



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 128 945.6**

(22) Anmeldetag: **03.11.2020**

(43) Offenlegungstag: **05.05.2022**

(51) Int Cl.: **G01B 11/00** (2006.01)

**G01N 25/72** (2006.01)

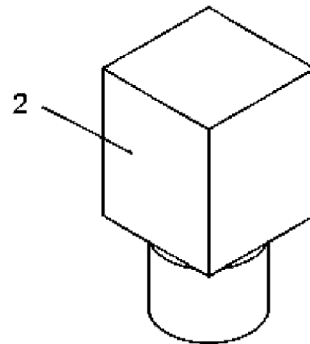
(71) Anmelder:  
**Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 39106  
Magdeburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Schlosser, Benjamin, 39104 Magdeburg, DE;  
Jüttner, Sven, Prof. Dr., 39104 Magdeburg, DE**

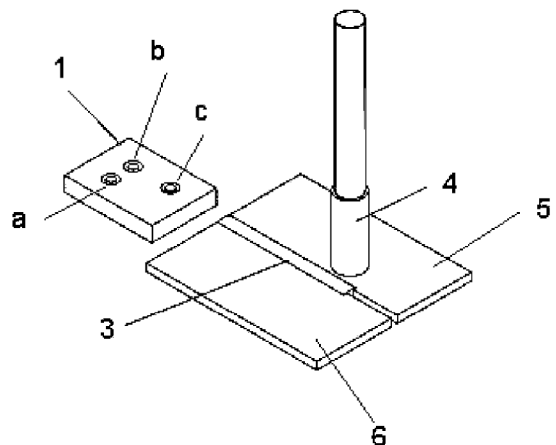
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur räumlichen Lagebestimmung eines Infrarotmesssystems**



(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur räumlichen Lagebestimmung eines Infrarotmesssystems, wobei die Vorrichtung einen ortsfesten IR-Emitter (1) als Referenzpunkt und einen IR-Sensor (2) umfasst, und der IR-Emitter (1) als ortsfester Referenzpunkt zur Lagebestimmung der Messpunkte des IR-Sensors (2) an einem Prüfobjekt dient, wobei der Messpunkt durch den IR-Sensor (2) erfasst wird und die aktuelle Lage des Messpunktes mithilfe des IR-Emitters (1) als ortsfester Referenzpunkt zu dem IR-Sensor (2) ermittelt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Sensorik. Insbesondere betrifft sie eine Vorrichtung und ein Verfahren mit deren Hilfe die relative Position eines Infrarotsensors (IR-Sensors) zu seiner Umgebung bestimmt werden kann, und die eine räumliche Zuordnung der Daten erlauben, die von dem IR-Sensor von einem Prüfobjekt erfasst worden sind.

**[0002]** Für Anwendungen im nahen IR-Bereich (NIR) gilt, dass nur Objekte, die ausreichend Strahlung im Bereich des IR-Sensors abstrahlen, für den IR-Sensor erfassbar sind.

**[0003]** So zeigen Objekte mit Raumtemperatur gewöhnlich kein Signal, da die emittierte Wärmestrahlung dieser Objekte unterhalb der Schwelle der Empfindlichkeit von typischen IR-Sensoren liegt.

**[0004]** Es treten immer wieder Situationen auf, die es erfordern, die relative Position eines IR-Sensors bzw. des Sensormessfeldes zu ermitteln, so dass die vom IR-Sensor gemessenen Daten eines Prüfobjekts gleichfalls räumlich zugeordnet werden können.

**[0005]** Ein Beispiel hierfür ist die Thermografie, die bei der zerstörungsfreien Prüfung in der Industrie Anwendung findet. Zu den üblichen Anwendungen gehört das Auffinden von Fehlern, die von außen nicht sichtbar sind.

**[0006]** Die Prüfung der Qualität des Bauteils erfolgt dabei durch die Messung der Oberflächentemperatur mit einem IR-Sensor z. B. mit einer Infrarotkamera. Liegt an oder nahe der Bauteiloberfläche ein Fehler vor, der die Wärmeleitung im Bauteil behindert, so äußert sich dies in einer lokal veränderten Oberflächentemperatur. So können z. B. kalte oder heiße Stellen oder lokale Veränderungen von Temperaturgradienten beobachtet werden. Die Temperaturen bzw. die Änderungen in der Temperatur werden mit dem IR-Sensor, z. B. mit der Infrarotkamera, erfasst. Die Temperaturdaten können dann als Thermogramm (Falschfarbenbild) visuell dargestellt werden. Ein Beispiel der industriellen Anwendung ist die Qualitätsprüfung von Schweißnähten mittels Thermografie. Wünschenswert für die Qualitätskontrolle von Schweißnähten ist die Prüfung im Verlauf des Herstellungsprozess, die z. B. das Ausschleusen von fehlerhaften Bauteilen zur Nacharbeit oder eine sofortige Auswertung und möglicherweise erforderliche Änderungen der Prozessparameter bei Abweichungen erlaubt, so dass aufwendige Nachbearbeitungen vermieden werden können.

**[0007]** Von außen nicht sichtbare Fehler, die die Qualität einer Schweißnaht signifikant beeinträchti-

gen, sind unter anderem ungenügende Einbrandtiefe und Bindefehler.

**[0008]** Bei der herkömmlichen zerstörenden Prüfung werden die Werkstücke nachgelagert zum Herstellungsprozess zerstört, was nur stichprobenartig erfolgen kann und zudem zeit- und kostenintensiv ist. Wünschenswert war daher eine Qualitätskontrolle, die nicht nur zerstörungsfrei ist, sondern zudem kontinuierlich durchgeführt werden kann und die trotzdem Rückschlüsse auf die innere Beschaffenheit des Bauteils z. B. einer Schweißnaht erlaubt. So wurde z. B. das Temperaturfeld der abkühlenden Oberfläche einer Schweißnaht als äußerlich erfassbarer Informationsträger zur Beurteilung der inneren Qualität der Schweißnaht identifiziert.

**[0009]** Von essentieller Bedeutung ist jedoch eine exakte Lagebestimmung einer Störung oder Abweichung am untersuchten Prüfobjekt. Hier setzt die vorliegende Erfindung an.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung der aktuellen Lage eines Messpunktes eines IR-Sensors an einem Prüfobjekt, wobei die Vorrichtung einen IR-Emitter und einen IR-Sensor umfasst, wobei der IR-Emitter als ortsfester Referenzpunkt für den IR-Sensor dient.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird die Relativbewegung zwischen IR-Sensor und Prüfobjekt gemessen, um die Daten auf dem ortsfesten IR-Emitter als Referenzpunkt zurückführen zu können. Es können für die Messung der IR-Sensor oder das Prüfobjekt oder auch beide bewegt werden, sofern die Relativbewegung erfasst wird.

**[0012]** Beispielsweise kann der IR-Sensor entlang des zu vermessenden Bereichs geführt werden.

**[0013]** Da die Position des IR-Emitters relativ zum IR-Sensor bekannt ist, kann der IR-Emitter als Referenzpunkt für die Lagebestimmung der mit dem IR-Sensor erfassten Daten dienen.

**[0014]** Weiter betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Ermittlung der aktuellen Position eines Messpunktes an einem Prüfobjekt, wobei der Messpunkt durch einen IR-Sensor erfasst wird und ein IR-Emitter als ortsfester Referenzpunkt für die Bestimmung der aktuellen Lage des Messpunktes verwendet wird.

**[0015]** Erfindungsgemäß kann der IR-Emitter ein beliebiges Mittel sein, das eine IR-Strahlung abgibt, die durch den IR-Sensor erfassbar ist. Es kann ein einfacher Glühdraht, Glühkerze, Glühlampe, Heizpatrone oder dergleichen eingesetzt werden. Es können auch zwei oder mehrere IR-Emitter eingesetzt werden.

**[0016]** Als IR-Sensor können prinzipiell alle IR-Sensoren eingesetzt werden, die Messdaten von IR-Strahlung abgebenden Prüfkörpern erfassen können. Beispiele sind Wärmebildkameras, Wärmezeilenkameras und Pyrometer.

**[0017]** Als Prüfobjekt kommen alle Bauteile oder dergleichen in Frage, die mittels IR-Sensoren erfasst werden können.

**[0018]** Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand eines Anwendungsbeispiels und unter Verweis auf die anliegenden Figuren näher erläutert. Es versteht sich jedoch, dass die vorliegende Erfindung nicht auf dieses konkrete Anwendungsbeispiel beschränkt ist, sondern prinzipiell überall dort eingesetzt werden kann, wo für die räumliche Zuordnung von Messdaten die relative Position eines IR-Sensors bzw. des Messfeldes eines IR-Sensors zu bestimmen ist.

**[0019]** Es zeigt

**Fig. 1** schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und deren Einsatz bei der Qualitätskontrolle einer Schweißnaht in der Draufsicht, und

**Fig. 2** den Aufbau gemäß **Fig. 1** in der isometrischen Ansicht.

**[0020]** In den Figuren dargestellt ist ein Aufbau zum Verbindungsschweißen von zwei Blechen, als Stumpfstoß, wobei die Bleche nebeneinander liegen. Der Schweißvorgang und die Qualität der erhaltenen Schweißnaht werden mittels Thermografie überwacht und kontrolliert. Ein Beispiel ist das bekannte Metall-Schutzgas(MSG)-Schweißverfahren zum Schweißen von Stahlfeinblechen. Dabei sind insbesondere eine ungenügende Einbrandtiefe und Bundefehler an der Schweißnaht der Bleche häufig auftretende von außen nicht erkennbare Defekte. Es wird das Temperaturprofil der erhaltenen Schweißnaht unmittelbar nach dem Schweißvorgang erfasst und z. B. als Thermogramm dargestellt, und ausgewertet.

**[0021]** Anhand der erhaltenen Abbildung der Temperaturverteilung ist es jedoch nicht möglich, die erfassten Daten direkt einem konkreten Lagepunkt im Bereich der Schweißnaht zuzuordnen.

**[0022]** Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist erfindungsgemäß ein IR-Emitter 1 vorgesehen, der von dem IR-Sensor 2, z. B. einer Wärmebildkamera, erfasst wird und einen ortsfesten Bezugspunkt zur Bestimmung der Lage der Messpunkte des IR-Sensors 2 bildet. Anhand dieses festen Bezugspunktes kann dann problemlos die relative Position des Messortes des IR-Sensors 2 im Bereich der Schweißnaht 3 räumlich zugeordnet werden. Mit Hilfe der erfindungsgemä-

ßen Vorrichtung mit IR-Emitter 1 können örtlich genau zuordbare Temperaturdaten erhalten werden.

**[0023]** In der **Fig. 1** dargestellt ist ein IR-Emitter 1 aus drei Glühelementen a, b c und eine verfahrbare Wärmebildkamera als IR-Sensor 2. Die Wärmebildkamera 2 folgt einem Schweißbrenner 4, mit dem zwei Bleche 5, 6 verschweißt werden, und erfasst dabei die Wärmeverteilung im Bereich der Schweißnaht 3 unmittelbar nach dem Schweißvorgang.

**[0024]** Die erfassten IR-Daten werden anschließend zur Bewertung der Qualität der Schweißnaht 3 auf bekannte Art und Weise weiter verarbeitet, z. B. mittels hierfür erhältlich Softwareprogramme.

**[0025]** Mit Hilfe des oder der durch den IR-Emitter 1 bereit gestellten Referenzpunkte kann die genaue Position von erfassten Abweichungen im Messbereich der Schweißnaht 3 als Prüfobjekt bestimmt werden.

**[0026]** Da die Auswertung in Echtzeit erfolgen kann, können zudem bei Auftreten von Unregelmäßigkeiten sofort Maßnahmen zur Korrektur eingeleitet oder beispielsweise Schweißnahtbereiche für eine gesonderte Prüfung markiert werden.

**[0027]** Die Erfindung eignet sich gleichermaßen wie für das im Beispiel gezeigte Verbindungsschweißen zur Überwachung anderer Schweißverfahren, wie z. B. Auftragschweißung oder additiven Schweißung.

**[0028]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung und Verfahren zeichnen sich durch ihre Einfachheit aus, da bereits ein simples Glühelement wie ein Glühdraht als lokal fester IR-Emitter 1 ausreicht.

#### Bezugszeichenliste

1	IR-Emitter
2	IR-Sensor
3	Schweißnaht
4	Schweißbrenner
5, 6	zu verbindende Bauteile, z. B. Bleche

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur räumlichen Lagebestimmung eines IR-Messsystems, wobei die Vorrichtung einen ortsfesten IR-Emitter (1) als Referenzpunkt und einen IR-Sensor (2) umfasst, wobei der IR-Emitter (1) als ortsfester Referenzpunkt zur Lagebestimmung der Messpunkte des IR-Sensor (2) an einem Prüfobjekt dient.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der IR-Sensor (2), ein Prüfobjekt oder beide beweglich ausgeführt sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der IR-Sensor (2) eine Wärmebildkamera, Wärmezeilenkamera oder Pyrometer ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der IR-Emitter (1) ein Glühdraht, Glühkerze, Glühlampe oder Heizpatrone ist.

5. Verfahren zur Bestimmung der aktuellen Lage eines Messpunktes eines IR-Sensors (2) an einem Prüfobjekt, wobei der Messpunkt durch einen IR-Sensor (2) erfasst wird und die aktuelle Lage des Messpunktes mit Hilfe eines IR-Emitters (1) als ortsfesten Referenzpunkt zu dem IR-Sensor ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Relativbewegung zwischen IR-Sensor (2) und einem Prüfobjekt gemessen wird, um die Daten auf den IR-Emitter (1) als ortsfesten Referenzpunkt zurückzuführen.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei als verfahrbarer IR-Sensor (2) eine Wärmebildkamera, Wärmezeilenkamera oder Pyrometer verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei als IR-Emitter (1) ein Glühdraht, Glühkerze, Glühlampe oder Heizpatrone verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei das Temperaturfeld der abkühlenden Oberfläche einer Schweißung und gegebenenfalls angrenzender Oberflächen von zu verbindenden Komponenten (5, 6) im Bereich einer Schweißnaht (3) erfasst wird.

10. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 oder eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 5 bis 9, zur Bestimmung der aktuellen Lage eines Messpunktes eines IR-Sensors (2) an einem Prüfobjekt.

11. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Prüfobjekt eine Schweißnaht (3) ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

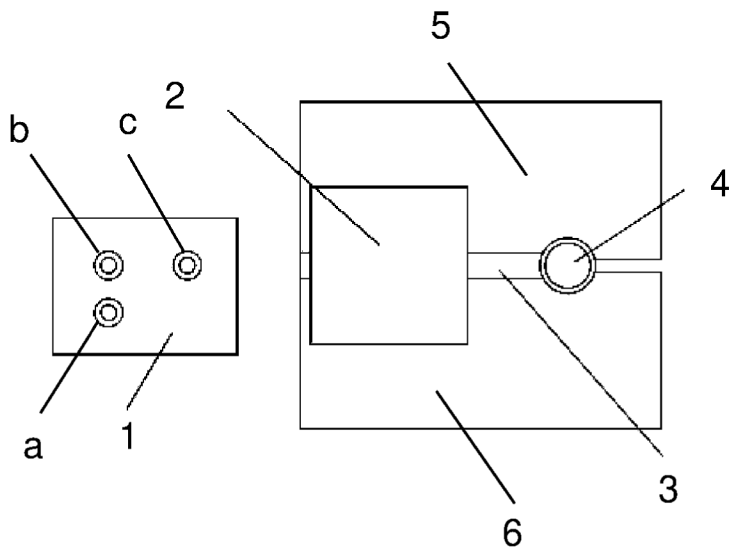


Fig. 1

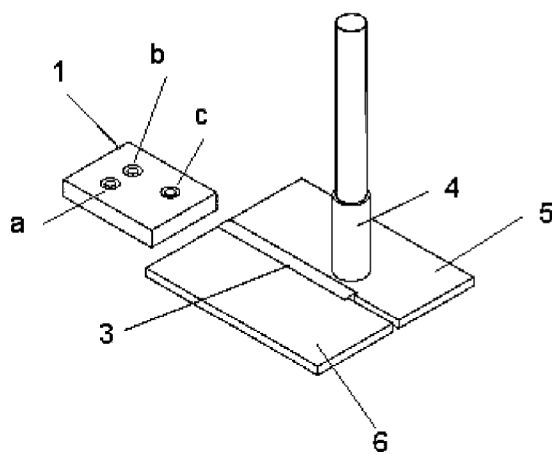
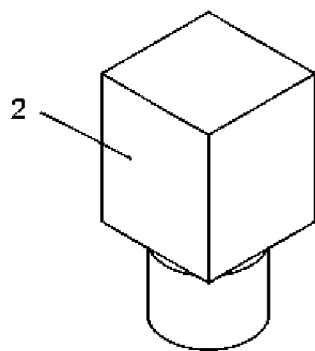


Fig. 2