

(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  
8. August 2013 (08.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/113486 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
C03B 9/41 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/000236
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
28. Januar 2013 (28.01.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2012 002 016.3  
3. Februar 2012 (03.02.2012) DE
- (71) **Anmelder:** HEYE INTERNATIONAL GMBH  
[DE/DE]; Am Ziegeleiweg 3, 31683 Obernkirchen (DE).
- (72) **Erfinder:** KELLNER, Michael; Baumstrasse 15, 32105  
Bad Salzuflen (DE). SCHÖTTELNDREIER, Ralf;  
Leuchtenburgstrasse 3, 31688 Nienstädt (DE).  
BINDEWALD, Kai; Bogenstrasse 12, 31655 Stadthagen  
(DE). FIEDLER, Roland; Im Erlicht 8, 07646 Laasdorf  
(DE).
- (74) **Anwälte:** SOBISCH, Peter et al.; Kanzlei Sobisch &  
Kramm, Tennisplatzweg 7, 37581 Bad Gandersheim (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, PA, 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 CONTROLLING THE PROCESS PARAMETERS OF A GLASS FORMING MACHINE

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR REGELUNG DER PROZESSPARAMETER EINER GLASFORMMASCHINE

(57) **Abstract:** A method for controlling the process parameters of a glass forming machine is proposed, in which method the shape of a finally formed hollow glass article is measured directly after the shaping online by means of at least one camera, wherein changes with respect to a reference shape are recorded and wherein these changes are used to correct the changes with the aid of a storage medium in which the functional relationship between the ascertainable shape-related changes of the article and the current settings of the process parameters is defined. The method may be used variously for assuring a consistent quality of the articles and for improved utilization of the available machine capacity, for example by maximizing the number of shear cuts per unit time up to the limit of stability.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zur Regelung der Prozessparameter einer Glasformmaschine vorgeschlagen, bei welchem die Gestalt eines abschließend geformten Hohlglasartikels unmittelbar im Anschluß an die Formgebung online mittels wenigstens einer Kamera vermessen wird, wobei Änderungen gegenüber einer Referenzgestalt erfasst werden und wobei diese Änderungen unter Mitwirkung eines Speichermediums, in dem der funktionale Zusammenhang zwischen den feststellbaren gestaltlichen Änderungen des Artikels und den aktuellen Einstellungen der Prozessparameter definiert ist, zur Korrektur der Änderungen umgesetzt werden. Das Verfahren kann vielfältig zur Sicherung einer gleichbleibenden Qualität der Artikel und zur verbesserten Ausnutzung der verfügbaren Maschinenkapazität, beispielsweise durch Maximierung einer Schnitzzahl bis zur Stabilitätsgrenze genutzt werden.



## B E S C H R E I B U N G

### Verfahren zur Regelung der Prozessparameter einer Glasformmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung der Prozeßparameter des Arbeitsprozesses einer Glasformmaschine, insbesondere einer I.S.-Maschine.

Die Herstellung von Hohlglasartikeln in einer Glasformmaschine ausgehend von einer Glasschmelze über einen Formgebungsprozess, der an einem vorab gebildeten Glastropfen mittels einer der Bildung eines Rohlings dienenden Vorform und einer der Bildung eines Fertigproduktes dienenden Fertigform vollzogen wird und dieses über eine Absetzplatte auf ein in einen Kühllofen einführendes Förderband überführt, ist durch mehrere Stationen sowie Transportvorgänge gekennzeichnet, deren jeweilige Betriebsparameter mit Hinblick auf ein reproduzierbares Herstellungsergebnis von konstanter Qualität einstellbar sein müssen und zu überwachen sind. Dies gilt für sämtliche den Formgebungsprozess beeinflussende Parameter.

Die Qualität des auf diesem Wege hergestellten Hohlglasartikels hängt insbesondere ab von der Stabilität der Gesamtheit aller Maschineneinstellungen, der Umgebungsbedingungen, den Eigenschaften des zu verarbeitenden Glastropfens und des herzustellenden Artikels, u. a. dessen Gestalt sowie der dementsprechenden Massenverteilung des Glases. Von verschleißbedingten Änderungen an Maschinenelementen, jedoch auch von umgebungsbedingten Temperaturschwankungen gehen weitere unvermeidbare störende Einflüsse aus, denen häufig durch manuelle Eingriffe in Betriebsabläufe begegnet werden muss. Manuelle Eingriffe sind jedoch stets von der persönlichen Erfahrung des jeweils Handelnden abhängig, wobei Maschineneinstellungen regelmäßig unter Wahrung von Sicherheitsabständen zu kritischen Einstellungen vorgenommen werden. Dies ist in vielen Fällen mit einer nur unvollkommenen Ausnutzung der Produktionskapazität und damit einer Minderung des Durchsatzes an Artikeln verbunden. Die Sicherstellung einer gleichbleibenden Produktqualität und die möglichst vollständige Nutzung der Produktionskapazität sind daher vorrangige Aufgaben für den Betrieb einer Glasformmaschine.

Aus der DE 10 2006 003 330 A1 ist es bekannt, eine Glasformmaschine mit einer entlang der mehreren Stationen beweglich angeordneten Thermokamera auszurüsten, mit dem Ziel, von den einzelnen Vor- und Fertigformwerkzeugen Wärmebilder zu generieren, die in einer Steuervorrichtung einer Kühlvorrichtung zur Darstellung von Regelgrößen umsetzbar sind, so dass den einzelnen Formwerkzeugen, und zwar sowohl vor- als auch fertigformseitig individuell angepasste Kühlluftströme zugeführt werden können. Auf diese Weise sollen die Umformbedingungen in den Formwerkzeugen vergleichmäßig, stabilisiert und optimiert werden, so dass eine gleichmäßige Masseverteilung des Glases im hergestellten Glasartikel, eine Reduzierung der erforderlichen Kühlluftmenge und verlängerte Standzeiten für die Formwerkzeuge erreichbar sind. Ausgangspunkt für die Darstellung der Regelgrößen sind in der Steuervorrichtung gespeicherte Sollwerte für die Temperatur der Formwerkzeuge, so dass die jeweiligen Kühlluftströme nach Maßgabe der Abweichung von diesem Sollwerten bemessen werden. Es handelt sich hierbei um einen klassischen Regelkreis, mit dem jedoch nur ein Teilaspekt, nämlich die Temperaturverhältnisse der Formwerkzeuge erfasst werden.

Ein ähnliches Verfahren ist aus der EP 0 151 339 B1 bekannt, wobei zur Beschleunigung der bildlichen Erfassung der Temperaturverhältnisse der Formwerkzeuge eine Thermokamera um eine vertikale Achse schwenkbar angeordnet ist und jeweils zwei Stationen der Glasformmaschine erfassen kann.

Das aus der DE 37 42 501 C2 bekannte Verfahren zur Steuerung einer Glasformmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass fertige Hohlglasartikel nach erfolgter Abkühlung auf ein Vorhandensein von Fehlern wie z. B. Spalt- oder Rissfehlern hin untersucht werden, wobei ein den festgestellten Fehler beschreibendes Fehlersignal generiert wird, die Fehlersignale gemäß vorbestimmten gespeicherten Korrekturalgorithmen analysiert werden und die Betriebsparameter der Glasformmaschine nach diesen Algorithmen korrigiert werden. Diese Korrektur wird unter Zugrundelegung einer von der Herstell- und Kühlzeit abhängigen Zeitverzögerung wiederholt. Korrekturmaßnahmen werden hinsichtlich der Parameter des Blasprozesses der jeweiligen Form durchgeführt und beziehen sich auf Druckänderungen, beispielsweise den Setzblasdruck, den Endblasdruck, auf Änderungen der Blaszeit, beispielsweise der Setzblaszeit, der Endblaszeit usw. und auf Temperaturen, beispielsweise betreffend

eine Glasausflusstemperatur. Es handelt sich hierbei um ein automatisch ablaufendes, iteratives Korrekturverfahren, mittels welchem eine Vergleichmäßigung der Qualität der hergestellten Hohlglasartikel erreicht werden soll. Es handelt sich jedoch nicht um ein online wirksames Verfahren, so dass eingeleitete Korrekturmaßnahmen erst mit einer zeitlichen Verzögerung wirksam werden können.

Im Zuge einer verbesserten Rechnerkapazität gewinnen Verfahren der computergestützten Bildauswertung als Grundlage für eine Regelung der Maschineneinstellungen bei Glasformmaschinen zunehmend an Bedeutung, da sie eine Einbeziehung zahlreicher Einflussgrößen in den Regelalgorithmus ermöglichen.

So sind aus der EP 1 418 158 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Qualität eines Glastropfens im Formgebungsprozess einer Glasformmaschine bekannt, wobei ein Glastropfen im freien Fall mittels einer oder mehreren Kameras unter Generierung eines dreidimensionalen Struktur beschreibenden Datensatzes erfasst wird, dieser Datensatz hinsichtlich Volumen, Oberflächengestalt, Länge, Dicke, Schnittfläche usw. des Glastropfens mit einem entsprechenden gespeicherten Standarddatensatz verglichen wird, und wobei nach Maßgabe dieses Vergleichs, insbesondere der Art der festgestellten Abweichungen in Maschineneinstellungen eingegriffen wird. Im Rahmen dieser Qualitätskontrolle findet somit in Abhängigkeit von der Art der festgestellten Abweichung eine Auswahl unter mehreren zur Verfügung stehenden Maschinenparametern statt, hier derjenigen, welche die Glastropfenbildung betreffen, so dass ein an die Art der festgestellten Abweichung von dem Standarddatensatz angepasster Eingriff darstellbar ist.

Aus der EP 0 574 349 A1 ist ein auf Sensoren in der Form von IR-Kameras, CCD-Kameras etc. gestütztes Überwachungsverfahren für den Produktionsablauf einer Glasformmaschine bekannt, welches insbesondere auf Fehlerquellen im Bereich des Schneidemechanismus für einen Glastropfen, des Schließmechanismus der Form, des Trichtermechanismus für die Zufuhr der Glasschmelze, des Pegelmechanismus für die Glasschmelze sowie die Absetzplatte gerichtet ist. Die von den vor einem Erwärmer mittels der Sensoren erstellten Bildsignale werden computerunterstützt ausgewertet und es werden diese Informationen zur Behebung eventuell festgestellter

Mängel umgesetzt. Es ist dies eine Regelung von Maschineneinstellungen ausgehend von einem Sollzustand dieser Einstellungen.

Aus der US 6 089 108 A ist eine zum Einsatz am „heißen Ende“ einer Glasformmaschine bestimmte Vorrichtung bzw. eine Anordnung zur optischen Messung gestaltlicher Parameter von auf einem Förderband aufstehenden Hohlglasartikeln bekannt, und zwar unter Verwendung mehrerer, in Gehäusen geschützt angeordneter Kameras. Diese stehen mit einem Computer in Verbindung, der zur weiteren Verarbeitung der durch die Kameras generierten Bilddaten eingerichtet ist. Diese Bilddatenverarbeitung ist darauf gerichtet, Fehlausrichtungen der einzelnen auf dem Förderband aufstehenden Hohlglasartikel in Längs- und Querrichtung des Bandes zu erkennen und eine Korrektur der unterschiedlichen Größenverhältnisse der den Hohlglasartikel aus unterschiedlichen Blickwinkeln abbildenden Kameras vorzunehmen, so dass trotz dieser Fehlausrichtungen eine exakte Messung geometrischer Parameter gegeben ist. Diese Bilddatenverarbeitung ist ferner darauf gerichtet, eine zur horizontalen Aufstandfläche schiefe Achse des Hohlglasartikels zu erkennen und hierbei eventuelle Relativbewegungen des Hohlglasartikels gegenüber der Aufstandfläche zu kompensieren. Es geht in diesem Dokument jedoch lediglich um ein frühzeitiges Gewinnen von Informationen betreffend den gestaltlichen Status der Hohlglasartikel am heißen Ende der Glasformmaschine mit dem Ziel, solche Artikel zu verwerfen, deren gestaltliche Parameter nicht akzeptabel sind.

Aus der Druckschrift WO 2008/027569 A2 ist eine zum Einsatz bei einer Anlage zur Formung von Kunststoffartikeln, hier PET-Behältern bestimmte Vorrichtung zur Prüfung der geformten Behälter bekannt, und zwar unter Benutzung einer Anordnung von LED-Lichtquellen, z. B. in der Form von Laserdioden, denen Sensoren als Lichtempfänger gegenüberliegend angeordnet sind. Untersucht wird mittels zweier unterschiedlicher Wellenlängenbereiche das Transmissions- sowie das Absorptionsverhalten der Wandungen des Behälters zwischen den Anordnungen der Lichtquellen und der Sensoren, wobei die Wanddicke der Behälter, deren Masse, deren Volumen sowie deren Materialverteilung von Interesse sind. Eine hauptsächliche Nutzung der über die Lichtempfänger empfangenen Signale besteht jedoch darin, nach Maßgabe der durch diese dargestellten Messergebnisse solche Artikel auszusondern, die definierten Standards nicht genügen.

Schließlich ist ein weiteres auf einer computergestützten Bildauswertung basierendes, hier zur Analyse von Bewegungsabläufen bestimmtes Überwachungssystem für ein Glasformmaschine aus der DE 10 2009 005 433 A1 bekannt. Hierbei sind entlang der mehreren I.S.-Stationen eine oder mehrere Hochgeschwindigkeitskameras verschieb- oder schwenkbar angeordnet, deren Bildfolge als Grundlage zur Ermittlung von Abweichungen von Konstruktionsdaten, für vorbeugende Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, zur Erkennung eines aktuellen Verschleißzustands, zur Minderung von Totzeiten und schließlich zu steuerungstechnischen Eingriffen in den Prozessablauf benutzt wird, u. a. mit dem Ziel, Verlustzeiten zu vermeiden, Schäden bereits in einem frühen Stadium zu erkennen und insgesamt eine Durchsatzsteigerung zu erreichen.

Dieser Stand der Technik lässt erkennen, dass man bisher bemüht war, eine Vergleichmäßigung der Produktqualität anhand einer Analyse von Betriebsparametern der Glasformmaschine wie z. B. der Formwerkzeuge, der zu formenden Glastropfen bzw. anhand von Fehlern des Glasartikels in der Form von Spalt- oder Rissfehlern darzustellen. Auf diesem Wege festgestellte, nicht zu tolerierende Fehlentwicklungen sind jedoch stets nur für deren Korrektur herangezogen worden, soweit zwischen diesen und den neu einzustellenden Betriebsparametern ein funktionaler Zusammenhang besteht. Ausgangspunkt ist eine Messung von Temperaturen im Bereich der Formwerkzeuge, von Kühlluftströmen oder auch von charakteristischen, einen Glastropfen beschreibenden Parametern sowie von Bewegungsverhältnissen.

Nicht berücksichtigt in diesem Zusammenhang werden Eigenschaften des hergestellten Hohlglasartikels, z. B. gestaltliche Abweichungen gegenüber einer Referenzgestalt, wobei dessen u. a. von der Massenverteilung abhängige, durch vergleichsweise hohe Temperaturen am Ende des Formgebungsprozesses noch verminderte mechanische Stabilität zu berücksichtigen ist. Beispielsweise ergibt sich in Abhängigkeit von der Art des Hohlglasartikels stets ein diesem eigenes temperaturabhängiges Verformungsverhalten.

Dieser Stand der Technik lässt nicht erkennen, dass man die auf diesem Wege gewonnenen Erkenntnisse betreffend Abweichungen der Gestalt des Hohlglasartikels

von einer Referenzgestalt in einer Regelung umgesetzt hat, welche auf eine Beseitigung der festgestellten Abweichungen gerichtet ist.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs bezeichneten Art mit Hinblick auf eine gezielte, insbesondere Eigenschaften des herzustellenden Hohlglasartikels einbeziehende Regelung von Prozessparametern einer Glasformmaschine auszugestalten, welches u. a. als Grundlage einer Qualitätssicherung, jedoch auch für eine verbesserte Ausnutzung der Leistungsfähigkeit des Formgebungsprozesses nutzbar ist. Gelöst ist diese Aufgabe bei einem solchen Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1.

Erfindungswesentlich ist hiernach, dass der Zustand des hergestellten Hohlglasartikels unmittelbar im Anschluss an seine Formgebung den Ausgangspunkt des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens bildet. Diese Formgebung vollzieht sich beispielsweise bei einer I.S. Glasformmaschine ausgehend von einem hinsichtlich seiner Masse und seiner das Fließ- bzw. Verformungsverhalten bestimmenden Temperatur bemessenen Glaspfropfen in einem zweistufigen Formgebungsprozess und endet auf einer Absetzplatte, von der abschließend geformte Artikel mittels eines Förderbandes in einen Kühllofen überführt werden. Die erfindungsgemäße bildliche Erfassung des Artikels wird vorzugsweise an den auf dem Förderband aufstehenden Artikeln durchgeführt und zielt darauf ab, jegliche geometrische Verzerrungen, Taulmefehler und dergleichen erkennbar zu machen und einer Auswertung zuzuführen. Zweckmäßig mit Hinblick auf eine erforderliche Genauigkeit ist der Einsatz zumindest einer Kamera mit einer Messgenauigkeit von  $< 0,01$  mm. Da die Vermessung der Gestalt des hergestellten Artikels somit unmittelbar im Anschluss an die Formgebung durchgeführt wird, kann bei festgestellten Abweichungen von einer Referenzgestalt mit einer minimalen Verzögerung in den Formgebungsprozess zwecks Korrektur eingegriffen werden. Störgrößen für eine Regelung sind z. B. vom Tagesverlauf sowie der Jahreszeit abhängige Schwankungen der Kühllufttemperatur.

Aufgrund des komplexen Zusammenhangs zwischen dem Ergebnis der Formgebung und den jeweils aktuellen Einstellungen der Prozessparameter ist vorteilhafterweise ein Speichermedium in das Regelungsverfahren eingebunden, welches den funktionalen Zusammenhang zwischen den Werten der Prozessparameter und bestimm-

ten gestaltlichen Änderungen des Artikels beschreibt. Dieses die Funktion einer Datenbank erfüllende Speichermedium enthält somit ein, das Verformungsverhalten des Artikels in Abhängigkeit von zahlreichen Einflussgrößen beschreibendes mechanisches Modell und bildet somit die Grundlage für regelungstechnische Eingriffe in Abhängigkeit von der Art festgestellter gestaltlicher Abweichungen des Artikels.

Das Verfahren ist online verwendbar und daher als Grundlage für eine automatische Regelung der Prozessparameter des Formgebungsprozesses nutzbar, beispielsweise mit dem Ziel, verschleißbedingten Änderungen, jedoch auch Schwankungen der Umgebungsbedingungen schnell und wirksam mit dem Ziel der Sicherung einer konstanten Produktqualität begegnen zu können.

Dem Speichermedium wird ein Muster der Deformation des Artikels in Abhängigkeit von den Werten der Prozessparameter zugrunde gelegt, somit ein das Verformungsverhalten des Hohlglasartikels beschreibendes mechanisches Modell. Ein solches Modell bzw. Muster kann auf empirischem Wege ermittelt werden und beschreibt letztendlich die Korrelation einer bestimmten Deformation des Artikels zu den jeweils aktuellen Einstellungen der Prozessparameter. Es ist festgestellt worden, dass abhängig von der Art des hergestellten Artikels, beispielsweise dessen Massenverteilung, den aktuellen Einstellungen der Prozessparameter und dem Verformungsverhalten des Artikels am Ende des Formgebungsprozesses ein funktionaler Zusammenhang besteht, der regelungstechnisch zur Korrektur festgestellter gestaltlicher Abweichungen gegenüber einem Referenzartikel nutzbar ist.

Die Vermessung des Artikels wird entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 2 vorzugsweise mittels mehrerer, beispielsweise drei um den Artikel gleichförmig verteilt und ortsfest angeordneter Kameras durchgeführt, und zwar vorzugsweise in einer auf dem Förderband aufstehenden Position. Andere Positionen, insbesondere dann, wenn sie unmittelbar dem Ende des Formgebungsprozesses zugeordnet sind, werden jedoch nicht ausgeschlossen.

Eine Vermessung sollte in jedem Fall so weit möglich in unmittelbarem Anschluss an den Formgebungsprozess durchgeführt werden, somit noch während eines thermisch bedingten instabilen Zustands des Artikels. Letzteres lässt zum Zweck der

Vermessung eine zwar wünschenswerte Rotation des Artikels um seine Längsachse regelmäßig nicht zu, und zwar auch unter Berücksichtigung steigender Durchsätze des Formgebungsprozesses, welche als solche bereits hohe mechanische Beanspruchungen des Artikels mit sich bringen.

Zur weiteren Verbesserung der eingangsseitigen Information über den hergestellten Hohlglasartikel ist gemäß den Merkmalen des Anspruchs 3 vorgesehen, zusätzlich zu einer Abbildung im sichtbaren Bereich auch eine solche im IR-Bereich heranzuziehen. Diese kann beispielsweise zur Erkennung der Massenverteilung des Glases benutzt werden, so dass in Verbindung mit einer Referenzabbildung im IR-Bereich auch eine automatische Anpassung der Prozessparameter an unterschiedliche Hohlglasartikel darstellbar ist. Eine Auswertung von IR-Informationen kann in Verbindung mit den jeweils aktuellen Einstellungen der Prozessparameter vorgenommen werden, um eine breitere Grundlage für regelungstechnische Eingriffe zu gewinnen.

Es ist ferner die Aufgabe der Erfindung, eine Verwendung für das vorstehend dargestellte Verfahren zu entwerfen, die den Betrieb einer Glasformmaschine weitergehend automatisiert gestaltet und unabhängig von manuellen Eingriffen und der diesen zugrunde liegenden Erfahrungswerte macht. Gelöst ist diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 4.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird hiernach zur Optimierung der Einstellungen der Prozessparameter benutzt, indem iterativ ein optimaler Wert eines Prozessparameters erreicht wird, wobei Änderungen der Gestalt des Artikels durch die Regelung der anderen Prozessparameter kompensiert werden. Schwankende Werte einzelner Prozessparameter können auf diesem Wege bis zum Erreichen einer Systemgrenze, z. B. einer Stabilitätsgrenze verändert werden, ohne dass der bei manuellen Eingriffen unvermeidbare Sicherheitsabstand beachtet werden muss.

Entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 5 kann beispielsweise die Schnitzzahl des Formgebungsprozesses der zu optimierende, insbesondere zu maximierende Prozessparameter sein.

Man erkennt, dass mit der Erfindung neben einer automatisierten Regelung des Formgebungsverfahrens beispielsweise einer I.S.-Maschine eine verbesserte wirtschaftliche Ausnutzung deren Produktionskapazität dadurch erreichbar ist, dass die Schnittzahl bis zum Erreichen der Stabilitätsgrenze erhöht werden kann.

Man erkennt ferner, dass aufgrund des Umstands, dass eine festgestellte Abweichung von einer Referenzgestalt des Artikels, nämlich der Art einer Deformation diese umgekehrt zur Korrektur der Einstellungen der infrage kommenden Prozessparameter benutzt wird. Auf diesem Wege ist ein qualitativ besseres, nach Maßgabe der Geschwindigkeit eines Eingriffs infolge festgestellter Abweichungen schnell erreichbares, durch ein im Vergleich zum Stand der Technik engeres Toleranzband hinsichtlich gestaltlicher Abweichungen gekennzeichnetes Arbeitsergebnis darstellbar. Diese rückgekoppelte Qualitätskontrolle trägt ebenfalls zu einer verbesserten wirtschaftlichen Ausnutzung bei.

## ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Regelung der Prozessparameter einer zur Herstellung von Hohlglasartikeln bestimmten Maschine, wobei die Gestalt des hergestellten Hohlglasartikels mittels wenigstens einer Kamera unmittelbar nach dessen Formgebung online vermessen wird, wobei Abweichungen gegenüber einer Referenzgestalt festgestellt werden, und wobei der Regelung diese Abweichungen zugrunde gelegt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelung ein das Verformungsverhalten des Hohlglasartikels beschreibendes mechanisches, den funktionellen Zusammenhang zwischen einem bestimmten Muster einer Deformation des Hohlglasartikels und einer Einstellung von Prozessparametern darstellendes Modell enthaltendes Speichermedium zugrunde gelegt wird, und dass ein Eingriff in die Einstellungen von Prozessparametern nach Maßgabe der Art der festgestellten Deformationen erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vermessung des Hohlglasartikels mittels mehrerer, um den Hohlglasartikel gleichförmig verteilt angeordneter Kameras durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu einer optischen Abbildung des Artikels ein IR-Bild aufgenommen und der Regelung zugrunde gelegt wird.
4. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Optimierung der Einstellungen der Prozessparameter des Formgebungsprozesses, wobei eine schrittweise Annäherung der Einstellung zumindest eines Prozessparameters an einen optimalen Wert durchgeführt wird und wobei festgestellte Abweichungen der Gestalt des Hohlglasartikels durch Nachregeln der Einstellungen der anderen Prozessparameter kompensiert werden.
5. Verwendung nach Anspruch 4, wobei die Schnittzahl des Formgebungsprozesses optimiert, insbesondere maximiert wird.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2013/000236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C03B9/41  
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)  
C03B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 16 099 A1 (CONDUCTA ENDRESS & HAUSER [DE]) 2 October 2002 (2002-10-02) claims 4,5 -----	1-5
X	DE 29 22 499 A1 (HAWKER SIDDELEY DYNAMICS ENG) 13 December 1979 (1979-12-13) page 15, last paragraph - page 16, paragraph 1ster -----	1-5
X	US 2004/194506 A1 (UEDA MITSUO [JP] ET AL) 7 October 2004 (2004-10-07) paragraphs [0038], [0039], [0042], [0043], [0045] -----	1-5

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  15 April 2013	Date of mailing of the international search report  22/04/2013
--	--

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  Marrec, Patrick
--	---

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/000236

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10116099	A1	02-10-2002	NONE
-----			
DE 2922499	A1	13-12-1979	DE 2922499 A1 13-12-1979
			FR 2427649 A1 28-12-1979
-----			
US 2004194506	A1	07-10-2004	AT 489339 T 15-12-2010
			EP 1418158 A1 12-05-2004
			ES 2356618 T3 11-04-2011
			JP 4257906 B2 30-04-2009
			US 2004194506 A1 07-10-2004
			WO 03008348 A1 30-01-2003
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2013/000236

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. C03B9/41 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTER GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) C03B		
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		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 16 099 A1 (CONDUCTA ENDRESS & HAUSER [DE]) 2. Oktober 2002 (2002-10-02) Ansprüche 4,5 -----	1-5
X	DE 29 22 499 A1 (HAWKER SIDDELEY DYNAMICS ENG) 13. Dezember 1979 (1979-12-13) Seite 15, letzter Absatz - Seite 16, Absatz 1ster -----	1-5
X	US 2004/194506 A1 (UEDA MITSUO [JP] ET AL) 7. Oktober 2004 (2004-10-07) Absätze [0038], [0039], [0042], [0043], [0045] -----	1-5
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen 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	
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden	
"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)	"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	
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist	
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
15. April 2013	22/04/2013	
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 Marrec, Patrick	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/000236

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10116099	A1	02-10-2002	KEINE
-----			
DE 2922499	A1	13-12-1979	DE 2922499 A1 13-12-1979
			FR 2427649 A1 28-12-1979
-----			
US 2004194506	A1	07-10-2004	AT 489339 T 15-12-2010
			EP 1418158 A1 12-05-2004
			ES 2356618 T3 11-04-2011
			JP 4257906 B2 30-04-2009
			US 2004194506 A1 07-10-2004
			WO 03008348 A1 30-01-2003
-----			