



⁽¹⁰⁾ **DE 10 2015 114 334 A1** 2016.06.23

Offenlegungsschrift

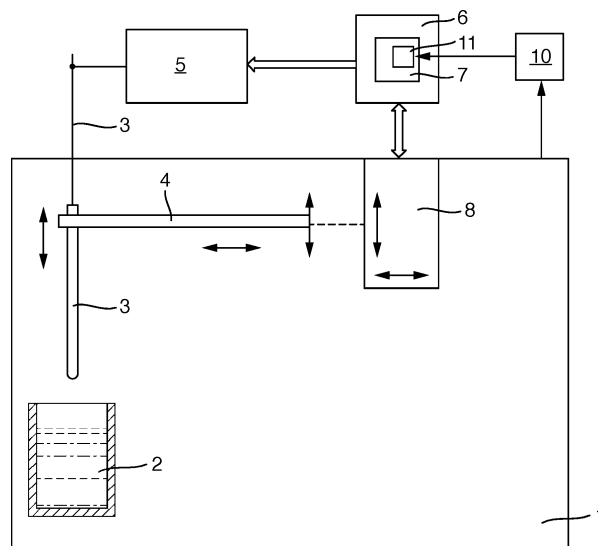
C03B 7/14 (2006.01)

Zilly, Roland, 09387 Jahnsdorf, DE; Enderwitz, Carsten, 04736 Waldheim, DE; Drüding, Tom, 04683 Naunhof, DE; Bindrich, Jens, 01159 Dresden, DE

**Koslowski, Christine, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat.,
79576 Weil am Rhein, DE**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur automatisierten Herstellung von Glaskörpern mit einer vorgegebenen Wandstärke, vorzugsweise für elektrochemische Sensoren**

- automatisches Messen einer Ist-Wandstärke mindestens eines der Glaskörper und Vergleichen der Ist-Wandstärke mit einer vorgegebenen Soll-Wandstärke;
- automatisches Anpassen des mindestens einen Prozessparameters basierend auf dem Vergleich der Ist-Wandstärke mit der vorgegebenen Soll-Wandstärke.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatisierten Herstellung von Glaskörpern mit einer vorgegebenen Wandstärke, vorzugsweise für elektrochemische Sensoren. Bei diesem Verfahren wird eine Serie solcher Glaskörper gefertigt, wobei jeder einzelne Glaskörper der Serie mittels eines durch mindestens einen Prozessparameter beeinflussten Prozesses hergestellt wird. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Aus der DE 101 16 099 B4 sind ein automatisierter Prozess und eine Vorrichtung zur Herstellung eines geblasenen Glaskörpers bekannt. Bei diesem automatisierten Verfahren wird ein luft- oder gasdurchströmbares Tauchrohr in eine Glasschmelze eingetaucht und anschließend wieder herausgezogen, um eine Menge geschmolzenen Glases aus der Glasschmelze zu entnehmen. Dabei wird das entnommene Glas mittels durch das Tauchrohr strömender Luft oder Gas in die Form des herzustellenden Glaskörpers geblasen. Mittels einer rechnergesteuerten Steuereinrichtung wird die tatsächliche Körperform der hergestellten Glaskörper mit einem Soll-Zustand der Körperform abgeglichen, indem Referenzpunkte des Soll-Zustandes, die in der Recheneinheit gespeichert sind, mit der tatsächlichen Körperform des Glaskörpers unter Zuhilfenahme einer Bildverarbeitungseinrichtung verglichen werden. Aufgrund dieser Unterschiede zwischen Soll- und gemessener Geometrie wird der Anblasvorgang gesteuert.

[0003] Prozessbedingt weisen die in der Serienfertigung von geblasenen Glaskörpern verwendeten Tauchrohre untereinander bereits geringe Abweichungen hinsichtlich ihrer Geometrie, insbesondere ihres Durchmessers, ihrer Wandstärke und ihrer Ebenensymmetrie auf. Diese Varianz zieht sich durch den gesamten Herstellungsprozess hindurch und hat Abweichungen in der Geometrie des Glaskörpers zur Folge. Einen wichtigen Einfluss auf die Geometrie des Glaskörpers hat beispielsweise die aus der Glasschmelze mittels des Tauchrohrs entnommene Menge an geschmolzenem Glas. Eine Varianz der Geometrie des in die Glasschmelze eintauchenden Endbereichs der Tauchrohre führt zu einer Varianz der beim Eintauchen in die Glasschmelze entnommenen Menge an geschmolzenen Glas und daher auch zu einer Varianz der daraus erzeugten Glaskörpergeometrien. Für die Gütebeurteilung des herzustellenden Glaskörpers ist u.a. die Wandstärke ausschlaggebend. Trotz automatisiertem Herstellungsprozess wird die Wandstärke der hergestellten Glaskörper manuell am Anfang einer Charge und mit einzelnen Prüfschritten innerhalb einer Charge kontrolliert. Werden gravierende Fehler in der Wandstärke festgestellt, so passt der Maschinenbediener die

Prozessparameter des Anblasvorganges an. Ein solches manuelles Vorgehen ist sehr zeitaufwändig und nicht immer fehlerfrei.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatisierten Herstellung von Glaskörpern anzugeben, bei welchem die Wandstärke mittels eines geringen Zeitaufwandes geprüft und verändert werden kann.

[0005] Erfindungsgemäß ist die Aufgabe dadurch gelöst, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Herstellen einer Serie von Glaskörpern, wobei jeder einzelne Glaskörper der Serie mittels eines durch mindestens einen Prozessparameter beeinflussten Prozesses hergestellt wird;
- automatisches Messen einer Ist-Wandstärke mindestens eines der Glaskörper und Vergleichen der Ist-Wandstärke oder eines daraus abgeleiteten Werts mit einer vorgegebenen Soll-Wandstärke;
- automatisches Anpassen des mindestens einen Prozessparameters basierend auf dem Vergleich der Ist-Wandstärke mit der vorgegebenen Soll-Wandstärke.

[0006] Dies hat den Vorteil, dass innerhalb des Produktionsprozesses einer Serie von Glaskörpern die Wandstärke der nach dem Anpassen des mindestens einen Prozessparameters zeitlich nachfolgend hergestellten Glaskörper der Serie automatisch angepasst werden kann, indem bei der Erfassung einer Abweichung der Ist-Wandstärke von der Soll-Wandstärke automatisch der Prozess zur Herstellung der einzelnen Glaskörper verändert wird, nämlich durch Anpassung des mindestens einen Prozessparameters, um ihre Wandstärke in Richtung Soll-Wandstärke zu verändern.

[0007] Der Prozess zur Herstellung der einzelnen Glaskörper der Serie kann das Eintauchen eines gasdurchströmbaren Tauchrohrs in eine Glasschmelze und das anschließende Herausziehen des Tauchrohrs aus der Glasschmelze umfassen, wobei eine aus der Glasschmelze entnommene Menge geschmolzenen Glases von einem, durch das Tauchrohr strömenden Gas zur Bildung des Glaskörpers angeblasen wird.

[0008] Nach dem Anpassen des mindestens einen Prozessparameters kann das Herstellen einer Serie von Glaskörpern mit dem mindestens einen angepassten Prozessparameter fortgesetzt werden.

[0009] In einer Variante wird eine Wandstärke des mindestens einen der produzierten Glaskörper automatisch gemessen und mit einer Soll-Wandstärke verglichen und bei einer Abweichung der Ist-Wandstärke von der Soll-Wandstärke eine automatische

Regelung zur selbsttätigen Einstellung eines einen Anblasvorgang zur Ausbildung des Glaskörpers beeinflussenden Prozessparameters in Richtung Soll-Wandstärke verändert.

[0010] Bei der Erfassung der Abweichung der Ist-Wandstärke von der Soll-Wandstärke können automatisch ein oder mehrere Parameter des Herstellungsprozesses des Glaskörpers verändert werden, um die Wandstärke in Richtung Soll-Wandstärke zu verändern.

[0011] Vorteilhafterweise wird die Ist-Wandstärke der gefertigten Glaskörper in vorgegebenen Zeitabständen gemessen, wobei aus den Ist-Wandstärken einer vorgegebenen Anzahl von gefertigten Glaskörpern ein Mittelwert gebildet wird, welcher mit der Soll-Wandstärke verglichen wird. Zwar werden nur Ist-Wandstärken von einzelnen Glaskörpern in vorgegebenen Zeitabständen bestimmt, durch die Bildung des Mittelwertes lässt sich aber eine Tendenz der Ist-Wandstärke der hergestellten Glaskörper gegenüber der Soll-Wandstärke ermitteln. Aufgrund dieser ermittelten Tendenz wird durch die Regelung Einfluss auf den Herstellungsprozess der Glaskörper genommen. Dabei wird der Anblasvorgang der Glaskörper so verändert, dass die Ist-Wandstärke sich wieder der Soll-Wandstärke angleicht.

[0012] In einer Ausgestaltung stellt der Mittelwert einen gleitenden Mittelwert über die vorgegebene Anzahl von gefertigten Glaskörpern dar. Dieser gleitende Mittelwert offenbart somit die Richtung der sich ändernden Wandstärke, so dass jederzeit festgestellt werden kann, ob die Produktionsparameter des Anblasvorganges in die richtige Richtung zur Einstellung der Soll-Wandstärke verstellt wurden.

[0013] In einer Variante werden bei der Einstellung des Anblasvorganges produktionsspezifische Prozessparameter, wie ein Anblasdruck über der Zeit geändert. Dabei ist für Glaskörper in Form von Flachmembranen der Parameter des konstanten Anblasdrucks über der Zeit von besonderer Bedeutung, während bei einem Glaskörper in Form von einer Kugelmembran der Parameter Anblasdruck über der Zeit besondere Bedeutung aufweist.

[0014] In einer Ausführungsform wird zur automatischen Messung der Wandstärke während der Herstellung ein konfokales Messsystem oder eine Bildaufnahmeeinrichtung verwendet. Diese Messeinrichtungen lassen sich einfach in den Produktionsprozess eingliedern, da beide auf einem optischen Verfahren beruhen und daher keine konstruktiven Veränderungen an dem Herstellungsprozess vorgenommen werden müssen.

[0015] Eine Weiterbildung der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur automatisierten Herstellung von

Glaskörpern mit einer vorgegebenen Wandstärke, vorzugsweise für elektrochemische Sensoren, umfassend eine rechnerbasierte Steuereinheit, welche eine Prozesseinrichtung während eines Herstellens einer Serie von Glaskörpern ansteuert, wobei jeder einzelne Glaskörper der Serie mittels eines durch mindestens einen Prozessparameter beeinflussten Prozess, insbesondere eines Anblasvorgangs, hergestellt wird. Bei einer Vorrichtung, bei welcher die Wandstärke der Glaskörper einfach und unkompliziert überwachbar ist, ist eine Wandstärkemesseinrichtung zur Bestimmung der Wandstärke jeweils eines Glaskörpers der Prozesseinrichtung nachgeordnet, welche zur Übermittlung der gemessenen Ist-Wandstärken der Glaskörper mit der Steuereinheit verbunden ist, welche durch einen Vergleich der Ist-Wandstärke mindestens eines der Glaskörper oder eines daraus abgeleiteten Werts mit einer Soll-Wandstärke Prozessparameter der Prozesseinrichtung zur Veränderung des Prozesses, insbesondere eines Anblasvorganges, zum Herstellen der einzelnen Glaskörper in Richtung Soll-Wandstärke einstellt. Dies hat den Vorteil, dass sich sehr einfach und schnell ein Trend der Wandstärke der in einem Produktionszyklus hergestellten Glaskörper ermitteln lässt, wobei sich noch während der laufenden Produktion einer Serie die Wandstärke der Glaskörper verändern lässt. Somit wird die Produktion von Ausschuss reduziert, da noch während der Produktion festgestellt werden kann, welche Wandstärke die gefertigten Glaskörper aufweisen.

[0016] Vorteilhafterweise ist die Wandstärkemesseinrichtung als konfokale Messeinrichtung oder als Bildaufnahmeeinrichtung ausgebildet. Mittels dieser Wandstärkemesseinrichtungen, die auf optischen Messsystemen beruhen, lässt sich während des Produktionsprozesses die Wandstärke der Glaskörper in eine Regelung einbeziehen.

[0017] Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

[0018] Es zeigen:

[0019] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Einstellung einer Wandstärke,

[0020] Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für einen an einem Tauchrohr angeblasenen Glaskörper.

[0021] Gleiche Merkmale sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0022] In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung Herstellung einer Serie von Glaskörpern dargestellt. Ein solcher Glaskörper kann beispielsweise eine Kugelmembran für einen pH-Sensor darstel-

len. Die Vorrichtung umfasst eine Prozesseinrichtung **1**, in welcher eine Glasschmelzeinrichtung **2** vorhanden ist, in die ein Tauchrohr **3** mittels einer Haltevorrichtung **4** eingetaucht und wieder herausgezogen wird. Das Tauchrohr **3** ist über einem flexiblen Schlauch mit einer Drucklufteinrichtung **5** verbunden, welche an eine Steuereinrichtung **6**, die eine Recheneinheit **7** aufweist, führt. Über eine, mit der Haltevorrichtung **4** verbundene Stelleinrichtung **8**, welche ebenfalls mit der Steuereinrichtung **6** verbunden ist, wird das Tauchrohr **3** in die Schmelzeinrichtung **2** abgesenkt und wieder herausgezogen. Dabei entnimmt das Tauchrohr **3** eine Menge geschmolzenen Glases aus der Glasschmelzeinrichtung **2**. Durch die Zuführung von Druckluft aus der durch die Recheneinheit **6** angesteuerten Drucklufteinrichtung **5** wird eine, den Glaskörper **9** bildende Glasmembran, wie sie in **Fig. 2** dargestellt ist, angeblasen.

[0023] An die Prozesseinrichtung **1** schließt sich eine Wandstärkenmesseinrichtung **10** an, in welcher die hergestellte Glasmembran hinsichtlich ihrer Wandstärke vermessen wird. Bei einer solchen Wandstärkemesseinrichtung **10** wird ein konfokales Messsystem zur optischen und berührungslosen Messung der Wandstärke eingesetzt. Solche konfokalen Messsysteme senden ein breites Lichtspektrum aus, wobei in Abhängigkeit der Wandstärke entsprechende Reflexionen erzeugt werden, die von der Wandstärkemesseinrichtung **10** ausgewertet werden. Mit Hilfe dieser Reflexionen kann unter Verwendung des jeweiligen Brechungsindex die Wandstärke berechnet werden.

[0024] Auf diese Art und Weise wird die Wandstärke der mittels der Vorrichtung nacheinander in Serie hergestellten Glaskörper **9** in vorgegebenen Zeitfenstern vermessen, wobei die Wandstärken von mehreren Glasmembranen an die Steuereinrichtung **6** übersendet werden. Die Steuereinrichtung **6** speichert diese Daten in einem Speicher und ermittelt aus einer vorgegebenen Anzahl von Wandstärken Mittelwerte, die an einen, in der Steuereinrichtung **6** ausgebildeten softwareartigen Regler **11** weitergeleitet werden. Da der Mittelwert als gleitender Mittelwert ausgebildet ist, bei welchem immer der älteste Wert der Wandstärke eliminiert und ein nächster Wert der Wandstärke eines weiteren Glaskörpers **9** hinzugenommen wird, lässt sich vorzugsweise ein Trend bei der Wandstärke der Glaskörper **9** feststellen.

[0025] Der Regler **11** ist so programmiert, dass dieser nach einer variabel festzulegenden Stückzahl von Glaskörpern **9** die Kontrolle der Wandstärke der Glaskörper **9** startet. Aufgrund der zwischen dem Mittelwert und der Soll-Wandstärke durch den Regler **11** ermittelten Abweichungen wird die Anblaskurve der Glaskörper **9** in der Prozesseinheit **1** verändert. Insbesondere wird dabei das Anblasen während der Zeit, insbesondere der Blasdruck als Funktion der

Zeit als ein den Anblasvorgang beeinflussender Prozessparameter, variiert. Dies erfolgt, indem die Steuereinrichtung **6** die Drucklufteinrichtung **5** entsprechend ansteuert.

[0026] Somit können nach wiederholter Feststellung einer Abweichung des Mittelwerts der Ist-Wandstärke von der vorgegebenen Soll-Wandstärke die produktionsspezifischen Einstellparameter des Herstellprozesses des einzelnen Glaskörpers automatisch verändert werden, so dass die anschließend hergestellten Glaskörper **9** die gewünschte Soll-Wandstärke und somit die geforderte Qualität besitzen. Dieses beschriebene Verfahren ist sowohl für Glaskörper in Form von Flachmembranen als auch für Glaskörper, die als Kugelmembranen ausgestaltet sind, anwendbar.

ZITATE ENTHALTEN 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

- DE 10116099 B4 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatisierten Herstellung von Glaskörpern mit einer vorgegebenen Wandstärke, wobei das Verfahren umfasst:

- Herstellen einer Serie von Glaskörpern (9), wobei jeder einzelne Glaskörper (9) der Serie mittels eines durch mindestens einen Prozessparameter beeinflussten Prozesses hergestellt wird;
- automatisches Messen einer Ist-Wandstärke mindestens eines der Glaskörper (9) und Vergleichen der Ist-Wandstärke oder eines daraus abgeleiteten Werts mit einer vorgegebenen Soll-Wandstärke;
- automatisches Anpassen des mindestens einen Prozessparameters basierend auf dem Vergleich der Ist-Wandstärke mit der vorgegebenen Soll-Wandstärke.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Prozess umfasst:

- Eintauchen eines gasdurchströmbaren Tauchrohrs (3) in eine Glasschmelze und anschließendes Herausziehen des Tauchrohrs (3) aus der Glasschmelze, wobei eine aus der Glasschmelze entnommene Menge geschmolzenen Glases von einem, durch das Tauchrohr (3) strömenden Gas zur Bildung des Glaskörpers (9) angeblasen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei nach dem Anpassen des mindestens einen Prozessparameters das Herstellen einer Serie von Glaskörpern (9) mit dem angepassten Prozessparameter fortgesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ist-Wandstärke des mindestens einen Glaskörpers (9) automatisch gemessen und mit der Soll-Wandstärke verglichen wird und bei einer Abweichung der Ist-Wandstärke oder des daraus abgeleiteten Werts von der Soll-Wandstärke eine Regelung zur Einstellung eines einen Anblasvorganges zur Ausbildung der Glaskörper (9) beeinflussenden Prozessparameters in Richtung Soll-Wandstärke selbsttätig verändert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ist-Wandstärken der gefertigten Glaskörper (9) in vorgegebenen Zeitabständen gemessen werden, wobei aus den Ist-Wandstärken einer vorgegebenen Anzahl von gefertigten Glaskörpern (9) der Serie ein Mittelwert gebildet wird, welcher mit der Soll-Wandstärke verglichen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mittelwert einen gleitenden Mittelwert über die vorgegebene Anzahl von gefertigten Glaskörpern (9) der Serie darstellt.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der mindestens eine Prozessparameter ein Anblasdruck, insbesondere ein Anblasdruck als Funktion der Zeit, ist, mit dem das Gas zur Bildung der Glaskörper (9) durch das Tauchrohr (3) strömt.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur automatischen Messung der Ist-Wandstärke ein konfokales Messsystem (10) oder eine Bildaufnahmeeinrichtung verwendet wird.

9. Vorrichtung zur automatisierten Herstellung von Glaskörpern (9) mit einer vorgegebenen Wandstärke, vorzugsweise für ein elektrochemische Sensoren, umfassend eine rechnerbasierte Steuereinrichtung (6), welche eine Prozesseinrichtung (1) während eines Herstellens einer Serie von Glaskörpern (9) ansteuert, wobei jeder einzelne Glaskörper (9) der Serie mittels eines durch mindestens einen Prozessparameter beeinflussten Prozess hergestellt wird; **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Wandstärkemesseinrichtung (10) zur Bestimmung einer Ist-Wandstärke eines Glaskörpers (9) der Prozesseinrichtung (1) nachgeordnet ist, welche zur Übermittlung der gemessenen Ist-Wandstärke mit der Steuereinrichtung (6) verbunden ist, welche durch einen Vergleich der Ist-Wandstärke oder eines daraus abgeleiteten Werts mit einer vorgegebenen Soll-Wandstärke den mindestens einen Prozessparameter der Prozesseinrichtung (1) zur Veränderung des Prozesses zum Herstellen der einzelnen Glaskörper (9) in Richtung Soll-Wandstärke anpasst.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandstärkemesseinrichtung (10) als konfokale Messeinrichtung oder als Bildaufnahmeeinrichtung ausgebildet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

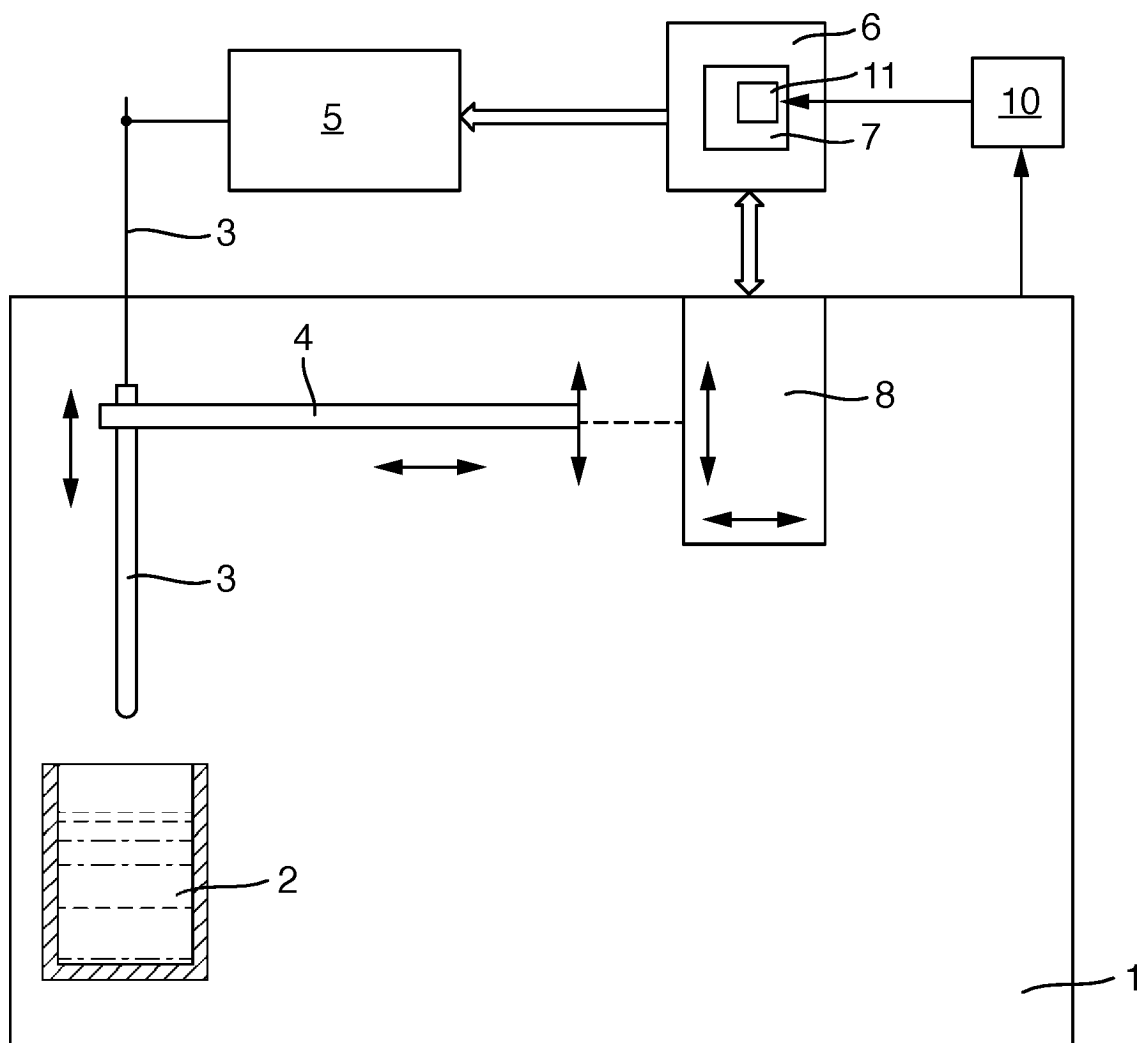


Fig. 1

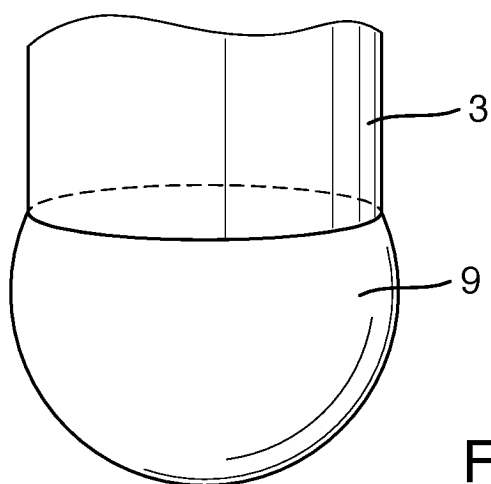


Fig. 2