



(10) **DE 10 2019 005 487 B3** 2020.07.09

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 005 487.3**
 (22) Anmeldetag: **06.08.2019**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **09.07.2020**

(51) Int Cl.: **G01B 11/06 (2006.01)**
C03B 9/30 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Heye International GmbH, 31683 Obernkirchen,
 DE**

(74) Vertreter:
Sobisch & Kramm, 37581 Bad Gandersheim, DE

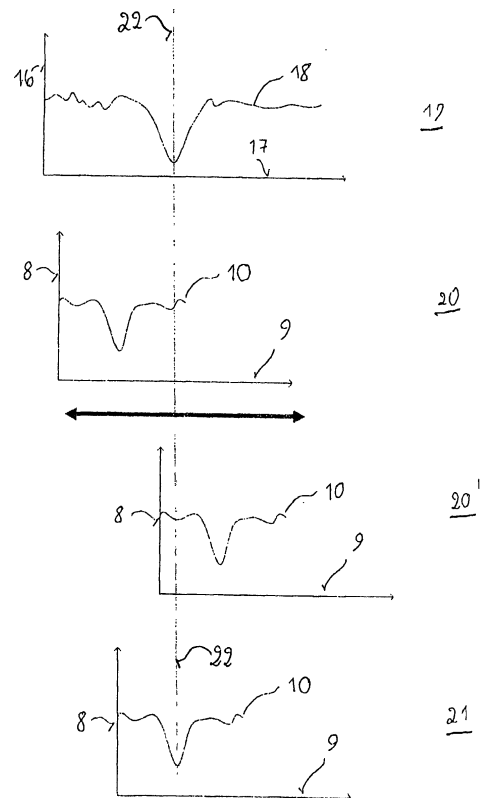
(72) Erfinder:
Pörtner, Dirk, 31691 Helpsen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2011 / 0 141 264	A1
US	2015 / 0 076 353	A1
US	5 437 702	A
EP	2 873 652	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Wandstärkenmessung eines Hohlglasartikels**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wandstärkemessung von Hohlglasartikeln (2) in einer Hohlglasproduktionsanlage, wobei die von jedem, am heißen Ende aus einer Glasformmaschine austretenden Hohlglasartikel (2) emittierte IR-Strahlung zumindest bereichsweise erfasst und durch eine Funktion (10) abgebildet wird, wobei der gleiche Hohlglasartikel (2) nach Durchlaufen eines Kühlrofens in Umfangsrichtung hinsichtlich einer Wandstärkeverteilung vermessen und wobei die erfasste Wandstärkeverteilung durch eine Funktion (18) abgebildet wird. Unter Anwendung von Korrelationsverfahren wird geprüft, ob der Verlauf der Funktion (10) in der Funktion (18) enthalten ist, wobei bejahendenfalls den Messwerten der IR-Strahlung am heißen Ende Messwerte der Wandstärke zugeordnet werden können, so dass bereits am heißen Ende die Wandstärkeverteilung des Hohlglasartikels bekannt und zu Kontrollzwecken umsetzbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Herstellung von Hohlglasartikeln beispielsweise auf einer I.S.-Maschine ist durch einen kontinuierlich ablaufenden Glasformgebungsprozess gekennzeichnet, wobei ausgehend von einer Reihe von portioniert bereitgestellten schmelzflüssigen Glastropfen in einem zweistufigen Prozess in einer Vorform zunächst ein Rohling, das sogenannte Kübel und aus diesem anschließend in einer Fertigform ein Endprodukt gebildet werden. Das Endprodukt, nämlich ein Hohlglasartikel, durchläuft unter Mitwirkung eines Förderbandes einen Kühllofen, wobei sich einige, die Oberfläche beschichtende oder auch versiegelnde Behandlungsstufen anschließen können. Der Ausgang des Kühllofens bildet den Anfang des kalten Endes der Glasproduktionsanlage. Der Artikel unterliegt mit dem Zeitpunkt des Verlassens der Fertigform, somit am heißen Ende der Hohlglasproduktionsanlage einem ständigen Wärmeverlust und muss noch auf das eventuelle Vorliegen von Herstellungsfehlern geprüft werden. Praktisch vollzieht sich der Formgebungsvorgang in Großserien nach einem festgelegten zeitlichen Ablauf, so dass für den eigentlichen Prüfvorgang eines Hohlglasartikels nur eine vergleichsweise kurze Zeitspanne zur Verfügung steht. Die einer solchen Prüfung zugrunde liegenden Kriterien betreffen die Maßhaltigkeit und insbesondere die Massenverteilung des Artikels, dessen Rotationssymmetrie bezüglich seiner Längsachse einschließlich dessen Winkelorientierung bezüglich einer Vertikalen und schließlich die Fehlerfreiheit des Glaswerkstoffs. Als Fehler können hierbei Einschlüsse von Fremdstoffen, Gasblasen, Risse vertikaler und horizontaler Art, strukturelle Störungen bzw. Anomalien im Oberflächenbereich, interne Spannungsbereiche usw. auftreten.

[0003] Das Fertigprodukt dieses Formgebungsprozesses ist in jedem Fall durch eine Vielzahl an Einstellungen von Maschinenparametern beeinflusst und es besteht aus Gründen der Qualitätssicherung ein großes Interesse, jedem hergestellten Hohlglasartikel den jeweiligen Satz an Parametern einschließlich der jeweils benutzten Produktionsstation und / oder der verwendeten Vor- und Fertigformen zuzuordnen, um eventuell fehlerbehaftete Einstellungen oder Zustände frühzeitig erkennen und korrigieren zu können. Eine wichtige Voraussetzung hierzu ist, dass jeder hergestellte Hohlglasartikel mit einer Codierung versehen ist, auf deren Grundlage die Herstellung einer Zuordnung von Prozess- und Prüfdaten möglich ist. Zu diesen Daten sind auch die benutzte Vor- und Fertigform sowie der Herstellungszeitpunkt zu rechnen. In jedem Fall werden solche Hohlglasartikel, deren Prüfwerte in einem nicht mehr tolerier-

baren Maß von Sollwerten abweichen, ausgesondert und als Ausschuss verworfen.

[0004] Ein wichtiger zu prüfender Parameter eines Hohlglasartikels ist die Gleichförmigkeit dessen umfänglicher Wandstärkeverteilung, in Umfangsrichtung gesehen. Informationen betreffend diesen Parameter sollten zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt während des Ablaufs des Produktionsprozesses gewonnen werden, um im Fall von auftretenden Anomalien schnellstmöglich eingreifen zu können.

[0005] Es ist bekannt, den umfänglichen Wandstärkeverlauf an einem sich um seine Längsachse drehenden Hohlglasartikel am kalten Ende zu prüfen. Eine Prüfung am heißen Ende unter Anwendung der gleichen Prüfverfahren ist unter Berücksichtigung der temperaturbedingten geringen mechanischen Stabilität der Hohlglasartikel nicht möglich. Abweichungen in einer Soll-Wandstärkeverteilung zeigen Probleme in der Glashomogenität sowie allgemein im Formgebungsprozess auf, die an sich ein rasches Reagieren mit dem Ziel einer Beseitigung dieser Abweichungen erfordern. Eine Feststellung dieser Abweichungen erst am kalten Ende erfolgt somit bedingt durch die Zeitspanne hauptsächlich eines Durchlaufs durch den Kühllofen erst zu vergleichsweise späten Zeitpunkt.

[0006] Die US 5 437 702 A beschäftigt sich mit einer Vorrichtung zur Inspektion heißer Flaschen und ein Verfahren dafür. Dabei sind Messungen in einem heißen und in einem kalten Bereich einer Flaschenproduktionsanlage vorgesehen.

[0007] Die US 2011 / 0 141 264 A1 betrifft ein Verfahren und System zur Überwachung von Prozessen zum Formen von Glasbehältern, wobei ein mit einer IR-Kamera im heißen Bereich ermitteltes orts aufgelöstes Intensitätsdiagramm mit einem Referenzdiagramm in Beziehung gesetzt wird.

[0008] Es ist ferner bekannt, am heißen Ende IR-Kameras einzusetzen, welche eine Verteilung der Gesamtstrahlung einer Hohlglasartikelansicht vermitteln, von der angenommen wird, dass sie durch die Wandstärkeverteilung zumindest beeinflusst wird. So ist aus der EP 2 873 652 A1 ein Verfahren zur Verbesserung der Produktqualität einer Anlage zur Herstellung von Hohlglasartikeln bekannt, welches von Messungen der emittierten Wärmestrahlung mittels einer IR-Kamera sowie der Wanddicke am heißen Ende einer Hohlglasproduktionsanlage abhängig ist. Die Erfassung einer umfänglichen Verteilung der Wanddicke am heißen Ende ist jedoch - wie bereits erwähnt - problematisch mit Hinblick auf die an dieser Stelle noch geringe mechanische Stabilität der Hohlglasartikel. Zumindest wird hierdurch die Durchlaufgeschwindigkeit der Artikel begrenzt bzw. vermindert.

[0009] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten, dass zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt Informationen über die Wandstärkeverteilung eines Hohlglasartikels vorliegen. Gelöst ist diese Aufgabe bei einem solchen Verfahren durch die Merkmale des Kennzeichnungsteils des Anspruchs 1.

[0010] Erfindungswesentlich ist, dass am heißen Ende der Hohlglasproduktionsanlage eine IR-Aufzeichnung der von dem Hohlglasartikel emittierten Verteilung der Gesamtstrahlung vorgenommen wird, welches beispielsweise durch mehrere IR-Kameras beiderseits eines Transportbandes, auf dem die Hohlglasartikel aufstehen, durchgeführt wird. Der Hohlglasartikel, dessen Gesamtstrahlung aufgezeichnet worden ist, durchläuft anschließend eine Einrichtung zur thermischen Behandlung, z. B. einen Kühlofen und gelangt an dessen Ausgang zum kalten Ende der Hohlglasproduktionsanlage. Hier wird in herkömmlicher Weise eine umfängliche Verteilung der Wandstärke des Hohlglasartikels gemessen und aufgezeichnet, wobei beide Aufzeichnungen, nämlich diejenige der IR-Strahlung und diejenige, welche die Wandstärkeverteilung darstellt, jeweils zeit- und / oder artikelbezogen erfolgen. Beide Aufzeichnungen sind somit um die Zeitspanne der Durchlaufzeit durch den Kühlofen zeitlich versetzt. Es wird trotz des zeitlichen Versatzes angenommen, dass die am kalten Ende aufgezeichneten Werte der Wandstärkenverteilung und die am heißen Ende aufgezeichneten Werte der IR-Strahlung, bzw. der Gesamtstrahlung in einer funktionalen Abhängigkeit voneinander stehen, so dass unter Berücksichtigung dieses Zeitversatzes eine Kalibrierung der am heißen Ende aufgezeichneten Werte nach Maßgabe der Wandstärke möglich ist. Die Erfindung basiert somit auf der Prüfung einer Korrelation zwischen den Verläufen der Werte der Gesamtstrahlung und denjenigen der Wandstärken, und zwar bezogen auf einen Hohlglasartikel, so dass in jedem Fall die am heißen Ende ermittelten Strahlungswerte den Werten der Wandstärke zugeordnet werden können. Auf diese Weise ist eine frühestmögliche Vermessung der Wandstärkeverteilung im Rahmen des Herstellungsprozesses der Hohlglasartikel gegeben. Dies ermöglicht im Bedarfsfall eine Korrektur der Wandstärkeverteilung nach Maßgabe eines Sollwerts bereits am heißen Ende, welches einfach und schnell durchführbar ist.

[0011] Gemäß den Merkmalen des Anspruchs 2 erfolgt die Aufzeichnung der Werte der Strahlung am heißen Ende und des Wandstärkeverlaufs am kalten Ende jeweils zeitbezogen. Unter Zugrundelegung der zu erwartenden Laufzeit von dem Standort der IR-Kameras bis zum kalten Ende ermöglicht dies die Zuordnung der beiden genannten Werte jeweils bezogen auf einen definierten Hohlglasartikel und damit die Prüfung des Wandstärkeverlaufs bereits am heißen

Ende. Zum Ausgleich von Unschärfen kann hierbei für eine Formelnummer eine Mittelwertbildung der IR-Strahlungswerte und der Messwerte der Wandstärke über einen definierten Zeitraum erfolgen. Die auf diese Weise gemessenen Wandstärkewerte sollten zyklisch überprüft und im Bedarfsfall aktualisiert werden.

[0012] Gemäß den Merkmalen des Anspruchs 3 ist jeder Hohlglasartikel mit einer individuellen Kennzeichnung versehen, welche am heißen Ende erzeugt wird und welche am kalten Ende ausgelesen werden kann. Diese Kennzeichnung kann neben individuellen Daten des jeweiligen Hohlglasartikels auch Prozessdaten der Herstellung umfassen. Auch dieser Umstand kann zur Identifizierung eines bestimmten Hohlglasartikels am kalten Ende benutzt werden, wobei aufgrund einer zeitbezogenen Speicherung der Werte der Strahlung sowie der Werte des Wandstärkeverlaufs in Verbindung mit der Kennzeichnung eine eindeutige Zuordnung der Werte der Wandstärke zu den Werten der Strahlung möglich ist.

[0013] Gemäß den Merkmalen des Anspruchs 4 werden die Werte des Wandstärkeverlaufs am kalten Ende sowie der Gesamtstrahlung am heißen Ende jeweils durch Grafiken bzw. Funktionen dargestellt. Zur Prüfung ob in den aufgezeichneten Funktionen Übereinstimmungen vorliegen, kommen an diesen Grafiken unter Berücksichtigung eines Zeitversatzes ortsversetzt Korrelationsverfahren zur Anwendung, da sich der Verlauf der am kalten Ende aufgezeichneten Werte in dem Verlauf der am heißen Ende aufgezeichneten Werte für den Fall einer Übereinstimmung auffinden lassen muss. Liegt eine Übereinstimmung vor, können den Werten der Strahlung in der jeweils zugeordneten Grafik am heißen Ende Werte der Wandstärke zugeordnet werden, so dass bereits für das heiße Ende bezogen auf einen Hohlglasartikel eine Funktion generierbar ist, welche die Ermittlung von Werten betreffend die Wandstärke bzw. den Wandstärkeverlauf ermöglicht.

[0014] Die so am heißen Ende gemäß den Merkmalen des Anspruchs 5 ermittelte, den Wandstärkeverlauf beschreibende Information kann in unterschiedlicher Form dargestellt werden. Sie dient u. a. dazu, Kontrollfunktionen für den Betrieb der Hohlglasproduktionsanlage auszuüben. Von besonderem Vorteil ist in diesem Zusammenhang, dass diese Informationen zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt zur Verfügung stehen, so dass diese in unterschiedlicher Weise nutzbar sind.

[0015] Entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 6 ist jede IR-Kamera unter Berücksichtigung des für die Aufnahmen in Betracht zu ziehenden Wellenlängenbereichs auf die jeweils zugekehrten Vorderseiten des jeweiligen Hohlglasartikels fokussiert. Die am heißen Ende zu prüfenden Hohlglasartikel

haben eine Temperatur von ca. 300 °C bis 800 °C, welches einem Wellenlängenbereich von 5 µm bis 2,5 µm entspricht. Infolge dieser Fokussierung wird der Einfluss der Strahlung der Rückwand des Artikels vermindert, womit ein Beitrag zur Verbesserung eines Prüfungsergebnisses gegeben ist.

[0016] Die Merkmale der Ansprüche 7 und 8 sind auf unterschiedliche, lediglich beispielhaft zu verstehende Möglichkeiten der Nutzung der bereits am heißen Ende gewonnenen Informationen gerichtet. Diese können hiernach beispielhaft zu korrigierenden Eingriffen in die Einstellung von Maschinenparametern oder auch zum Auswurf von Hohlglasartikeln genutzt werden, welche bezogen auf Sollparameter nicht mehr tolerierbare Abweichungen aufweisen.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine am heißen Ende einzusetzende Sensoranordnung;

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine am kalten Ende einzusetzende Sensoranordnung;

Fig. 3 eine Seitenansicht eines Hohlglasartikels mit den am heißen Ende zu prüfenden Bereichen;

Fig. 4 eine Seitenansicht eines Hohlglasartikels mit den am kalten Ende zu prüfenden Bereichen;

Fig. 5 eine Darstellung der Intensitätsverteilung am heißen Ende;

Fig. 6 eine Darstellung der Wanddickenverteilung am kalten Ende;

Fig. 7 eine schematische Darstellung der Prüfung auf der Grundlage einer Korrelation zwischen den Messergebnissen am heißen und am kalten Ende.

[0018] Mit **1** ist in **Fig. 1** ein am heißen Ende einer im Übrigen nicht dargestellten Hohlglasproduktionsanlage eingesetztes Transportband bezeichnet, auf dem die aus dem Glasformprozess hervorgegangenen Hohlglasartikel **2** vertikal aufstehend in Richtung des Pfeils **3** zu einem ebenfalls nicht dargestellten Kühllofen überführt werden.

[0019] Seitlich neben dem Transportband **1** sind vier IR-Kameras **4** positioniert, deren Erfassungsbereiche symmetrisch zu einer vertikalen Längsmittlebene des Transportbandes **1** eingestellt sind.

[0020] **Fig. 3** zeigt in der Draufsicht drei rechteckförmige Erfassungsbereiche **5, 6, 7** auf dem Umfangsbereich des Hohlglasartikels **2**, von denen mittels der IR-Kameras vier IR-Aufnahmen erstellt werden, aus deren farblicher Wiedergabe Informationen über die Intensitätsverteilung emittierter IR-Strahlung gewon-

nen werden. Es wird somit die von dem Hohlglasartikel vorder- und rückseitig von diesen Erfassungsbereichen ausgehende Verteilung der Gesamtstrahlung ermittelt.

[0021] **Fig. 5** zeigt beispielhaft eine Grafik, auf deren Ordinate **8** die Intensitätswerte und auf deren Abszisse **9** eine Umfangskoordinate des Hohlglasartikels **2** dargestellt sind. Anhand der IR-Aufnahmen wird eine Funktion **10** dargestellt, welche die Intensitätsverteilung der von dem Hohlglasartikel **2** emittierten Wärmestrahlung in Abhängigkeit von der genannten Umfangskoordinate abbildet und von der Informationen über die Verteilung der Wanddicken des Hohlglasartikels **2** am heißen Ende ableitbar sind.

[0022] **Fig. 2** zeigt in der Draufsicht einen am kalten Ende der Hohlglasproduktionsanlage positionierten Drehteller **11**, entlang dessen Umfang Hohlglasartikel **2**, die einen Kühllofen durchlaufen haben, aufgestellt sind. Der Drehteller **11** ist in an sich bekannter Weise um eine vertikale Achse drehbar gelagert. Die Hohlglasartikel **2** sind an ihren Aufstellungspunkten um ihre jeweiligen vertikalen Achsen in Richtung des Pfeils **12** drehbar gelagert und gelangen nacheinander in den Erfassungsbereich zumindest eines Sensors **13**, der zur Messung der Wandstärkenverteilung eingerichtet ist. Hierbei kommen unterschiedliche Messverfahren zur Anwendung, wobei lediglich beispielhaft und ohne Anspruch auf Vollständigkeit die Verfahren der Lasertriangulation, konfokale Verfahren, kapazitive Verfahren etc. zu erwähnen sind. Der Sensor **13** dient einer Rundumvermessung der Wanddicke und es wird hierzu ergänzend auf die Darstellung gemäß **Fig. 4** Bezug genommen, in der Messlinien **14, 15, 15'** dargestellt sind, entlang derer die Wanddicke vermessen wird. Während einer Umdrehung des Hohlglasartikels um seine Längsachse wird eine vollständige Abwicklung der Wanddickenverteilung entlang dessen Umfangs aufgezeichnet. Praktisch kommen entlang jeder Messlinie **14, 15, 15'** ein Sensor zum Einsatz.

[0023] Die genannten drei Messlinien **14, 15, 15'** sind derart positioniert, dass sie jeweils durch einen der Erfassungsbereiche **5, 6, 7** verlaufen.

[0024] **Fig. 6** zeigt beispielhaft eine Grafik, welche das Ergebnis einer vollständigen umfänglichen Abwicklung einer Wanddickenverteilung darstellt. Entlang der Ordinate **16** ist hierbei die ermittelte Wanddicke beispielsweise in [mm] aufgetragen, wobei entlang der Abszisse **17** eine Umfangskoordinate des zu prüfenden Hohlglasartikels aufgetragen ist. Hierbei ergibt sich eine Funktion **18**, die den ermittelten Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen beschreibt.

[0025] Für den Gegenstand der Erfindung wird nunmehr davon ausgegangen, dass die Strahlungsver-

teilung am heißen Ende zumindest angenähert einem Abbild der Wanddickenverteilung am kalten Ende entspricht. Einer direkten Kalibrierung steht jedoch der Umstand entgegen, dass zwischen den Funktionen der Strahlungsverteilung am heißen Ende und der Wanddickenverteilung am kalten Ende ein Zeitversatz besteht, der durch die Laufzeit vom heißen Ende, im engeren Sinne dem Standort der IR-Kameras, zum kalten Ende bedingt ist, wobei der Kühllofen durchlaufen wird.

[0026] Jedem Hohlglasartikel **2** ist eine Formnummer zugeordnet und es werden die am heißen Ende gemessenen Strahlungswerte in der Form der Funktionen **10** beispielsweise zeitbezogen gespeichert. Die Zeitpunkte der am kalten Ende aufgezeichneten Funktionen **18** desselben Hohlglasartikels sind gegenüber dem entsprechenden Zeitpunkt der ermittelten Funktion **10** am heißen Ende im wesentlichen um das Maß der Kühllofendurchlaufzeit versetzt. Erfindungsgemäß werden die am kalten Ende ermittelten, die umfangliche Verteilung der Wandstärke indizierenden Funktionen **18** um die Kühllofenlaufzeit zeitversetzt den am heißen Ende ermittelten, die Verteilung der von den Hohlglasartikeln **2** emittierten IR-Strahlung indizierenden Funktionen **10** zugeordnet. Das Wesen des Erfindungsgegenstands basiert somit darauf, dass - bezogen auf den einzelnen Hohlglasartikel **2** - das Bild der Funktion **10** in dem Bild der Funktion **18** enthalten ist, so dass beispielsweise mittels mathematisch-statistischer Verfahren der Korrelation die Frage geprüft werden kann, ob dies tatsächlich der Fall ist, nämlich ob die Funktion **10** tatsächlich in der Funktion **18** enthalten ist. Die Anwendung anderer, dem Fachmann geläufiger Verfahren zur Prüfung von wenigstens teilweiser Übereinstimmung zweier Funktionen ist jedoch gleichermaßen möglich.

[0027] Bessere Ergebnisse können dadurch erreicht werden, dass der der Hohlglasartikel **2** eine individuelle Kennzeichnung aufweist, weil dann der Messung der Gesamtstrahlung die Messwerte der Wandstärke vom kalten Ende bei der Korrelation direkt zugeordnet werden können.

[0028] Das Ziel besteht in jedem Fall darin, den Werten der Funktion **10** Werte der Wandstärke zuzuordnen, um bereits am heißen Ende über exakte Informationen betreffend die Umfangsverteilung der Wandstärke zu gewinnen. Dies eröffnet für den Fall von Unregelmäßigkeiten bzw. Störungen in der Wandstärkeverteilung die Möglichkeit, zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt Änderungen an den Herstellungsparametern der Glasformgebung vorzunehmen mit dem Ziel, diese Unregelmäßigkeiten zu beseitigen oder im Bedarfsfall einen Hohlglasartikel **2** als Ausschuss zu verwerfen, da nicht mehr tolerierbare Abweichungen der Wandstärke von Sollwerten vorliegen..

[0029] Zur Darstellung einer Durchführung der Korrelation zwischen den Funktionen **10**, **18** wird im Folgenden Bezug genommen auf die Zeichnungsfigur **7**. Ausgangspunkt ist die am kalten Ende aufgezeichnete Umfangsverteilung der gemessenen, durch die Funktion **18** wiedergegebenen Wandstärken gemäß der Grafik **19**. Die, die Funktion **10** zeigenden Grafiken **20**, **20'** werden ortsversetzt entlang der eine vollständige Umfangsabwicklung zeigenden Grafik **19** verschoben und hinsichtlich einer eventuellen Übereinstimmung mit der Grafik **19** unter Anwendung von Korrelationsverfahren überprüft.

[0030] Die Grafiken **20**, **20'** zeigen hierbei keine Übereinstimmung - die Grafik **21** ist hingegen in der Grafik **19** enthalten. Dies bedeutet, dass die Grafik **21** dazu benutzt werden kann, anhand der Funktion **10** bereits am heißen Ende aufbauend auf einer Infrarotaufzeichnung über eine Messwertverteilung der Wandstärke des Hohlglasartikels zu verfügen und im Bedarfsfall in die Einstellung von Maschinenparametern der Hohlglasproduktionsanlage eingreifen zu können. Die so anhand der empfangenen IR-Strahlung gewonnenen Informationen über die Wandstärkeverteilung müssen in der Folge auf dem gleichen Wege wie vorstehend beschrieben zyklisch überprüft und im Bedarfsfall aktualisiert werden.

[0031] Mit **22** ist in **Fig. 7** die Lage einer Umfangskoordinate bezeichnet, welche den Ausgangspunkt einer Prüfung der Grafiken **20**, **20'**, und **21** im Sinne einer Korrelation mit der Grafik **19** bildet.

[0032] Man erkennt, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren dem Betreiber einer Hohlglasproduktionsanlage eine Methode zur frühestmöglichen Erkennung von Anomalien jeglicher Art in der umfanglichen Wandstärkenverteilung zur Verfügung gestellt wird.

Bezugszeichenliste

1. Transportband
2. Hohlglasartikel
3. Pfeil
4. IR-Kamera
5. Erfassungsbereich
6. Erfassungsbereich
7. Erfassungsbereich
8. Ordinate
9. Abszisse
10. Funktion
11. Drehteller
12. Pfeil

- 13. Sensor
- 14. Messlinie
- 15. Messlinie
- 15'. Messlinie
- 16. Ordinate
- 17. Abszisse
- 18. Funktion
- 19. Grafik
- 20. Grafik
- 20'. Grafik
- 21. Grafik
- 22. Lage

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung der umfänglichen Verteilung der Wandstärke eines Hohlglasartikels (2) in einer Hohlglasproduktionsanlage, bestehend zumindest aus einer Glasformmaschine und einer dieser in Durchlaufrichtung der Hohlglasartikel (2) nachgeordneten Einrichtung zur thermischen Behandlung derselben, mit Einrichtungen zum Transport der Hohlglasartikel (2) von dem Ausgang der Glasformmaschine, dem heißen Ende der Glasproduktionsanlage, bis zu dem Eingang der Einrichtung zur thermischen Behandlung und fortführend von deren Ausgang, dem Anfang des kalten Endes der Hohlglasproduktionsanlage, wobei am heißen Ende zumindest eine IR-Kamera (4) zur Aufzeichnung von Bereichen der von den Hohlglasartikeln (2) emittierten Verteilung der thermischen Gesamtstrahlung angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem kalten Ende eine umfängliche drehwinkelabhängige Vermessung der Verteilung der Wandstärke eines Hohlglasartikels (2) ermittelt wird, dass an dem heißen Ende die umfängliche Verteilung der Gesamtstrahlung des Hohlglasartikels (2) erfasst und der umfänglichen Vermessung der Wandstärke zugeordnet wird mit dem Ziel der Feststellung einer funktionellen Abhängigkeit zwischen den Werten der Verteilungen der Gesamtstrahlung und der Wandstärke, so dass anhand der Gesamtstrahlung am heißen Ende der Wandstärkeverlauf wertemäßig erkennbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gesamtstrahlung am heißen Ende sowie der Wandstärkeverlauf am kalten Ende zeit- und artikelbezogen ermittelt und aufgezeichnet werden, und dass unter Berücksichtigung der für den Durchlauf des Hohlglasartikels (2) vom heißen zum kalten Ende benötigten Zeitspanne eine Zuordnung der Werte der Gesamtstrahlung und der Werte des Wandstärkeverlaufs vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hohlglasartikel (2) mit einer individuellen Markierung versehen sind, dass diese Markierung am kalten Ende ausgelesen wird und dass anhand der Markierung eine zeit- und / oder artikelbezogene Zuordnung der Werte der Gesamtstrahlung sowie des Wandstärkeverlaufs vorgenommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zeit- und drehwinkelbezogenen Aufzeichnungen des Wandstärkeverlaufs sowie der Gesamtstrahlung eines Hohlglasartikels (2) jeweils durch Funktionen (18, 10) dargestellt werden und dass diese Funktionen (18, 10) durch Korrelation auf Übereinstimmung geprüft werden, um für den Fall einer Übereinstimmung eine Zuordnung der am heißen Ende gewonnenen Werte der Gesamtstrahlung zu den Werten des Wandstärkeverlaufs vornehmen zu können.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuordnung der Werte der Gesamtstrahlung zu den Werten der Wandstärke zur Kontrolle der im laufenden Betrieb der Glasproduktionsanlage sich ergebenden Werte des Wandstärkeverlaufs und im Bedarfsfall nach Maßgabe des Ergebnisses dieser Kontrolle zu Eingriffen in die Einstellungen von Maschinenparametern der Glasproduktionsanlage benutzt werden.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die IR-Kamera (4) unter Berücksichtigung des aufzuzeichnenden Wellenlängenbereichs auf eine der Kamera zugekehrte Vorderseite des Hohlglasartikels (2) fokussiert wird.

7. Verwendung der nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 6 gewonnenen Information über den Wandstärkeverlauf zu eventuellen korrigierenden Eingriffen in die Einstellungen von Maschinenparametern der Glasproduktionsanlage.

8. Verwendung der nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 6 gewonnenen Information über den Wandstärkeverlauf zum eventuellen Auswurf eines jeweils geprüften Hohlglasartikels (2).

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

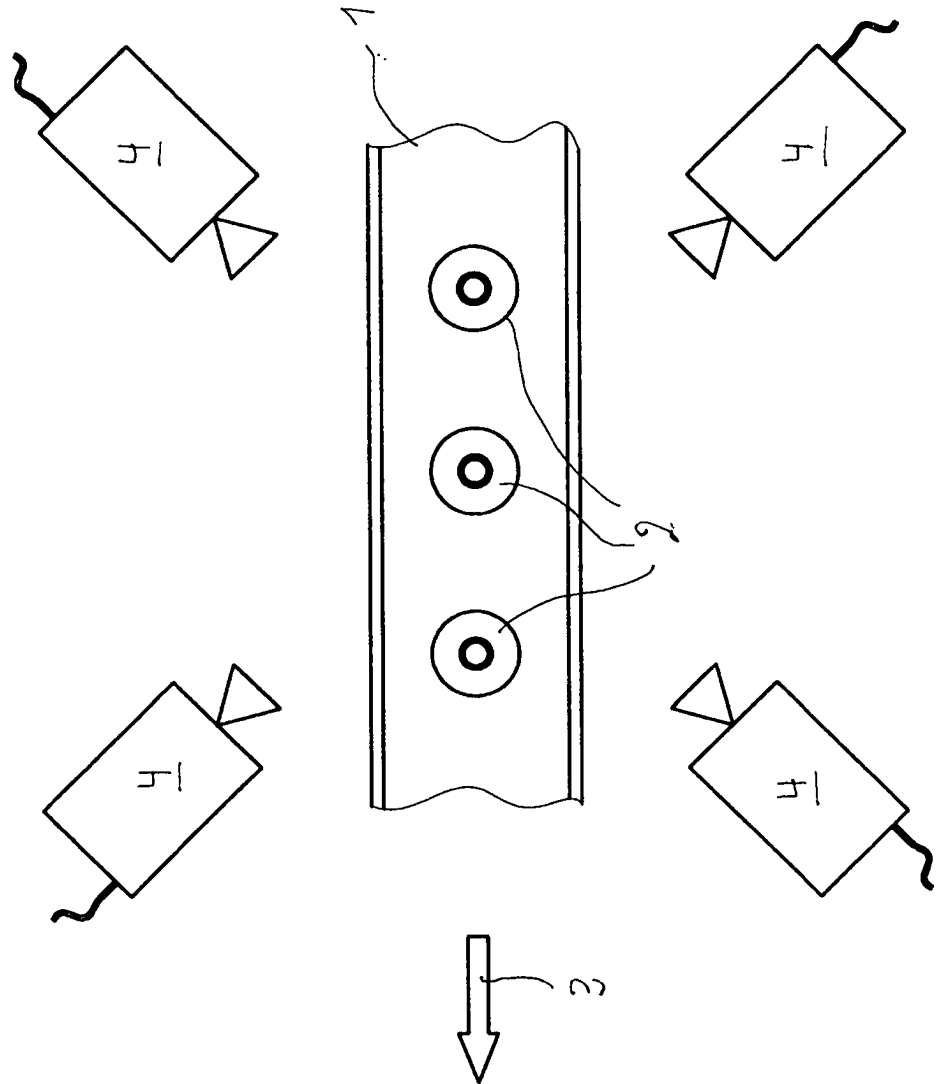


Fig. 1

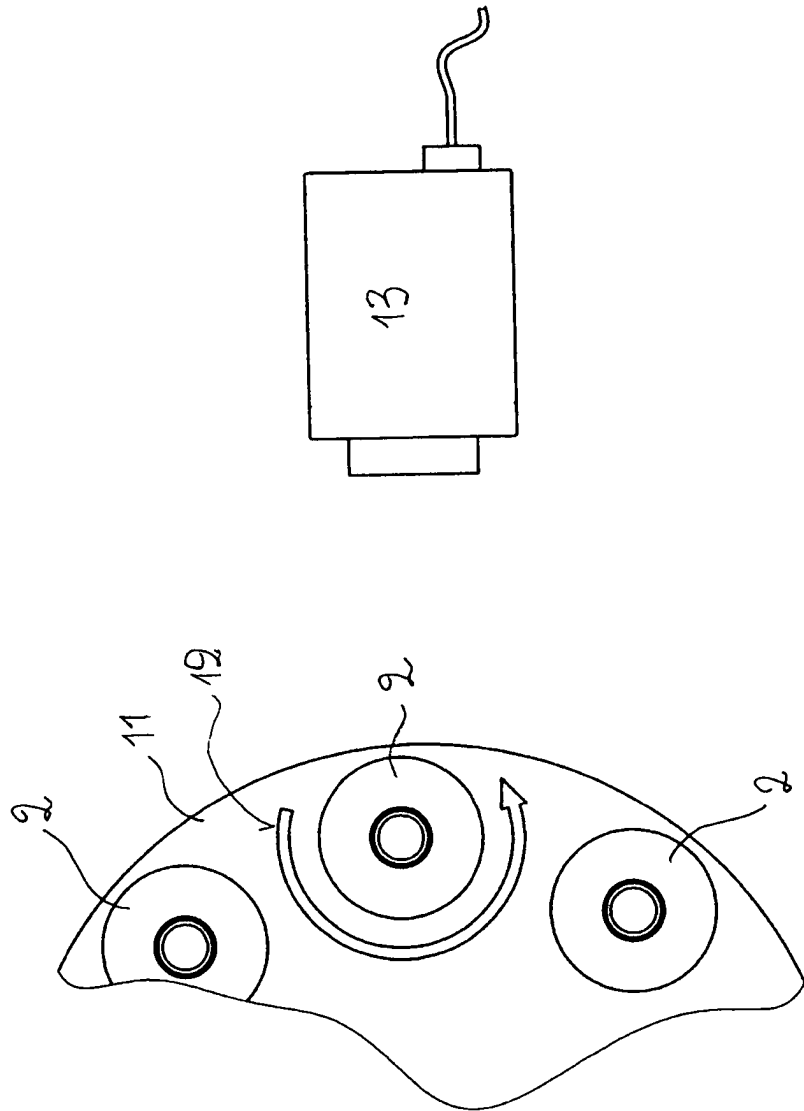


Fig. 2

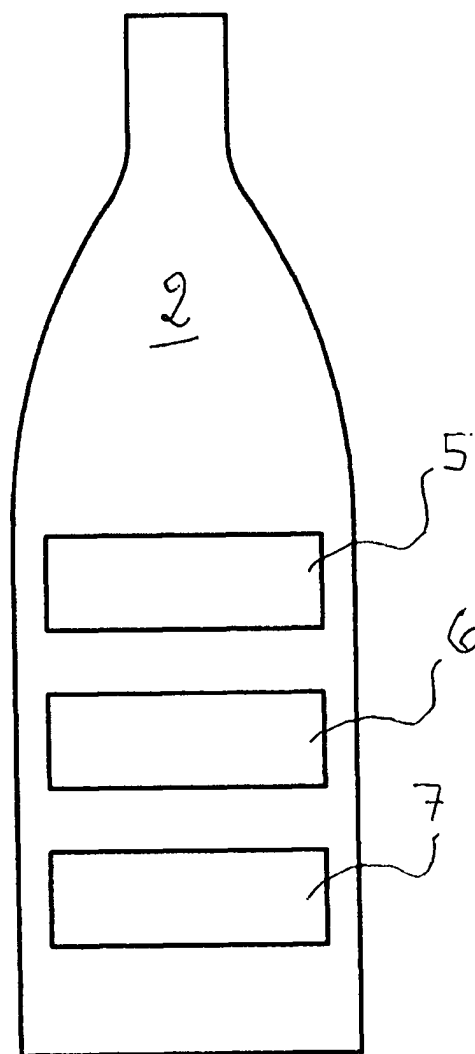


Fig. 3

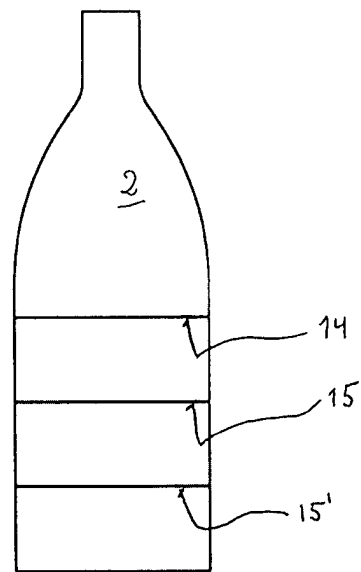


Fig. 4

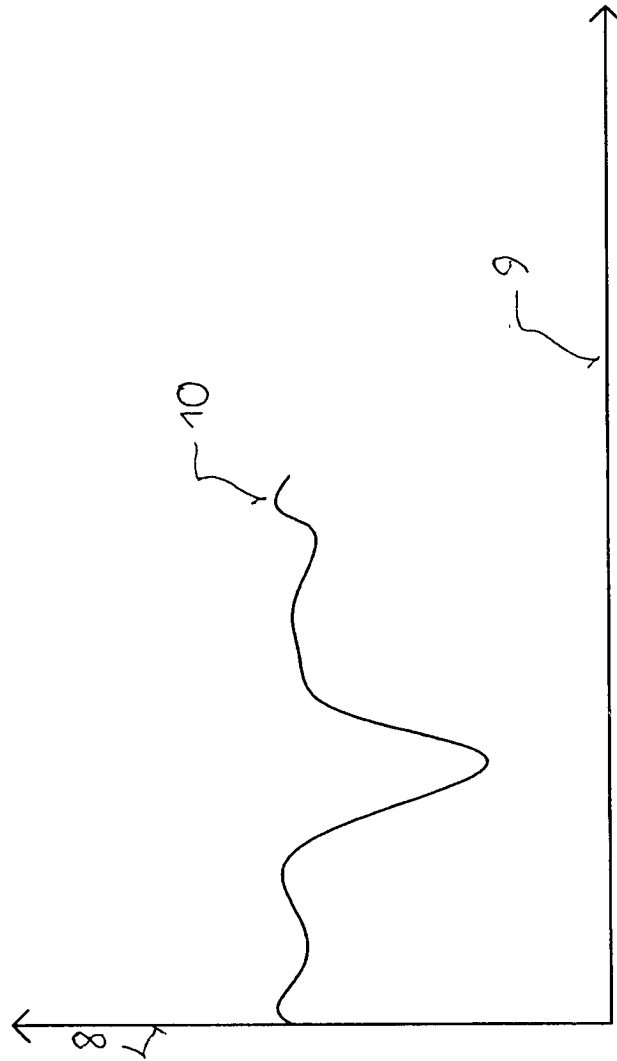


Fig. 5

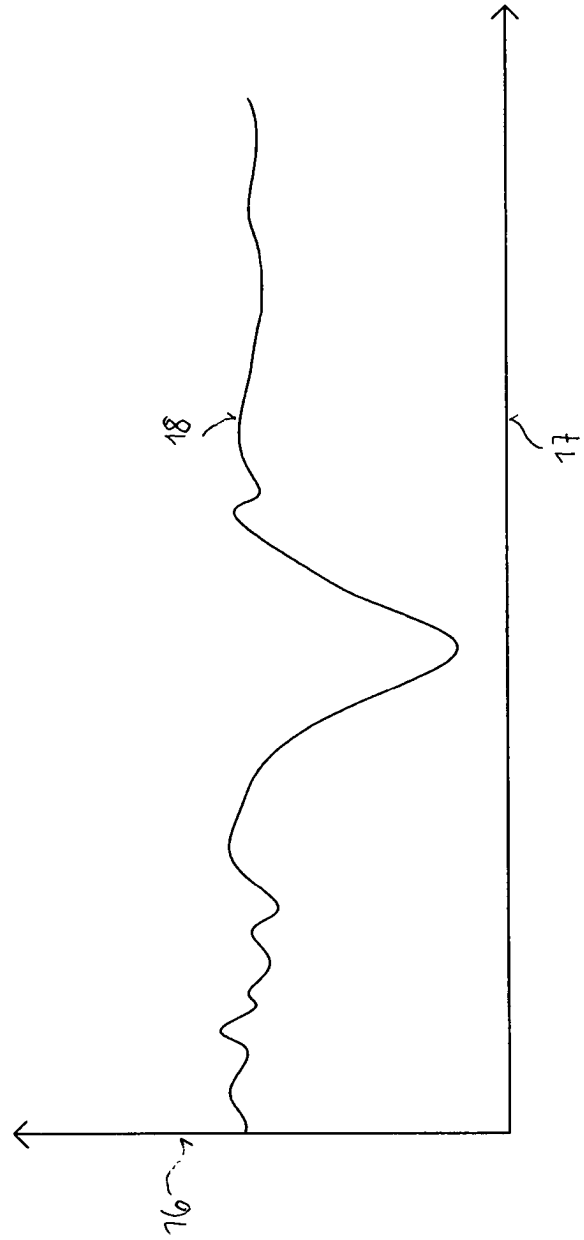


Fig. 6

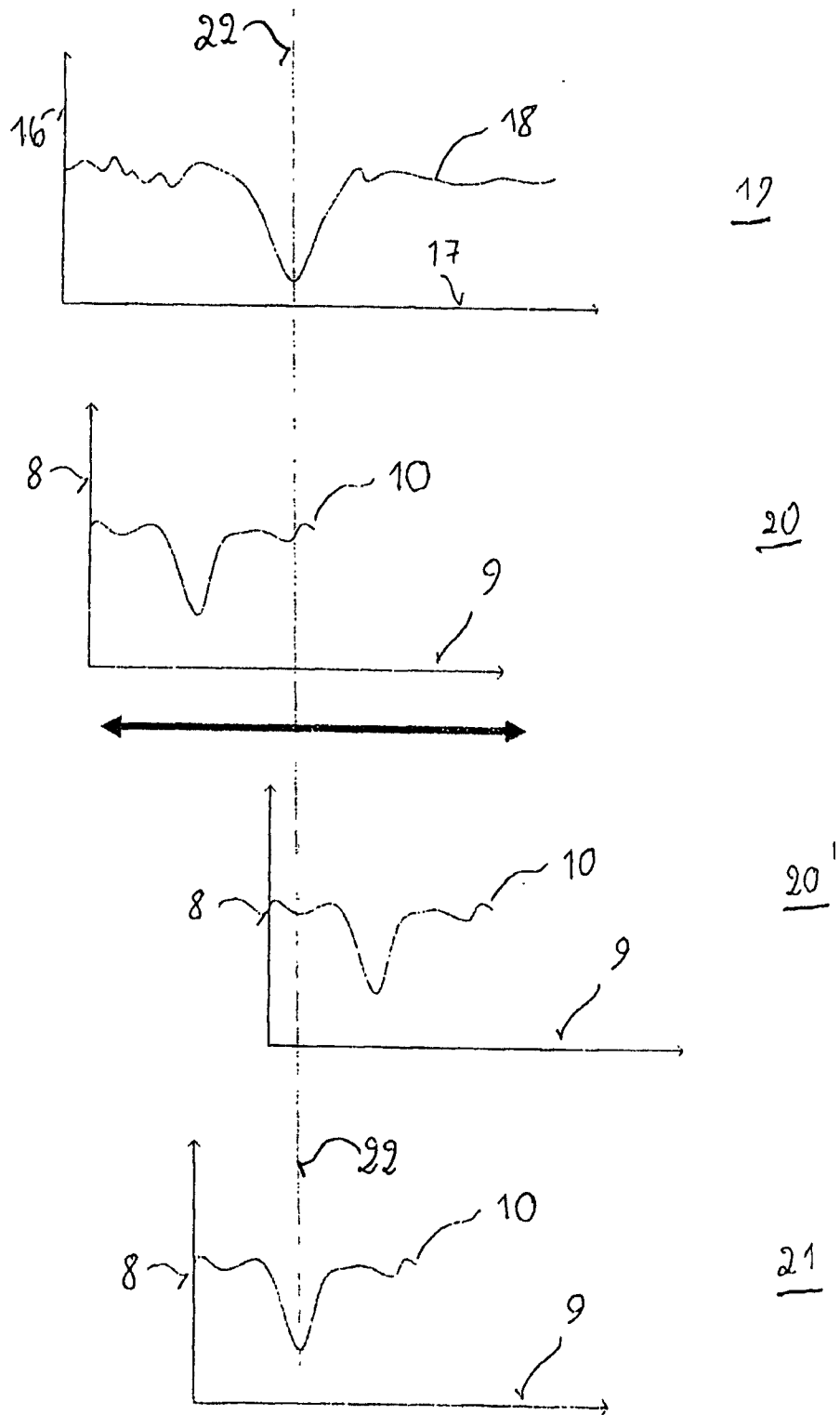


Fig. 7