

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-66572

(P2020-66572A)

(43) 公開日 令和2年4月30日(2020.4.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C03B 23/045 (2006.01)</b>	C03B 23/045	4C047
<b>A61J 1/05 (2006.01)</b>	A61J 1/05 311	4G015

審査請求 未請求 請求項の数 31 O L 外国語出願 (全 53 頁)

(21) 出願番号	特願2019-190791 (P2019-190791)	(71) 出願人	519037740
(22) 出願日	令和1年10月18日 (2019.10.18)		ショット シュヴァイツ アー・ゲー
(31) 優先権主張番号	10 2018 126 053.9		SCHOTT Schweiz AG
(32) 優先日	平成30年10月19日 (2018.10.19)		スイス国 9000 ザンクト・ガレン
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		ザンクト・ヨーゼフエン・シュトラッセ
			20
			St. Josefen-Strasse
			20, 9000 St. Gallen,
			Switzerland
		(74) 代理人	100114890
			弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
			ンハルト
		(74) 代理人	100098501
			弁理士 森田 拓

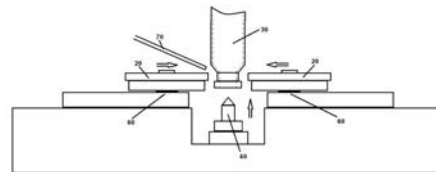
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス半製品を熱間成形するための方法および装置ならびに熱間成形されたガラス容器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ガラス管等の半製品から、変形プロセスによりガラスバイアル等のガラス品を製造する方法において、高温に起因する潤滑油の反応生成物であるススの生成等を抑制する。

【解決手段】 軟化するまでガラスを加熱するための装置、半製品の内側側面を成形するための内側成形工具、成形面を有する成形ローラを含む、半製品の外側側面を成形するための外側成形工具、成形ローラを収容するための装置、および成形ローラの成形面上に潤滑油を塗布するための装置を含み、成形ローラは、収容装置内に自由回転可能に支承され、かつロック式固定装置により、成形プロセス中は固定可能に構成されている。個々の成形プロセス間では成形ローラを取り外して、固定装置内において角度 だけ回転させることができ、成形ローラの加熱されていない領域に潤滑油を塗布することができるため、潤滑油の燃焼ないしは熱分解を抑制することができる。



【選択図】 図 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくとも 1 つの

- 軟化するまでガラスを加熱するための装置、
- 半製品の内側側面を成形するための 1 つの内側成形工具
- 成形面を有する成形ローラを含む、半製品の外側側面を成形するための少なくとも 1 つの外側成形工具、成形ローラを収容するための装置、および
- 潤滑油放出用流出口を備えた、成形ローラの成形面上に潤滑油を塗布するための装置を含む、ガラス製半製品を製造するための装置であって、成形ローラが、収容装置内に自由回転可能に支承されており、かつロック式固定装置により、成形プロセス中は固定可能であり、成形ローラの固定が、取外し可能な結合で行われるため、個々の成形プロセス間では成形ローラを取り外して、固定装置内において角度だけ回転させることができる、ガラス製半製品を製造するための装置。

10

## 【請求項 2】

管状半製品を成形するために形成されている、請求項 1 記載の装置。

## 【請求項 3】

前記成形ローラが、前記成形ローラの回転軸に対して垂直な中心面において円形断面を有する、請求項 1 または 2 記載の装置。

## 【請求項 4】

前記成形ローラが、前記成形ローラの回転軸に対して垂直な中心面において、複数の成形面を伴う多角形断面を有する、および / またはその成形面の稜が、平坦、凸形または凹形である、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の装置。

20

## 【請求項 5】

サイクルごとに一回、前記成形ローラの前記成形面の一部上に潤滑油を塗布する、および / または前記潤滑油塗布装置の前記流出口と前記成形工具とが、前記半製品の回転軸の周りに、少なくとも  $45^\circ$  の角距離で配置されているように、前記装置内で前記潤滑油塗布装置が配置されている、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の装置。

## 【請求項 6】

前記潤滑油を、滴下注油器、特に、自動一定放出を用いた滴下注油器により塗布する、および / または塗布ごとに放出されるオイル量が、 $0.01$  から  $0.1$  g の範囲、特に好ましくは  $0.03$  から  $0.05$  g の範囲にある、請求項 5 記載の装置。

30

## 【請求項 7】

前記装置が、前記成形ローラ収容装置と直接的または間接的に結合している冷却体を有し、かつ前記成形ローラが冷却体と熱接触しており、その冷却体が、好ましくは内部冷却剤を有するため、プロセス熱が搬出され得る、請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の装置。

## 【請求項 8】

前記成形ローラが空冷を有する、請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の装置。

## 【請求項 9】

少なくとも、次の方法ステップ a) から c) :

40

- a) ガラス製半製品の準備、およびガラスが軟化するまでの加熱、
- b) 成形ステップにおける、成形工具を用いた、特に、請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載のガラス成形装置を用いた半製品の成形、ただし、
  - その半製品が、内側成形工具上で配置され、その中心点を回る回転運動を示す、
  - 半製品の外側側面を、少なくとも 1 つの外側成形工具によって成形し、その外側成形工具が、少なくとも 1 つの成形面を伴う少なくとも 1 つの成形ローラを有し、かつその成形ローラが取外し可能なロック装置により収容装置に固定されているため、成形工程中、成形面と半製品との間で相対運動が行われる、
  - 成形面の、少なくとも、成形工程中に半製品と接触する部分が、潤滑剤であるオイルによって覆われている、

50

c) ロック装置の取外し、角度 分の成形ローラの回転、および成形ローラの改めでの固定により、ステップ a) から b) を繰り返した場合、成形ローラの成形面の別の一部が半製品と接触することになる

を含むガラス成形方法であって、方法ステップ a) から c) のうちの 1 つのステップの最中に、オイルが、オイルを塗布する時点では半製品と接触していない成形面の一部上へと塗布される、方法。

【請求項 10】

ステップ a) において管状半製品を準備する、請求項 9 記載の方法。

【請求項 11】

前記成形ローラの回転軸に対して垂直な中心面において円形または多角形の断面を有する、好ましくは前記成形ローラの回転軸に対して垂直な中心面において円形断面を有する成形ローラを利用して、前記半製品の前記外側側面を成形する、請求項 9 または 10 記載の方法。

10

【請求項 12】

各サイクルにおいて、好ましくは滴下注油器により、特に好ましくは、自動一定放出を用いた滴下注油器により、前記成形ローラの前記成形面の一部上に潤滑油を塗布する、請求項 9 から 11 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 13】

各オイル放出工程において、0.01 から 0.1 g、好ましくは 0.03 から 0.05 g のオイルを塗布する、請求項 9 から 12 までのいずれか 1 項記載の方法。

20

【請求項 14】

前記成形プロセス中に、熱伝導を利用して、前記成形ローラから熱を搬出する、請求項 9 から 13 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 15】

前記成形プロセス中に、冷却媒体で、好ましくは冷却液で、特に好ましくは水で前記外側成形工具を十分にすすぐ、請求項 9 から 14 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 16】

前記成形プロセス中に前記半製品と接触している前記成形面の一部を、ガス流、好ましくは空気流によって冷却する、請求項 9 から 15 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 17】

前記成形プロセス中に、前記成形ローラの前記成形面が、最大限 250°、好ましくは最大限 180°、特に好ましくは最大限 100° を有する、請求項 9 から 16 までのいずれか 1 項記載の方法。

30

【請求項 18】

ステップ c) において、前記成形ローラを、1 から 60° の範囲の角度 だけ、好ましくは 3 から 10° の範囲の角度 a だけ回転させる、請求項 9 から 17 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 19】

ステップ c) の後に前記成形ローラを洗浄するためのステップ d) を行い、その洗浄ステップ d) を、早くとも、ステップ a) から c) を 10000 回繰り返した後、好ましくは、早くとも、ステップ a) から c) を 20000 回繰り返した後、特に好ましくは、早くとも、ステップ a) から c) を 40000 回繰り返した後、および/または早くとも、少なくとも 4 h、好ましくは少なくとも 8 h、特に好ましくは少なくとも 24 h の停止時間後に行う、請求項 9 から 18 までのいずれか 1 項記載の方法。

40

【請求項 20】

ステップ c) の後に、前記成形ローラを洗浄するための洗浄ステップ e) を行い、前記成形ローラの前記成形面の一部、好ましくは、先行するステップ b) において前記半製品と接触していた、前記成形ローラの前記成形面の一部を洗浄し、そのステップ e) を、新しい半製品によりステップ a) から c) を繰り返す最中に行う、請求項 9 から 18 までのいずれか 1 項記載の方法。

50

## 【請求項 2 1】

前記潤滑油を、ステップ e) と a) との間に塗布する、請求項 1 2 から 2 0 までのいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 2 2】

請求項 9 から 2 1 までのいずれか 1 項記載の方法によって製造されるか、または製造可能である中空ガラス品であり、そのガラス品は、ネック領域またはショルダー領域および壁を有する容器または容器部分であり、そのガラス品は、容器の壁およびネック領域またはショルダー領域を含み、壁は円形断面または楕円形断面を有し、容器は中空ガラス品の外側ガラス表面上に特徴的領域を有し、かつその特徴的領域中の接線方向勾配平均値と軸方向勾配平均値との間の比率に関して、  
接線方向勾配平均値 / 軸方向勾配平均値 < 0 . 6  
が当てはまる中空ガラス品。

10

## 【請求項 2 3】

前記特徴的領域中の前記接線方向勾配平均値と前記軸方向勾配平均値との間の比率に関して、  
接線方向勾配平均値 / 軸方向勾配平均値 < 0 . 4 5  
が当てはまる、請求項 2 2 記載の中空ガラス品。

## 【請求項 2 4】

前記特徴的領域の高度プロファイルが異方性を有する、請求項 2 2 または 2 3 記載の中空ガラス品。

20

## 【請求項 2 5】

前記特徴的領域が、前記ガラス品の縦軸と平行に測定した、高まった平均表面粗さ  $R_z$  軸方向を有する断片を有し、その、高まった平均表面粗さ  $R_z$  軸方向を有する断片が、前記特徴的領域の全周にわたって延在する、請求項 2 2 から 2 4 までのいずれか 1 項記載の中空ガラス品。

## 【請求項 2 6】

少なくとも 1 つの、高まった平均表面粗さ  $R_z$  軸方向を有する断片が、一周する溝または筋目を有する、請求項 2 5 記載の中空ガラス品。

## 【請求項 2 7】

前記ガラス品が、瓶、バイアル、カルプーレ一部分であり、かつ前記特徴的領域が、クリンネックの外面によって形成されるか、または前記ガラス品がシリンジであり、かつ前記特徴的領域が、コーンチップの外面によって形成される、請求項 2 2 から 2 6 までのいずれか 1 項記載の中空ガラス品。

30

## 【請求項 2 8】

前記ガラス品が、医薬品一次包装の一部、好ましくは薬用バイアルである、請求項 2 2 から 2 7 までのいずれか 1 項記載の中空ガラス品。

## 【請求項 2 9】

前記ガラス品がホウケイ酸ガラスである、請求項 2 2 から 3 8 までのいずれか 1 項記載の中空ガラス品。

## 【請求項 3 0】

前記ガラス品が、ガラス管の熱間成形によって製造され、および / またはその高さに沿って、壁厚が一定である管状断片を有し、その断片では、壁厚の標準偏差が 0 . 0 5 mm 未満である、請求項 2 2 から 2 9 までのいずれか 1 項記載の中空ガラス品。

40

## 【請求項 3 1】

前記特徴的領域が、前記管状断片の範囲外に位置し、かつ前記ガラス品の末端領域に位置し、前記ガラス品の前記特徴的領域の範囲にある直径が、前記管状断片にある直径よりも小さい、請求項 3 0 記載の中空ガラス品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

50

### 発明の分野

本発明は、熱間プロセスにおいてガラス半製品を成形するための方法および装置に関する。特に、本発明は、洗浄間隔の延長により良品 ( G u t s t u e c k ) の生産を高めることを可能にする、該当する変形プロセス用の方法ならびに装置に関する。さらに、本発明は、中空ガラス品に関する。

#### 【 0 0 0 2 】

### 発明の背景

従来技術からは、中間材料とも呼ばれる半製品から、変形プロセスによりガラス品を製造する方法が公知である。つまり、短い管部分の一端を、ガラスの成形温度まで加熱し、1つまたは複数の成形ステップにより、適切な成形工具を用いて望みの形にするというやり方で、例えば、医薬品用途用のガラスバイアルをガラス管から製造する。内側形状は、通常、管末端部内へと挿入されるピンによって成形する。成形プロセスの最中、半製品は回転する。その際、ピンの形および寸法が、ガラスバイアルの内部形状を定義する。変形は、ガラス管をピンに押し付けると同時にガラス管の外側を成形する外側成形工具により行う。その際、ガラス管および外側成形工具が回転する。外側成形工具は、成形面を有する成形ローラを含む。

10

#### 【 0 0 0 3 】

そのように、独国実用新案第 2 0 2 0 0 4 0 0 4 5 6 0 号明細書は、自由回転可能に支承された成形ローラを用いて熱間成形するための方法および装置を記載する。その成形ローラは、回転する半製品によって駆動され、ガラスと同期回転する、つまり、ガラスと成形ローラとの間では相対運動が行われない。

20

#### 【 0 0 0 4 】

好ましくは、いわゆるロータリートランスファーマシン ( R u n d t a k t e r ) を用いて変形を行う。その際、変形は、複数のステップにおいて、つまりその回転機 ( R u n d l a e u f e r ) の複数のステーションで行われ得る。

#### 【 0 0 0 5 】

工具と接触する間、ガラス半製品は、成形工具によって冷却される。したがって、成形ステップ間に、場合によっては半製品を再び加熱する必要がある。温度調節は、最後の成形ステップ後に、その温度では半製品が寸法安定性である温度にガラスが達するように行う。

30

#### 【 0 0 0 6 】

高温ガラスとの接触により、成形工具、特に成形ローラの成形面が、高い温度負荷にさらされる。その際、ガラスは、1 0 0 0 までの温度を有し得る。したがって、変形プロセスの最中に、成形面は熱を帯びて、つまり、> 2 5 0 の温度を有する場合がある。

#### 【 0 0 0 7 】

さらに、成形工具の、高温ガラスとの直接の接触を避ける必要があるが、なぜなら、それにより、ガラスが、成形工具の表面に付着するからである。したがって、前記するガラスの熱間成形においては、通常、剥離剤とも呼ばれる潤滑剤、例えば、オイルまたはペーストを使用する。その際、工具がガラスと接触しない、成形プロセスの中間サイクル中に、成形工具に潤滑剤を、例えば、噴霧、吹付け、吹きかけ、またはかけることによって、成形工具上に潤滑剤を塗布する。その際、それぞれの工具を、ガラスと接触する前に毎回、改めて潤滑する。

40

#### 【 0 0 0 8 】

高温に起因して、変形プロセスの最中には、潤滑剤の反応生成物が生成する。つまり、スス生成が起こる。したがって、運転中、成形ローラの成形面上にスス堆積が形成される。これは厄介であるが、なぜなら、ススは高温ガラスと接触し、その結果、成形可能なガラス中に組み込まれる、ないしはガラスと結合する可能性があるからである。それは、著しい、表面的な問題を引き起こす。ガラスバイアルを製造する際には、例えば、変形される瓶の首領域での汚れを招く。該当するガラスバイアルは、除外せざるを得ない。

#### 【 0 0 0 9 】

50

スス汚れに加えて、成形ローラ上にある凹凸のスス堆積の輪郭線がガラスに移る可能性がある。その際、凹凸は、スタンプのようにガラス表面上に押され、同じく表面的な欠陥、つまり該当するバイアルの不良品をもたらす。さらに、ガラス表面と回転する成形ローラとの間での潤滑剤の封入物も起こりかねない。包み込まれた油膜は、回転工程の最中、ガラス表面と工具表面との間に挟み込まれ、なおも成形可能なガラス表面にパターンを刻印する。それは、最終製品において、該当するガラス表面上での、高さが異なるまだら状の構造をもたらす。その際、パターンの形成の点で、方向に関しては基本的な相違はない、つまり、回転方向、つまり接線方向でのパターンの著しさと、回転軸の方向、つまり軸方向でのパターンの著しさとの間に基本的な相違はない。

【0010】

したがって、成形工具は、適切な洗浄間隔において洗浄する必要がある。典型的には、その間隔は、2から3時間である。その際、成形ローラを洗浄するには、生産機械の操業停止が欠かせず、それは減産をもたらす。その上、生産機械の操業停止は、起動時の問題を招くことがあるため、製造プロセスが、操業停止期間を越えて損なわれることになる。

【0011】

#### 発明の課題

本発明の課題は、定義された内部形状および外部形状を有するガラス品を製造するための、従来技術の前記の不利点を有さない装置を提供することにある。本発明のさらなる課題は、該当する製造方法ならびに中空ガラス品の提供にある。

【0012】

#### 発明の記載

本発明の課題は、独立請求項の主題によってすでに解決される。本発明の有利な実施形態および発展形態が、従属請求項の主題である。

【0013】

その際、本発明による装置は、少なくとも次の構成要素：

- 軟化するまでガラスを加熱するための装置、
  - 半製品を成形するための、少なくとも1つの内側成形工具および1つの外側成形工具（ただし、その外側成形工具は、成形面を有する成形ローラを含み、かつ半製品の外側側面（Mantelfläche）の成形に利用される）、ならびに成形ローラを収容するための装置、および
  - 潤滑油放出用流出口を備えた、成形ローラの成形面上に潤滑油を塗布するための装置を有する成形ステーション
- （ただし、成形ローラは、収容装置内に自由回転可能に支承されており、かつロック式固定装置により、成形プロセス中は、不動に固定可能である、ないしは固定されている）を有する。

【0014】

その際、望みの製品の特定の形ないしは特定の寸法への半製品の成形は、成形プロセスの直接的な結果であり得る。特に、本発明による方法を用いて、バイアルもしくはカルプーレにおけるクリンプネックないしはクリンプネックの外側面、またはシリンジにおけるシリンジコーンチップの外側面を成形できる。

【0015】

しかしながら、製品形状への半製品の成形は、複数の異なる成形プロセスによっても達成できる。半製品の側面および外側側面に加えて、例えば、ガラス瓶、ガラスバイアル、またはガラス容器の製造において、ネックおよびバイアル口の形状も成形可能である。

【0016】

本発明による装置を用いると、洗浄間隔を明らかに延長できる。同時に、製造に起因する不良品が減少する。それは、装置の個々の構成要素によって保証される。

【0017】

装置は、特に、管状半製品を成形するために形成されている。その場合、内側側面およ

10

20

30

40

50

び外側側面が、管の形状によって決定的に定められる。本発明の好ましい一実施形態では、内側成形工具が、ピンとして形成されている。該当する装置は、特に、ガラス管の変形により、医薬品一次包装といったガラス容器、例えば、バイアル、カルブーレまたはシリンジを製造するために適切である。

**【 0 0 1 8 】**

外側成形ローラの固定ゆえ、変形工程の最中に外側成形ローラは、回転する半製品によって駆動されない、ないしは回転しない。したがって、外側成形ローラと半製品との間には相対運動が存在する。この相対運動により、半製品にはせん断力が作用する。驚くべきことに、そのせん断力は、成形ローラを十分に潤滑した場合、変形される半製品の品質に不利に作用することはないということが分かった。むしろ、せん断力は、有利な効果を有することが分かった。つまり、被成形材料は、せん断力によって、特に有利なやり方で成形工具へと案内され、その成形工具に押し付けられ、半製品の成形が容易になる。

10

**【 0 0 1 9 】**

成形ローラの固定は、取外し可能な結合で行われるため、個々の成形プロセス間では成形ローラを取り外して、固定装置内において角度 だけ回転させることができる。角度は、一実施形態によると事前定義可能である。したがって、熱間成形工程間に成形ローラを角度 だけ回転させると、続く熱間成形工程が、成形面の隣接する表面断片によって行われることになる。つまり、変形される半製品につき、成形ローラの表面のわずかな分率しか使用されない。その際、個々の成形ステップ間における成形ローラの回転により、成形ローラの表面全体にわたって均等な、成形面の摩耗が保証される。

20

**【 0 0 2 0 】**

本発明による固定装置のもう1つの利点は、個々の成形プロセス間における成形ローラの回転により、どの成形プロセスないしはどの変形対象半製品においても、成形工具の低温部位が使用されることにある。したがって、成形ローラが、生産の最中に熱くならないか、またはきわめてわずかにしか熱くならない。それは特に有利であるが、なぜなら、それにより、潤滑油の燃焼ないしは熱分解によるスス生成が著しく低下するからである。さらに、成形工具の摩耗も低下するため、成形工具の寿命が長くなり得る。

**【 0 0 2 1 】**

装置は、成形ローラの成形面上に潤滑油を塗布するための装置を有する。その際、塗布工程につき、常に、成形面的一部分領域上にしか潤滑油が塗布されない。好ましくは、サイクルごとに一回、成形ローラの一部上に潤滑油を塗布する。

30

**【 0 0 2 2 】**

一実施形態は、潤滑油を放出するための装置が、装置内で固定的に据え付けられていることを想定する、つまり、スプレーノズルから、噴霧対象の成形工具の表面までの間隔が一定である。その場合、例えば、スプレーノズルが、成形ステーションまたは外側成形工具に組み込まれていてもよい。外側成形工具の下側での装着も可能である。

**【 0 0 2 3 】**

一実施形態によると、潤滑油の塗布を滴下注油器によって行う。自動一定オイル放出による滴下注油器が特に有利であると分かった。

**【 0 0 2 4 】**

好ましくは、潤滑油塗布装置の流出口と成形工具とが、半製品の回転軸の周りに、少なくとも45°の角距離で配置されているように、装置内で潤滑油塗布装置が配置されている。したがって、少しの潤滑油しか高温ガラスと接触していない。好ましくは、角度が、90から270°の範囲、特に好ましくは160から200°の範囲にある、つまり潤滑油塗布装置が、装置内で、ガラス接触面 ( G l a s e i n g r i f f ) の向かい側に配置されている。

40

**【 0 0 2 5 】**

一実施形態によると、塗布ごとに放出されるオイル量は、0.01から0.1gの範囲、特に好ましくは0.03から0.05gの範囲にある。塗布される潤滑剤の量がわずかであるため、製品、成形工具、ならびに生産環境の汚れを決定的に減らすことができる。

50

しかしながら、同時に、本発明による装置では十分な潤滑作用が達成される。

【0026】

潤滑剤としては、本発明による装置では、粘度 $< 600 \text{ mm}^2 / \text{s}$ ならびに引火点および/または熱分解点 $> 200$ 、好ましくは $> 250$ を有する任意のオイルを使用できる。したがって、ここでは、公知の標準プロセスと同じオイルを使用できる。

【0027】

装置は、特に、管状半製品を成形するために形成されている。その場合、内側側面および外側側面が、管の形状によって決定的に定められる。本発明の好ましい一実施形態では、内側成形工具が、ピンとして形成されている。該当する装置は、特に、ガラス管の変形により、医薬品一次包装といったガラス容器、例えば、バイアル、カルプーレまたはシリ

10

【0028】

成形ローラは、回転対称断面を有する。本発明の一実施形態によると、成形ローラは、成形ローラの回転軸に対して垂直な中心面において、シリンダ状断面を有する。したがって、その実施形態では、成形ローラが円形である。それは、ステップc)において、その分だけ成形ローラを回転させる角度を自由に選択できる、ないしは回転角の正確な調整が必要でないという利点を有する。

【0029】

代案として、成形ローラは、成形ローラの回転軸に対して垂直な中心面において、複数の成形面を伴う多角形断面を有する。多角形断面を有する成形ローラの場合、ステップc)において維持すべき回転角が、成形面の数に依存する。好ましくは、成形ローラが6から18の成形面を有する。

20

【0030】

その実施形態の一発展形態では、成形面の稜が、平坦、凸形または凹形に形成されている。

【0031】

本発明による、各成形プロセス後の成形ローラの回転により、どの変形対象半製品においても、成形工具の低温部位が使用され、かつ成形ローラは、生産中、全体として少ししか熱くならない。本発明の一発展形態によると、装置は、成形ローラの付加的な冷却装置を有する。その際、冷却は、能動的または受動的な熱伝導により行われ得る。

30

【0032】

本発明の一実施形態は、装置が、成形ローラ収容装置と直接的または間接的に結合している冷却体を有することを想定する。成形ローラは、冷却体と熱接触しており、ただし、その冷却体は、好ましくは内部冷却剤を有するため、プロセス熱が搬出され得る。その際、その冷却剤は、成形ローラとは冷却体を介して間接的にしか接触していない。その代わりに、または付加的に、装置は、成形ローラを冷却するための空冷を有する。

【0033】

好ましくは、放熱によって、成形工具表面の温度が最大限 $250$ 、好ましくは最大限 $180$ 、特に好ましくは最大限 $100$ であるように装置が形成されている。その際、特に、成形工具表面とは、変形プロセス最中に高温ガラスと接触する成形工具部分と理解される。その際、成形ローラの表面温度は、接触式表面温度計を利用して、ガラス接触点のすぐ隣で散発的に測定する。温度が低いことから、ほぼオイルが燃焼されないため、スス発生が著しく低下し、かつ成形ローラの成形表面上には燃焼残渣が堆積しないか、またはきわめて少ししか堆積しないことになる。

40

【0034】

したがって、本発明による装置は、好ましくは、少なくとも $8 \text{ h}$ 、さらには少なくとも $12 \text{ h}$ の洗浄間隔を有する。その際、洗浄間隔とは、成形工具を洗浄するための、装置の2停止時間間の時間的な間隔と理解される。

【0035】

さらに、本発明は、固定式成形ローラを用いた、ガラス製半製品の成形方法に関する。

50



その際、その方法は、少なくとも、方法ステップ a ) から c ) を含み、ステップ a ) 軟化するまでの半製品の加熱、ステップ b ) 成形ローラを有する少なくとも 1 つの成形工具による、少なくとも 1 つの成形ステップにおける半製品の外側表面および内側表面の成形、ならびに c ) ロック装置の取外し、事前定義された角度 分の成形ローラの回転、および成形ローラの改めての固定を伴い、その結果、ステップ a ) から b ) を繰り返した場合、成形ローラの成形面の別の一部が半製品と接触することになる。その際、好ましくは、半製品が、内側成形半製品および外側成形半製品によって成形される。好ましくは、半製品が、管として、特に、円形断面または楕円体断面を有する管として形成されている。特に、本発明による方法を用いて、例えば、パイアル、カルプーレのネック領域ないしはクリンブネック領域、またはシリンジを製造できる。

10

**【 0 0 3 6 】**

ステップ a ) では、半製品をまず、使用するガラスの成形温度付近の温度まで加熱し、ステップ b ) において、成形工具との接触により成形する。好ましくは、ステップ b ) において、成形に向けて、内側成形工具を半製品内へと挿入し、かつ外側成形工具を半製品上に付着させるため、半製品が成形されることになる。その際、内側成形工具は、好ましくはピンとして形成されている。外側成形工具は、少なくとも 1 つの成形面を伴う少なくとも 1 つの成形ローラを有する。その際、成形ローラは、取外し可能なロック装置によって収容装置に固定されている。半製品は、内側成形工具上で配置され、その中心点を回る回転運動を行う。外側成形工具の成形ローラが固定されているため、成形ローラは回転せず、成形工程中、成形面と半製品との間で相対運動が行われることになる。成形面の、少なくとも、成形工程中に半製品と接触する部分が、潤滑剤であるオイルによって覆われているため、成形面上でのガラスの付着が回避されることになる。

20

**【 0 0 3 7 】**

ステップ b ) においてガラスに対する接触面を形成する成形面部分領域のオイル塗布は、方法ステップ a ) から c ) のうちの 1 つのステップの最中に行う。その際、オイルは、オイルを塗布する時点では半製品と接触していない成形面の一部上へと塗布される。本発明の一実施形態によると、各サイクルにおいて、成形ローラの成形面の一部上に潤滑油を塗布する。その際、滴下注油器、特に、自動一定放出による滴下注油器が特に有利であると分かった。本発明の一実施形態は、各オイル放出工程において、0.01 から 0.1 g、好ましくは 0.03 から 0.05 g のオイルを成形ローラ上に塗布することを想定する。

30

**【 0 0 3 8 】**

ステップ c ) では、ロック装置の取外しを行う。成形ローラを、角度 だけ回転させてから改めてロック装置内で固定する。本発明の一実施形態によると、角度 は事前定義される、つまり、成形ローラを、前もって指定した角度 だけ回転させる。したがって、ステップ c ) により、ステップ a ) から b ) を繰り返した場合、成形ローラの成形面の別の一部が半製品と接触することが保証される。その結果、成形ローラ全体の加熱が防止され、各成形工程に対して、低温の成形面が提供される。それにより、スス発生が著しく低下する。

40

**【 0 0 3 9 】**

本発明による方法の一変形形態によると、成形プロセスの際にガラスに対する接触面を形成する成形表面の表面温度は、変形プロセスの最中、つまり、加熱された半製品との接触時でさえも、最大限 250 、好ましくは最大限 180 、特に好ましくは最大限 100 である。その際、成形ローラを、成形プロセス中に冷却してもよい。特に、成形プロセス中に、熱伝導を利用して、成形ローラから熱を搬出してもよい。

**【 0 0 4 0 】**

本発明の一実施形態によると、熱放散によって受動的に放熱する。その際、成形ローラは冷却体と接触している。その際、その冷却体は、能動冷却を有してもよい。つまり、一発展形態は、冷却体を、冷却媒体で、好ましくは冷却液で十分にすすぐことを想定する。

50

**【 0 0 4 1 】**

その代わりに、または付加的に、変形対象半製品と接触している成形面部分を、ガス流の吹込みによって、好ましくは空気流の吹込みによって冷却する。

【0042】

一実施形態によると、ステップb)において、半製品の外側側面を、円形断面を有する成形ローラによって成形する。その実施形態では、成形ローラを、ステップc)において、好ましくは2から10°の範囲の角度aだけ、特に好ましくは3から5°の範囲の角度aだけ回転させる。代案として、成形ローラは、多角形断面を有する。好ましくは、成形ローラが、6から18の成形面を伴う多角形断面を有し、ただし、成形面の数は、多角形の辺の数によって指定される。

【0043】

本発明の一発展形態は、ステップc)の後に成形ローラを洗浄するためのステップd)を行うことを想定する。その際、成形プロセスを停止させ、停止時間の最中に成形ローラを洗浄する。本発明の一実施形態によると、洗浄ステップは、早くとも、プロセスステップa)からc)を10000回繰り返した後、つまり早くとも、10000個の半製品が変形された後に行う。代案として、早くとも、装置を4h、好ましくは8h、特に好ましくは15h、とりわけ好ましくは24h運転した後に洗浄ステップd)を行う。したがって、洗浄間隔の時間を著しく延長できる。好ましくは、2洗浄ステップd)間の運転時間が、24hを上回る。

【0044】

本発明の別の発展形態によると、ステップc)の後に、成形ローラを洗浄するための洗浄ステップe)を、新しい半製品によりステップa)からc)を繰り返す最中に行う。したがって、その発展形態では、進行プロセス中に洗浄を行う。それゆえ、製造プロセスの中断は必要でない。その際、それぞれ、成形面の一部のみ、好ましくは、先行するステップb)において半製品と接触していた成形面部分を洗浄する。好ましくは、ステップa)からc)による成形プロセス後に毎回、成形ローラの洗浄を行う。

【0045】

さらに、本発明は、本発明による方法を用いて製造される、または製造可能である中空ガラス品に関する。その際、そのガラス品は、容器または容器部分であり、かつ容器壁ならびにネック部分ないしはショルダー部分を含む。その中空ガラス品は、少なくとも断片的には、円形断面または楕円形断面を有するシリンダ状である。

【0046】

容器の外側表面は、製造プロセスの際に高圧にさらされ、かつ外側成形工具、ならびに内側に位置する、例えばピンの形の成形工具を利用して成形された部位において、特徴的表面構造を有する。その、容器の外側表面の表面領域を、以下では、特徴的表面領域とも呼ぶ。その際、特徴的表面とは、本発明の趣旨では、特に、内側に位置するピンならびに外側成形工具を使用して、一成形ステップにおいて成形された、外側ガラス表面の表面領域と理解される。好ましくは、特徴的表面領域を成形するための成形ステップが、該当する容器を製造するための成形方法全体内の最終成形ステップである。

【0047】

一実施形態によると、容器は、バイアルまたはカルブーレである。その場合、特徴的表面領域は、クリンプネックの外表面と理解される。本発明の別の実施形態は、容器がシリンジであることを想定する。その実施形態では、特徴的表面領域は、コーンチップの外表面と理解される。その際、容器の特徴的表面領域は、高度プロファイルにおける勾配が異方性である起伏を有する表面構造を有する。その際、高度プロファイルは、接線方向勾配および軸方向勾配を有する。

【0048】

その際、接線方向勾配とは、高度プロファイルの、接線方向での勾配と理解され、ただし、その際、成形プロセス中の半製品の回転方向に相当する、表面構造の方向を接線方向と呼ぶ。それに対して、軸方向とは、高度プロファイルの、軸方向、つまり、半製品の回転軸と平行する方向での勾配と理解される。

10

20

30

40

50

## 【0049】

その際、接線方向勾配の平均値、つまり接線方向勾配平均値、ならびに軸方向勾配の平均値、つまり軸方向勾配平均値は、本発明によると、次のように、特徴的表面領域の高度プロファイルから算定される。

## 【0050】

容器の特徴的表面上に、サイズが1.0mm×1.0mmの3つの測定領域を、各測定領域が互いに120°の正接距離を有するため、測定領域が、特徴的表面領域の周囲にわたって均等に分配されているように配置する。同時に、測定領域のそれぞれを、特徴的表面領域の軸方向での中心に配置する。容器は回転対称形状ないしはシリンダ形状であるため、すべての特徴的表面領域は、接線方向にシリンダ状湾曲を有する。このシリンダ状湾曲は、高度プロファイルの測定後に自動的に補正され、それは、1.0mm×1.0mmという測定領域サイズではたやすく可能である。場合によっては生じる体系的な、つまり、容器の成形に起因する、特徴的表面領域の軸方向での湾曲も自動的に補正される。したがって、コンテナ形状の巨視的な影響は、起伏の算出および以下で記載する評価の際には考慮されない。

10

## 【0051】

特徴的表面領域の個々の測定領域の起伏は、白色干渉計を用いて作成できる。その際、測定領域内の起伏の各点において、それぞれ、接線方向および軸方向での勾配を測定する。続いて、起伏を、計算により、巨視的なコンテナ形状の分だけ、軸方向および周方向に補正する。続いて、それぞれの方向微分から接線方向または軸方向での局所勾配を算出する。その際、表面起伏の絶対高度値は外れるが、なぜなら、谷と山との間の高度差が、ほぼ一定の勾配を有する領域によって代用されるからである。山と谷との間のそれぞれの絶対高度差に依存して、それらの一定領域は、異なる幅で測定領域にわたって延在する。したがって、測定領域ごとの接線方向勾配平均値ならびに軸方向勾配平均値は、その測定領域にわたる、局所的な接線方向勾配ないしは局所的な軸方向勾配の値の平均値として得られる。個々の測定領域に関して該当する勾配平均値は、それもまた算術平均されるため、接線方向勾配平均値ないしは軸方向勾配平均値が、3つの測定領域にわたって平均して算定される。その際、以下では、他の指定がない限り、接線方向勾配平均値および軸方向勾配平均値とは、前記のように、3つの測定領域にわたって算出された勾配平均値と理解される。

20

30

## 【0052】

その際、本発明による容器は、そこでは接線方向勾配平均値が軸方向勾配平均値よりも小さい特徴的表面領域を有する。それは、固定式成形ローラを用いて容器を製造する際、特に本発明による製造方法では、成形可能な半製品ガラス表面が、外側成形工具の固定式工具面越しに研磨するため、成形工具の表面上に存在する潤滑剤膜ないしは油膜が、ガラス表面によって掻き取られないしは剥削されるということによって説明できる。したがって、ガラス表面と工具表面との間の相対運動によって、旋削プロセスの場合と類似する条溝パターンが生じる。

## 【0053】

それとは異なり、従来技術から公知の方法により可動式成形ローラを用いて製造した容器の高度プロファイルは、それぞれの方向微分に依存する、高度プロファイルの勾配に関して、異方性を示さないか、または少なくとも顕著な異方性は示さない。この場合、優先方向の欠如は、従来技術から公知の方法の場合、工具表面が、工具接触点での加圧下に、半製品のガラス表面での回転方向に回転すること（ただし、工具とガラス表面との間には、様々な厚さの潤滑油膜が存在する）により説明できる。この、潤滑油膜の厚さの差が、回転運動中に、なおも成形可能であるガラス表面上へスタンプのように刻印される。その際、パターンがどのように、回転方向、つまり接線方向に形成されるか、および回転軸の方向、つまり軸方向に形成されるかの点では相違がないか、または少なくとも大きな相違はない。

40

## 【0054】

50

それによると、合わせて本方法に含まれるのは、本発明による方法を用いて製造されるか、または製造可能である中空ガラス品であり、ただし、そのガラス品は、ネック領域またはショルダー領域および壁を有する容器または容器部分であり、そのガラス品は、容器の壁およびネック領域またはショルダー領域を含み、壁は円形断面または楕円形断面を有し、容器は中空ガラス品の外側ガラス表面上に特徴的 surface 領域を有し、特徴的 surface 領域は接線方向および軸方向を有し、接線方向は周方向に相応し、軸方向は接線方向に対して垂直であり、特徴的 surface 領域の高度プロファイルは、それぞれ、接線方向勾配平均値を有する接線方向勾配および軸方向勾配平均値を有する軸方向勾配を有し、接線方向勾配は、高度プロファイルの、接線方向での勾配であり、軸方向勾配は、高度プロファイルの、軸方向での勾配であり、かつ接線方向勾配平均値は、特徴的 surface 領域中にある測定領域内の高度プロファイルの局所的な接線方向勾配値の値の積分法によって算出され、軸方向勾配平均値は、特徴的 surface 領域中にある測定領域内の高度プロファイルの局所的な軸方向勾配値の値の積分法によって算出される。

10

## 【0055】

本発明の一実施形態によると、容器の特徴的 surface は、起伏を有する表面構造を有し、ただし、接線方向勾配平均値と軸方向勾配平均値との間の比率に関して、

接線方向勾配平均値 / 軸方向勾配平均値 < 0.60

が当てはまる。

## 【0056】

特に好ましくは、接線方向勾配平均値と軸方向勾配平均値との間の比率に関して、

接線方向勾配平均値 / 軸方向勾配平均値 < 0.45

が当てはまる。

20

## 【0057】

本発明の一発展形態によると、特徴的 surface 領域の外側側面が、容器の縦軸に対して横方向、つまり 85 から 95 ° の範囲、好ましくは 90 ° において壁の厚さで測定した表面粗さ  $R_z$  接線方向 よりも大きい、容器の縦軸方向に測定した表面粗さ  $R_z$  軸方向 を有する。好ましくは、その断片が、一周する溝または筋目を有する。

## 【0058】

溝または筋目の深さは、該当する断片の最大単一表面粗さ  $R_z$  i 軸方向 によって記載される。その際、単一表面粗さ  $R_z$  i 軸方向 は、規格 DIN EN ISO 4768 : 1990 に準拠して測定する。

30

## 【0059】

容器の特徴的 surface 領域は、本発明の一発展形態では、少なくとも 2 つ、好ましくは少なくとも 3 つの一周する溝を有する。その際、個々の溝間の間隔は異なってもよい。

## 【0060】

一実施形態によると、中空ガラス品は、瓶、バイアル、シリンジー部分、またはカルプーレー部分である。特に、中空ガラス品は、医薬品一次包装の一部、例えば、薬用バイアルである。

## 【0061】

合わせて本発明に含まれるのは中空ガラス品であり、ただし、そのガラス品は、ガラス管の熱間成形によって製造され、および / またはその高さに沿って、壁厚が一定である管状断片を有し、その断片では、壁厚の標準偏差が 0.05 mm 未満である。

40

## 【0062】

合わせて本発明に含まれるのは、さらに、前記のような中空ガラス品であり、ただし、特徴的 surface 領域は、管状断片の範囲外に位置し、かつそのガラス品の末端領域に位置し、ただし、ガラス品の特徴的 surface 領域の範囲にある直径が、管状断片にある直径よりも小さい。

## 【0063】

中空ガラス品のガラスは、特に、ホウケイ酸ガラスであり得る。

## 【0064】

50

### 詳細な説明

以下では、例示的实施形態および図 1 から 17 を手がかりに本発明をさらに詳細に説明する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0065】

【図 1】従来技術から公知の熱間成形装置を側面図で図示する。

【図 2】従来技術から公知の熱間成形装置を上図で図示する。

【図 3】本発明による熱間成形装置の一実施形態を側面図で図示する。

【図 4】本発明による熱間成形装置の一実施形態を上図で図示する。

【図 5】本発明による製造方法の一実施形態を図解する。

10

【図 6】多角形断面を有する外側成形ローラを備えた本発明による装置の一実施形態を側面図で図示する。

【図 7】多角形断面を有する外側成形ローラを備えた本発明による装置の一実施形態を上図で図示する。

【図 8】本発明によるガラスパイアルを図示する。

【図 9】本発明によるガラスパイアルを図示する。

【図 10】従来技術から公知の容器の特徴的領域の表面構造の 2D 起伏を示す。

【図 11】一実施形態の特徴的領域の表面構造の 2D 起伏を示す。

【図 12】従来技術から公知の容器の特徴的領域の表面構造の 3D 起伏を示す。

【図 13】一実施形態の特徴的領域の表面構造の 3D 起伏を示す。

20

【図 14】従来技術から公知の容器の特徴的領域の、接線方向での勾配解析を図示する。

【図 15】従来技術から公知の容器の特徴的領域の、軸方向での勾配解析を図示する。

【図 16】一例示的实施形態の特徴的領域の、接線方向での勾配解析を図示する。

【図 17】一例示的实施形態の特徴的領域の、軸方向での勾配解析を図示する。

##### 【0066】

図 1 および 2 では、従来技術から公知の熱間成形装置 1 を図示する。その際、図 1 は側面図を示し、図 2 は上図を示す。その際、この装置は、ガラスパイアルの内側側面を形成する内側成形工具 40 を有する。外側成形ローラ 20 は、懸架 60 において回転可能に支承されている。さらに、この装置は、ガラス管 30 を冷却するための空冷 70 を有する。成形プロセスの最中、ガラス管 30 は回転運動する。成形工具 40 および 20 は、被成形ガラス管半製品に向かって移動する。外側成形工具 20 は、回転可能に支承されているため、これらも同じく、ガラス管 30 の回転運動によって回転する。したがって、外側成形ローラ 20 とガラス管 30 とは、互いに相対運動を示さない。さらに、ガラス管 30 の外側側面を成形する際に、外側成形ローラ 20 の側面全体が、高温ガラス管 30 と接触する。ガラス管の冷却は、空冷 70 を利用して行う。

30

##### 【0067】

図 3 および 4 は、本発明による熱間成形装置 2 の一実施形態を図示する。その際、図 3 は側面図を示し、図 4 は装置の上図を示す。この装置は、ガラス管 30 の内側側面を成形するための内側成形工具 40、ならびに外側側面を成形するための 2 つの外側成形工具 21 を有する。ガラス管 30 は回転し、その回転運動を矢印で表す。

40

##### 【0068】

外側成形工具 21 は、円形断面を有する成形ローラとして形成されており、かつ懸架 61 を利用して自由回転可能に支承されている。しかしながら、変形プロセスの最中、成形ローラ 21 は、固定装置 82 によって固定されるため、成形ローラ 21 の回転は不可能になる。したがって、成形ローラ 21 は、回転するガラス管 30 によって回転するのではなく、装置 82 によってその位置に固定されたままである。それゆえ、ガラス管 30 と成形ローラ 21 とは、互いに相対運動を示す。成形ローラ 21 は、変形プロセスの間、固定装置 82 によって固定されているため、成形ローラ 21 の側面の小さな断片のみが高温ガラ

50

ス管 30 と接触するのに対して、成形ローラ 21 のその他の側面は、ガラス管と接触していない。それゆえ、成形ローラ 21 の側面の小さな一部分のみが、ガラス管との接触面として利用される。

【0069】

本発明による装置 2 は、その上、外側成形ローラ 21 上に潤滑剤塗布装置 90 を有する。その際、潤滑油塗布装置 90 の流出口と成形工具とは、半製品の回転軸の周りに、少なくとも  $45^\circ$  の角距離で配置されている。装置 90 のこの配置により、潤滑剤が、成形ローラ 21 の、高温ガラス管 30 との接触面上にではなく、成形ローラ 21 の別の低温領域に塗布されることが保証される。本発明による装置 2 は、示す実施形態においては、その上、成形ローラ冷却装置 100 を有する。それによって、潤滑剤の熱分解が回避される。これにより、スス生成が低下し、それゆえ、半製品の汚れも低下する。

10

【0070】

図 5 は、本発明による変形方法の一実施形態を図示する。その際、装置 2 a は、図 3 および 4 で示された本発明による装置 2 に相当する。さらに明快にするために、1つの外側成形ローラ 21 しか図示しない。

【0071】

ステップ a) では、ガラス半製品 30 を準備し、内側成形工具 40 上に配置し、ただし、半製品を、ガラスの軟化まで加熱した。外側成形工具 21 は、円形断面を有する成形ローラとして形成されており、かつ懸架 60 を用いて回転可能に支承されている。その際、固定装置 82 を利用して成形ローラを固定する。

20

【0072】

ステップ b) では、半製品 30 の成形を行う。そのためには、半製品 30 が、その中心点を回る回転運動をする。その回転運動を、矢印で表す。半製品 30 の内側側面は、内側成形工具 40 によって成形される。半製品 30 の外側側面の成形は、外側成形工具 21 の接触面 22 によって行う。その際、接触面 22 が、成形工程中、潤滑剤で覆われている。

【0073】

成形工程後に、ステップ c 1) において、半製品 30 を装置 2 a から除去する。固定装置 82 を取り外し、成形ローラ 21 を、事前定義された角度 だけ回転させる。好ましくは、角度 a が、接触面 22 の角度に相当する。続いて、ステップ c 2) において、固定装置 82 のロックにより成形ローラ 21 の位置を固定する。

30

【0074】

さらに、ステップ c) では、装置 90 により、成形ローラ 21 の側面の部分領域 91 上で潤滑剤を塗布する。その際、先行するステップ b) において接触面 22 の部分ではなかった、成形ローラ 21 の部分領域 91 上で潤滑剤を塗布する。それにより、潤滑剤の塗布時に、部分領域 91 が、高温ガラス 30 との接触によって加熱されていない、またはもはや加熱されていないことが保証される。

【0075】

新しい半製品 31 を用いてステップ a) および b) を繰り返す際に、成形ローラ 21 の側面の新しい部分領域 23 が、半製品 31 と接触する。したがって、どの半製品においても、接触面ないしは成形面として、成形ローラ 21 の側面の別の部分領域を用いて変形が行われるため、それぞれの成形面は、その前の成形プロセスによって加熱されたのではなく、どの成形プロセスにおいても低温の成形面が存在する。その際、低温の成形面とは、特に、250 未満の表面温度を有する成形面と理解される。

40

【0076】

図 6 および 7 は、多角形断面を有する成形ローラ 25 を備えた一例示的实施形態を図示する。その際、ここで示される成形ローラは、十二角形の形状の断面を有する。それに応じて、12個の成形面 26 が、接触面として存在する。したがって、図 5 で示した回転角は、この成形ローラの場合、 $30^\circ$  である。

【0077】

図 8 は、変形させたガラスパイアル 31 の図解を示す。その際、ガラスパイアルの縦軸

50

33に対する、測定領域32中での表面粗さ $R_z$  縦方向 および  $R_z$  横方向 の測定方向を、矢印34および35で示す。その際、矢印34は軸方向を、そして矢印35は接線方向を示す。その際、測定領域32は、特徴的表面領域320内に位置する。図8に示される例示的实施形態では、特徴的表面領域320が、クリンプネックの外面に相当する。

【0078】

測定領域32を、図9に図示する。その際、ガラスパイアルの特徴的表面領域320、つまりクリンプネックは、複数の一周する筋目36、37、38、39を有する。その際、筋目ないしは溝36、37、38および39は、ガラスパイアルの縦軸に対して横方向に整列している。

【0079】

図10には、従来技術から公知のガラスパイアルの特徴的表面領域の表面構造の2D高度プロファイルと比較例として示す。その際、測定領域は、2mm×2mmというサイズを有し、クリンプネックの領域から採用した。その際、2D高度プロファイルをグレースケールで示す。その際、横座標は接線方向を示し、縦座標は軸方向を示す。図10から、製造プロセスの際に刻印されたパターンは優先方向を示さないことが明らかになる。つまり、回転方向、つまり接線方向でのパターンないしは高度プロファイルが、回転軸の方向、つまり軸方向での場合と同様に顕著である。

【0080】

図11は、一例示的实施形態の特徴的表面領域の2D高度プロファイルを示す。この場合も、測定領域は、2mm×2mmというサイズを有し、クリンプネックの領域から採用した。その際、2D高度プロファイルをグレースケールで示す。その際、横座標は接線方向を示し、縦座標は軸方向を示す。図10で示した高度プロファイルの場合とは異なり、この例示的实施形態の高度プロファイルは異方性分布を有する。その際、同じ軸方向値を有する断片は、同じか、またはほぼ同じ高さを有するのに対して、接線方向値は同じであるものの軸方向値は異なる測定点の起伏高さは、互いに異なる。

【0081】

それは、本発明による方法の場合、成形可能なガラス表面が、固定式工具表面越しに研磨し、それにより、定義されていない厚さの油膜を掻き取るため、接線方向に条溝パターンが生成するという事に起因する。それは、図13によっても明らかになる。その際、図13は、2mm×2mmの大きさの測定領域のガラス表面の、グレースケールで示された3D起伏を示す。その際、x軸は接線方向を示し、y軸は軸方向を示す。接線方向での溝ないしは筋目を有する研削パターンが現れる。

【0082】

それとは異なり、図12で示される3D高度プロファイルは、比較例の特徴的表面領域を示す。例示的实施形態とは異なり、比較例は、高度プロファイル中で優先方向を示さない。この場合、むしろ、刻印されたパターンがどのように接線方向ないしは軸方向に形成されるかという点において相違がない。特徴的表面領域の構造を定量的に把握するために、全体として3つの、それぞれ1mm×1mmの大きさの測定領域を選択し、Zygo NexView Nx2型の白色干渉計を利用して起伏を作成した。その際、個々の測定領域は、互いに120°の正接距離を有し、したがって、特徴的表面領域の全周にわたって均等に分布した。さらに、個々の測定領域が、軸方向では、特徴的表面領域の中心に配置されているように調整した。起伏を測定し、巨視的なコンテナ形状ゆえ、計算により、測定領域のシリンダ形状の分だけ補正した。そのように得られた起伏から、起伏の各点において、それぞれ、接線方向と同様に軸方向でも局所勾配を測定した。各測定領域のそれぞれの接線方向勾配平均値および軸方向勾配平均値を算出するために、対応する局所勾配値の値を、測定領域全体にわたって平均した。個々の測定領域の対応する勾配平均値を再び算術平均して、3つの測定領域にわたる平均値として、接線方向勾配平均値ならびに軸方向勾配平均値を算定した。

【0083】

図14および15は、その際、比較例の接線方向(図14)および軸方向(図15)で

10

20

30

40

50

の勾配解析を示し、ただし、局所勾配値をグレースケールとして示す。比較例では、接線方向勾配の値と軸方向勾配の値とが互いにほとんど異ならず、つまり、測定領域にわたって、勾配の分布に関して優先方向ないしは異方性が存在しない。

【0084】

図16および17では、例示的实施形態の勾配解析を示し、ただし、図16は、接線方向での局所勾配を示し、図17は、軸方向での局所勾配を示す。図16および17によると、勾配値の異方性が明らかに識別できる。接線方向での勾配はおおむね一定であるのに対して、軸方向での勾配値は明らかに異なる。

【0085】

その際、勾配の値は、回転対称容器の常に外側に存在する特徴的表面の直径にも依存する。測定に使用する表面領域の直径が小さければ小さいほど、生じる勾配は大きくなる。それは、接線方向での勾配と同様に軸方向での勾配にも当てはまる。次に、表1が、異なるクリンプネック直径を有するパイアルに対する測定値を示す。

【0086】

【表1】

	クリンプネック直径 [mm]	接線方向勾配 平均値 [μm/mm]	軸方向勾配 平均値 [μm/mm]	接線方向勾配 平均値/ 軸方向勾配 平均値
比較例1	13	3.3	4.9	0.70
例示的实施形態1	13	1.6	9.1	0.20
比較例2	20	2.4	3.4	0.69
例示的实施形態2	20	0.9	4.9	0.13

表1：クリンプネック直径および製造方法に依存する勾配平均値

【0087】

表1に記載する勾配値は、複数の試料の算術平均値であり、ただし、個々の試料の値は、1mm×1mmという測定領域サイズを有する、クリンプネックの外面上のそれぞれ3つの測定領域での測定の算術平均によって算定した。その際、測定領域を、軸方向での中心に配置した。その際、1つの測定の3つの測定領域は、互いに120°の正接距離で配置した。1つの試料の3つの測定領域ごとにそれぞれ1つの勾配解析を、軸方向同様に接線方向にも行い、そのようにして得られた勾配を、各測定領域にわたる積分法により平均化した。比較例は、可動式外側成形ローラを用いる、従来技術から公知の方法により製造し、例示的实施形態の製造は、本発明による方法を用いて行った。

【0088】

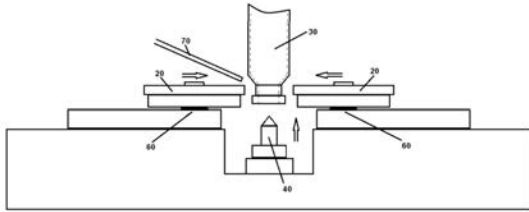
すべての試料は、その接触面が1.6μmの平均表面粗さRaを有する成形ローラを用いて製造した。それは、単なる旋削仕上げ(Abdrehen)により達成され得る最も精細な加工度(Bearbeitungsstufe)である。

【0089】

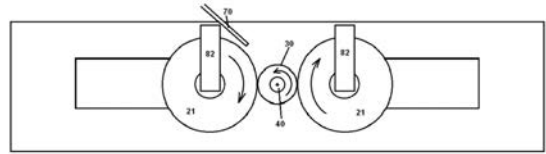
表1から、勾配平均値の値が、例示的实施形態の場合も比較例の場合も、クリンプネックの半径の低下と共に高まることが明らかになる。その際、両方の比較例とは異なり、例示的实施形態は、勾配平均値に関して異方性を示す。つまり、勾配平均値が、接線方向では軸方向よりも明らかに小さい。それに応じて、例示的实施形態は、さらに、接線方向勾配平均値の、軸方向勾配平均値に対する比率に関して、比較例よりはるかに小さい値も有する。



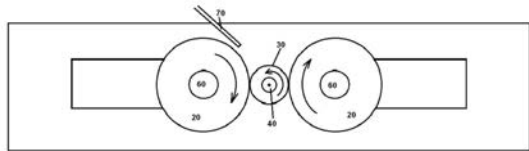
【 図 1 】



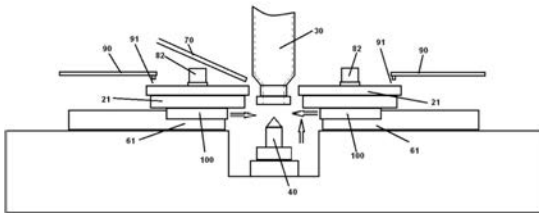
【 図 4 】



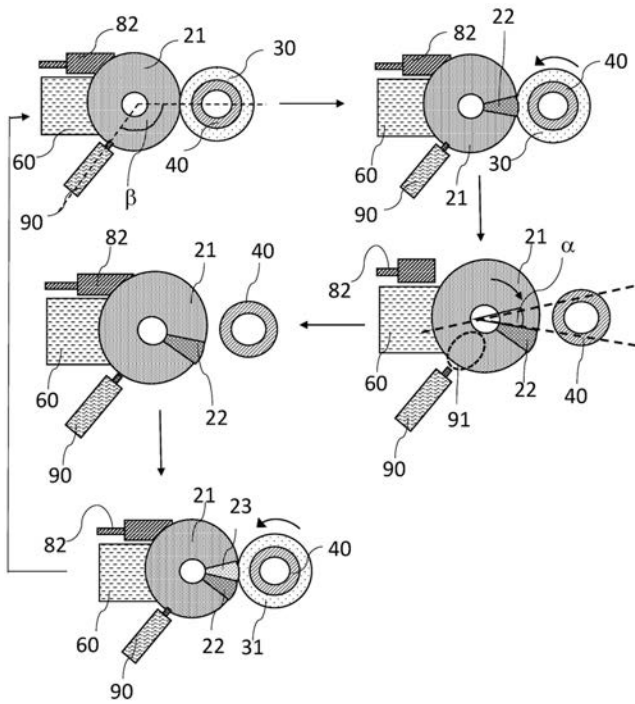
【 図 2 】



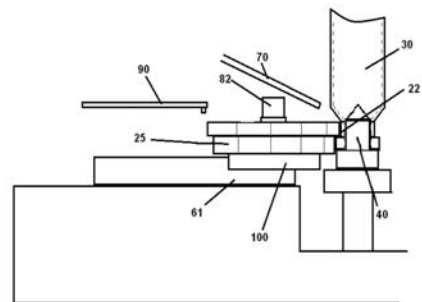
【 図 3 】



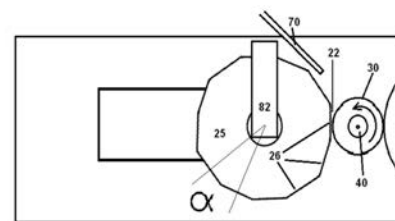
【 図 5 】



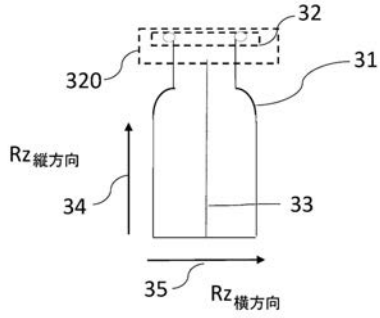
【 図 6 】



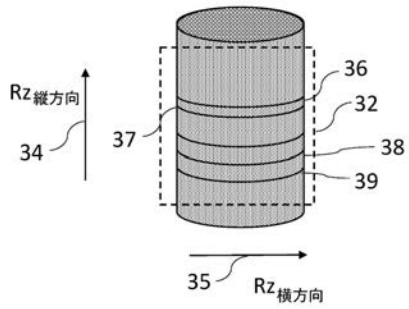
【 図 7 】



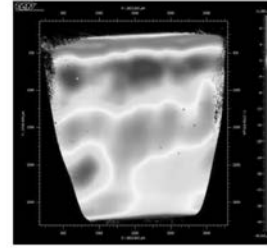
【 図 8 】



【 図 9 】

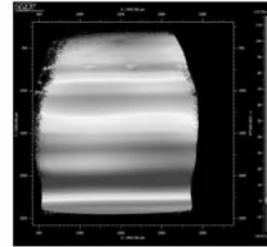


【 図 1 0 】

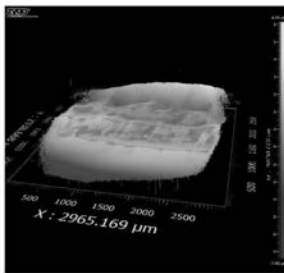


従来技術

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



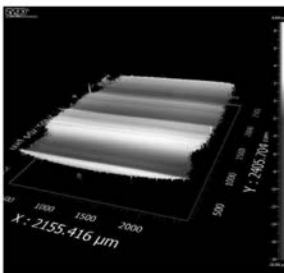
従来技術

【 図 1 4 】

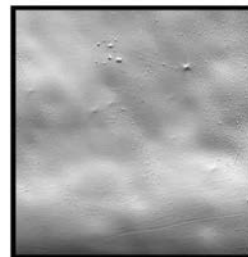


従来技術

【 図 1 3 】



【 図 1 5 】

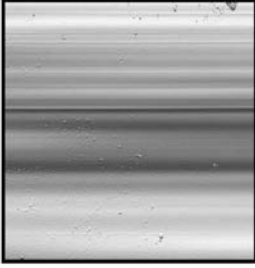


従来技術

【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



## フロントページの続き

(74)代理人 100116403

弁理士 前川 純一

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 クサーファー ユート

スイス国 ノイキアヒ・アン・デア・トゥーア ゾネンビュール 8

(72)発明者 ロバート リー

中華人民共和国 チャンスー スーチョウ エス・アイ・ピー パリス・インプレッション・ブ  
ック 26

(72)発明者 シェリー リアン

中華人民共和国 チャンスー スーチョウ エス・エヌ・シー シン・リチェン・ブロック 8

Fターム(参考) 4C047 AA05 BB01 CC03 FF10

4G015 BA05 BB02

## 【 外国語明細書 】

**Verfahren und Vorrichtung zur Heißumformung von gläsernen Werkstücken  
und heißumgeformte Glasbehälter****Beschreibung**

5

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Formen von gläsernen Werkstücken in einem Heißprozess. Im Speziellen betrifft die Erfindung ein Verfahren sowie eine Vorrichtung für einen entsprechenden Umformprozess, welche es ermöglichen, die Produktion von Gutstücken durch vergrößerte Reinigungsintervalle zu steigern. Des Weiteren betrifft die Erfindung hohle Glasgegenstände.

10

Hintergrund der Erfindung

15

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren bekannt, bei denen Glasgegenstände durch einen Umformprozess aus einem Werkstück, auch als Halbzeug bezeichnet, hergestellt werden. So werden Glasfläschchen, beispielsweise für pharmazeutische Anwendungen aus einem Glasrohr hergestellt, in dem ein kurzes Rohrstück an einem Ende bis zur Formgebungstemperatur des Glases erhitzt wird und mit einem oder mehreren Formgebungsschritten mit geeigneten Formwerkzeugen in die gewünschte Form gebracht werden. Die Innengeometrie wird üblicherweise mit Dornen geformt, die in das Rohrende eingebracht werden. Das Werkstück rotiert während des Formgebungsprozesses. Die Form und Ausmaße des Dorns definieren hierbei die Innengeometrie des Glasfläschchens. Die Umformung erfolgt durch äußere Formwerkzeuge, welche das Glasrohr gegen den Dorn drücken und gleichzeitig die äußere Seite des Glasrohrs ausformen. Hierbei dreht sich das Glasrohr und das äußere Formwerkzeug. Das äußere Formwerkzeug umfasst eine Formgebungsrolle mit einer Formgebungsfläche

20

25

So beschreibt die DE 202004004560 U1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Heißumformung mit frei drehbar gelagerten Formgebungsrollen. Die Formgebungsrollen werden durch das rotierende Werkstück angetrieben und drehen sich synchron mit dem Glas, d.h. es wird zwischen

30

Glas und den Formgebungsrollen keine Relativbewegung durchgeführt.

Bevorzugt erfolgt die Umformung an einem sogenannten Rundtakter. Die Umformung kann hierbei in mehreren Schritten, d.h. an mehreren Stationen des Rundläufers erfolgen.

5

Während des Werkzeugkontakts wird das gläserne Werkstück durch die Formwerkzeuge gekühlt. Zwischen den Formungsschritten muss das Werkstück daher gegebenenfalls wieder erwärmt werden. Die Temperaturführung wird so gestaltet, dass nach dem letzten Formgebungsschritt das Glas eine Temperatur erreicht, bei der das Werkstück formstabil ist.

10

Durch den Kontakt mit dem heißen Glas sind die Formwerkzeuge, insbesondere die Formgebungsflächen der Formgebungsrolle, hohen Temperaturbelastungen ausgesetzt. Das Glas kann dabei Temperaturen bis zu 1000 °C aufweisen. Während des Umformprozesses erhitzen sich somit die Formgebungsflächen und können so Temperaturen von > 250 °C

15

aufweisen.

Zudem muss ein direkter Kontakt der Formwerkzeuge mit dem heißen Glas vermieden werden, da dies zu einem Anhaften des Glases auf der Oberfläche der Formwerkzeuge führt. Daher wird bei der oben beschriebenen Heißumformung von Glas in der Regel ein Schmiermittel, auch als Trennmittel bezeichnet, beispielsweise ein Öl oder eine Paste, verwendet. Hierbei wird das Schmiermittel in den Zwischentakten des Formprozesses, in denen die Werkzeuge keinen Glaskontakt haben, auf die Formwerkzeuge aufgebracht, beispielsweise durch ein Besprühen, Anspritzen, Aufspritzen oder Überspülen der Formwerkzeuge mit dem Schmiermittel. Hierbei wird das jeweilige Werkzeug vor jedem Glaskontakt erneut geschmiert.

25

Auf Grund der hohen Temperaturen entstehen während des Umformprozesses Reaktionsprodukte der Schmiermittel. So kommt es zur Rußbildung. Während des Betriebs werden somit auf den Formgebungsflächen der Formgebungsrolle Rußablagerungen aufgebaut. Dies ist problematisch, da der Ruß in Kontakt mit dem heißen Glas kommt und sich so

30

in das formbare Glas einarbeiten bzw. mit dem Glas verbinden kann. Dies verursacht erhebliche kosmetische Probleme. Bei der Herstellung von Glasfläschchen führt dies beispielsweise zu einer Kontamination im Bereich des umgeformten Flaschenhalses. Die entsprechenden

Glasfläschchen müssen ausgeschieden werden.

Neben einer Rußkontamination können die Konturen von unebenen Rußablagerungen auf den Formrollen auf das Glas übertragen werden. Die Unebenheiten werden dabei wie bei einem  
5 Stempel auf die Glasoberfläche aufgedrückt, was ebenfalls zu kosmetischen Defekten und somit zu einem Ausschuss der entsprechenden Fläschchen führt. Des Weiteren kann es auch zu Einschlüssen des Schmiermittels zwischen Glasoberfläche und den rotierenden Formrollen kommen. Der eingeschlossene Ölfilm wird während des Abrollvorgangs zwischen Glas- und Werkzeugoberfläche eingeklemmt und prägt somit ein Muster auf die noch verformbare  
10 Glasoberfläche. Dies führt beim Endprodukt zu einer fleckenartige Struktur mit abweichenden Höhen auf den entsprechenden Glasoberflächen. Hierbei besteht kein grundsätzlicher Unterschied in der Ausbildung des Musters bezüglich der Richtung, d.h. es besteht kein grundsätzlicher Unterschied zwischen der Ausprägung des Musters in der Umlaufrichtung, d.h. tangential, und der Ausprägung des Musters in Richtung der Rotationsachse, also axial.

15

Daher müssen die Formwerkzeuge in einem geeigneten Reinigungsintervall gereinigt werden. Typischerweise beträgt dieses Intervall 2 bis 3 Stunden. Hierbei ist zur Reinigung der Formrollen eine Stilllegung der Produktionsmaschine notwendig, was zu einer Minderproduktion führt. Darüber kann es durch die Stilllegung der Produktionsmaschine zu Anlaufproblemen kommen, so  
20 dass der Herstellungsprozess über die Stilllegungsdauer hinaus beeinträchtigt wird.

#### Aufgabe der Erfindung

Eine Aufgabe der Erfindung liegt darin, eine Vorrichtung zur Herstellung eines Glasgegenstands mit definierter Innen- und Außengeometrie bereit zu stellen, welche die oben beschriebenen  
25 Nachteile des Stands der Technik nicht aufweist. Weitere Aufgabe der Erfindung bestehen in der Bereitstellung eines entsprechenden Herstellverfahrens sowie eines hohlen Glasgegenstandes.

#### Beschreibung der Erfindung

30

Die Aufgabe der Erfindung wird bereits durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der

Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist hierbei zumindest folgende Komponenten auf:

- 5           - Einrichtung zur Erwärmung des Glases bis zur Erweichung,  
          - Eine Formstation mit zumindest einem inneren und einem äußeren Formwerkzeug zum  
          Formen des Werkstücks wobei das äußere Formwerkzeug eine Formgebungsrolle mit  
          einer Formgebungsfläche umfasst und zur Formung der äußeren Mantelflächen des  
10           - einer Vorrichtung zur Aufnahme der Formgebungsrolle und  
          einer Vorrichtung zum Aufbringen eines Schmieröls auf die Formgebungsfläche der  
          Formgebungsrolle mit einer Auslassöffnung zur Abgabe des Schmieröls, wobei  
  
          die Formgebungsrolle in der Vorrichtung zur Aufnahme frei drehbar gelagert ist und durch  
          eine verriegelbare Arretierungseinrichtung während des Formgebungsprozesses fest fixierbar  
15           bzw. fixiert ist.

Die Ausformung des Werkstücks in die spezifische Form bzw. in die spezifischen Abmessungen  
des gewünschten Produktes kann hierbei ein unmittelbares Ergebnis des Formprozesses sein.  
Insbesondere kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der Rollrand bzw. die Außenfläche  
20           des Rollrandes bei Vials oder Karpulen oder bei Spritzen die Außenfläche des Spritzenkonus'  
          geformt werden.

Eine Ausformung des Werkstückes in die Produktform kann jedoch auch durch mehrere,  
verschiedene Formprozesse erreicht werden. Neben den inneren und äußeren Mantelflächen des  
25           Werkstücks kann beispielsweise bei der Herstellung von Glasflaschen, -fläschchen oder -  
          behältern auch die Hals- und Fläschchenmündungsgeometrie ausgeformt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können die Reinigungsintervalle deutlich verlängert  
werden. Gleichzeitig sinkt der produktionsbedingte Ausschuss. Dies wird durch die einzelnen  
30           Komponenten der Vorrichtung gewährleistet.



Die Vorrichtung ist insbesondere zum Formen eines rohrförmigen Werkstücks ausgebildet. Hier werden die inneren und äußeren Mantelflächen maßgeblich durch die Geometrie des Rohres bestimmt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das innere Formwerkzeug als Dorn ausgebildet. Eine entsprechende Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Herstellung von  
5 Glasbehältern wie Pharma-Primärverpackungen, beispielsweise von Fläschchen, Karpulen oder Spritzen, durch Umformen von Glasrohren.

Auf Grund der Fixierung der äußeren Formgebungsrolle wird diese während des Umformvorgangs nicht durch das rotierende Werkstück angetrieben bzw. in Drehung versetzt.  
10 Zwischen der äußeren Formgebungsrolle und dem Werkstück besteht somit eine Relativbewegung. Durch diese Relativbewegung wirken Scherkräfte auf das Werkstück. Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass sich diese bei einer ausreichenden Schmierung der Formrolle nicht nachteilig auf die Qualität der umgeformten Werkstücke auswirkt. Vielmehr hat sich herausgestellt, dass die Scherkräfte einen positiven Effekt aufweisen. So wird  
15 das zu verformende Material durch die Scherkräfte in besonders vorteilhafter Weise zu den Formwerkzeugen geführt und an diese gedrückt, was wiederum die Ausformung des Werkstücks erleichtert.

Die Arretierung der Formrolle erfolgt mit einer lösbaren Verbindung, so dass die  
20 Formgebungsrolle zwischen den einzelnen Formgebungsprozessen gelöst und um einen Winkel  $\alpha$  in der Arretierungseinrichtung gedreht werden kann. Der Winkel  $\alpha$  kann gemäß einer Ausführungsform vordefiniert werden. Die Drehung der Formgebungsrolle zwischen den Heißumformungsvorgängen um den Winkel  $\alpha$  führt somit dazu, dass der nachfolgende Heißumformungsvorgang durch einen benachbarten Oberflächenabschnitt der  
25 Formgebungsfläche erfolgt. Pro umgeformten Werkstück wird also nur ein geringer Anteil der Oberfläche der Formrolle eingesetzt. Durch ein Drehen der Formgebungsrolle zwischen den einzelnen Formgebungsschritten wird dabei eine gleichmäßige Abnutzung der Formgebungsfläche über die gesamte Oberfläche der Formgebungsrolle gewährleistet.

30 Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Arretierungseinrichtung liegt darin, dass durch das Drehen der Formgebungsrolle zwischen den einzelnen Formgebungsprozessen in jedem Formgebungsprozess bzw. bei jedem umzuformenden Werkstück eine kalte Stelle des

Formwerkzeugs verwendet wird. Somit heizt sich die Formrolle während der Produktion nicht oder nur sehr wenig auf. Dies ist besonders vorteilhaft, da somit die Rußbildung durch Verbrennung bzw. Pyrolyse des Schmieröls erheblich verringert wird. Zudem verringert sich auch der Verschleiß des Formwerkzeugs, so dass die Lebenszeit der Formwerkzeugs verlängert werden kann.

Die Vorrichtung weist eine Vorrichtung zum Aufbringen des Schmieröls auf die Formgebungsfläche der Formgebungsrolle auf. Hierbei wird das Schmieröl pro Applikationsvorgang stets nur auf einem Teilbereich der Formgebungsfläche aufgebracht. Bevorzugt erfolgt bei jedem Takt ein Aufbringen von Schmieröl auf einen Teil der Formgebungsrolle.

Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Vorrichtung zur Abgabe von Schmieröl fest in der Vorrichtung installiert sein, d.h. der Abstand von Sprühdüse zur Oberfläche des zu besprühenden Formwerkzeugs ist konstant. Hier kann die beispielsweise Sprühdüse in die Formstation oder ein äußeres Formwerkzeug integriert sein. Auch eine Anbringung unterhalb eines äußeren Formwerkzeuge ist möglich.

Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Applikation des Schmieröls durch einen Tropföler. Als besonders vorteilhaft haben sich Tropföler mit einer automatischen, regelmäßigen Ölabgabe herausgestellt.

Bevorzugt ist die Vorrichtung zum Aufbringen des Schmieröls in der Vorrichtung so positioniert, dass die Auslassöffnung der Vorrichtung zum Aufbringen des Schmieröls und das Formwerkzeug in einem Winkelabstand von zumindest  $45^\circ$  um die Rotationsachse des Werkstücks herum angeordnet sind. Somit ist nur wenig Schmieröl in Kontakt mit dem heißen Glas. Vorzugsweise liegt der Winkel  $\beta$  im Bereich von  $90$  bis  $270^\circ$ , besonders bevorzugt im Bereich von  $160$  bis  $200^\circ$ , d.h. die Vorrichtung zum Aufbringen des Schmieröls ist in der Vorrichtung auf der gegenüberliegenden Seite zum Glaseingriff angeordnet.

Gemäß einer Ausführungsform liegt die abgegebene Ölmenge pro Auftrag im Bereich von  $0.01$  bis  $0.1$  g, besonders bevorzugt im Bereich von  $0.03$  bis  $0.05$  g. Durch die geringe Menge an

appliziertem Schmiermittel kann die Kontamination des Produktes, der Formwerkzeuge sowie der Produktionsumgebung maßgeblich verringert werden. Gleichzeitig wird jedoch bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine ausreichende Schmierwirkung erreicht.

- 5 Als Schmiermittel können bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung beliebige Öle mit einer Viskosität  $< 600 \text{ mm}^2/\text{s}$  und einem Flammpunkt und/oder Pyrolysepunkt  $> 200^\circ\text{C}$ , bevorzugt  $> 250^\circ\text{C}$  eingesetzt werden. Somit können hier die gleichen Öle wie bei den bekannten Standardprozessen eingesetzt werden.
- 10 Die Vorrichtung ist insbesondere zum Formen eines rohrförmigen Werkstücks ausgebildet. Hier werden die inneren und äußeren Mantelflächen maßgeblich durch die Geometrie des Rohres bestimmt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das innere Formwerkzeug als Dorn ausgebildet. Eine entsprechende Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Herstellung von Glasbehältern wie Pharma-Primärverpackungen, beispielsweise von Fläschchen, Karpulen oder
- 15 Spritzen, durch Umformen von Glasrohren.

Die Formgebungsrolle weist eine rotationssymmetrische Querschnittsfläche auf. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist die Formgebungsrolle in einer Mittelebene senkrecht zur Drehachse der Formgebungsrolle einen zylindrischen Querschnitt auf. In dieser Ausführungsform

20 ist die Formgebungsrolle somit rund. Dies hat den Vorteil, dass in Schritt c) der Winkel, um den die Formgebungsrolle gedreht wird, frei gewählt werden kann bzw. eine genaue Einstellung des Drehwinkels  $\alpha$  nicht notwendig ist.

Alternativ weist die Formgebungsrolle in einer Mittelebene senkrecht zur Drehachse der

25 Formgebungsrolle einen polygonen Querschnitt mit mehreren Formgebungsflächen auf. Bei Formgebungsrollen mit polygonem Querschnitt ist der in Schritt c) einzuhaltende Drehwinkel  $\alpha$  abhängig von der Anzahl der Formgebungsflächen. Vorzugsweise weist die Formgebungsrolle 6 bis 18 Formgebungsflächen auf.

30 In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform sind die Kanten der Formgebungsflächen eben, konvex oder konkav geformt.

Durch das erfindungsgemäße Drehen der Formgebungsrolle nach jedem Formgebungsprozess wird bei jedem umzuformenden Werkstück eine kalte Stelle des Formwerkzeugs verwendet und die Formgebungsrolle heizt sich insgesamt während der Produktion nur wenig auf. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist die Vorrichtung eine zusätzliche Einrichtung zur Kühlung der Formgebungsrolle auf. Die Kühlung kann hierbei durch aktive oder passive Wärmeleitung erfolgen.

Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Vorrichtung einen Kühlkörper aufweist, der direkt oder indirekt mit der Vorrichtung zur Aufnahme der Formrolle verbunden ist. Die Formrolle in thermischen Kontakt zu einem Kühlkörper steht, wobei der Kühlkörper bevorzugt ein Mittel für eine interne Kühlung aufweist, so dass Prozesswärme abgeführt werden kann. Das Kühlmittel ist hierbei nur indirekt über den Kühlkörper mit der Formrolle in Kontakt. Alternativ oder zusätzlich weist die Vorrichtung eine Luftkühlung zur Kühlung der Formrolle auf.

Bevorzugt ist die Vorrichtung derart ausgestaltet, dass durch eine Wärmeableitung die Temperatur an der Oberfläche des Formwerkzeugs höchstens 250°C, bevorzugt höchstens 180°C und besonders bevorzugt höchstens 100°C beträgt. Hierbei wird insbesondere unter der Oberfläche des Formwerkzeugs der Teil des Formwerkzeugs verstanden, der während des Umformprozesses in Kontakt mit dem heißen Glas kommt. Die Oberflächentemperatur der Formrollen wird hierbei mit Hilfe von Oberflächen-Kontaktthermometer direkt neben dem Glaskontakt Punkt sporadisch gemessen. Durch die geringen Temperaturen wird nahezu kein Öl verbrannt, so dass die Rußentwicklung signifikant reduziert und auf der Formgebungsoberfläche der Formgebungsrolle keine oder nur in sehr geringem Maße Verbrennungsrückstände abgelagert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist somit vorzugsweise ein Reinigungsintervall von zumindest 8 h oder sogar von zumindest 12 h auf. Unter dem Reinigungsintervall wird dabei der zeitliche Abstand zwischen zwei Standzeiten der Vorrichtung zur Reinigung der Formwerkzeuge verstanden.

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Formen eines Werkstücks aus Glas mit fixierten Formgebungsrollen. Hierbei umfasst das Verfahren zumindest die Verfahrensschritt a)

bis c) mit Schritt a) Erwärmen des Werkstücks bis zum Erweichen, mit Schritt b) Ausformen der äußeren und inneren Oberflächen des Werkstücks durch zumindest ein Formwerkzeug mit einer Formgebungsrolle in zumindest einem Formungsschritt als sowie mit Schritt c) lösen der Verriegelungseinrichtung, Drehen der Formgebungsrolle um einen vordefinierten Winkel  $\alpha$  und  
5 erneute Fixierung der Formgebungsrolle, so dass bei einer Wiederholung der Schritte a) bis b) ein anderer Teil der Formgebungsfläche der Formgebungsrolle in Kontakt mit dem Werkstück kommt. Bevorzugt wird das Werkstück hierbei durch ein inneres und ein äußeres Formwerkstück geformt. Bevorzugt ist das Werkstück als Rohr, insbesondere als ein Rohr mit einem runden oder elipsoiden Querschnitt ausgebildet. Insbesondere können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren  
10 Hals- bzw. Rollrandbereiche beispielsweise von Vials, Karpulen oder Spritzen hergestellt werden.

In Schritt a) wird das Werkstück zunächst auf eine Temperatur um die Formgebungstemperatur des verwendeten Glases aufgeheizt und in Schritt b) durch Kontakt mit dem Formwerkzeug geformt. Bevorzugt wird in Schritt b) zur Ausformung ein inneres Formwerkzeug in das Werkstück  
15 eingeführt und ein äußeres Formwerkzeug auf das Werkstück aufgebracht, so dass das Werkstück geformt wird. Das innere Formwerkzeug ist hierbei bevorzugt als Dorn ausgebildet. Das äußere Formwerkzeug weist zumindest eine Formgebungsrolle mit zumindest einer Formgebungsfläche auf. Die Formgebungsrolle ist hierbei mit einer lösbaren Verriegelungseinrichtung an einer Aufnahmevorrichtung fixiert.

20 Das Werkstück wird auf einem inneren Formwerkzeug positioniert ~~wird~~ und führt eine Rotationsbewegung um seinen Mittelpunkt aus. Da die Formgebungsrolle des äußeren Formgebungswerkzeugs fixiert ist, dreht sich die Formgebungsrolle nicht, so dass während des Formvorgangs eine Relativbewegung zwischen der Formgebungsfläche und dem Werkstück ausgeführt wird. Zumindest der Teil der Formgebungsfläche, welcher während des  
25 Formvorgangs in Kontakt mit dem Werkstück kommt, ist mit einem Öl als Schmiermittel bedeckt, so dass ein Anhaften des Glases an der Formgebungsfläche vermieden wird.

Die Ölapplikation des Teilbereiches der Formgebungsfläche, der in Schritt b) die Kontaktfläche zum Glas bildet erfolgt während einem der Verfahrensschritte a) bis c). Hierbei wird Öl auf einen  
30 Teil der Formgebungsfläche, der zum Zeitpunkt des Aufbringens des Öls nicht in Kontakt mit dem Werkstück steht, aufgebracht. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird bei jedem Takt Schmieröl auf einen Teil der Formgebungsfläche der Formgebungsrolle aufgetragen. Als

besonders vorteilhaft haben sich hierbei Tropföler, insbesondere Tropföler mit automatischer, regelmäßiger Abgabe herausgestellt. Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass bei jedem Ölabgabevorgang 0.01 bis 0.1 g, bevorzugt 0.03 bis 0.05 g Öl auf die Formgebungsrolle aufgebracht wird.

5

In Schritt c) erfolgt ein Lösen der Verriegelungseinrichtung. Die Formgebungsrolle wird um einen Winkel  $\alpha$  gedreht und anschließend erneut in der Verriegelungseinrichtung fixiert. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird der Winkel  $\alpha$  vordefiniert, d.h. die Formgebungsrolle wird um einen vorher festgelegten Winkel  $\alpha$  gedreht. Durch Schritt c) wird somit gewährleistet, dass bei einer Wiederholung der Schritte a) bis b) ein anderer Teil der Formgebungsfläche der Formgebungsrolle in Kontakt mit dem Werkstück kommt. Somit wird eine Erwärmung der gesamten Formgebungsrolle vermieden und für jeden Formgebungsvorgang steht eine kalte Formgebungsfläche zur Verfügung. Hierdurch wird die Rußentwicklung erheblich verringert.

10

15

Gemäß einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt die Oberflächentemperatur der Formgebungsoberfläche, die beim Formgebungsprozess die Kontaktfläche zum Glas bildet, während des Umformprozesses, d.h. auch bei Kontakt mit dem erwärmten Werkstück, maximal 250 °C, bevorzugt maximal 180 °C und besonders bevorzugt maximal 100 °C.

Hierbei kann die Formgebungsrolle während des Formgebungsprozesses gekühlt werden.

20

Insbesondere kann von der Formgebungsrolle während des Formgebungsprozesses mittels Wärmeleitung Wärme abgeführt werden.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Wärmeableitung passiv durch

Wärmeableitung. Hierbei steht die Formgebungsrolle in Kontakt mit einem Kühlkörper. Der

25

Kühlkörper kann hierbei eine aktive Kühlung aufweisen. So sieht eine Weiterbildung vor, dass der Kühlkörper mit einem Kühlmedium, bevorzugt mit einer Kühlflüssigkeit durchspült wird.

Alternativ oder zusätzlich wird der Teil der Formgebungsfläche, welcher in Kontakt mit dem umzuformenden Werkstück steht, durch Einblasen eines Gasstroms, vorzugsweise durch

30

Einblasen eines Luftstroms gekühlt.

Gemäß einer Ausführungsform werden in Schritt b) die äußeren Mantelflächen des Werkstücks mit einer Formgebungsrolle mit einer kreisförmigen Querschnittsfläche geformt. In dieser Ausführungsform wird die Formgebungsrolle in Schritt c) bevorzugt um einen Winkel  $\alpha$  im Bereich von 2 bis 10°, besonders bevorzugt um einen Winkel  $\alpha$  im Bereich von 3 bis 5° gedreht.

- 5 Alternativ weist die Formgebungsrolle eine polygone Querschnittsfläche auf. Vorzugsweise weist die Formgebungsrolle eine polygone Querschnittsfläche mit 6 bis 18 Formgebungsflächen auf, wobei die Anzahl der Formgebungsflächen durch die Zahl der Polygonseiten festgelegt wird.

- 10 Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass nach Schritt c) ein Schritt d) zur Reinigung der Formgebungsrolle erfolgt. Hierbei wird der Formgebungsprozess angehalten und die Formgebungsrolle während der Standzeit gereinigt. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erfolgt der Reinigungsschritt frühestens nach 10000 Wiederholungen der Prozessschritte a) bis c), d.h. nach frühestens 10000 umgeformten Werkstücken. Alternativ erfolgt der Reinigungsschritt d) frühestens nach einer Laufzeit der Vorrichtung von 4 h, bevorzugt 8 h, besonders bevorzugt 15
- 15 h und ganz besonders bevorzugt 24 h. Somit kann die Dauer des Reinigungsintervalls erheblich verlängert werden. Vorzugsweise beträgt die Laufzeit zwischen zwei Reinigungsschritten d) größer als 24 h.

- 20 Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung erfolgt nach Schritt c) ein Reinigungsschritt e) zur Reinigung der Formgebungsrolle während einer Wiederholung der Schritte a) bis c) mit neuen Werkstücken. In dieser Weiterbildung erfolgt somit die Reinigung im laufenden Prozess. Eine Unterbrechung des Herstellungsprozesses ist somit nicht notwendig. Hierbei wird jeweils nur ein Teil der Formgebungsfläche, vorzugsweise der Teil der Formgebungsfläche, welche im vorangegangenen Schritt b) in Kontakt mit dem Werkstück stand, gereinigt. Vorzugsweise erfolgt
- 25 nach jedem Formgebungsprozess mit den Schritten a) bis c) eine Reinigung der Formgebungsrolle.

- 30 Weiterhin betrifft die Erfindung einen hohlen Glasgegenstand, hergestellt oder herstellbar mit dem erfindungsgemäßen Verfahren. Der Glasgegenstand ist hierbei ein Behälter oder Teil eines Behälters und umfasst die Wandung des Behälters sowie eine Hals- bzw. Schulterpartie. Der hohle Glasgegenstand ist zumindest abschnittsweise zylindrisch mit einer kreisförmigen oder ovalen Querschnittsfläche.

Die äußeren Oberflächen des Behälters weisen an den Stellen, die beim Fertigungsprozess einem erhöhten Druck ausgesetzt und mittels eines äußeren sowie eines innenliegenden Formwerkzeugs, beispielsweise in Form eines Dorns, ausgeformt wurden, eine charakteristische Oberflächenstruktur auf. Diese Oberflächenbereiche der äußeren Oberfläche des Behälters werden im Folgenden auch als charakteristische Oberflächenbereiche bezeichnet. Unter den charakteristischen Oberflächen sind im Sinne der Erfindung hierbei insbesondere die Oberflächenbereiche der äußeren Glasoberflächen zu verstehen, die unter Verwendung eines innenliegenden Dorns sowie äußerer Formwerkzeuge in einem Formgebungsschritt geformt wurden. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Formgebungsschritt zur Formung der charakteristischen Oberflächenbereiche um den letzten Formgebungsschritt innerhalb des gesamten Formgebungsverfahrens zur Herstellung des entsprechenden Behälters.

Gemäß einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Behälter um ein Vial oder eine Karpule. Hier ist unter dem charakteristischen Oberflächenbereich die Außenfläche des Rollrandes zu verstehen. Eine andere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Behälter eine Spritze ist. In dieser Ausführungsform wird unter dem charakteristischen Oberflächenbereich die Außenfläche des Konus verstanden.

Die charakteristischen Oberflächenbereiche des Behälters hierbei eine Oberflächenstruktur mit einem Höhenrelief mit einer Anisotropie der Steigungen im Höhenprofil auf. Das Höhenprofil weist hierbei eine Tangentialsteigung und eine Axialsteigung auf.

Unter der Tangentialsteigung wird hierbei die Steigung des Höhenprofils in Tangentialrichtung verstanden, wobei als Tangentialrichtung dabei die Richtung der Oberflächenstruktur bezeichnet wird, die der Umlaufrichtung des Werkstücks während des Formprozesses entspricht. Unter der Axialsteigung wird dagegen die Steigung des Höhenprofils in Axialrichtung, d.h. in Richtung parallel zur Rotationsachse des Werkstücks verstanden.

Der Mittelwert der Tangentialsteigung, d.h. der Tangentialsteigungsmittelwert, sowie der Mittelwert der Axialsteigung, d.h. der Axialsteigungsmittelwert, wird hierbei erfindungsgemäß wie folgt aus dem Höhenprofil des charakteristischen Oberflächenbereiches bestimmt:



Auf der charakteristischen Oberfläche des Behälters werden drei Messfelder der Größe 1,0 mm x 1,0 mm derart platziert, dass die Messfelder einen tangentialen Abstand von  $120^\circ$  zu einander aufweisen und die Messfelder somit über den Umfang des charakteristischen

5 Oberflächenbereichs gleichmäßig verteilt sind. Gleichzeitig wird jedes der Messfelder in Axialrichtung mittig auf dem charakteristischen Oberflächenbereich angeordnet.

Auf Grund der rotationssymmetrischen bzw. zylindrischen Form des Behälters weist jeder charakteristische Oberflächenbereich in Tangentialrichtung eine zylindrische Wölbung auf. Diese zylindrische Wölbung wird nach der Messung des Höhenprofils automatisch korrigiert, was bei  
10 einer Messfeldgröße von 1,0 mm x 1,0 mm ohne weiteres möglich ist. Auch eine eventuell auftretende systematische, d.h. durch die Formgebung des Behälters bedingte, Wölbung des charakteristischen Oberflächenbereichs in Axialrichtung wird automatisch korrigiert. Somit werden Einflüsse der makroskopischen Containerform bei der Ermittlung und nachfolgend beschriebenen Auswertung des Höhenreliefs nicht berücksichtigt.

15

Die Höhenreliefs der einzelnen Messfelder im charakteristischen Oberflächenbereich können mit einem Weißlichtinterferometer erstellt werden. Hierbei wird innerhalb eines Messfeldes an jedem Punkt des Höhenreliefs jeweils die Steigung in Tangentialrichtung und in Axialrichtung bestimmt. Das Höhenrelief wird anschließend rechnerisch um die makroskopische Containerform in Axial-  
20 und Umfangsrichtung bereinigt. Anschließend werden die lokalen Steigungen aus der jeweiligen Richtungsableitung in Tangential- oder Axialrichtung errechnet. Hierbei fallen die absoluten Höhenwerte des Oberflächenreliefs heraus, da die Höhenunterschiede zwischen einem Tal und einem Berg durch Bereiche mit annähernd konstanter Steigung ersetzt werden. Abhängig von der jeweiligen absoluten Höhendifferenz zwischen Berg und Tal erstrecken sich diese konstanten  
25 Bereiche unterschiedlich breit über das Messfeld. Der Tangentialsteigungsmittelwert sowie der Axialsteigungsmittelwert für ein Messfeld werden somit als über das Messfeld gemittelter Wert des Betrages der lokalen Tangentialsteigung bzw. der lokalen Axialsteigung erhalten. Die entsprechenden Steigungsmittelwerte der einzelnen Messfelder werden wiederum arithmetisch gemittelt, so dass der Tangentialsteigungsmittelwert bzw. der Axialsteigungsmittelwert  
30 über die drei Messfelder bestimmt werden. Hierbei wird im Folgenden, sofern nicht anders bezeichnet, unter dem Tangentialsteigungsmittelwert und dem Axialsteigungsmittelwert der wie oben beschrieben ermittelte Steigungsmittelwert über die drei Messfelder verstanden.

Die erfindungsgemäßen Behälter weisen hierbei charakteristische Oberflächenbereiche auf, in denen der Tangentialsteigungsmittelwert kleiner ist als der Axialsteigungsmittelwert. Dies kann damit erklärt werden, dass bei der Herstellung des Behälters mit feststehenden Formrollen,  
5 insbesondere beim erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren, die verformbare Glasoberfläche des Werkstücks über die stehende Werkzeugfläche des äußeren Formwerkzeugs hinwegschleift, so dass der sich auf der Oberfläche des Formwerkzeugs befindliche Schmiermittel- bzw. Ölfilm von der Glasoberfläche abgerakelt bzw. abgetragen wird. Durch die Relativbewegung zwischen Glasoberfläche und Werkzeugoberfläche entstehen somit Riefenmuster, ähnlich wie bei einem  
10 Drehprozess.

Im Unterschied dazu zeigen Höhenprofile von Behältern, die mit einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren mit beweglichen Formrollen hergestellt wurden, keine oder zumindest keine ausgeprägte Anisotropie bezüglich der Steigungen des Höhenprofils abhängig  
15 von der jeweiligen Richtungsableitung. Das Fehlen einer Vorzugsrichtung kann hier damit erklärt werden, dass beim aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren die Werkzeugoberfläche unter erhöhtem Druck im Werkzeugberührungspunkt in Umlaufrichtung auf der Glasoberfläche des Werkstücks abrollt, wobei sich zwischen Werkzeug und Glasoberfläche ein Schmierölfilm unterschiedlicher Dicke befindet. Dieser Dickenunterschied des Schmierölfilms wird während der  
20 Abrollbewegung stempelartig auf die noch verformbare Glasoberfläche eingeprägt. Hierbei besteht kein oder zumindest kein großer Unterschied darin, wie sich das Muster in Umlaufrichtung, d.h. tangential und in Richtung der Rotationsachse, also axial, ausbildet.

Mit von der Erfindung umfasst ist demnach ein hohler Glasgegenstand, welcher hergestellt oder  
25 herstellbar ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren, wobei der Glasgegenstand ein Behälter oder Teil eines Behältnisses mit einem Hals- oder Schulterbereich und einer Wandung ist, wobei der Glasgegenstand die Wandung und den Hals- oder Schulterbereich des Behälters umfasst, wobei die Wandung einen runden oder ovalen Querschnitt und der Behälter einen charakteristischen Oberflächenbereich auf der äußeren Glasoberfläche des hohlen  
30 Glasgegenstandes aufweist, wobei der charakteristische Oberflächenbereich eine Tangentialrichtung und eine Axialrichtung aufweist, wobei die Tangentialrichtung der Umfangsrichtung entspricht und die Axialrichtung senkrecht zur Tangentialrichtung ist,

wobei ein Höhenprofil im charakteristischen Oberflächenbereich jeweils eine Tangentialsteigung mit einem Tangentialsteigungsmittelwert und eine Axialsteigung mit einem Axialsteigungsmittelwert aufweist, wobei die Tangentialsteigung die Steigung des Höhenprofils in Tangentialrichtung und die Axialsteigung die Steigung des Höhenprofils in Axialrichtung ist, und wobei der Tangentialsteigungsmittelwert durch Integration der Beträge der lokalen Tangentialsteigungswerte des Höhenprofils innerhalb eines Messfeldes im charakteristischen Oberflächenbereich ermittelt wird und der Axialsteigungsmittelwert durch Integration der Beträge der lokalen Axialsteigungswerte des Höhenprofils innerhalb des Messfeldes im charakteristischen Oberflächenbereich ermittelt wird.

10

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weisen die charakteristischen Oberflächen des Behälters eine Oberflächenstruktur mit einem Höhenrelief auf, wobei für das Verhältnis zwischen dem Tangentialsteigungsmittelwert und dem Axialsteigungsmittelwert gilt:

15

$$\text{Tangentialsteigungsmittelwert}/\text{Axialsteigungsmittelwert} < 0,60.$$

Besonders bevorzugt gilt für das Verhältnis zwischen der Tangentialsteigungsmittelwert und Axialsteigungsmittelwert

20

$$\text{Tangentialsteigungsmittelwert}/\text{Axialsteigungsmittelwert} < 0,45.$$

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist die äußere Mantelfläche im charakteristischen Oberflächenbereich eine Rautiefe  $Rz_{\text{axial}}$  gemessen in Richtung der Längsachse des Behälters auf, die größer ist als die Rautiefe  $Rz_{\text{tangential}}$  gemessen in einer Höhe der Wandung quer, d.h. im Bereich von 85 bis 95°, bevorzugt bei 90°, zur Längsachse des Behälters. Bevorzugt weist dieser Abschnitt eine umlaufende Rille oder Riefe auf.

25  
30

Die Tiefe der Rille oder Riefe kann durch die maximale Einzelrautiefe  $Rzi_{\text{axial}}$  des betreffenden Abschnitts beschrieben werden. Die Einzelrautiefe  $Rzi_{\text{axial}}$  wird dabei gemäß der Norm DIN EN ISO 4768:1990 bestimmt.

Der charakteristische Oberflächenbereich des Behälters weist in einer Weiterbildung der Erfindung zumindest 2, bevorzugt zumindest 3 umlaufende Rillen auf. Der Abstand zwischen den einzelnen Rillen kann hierbei variieren.

5 Gemäß einer Ausführungsform ist der hohle Glasgegenstand eine Flasche, ein Fläschchen, Teil einer Spritze oder Teil einer Karpule. Insbesondere ist der hohle Glasgegenstand Teil eines pharmazeutischen Primärpackmittels, beispielsweise ein Pharmafläschchen.

10 Mit umfasst von der Erfindung ist ein hohler Glasgegenstand, wobei der Glasgegenstand durch Heißumformung eines Glasrohrs hergestellt wird und/oder entlang seiner Höhe einen rohrförmigen Abschnitt mit einer konstanten Wandstärke aufweist, in welchem die Standardabweichung der Wanddicke kleiner als 0,05 mm ist.

15 Mit umfasst von der Erfindung ist ferner ein hohler Glasgegenstand wie vorstehend beschrieben, wobei der charakteristische Oberflächenbereich außerhalb des rohrförmigen Abschnittes liegt, und in einem Endbereich des Glasgegenstands liegt, wobei der Durchmesser des Glasgegenstands in dem Bereich des charakteristischen Oberflächenbereichs kleiner als in dem rohrförmigen Abschnitt ist.

20 Das Glas des hohlen Glasgegenstandes kann insbesondere ein Borosilikatglas sein.

#### Detaillierte Beschreibung

25 Nachfolgend wird die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen und der Figuren 1 bis 17 näher erläutert.

Es zeigen:

30 Fig. 1 und 2 schematische Darstellungen einer aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung zur Heißumformung in Seitenansicht und Aufsicht,

Fig. 3 und 4 schematische Darstellungen einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Heißumformung in Seitenansicht und Aufsicht,

5 Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens,

Fig. 6 und 7 schematische Darstellungen einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer äußeren Formrolle mit einem polygonalen Querschnitt in Seitenansicht und Aufsicht,  
10

Fig. 8 und Fig. 9 schematische Darstellungen eines erfindungsgemäßen Glasfläschchens,

Fig. 10 die Darstellung eines 2D-Höhenreliefs der Oberflächenstruktur eines charakteristischen Oberflächenbereichs eines aus dem Stand der Technik bekannten Behälters,  
15

Fig. 11 die Darstellung eines 2D-Höhenreliefs der Oberflächenstruktur eines charakteristischen Oberflächenbereichs einer Ausführungsform,

Fig. 12 die die Darstellung eines 3D-Höhenreliefs der Oberflächenstruktur eines charakteristischen Oberflächenbereichs eines aus dem Stand der Technik bekannten Behälters,  
20

Fig. 13 die Darstellung eines 3D-Höhenreliefs der Oberflächenstruktur eines charakteristischen Oberflächenbereichs einer Ausführungsform,

25 Fig. 14 und 15 die graphischen Darstellungen der Steigungsanalyse eines charakteristischen Oberflächenbereichs eines aus dem Stand der Technik bekannten Behälters in tangentialer und axialer Richtung und

Fig. 16 und 17 die graphische Darstellungen der Steigungsanalyse eines charakteristischen Oberflächenbereichs eines Ausführungsbeispiels in tangentialer und axialer Richtung.  
30

In den Figuren 1 und 2 wird eine aus dem Stand der Technik bekannte Vorrichtung zur Heißumformung 1 schematisch dargestellt. Fig. 1 zeigt hierbei die Seitenansicht und Fig. 2 eine

Aufsicht. Die Vorrichtung weist hierbei ein inneres Formwerkzeug 40 auf, welches die innere Mantelfläche des Glasfläschchens ausbildet. Die äußeren Formrollen 20 sind in der Aufhängung 60 drehbar gelagert. Des Weiteren weist die Vorrichtung eine Luftkühlung 70 zur Kühlung des Glasrohres 30 auf. Während des Formprozesses erfährt das Glasrohr 30 eine

5 Rotationsbewegung. Die Formwerkzeuge 40 und 20 bewegen sich zum zu formenden Glasrohrrohling. Da die äußeren Formwerkzeuge 20 drehbar gelagert sind, werden diese durch die Rotationsbewegung des Glasrohrs 30 ebenfalls in Drehung versetzt. Somit weisen äußere Formrolle 20 und Glasrohr 30 keine Relativbewegung zueinander auf. Des Weiteren tritt bei der

10 Formung der äußeren Mantelfläche des Glasrohrs 30 die gesamte Mantelfläche der äußeren Formrolle 20 in Kontakt mit dem heißen Glasrohr 30. Die Kühlung des Glasrohres erfolgt mit Hilfe einer Luftkühlung 70.

Die Figuren 3 und 4 zeigen schematische Darstellungen einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 zur Heißumformung. Fig. 3 zeigt hierbei die Seitenansicht, Fig.

15 4 die Aufsicht auf die Vorrichtung. Die Vorrichtung weist ein inneres Formwerkzeug 40 zur Formung der inneren Mantelflächen sowie zwei äußere Formwerkzeuge 21 zur Formung der äußeren Mantelflächen des Glasrohrs 30 auf. Das Glasrohr 30 rotiert, die Rotationsbewegung wird durch den Pfeil symbolisiert.

20 Die äußeren Formwerkzeuge 21 sind als Formrollen mit einer runden Querschnittsfläche ausgebildet und mit Hilfe der Aufhängung 61 frei drehbar gelagert. Während des Umformprozesses werden die Formrollen 21 jedoch durch die Arretiervorrichtung 82 fixiert, so dass eine Drehung der Formrollen 21 nicht möglich ist. Somit werden die Formrollen 21 durch das rotierende Glasrohr 30 nicht in Drehung versetzt, sondern bleiben durch die Vorrichtung 82 in

25 ihrer Position fixiert. Somit weisen Glasrohr 30 und Formrolle 21 eine Relativbewegung zueinander auf. Da die Formrollen 21 während des Umformprozesses durch die Arretierung 82 fixiert sind, kommt nur ein kleiner Abschnitt der Mantelfläche der Formrollen 21 in Kontakt mit dem heißen Glasrohr 30, während die übrige Mantelfläche der Formrollen 21 nicht mit dem Glasrohr in Kontakt ist. Somit dient nur ein kleiner Teil der Mantelfläche der Formrolle 21 als

30 Kontaktfläche mit dem Glasrohr.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 2 weist zudem Vorrichtungen 90 zum Aufbringen von Schmiermitteln auf die äußeren Formrollen 21 auf. Hierbei sind die Auslassöffnungen der Vorrichtungen 90 zum Aufbringen des Schmieröls und das Formwerkzeug in einem Winkelabstand von zumindest  $45^\circ$  um die Rotationsachse des Werkstücks herum angeordnet.

5 Durch diese Anordnung der Vorrichtung 90 ist gewährleistet, dass das Schmiermittel nicht auf die Kontaktfläche der Formrolle 21 mit dem heißen Glasrohr 30, sondern auf einen anderen, kalten Bereich der Formrolle 21 aufgebracht wird. Die erfindungsgemäße Vorrichtung 2 weist in der gezeigten Ausführungsform zudem Vorrichtungen 100 zur Kühlung der Formrollen auf. Hierdurch kann eine thermische Zersetzung des Schmiermittels vermieden werden. Dies führt zu einer

10 geringeren Rußbildung und somit auch zu einer geringeren Kontamination des Werkstücks.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Umformungsverfahrens. Die Vorrichtung 2a entspricht hierbei der in den Figuren 3 und 4 dargestellten erfindungsgemäßen Vorrichtung 2. Zur besseren Übersichtlichkeit wird lediglich

15 eine äußere Formrolle 21 abgebildet.

In Schritt a) wird ein gläsernes Werkstück 30 bereitgestellt und auf dem inneren Formwerkzeug 40 positioniert, wobei das Werkstück bis zum Erweichen des Glases erwärmt wurde. Das äußere Formwerkzeug 21 ist als Formrolle mit rundem Querschnitt ausgebildet und mit der Aufhängung

20 60 drehbar gelagert. Mit Hilfe der Arretierungsvorrichtung 82 erfolgt dabei eine Fixierung der Formrolle.

In Schritt b) erfolgt die Formung des Werkstücks 30. Hierzu erfährt das Werkstück 30 eine Rotationsbewegung um seinen Mittelpunkt. Die Rotationsbewegung wird durch den Pfeil

25 symbolisiert. Die inneren Mantelflächen des Werkstücks 30 werden durch das innere Formwerkzeug 40 geformt. Die Formung der äußeren Mantelflächen des Werkstücks 30 erfolgt durch die Kontaktfläche 22 des äußeren Formwerkzeugs 21. Die Kontaktfläche 22 ist hierbei während des Formvorgangs mit einem Schmiermittel bedeckt.

30 Nach dem Formungsvorgang wird in Schritt c1) das Werkstück 30 aus der Vorrichtung 2a entfernt. Die Arretierungseinrichtung 82 wird gelöst und die Formgebungsrolle 21 um den vordefinierten Winkel  $\alpha$  gedreht. Vorzugsweise entspricht der Winkel  $\alpha$  dem Winkel der

Kontaktfläche 22. Nachfolgend wird in Schritt c2) die Position der Formgebungsrolle 21 durch Verriegelung der Arretierungseinrichtung 82 fixiert.

5 Zudem erfolgt in Schritt c) die Applikation eines Schmiermittels durch die Vorrichtung 90 auf einem Teilbereich 91 der Mantelfläche der Formgebungsrolle 21. Hierbei wird das Schmiermittel auf einem Teilbereich 91 der Formgebungsrolle 21 aufgebracht, welcher im vorangegangenen Schritt b) nicht Teil der Kontaktfläche 22 war. Somit wird gewährleistet, dass der Teilbereich 91 bei der Applikation des Schmiermittels nicht oder nicht mehr durch den Kontakt mit dem heißen Glas 30 aufgeheizt ist.

10

Bei Wiederholung der Schritte a) und b) mit einem neuen Werkstück 31 kommt dabei ein neuer Teilbereich 23 der Mantelfläche der Formgebungsrolle 21 in Kontakt mit dem Werkstück 31. Somit erfolgt die Umformung bei jedem Werkstück mit einem anderen Teilbereich der Mantelfläche der Formgebungsrolle 21 als Kontakt- bzw. Formgebungsfläche; die jeweilige Formgebungsfläche wurde somit nicht durch einen vorherigen Formgebungsprozess aufgeheizt, sondern es liegt bei jedem Formgebungsprozess eine kalte Formgebungsfläche vor. Unter einer kalten Formgebungsfläche wird dabei insbesondere eine Formgebungsfläche mit einer Oberflächentemperatur kleiner als 250 °C verstanden.

15

20

Die Figuren 6 und 7 zeigen schematische Darstellungen eines Ausführungsbeispiels mit einer Formgebungsrolle 25 mit einem polygonalen Querschnitt. Die hier gezeigte Formgebungsrolle weist dabei einen Querschnitt in Form eines Zwölfecks auf. Entsprechend sind 12 Formgebungsflächen 26 als Kontaktflächen vorhanden. Somit beträgt der in Fig. 5 gezeigte Drehwinkel  $\alpha$  bei dieser Formgebungsrolle 30°.

25

30

Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung eines umgeformten Glasfläschchens 31. Die Messrichtungen für die Tiefenrauheiten  $Rz_{\text{längs}}$  und  $Rz_{\text{quer}}$  bezogen auf die Längsachse 33 des Glasfläschchens im Messbereich 32 werden dabei durch die Pfeile 34 und 35 dargestellt. Hierbei kennzeichnet der Pfeil 34 die Axialrichtung und Pfeil 35 die Tangentialrichtung. Der Messbereich 32 liegt hierbei im charakteristischen Oberflächenbereich 320. In dem in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiel entspricht der charakteristische Oberflächenbereich 320 der Außenfläche des Rollrandes.



Der Messbereich 32 wird schematisch in Fig. 9 dargestellt. Die charakteristische Oberfläche 320 des Glasfläschchens, d.h. der Rollrand weist hierbei mehrere umlaufende Riefen 36, 37, 38, 39 auf. Die Riefen bzw. Rillen 36, 37, 38 und 39 sind dabei quer zur Längsachse des Glasfläschchens ausgerichtet.

5

In Fig. 10 ist das 2D-Höhenprofil der Oberflächenstruktur eines charakteristischen Oberflächenbereichs eines aus dem Stand der Technik bekannten Glasfläschchens als Vergleichsbeispiel dargestellt. Das Messfeld hat hierbei eine Größe von 2 mm x 2 mm und wurde aus dem Bereich des Rollrandes entnommen. Das 2D-Höhenprofil wird hierbei in Graustufen dargestellt. Hierbei zeigt die Abszisse die Tangentialrichtung und die Ordinate die Axialrichtung an. Aus Fig. 10 wird deutlich, dass das beim Herstellungsprozess eingeprägte Muster keine Vorzugsrichtung zeigt. So ist das Muster bzw. das Höhenprofil in Umlaufrichtung, also in tangentialer Richtung ebenso ausgeprägt ist wie in Richtung der Rotationsachse, d.h. in axialer Richtung.

10

15

Fig. 11 zeigt ein 2D-Höhenprofil des charakteristischen Oberflächenbereiches eines Ausführungsbeispiels. Auch hier hat das Messfeld eine Größe von 2 mm x 2 mm und wurde aus dem Bereich des Rollrandes entnommen. Das 2D-Höhenprofil wird hierbei in Graustufen dargestellt. Hierbei zeigt die Abszisse die Tangentialrichtung und die Ordinate die Axialrichtung an. Anders als bei dem in Fig. 10 gezeigten Höhenprofil weist das Höhenprofil des Ausführungsbeispiels eine anisotrope Verteilung auf. Hierbei weisen Abschnitte mit gleichem Axialwert gleiche oder nahezu gleiche Höhen auf, während sich die Relieffhöhen der Messpunkte mit gleichen Tangentialwerten aber unterschiedlichen Axialwerten voneinander unterscheiden.

20

25

Dies ist darauf zurückzuführen, dass beim erfindungsgemäßen Verfahren die verformbare Glasoberfläche über die stehende Werkzeugoberfläche hinweg schleift und so den undefiniert dicken Ölfilm abrakelt, so dass Riefenmuster in Tangentialrichtung entstehen. Dies wird auch an Hand von Fig. 13 deutlich. Fig. 13 zeigt hierbei das in Graustufen dargestellte 3D-Höhenrelief der Glasoberfläche eines 2 mm x 2 mm großen Messfeldes. Die x-Achse zeigt hierbei die Tangentialrichtung und die y-Achse die Axialrichtung an. Es zeigt sich ein Schleifmuster mit Rillen bzw. Riefen in Tangentialrichtung.

30

Im Unterschied dazu zeigt das in Fig. 12 dargestellte 3D-Höhenprofil eines charakteristischen Bereiches des Vergleichsbeispiels. Anders als das Ausführungsbeispiel zeigt das Vergleichsbeispiel keine Vorzugsrichtung im Höhenprofil. Vielmehr besteht hier kein Unterschied darin, wie sich das eingeprägte Muster tangential bzw. axial ausbildet.

- 5 Zur quantitativen Erfassung der Struktur der charakteristischen Oberflächenbereiche wurden insgesamt drei jeweils ein 1 mm x 1 mm große Messbereiche ausgewählt und mittels eines Weißlichtinterferometers des Typs Zygo NexView Nx2 ein Höhenrelief erstellt. Die einzelnen Messbereiche wiesen hierbei einen Tangentialabstand von 120° zueinander auf und waren somit über den gesamten Umfang des charakteristischen Oberflächenbereichs gleichmäßig verteilt.
- 10 Des Weiteren wurden die einzelnen Messbereiche so ausgerichtet, dass sie in axialer Richtung mittig im charakteristischen Oberflächenbereich angeordnet waren. Die Höhenreliefs wurden gemessen und rechnerisch um die zylindrische Form des Messfeldes aufgrund der makroskopischen Form des Containers bereinigt. Aus den so erhaltenen Höhenreliefs wurde an jedem Punkt eines Höhenreliefs jeweils die lokale
- 15 Steigung in Tangentialrichtung als auch in Axialrichtung bestimmt. Zur Ermittlung des jeweiligen Tangentialsteigungsmittelwerts sowie des Axialsteigungsmittelwerts des jeweiligen Messfeldes wurden die Beträge der entsprechenden lokalen Steigungswerte über das gesamte Messfeld gemittelt. Die entsprechenden Steigungsmittelwerte der einzelnen Messfelder wurden wiederum arithmetisch gemittelt, so dass der Tangentialsteigungsmittelwert bzw. der
- 20 Axialsteigungsmittelwert als Mittelwert über die drei Messfelder bestimmt wurden.

- Die Figuren 14 und 15 zeigen hierbei die Steigungsanalysen in Tangentialrichtung (Fig. 14) und Axialrichtung (Fig. 15) des Vergleichsbeispiels, wobei die lokalen Steigungswerte als Graustufen dargestellt werden. Beim Vergleichsbeispiel unterscheiden sich die Werte der Tangentialsteigung
- 25 und der Axialsteigung kaum voneinander, d.h. es ist keine Vorzugsrichtung bzw. Anisotropie bezüglich der Verteilung der Steigungen über das Messfeld vorhanden.

- In den Figuren 16 und 17 wird die Steigungsanalyse des Ausführungsbeispiels gezeigt, wobei Fig. 16 die lokale Steigung in Tangentialrichtung und Fig. 17 die lokale Steigung in Axialrichtung
- 30 zeigt. An Hand der Fig. 16 und 17 ist deutlich die Anisotropie der Steigungswerte erkennbar. Während die Steigung in Tangentialrichtung weitgehend konstant ist, variiert der Steigungswert in Axialrichtung deutlich.

Die Werte der Steigungen hängen hierbei auch vom Durchmesser der charakteristischen Oberflächen ab, die sich stets auf der Außenseite des rotationssymmetrischen Behälters befinden. Je kleiner der Durchmesser des zur Messung verwendeten Oberflächenbereichs ist, desto größer sind die auftretenden Steigungen. Dies gilt sowohl für die Steigungen in Tangential- als auch in Axialrichtung. Tabelle 1 zeigt nachfolgend Messwerte für Fläschchen mit verschiedenen Rollranddurchmessern.

	Rollranddurchmesser [mm]	Tangentialsteigungs- mittelwert [ $\mu\text{m}/\text{mm}$ ]	Axialsteigungs- mittelwert [ $\mu\text{m}/\text{mm}$ ]	Tangentialsteigungs- mittelwert/ Axialsteigungs- mittelwert
Vergleichsbeispiel 1	13	3,3	4,9	0,70
Ausführungsbeispiel 1	13	1,6	9,1	0,20
Vergleichsbeispiel 2	20	2,4	3,4	0,69
Ausführungsbeispiel 2	20	0,9	4,9	0,13

Tabelle 1: Steigungsmittelwerte in Abhängigkeit von Rollranddurchmesser und Herstellungsverfahren

10

Die in Tabelle 1 angegebenen Steigungswerte stellen die arithmetischen Mittelwerte mehrerer Proben dar, wobei die Werte der einzelnen Proben durch arithmetische Mittelung von Messungen an jeweils drei Messfeldern auf der Außenfläche eines Rollrandes mit einer Messfeldgröße von 1 mm x 1 mm bestimmt wurden. Hierbei wurden die Messfelder mittig in Axialrichtung platziert. Die drei Messfelder einer Messung wurden dabei in einem tangentialen Abstand von  $120^\circ$  zueinander platziert. Für die drei Messfelder einer Probe wurde jeweils eine Steigungsanalyse sowohl in Axial- als auch in Tangentialrichtung durchgeführt und die so erhaltenen Steigungen wurden durch Integration über das jeweilige Messfeld gemittelt. Die Vergleichsbeispiele wurden einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren mit beweglichen äußeren Formrollen hergestellt, die Herstellung der Ausführungsbeispiele erfolgte mit dem erfindungsgemäßen Verfahren.

20

Alle Proben wurden mit Formrollen hergestellt, deren Kontaktflächen eine mittlere Rauheit  $R_a$  von  $1,6 \mu\text{m}$  aufwiesen. Dies ist die feinste Bearbeitungsstufe, die mit bloßen Abdrehen erreicht werden kann.

25

Aus Tabelle 1 wird deutlich, dass die Werte der Steigungsmittelwerte sowohl bei den Ausführungs- als auch bei den Vergleichsbeispielen mit abnehmendem Radius des Rollrandes steigen.

5 Im Unterschied zu den beiden Vergleichsbeispielen weisen hierbei die Ausführungsbeispiele eine Anisotropie bezüglich der Steigungsmittelwerte auf. So sind die Steigungsmittelwerte in Tangentialrichtung deutlich geringer als in Axialrichtung. Entsprechend weisen die Ausführungsbeispiele auch wesentlich geringere Werte für das Verhältnis des Tangentialsteigungsmittelwertes zum Axialsteigungsmittelwertes auf als die Vergleichsbeispiele.

Patentansprüche

- 5
1. Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstücks aus Glas, umfassend zumindest eine
- Einrichtung zur Erwärmung des Glases bis zur Erweichung,
  - ein inneres Formwerkzeug zur Formung der inneren Mantelflächen des Werkstücks
  - zumindest ein äußeres Formwerkzeug zur Formung der äußeren Mantelflächen des Werkstücks umfassend eine Formgebungsrolle mit einer Formgebungsfläche, eine
- 10
- Vorrichtung zur Aufnahme der Formgebungsrolle und
  - einer Vorrichtung zum Aufbringen eines Schmieröls auf die Formgebungsfläche der Formgebungsrolle mit einer Auslassöffnung zur Abgabe des Schmieröls,
- wobei
- die Formgebungsrolle in der Vorrichtung zur Aufnahme frei drehbar gelagert ist und durch eine verriegelbare Arretierungseinrichtung während des Formgebungsprozesses
- 15
- fixierbar ist, wobei die Arretierung der Formrolle mit einer lösbaren Verbindung erfolgt, so dass die Formgebungsrolle zwischen den einzelnen Formgebungsprozessen gelöst und um einen Winkel  $\alpha$  in der Arretierungseinrichtung gedreht werden kann.
- 20
2. Vorrichtung gemäß dem vorstehenden Anspruch, wobei die Vorrichtung zum Formen eines rohrförmigen Werkstücks ausgebildet ist.
- 25
3. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Formgebungsrolle einen runden Querschnitt in einer Mittelebene senkrecht zur Drehachse der Formgebungsrolle aufweist.
- 30
4. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Formgebungsrolle einen polygonalen Querschnitt in einer Mittelebene senkrecht zur Drehachse der Formgebungsrolle mit mehreren Formgebungsflächen aufweist und/oder die Kanten der Formgebungsflächen eben, konvex oder konkav geformt sind.
5. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei bei jedem Takt ein Aufbringen von Schmieröl auf einen Teil der Formgebungsfläche der Formrolle erfolgt

und/oder die Vorrichtung zum Aufbringen des Schmieröls in der Vorrichtung so positioniert ist, wobei die Auslassöffnung der Vorrichtung zum Aufbringen des Schmieröls und das Formwerkzeug in einem Winkelabstand von zumindest  $45^\circ$  um die Rotationsachse des Werkstücks herum angeordnet sind.

5

6. Vorrichtung gemäß dem vorstehenden Anspruch, wobei das Schmieröl durch einen Tropföler, bevorzugt durch einen Tropföler mit automatischer regelmäßiger Abgabe aufgebracht wird und/oder die abgegebene Ölmenge pro Auftrag im Bereich von 0.01 bis 0.1 g, besonders bevorzugt im Bereich von 0.03 bis 0.05 g liegt.

10

7. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung einen Kühlkörper aufweist, der direkt oder indirekt mit der Vorrichtung zur Aufnahme der Formrolle verbunden ist und die Formrolle in thermischen Kontakt zu einem Kühlkörper steht, wobei der Kühlkörper bevorzugt ein Mittel für eine interne Kühlung aufweist, so dass Prozesswärme abgeführt werden kann.

15

8. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Formrolle eine Luftkühlung aufweist.

20

9. Verfahren zum Formen von Glas umfassend zumindest die folgenden Verfahrensschritte a) bis c):

a) Bereitstellen und Erwärmen eines Werkstücks aus Glas bis zum Erweichen des Glases,

b) Formen des Werkstücks mit einem Formwerkzeug, insbesondere mit einer Vorrichtung

25

zum Formen von Glas gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, in einem Formungsschritt, wobei

- das Werkstück auf einem inneren Formwerkzeug positioniert wird und eine

Rotationsbewegung um seinen Mittelpunkt aufweist, wobei

- die äußeren Mantelflächen des Werkstücks durch zumindest ein äußeres

30

Formwerkzeug geformt werden, wobei das äußere Formwerkzeug zumindest eine

Formgebungsrolle mit zumindest einer Formgebungsfläche aufweist und die

Formgebungsrolle mit einer lösbaren Verriegelungseinrichtung an einer

Aufnahmevorrichtung fixiert ist, so dass während des Formvorgangs eine Relativbewegung zwischen der Formgebungsfläche und dem Werkstück ausgeführt wird, - zumindest der Teil der Formgebungsfläche, welcher während des Formvorgangs in Kontakt mit dem Werkstück kommt, mit einem Öl als Schmiermittel bedeckt ist,

5

c) Lösen der Verriegelungseinrichtung, Drehen der Formgebungsrolle um einen Winkel  $\alpha$  und erneute Fixierung der Formgebungsrolle, so dass bei einer Wiederholung der Schritte a) bis b) ein anderer Teil der Formgebungsfläche der Formgebungsrolle in Kontakt mit dem Werkstück kommt,

10

wobei während einem der Verfahrensschritte a) bis c) Öl auf einen Teil der Formgebungsfläche, der zum Zeitpunkt des Aufbringens des Öls nicht in Kontakt mit dem Werkstück steht, aufgebracht wird.

15

10. Verfahren gemäß dem vorstehenden Anspruch, wobei in Schritt a) ein rohrförmiges Werkstück bereitgestellt wird.

20

11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, wobei die äußeren Mantelflächen des Werkstücks mit Hilfe einer Formgebungsrolle mit rundem oder polygonalem Querschnitt in einer Mittelebene senkrecht zur Drehachse der Formgebungsrolle, bevorzugt mit rundem Querschnitt in einer Mittelebene senkrecht zur Drehachse der Formgebungsrolle geformt werden.

25

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei bei jedem Takt Schmieröl auf einen Teil der Formgebungsfläche der Formgebungsrolle, bevorzugt mit einem Tropföler und besonders bevorzugt mit einem Tropföler mit automatischer, regelmäßiger Abgabe aufgetragen wird.

30

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei bei jedem Ölabgabevorgang 0.01 bis 0.1 g, bevorzugt 0.03 bis 0.05 g Öl aufgebracht werden.

14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei der Formgebungsrolle während des Formgebungsprozesses mittels Wärmeleitung Wärme abgeführt wird.
- 5 15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 14, wobei das äußere Formwerkzeug während des Formprozesses mit einem Kühlmedium, bevorzugt mit einer Kühlflüssigkeit, besonders bevorzugt mit Wasser durchspült wird.
- 10 16. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei der Teil der Formgebungsfläche, welcher während des Formprozesses in Kontakt mit dem Werkstück steht, mit einem Gasstrom, bevorzugt mit einem Luftstrom gekühlt wird.
- 15 17. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 16, wobei die Formgebungsfläche der Formgebungsrolle während des Formprozesses eine Temperatur von maximal 250°, bevorzugt von maximal 180°C und besonders bevorzugt von maximal 100 °C aufweist.
18. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 17, wobei in Schritt c) die Formgebungsrolle um einen Winkel  $\alpha$  im Bereich von 1 bis 60°, bevorzugt um einen Winkel  $\alpha$  im Bereich von 3 bis 10° gedreht wird.
- 20 19. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 18, wobei nach Schritt c) ein Schritt d) zur Reinigung der Formgebungsrolle erfolgt, wobei der Reinigungsschritt d) nach frühestens 10000 Wiederholungen der Schritte a) bis c), bevorzugt nach frühestens 20000 Wiederholungen der Schritte a) bis c) und besonders bevorzugt nach frühestens 40000 Wiederholungen der Schritte a) bis c) und/oder frühestens nach einer Standzeit von  
25 zumindest 4 Stunden, bevorzugt von zumindest 8 Stunden und besonders bevorzugt von zumindest 24 Stunden erfolgt.
- 30 20. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 18, wobei nach Schritt c) ein Schritt e) zur Reinigung der Formgebungsrolle erfolgt, wobei ein Teil der Formgebungsfläche der Formgebungsrolle gereinigt wird, bevorzugt der Teil der Formgebungsfläche der Formgebungsrolle, welcher im vorangegangenen Schritt b) in Kontakt mit dem Werkstück stand, gereinigt wird, wobei der Schritt e) während einer Wiederholung der Schritte a) bis



c) mit einem neuen Werkstück erfolgt.

21. Verfahren der Ansprüche 12 und 20, wobei das Schmieröl zwischen den Schritten e) und a) aufgebracht wird.

5

22. Hohler Glasgegenstand, hergestellt oder herstellbar mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 21, wobei der Glasgegenstand ein Behälter oder Teil eines Behältnisses mit einem Hals- oder Schulterbereich und einer Wandung ist, wobei der Glasgegenstand die Wandung und den Hals- oder Schulterbereich des Behälters umfasst, wobei die Wandung einen runden oder ovalen Querschnitt und der Behälter einen charakteristischen Oberflächenbereich auf der äußeren Glasoberfläche des hohlen Glasgegenstandes aufweist, und wobei für das Verhältnis zwischen dem Tangentialsteigungsmittelwert und dem Axialsteigungsmittelwert in dem charakteristischen Oberflächenbereich gilt:

10

15

$\text{Tangentialsteigungsmittelwert}/\text{Axialsteigungsmittelwert} < 0,6.$

23. Hohler Glasgegenstand gemäß Anspruch 22, wobei für das Verhältnis zwischen dem Tangentialsteigungsmittelwert und Axialsteigungsmittelwert in dem charakteristischen Oberflächenbereich gilt:

20

$\text{Tangentialsteigungsmittelwert}/\text{Axialsteigungsmittelwert} < 0,45.$

24. Hohler Glasgegenstand gemäß einem der Ansprüche 22 bis 23, wobei das Höhenprofil im charakteristischen Oberflächenbereich eine Anisotropie aufweist.

25

25. Hohler Glasgegenstand gemäß einem der Ansprüche 22 bis 24, wobei der charakteristische Bereich Abschnitte mit erhöhter Mittenrauheit  $Rz_{\text{axial}}$  gemessen parallel zur Längsachse des Glasgegenstandes aufweist und wobei die Abschnitte mit erhöhter Mittenrauheit  $Rz_{\text{axial}}$  sich über den gesamten Umfang des charakteristischen Bereichs erstrecken.

30

26. Hohler Glasgegenstand dem vorstehenden Anspruch, wobei zumindest ein Abschnitt mit erhöhter Mittenrauheit  $Rz_{axial}$  eine umlaufende Riefe oder Rille aufweist.
- 5 27. Hohler Glasgegenstand gemäß einem der Ansprüche 22 bis 26, wobei der Glasgegenstand eine Flasche, ein Fläschchen, Teil einer Karpule ist und der charakteristische Bereich durch die Außenfläche des Rollrandes gebildet wird oder der Glasgegenstand eine Spritze ist und der charakteristische Bereich durch die Außenfläche des Konus gebildet wird.
- 10 28. Hohler Glasgegenstand gemäß einem der Ansprüche 22 bis 27, wobei der Glasgegenstand Teil einer pharmazeutischen Primärverpackung, bevorzugt ein Pharmafläschchen ist.
- 15 29. Hohler Glasgegenstand gemäß einem der Ansprüche 22 bis 38, wobei der Glasgegenstand ein Borosilikatglas ist.
- 20 30. Hohler Glasgegenstand gemäß einem der Ansprüche 22 bis 29, wobei der Glasgegenstand durch Heißumformung eines Glasrohrs hergestellt wird und/oder entlang seiner Höhe einen rohrförmigen Abschnitt mit einer konstanten Wandstärke aufweist, in welchem die Standardabweichung der Wanddicke kleiner als 0,05 mm ist.
- 25 31. Hohler Glasgegenstand gemäß Anspruch 30, wobei der charakteristische Oberflächenbereich außerhalb des rohrförmigen Abschnittes liegt, und in einem Endbereich des Glasgegenstands liegt, wobei der Durchmesser des Glasgegenstands in dem Bereich des charakteristischen Oberflächenbereichs kleiner als in dem rohrförmigen Abschnitt ist.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstücks aus Glas, umfassend  
zumindest eine Einrichtung zur Erwärmung des Glases bis zur Erweichung, ein inneres  
5 Formwerkzeug zur Formung der inneren Mantelflächen des Werkstücks, zumindest ein äußeres  
Formwerkzeug zur Formung der äußeren Mantelflächen des Werkstücks umfassend eine  
Formgebungsrolle mit einer Formgebungsfläche, eine Vorrichtung zur Aufnahme der  
Formgebungsrolle und Vorrichtung zum Aufbringen eines Schmieröls auf die Formgebungsfläche  
der Formgebungsrolle. Die Formgebungsrolle ist dabei in der Vorrichtung zur Aufnahme frei  
10 drehbar gelagert und durch eine verriegelbare Arretierungseinrichtung während des  
Formgebungsprozesses fixierbar. Die Arretierung der Formrolle erfolgt mit einer lösbaren  
Verbindung, so dass die Formgebungsrolle zwischen den einzelnen Formgebungsprozessen  
gelöst und um einen Winkel  $\alpha$  in der Arretierungseinrichtung gedreht werden kann.  
Weiterhin betrifft die Erfindung einen hohlen Glasgegenstand, wobei der Glasgegenstand ein  
15 Behälter oder Teil eines Behältnisses mit einem Hals- oder Schulterbereich und einer Wandung  
ist und die Wandung mit einem runden oder ovalen Querschnitt sowie den Hals- oder  
Schulterbereich des Behälters umfasst. Der Behälter weist einen charakteristischen  
Oberflächenbereich auf der äußeren Glasoberfläche des hohlen Glasgegenstandes mit einer  
Tangentialrichtung und eine Axialrichtung auf, wobei ein Höhenprofil im charakteristischen  
20 Oberflächenbereich jeweils eine Tangentialsteigung mit einem Tangentialsteigungsmittelwert und  
eine Axialsteigung mit einem Axialsteigungsmittelwert aufweist und für das Verhältnis zwischen  
dem Tangentialsteigungsmittelwert und dem Axialsteigungsmittelwert gilt:

$$\text{Tangentialsteigungsmittelwert/Axialsteigungsmittelwert} < 0,6.$$

Fig. 1

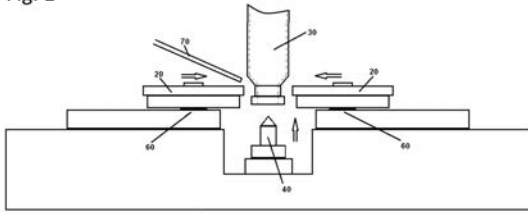


Fig. 2

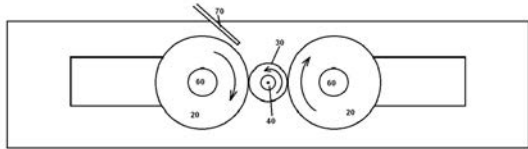


Fig. 3:

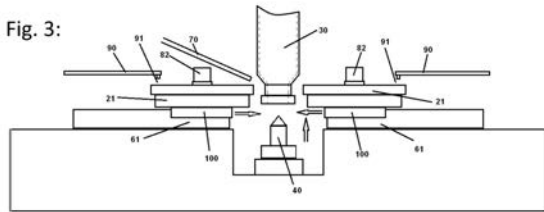


Fig. 6:

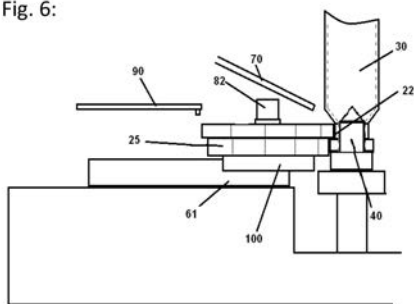


Fig. 7:

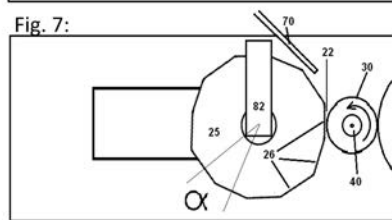


Fig. 4:

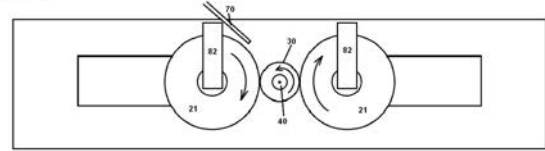


Fig. 5:

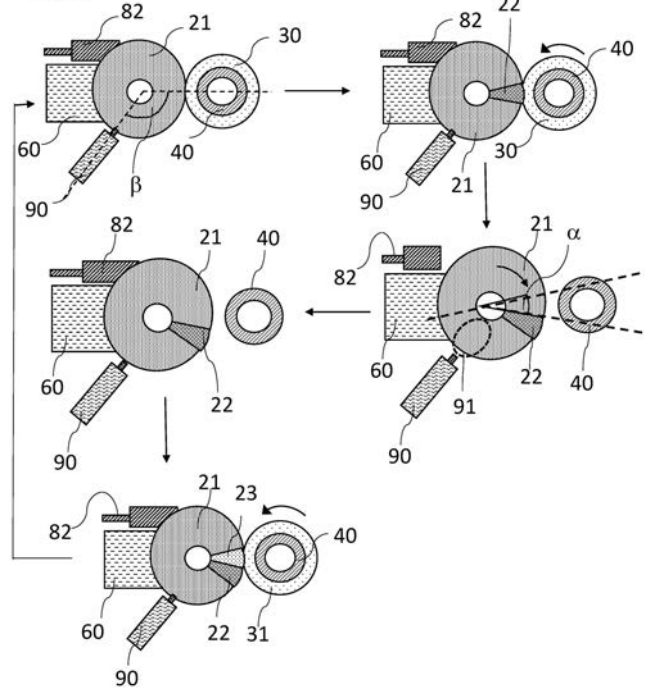


Fig. 8:

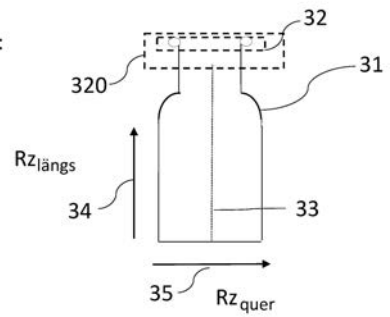


Fig. 9:

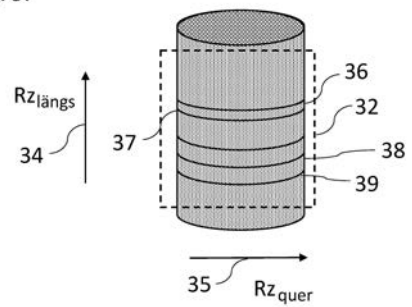
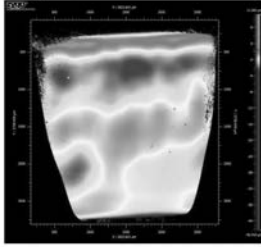


Fig. 10:



Stand der Technik

Fig. 11:

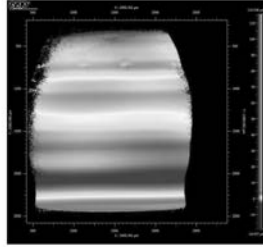
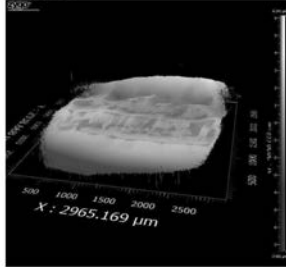


Fig. 12:



Stand der Technik

Fig. 13:

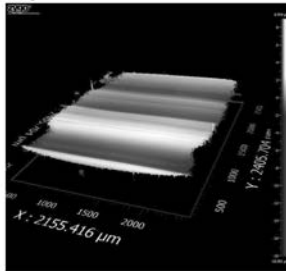
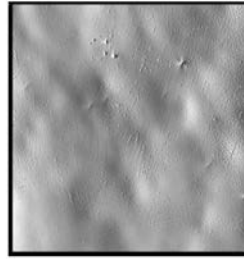
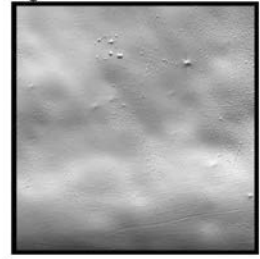


Fig. 14:



Stand der Technik

Fig. 15:



Stand der Technik

Fig. 16:



Fig. 17:

