebrochene Symmetrie mit einem asymmetrischen Zustand oder einen symmetrischen Zustand mit erheblich herabgesetzter Symmetrie aufweist. Dies manifestiert sich auch in einem dem Spannungszustand entsprechenden Schrumpf des gefügten Bauteils.

5

Abhängig vom Grad der mechanischen Kopplung des Sensorelements an das Gehäuse erreichen die durch den Schweißprozess induzierten mechanischen Verspannungen in mehr oder weniger großer Stärke auch das gegenüber mechanischen Spannungen sensitive Wandlerelement und verursachen eine
10 Verspannung desselben. Diese führt zu einer Veränderung des Sensorausgangssignals bzw. Sensorverhaltens, was als Schweißrückwirkung bezeichnet wird.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Schweißrückwirkungen
15 beherrschbarer zu machen bzw. diese zu minimieren.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Verfahren gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1.

Der Lösungsansatz der Erfindung beruht auf der Überlegung, dass sowohl das
20 Wandlerelement als auch das Gehäuse nach der Verbindung mit dem Prozessanschluss eine gebrochene Symmetrie aufweisen, und dass die Wechselwirkung zwischen den beiden Komponenten, die sich in Form von Schweißrückwirkungen manifestiert von der Orientierung der Komponenten zueinander abhängt.

25

Erfindungsgemäß wird nun die Streuung der Schweißrückwirkungen zwischen verschiedenen Drucksensoren minimiert, indem die Komponenten immer in der gleichen Orientierung zueinander ausgerichtet sind. Insoweit als die hier beachtliche Orientierung des Gehäuses durch den Schweißprozess gegeben ist, bedeutet dies,
30 dass der Schweißprozess für die Fertigung eines Drucksensortyps stets mit der gleichen Orientierung bezüglich des Wandlerelements verläuft. Dies bedeutet insbesondere, dass Startpunkt und die Richtung des Schweißprozesses bezogen auf das Wandlerelement für die Drucksensoren eines Typs im wesentlichen gleichmäßig festgelegt sind.

35

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verbinden einer ersten Komponente eines

Drucksensors mit einer zweiten Komponente eines Drucksensors mittels einer umlaufenden Schweißverbindung,

5 wobei die erste Komponente einen ersten, im wesentlichen rotationssymmetrischen Verbindungsbereich aufweist,

10 wobei die zweite Komponente einen zweiten, im wesentlichen rotationssymmetrischen Verbindungsbereich aufweist, der mit dem ersten Verbindungsbereich durch die umlaufende Schweißverbindung zu verbinden ist,

wobei die erste Komponente ein Wandlerelement aufweist, welches keine oder eine bezüglich der Symmetrieachse der rotationssymmetrischen Verbindungsbereiche eine gebrochene Symmetrie aufweist,

15 ist ein Verfahren welches die folgenden Schritte umfasst:

Positionieren des ersten und zweiten Verbindungsbereichs zueinander; und

20 Herstellen der Schweißverbindung, welche von mindestens einem Startpunkt aus, die Komponenten sequentiell umlaufend, mit einer lokalen Aufschmelzung der zu verschweißenden Verbindungsbereiche präpariert wird;

wobei erfindungsgemäß der mindestens eine Startpunkt mit einer festen Orientierung bezüglich des Wandlerelements vorgegeben ist.

25 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist weiterhin die Richtung vorgegeben, in der vom Startpunkt aus die Schweißverbindung präpariert wird.

30 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist die definierte Orientierung gegeben durch einen Winkel $\varphi_0 + j \cdot 2 \cdot \pi / K$, wobei der Winkel φ_0 vorgegeben ist, wobei K eine Symmetriezahl der Widerstandselemente des Wandlerelementselements und/oder eine Symmetriezahl der Verspannungen des Wandlerelements aufgrund der Schweißrückwirkungen ist, wobei $K \leq 4$, und wobei $j = 0, 1, \dots, K-1$.

35 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist die definierte Orientierung gegeben durch einen Winkel $\varphi_0 + j \cdot 2 \cdot \pi / (L \cdot M)$, wobei der Winkel φ_0 vorgegeben ist, wobei L

eine Symmetriezahl der Widerstandselemente des Wandlerelementselements und M eine Symmetriezahl der Verspannungen des Wandlerelements aufgrund der Schweißrückwirkungen sind, wobei L und M teilerfremd sind, wobei $(L \cdot M) \leq 12$, insbesondere $(L \cdot M) \leq 6$, und wobei $j = 0, 1, \dots, (L \cdot M) - 1$.

5

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist der gleiche Winkel φ_0 für die Drucksensoren eines Typs oder einer Serie eines Typs vorgegeben.

10 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung umfasst die erste Komponente ein Gehäuse, in welchem das Wandlerelement angeordnet ist.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist das Gehäuse bezüglich der Symmetrieachse des ersten Verbindungsbereichs im wesentlichen rotationssymmetrisch.

15

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist die erste Komponente eine Markierung auf, anhand welcher die Orientierung des ersten Startpunkts bezüglich des Wandlerelements festgelegt ist.

20 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung erfolgt das Herstellen der Schweißverbindung gleichzeitig von mehreren Startpunkten aus jeweils mit einer vorgegebenen Orientierung bezüglich des Wandlerelements. Insbesondere können N Startpunkte vorgesehen sein, deren Orientierung gegeneinander jeweils um $2 \cdot \pi / N$ versetzt ist, wobei $N \geq 2$ und $N \leq 12$, bevorzugt $N \leq 8$, insbesondere $N \leq 4$.

25

In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Orientierung des Schweißprozesses so gewählt, dass aufgrund des Schweißprozesses in das Wandlerelement eingeleiteten mechanischen Spannungen, die auf die Widerstandselemente des Wandlerelements einwirken, minimal bzw. möglichst homogen sind.

30

Dies kann dadurch erzielt werden dass die Ausrichtung des Startpunkts des Schweißprozesses nicht nur in einer beliebigen Orientierung bezüglich der Messzelle konstant gehalten wird, sondern dass zunächst festgestellt wird, in welcher Orientierung die Schweißrückwirkungen im obigen Sinne minimal sind.

35

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist das Wandlerelement eine

- Messmembran auf, deren Oberflächennormale parallel zur Symmetrieachse des ersten Verbindungsbereichs verläuft, wobei das Wandlerelement mehrere Widerstandselemente aufweist, die jeweils zumindest paarweise auf einem Kreis um den Mittelpunkt der Messmembran angeordnet sind wobei der mindestens eine
- 5 Startpunkt zum Präparieren der Schweißverbindung so gewählt ist, dass für eine Messmembran im Gleichgewicht der Mittelwert der Beträge der Radialspannungsquotienten von überwiegend Radialspannungen erfassenden Widerstandselementen weniger als $1/2$, insbesondere weniger als $1/4$ und bevorzugt weniger als $1/8$ beträgt, wobei der Radialspannungsquotient eines
- 10 Widerstandselements definiert ist als der Betrag der Radialspannung der Messmembran gemittelt über den Flächenbereich des Widerstandselements geteilt durch den Betrag der Radialspannung der Messmembran gemittelt über einen Kreisring um den Mittelpunkt der Messmembran in dem der Flächenbereich des Widerstandselement liegt.
- 15
- Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist das Wandlerelement eine Messmembran auf, deren Oberflächennormale parallel zur Symmetrieachse des ersten Verbindungsbereich verläuft, wobei das Wandlerelement mehrere Widerstandselemente aufweist, die jeweils zumindest paarweise auf einem Kreis um
- 20 den Mittelpunkt der Messmembran angeordnet sind, wobei der mindestens eine Startpunkt zum Präparieren der Schweißverbindung so gewählt ist, dass für eine Messmembran im Gleichgewicht der Mittelwert der Beträge der Tangentialspannungsquotienten von überwiegend Tangentialspannungen erfassenden Widerstandselementen weniger als $1/2$, insbesondere weniger als $1/4$
- 25 und bevorzugt weniger als $1/8$ beträgt, wobei der Tangentialspannungsquotient eines Widerstandselements definiert ist als der Betrag der Tangentialspannung der Messmembran gemittelt über den Flächenbereich des Widerstandselements geteilt durch den Betrag Radialspannung der Messmembran gemittelt über einen Kreisring um den Mittelpunkt der Messmembran in dem Flächenbereich des
- 30 Widerstandselements liegt.
- Ein Wandlerelement, welches monokristallines Silizium aufweist, umfasst gewöhnlich ein erstes Paar von Widerstandselementen, welche überwiegend Radialspannungen erfassen, und ein zweites Paar von Widerstandselementen, welche überwiegend
- 35 Tangentialspannungen erfassen, wobei die Paare von Widerstandselementen insbesondere auf einem Kreis angeordnet sein können, der insbesondere im

Randbereich des auslenkbaren Bereichs der Messmembran angeordnet sind.

Bei Wandlerelementen, die polykristallines Silizium oder Dehnungsmessstreifen aufweisen, sind gewöhnlich zwei Paare von Widerstandselementen auf
5 unterschiedlichen Radien angeordnet.

Carbon-Nanotube-basierte Wandlerelemente, lassen durch geeignete Positionierung der CNT die Erfassung von radial- oder Tangentialspannungen zu. CNT-basierte Wandlerelemente werten ggf. nur den Widerstand einer CNT aus. Entsprechend gilt
10 hier, dass der Startpunkt zum Präparieren der Schweißverbindung so gewählt ist, dass für eine Messmembran im Gleichgewicht der Mittelwert eines Spannungsquotienten der CNT weniger als $1/2$, insbesondere weniger als $1/4$ und bevorzugt weniger als $1/8$ beträgt, wobei der Spannungsquotient der CNT definiert ist als der Betrag der Spannung der Messmembran gemittelt über den Flächenbereich
15 der CNT geteilt durch den Betrag Spannung der Messmembran gemittelt über einen Kreisring um den Mittelpunkt der Messmembran in dem die CNT liegt.

Eine Messmembran befindet sich dann im Gleichgewicht, wenn auf beiden Seiten der Messmembran der gleiche Druck herrscht, der insbesondere nicht mehr als der
20 Atmosphärendruck beträgt, wobei vorzugsweise eine Temperatur von etwa 300 K vorliegt.

Die obigen Forderungen für die verschiedenen Spannungsquotienten beziehen sich auf den Drucksensor nach der Präparation der Schweißverbindung im thermischen
25 Gleichgewicht bei Raumtemperatur.

In einer Weiterbildung der Erfindung gibt das Wandlerelement im Messbetrieb im Gleichgewicht der Messmembran ein Wandler-Nullpunktsignal aus, wobei das Wandlerelement an der Obergrenze des Messbereichs ein Wandler-Spannensignal
30 ausgibt,

wobei der Startpunkt so gewählt ist, dass sich das Nullpunktsignal aufgrund von Schweißrückwirkungen durch das Präparieren der Schweißverbindung um nicht mehr als 0,5% vorzugsweise nicht mehr als 0,2%, weiter bevorzugt um nicht mehr als 0,1%
35 und besonders bevorzugt um nicht mehr als 0,05% der Differenz zwischen dem Wandler-Nullpunktsignal und dem Wandler-Spannensignal ändert.

Die nun folgende Darstellung soll lediglich den Effekt der Erfindung plausibilisieren, keinesfalls ist beabsichtigt, dass der skizzierte Mechanismus zu einer einschränkenden Auslegung des Schutzbereichs der Erfindung herangezogen wird.

- 5 Der aufgrund des Schweißprozesses auf das Wandlerelement übertragene Spannungszustand erzeugt in diesem lokale Spannungsmaxima, -minima und Nulldurchgänge, deren Lage in Abhängigkeit vom Schweißprozess relativ zu Startpunkt und Umlaufrichtung der Schweißung mit Hilfe einer Ausrichtung des Schweißstartpunkt bezüglich des Wandlerelements beschrieben werden kann.
- 10 Liegt ein Widerstandselement des Wandlerelements in einem solchen Maximum / Minimum bzw. Nulldurchgang, so ändert sich dessen Wandlerausgangssignal besonders stark bzw. schwach, d.h. die Schweißrückwirkung fällt besonders stark bzw. schwach aus. Ergibt sich die Lage der Widerstandselemente des
- 15 Wandlerelements zu den schweißinduzierten Spannungsmaxima, -minima und Nulldurchgängen bei der Herstellung mehrerer Drucksensoren jeweils zufällig, so ist über die Drucksensorfertigung eine starke Streuung der Schweißrückwirkung zu erwarten. Ist die Lage der Spannungsmaxima, -minima und Nulldurchgänge im Wandlerelement relativ zum Schweißstartpunkt nicht bekannt, so kann dennoch über
- 20 die Festlegung der Orientierung zwischen Schweißstartpunkt und Wandlerelement für alle Sensoren eines Typs bzw. einer Serie eines Typs, die mit dem gleichen Schweißprozess gefügt werden, die Streuung der Schweißrückwirkung deutlich reduziert werden. Die somit erzielte Schweißrückwirkung, die auch der maximalen Schweißrückwirkung für diesen Prozess entsprechen kann, kann, da bekannt und
- 25 wiederholbar, im weiteren Fertigungsprozess geeignet berücksichtigt werden.
- Ist die Lage der Spannungsmaxima, -minima und Nulldurchgänge im Messelement relativ zum Schweißstartpunkt bekannt, ist es durch eine geeignete Festlegung des Winkels zwischen Schweißstartpunkt und den Widerstandselementen des
- 30 Wandlerelements möglich, nicht nur die Streuung sondern sogar den Absolutwert der Schweißrückwirkung zu minimieren. Hierzu wird der Schweißstartpunkt so gewählt, dass die Widerstandselemente des Wandlerelements für alle Sensoren eines Typs, bzw. einer Serie eines Typs, die mit dem gleichen Schweißprozess gefügt werden, in den Bereichen des Wandlerelements liegen, in denen lokale Nulldurchgänge der
- 35 Spannungsverteilung vorliegen.

Theoretisch ist auch eine Anpassung der Lage des Wandlerelements bzw. eine Veränderung der Position der Widerstandselemente auf dem Wandlerelement zum Erzielen des Effekts der Erfindung denkbar.

- 5 Die Erfindung wird nun anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigt:

- 10 Fig. 1a: eine Stirnseite eines Gehäuses eines erfindungsgemäß herzustellenden Drucksensors mit einem angeschweißten Prozessanschluss;
- 15 Fig. 1b: eine Seitenansicht eines Gehäuses eines erfindungsgemäß herzustellenden Drucksensors mit einem angeschweißten Prozessanschluss;
- 20 Fig. 2: eine Darstellung des Schrumpfs aufgrund der Schweißverbindung als Funktion des Winkels;
- 25 Fig. 3: eine Darstellung eines Koordinatensystems zur Beschreibung der Orientierung des Schweißprozesses bezüglich eines Wandlerelements; und
- Fig. 4a-c: Darstellungen von Spannungen im Sensorelement aufgrund von Schweißrückwirkungen.

Der in Fig. 1a und 1b dargestellte Drucksensor umfasst ein rotationssymmetrisches Edelstahlgehäuse 10, an dessen Stirnfläche mit einer umlaufenden Schweißnaht 14 die an einem Startpunkt in einer Orientierung 16 beginnt und in der Zeichnung gegen den Uhrzeigersinn verläuft, ein Prozessanschluss 20 befestigt ist. Aufgrund des sequentiellen Schweißprozesses ist die axiale Schrumpfung des Gehäuses 10 über die Schweißnaht inhomogen, wie in Fig. 1a gezeigt ist, wobei die Schrumpfung desto größer ist, je dunkler die Färbung ist. Wie in Fig. 1b dargestellt, ist in dem Gehäuse 10 ein Wandlerelement 30 in einer Wandlerkammer mit einer drucktragenden Fügestelle befestigt, wobei über die Fügestelle mechanische Spannungen aufgrund des Schweißprozesses in das Wandlerelement eingeleitet werden können.

Fig. 2 zeigt die axiale Schrumpfung entlang des Umfangs der Schweißnaht. Das Maximum beträgt hier etwa 0,25 mm und liegt etwa bei $\pi/4$ hinter dem Schweißstartpunkt. Das Minimum der Schrumpfung liegt etwa bei $5\pi/4$, also gegenüber dem Maximum, und beträgt etwa 0,21 mm. Es ist offensichtlich, dass diese unterschiedliche Schrumpfung zu erheblichen mechanischen Spannungen im Gehäuse 10 führt.

Fig. 3 zeigt ein Koordinatensystem zum Beschreiben des Schweißvorgangs bezüglich eines Wandlerelements 30. Das Wandlerelement, welches insbesondere ein piezoresistives Si-Wandlerelement sein kann, umfasst einen steifen Randbereich 32 der eine Messmembran 34 umgibt, wobei die Messmembran zwei innere Widerstandselemente 36, 38 und zwei äußere Widerstandselemente 37, 39 aufweist, die in einer Vollbrückenschaltung betrieben werden. Als eine Achse zur Beschreibung der Orientierung des Wandlerelements sei eine Referenzachse vom Mittelpunkt der Messmembran durch ein äußeres Widerstandselement 37 gewählt, welches in einer auslenkbaren Randzone der Messmembran 34 angeordnet sind, in welcher bei einer Druckabhängigen Auslenkung der Messmembran die größten Radialspannungen auftreten.

Insoweit als das Gehäuse rotationssymmetrisch ist, so dass nicht ohne weiteres ein ausgezeichneter Startpunkt für die Schweißverbindung vorgegeben ist, kann der Radius auf dem der Startpunkt liegt, bezüglich der Referenzachse des Wandlerelements einen beliebigen Winkel φ_0 einnehmen. Die Auswirkungen von unkontrolliert gewählten Startpunkten, wird nun anhand von Fig. 4 a-c erläutert:

Bei einem ersten Winkel φ_0 für einen Startpunkt der Schweißverbindung kann sich die in Fig. 4a gezeigte Spannungsverteilung aufgrund von Schweißrückwirkungen in der Messmembran ergeben, wobei das „+“ für eine Zugspannung an der Oberseite der Messmembran, das „-“ für eine Druckspannung an der Oberseite der Messmembran, und die „0“ für einen spannungslosen Bereich stehen. Hier treten im Bereich der äußeren Widerstandselemente 37, 39 Zugspannungen und im Bereich der inneren Widerstandselemente Druckspannungen auf. Eine derartige Spannungsverteilung würde offensichtlich zu einer Nullpunktverschiebung der Brückenschaltung führen, die eine Druckbeaufschlagung der Messmembran aus der Blickrichtung des Betrachters vortäuschen würde.

Bei einem zweiten Winkel φ_0 für einen Startpunkt der Schweißverbindung, der gegenüber dem ersten Winkel um 90° versetzt ist, kann die in Fig. 4b gezeigte Spannungsverteilung folgen, die eine Nullpunktverschiebung mit umgekehrten Vorzeichen zur Folge hätte.

5

Bei einem dritten Winkel φ_0 für einen Startpunkt der Schweißverbindung, der gegenüber dem ersten Winkel um 135° versetzt ist, kann die in Fig. 4c gezeigte Spannungsverteilung folgen, bei der mechanischen Spannungen aufgrund von Schweißrückwirkungen im Bereich der Widerstandselemente Nullstellen aufweisen.

10 Hier sollte keine Nullpunktverschiebung auftreten.

Nun ist offensichtlich, dass eine fehlende Festlegung des Winkels φ_0 für den Startpunkt der Schweißung eine zuvor vorgenommene Kalibrierung des Drucksensors zerstört, da nicht klar ist ob und in welche Richtung der Nullpunkt verschoben ist.

15

Eine beliebige Festlegung des Winkels φ_0 für den Startpunkt für alle Drucksensoren eines Typs bzw. einer Serie eines Typs führt dagegen zu einer reproduzierbaren Verschiebung des Nullpunkts, die anschließend einheitlich kompensiert werden kann.

20 In einer verfeinerten Ausgestaltung der Erfindung kann zur Festlegung des Werts für den Winkel φ_0 zunächst ausprobiert werden für welchen Winkel φ_0 die geringste Nullpunktverschiebung und ggf. auch die geringste Streuung der Nullpunktverschiebung auftritt. Wenn dieser Winkel gefunden ist, kann dann eine Serie von Drucksensoren mit diesem Winkel φ_0 für den Startpunkt gefertigt werden.

25

Zum Auffinden des Startpunkts kann an dem Gehäuse eine geeignete Markierung angebracht sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden einer ersten Komponente eines Drucksensors mit einer zweiten Komponente eines Drucksensors mittels einer umlaufenden Schweißverbindung,
- 5 wobei die erste Komponente einen ersten, im wesentlichen rotationssymmetrischen Verbindungsbereich aufweist,
- 10 wobei die zweite Komponente einen zweiten, im wesentlichen rotationssymmetrischen Verbindungsbereich aufweist, der mit dem ersten Verbindungsbereich durch die umlaufende Schweißverbindung zu verbinden ist,
- 15 wobei die erste Komponente ein Wandlerelement aufweist, welches keine oder eine bezüglich der Symmetrieachse der rotationssymmetrischen Verbindungsbereiche eine gebrochene Symmetrie aufweist,
- wobei das Verfahren umfasst:
- 20 Positionieren des ersten und zweiten Verbindungsbereichs zueinander; und
- Herstellen der Schweißverbindung, welche von mindestens einem Startpunkt aus, die Komponenten sequentiell umlaufend, mit einer lokalen Aufschmelzung der zu verschweißenden Verbindungsbereiche präpariert wird;
- 25 dadurch gekennzeichnet, dass
- der mindestens eine Startpunkt mit einer definierten Orientierung bezüglich des Wandlerelements vorgegeben ist.
- 30
2. Verfahren nach Anspruch 1 wobei die definierte Orientierung gegeben ist durch einen Winkel $\varphi_0 + j \cdot 2 \cdot \pi / K$, wobei der Winkel φ_0 vorgegeben ist, wobei K eine Symmetriezahl der Widerstandselemente des
- 35 Wandlerelementselements und/oder eine Symmetriezahl der Verspannungen des Wandlerelements aufgrund der Schweißrückwirkungen ist, wobei $K \leq 4$,

und wobei $j = 0, 1, \dots, K-1$.

3. Verfahren nach Anspruch 1 wobei die definierte Orientierung gegeben ist durch einen Winkel $\varphi_0 + j \cdot 2 \cdot \pi / (L \cdot M)$, wobei der Winkel φ_0 vorgegeben ist, wobei L eine Symmetriezahl der Widerstandselemente des Wandler-elements und M eine Symmetriezahl der Verspannungen des Wandler-elements aufgrund der Schweißrückwirkungen sind, wobei L und M teilerfremd sind, wobei $(L \cdot M) \leq 12$, insbesondere $(L \cdot M) \leq 6$, und wobei $j = 0, 1, \dots, (L \cdot M) - 1$.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei der gleiche Winkel φ_0 für die Drucksensoren eines Typs oder einer Serie eines Typs vorgegeben ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die erste Komponente ein Gehäuse umfasst, in welchem das Wandler-element angeordnet ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Gehäuse bezüglich der Symmetrieachse des ersten Verbindungsbereichs im wesentlichen rotationssymmetrisch ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Komponente mindestens eine Markierung aufweist, anhand welcher die Orientierung des ersten Startpunkts bezüglich des Wandler-elements festgelegt ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Herstellen der Schweißverbindung gleichzeitig von mehreren Startpunkten aus jeweils mit einer vorgegebenen Orientierung bezüglich des Wandler-elements erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei N Startpunkte vorgesehen sind, deren Orientierung gegeneinander jeweils um $2 \cdot \pi / N$ versetzt ist, wobei $N \geq 2$ und $N \leq 12$, bevorzugt $N \leq 8$, insbesondere $N \leq 4$.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Wandler-element eine Messmembran aufweist, deren Oberflächennormale parallel zur Symmetrieachse des ersten Verbindungsbereich verläuft, wobei

- das Wandlerelement mehrere Widerstandselemente aufweist, die jeweils zumindest paarweise auf einem Kreis um den Mittelpunkt der Messmembran angeordnet sind, wobei der mindestens eine Startpunkt zum Präparieren der Schweißverbindung so gewählt ist, dass für eine Messmembran im
- 5 Gleichgewicht der Mittelwert der Beträge der Radialspannungsquotienten von überwiegend Radialspannungen erfassenden Widerstandselementen weniger als $1/2$, insbesondere weniger als $1/4$ und bevorzugt weniger als $1/8$ beträgt, wobei der Radialspannungsquotient eines Widerstandselements definiert ist als der Betrag der Radialspannung der Messmembran gemittelt über den
- 10 Flächenbereich des Widerstandselements geteilt durch den Betrag der Radialspannung der Messmembran gemittelt über einen Kreisring um den Mittelpunkt der Messmembran in dem Flächenbereich des Widerstandselement liegt.
- 15 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Wandlerelement eine Messmembran aufweist, deren Oberflächennormale parallel zur Symmetrieachse des ersten Verbindungsbereich verläuft, wobei das Wandlerelement mehrere Widerstandselemente aufweist, die jeweils
- 20 zumindest paarweise auf einem Kreis um den Mittelpunkt der Messmembran angeordnet sind wobei der mindestens eine Startpunkt zum Präparieren der Schweißverbindung so gewählt ist, dass für eine Messmembran im Gleichgewicht der Mittelwert der Beträge der Tangentialspannungsquotienten von überwiegend Tangentialspannungen erfassenden Widerstandselementen
- 25 weniger als $1/2$, insbesondere weniger als $1/4$ und bevorzugt weniger als $1/8$ beträgt, wobei der Tangentialspannungsquotient eines Widerstandselements definiert ist als der Betrag der Tangentialspannung der Messmembran gemittelt über den Flächenbereich des Widerstandselements geteilt durch den Betrag Radialspannung der Messmembran gemittelt über einen Kreisring um den Mittelpunkt der Messmembran in dem Flächenbereich des
- 30 Widerstandselement liegt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Drucksensor einen spezifizierten Messbereich aufweist, wobei das Wandlerelement im Gleichgewicht der Messmembran ein Wandler-Nullpunktsignal ausgibt, und
- 35 wobei das Wandlerelement an der Obergrenze des Messbereichs ein Wandler-Spannensignal ausgibt.

- 5 wobei der Startpunkt so gewählt ist, dass sich das Nullpunktsignal aufgrund von Schweißrückwirkungen durch das Präparieren der Schweißverbindung um nicht mehr als 0,5% vorzugsweise nicht mehr als 0,2%, weiter bevorzugt um nicht mehr als 0,1% und besonders bevorzugt um nicht mehr als 0,05% der Differenz zwischen dem Wandler-Nullpunktsignal und dem Wandler-Spannensignal ändert.
- 10 13. Serie von mehreren Drucksensoren eines Typs, wobei die Serie aus Drucksensoren besteht, die nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 gefertigt sind, und wobei für alle Drucksensoren der Serie der mindestens eine Startpunkt der Schweißverbindung gleich definiert ist.

1/2

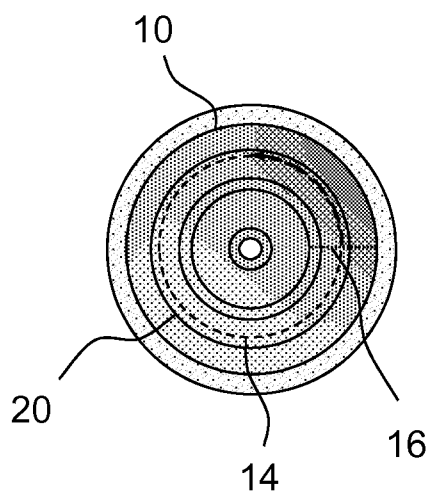


Fig. 1a

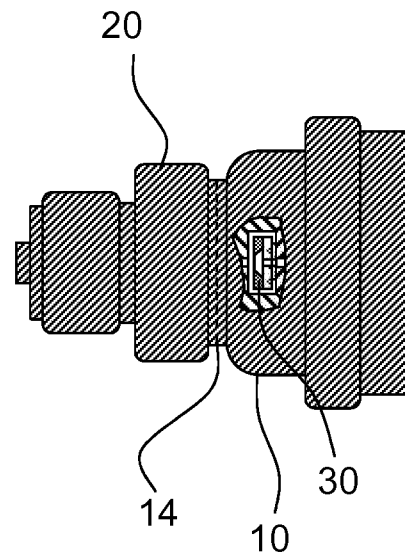


Fig. 1b

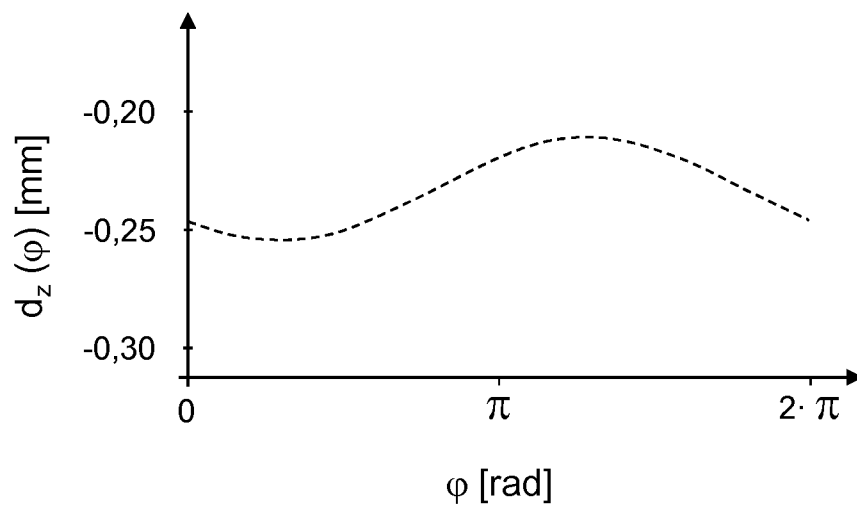


Fig. 2

2/2

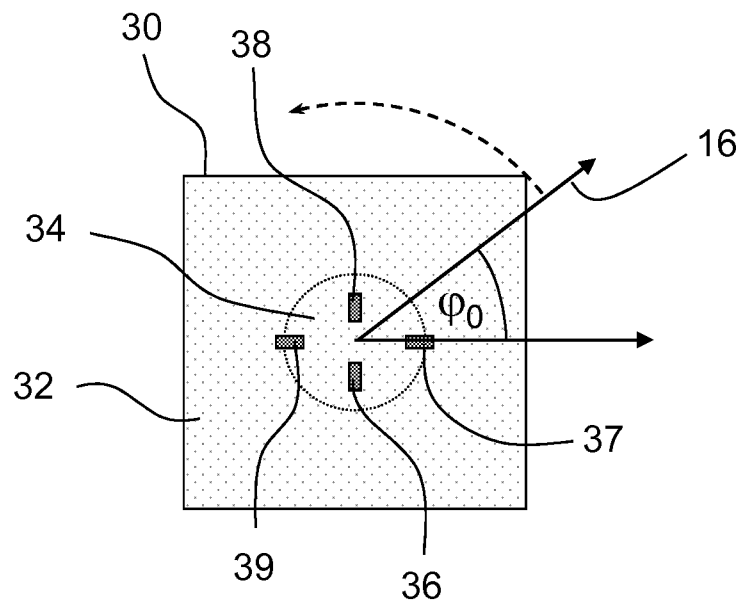


Fig. 3

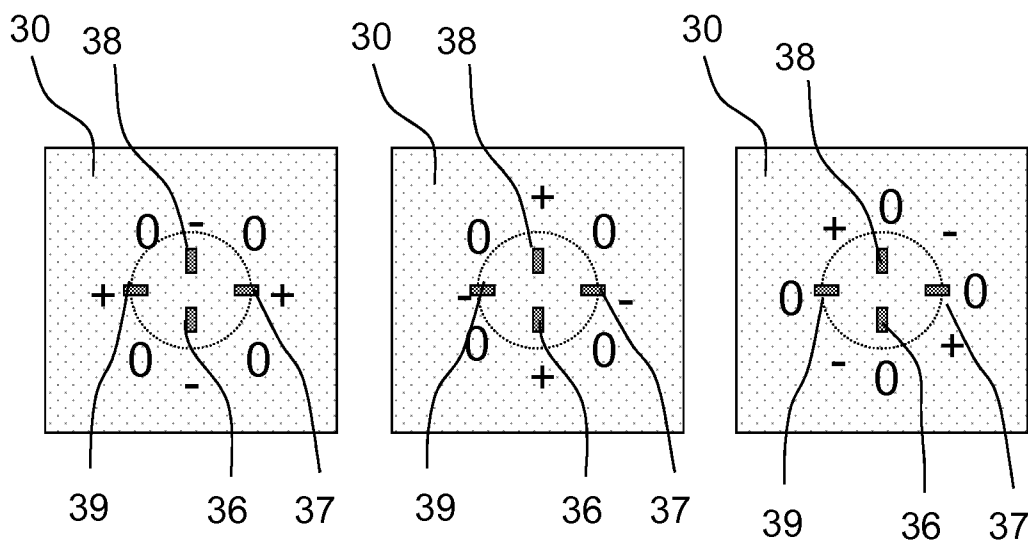


Fig. 4a

Fig. 4b

Fig. 4c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/059347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01L9/00 G01L19/14 B23K31/12 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) G01L B23K 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	DE 10 2010 018377 A1 (LABOM MES UND REGELTECHNIK GMBH [DE]) 28 April 2011 (2011-04-28) paragraph [0047] - paragraph [0077]; figures 1-6	1-13
X	----- EP 2 034 288 A2 (NAGANO KEIKI CO LTD [JP]) 11 March 2009 (2009-03-11) paragraph [0037] - paragraph [0090]; figures 1-6	1-13
X	----- EP 1 923 685 A1 (HORIBA STEC CO LTD [JP]) 21 May 2008 (2008-05-21) paragraph [0017] - paragraph [0025]; figures 1-5 ----- -/-	1-13
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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
28 August 2012		04/09/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Gruss, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/059347

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 31 07 891 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16 September 1982 (1982-09-16) page 3, line 28 - page 5, line 35; figures 1-6 -----	1-13
X	US 6 066 882 A (KATO HAJIME [JP]) 23 May 2000 (2000-05-23) column 6, line 59 - column 13, line 49; figures 1-8 -----	1-13
A	TSO-LIANG TENG ET AL: "Effect of welding sequences on residual stresses", COMPUTERS & STRUCTURES, vol. 81, no. 5, 1 March 2003 (2003-03-01), pages 273-286, XP55036483, ISSN: 0045-7949, DOI: 10.1016/S0045-7949(02)00447-9 the whole document -----	1-13
A	LEE H Y ET AL: "A generic approach for a linear elastic fracture mechanics analysis of components containing residual stress", INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSELS AND PIPING, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, BARKING, GB, vol. 82, no. 10, 1 October 2005 (2005-10-01), pages 797-806, XP027769605, ISSN: 0308-0161 [retrieved on 2005-10-01] the whole document -----	1-13
A	JENSEN M V R S ET AL: "Residual stresses in a welded superalloy disc: Characterization using synchrotron diffraction and numerical process modeling", METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS A, SPRINGER-VERLAG, NEW YORK, vol. 33, no. 9, 1 September 2002 (2002-09-01), pages 2921-2931, XP019694116, ISSN: 1543-1940 the whole document -----	1-13
A	EP 2 022 598 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 11 February 2009 (2009-02-11) the whole document -----	1-13
A	EP 2 119 799 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; JAPAN ATOMIC POWER [JP]; HOKKAIDO ELECT) 18 November 2009 (2009-11-18) the whole document -----	1-13
	----- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/059347

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7 128170 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 19 May 1995 (1995-05-19) abstract; figures 1-5 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/059347

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010018377 A1	28-04-2011	DE 102010018377 A1 EP 2381234 A2	28-04-2011 26-10-2011
EP 2034288 A2	11-03-2009	EP 2034288 A2 JP 4719727 B2 JP 2009063361 A US 2009056462 A1	11-03-2009 06-07-2011 26-03-2009 05-03-2009
EP 1923685 A1	21-05-2008	CN 101233400 A EP 1923685 A1 KR 20080041181 A US 2009260447 A1 WO 2007018088 A1	30-07-2008 21-05-2008 09-05-2008 22-10-2009 15-02-2007
DE 3107891 A1	16-09-1982	DE 3107891 A1 JP 57165194 A	16-09-1982 12-10-1982
US 6066882 A	23-05-2000	JP 11201846 A US 6066882 A	30-07-1999 23-05-2000
EP 2022598 A1	11-02-2009	EP 2022598 A1 JP 4939098 B2 JP 2007275916 A US 2009302012 A1 WO 2007116805 A1	11-02-2009 23-05-2012 25-10-2007 10-12-2009 18-10-2007
EP 2119799 A1	18-11-2009	EP 2119799 A1 JP 2008169444 A US 2010326974 A1 WO 2008084855 A1	18-11-2009 24-07-2008 30-12-2010 17-07-2008
JP 7128170 A	19-05-1995	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01L9/00 G01L19/14 B23K31/12 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01L B23K		
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	DE 10 2010 018377 A1 (LABOM MES UND REGELTECHNIK GMBH [DE]) 28. April 2011 (2011-04-28) Absatz [0047] - Absatz [0077]; Abbildungen 1-6	1-13
X	----- EP 2 034 288 A2 (NAGANO KEIKI CO LTD [JP]) 11. März 2009 (2009-03-11) Absatz [0037] - Absatz [0090]; Abbildungen 1-6	1-13
X	----- EP 1 923 685 A1 (HORIBA STEC CO LTD [JP]) 21. Mai 2008 (2008-05-21) Absatz [0017] - Absatz [0025]; Abbildungen 1-5	1-13
	----- -/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. August 2012		04/09/2012
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 Gruss, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 31 07 891 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16. September 1982 (1982-09-16) Seite 3, Zeile 28 - Seite 5, Zeile 35; Abbildungen 1-6 -----	1-13
X	US 6 066 882 A (KATO HAJIME [JP]) 23. Mai 2000 (2000-05-23) Spalte 6, Zeile 59 - Spalte 13, Zeile 49; Abbildungen 1-8 -----	1-13
A	TSO-LIANG TENG ET AL: "Effect of welding sequences on residual stresses", COMPUTERS & STRUCTURES, Bd. 81, Nr. 5, 1. März 2003 (2003-03-01), Seiten 273-286, XP55036483, ISSN: 0045-7949, DOI: 10.1016/S0045-7949(02)00447-9 das ganze Dokument -----	1-13
A	LEE H Y ET AL: "A generic approach for a linear elastic fracture mechanics analysis of components containing residual stress", INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSELS AND PIPING, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, BARKING, GB, Bd. 82, Nr. 10, 1. Oktober 2005 (2005-10-01), Seiten 797-806, XP027769605, ISSN: 0308-0161 [gefunden am 2005-10-01] das ganze Dokument -----	1-13
A	JENSEN M V R S ET AL: "Residual stresses in a welded superalloy disc: Characterization using synchrotron diffraction and numerical process modeling", METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS A, SPRINGER-VERLAG, NEW YORK, Bd. 33, Nr. 9, 1. September 2002 (2002-09-01), Seiten 2921-2931, XP019694116, ISSN: 1543-1940 das ganze Dokument -----	1-13
A	EP 2 022 598 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 11. Februar 2009 (2009-02-11) das ganze Dokument -----	1-13
A	EP 2 119 799 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; JAPAN ATOMIC POWER [JP]; HOKKAIDO ELECT) 18. November 2009 (2009-11-18) das ganze Dokument -----	1-13
	-/--	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 7 128170 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 19. Mai 1995 (1995-05-19) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/059347

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010018377 A1	28-04-2011	DE 102010018377 A1	28-04-2011
		EP 2381234 A2	26-10-2011
EP 2034288 A2	11-03-2009	EP 2034288 A2	11-03-2009
		JP 4719727 B2	06-07-2011
		JP 2009063361 A	26-03-2009
		US 2009056462 A1	05-03-2009
EP 1923685 A1	21-05-2008	CN 101233400 A	30-07-2008
		EP 1923685 A1	21-05-2008
		KR 20080041181 A	09-05-2008
		US 2009260447 A1	22-10-2009
		WO 2007018088 A1	15-02-2007
DE 3107891 A1	16-09-1982	DE 3107891 A1	16-09-1982
		JP 57165194 A	12-10-1982
US 6066882 A	23-05-2000	JP 11201846 A	30-07-1999
		US 6066882 A	23-05-2000
EP 2022598 A1	11-02-2009	EP 2022598 A1	11-02-2009
		JP 4939098 B2	23-05-2012
		JP 2007275916 A	25-10-2007
		US 2009302012 A1	10-12-2009
		WO 2007116805 A1	18-10-2007
EP 2119799 A1	18-11-2009	EP 2119799 A1	18-11-2009
		JP 2008169444 A	24-07-2008
		US 2010326974 A1	30-12-2010
		WO 2008084855 A1	17-07-2008
JP 7128170 A	19-05-1995	KEINE	