



(10) **DE 10 2010 037 404 A1** 2012.03.08

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 037 404.0**

(22) Anmeldetag: **08.09.2010**

(43) Offenlegungstag: **08.03.2012**

(51) Int Cl.: **G01B 11/25 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**ibea Ingenieurbüro für Elektronik und Automation  
GmbH, 22525, Hamburg, DE**

(72) Erfinder:

**Lübcke, Holger, 25451, Quickborn, DE**

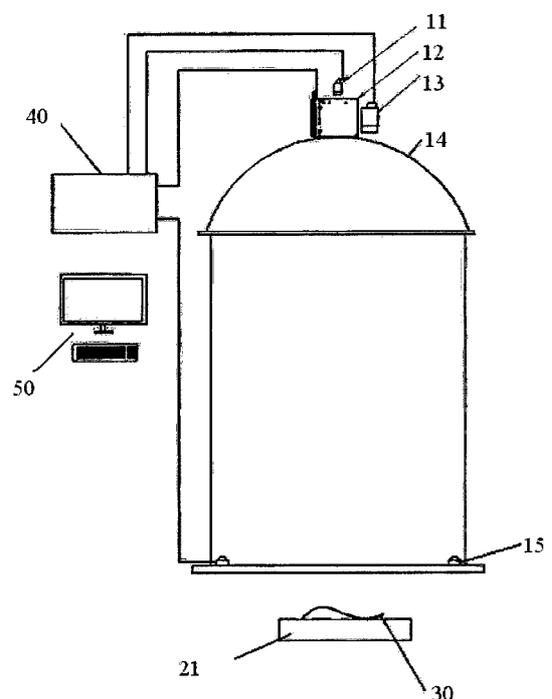
(74) Vertreter:

**Michalski Hüttermann & Partner Patentanwälte,  
40221, Düsseldorf, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Qualitätsprüfung von keramischen Oberflächen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Qualitätsprüfung von keramischen Oberflächen, insbesondere von nicht reflektierenden Oberflächen wie beispielsweise von Tonziegeln für den großindustriellen Einsatz, wobei in einer Auswerteeinrichtung aus den Daten einer Kameraaufnahme eines auf den zu prüfenden Oberflächenabschnitt eingeblendeten geometrischen Musters ein Höhenprofil abgenommen wird, welches mit einem hinterlegten Sollwert verglichen werden kann.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Qualitätsprüfung von keramischen Oberflächen, insbesondere von nicht reflektierenden oder reflektierenden Oberflächen wie beispielsweise von Tonziegeln.

**[0002]** Zur Qualitätsprüfung von Tonziegeln sind verschiedene Prüfanlagen bekannt. So können beispielsweise Dachziegel auf einem Förderband durch Vorrichtungen geprüft werden, die spezielle Taststifte aufweisen. Als Beispiel werden in der europäischen Patentanmeldung EP 0 228 515 A2 und in der deutschen Patentschrift DE 35 04 975 B solche Anlagen beschrieben. Hier ist sowohl ein mit dem Förderband synchroner Mitlauf der Prüfeinrichtung vorgesehen als auch eine Ortsverschiebung der zu prüfenden Dachziegel beispielsweise durch Anheben oder Absenken, um einen Kontakt der zu prüfenden Oberfläche mit den Taststiften herzustellen.

**[0003]** Daneben sind Prüfanlagen bekannt, die ein spezielles physikalisches Verhalten der Dachziegel ausnutzen wie zum Beispiel das Schwingungsverhalten bei Klangprüfanlagen oder auf der Ultraschall-Thermographie zur Risserkennung basieren.

**[0004]** Spiegelnde oder transparente Oberflächen werden insbesondere berührungslos mit optischen Verfahren nach dem Prinzip der Deflektometrie geprüft, wie beispielsweise in der europäischen Patentanmeldung EP 1 882 896 A1 beschrieben. Diese optischen Verfahren sind jedoch nicht auf keramische nicht reflektierende Oberflächen wie diejenigen von Dachziegeln übertragbar und werden meist zum Erkennen von Rissen und geringen Unebenheiten im Mikrometermaßstab eingesetzt.

**[0005]** Insbesondere Vertwistungen oder unerwünschte Krümmungen von Dachziegeln sind mit den vorstehend genannten Methoden und Vorrichtungen jedoch nur unzureichend zu erkennen oder die Anlagen bieten für einen großtechnischen Einsatz eine zu aufwändige oder zu langsame Prüfung.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Qualitätsprüfung von keramischen Oberflächen, insbesondere von nicht reflektierenden oder reflektierenden Oberflächen wie beispielsweise von Tonziegeln bereit zu stellen, die neben einer einfachen Handhabung einen preiswerten und verlässlichen Aufbau ermöglichen. Daneben soll im Hinblick auf einen großtechnischen Einsatz eine Prüfung von bewegten Prüflingen online, beispielsweise auf einem Förderband, möglich sein.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Prüfvorrichtung zur Qualitätsprüfung von keramischen Oberflächen, umfassend

- eine Einrichtung zur Einblendung eines geometrischen Musters auf einen zu prüfenden Oberflächenabschnitt,
- mindestens eine Kamera zur Aufnahme des zu prüfenden Oberflächenabschnitts mit eingeblendetem Muster, und
- eine Auswerteeinrichtung zur Auswertung der Kameraaufnahme,

wobei die Auswerteeinrichtung derart ausgestaltet ist, dass basierend auf der Kameraaufnahme eine Abnahme von Höhenprofilen und deren Vergleich mit hinterlegten Sollwerten vornehmbar sind.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird unter dem Begriff der Abnahme von Höhenprofilen ein Datenverarbeitungsschritt verstanden, der basierend auf den Daten der Kameraaufnahme des eingeblendeten geometrischen Musters ein zweidimensionales und/oder dreidimensionales Höhenprofil des zu prüfenden Oberflächenabschnitts ermittelt. Dies kann mit geometrischen Rechenmethoden ausgeführt werden, die insbesondere die Linien- bzw. Streifenform des aufgenommenen Kamerabildes extrahieren und zu einem Höhenprofil auswerten.

**[0009]** Unter dem Begriff der Einblendung eines geometrischen Musters werden erfindungsgemäß Einblendungen und/oder Projektionen auf einen zu prüfenden Oberflächenabschnitt zusammengefasst, die insbesondere linienbasiert sind wie zum Beispiel Gittermuster, Streifenmuster, parallele Laserlichtlinienmuster und/oder Rautenmuster. Zur Einblendung des geometrischen Musters kann ein Linien- bzw. Gitter-Generator verwendet werden, welcher als LED, (Halogen-)Kaltlicht- oder Lasergenerator ausgeführt sein kann.

**[0010]** Besonders bevorzugt kann die Einrichtung zur Einblendung eines geometrischen Musters einen Streifenprojektor und/oder mindestens einen Laser umfassen.

**[0011]** Vorteilhafterweise wird durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung neben einer einfachen Handhabung ein preiswerter und über lange Zeit verlässlicher Aufbau ermöglicht. Die Prüfvorrichtung kann insbesondere Vertwistungen und unerwünschte Krümmungen von Dachziegeln schnell erkennen und arbeitet mit einem berührungslosen optischen System. Daneben wird im Hinblick auf einen großtechnischen Einsatz eine Prüfung von bewegten Prüflingen online, beispielsweise auf einem Förderband, ermöglicht. Beispielsweise kann eine Taktrate der Qualitätsprüfung von ca. 300 Stück pro Minute, z. T. sogar von 400 oder 500 Stück pro Minute, erreicht werden.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann die Auswerteeinrichtung derart ausgestaltet sein, dass zur Berechnung der Höhenprofile ei-

ne Korrektur der Einblendung mit zuvor gemessenen Verdrehwinkeldaten vornehmbar ist. Dies kann entweder im Projektionsbild selbst oder vor der Aufnahme bei der Einblendung des geometrischen Musters erfolgen.

**[0013]** Unter dem Begriff der Korrektur mit Verdrehwinkeldaten werden erfindungsgemäß solche rechnerischen Korrekturschritte der Daten der Einblendung auf dem zu prüfenden Oberflächenabschnitt verstanden, welche eine Verzerrung der Projektion des geometrischen Musters berücksichtigen oder dieses bei einer vorab korrigierten Version ideal einblenden.

**[0014]** Das Auslösen einer Bildaufnahme kann bevorzugt über einen Trigger, der eine Lichtschranke oder Ähnliches ist, erfolgen.

**[0015]** Vorzugsweise kann die Prüfvorrichtung zwei, drei, vier oder mehr Kameras umfassen. Hierdurch ist eine weiter verbesserte Qualitätsprüfung möglich, wobei insbesondere größere Oberflächen in einem einzigen Prüfschritt erfasst werden können. So wird die Prüfung von Oberflächenabschnitten mit Maßen von bis zu 2 m × 1 m ermöglicht. Eine Mitführung der Kameraeinheiten mit dem sich auf dem Förderband bewegenden Prüfobjekt kann dadurch entfallen, was die Fehleranfälligkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung senkt.

**[0016]** Besonders bevorzugt kann die Prüfvorrichtung mindestens eine Farbkamera umfassen.

**[0017]** Vorteilhafterweise können auf diese Weise gleichzeitig die Dekore und/oder Farbmuster der zu prüfenden Gegenstände aufgenommen werden. Durch einen anschließenden Vergleich mit hinterlegten Daten können die Dekore und/oder Farbmuster bewertet werden und bei einer zu großen Abweichung vom Muster kann ebenfalls ein Auswurfsignal zur Ausschleusung dieses Prüflings erzeugt werden. Durch die Kombination mit der Oberflächen-Qualitätsprüfung in einer Prüfanlage kann durch gemeinsame Nutzung der Auswerteeinheit eine vereinfachte und gleichzeitig mehrere Qualitätskriterien umfassende Prüfung zu Verfügung gestellt werden.

**[0018]** In einer weiteren Variante ist die Kamera als Farbkamera ausgeführt, welche durch Ausschalten des Gitters und Einschalten der sogenannten „Clowdy Day“-Beleuchtung auch noch ein Farbbild der Oberfläche zur Überprüfung abnimmt. Die Berechnung erfolgt auch hier durch Differenzwertbildung von zuvor aufgenommenen Referenzbildern beziehungsweise aus den daraus generierten Datensätzen.

**[0019]** Besonders bevorzugt sollte die Kamera eine optische Auflösung von mindestens 628 mal 480 Pixel aufweisen.

**[0020]** Diese Mindestauflösung der Kamera soll gewährleisten, dass die Kameraaufnahme des zu prüfenden Oberflächenabschnitts eine ausreichende Datenbasis liefert, um die Abnahme der Höhenprofile sicher auszuführen. Bevorzugt werden die vorher zu bestimmenden Sollwerte für die Höhenprofile, die als Vergleich in der Auswerteeinheit hinterlegt werden, mit der gleichen Kameraauflösung aufgenommen werden, wie sie auch später in den Prüfläufen verwendet wird. Zur Erkennung von besonders kleinen Abweichungen von der vorgegebenen Oberflächenbeschaffenheit sind auch Kameras mit höheren optischen Auflösungen einsetzbar. Allerdings sollte eine Optimierung der durch die Auswerteeinheit zu verarbeitenden Datenmenge hinsichtlich der Kameraaufnahmen des zu prüfenden Oberflächenabschnitts mit eingeblendetem geometrischen Muster vorgenommen werden, so dass die Ressourcen der Auswerteeinheit auch bei Berücksichtigung von mehreren Kameraeinheiten nicht derart beansprucht werden, dass eine Verlangsamung der Transportgeschwindigkeit des Förderbands in Kauf genommen werden müsste.

**[0021]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Qualitätsprüfung von keramischen, insbesondere nicht reflektierenden oder reflektierenden, Oberflächen umfassend die Schritte:

- Einblendung eines in geometrischen Musters auf den zu prüfenden Oberflächenabschnitt,
- gegebenenfalls Korrektur der Einblendung mit zuvor gemessenen Verdrehwinkelraten durch die Auswerteeinrichtung,
- anschließende Aufnahme der Einblendung durch mindestens eine Kamera,
- Übergabe der Daten der Aufnahme an eine Auswerteeinrichtung,
- Abnahme eines Höhenprofils aus den Daten der Aufnahme durch die Auswerteeinrichtung, und
- Vergleich des ermittelten Höhenprofils mit hinterlegten Sollwerten.

**[0022]** Bevorzugt kann als geometrisches Muster ein Streifenmuster und/oder ein Gittermuster eingeblendet werden.

**[0023]** Hierzu können insbesondere Streifenprojektoren und/oder Laser eingesetzt werden. Zur Verbesserung und/oder zur Vereinfachung der weiteren Auswerteschritte kann eine Korrektur des Einblendungswinkels hierbei zusätzlich vorgesehen werden.

**[0024]** Weiterhin bevorzugt kann die Aufnahme der Einblendung von zwei, drei, vier oder mehr Kameras erzeugt werden.

**[0025]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Prüfung an bewegten Objekten vorgenommen.

**[0026]** Insbesondere zur Qualitätsprüfung von industriell gefertigten Massengütern im Baubereich, wie beispielsweise Dachziegeln, Tonziegeln, Gipskartonplatten, Betonplatten, Glasbausteinen oder Glas-Plastik- oder Holz-Plastik-Kompositen, ist eine Prüfung von Prüfobjekten direkt nach der Herstellung beispielsweise beim Transport auf einem Förderband zu einer Verpackungseinrichtung mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einfacher Weise und zuverlässig ohne Verzögerung des Transports zu erzielen.

**[0027]** Weiterhin bevorzugt kann bei Überschreiten von vorgegebenen Toleranzwerten ein Auswurfsignal zur Ausschleusung des Prüflings erzeugt werden.

**[0028]** Das Auswurfsignal kann bevorzugt durch die Auswerteeinrichtung erzeugt werden und an eine in Transportrichtung der Prüflinge nach gelagerte Auswurfeinrichtung gegeben werden.

**[0029]** Auf diese Weise ist sicher gestellt, dass nur die in der Qualitätsprüfung als gut befundenen Prüflinge zu einer möglichen Weiterverarbeitung gelangen. Zudem kann der apparative Aufbau der Prüfanlage verschlankt werden.

**[0030]** Eine erfindungsgemäße Prüfvorrichtung wird bevorzugt für die Qualitätsprüfung der Höhenprofile von keramischen, nicht reflektierenden oder reflektierenden Oberflächen, insbesondere von Dachziegeln, verwendet. So können zuverlässig und für einen großindustriellen Einsatz schnell genug insbesondere Vertwistungen und unerwünschte Krümmungen von Dachziegeln, wie sie durch den Herstellungsprozess auftreten können, erkannt werden.

**[0031]** Die vorgenannten sowie die beanspruchten und in den Ausführungsbeispielen beschriebenen erfindungsgemäß zu verwendenden Bauteile unterliegen in ihrer Größe, Formgestaltung, Materialauswahl und technischen Konzeption keinen besonderen Ausnahmbedingungen, so dass die in dem Anwendungsgebiet bekannten Auswahlkriterien uneingeschränkt Anwendung finden können.

**[0032]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstands der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der – beispielhaft und schematisch – ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt ist.

**[0033]** In der Zeichnung zeigt:

**[0034]** Fig. 1 eine sehr schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

**[0035]** Es soll die Oberfläche eines keramischen nicht reflektierenden oder reflektierenden Dachziegels **30** geprüft werden. Das Objekt ist in der Zeichnung nur schematisch dargestellt worden, kann aber auch eine wesentlich kompliziertere dreidimensionale Form aufweisen. Die Oberfläche kann dabei auch Unstetigkeiten aufweisen wie beispielsweise Kanten, Falzen oder Sprünge. Das Objekt **30** liegt in der gezeigten Momentbetrachtung auf einem das Objekt transportierenden Förderband **21** auf. Zur Qualitätsprüfung ist oberhalb des Objekts eine erfindungsgemäße Vorrichtung stark vereinfacht dargestellt. Die Vorrichtung umfasst in der gezeigten Ausführungsform einen Projektor **13** zur Einblendung eines geometrischen Musters auf mindestens den zu prüfenden Oberflächenabschnitt des Objekts **30**. Eine Kamera **11**, welche auch als Farbkamera ausgebildet sein kann, ist mittig oberhalb eines neben dem Projektor **13** angeordneten Strahlteilers **12** montiert. Die Kamera kann ortsfest montiert sein. Unterhalb der optischen Einheiten **11**, **12** und **13** ist eine als Kuppel oder Halbrund ausgebildete Beleuchtungseinrichtung **14** vorgesehen. Diese Beleuchtungsvorrichtung kann als so genannte „Cloudy Day“-Beleuchtung ausgestaltet sein. Dazu umfasst die Prüfvorrichtung eine Beleuchtungseinrichtung **15**, welche das Objekt durch Reflexion an der Kuppel beleuchtet. Die Steuerung der optischen Einheiten **11**, **12** und **13** und die Datenverarbeitung der Kameraaufnahmen werden durch die Auswerteeinrichtung **40** erfindungsgemäß ausgeführt. In der Auswerteeinrichtung **40** kann aus den Daten einer Kameraaufnahme eines auf den zu prüfenden Oberflächenabschnitt eingeblendeten geometrischen Musters ein Höhenprofil abgenommen werden, welches mit einem hinterlegten Sollwert verglichen werden kann. Die Auswerteeinrichtung **40** kann sowohl über eine Eingabeeinrichtung und einen Monitor durch eine Person eingestellt, überwacht und gewartet werden. Dies kann jedoch auch ferngesteuert über eine kabelgebundene oder kabellose Datenverbindung beispielsweise durch einen standortfremden Computer **50** ausgeführt werden.

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 0228515 A2 [0002]
- DE 3504975 B [0002]
- EP 1882896 A1 [0004]

**Patentansprüche**

1. Prüfvorrichtung zur Qualitätsprüfung von keramischen Oberflächen, umfassend

- eine Einrichtung (13) zur Einblendung eines geometrischen Musters auf einen zu prüfenden Oberflächenabschnitt,
- mindestens eine Kamera (11) zur Aufnahme des zu prüfenden Oberflächenabschnitts mit eingeblendetem Muster, und
- eine Auswerteeinrichtung (40) zur Auswertung der Kameraaufnahme,

**dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinrichtung (40) derart ausgestaltet ist, dass basierend auf der Kameraaufnahme eine Abnahme von Höhenprofilen und deren Vergleich mit hinterlegten Sollwerten vornehmbar sind.

2. Prüfvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (40) derart ausgestaltet ist, dass zur Berechnung der Höhenprofile eine Korrektur der Einblendung mit zuvor gemessenen Verdrehwinkeldaten vornehmbar ist.

3. Prüfvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (13) zur Einblendung eines geometrischen Musters einen Streifenprojektor und/oder mindestens einen Laser umfasst.

4. Prüfvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfvorrichtung zwei, drei, vier oder mehr Kameras (11) umfasst.

5. Prüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfvorrichtung mindestens eine Farbkamera (11) umfasst.

6. Prüfvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (11) eine optische Auflösung von mindestens 628 mal 480 Pixel aufweist.

7. Verfahren zur Qualitätsprüfung von keramischen, insbesondere nicht reflektierenden oder reflektierenden, Oberflächen umfassend die Schritte:

- Einblendung eines in geometrischen Musters auf den zu prüfenden Oberflächenabschnitt,
- gegebenenfalls Korrektur der Einblendung mit zuvor gemessenen Verdrehwinkelraten durch die Auswerteeinrichtung,
- anschließende Aufnahme der Einblendung durch mindestens eine Kamera,
- Übergabe der Daten der Aufnahme an eine Auswerteeinrichtung,
- Abnahme eines Höhenprofils aus den Daten der Aufnahme durch die Auswerteeinrichtung, und
- Vergleich des ermittelten Höhenprofils mit hinterlegten Sollwerten.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass als geometrisches Muster ein Streifenmuster und/oder ein Gittermuster eingeblendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme der Einblendung von zwei, drei, vier oder mehr Kameras (11) erzeugt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfung an bewegten Objekten (30) vorgenommen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreiten von vorgegebenen Toleranzwerten ein Auswurfssignal zur Ausschleusung des Prüflings erzeugt wird.

12. Verwendung einer Prüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6 für die Qualitätsprüfung der Höhenprofile von keramischen, nicht reflektierenden oder reflektierenden Oberflächen, insbesondere von Dachziegeln (30).

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

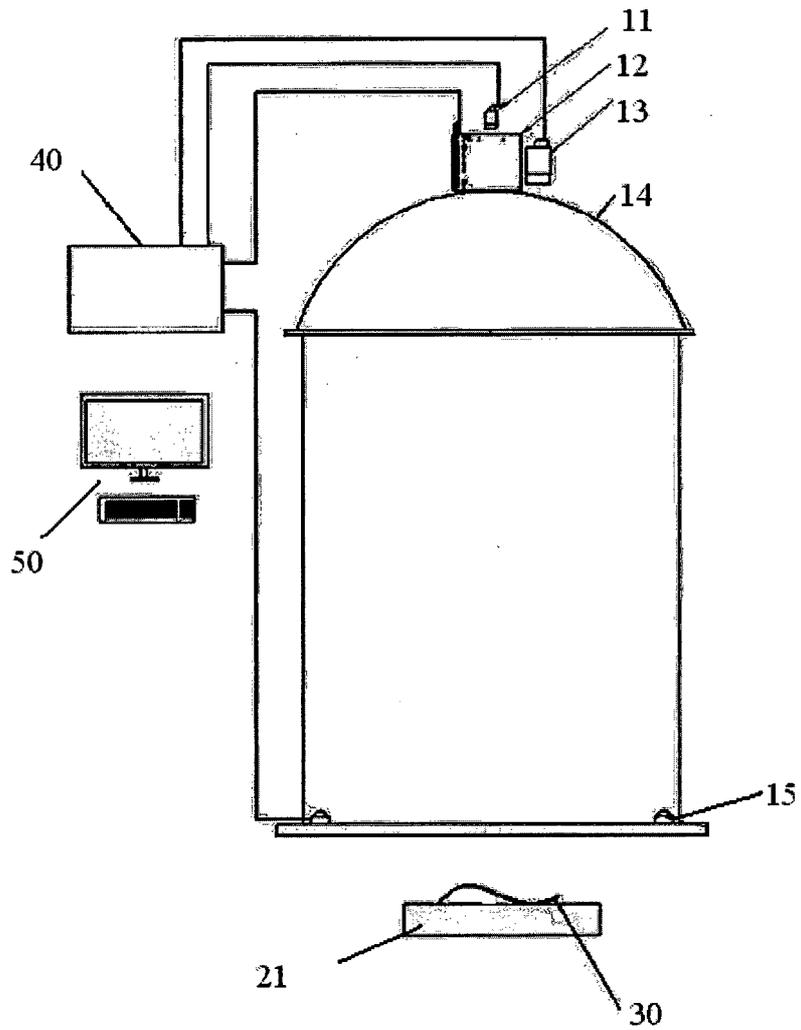


Fig. 1