(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Dezember 2008 (31.12.2008)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/000525 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 45/72 (2006.01) *B29C 49/64* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/005166

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2008 (25.06.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

01015/07	25. Juni 2007 (25.06.2007)	CH
01452/07	18. September 2007 (18.09.2007)	CH
2008/050840	25. Januar 2008 (25.01.2008)	EP

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **NETSTAL-MASCHINEN AG** [CH/CH]; Industriestrasse, CH-8752 Näfels (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BOCK, Stefan** [DE/CH]; Insel 6, CH-8750 Glarus (CH).

(74) Anwalt: **ZOLLNER, Richard**; Krauss-Maffei Strasse 2, 80997 München (DE).

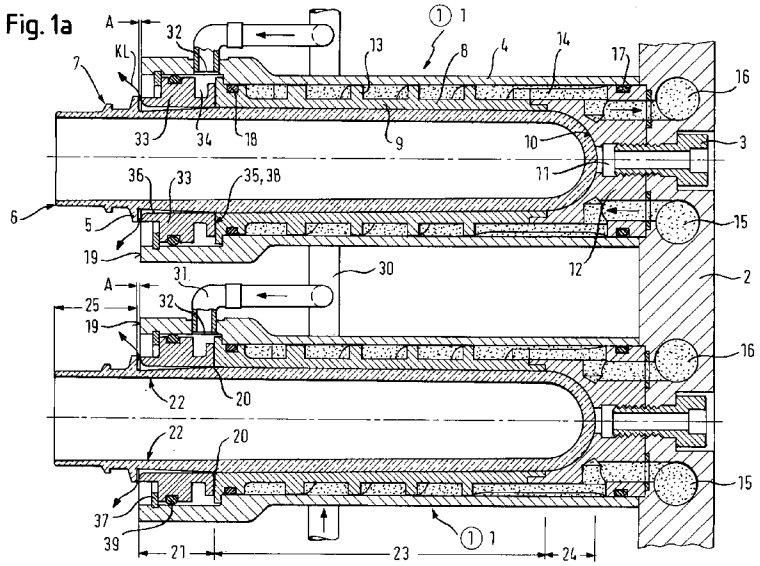
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR AFTERCOOLING PREFORMS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN FÜR DAS NACHKÜHLEN VON PREFORMEN

Fig. 1a



(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for aftercooling preforms (6) that are removed from a multiple injection mold in an unstable shape. According to the invention, air cooling for the external side of the open end of the preform (6) is integrated into the water-cooled cooling jackets (1). Particularly in special types of preforms, the zones that are not supported in the cooling jackets (1) are externally cooled using cold generated by expanding compressed air from the moment the preforms begin to be transferred from the open molds (78, 79) to the removing or cooling jackets (1). Said novel solution makes it possible to ensure top quality, especially also in terms of the dimensional stability and absence of compressed points resulting from the effect of a calibration process in the cooling jackets (1) and the handling process in the aftercooling zone.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Nachkühlen von forminstabil aus einem Vielfachspritzwerkzeug entnommenen Preformen (6) und schlägt eine in den wassergekühlten Kühlhülsen (1) integrierte Luftkühlung für die Aussenseite der offenen Endseite der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/000525 A2

MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Preform (6) vor. Besonders bei speziellen Preformtypen können die Bereiche, welche in den Kühlhülsen (1) stützfrei sind, vom Beginn der Übergabe aus den offenen Formen (78, 79) an die Entnahme- bzw. Kühlhülsen (1) aussen mittels Expansionskälte von komprimierer Luft gekühlt werden. Mit der neuen Lösung kann eine höchste Qualität, insbesondere auch in Bezug auf die Masshaltigkeit und Druckstellenfreiheit durch die Beanspruchung durch eine Kalibration in den Kühlhülsen (1) sowie das Handling im Bereich der Nachkühlung, sichergestellt werden.

Vorrichtung und Verfahren für das Nachkühlen von Preformen

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung für das Nachkühlen von Preformen, wobei die noch forminstabilen Preformen den offenen Formhälften bzw. Vielfachformen einer Spritzgiessmaschine entnommen und mittels wassergekühlter Entnahme- bzw. Kühlhülsen, in welche eine Luftblaseinrichtung integriert ist, wenigstens teilweise nachkühlbar sind.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren für das Nachkühlen von Preformen mit einem Gewindeteil, einem Blasteil sowie einem Neckring, welche nach der Entnahme aus Vielfachformen in noch heissem, forminstabilem Zustand in wassergekühlten und mit Luftblaseinrichtungen ausgerüsteten Kühlhülsen wenigstens teilweise nachgekühlt werden.

Stand der Technik

In der Praxis haben sich für die Herstellung von Preformen drei Nachkühlsysteme durchgesetzt:

- Gemäss einem ersten Konzept werden die noch heissen Preformen direkt den Kühlhülsen eines Nachkühlers übergeben. Dabei weist der Nachkühler ein Mehrfaches an Kühlpositionen auf im Verhältnis zur Anzahl Preformen eines Spritzgiesszyklus.
- Gemäss einem zweiten Konzept werden die Preformen durch einen leichten Entnahmeroboter ohne Kühlwirkung den offenen

Formen entnommen, einem Nachkühler übergeben und nachgekühlt.

- Gemäss einem dritten Konzept wird die Roboterfunktion in einen Entnahmegreifer mit wassergekühlten Entnahmehülsen sowie einen zusätzlichen Transfergreifer für die Übergabe an den eigentlichen Nachkühler aufgeteilt.

Gemäss der jüngsten Entwicklung wird die Spritzgiessmaschinen-Zykluszeit noch weiter verkürzt, wobei die Preformen in weichem und forminstabilem Zustand den Formen entnommen werden. Damit aber treten bis dahin weniger beachtete Probleme in den Vordergrund. Physikalisch bedingt verläuft die Abkühlung innerhalb der Wandungen der Preformen ungleichmässig:

- Sobald die Preformen den offenen Formhälften entnommen werden, treten durch die Temperaturunterschiede innerhalb der Preform, insbesondere der Preformwandung, sofort Wärmespannungen bzw. Schrumpfspannungen in den Preformen und dadurch Formänderungen auf.
- Jeder mechanische Eingriff und jedes Handling durch roboterartige Greifer kann zusätzlich zu Formschäden führen.
- Dies tritt vor allem bei horizontaler Lage der Preformen im Nachkühler auf.

Im Rahmen der jüngsten Entwicklung wird jeder Eingriff im Bereich der Nachkühlung zu einer äusserst delikaten Arbeit. Bei der Herstellung von Spritzgiessteilen mittels Spritzgiessmaschinen ist für die Zeit eines vollen Zyklus die Kühlzeit ein bestimmender Faktor. Die erste und Hauptkühlleistung findet noch in den Spritzgiessformen statt. Beide Spritzgiessformhälften werden während dem Spritzgiessprozess intensiv wassergekühlt, so dass die Temperatur der Spritzgiessteile noch in der Form von beispielsweise 280° C zumindest in den Randschichten auf einen Bereich von ca. 70° C gesenkt werden kann. Es wird in den äusseren Schichten sehr rasch die sogenannte Glastemperatur von etwa 80° C unterschritten. Der eigentliche Spritzgiessvorgang bis zur Entnahme der Spritzgiessteile konnte in der jüngeren Vergangenheit beinahe halbiert werden. Dies

bei optimalen Qualitäten in Bezug auf die Preformen. Die Erfindung richtet sich auf die Gattung der Nachkühlvorrichtungen mit wassergekühlten Kühlhülsen. Die Preformen müssen in den Formhälften so stark verfestigt werden, dass diese ohne Schaden von den Kühlülsen übernommen werden können. Die Kühlhülsen weisen eine den Spritzgiessteile-Aussenabmessungen angepasste Form auf. Die intensive Wasserkühlung in den Spritzgiessformhälften ergibt, physikalisch bedingt, eine zeitverzögerte Temperaturabsenkung bis in den Kernbereich der Preformwandung. Dies bedeutet, dass die genannten ca. 70° C nicht einheitlich im ganzen Wandquerschnitt erreicht werden. Die Folge ist, dass im Materialquerschnitt gesehen eine rasche Rückerwärmung von innen nach aussen erfolgt, sobald die intensive Wasserkühlung unterbrochen wird. Der Nachkühlung der Preformen ausserhalb der Spritzform kommt aus zwei Gründen grösste Bedeutung zu: Formänderungen aber auch Oberflächenschäden, etwa Druckstellen, usw., müssen während der Nachkühlung vermieden werden. Es muss ferner verhindert werden, dass die Abkühlung im höheren Temperaturbereich zu langsam erfolgt und sich durch Rückerwärmung örtlich schädliche Kristallbildungen einstellen. Ziel ist ein gleichmässiger amorpher Zustand im Material der fertigen Preform. Die Resttemperatur der fertigen Preformen soll so tief sein, dass in grossen Abpackgebinden mit Tausenden von lose eingeschütteten Spritzteilen an den Berührungspunkten keine Druck- und Haftschäden entstehen können. Die fertigen Spritzteile dürfen auch nach einer leichten Rückerwärmung eine Oberflächentemperatur von 55° C, vorzugsweise 40° bis 50° C, nicht überschreiten. Die Nachkühlung nach der Entnahme der heissen, forminstabilen Preformen aus der Spritzgiessform ist für die Masshaltigkeit sehr wichtig.

Mit der WO 2004 / 041510 schlägt die Anmelderin eine Intensivkühlstation sowie eine Nachkühlstation und bei der Intensivkühlstation in die Preformen einführbare Kühlstifte für eine Innenkühlung vor. Die Innenform der Kühlhülsen wird dabei auf die entsprechende Innenform der Spritzgiessform abgestimmt, derart, dass die Preformen nach der Entnahme aus den Spritzgiessformen möglichst spielfrei bis zur vollwandigen Anlage in die Kühlhülsen einschiebbar sind. Sind die Preformen in der ersten Phase der Nachkühlung in liegender Position, dann neigen sie dazu, sich

nach unten auf das entsprechende Kühlhülsenteil aufzulegen. Durch einen intensiveren Kühlkontakt im unteren Bereich werden die Preformen unten stärker abgekühlt, wodurch in der Preform Spannungen auftreten und die Preform eine Tendenz zum Ovalisieren hat. Wenn in der ersten Phase der Nachkühlung bei verkürzter Kühlung in den Spritzgiessformen einzelne Preformen sich leicht deformieren, dann kann die entsprechende Formänderung bei bereits verfestigten Preformen im Verlaufe der Nachkühlung nicht mehr korrigiert werden. Durch eine gezielte Steuerung von Saug- und Blasluft kann im Inneren der Preformen gemäss einer vorzugsweisen Ausgestaltung der WO 2004 / 041510 ein Blähdruck erzeugt und die noch nicht verfestigte Preform zum vollständigen Anliegen an die ganze Innenwandfläche der Kühlhülse gebracht werden. Nach dem satten Anliegen der Preformen an die Innenwandfläche der Kühlhülsen wird der Flächenkontakt über mehrere Sekunden aufrechterhalten und ein Kalibrationseffekt für jede einzelne Preform erzeugt. Der Kalibrationseffekt gibt bei der Herstellung von Preformen einen hohen Produktions- und Qualitätsstandard, wie er im älteren Stand der Technik nicht möglich war. Die Preformen werden auf diese Weise kurz nach der Entnahme aus den Spritzgiessformen wieder in eine exakte Form gebracht. Allfällige Massveränderungen werden nach dem ersten kritischen Handling von den Spritzgiessformen in die Kühlhülsen wieder aufgehoben. Die Kalibrierung der Preformen gestattet, diese mit noch höheren Temperaturen den Formen zu entnehmen und eine noch kürzere Spritzgiess-Zykluszeit zu erreichen.

Die EP 900 135 schlägt ein ähnliches Konzept vor. Das Abdichten des Öffnungsrandes setzt eine gewisse Druckkraft und auch eine genügende Formfestigkeit des Gewindeteils voraus. Um Formänderungen des Gewindeteils zu vermeiden, müssen die Preformen bis zu einer höheren Formfestigkeit in den Spritzformen belassen werden. Dies aber steht einer Verkürzung der Spritzgiess-Zykluszeit entgegen.

Aufgrund grösserer Untersuchungen wurde erkannt, dass eine Kalibration der noch heissen, forminstabilen Preformen unmittelbar nach dem Ausfahren aus den offenen Formhälften grosse Vorteile bringt. Der Erfolg trat jedoch nicht bei allen Preformtypen

ein. Es zeigte sich, dass bei Preformen mit einem stützlosen Bereich in Bezug auf die Kühlhülsen die Probleme der Formgenauigkeit nicht zufriedenstellend gelöst werden konnten. Vom Erfinder wurde erkannt, dass bei immer kürzerer Maschinenzykluszeit auch die ganze offene Endseite der Preform für das Handling im Bereich der Nachkühlung besonders gefährdet sein kann. Dies nicht zuletzt auch deshalb, weil der Gewindeteil aus der Kühlhülse herausragt und über die Kühlhülse nicht mehr gekühlt werden kann. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Nachkühlung von Preformen, welche in wassergekühlten Kühlhülsen nachgekühlt werden, wobei die Preformen bis nahe an den Neckring in die Kühlhülsen eingeschoben werden. In jüngerer Zeit werden vermehrt Preformen hergestellt, bei welchen der Blasteil nahe der offenen Preformseite aussen verjüngt augebildet ist. Dieser Teil wird in der Kühlhülse durch die Kühlhülsenwandung nicht mehr gestützt.

Die USPS 7 232 306 schlägt vor, bei Preformen mit einem verjüngten Hals, welcher in der Kühlhülse nicht mehr gestützt ist, diesen Teil mittels Kühlluft anzublasen. Zu diesem Zweck wird über die wassergekühlte Entnahme- bzw. Kühlhülse mantelartig eine Muffe bzw. Mantelhülse geschoben. Diese Mantelhülse ermöglicht, über die ganze wassergekühlte Kühlhülsenlänge das Kühlmedium Wasser in zweifachem Sinne zu nutzen. Mit der Innenwandung der Kühlhülse wird direkt die äussere zylindrische Wandung der Preform intensiv gekühlt. Der Aussenbereich der Kühlhülse wird dadurch genutzt, indem das Wasser gleichzeitig die Innenwandung der Mantelhülse und damit das Kühlmedium Luft kühlt, sodass der verjüngte Hals wirksam mit tiefgekühlter Luft gekühlt werden kann. Im offenen Blasende der Mantelhülse ist eine grosse Anzahl Bohrungen angeordnet, über welche die Kühlluft direkt auf die verjüngte Aussenhaut der Preform geblasen wird. Untersuchungen der Anmelderin haben gezeigt, dass die vorgeschlagene Lösung eine deutliche Verbesserung bezüglich der Kühlwirkung bringen kann, wofür jedoch ein wirtschaftlich schlecht vertretbarer Preis bezahlt werden muss. Mit dem Konzept einer Vielzahl von Bohrungen wird im Falle von grossen Spritzformen mit 100 bis 200 und mehr Formnestern eine enorme Luftmenge benötigt, welche beachtliche Kosten verursacht. Dadurch, dass der Wasserkühlteil maximal genutzt wird, entsteht gleichsam eine kühltechnisch tote Zone in dem heiklen Übergangsbereich von dem

zylindrischen Preformabschnitt zu dem sich verjüngenden Preformabschnitt. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass mit der mit der USPS 7 232 306 vorgeschlagenen Lösung nur der spezielle Fall von Preformen mit einem verjüngten Halsabschnitt behandelt werden kann. Zudem löst dieser Vorschlag auch das Problem der Schrumpfung der Preform nicht. Physikalisch bedingt schrumpft die Preform vom Moment der Abkühlung in der Kühlhülse. Es wird mit der zusätzlichen Luftkühlung eine Verschlechterung der Wasserkühlung in Kauf genommen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung wurde nun die Aufgabe gestellt, ein Nachkühlverfahren sowie eine Nachkühlvorrichtung zu entwickeln, welche eine echte Verkürzung der Spritzzykluszeit erlauben, wobei trotzdem alle qualitativen Parameter und insbesondere auch eine maximale Formgenauigkeit der Preformen sichergestellt bleiben, welche zudem nicht auf einen speziellen Typ von Preformen beschränkt sind.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass an den Kühlhülsen Druckluftanschlüsse angeordnet sind, über welche die Aussenhaut, zumindest eines in der Kühlhülse stützlosen Bereiches der Preformen, unter Mitausnützung der Expansionskälte komprimierter Druckluft kühlbar ist.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der äusseren offenen stützlosen Endseite der Preformen mittels Druckluft unter Ausnutzung der Expansionskälte der komprimierten Druckluft gekühlt und verfestigt wird, wozu Druckluft von wenigstens 1 bis 2 bar verwendet wird.

Vom Erfinder ist insbesondere erkannt worden, dass mit der Verwendung von komprimierter Luft bei strömungstechnisch richtiger Gestaltung die beachtliche Expansionskälte für eine intensivierte Kühlwirkung nutzbar ist, was durch grössere Laboruntersuchungen auch bestätigt werden konnte. Temperaturmessungen haben

gezeigt, dass tatsächlich Kühlluft von 10° bis 30° C unter Null nutzbar ist. Dies ausgehend von Druckluft mit Umgebungstemperatur.

Vom Erfinder ist ferner erkannt worden, dass eine Kalibration nach dem Einführen der heissen Preformen in die Kühlhülsen mit einem im wesentlichen zylindrischen bzw. leicht konischen Blasteil einen grossen Fortschritt für die Herstellung von klassischen Preformen bringt. Für das Kalibrieren muss zwingend der Innenraum der Preform, zumindest des Blasteiles, mechanisch abgedichtet werden. Bereits die Kraft der Pressluft, beispielsweise von 1 bis 2 bar, für die Kalibration, mindestens ebenso aber die mechanische Dichtkraft, schafft neue Probleme, wenn der Bereich des offenen Endes der Preform nicht durch die Kühlhülseninnenwand gestützt ist. Die ebenso wichtige Erkenntnis liegt darin, dass die äussere Seite des offenen Endes der Preform bereits unmittelbar nach der Übergabe von den offenen Formhälften an die Kühlhülsen verfestigt werden kann, wenn die Luftkühlung in die Kühlhülsen integriert ist, und zwar in einem Moment, in dem noch keine mechanischen Kräfte wirken. Dies bedeutet einen Zeitgewinn von beispielsweise 1 bis 3 Sekunden, um das anvisierte offene Preformende durch eine zusätzliche Aussenkühlung mittels Kühlluft in einen formstabileren Zustand zu bringen. Beim Blasteil könnte eine entsprechende, sofort einsetzende Aussenkühlung insofern Nachteile bringen, als dadurch die Kalibration grössere Luftdrücke erfordern würde. In dem zylindrischen Bereich des Blasteils wirkt sofort die Wasserkühlung der Kühlhülsen durch direkten Wandkontakt. Diese zeigte von Anfang an einen grossen Erfolg. Der ganze Bereich des Neckringes soll so weit von aussen luftgekühlt bzw. verfestigt werden, dass die mechanischen Kräfte, beispielsweise aus Wärmespannungen, weder beim Handling noch bei der Kalibration Formschäden mehr bewirken können. Besonders bevorzugt wird im Falle der Kalibration der Ort der äusseren Luftkühlung etwa vis-à-vis der Dichtkraft der Press- bzw. Dichtringe von innen gewählt.

Die neue Nachkühl-Lösung geht für die Kalibration und / oder das Handling bevorzugt von dem Konzept eines Thermoflaschenverschlusses aus. Beiden Anwendungen gleich ist das heikle Wandmaterial. In einem Falle ist es Glas, im andern ist es der noch leicht verformbare Kunststoff. Die Dichtstelle muss gemäss

der erfindungsgemässen Lösung nicht mit höchster Präzision festgelegt werden. Der grosse Vorteil der neuen Erfindung liegt darin, dass bei voller Erreichung aller Qualitätskriterien eine massive Senkung der ganzen Zykluszeit und eine entsprechende Leistungssteigerung der Spritzgiessmaschine ermöglicht wird. Die Entformung der Preformen aus den Spritzformen kann früher, in einem noch stark forminstabilen Zustand der Preformen, stattfinden.

In der Praxis gibt es eine grosse Vielfalt von Preformen, welche eine je spezifische Behandlung notwendig machen können.

- Besonders heikel erweisen sich Preformen, welche einen sich konisch verjüngenden Halsansatz zwischen dem zylindrischen Blasteil und dem Neckring haben.
- Eine weitere heikle Preform weist im entsprechenden Halsteil eine Erweiterung auf.
- Für eine grosse Zahl, besonders auch von dickwandigen Preformen mit rein zylindrischem Blasteil, können alle Vorteile der Erfindung ebenso genutzt werden.

Die neue Erfindung macht es möglich, dass auch bei einer starken Verkürzung der Trockenlaufzeit die Formgenauigkeit voll erhalten werden kann. Dies bedeutet, dass durch die besondere Luftkühlung der äusseren offenen Endseite auch noch eine Reserve vorhanden ist für eine noch kürzere Maschinenzykluszeit sowie für das Handling der Preformen während der Nachkühlung. Bisherige Feldteste haben gezeigt, dass bei klaren Preformen die Maschinenzykluszeit um 15 % und bei eingefärbten Preformen um 20 % gesenkt werden kann.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass mit der neuen Erfindung verfahrenstechnisch verschiedene neue Lösungswege für die Nachkühlung eröffnet werden. Dies gilt ganz besonders, wenn bei der Entnahme der Preformen, welche direkt einem Nachkühler übergeben werden, dieser ein Fassungsvermögen hat, der einem Vielfachen der Anzahl Preformen eines Spritzzyklus entspricht. Hier können

die einzelnen Preformen durch Umstecken des stützlosen Bereiches der Preformen und der Kühlung unter der Mitausnutzung der Expansionskälte komprimierter Druckluft auf verschiedenste Art kombiniert werden.

Die neue Erfindung gestattet eine ganze Anzahl besonders vorteilhafter Ausgestaltungen. Es wird dazu auf die Ansprüche 2 – 15 sowie 17 – 30 Bezug genommen.

Ganz besonders bevorzugt wird der Vorrichtung eine Druckluftquelle zugeordnet mit einem Druck von wenigstens 2 bar, vorzugsweise 4 bis 8 bar. Jüngste Versuche haben gezeigt, dass mit Druckluft von 6 bar ein Optimum zwischen den Energiekosten sowie der Kühlwirkung erzielbar ist. Die Zufuhr der Druckluft zur Preformaussenseite erfolgt vorzugsweise über eine Vorkammer und einen Ringkanal, der als ringförmiger enger Spalt ausgebildet ist. In der Vorkammer kann nahezu noch der volle Druck der Druckluftquelle aufrechterhalten werden. Im ringförmigen Spalt, besonders aber in einem sich erweiternden Kühlkanal, fällt der Druck der Luft: Gleichzeitig senkt sich die Temperatur der Luft wegen der Expansionskälte. Bereits in dem Übergangsbereich von dem Ringkanal zur Aussenhaut der Preform konnte eine Lufttemperatur von 10° bis 30° C unter Null gemessen werden, ausgehend von Druckluft mit Umgebungstemperatur. Die Dicke des ringförmigen Spaltes wird im Zehntel-Millimeter-Bereich, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 3 Zehntel-Millimetern gewählt. Eine Überprüfung aller Qualitätsparameter ergab beste Werte bei allen zuvor genannten Preformtypen, unabhängig von deren Form und Dicke. Die neue Erfindung erlaubt damit, viele bisher nicht erklärbare Abweichungen und Schäden an den Preformen zu erklären und zu beseitigen.

Ganz besonders bevorzugt wird in Strömungsrichtung ein sich erweiternder Kühlkanal von der Übergangsstelle des ringförmigen Spaltes zur Aussenhaut der Preform gebildet, wobei der Kühlkanal präzise unmittelbar im Übergangsbereich von dem gestützten zum ungestützten Bereich beginnt und gegen die äussere, offene Endseite der Preformen gerichtet ist. Damit ist die Kühlluft mit der tiefsten

Temperatur auf die erste, am meisten gefährdete Zone der Preform gerichtet, welche in Bezug auf diesen Bereich die höchste Temperatur aufweist. Entscheidend ist dabei, dass trotz einer Entnahme der Preformen in noch stark instabiler weicher Form beste Preform-Qualitäten produziert werden konnten. Zur Verkürzung der Zykluszeit wurde der an der Innenwandung der Kühlhülsen befindliche Bereich innerhalb der Maschinenzyklusdauer mittels Druckluft an die Innenwand der Kühlhülsen gepresst und dabei kalibriert. Wichtig dabei ist, dass die Vorrichtung eine Steuerung aufweist, mittels der die Luftblaseinrichtung spätestens vom Moment der Preformübergabe an die Entnahme- bzw. Kühlhülsen und während einer anschliessenden Kalibration aktivierbar ist. Vorteilhafterweise lässt man im Falle einer Kalibration den Druck der Kalibrationsluft vom Beginn der Kalibration stufenlos anschwellen. Dadurch wird der Schrumpfausgleich bei zunehmender Verfestigung der Preform kontinuierlich geschaffen. Bevorzugt wird die Druckluftzufuhr durch programmierte Erhöhung der Steuerspannung eines Steuerventils und entsprechender Erhöhung bzw. eines entsprechenden Anschwellens des Kalibrationsdruckes reproduzierbar sichergestellt.

Den wassergekühlten Entnahmehülsen sind in dem Übergangsbereich zwischen dem Gewindeteil und dem Blasteil Kühlkanäle für eine entsprechende Aussenkühlung der Preformen zugeordnet. In Abhängigkeit der geometrischen Ausgestaltung der Preformen ist die Luftkühlung in dem Bereich zwischen Gewindeteil und Neckring und / oder in dem Übergangsbereich zwischen Neckring und zylindrischem Blasteil angeordnet. Dabei kann die erfindungsgemässe Lösung im Bereich der Nachkühlung überall dort angewendet werden, wo die Gefahr einer Schädigung durch Handling als Folge von Wärmespannungen oder von Kalibrationskräften besteht. Ferner ist es möglich, die Luftkühlung unter Mitausnutzung der Expansionskälte ein-, zwei- oder mehrfach anzuwenden, wenn dies als Sicherheitsmassnahme für einen schadlosen Abwurf der Spritzgiessteile aus dem Nachkühler und für einen schadlosen Transport und Lagerung als vorteilhaft erachtet wird.

Eine ganz besonders vorteilhafte Ausgestaltung weist einen Greifer mit einer Vielzahl von Nippeln mit je einem Einführteil in die Preformen und die Einführteile der Nippel radial aufbauchbare Press- bzw. Dichtringe auf, welche in die Preformen einführbar sind. Der Greifer mit den Nippeln kann verschiedenen Funktionen übernehmen:

- Wie bereits erwähnt, können mittels Druckluft, welche steuerbar über die Nippel in die Preformen geführt wird, die Preformen unmittelbar nach dem Ausfahren der Kühlhülsen aus den offenen Formen kalibriert werden.
- Wenn die Entnahme mit einer als Nachkühler ausgebildeten Entnahmevorrichtung erfolgt, verfügt der Nachkühler über 4-mal so viele Kühlpositionen, wie die Spritzformen Formnester aufweisen. Hier kann es von Vorteil sein, wenn die Preformen umgesteckt werden auf Kühlhülsen mit kleinerem Innendurchmesser zur Kompensation der Schrumpfung.
- Wenn der Nachkühler sich horizontal in die und aus den offenen Formen bewegt und die Preformen bis zu einem lagerfähigen Zustand gekühlt werden, können mit dem Greifer bzw. den Nippeln die Preformen den Kühlhülsen entnommen und auf ein Transportband abgeworfen werden.

Ein weiterer wichtiger Ausgestaltungsgedanke liegt darin, dass die Nippel positionsgesteuert an eine wählbare optimale Dichtstelle in einem Bereich zwischen Gewindeteil und Blasteil in die Preformen eingeführt werden können. Damit kann unterschiedlichsten Formen des Überganges zwischen Gewindeteil und Blasteil Rechnung getragen werden. Die beste Position wird je nach Funktion und im Falle einer Kalibration entsprechend des speziellen Preformtyps gewählt. Im Hinblick auf eine Optimierung der Wasserkühlung in den Kühlhülsen ist es das Ziel, dass die Preform während der Nachkühlung über die grösstmögliche Zeitdauer Wandkontakt hat mit der Innenwand der Kühlhülse. Bereits nach dem Einfahren der Nippel soll die Aussenwandung des ganzen Preform-Blasteiles, ausser bei sich verjüngenden Abschnitte, in Wandkontakt mit der entsprechenden Innenwandung der Entnahmehülse sein. Bevorzugt werden deshalb die Preformen bereits bei der Übernahme durch die Entnahmehülsen bis zum vollständigen und satten inneren Wandkontakt des ganzen Blasteiles in die Entnahmehülsen eingeführt.

Vorrichtungsgemäss weist jeder Nippel zwei relativ zueinander bewegbare Rohrstücke auf, an deren Ende je eine Halteschulter fest angebracht ist. Für beide zuvor beschriebenen Lösungswege weist jeder Nippel Luftkanäle auf, über welche gesteuert Druckluft in den Innenraum der Blasteile der Preformen zuführbar ist. Mittels gesteuerter Verstellmittel wird die Betätigungsplatte in Bezug auf die Plattform bewegt, für eine zeitgleiche Aktivierung aller Press- bzw. Dichtringe. Die Verstellmittel haben während der Kalibration eine reine Stützfunktion. Die Press- bzw. Dichtringe halten sich in zusammengequetschtem Zustand an der Preforminnenseite. Bereits eine geringe Kraft der Verstellmittel für die Betätigungsplatte genügt für einen guten Dichtschluss. Vorteilhafterweise sind die Nippel über eine gemeinsame Betätigungsplatte an einer Plattform angeordnet, über welche die Einfahr- und Ausfahrbewegung der Nippel in bzw. aus den Preformen sowie die Positionierung der Nippel innerhalb der Entnahmehülsen erfolgt. Dazu sind der Plattform gesteuerte Antriebsmittel zugeordnet zur Positionierung der Press- bzw. Dichtringe in einer optimalen Eindringtiefe bzw. an einer optimalen Stelle.

Gemäss einer ersten bevorzugten Ausgestaltung erfolgen die Entnahme der Preformen aus den Entnahmehülsen und die Übergabe an die Kühlhülsen eines Nachkühlers bei Erreichen einer genügenden Formstabilität, jedoch innerhalb der Zeit eines Spritzgiesszyklus. Nach der Kalibration können die Press- bzw. Dichtringe entspannt und der Druck in dem Innenraum der Blasteile abgelassen werden. Über die Luftkanäle kann über die Nippel ein Unterdruck erzeugt und die Preformen mittels der Nippel an den Nachkühler übergeben werden. Der Nippel hat hierzu keine Kühlfunktion. Bevorzugt erfolgt während der kurzen Kalibrationszeit kein Luftaustausch zwischen dem Inneren der Preform und der Umgebungsluft. Die Nippel sind mit Luftkanälen ausgerüstet, über welche in den Preformen Unterdruck zur Preformentnahme erzeugbar ist. Innerhalb der Nippel kann der Luftkanal für Druckluft und Saugluft der selbe sein. Bevorzugt werden die Rohrstücke ineinander verschieblich angeordnet, wobei das innere Rohrstück wenigstens einen Luftkanal aufweist. Bei diesem Konzept besteht die Vorrichtung neben dem Entnahmegreifer aus einem Nachkühler sowie einem Transfergreifer für die Übergabe bzw. für das

Umstecken der Preformen vom Entnahmegreifer an den Nachkühler, zur Fertigkühlung der Preformen, unabhängig des Spritzgiesszyklus.

Gemäss einer zweiten vorteilhaften Ausgestaltung weist die Vorrichtung einen als Entnahmeroboter ausgebildeten Nachkühler mit einer vielfachen, insbesondere einer 4-fachen Anzahl an Kühlpositionen in Bezug auf die Spritzpositionen der Spritzgiessformen auf. Dabei werden die heiss zu übergebenden Preformen in jeweils freie Kühlpositionen eingeschoben, kalibriert, intensiv gekühlt und nach der Fertigkühlung ausgestossen. Hier können die Nippel das Ausstossen der fertig gekühlten Preformen aus den Entnahmehülsen sowie die Weitergabe an ein Förderband unterstützen mit gesteuerter Saug- und Druckluft. Auch gemäss der zweiten Ausgestaltung können nach der Kalibration die Press- bzw. Dichtringe entspannt, der Druck in dem Innenraum der Blasteile abgelassen, die Nippel ausgefahren und in einer Wartestellung gehalten werden bis zur Neupositionierung des Nachkühlers für eine neue Charge von Preformen des nachfolgenden Spritzgiesszyklus.

Für diese beiden Ausgestaltungen erfolgt das Kalibrieren der Preformen durch Druckluft und ist in der Regel in der Zeitdauer durch den Spritzgiesszyklus begrenzt. Das Anpressen und Kalibrieren der noch weichen Preformen hat enorme Vorteile:

- Erstens wird durch das feste Anpressen der Aussenhaut der Preformen an die innere, mit Wasser gekühlte Entnahmehülse ein maximaler Wärmeübergang und eine maximale Kühlwirkung sichergestellt.
- Zweitens werden die äusseren Abmessungen der Preformen mit der Kalibration exakt wieder hergestellt und bleiben während der anschliessenden Formverfestigung erhalten.
- Drittens werden mit dem raschen Durchfahren der sogenannten Glastemperatur die physikalischen Qualitätsparameter sichergestellt.
- Viertens wird mit der Erzeugung einer stark abgekühlten und verfestigten äusseren Materialschicht eine genügende Formstabilität der Preformen für das nachfolgende Handling bzw. Umstecken von den Entnahmehülsen in kleinere

Kühlhülsen bzw. in einen Nachkühler sowie den anschliessenden Abwurf auf ein Transportband erreicht.

Im Falle von Preformen mit einem sich erweiternden Hals wird der Übergangsbereich zwischen dem Gewindeteil und dem Neckring von aussen luftgekühlt. Hier werden die Preformen bis auf Anschlag der Neckringe an die Stirnseite der Kühlhülsen eingeschoben, wobei die Kühlhülsen so ausgebildet sind, dass zwischen dem Bodenteil der Preformen und dem entsprechenden Bodenteil der Kühlhülsen ein minimaler Spalt, vorzugsweise im Bereich von Hundertstel-Millimetern, verbleibt, der mit der Kalibration aufgehoben werden kann.

Bevorzugt weist die Vorrichtung eine Betätigungsplatte auf, welche steuerbar ausgebildet ist. Mittels Nippel sind die Preformen

a) kalibrierbar und / oder
b) umsteckbar und / oder
c) nach beendigter Kühlung den Kühlhülsen entnehmbar, zum Abwurf auf ein Transportband.

Gemäss einer ganz besonders vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die Kühlhülsen im Nachkühler in versetzten Reihen angeordnet sind, wobei die Preformen im Takt des Spritzzyklus

a) kalibriert und
b) während insgesamt 4 Zyklen nachgekühlt und
c) nach vollständiger Kühlung mittels der Nippel den Kühlhülsen entnommen und auf ein Transportband abgeworfen werden.

Hier ist es ganz besonders vorteilhaft, wenn der Nachkühler quer zur Maschinenachse und vertikal gesteuert bewegt werden kann. Dabei übernimmt der Nachkühler die Positionierung für eine passende Lage der freien Kühlpositionen zu den Formnestern einerseits sowie die richtige Lage der richtigen Preformreihen in dem Nachkühler zu den Nippeln bzw. zur Betätigungsplatte andererseits. Der Nachkühler bewegt sich dabei horizontal in und aus den Spritzformen sowie vertikal

für die richtige Höhe der jeweils anvisierten Reihen. Die Nippel bewegen sich nur horizontal in Richtung der Kühlhülsen. Für den Abwurf der fertig gekühlten Preformen können die Nippel bzw. die Betätigungsplatte zusätzlich eine Drehkippbewegung ausführen. Während 3 bis 4 Zyklen können die Preformen wenigstens einmal mittels der Nippel in um das Schrumpfmasse verkleinerte Kühlhülsen umgesteckt werden. Auch hier kann der Nachkühler horizontal und vertikal in die richtige Position gesetzt werden. Weil dem Nachkühler für beide Achsen wenigstens je einen Servomotor zugeordnet ist, kann jedwelche Bewegung mit höchster Genauigkeit durchgeführt und die jeweils nächste Position in beiden Achsen (Y und Z) der entsprechenden Ebene sofort angefahren werden.

Das Anblasen der äusseren Endseite der Preformen kann während aller 4 Zyklen, allenfalls mit Unterbrechungen, durchgeführt werden, was durch Rückerwärmen der Preform-Aussenhaut bzw. bei einer höheren Wandtemperatur einen entsprechend verbessertem Wärmeübergang ergibt. Damit kann der Druckluftverbrauch ökonomisiert werden. Diese Ausgestaltung mit einer Nachkühlzeit von 4 Spritzzyklen erlaubt verschiedenste Kombinationen von äusserem Anblasen im Rahmen eines Handlings der Preformen. Die bisherige Erfahrung hat gezeigt, dass eine Kalibration nur in der ersten Phase der Nachkühlung effizient genug ist, da mit zunehmender Verfestigung der Preformen bzw. mit der Abkühlung über den ganzen Preform-Wandquerschnitt eine Formänderung einen immer grösseren Luftdruck erfordert. Das Anblasen der Aussenseite der offenen Preform ist eine Optimierungsfrage zwischen den Kosten für die Druckluft und der gewünschten Formfestigkeit der offenen Endseite der Preformen. Zumindest kann es vorteilhaft sein, die Preformen während einer zweiten Zykluszeit am äusseren offenen Ende anzublasen. Dies unabhängig davon, ob die Preform in eine engere Kühlhülse umgesteckt und gegebenenfalls nochmals kalibriert wird. Bei weniger heiklen Preformen kann die Kalibration vollständig weggelassen und zum Beispiel nur der Gewindebereich angeblasen werden. Im Extremfall kann bei jeder der versetzten Reihen die Blasluft individuell gesteuert werden.

Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nun anhand einiger Ausführungsbeispiele mit weiteren Einzelheiten erläutert. Es zeigen:

die Figur 1a zeigt eine erfindungsgemässe Kühlhülse mit Wasserkühlung sowie Luftkühlung der Aussenhaut der offenen Endseite der Preform;

die Figur 1b eine Ausschnittvergrösserung der Figur 1a;

die Figur 2a zeigt einen optimal in eine Preform eingeführten Nippel im Bereich der offenen Endseite der Preform;

die Figur 2b einen Nippel in vergrössertem Massstab mit einem schwimmend angeordneten Press- bzw. Dichtring;

die Figur 3a zeigt eine Aussenkühlung des Übergangsbereiches zwischen Gewindeteil und Blasteil der Preformen;

die Figur 3b zeigt einen Teilausschnitt der Figur 3a in grösserem Massstab;

die Figur 4a zeigt eine Ausschnittvergrösserung einer Luft-Aussenkühlung;

die Figur 4b zeigt eine Luft-Aussenkühlung bei einer Preform mit einem sich erweiternden Halsteil;

die Figuren 5a, 5b und 5c zeigen nochmals sehr schematisch einen optimalen Eindringort der Press- bzw. Dichtringe sowie der Aussenkühlung, wobei in den Figuren 5b und 5c zusätzlich eine Luftaussenkühlung der heiklen, nicht gestützten Bereiche stattfindet;

die Figur 6a zeigt eine anders gestaltete dickwandige Preform mit entsprechender Positionierung des Nippels bzw. des Dichtringes;

die Figur 6b die Lösung gemäss Figur 6a, jedoch ist der Blähdruck abgelassen und der Dichtring entlastet;

die Figur 6c die Entnahme einer Preform mittels des Nippels in der Funktion eines Haltenippels;

die Figur 7 schematisch ein Beispiel für einen ersten Lösungsweg mit einem zusätzlichen Nachkühler;

die Figur 8 schematisch ein Beispiel für einen zweiten Lösungsweg, bei dem der Entnahmeroboter als Nachkühler ausgebildet ist;

die Figur 9 zeigt ein Wärmeprofil, aufgenommen an einer Preform, welche ohne Kalibration erstellt wurde;

die Figur 10a zeigt ein Testbeispiel mit einer Preform-Kalibration;

die Figur 10b zeigt eine fehlerhafte Preform, bei der der Übergangsbereich, welcher in der Kühlhülse nicht abgestützt war, ohne eine erfindungsgemässe Verfestigung.

Wege und Ausführungen der Erfindung

In der Folge wird auf die Figuren 1a und 1b Bezug genommen, welche eine erfindungsgemässe Lösung mit einer Kühlhülse 1 mit Wasserkühlung sowie Luftkühlung der Aussenhaut zeigen. Dargestellt sind zwei Kühlhülsen 1 einer Reihe [1], welche an einer gemeinsamen Sockelplatte 2 über Schrauben 3 befestigt sind. Die Kühlhülse 1 besteht aus einem äusseren Kühlmantel 4, der sich über die ganze Länge von der Sockelplatte 2 bis zum Neckring 5 der Preform 6 erstreckt. Dabei überragen der Neckring 5 sowie das Gewindeteil 7 die Kühlhülse 1. Die Kühlhülse 1 besteht im wesentlichen aus dem äusseren Kühlmantel 4 sowie einem inneren Kühlrohr 8, welches nach innen ein nach vorne zylindrisches Rohrstück 9 und nach hinten eine halbkugelförmige Kalotte 10 aufweist. An der Kalotte 10 ist in der Mitte eine Bohrung 11 angebracht. Das Kühlrohr 8 ist am hinteren Ende über einen Sockel 12 mittels der Schraube 3 an der Sockelplatte 2 befestigt. Das Kühlrohr 9 weist aussen abstehende Führungsrippen 13 auf, welche mit wenig Spiel bis zur Innenseite des Kühlmantels 4 reichen. Die Führungsrippen 13 sind auf an sich bekannte Weise spiralförmig angeordnet, damit eine optimale Zirkulation des Kühlwassers 14 (punktiert) sichergestellt ist. Das frische Kühlwasser wird über eine Zuführbohrung 15 zugeführt, am vorderen Ende des Rohrstückes umgelenkt und über eine Rücklaufbohrung 16 zur Kühlwasseraufbereitung zurückgeleitet. Zur Vermeidung von Wasseraustritten sind sowohl im Bereich der Zuführ- wie auch der Rücklaufbohrung 15 bzw. 16 sowie zwischen dem Sockel 12 und dem vorderen Ende des Rohrstückes 9 je Dichtringe 17 bzw. 18 angeordnet. Mit Ausnahme eines kleines Abstandes A zwischen dem Neckring 5 der Stirnseite 19 des Kühlmantels 4

liegt der Blasteil der Preform 6 vollständig innerhalb des Kühlmantels 4. Bei der in der Figur 1a dargestellten Preform 6 handelt es sich um eine Preform mit einem über dem Bereich 21 konisch verjüngten Halsstück 22. Über dem Bereich 23 ist die Preform im wesentlichen zylindrisch, und der Bereich 24 ist kalottenartig ausgebildet. In Bezug auf die neue Erfindung ist die Stelle 20, der Übergang von dem zylindrischen Bereich 23 zum konischen Bereich 21, besonders wichtig, da hier in der Preform 6 direkt nach der Entnahme aus den offenen Spritzformen eine Zone mit höchster Temperatur besteht. Wie aus der Figur 1a und besonders der Ausschnittvergrösserung gemäss Figur 1b hervorgeht, ist das konisch verjüngte Halsstück 22 nach aussen nicht abgestützt. Dies hat mehrere Konsequenzen:

- Erstens ist das betreffende Halsstück 22 schlecht gekühlt im Verhältnis zum zylindrischen Bereich.
- Zweitens entstehen in dem Übergangsbereich 21, 23 sofort nach der Übergabe der Preformen an die Kühlhülsen Wärmespannungen.
- Drittens erfolgen aus den Wärmespannugnen Deformationen im ganzen Bereich des Halsstückes 22.

Die neue Erfindung schlägt deshalb vor, gemäss dem Beispiel der Figuren 1a / 1b das Halsstück 22 gezielt mit Druckluft zu kühlen. Über eine Pressluftleitung 30 werden die Preformen 6, welche in einer Reihe angeordnet sind [1], an eine nicht dargestellte Pressluftquelle angeschlossen. Jede Kühlhülse 1 wird über ein kurzes Verbindungsstück 31 sowie eine Druckluftzuführbohrung 32 mit Druckluft von beispielsweise 6 bar versorgt. Im Inneren der Kühlhülse, an der offenen Endseite, ist ein Lenkring 33 eingefügt. Der Lenkring 33 hat eine Doppelfunktion:

- Erstens wird die Kühlluft präzise an die Stellen bzw. Zonen geführt, welche primär gekühlt werden müssen. Es ist zu allererst die Stelle 20 und in der Folge der konische Bereich 21, 22.
- Zweitens soll ein möglichst maximaler Teil der Energie der Expansionskälte genutzt werden. Zu diesem Zweck wird die Druckluft in eine ringförmige Vorkammer 34 gespiesen. Aus der Vorkammer 34 wird die Druckluft über

einen sehr engen Ringspalt 35 von höchstens einigen Zehntel-Millimetern Dicke in Richtung Preform-Aussenhaut getrieben. Von der Stelle 20 ergibt sich neben der Luftgeschwindigkeitserhöhung eine enorme Expansionskälte, die nun doppelt kühlwirksam ist

- ➔ a) durch die sehr hohe Luftgeschwindigkeit,
- ➔ b) durch die Expansionskälte.

Von der Geometrie des konischen Preformhalses entsteht ein idealer oder zumindest angenähert idealer Laval-Öffnungswinkel (Alpha). Es ergibt sich daraus ein sich konisch in Strömungsrichtung erweiterter Kühlkanal 36, sodass auch der schwächste Teil des Halsstückes 22 optimal gekühlt wird. Versuche haben gezeigt, dass die erfindungsgemässe Lösung in den ersten 1 bis 2 Sekunden eine reine Oberflächenkühlung der betreffenden Stelle ergibt. Dies ist insofern sehr vorteilhaft, als sich damit die Preformoberfläche rasch verfestigt. Mit dem Nachfluss der in der Preformwandung noch gespeicherten Wärme kann diese im Verlaufe von einigen Sekunden teilweise weggeführt werden. Bereits nach 1 bis 2 Sekunden hat der Preformhals 22 eine genügende Formfestigkeit, sodass während einer anschliessenden Kalibration diese Stelle nicht mehr geschädigt wird.

Der Lenkring 33 ist mit einem Segering 37 in dem Kühlmantel 4 fixiert. Durch eine geeignete Oberflächenbearbeitung der zum Ringspalt 35 gerichteten Stirnseite 38 kann ein präzises Spaltmass sichergestellt werden. Der Lenkring 33 wird nach aussen mit einen 0-Ring 39 abgedichtet. Die Pressluftzuführleitung 30 kann eine handelsübliche Kunststoffrohr-Verbindung sein. Zur Steuerung der Luftzufuhr können die Leitungen der selben Reihe [1] oder [2] oder [3] oder [4] über ein Ventil zugeschaltet werden. Es ist aber auch möglich, bei grossen Formen mit 100 bis 200 Formnestern jeweils alle im selben Takt behandelten Kühlhülsenreihen an ein gemeinsames Ventil anzuschliessen.

Aus der Figur 2a kommt der direkte Zusammenhang zwischen der Funktion der Nippel 40 als Kalibriernippel sowie dem konischen Abschnitt 21 einer Preform 6 zum

Ausdruck. Das entsprechende konische Aussenteil der Preform 6 wird unmittelbar nach der Entnahme aus den offenen Spritzformhälften vorab speziell gekühlt und die stützlose äussere Wandschicht innerhalb der Kühlhülse 1 verfestigt. Dies gibt der ganzen Preform 6 am verjüngenden Übergang 21 eine genügende Formstabilität. Nach aussen ist der Lenkring 33 innerhalb des Kopfteiles der Kühlhülse 1 gehalten. Bei der Montage wird der Lenkring 33 im Inneren der Kühlhülse 1 von rechts nach links eingeschoben. Die Kühlluft ist mit den Pfeilen KL bezeichnet. Bevor der Press- bzw. Dichtring 41 des Nippels 40 mit der Innenwand der Preform 6 in Berührung kommt, ist die Kühlluft bereits in Aktion. Die Kalibration setzt erst zeitverzögert ein, nachdem die Entnahmevorrichtung mit den Kühlhülsen 1 bereits aus den offenen Formen ausgefahren ist (Figur 6a).

Die Figur 2b zeigt das Einführteil des Nippels 40 gemäss der Figur 2a in grösserem Massstab. Ein ganz bevorzugtes Merkmal ist die schwimmende Lagerung des Press- bzw. Dichtringes 41. Der Pressring 41 ist auf beiden Endseiten mittels loser Stützringe 47 gehalten. Die beiden losen Stützringe 47 weisen einen inneren Durchmesser "D" auf, der um ein geringes Spiel grösser ist als der Aussendurchmesser "d" des Stützrohres 43. Auch in Längsrichtung besteht Spiel "Spa" zwischen dem Stützring 47 und dem Verbindungsstück 44. Damit bekommt der Press- bzw. Dichtring 41 im inaktiven Zustand eine Bewegungsfreiheit im Sinne eines leichten Taumelns oder Schwimmens. Es ergibt sich automatisch eine optimale ringförmige Dichtstelle, zum Beispiel 45, 45' oder 45" an dem Press- bzw. Dichtring 41.

Die Figuren 3a und 3b zeigen eine Aussenkühlung der Preformen 6x ohne Kalibration in dem nicht unkritischen Übergang 20 zwischen dem Gewindeteil 7 und dem Blasteil 23 der Preform 6. Viele Preformen 6x weisen in diesem Abschnitt eine äussere konische Verjüngung 22 auf. Über einen Luftanschluss 32 kann Druckluft eingeblasen und über einen Kühlkanal 36 wieder ins Freie abgelassen werden. Diese zusätzliche Kühlung hat den grossen Vorteil, dass sie vom ersten Moment der Übergabe der Preformen 6x an die Kühlhülsen 1 und zusätzlich über die ganze Kalibrierzeit wirksam eingesetzt werden kann. Der auffallendste bauliche Unterschied

zu einer "normalen" Kühlhülse liegt darin, dass im offenen Mündungsbereich ein Luftführungsring 33 angeordnet wird. Auf der Innenseite des Luftführungsringes 33 ist von der Stelle des Luftanschlusses 32 bis zur Abblasstelle 48 an die Umgebung rund um das betreffende Preformteil ein ringförmiger Kühlkanal angeordnet. Damit bestreicht die Kühlluft gezielt die ganze entsprechende konische Aussenseite der Preformen bis zur Stirnseite des Neckrings 5.

Die Figuren 4a und 4b zeigen eine Preform 6xx mit einem konisch erweiterten Halsstück 50. Bei diesem Preformtyp gehört das erweiterte Halsstück zum Blasteil und liegt während der Kalibration an der Innenwand der Kühlhülse 1 an. Die Kühlhülseninnenwand gibt der Preform 6xx die definitive äussere Form. Das ganze Blasteil der Preform 6xx liegt bis zum Neckring 5 an. Die optimale Dichtstelle des Press- bzw. Dichtringes 41 liegt in dem Bereich des zylindrischen Abschnittes im Bereich des Neckringes 5 (Figur 5b). Damit ist aber der Neckringteil beim Aufbauchen des Press- bzw. Dichtringes 41 in Bezug auf Deformationen gefährdet, da dieser Teil von aussen nur teilweise gestützt ist. Hier kommt die zusätzliche Aussenluftkühlung (KL) zum Tragen. Mit der Luftkühlung des Gewindeteiles 7 sowie des Neckringes 5 bekommt die äussere Haut des Gewindes 7 eine höhere Festigkeit. Dies unabhängig davon, ob die Preform kalibriert wird oder nicht. Die Figur 4b zeigt noch einen weiteren interessanten Ausgestaltungsgedanken. Die Kühlhülse ist aus standardisierten Bauteilen zusammengesetzt und besteht aus einer inneren Kühlhülse 52, einer äusseren Kühlhülse 53 und einer Mantelhülse 54 sowie einem Kopfring 55, mit dem die Luftkanäle (Spalt Sp) gebildet werden. Je nach Gestalt der Preform 6, 6x, 6xx wird die innere Kühlhülse 52 konzipiert und ein entsprechender Kopfring 55 aufgesetzt. Mit 56 ist der unterste Gewindegang, mit 2 der Sockel 12 einer Betätigungsplatte und mit 18 die Dichtringe bezeichnet. Gemäss den Figuren 4a und 4b ist die Kühlhülse 6xx so konzipiert, dass nach dem Einschieben der Preformen in die Kühlhülsen am Bodenteil ein minimaler Spalt 57 von einigen Zehntel-Millimetern verbleibt. Dagegen soll hier der Neckring 5 bereits beim Einschieben vollständig auf der Stirnseite der Kühlhülse aufliegen. Der Spalt kann mit der Kalibration aufgehoben werden.

Es kann, gemäss Figur 5a, in vielen Fällen bei einem rein zylindrischen Blasteil auf eine Aussenkühlung verzichtet werden. Bei dem Bestreben, die Maschinenzykluszeit noch mehr zu verkürzen, kann es jedoch auch bei Preformen 6 mit zylindrischem Blasteil von Vorteil sein, das Gewindeteil 7 frühzeitig zu verfestigen, damit jegliches Handling im Rahmen der Nachkühlung zu keinen Schäden am Gewinde führt.

Die Figur 5b zeigt eine Preform 6xx mit einem im Bereich des offenen Endes vergrösserten Durchmesser. Diese Preform ist im Bereich Neckring 5 sowie Gewinde in der Kühlhülse nicht mehr abgestützt. Hier ist es deshalb von grossem Vorteil, wenn die Aussenhaut des genannten Bereiches sofort nach der Übergabe von den Spritzgiessformen an einen Entnahmegreifer mit Kühlluft verfestigt wird.

Die Figur 5c zeigt eine Lösung, welche bei einer Verjüngung des entsprechenden Blasteiles 22 Verformungen, speziell Beulen in der betreffenden Partie, verhindern kann. Dies vor allem bei extrem kurzen Zykluszeiten von unter 10 Sekunden und bei dickeren Preformwandstärken. Bei den gängigen Preformen für Pet-Flaschen von 1 – 2 Litern Inhalt beträgt der mit Kühlluft behandelte Abschnitt in der Regel 3 bis 5 cm, wobei das Gewinde selber etwa 2 cm ausmacht.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass für alle Preformtypen 6, 6x, 6xx vom Augenblick der Entnahme aus den offenen Formhälften

- jederzeit bestmögliche Kühlverhältnisse geschaffen werden;
- die Preform wird, abgesehen von einem kurzen Unterbruch, unmittelbar nach dem Überschieben aus den offenen Formhälften in die Kühlhülsen 1 bis zum Einfahren der Nippel 41 während der Kalibrationsphase an die inneren Kühloberflächen der Entnahmehülsen 1 angepresst;
- der kurze Unterbruch für ein hundertprozentiges Anliegen der Preform 6 wird durch die anschliessende Kalibration wieder wettgemacht;
- nach der Kalibration sind die Preformen 6, 6x, 6xx allseits bereits in einem formstabilen Zustand. Die Preformen 6, 6x, 6xx bleiben deshalb nach der

Kalibration bis zum fertiggekühlten Zustand in ihrer äusseren geometrischen Form masshaltig.

Bei maximaler Auslegung der Wasserkühlkreisläufe
==> in den Spritzgiessformen,
==> im Bereich der Spritzgiesskavitäten und im Spritzgiessdorn sowie
==> in der Entnahmehülse

wird eine maximale Intensivwirkung erzeugt. Es ist dabei gemäss einem ersten Ausgestaltungsweg mit einem nachgeschalteten Nachkühler 89 (Figur 7) nicht das Ziel, innerhalb eines Spritzgiesszyklus die Preformen 6, 6x, 6xx fertig zu kühlen. Es wird jedoch angestrebt, die Preformen 6, 6x, 6xx bis zum Ende der drei bis vier Mal länger dauernden Nachkühlung in einen schütt-, lager- und transporfähigen Zustand zu bringen.

Daraus ergeben sich grosse Vorteile:
==> die Voraussetzung für eine extreme Verkürzung der Zykluszeit,
==> damit eine weitere Steigerung der Produktivität der Spritzgiessmaschine,
==> eine maximale Masshaltigkeit der Preformen
==> sowie bestmögliche qualitative Eigenschaften der Preformen, beispielsweise auch in Bezug auf die Kristallinität und Schadenfreiheit.

Die Figuren 6a, 6b und 6c zeigen die Kalibration und die Entnahme der Preformen 6, 6x, 6xx aus den Entnahmehülsen 1 mittels der Nippel 40 in der Funktion als Haltenippel. Über dem Nippel 40 wird der Innenraum des Blasteiles auf Überdruck (+Zeichen) gesetzt (Figur 6a), oder die Preform 6 wird an den Nippel 40 angesaugt (-Zeichen) gemäss Figur 6c. An dem Stützrohr ist am hinteren Ende ein Zentrierring 61 angebracht, welcher genau zu dem offenen Ende der Preform 6 passt, zum exakten Halten der Preformen auf den Nippeln 40. Auf der Gegenseite der Preform 6 wird Saugluft auf das geschlossene Preformende gegeben (-Zeichen) gemäss Figur 6a. Für die Preformaufnahme geht die Preform 6 auf Anschlag 62 zu der

Betätigungsplatte 86 und kann aus der Entnahmehülse vollständig entnommen und beispielsweise dem Nachkühler 89 übergeben werden (Figur 7) oder gemäss einem zweiten Lösungsweg (Figur 8) durch Umschalten auf Druckluft abgeworfen werden.

In der Figur 6a ist schematisch die Regelung der Druckluftzufuhr dargestellt. Über ein spannungsgeregeltes Steuerventil 64, 65 wird über die Spannung in Volt mittels Steuerung 66 die Druckluftzufuhr für die Kalibration eingestellt, wobei vorzugsweise vom Beginn der Kalibration ein kontinuierliches Anschwellen des Blähdruckes angestrebt wird. Damit kann der durch die Kühlwirkung der Kühlhülse 1 sich einstellenden Schrumpfung der Preform 6 entgegengewirkt und eine rasche Verfestigung der Aussenhaut erreicht werden. Die Preform 6 kann damit auf optimale Weise während der ganzen Dauer der Kalibration an die Innenwand der Kühlhülse angedrückt werden, ohne dass Blähungen im Bereich der stützlosen Bereiche oder Schäden durch das Handling der Preformen entstehen.

Die Figur 7 zeigt eine Situation gemäss einem ersten Ausgestaltungsweg mit einem Entnahmeroboter sowie einem von der Entnahme getrennten Nachkühler 89 vor dem Ausfahren der Entnahmevorrichtung 81 aus den offenen Formhälften 78 und 79 und den Beginn der Kalibration sowie der Intensivkühlung. Dabei ist eine Plattform 97 mit den Nippeln 40 bereits in einer Bereitschaftsstellung für die Übergabe der Preformen 6 an den Nachkühler 89 gemäss Pfeil. Die Plattform 97 ist über einen Arm 92 auf einer Verschiebevorrichtung und Linearführungsschienen auf einer Tragkonsole abgestützt und kann über einen Linearantrieb parallel zur MaschinenAchse bewegt werden. Der Linearantrieb ist rückseitig an einer Lasche der Abstützplatte 74 verankert. Mit der Aktivierung des Linearantriebes werden die Nippel 40 auf die Entnahmevorrichtung 81 zu- und wegbewegt (gemäss Pfeil). Der Betätigungsplatte 86 sind Verstellmittel 88 zugeordnet, welche als einzige Funktion das Zusammenquetschen und Entlasten der Press- bzw. Dichtringe 41 haben. Die Figur 7 zeigt schematisch eine Spritzgiessmaschine für Preformen mit folgenden Hauptelementen: ein Maschinenbett 71, auf dem eine Abstützplatte 74, eine feste Formaufspannplatte 72 und eine Spritzeinheit 73 gelagert sind. Eine bewegliche Formaufspannplatte 75 ist axial verschieblich auf dem Maschinenbett 71 abgestützt.

Die beiden Platten 72 und 74 sind durch Holme 76 miteinander verbunden, welche durch die bewegliche Formaufspannplatte 75 hindurchgeführt sind. Zwischen der Abstützplatte 74 und der beweglichen Formaufspannplatte 75 befindet sich eine Antriebseinheit 77 zur Erzeugung des Schliessdruckes. Die feste Formaufspannplatte 72 und die bewegliche Formaufspannplatte 75 tragen je eine Formhälfte 78 bzw 79, zwischen denen eine Vielzahl von Kavitäten bildbar ist zur Erzeugung einer entsprechenden Vielzahl hülsenförmiger Spritzgiessteile. Die Spritzgiessteile 6 werden in den Kavitäten 100 zwischen Dornen 96 sowie Kavitäten hergestellt. Nach dem Öffnen der Formhälften 78 und 79 haften die hülsenförmigen Spritzgiessteile 6 an den Dornen 96. Die gleichen Spritzgiessteile 6 im fertig gekühlten Zustand sind in der Figur 7 links oben dargestellt, wo sie gerade aus einer Nachkühleinrichtung 89 auf ein Transportband 90 abgeworfen werden. Die oberen Holme 76 sind zum Zweck der besseren Darstellung der Einzelheiten zwischen den geöffneten Formhälften 78, 79 unterbrochen dargestellt. Gemäss der Lösung nach der Figur 7 sind die vier Verfahrensschritte für die Spritzgiessteile 6 nach Abschluss des Spritzgiessprozesses entsprechend einem ersten Lösungsweg folgende:

"A" ist die Entnahme der Spritzgiessteile oder Preformen 6 aus den beiden Formhälften 78, 79. Die noch plastischen Teile werden dabei von einer im Raum zwischen den geöffneten Formhälften abgesenkten Entnahmevorrichtung 81 aufgenommen und mit dieser in die Position "B" angehoben.
"B" ist die Phase der Kalibration und der Intensivkühlung.
"B" / "C" ist die Übergabe der Preformen 6 von der Entnahmevorrichtung 81 an einen Transfergreifer 82 sowie die Übergabe der Preformen 6 von dem Transfergreifer 82 an eine Nachkühleinrichtung 89, entsprechend dem ersten Lösungsweg.
"D" ist der Abwurf der abgekühlten und in einen formstabilen Zustand gebrachten Preformen 6 aus der Nachkühleinrichtung 89.

Die Figur 7 zeigt sozusagen eine Momentaufnahme der Hauptschritte für das Handling gemäss dem ersten Lösungsweg. In der Position "B" werden die senkrecht übereinander liegend angeordneten Spritzgiessteile 6 durch Verschwenken der Transfervorrichtung in eine stehende Position gebracht. Der Transfergreifer 82

besteht aus einer um eine Achse 101 schwenkbaren Plattform 97, die eine Betätigungsplatte 86 trägt, welche im Parallelabstand zueinander angeordnet sind. Die Betätigungsplatte 86 ist parallel zur Plattform 97 über einen Antrieb bzw. über Verstellmittel 88 ausstellbar, so dass in der Position "B" die hülsenförmigen Spritzgiessteile 6 aus der Entnahmevorrichtung 81 geholt und in der in die Position "C" geschwenkten Lage in die darüberliegende Nachkühleinrichtung 89 geschoben werden können. Die jeweilige Übergabe erfolgt durch Veränderung des Abstandes "S" zwischen der Betätigungsplatte 86 und der Plattform 97. Die noch heissen Spritzgiessteile 6 werden in der Nachkühleinrichtung 89 fertiggekühlt und nach einer Verschiebung der Nachkühleinrichtung 89 in der Position "D" ausgestossen und auf ein Förderband 90 geworfen. Das Bezugszeichen 93 bezeichnet die Wasserkühlung mit entsprechenden Zu- bzw. Abführleitungen, welche zur Vereinfachung mit Pfeilen angedeutet sind und als bekannt vorausgesetzt werden. Die Bezugszeichen 94 / 95 bezeichnen die Luftseite, wobei 94 für das Einblasen resp. die Druckluftzufuhr und 95 für das Vakuum resp. Luftabsaugen steht (Figuren 6a und 6c).

Die Figur 7 zeigt eine Situation am Ende des Spritzvorganges mit geöffneten Formhälften 78 bzw. 79. Die Temperatur der Preformen 6 wurde im Werkzeug mit maximaler Kühlwirkung abgesenkt. Die Preformen 6 dürfen durchaus noch forminstabil sein, derart, dass sie bei sofortigem Abwurf nach der Formöffnung bei geringster äusserer Krafteinwirkung sich deformieren könnten. Am Ende des Spritzvorganges ist die Entnahmevorrichtung bereits in Startposition und kann nach der Formöffnung ohne Zeitverzug zwischen die offenen Formhälften 78, 79 abgesenkt werden. Bei der in der Figur 7 gezeigten Lösung wird eine unabhängige Nachkühleinrichtung 89 eingesetzt, in der die noch heissen Preformen 6 während 3 bis 4 Spritzgiesszyklen fertig gekühlt werden. Ein Transfergreifer 82 übergibt in der Phase "B" / "C" die Preformen 6 an die Nachkühleinrichtung 89. Die Nachkühlung der Preformen 6 findet in wassergekühlten Hülsen statt. In der Figur 7 ist die Horizontalebene mit EH und die Vertikalebene mit EV bezeichnet. Die Horizontalebene EH wird durch die beiden Koordinaten X und Y und die Vertikalebene durch die Koordinaten Y und Z definiert. Die Z-Koordinate ist vertikal, und die X-Koordinate ist quer dazu ausgerichtet. Der Transfergreifer 82 führt eine

Verschwenkbewegung sowie eine Linearbewegung in der X-Koordinate aus. Der Transfergreifer 82 kann zusätzlich mit einer gesteuerten Bewegung in der Y-Koordinate ausgebildet werden. Weil der Transfergreifer 82 bereits eine gesteuerte Bewegung in der X-Koordinate hat, kann die Exaktpositionierung der auf den Nippeln 40 des Transfergreifers 82 befindlichen Preformen 6 in X-Richtung durch eine entsprechend gesteuerte / geregelte Bewegung durchgeführt werden. Für die Übergabe der Preformen 6 an den Nachkühler 89 wird in diesem Fall der Nachkühler 89 in X-Richtung auf eine fixierte Position gefahren, der Transfergreifer 82 in der Y-Richtung gesteuert / geregelt und in die jeweils gewünschte Position gebracht. Bei der bevorzugten Ausgestaltung sind die Bewegungsmittel für den Nachkühler 89 für die zwei Koordinaten X und Y zur exakten Positionierung für die Übergabe der Preformen 6 steuer- / regelbar. Dabei wird der Transfergreifer 82 jeweils in eine fixe Übergabeposition gesetzt.

Es wird zu diesen Ausführungen auf die WO 2004 / 041510, ferner auf die PCT 2007 / 000319 vollinhaltlich Bezug genommen.

In der dargestellten Position der Figur 8 sind gemäss einem zweiten Ausgestaltungsgedanken die beiden Formhälften 78 und 79 in geöffnetem Zustand, sodass der ganze Nachkühler in den freien Zwischenraum zwischen den Formhälften einfahren kann. Der Nachkühler 60 hat insgesamt zwei Bewegungsachsen, eine Horizontalbewegungsachse in der Y-Koordinate sowie eine Vertikalbewegungsachse in der Z-Koordinate, welche von einer Maschinensteuerung 66 koordiniert werden können. Der Vertikalantrieb 67 weist ebenfalls einen AC-Servomotor mit horizontaler Achse auf. Die Nachkühleinrichtung gemäss Figur 8 weist mehrere parallel und versetzt angeordnete Reihen [1], [2], [3], [4] auf. Beim gezeigten Beispiel sind in einer senkrechten Reihe jeweils 12 Kühlhülsen 1 dargestellt. Die Kühlhülsen 1 können in Bezug auf die Verhältnisse in den Spritzgiess-Formteilen sehr viel enger angeordnet werden. Es werden deshalb nicht nur mehrere parallele Reihen, sondern es wird zusätzlich eine Versetzung der Reihen vorgeschlagen. Dies bedeutet, dass für einen ersten Spritzgiesszyklus die Kühlrohre mit Nummern [1], für einen zweiten Spritzgiesszyklus die Kühlrohre mit Nummern [2], usw. bezeichnet werden. Sind im

Beispiel mit vier Parallelreihen alle Reihen mit Nr. [4] gefüllt, werden die Reihen mit Nr. [1], wie beschrieben, vorbereitet. Der Rest verläuft über die ganze Produktionszeit sinngemäss. Im gezeigten Beispiel entspricht die gesamte Nachkühlzeit viermal der Spritzgiesszeit. Die Luftdruck- bzw. Unterdruckverhältnisse in der Nachkühleinrichtung 60 müssen reihenweise steuerbar sein, damit zu einem bestimmten Zeitpunkt alle Reihen [1] bzw. [2], usw. gleichzeitig aktiviert werden können. Neben der Genauigkeit der Wegregelung des Nachkühlers 60 sowie der Plattform 97 ist es wichtig, dass die Beschleunigungs- und Verzögerungsfunktionen optimal gesteuert werden. Die Visualisierung findet in einem Kommandogerät der Maschinensteuerung resp. des Maschinenrechners statt. Die Bewegungsabläufe können in jeder Hinsicht optimiert werden. Dies betrifft beispielsweise Start und Stopp, vor allem aber auch Beschleunigungen und Verzögerungen im Hinblick auf Geschwindigkeit und Weg.

Das Bewegungsmittel für die Vertikalbewegung ist ein Vertikalantrieb 67. Der Vertikalantrieb 67 ist gleitfähig auf einer Grundplatte 68 eines Horizontalantriebes 69 angeordnet. Der Horizontalantrieb 69 weist einen AC-Servomotor mit vertikaler Achse auf. Die Grundplatte 68 ist über vier Gleitkörper auf zwei parallelen Gleitschienen hin- und herbewegbar gelagert. Die Grundplatte 68 weist auf der rechten Bildseite ein senkrecht nach oben gerichtetes Grundplattenteil auf, an welchem der Vertikalantrieb 67 verankert ist.

Ein entscheidender Vorteil der Lösung gemäss Figur 8 liegt in der sehr kompakten Bauweise. Der Nachkühler ist gleichzeitig Entnahmeroboter.

- Der Nachkühler 60 weist durch die versetzten Reihen eine starke Verdichtung der Kühlpositionen in Bezug auf die Formnester in der Spritzform auf.
- Der Nachkühler 60 kann durch seine roboterartige Bewegung in den zwei Richtungen Y und Z sowohl in Bezug auf die Formnester innerhalb der offenen Formhälften 78, 79 wie auch in Bezug auf die Lage der Nippel 40 in die richtige Position fahren.

- Wenn der Nachkühler 60 das Vierfache der Anzahl Preformen 6 pro Spritzzyklus hat, kann mit der Betätigungsplatte 86 mit den Nippeln 40 die Funktion Kalibrieren und / oder Umstecken und / oder Entnahme der Preformen 6 und Abwerfen übernommen werden.

Die Plattform 97 weist primär eine horizontale Bewegung auf, dies für die Kalibration sowie gegebenenfalls für das Umstecken sowie die Entnahme der Preformen 6 aus dem Nachkühler 60. Durch eine zusätzliche Drehkippbewegung um eine Drehkippachse 102 können die Preformen 6 auf ein Förderband 90 abgeworfen werden.

Bezüglich Bewegung sowie versetzte Reihen wird vollinhaltlich auf die EP 1 412 159 Bezug genommen.

Die Figur 9 zeigt ein Wärmeprofil, aufgenommen an einer Preform 6x, welche ohne Kalibration erstellt wurde. Zu beachten ist die grosse Temperaturdifferenz von 62,8° C bis 45,7° C. Dies ergibt eine radiale Temperaturdifferenz am Ende des Schaftes der Preform 6 von 17,1° C. Dies führt im ersten Abkühlungsprozess zu einer Ovalisierung der äusseren Form. Diese unerwünschte Ovalisierung kann nur durch eine längere Kühlzeit im Form-Werkzeug verringert oder verhindert werden. Bei dem gezeigten Beispiel wurde bei einer Zykluszeit von 13,5 Sek. das dargestellte Wärmeprofil gemessen. Die Qualität betrug ca. 0,2 mm, was gerade noch innerhalb der Toleranzgrenze liegt.

Die Figur 10a zeigt ein Testbeispiel mit der Kalibration der Preform 6x mit Kühlluft. Die Temperaturverteilung liegt in einem sehr viel kleineren Bereich von nur noch 3,9° C. Dabei wurde die Zykluszeit von 13,5 Sek. auf 11,5 Sek. gesenkt. Die Ovalität betrug anstatt 0,2 mm nur noch 0,05 mm. Daraus ergibt sich, dass erfindungsgemäss bei einer kürzeren Zykluszeit präzisere Preformen 6 hergestellt werden können.

Die Figur 10b zeigt eine Preform 6x, bei der die erfindungsgemässe Aussenkühlung nicht angewendet wurde. Der Kalibrationsdruck war zu hoch, so dass sie sich im stützlosen konischen Bereich ausgebeult hat.

Patentansprüche

1. Vorrichtung für das Nachkühlen von Preformen (6), wobei die noch forminstabilen Preformen (6) den offenen Formhälften (78, 79) bzw. Vielfachformen einer Spritzgiessmaschine entnommen und mittels wassergekühlter Entnahme- bzw. Kühlhülsen (1), in welche eine Luftblaseinrichtung integriert ist, wenigstens teilweise nachkühlbar sind,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass an den Kühlhülsen (1) Druckluftanschlüsse (32) angeordnet sind, über welche die Aussenhaut, zumindest eines in der Kühlhülse (1) stützlosen Bereiches (21, 25) der Preformen (6), unter Mitausnützung der Expansionskälte komprimierter Druckluft kühlbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass ihr eine Druckluftquelle zugeordnet ist mit einem Druck von wenigstens 2 bar, vorzugsweise 4 bis 8 bar.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Zufuhr der Druckluft zur Preformaussenseite vorzugsweise über eine Vorkammer (34) und einen Ringspalt bzw. Ringkanal (35), der als ringförmiger enger Spalt ausgebildet ist, erfolgt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der enge Spalt bzw. Ringspalt (35) eine Dicke von höchstens einigen Zehntel-Millimetern aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,
dass in Strömungsrichtung ein sich erweiternder Kühlkanal (36) von der Übergangsstelle des ringförmigen Spaltes (35) zur Aussenhaut der Preform (6) gebildet ist, wobei der Kühlkanal (36) im Übergangsbereich von dem gestützten zum ungestützten Bereich beginnt und gegen die äussere, offene Endseite der Preformen (6) gerichtet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie eine Steuerung (66) aufweist, mittels der die Luftblaseinrichtung spätestens vom Moment der Preformübergabe an die Entnahme- bzw. Kühlhülsen (1) und während einer anschliessenden Kalibration aktivierbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die wassergekühlten Entnahmehülsen (1) in dem Übergangsbereich zwischen dem Gewindeteil (7) und dem Blasteil Kühlkanäle (36) für eine entsprechende Aussenkühlung der Preformen (6) aufweisen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Abhängigkeit der geometrischen Ausgestaltung der Preformen (6) die Kühlkanäle (36) in dem Bereich zwischen Gewindeteil (7) und Neckring (5) und / oder in dem Übergangsbereich zwischen Neckring (5) und zylindrischem Blasteil (23) angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die wassergekühlten Entnahmehülsen (1) aus standardisierten Teilen ausgebildet sind, derart, dass fallweise Führungsringe (33, 55) für die Kühlkanäle (36) für eine Kühlung des Übergangsbereiches zwischen dem Gewindeteil (7) und

dem Neckring (5) und / oder des Übergangsbereiches zwischen Neckring (5) und Blasteil (23) einsetzbar sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie eine gemeinsame Betätigungsplatte (86) mit einer Vielzahl von Nippeln (40) mit je einem Einführteil in die Preformen (6) und die Einführteile der Nippel (40) radial aufbauchbare und schwimmend gelagerte Press- bzw. Dichtringe (41) aufweisen, welche in die Preformen (6) einführbar sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Pressringe (41) als radial aufbauchbare, insbesondere schwimmend gelagerte Dichtringe ausgebildet sind, über welche für den Aufbau eines Blähdruckes im Innenraum des Blasteiles (23) der Preformen (6) eine mechanisch erzeugbare und einstellbare Abdichtkraft in Richtung der Innenwand der Preformen (6) erzeugbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Preformen (6) in noch heissem, forminstabilem Zustand von der Spritzform zur Nachkühlung wassergekühlten Entnahmehülsen (1) übergebbar und während eines Spritzzyklus mittels der in die Preformen (6) einführbaren Nippel (40) mit Druckluft auf exakte Aussenabmessungen kalibrierbar sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nippel (40) an einer gemeinsamen Betätigungsplatte (86) angeordnet sind, welcher gesteuerte Antriebsmittel zugeordnet sind zur Einführung und Positionierung der Press- bzw. Dichtringe (41) in eine optimale Eindringtiefe bzw. an einer optimalen Stelle (45, 45', 45'') für die Dichtringe in den Preformen (6) bzw. in den Entnahmekühlhülsen (1).

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Kühlhülsen (1) Teil eines Nachkühlers (60) sind, der als Entnahmevorrichtung ausgebildet ist und wenigstens eine 3-fache, vorzugsweise eine 4-fache Anzahl Kühlhülsen (1) entsprechend der Anzahl Spritzpositionen im Spritzwerkzeug aufweist, wobei die Preformen (1) im Nachkühler (60) vollständig bis zu einer Lagertemperatur abkühlen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Betätigungsplatte (86) steuerbar ausgebildet ist, und dass mit den Nippeln (40) die Preformen (6)

d) kalibrierbar und / oder
e) umsteckbar und / oder
f) nach beendigter Kühlung den Kühlhülsen (1) entnehmbar sind zum Abwurf auf ein Transportband (90).

16. Verfahren für das Nachkühlen von Preformen (6) mit einem Gewindeteil (7), einem Blasteil sowie einem Neckring (5), welche nach der Entnahme aus Vielfachformen in noch heissem, forminstabilem Zustand in wassergekühlten und mit Luftblaseinrichtungen ausgerüsteten Kühlhülsen (1) wenigstens teilweise nachgekühlt werden,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass zumindest ein Teil der äusseren offenen stützlosen Endseite (21, 25) der Preformen (6) mittels Druckluft unter Ausnutzung der Expansionskälte der komprimierten Druckluft gekühlt und verfestigt wird, wozu Druckluft von wenigstens 1 bis 2 bar verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass den wassergekühlten Kühlhülsen (1) ein Anschluss für Druckluft zugeordnet ist, welcher in einen ringförmigen Spalt (35) mündet.

18. Verfahren nach Anspruch 17,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der ringförmige Spalt (35) eine Dicke von höchstens einigen Zehntel-Millimetern aufweist.

19. Verfahren nach Anspruch 16 bis 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der ringförmige Spalt (35) gegen die Aussenhaut und gegen die offene Endseite der Preform (6) ausgerichtet ist.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Druckluft von wenigstens 2 bar, vorzugsweise von 4 bis 8 bar, verwendet wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Kühllufteinsatz gesteuert wird, derart, dass die maximale Kühlwirkung sofort nach der Preformübergabe an die Kühlhülsen (1) erfolgt.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass unmittelbar nach der Übergabe der Preformen (6) an die Kühlhülsen (1) im Bereich zwischen Gewindeteil (7) und zylindrischem Blasteil eine Aussenkühlung der Preformen (6) mittels Luft vorgenommen wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass im Falle von Preformen (6) mit einem sich erweiternden Hals (50) der Übergangsbereich zwischen Gewindeteil (7) und Neckring (5) von aussen luftgekühlt wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Falle von Preformen (6) mit einem aussen sich verjüngenden Halsteil (22) dieser Bereich der Preformen (6) von aussen luftgekühlt wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach der Entnahme der Preformen (6) aus den offenen Formhälften (78, 79)

a) an Nippeln (40) angebrachte Press- bzw. Dichtringe (41) positionsgesteuert in jede der Preformen (6) in dem Bereich zwischen Gewindeteil (7) und Blasteil eingeführt werden, wobei
b) die Press- bzw. Dichtringe (41) bis zum Kontakt an die Innenwand der Preformen (6) aufgebaucht und
c) durch Erzeugen einer radial in Richtung der Innenwand gerichteten Kraft der Innenraum des Blasteiles nach aussen abgedichtet wird und die Preformen (6) während eines Spritzzyklus kalibriert werden.

26. Verfahren nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Druckluft für die Kalibration vom Beginn der Kalibration stufenlos anschwillt, bis der maximale Blähdruck zum Schrumpfausgleich erreicht wird, wobei das Anschwellen des Luftdruckes vorzugsweise durch Erhöhung der Steuerspannung eines Steuerventils (64, 65) in der Druckluftzufuhr erreicht wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 26,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Preformen (6) unmittelbar nach dem Einschieben in die Kühlhülsen (1) von aussen in dem Übergangsbereich zwischen dem Gewindeteil (7) und dem Neckring (5) und / oder bis in den Übergangsbereich zwischen dem Neckring (5) und dem Blasteil von aussen luftgekühlt werden und in Kombination nach dem Ausfahren der Kühlhülsen (1) aus den offenen Formhälften (78, 79) mittels an Nippeln (40) angebrachter Press- bzw. Dichtringe (41) innerhalb eines Spritzzyklus kalibriert

werden, wobei die Press- bzw. Dichtringe (41) positionsgesteuert bis in den Übergangsbereich zwischen dem Gewindeteil (7) und dem Neckring (5) oder bis in den Übergangsbereich zwischen dem Neckring (5) und dem Blasteil in die Preformen (6) eingeführt werden.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Preformen (6) aus den offenen Formhälften (78, 79) unmittelbar einem Nachkühler (89) übergeben werden, welcher eine Anzahl Kühlhülsen (1) aufweist, die dem 4-fachen der Anzahl Preformen (6) entspricht, welche in einem Spritzzyklus hergestellt werden.

29. Verfahren nach Anspruch 28,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlhülsen (1) im Nachkühler (89) in versetzten Reihen angeordnet sind, wobei die Preformen (6) im Takt des Spritzzylus
kalibriert und

b) während 3 bis 4 Zyklen wenigstens einmal mittels der Nippel (40) in um das Schrumpfmass verkleinerte Kühlhülsen (1) umgesteckt,
c) während insgesamt 4 Zyklen nachgekühlt und
d) nach vollständiger Kühlung mittels der Nippel (40) den Kühlhülsen (1) entnommen und auf ein Transportband (90) abgeworfen werden.

30. Verfahren nach Anspruch 29,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nippel (40) an wenigstens einer gemeinsamen Betätigungsplatte (86) angeordnet sind, welche roboterartig das Handling der Preformen (6) während der Nachkühlung für das Kalibrieren, das Umstecken sowie die Entnahme der Preformen (6) nach vollständiger Kühlung und den Abwurf auf ein Transportband (90) sicherstellt.

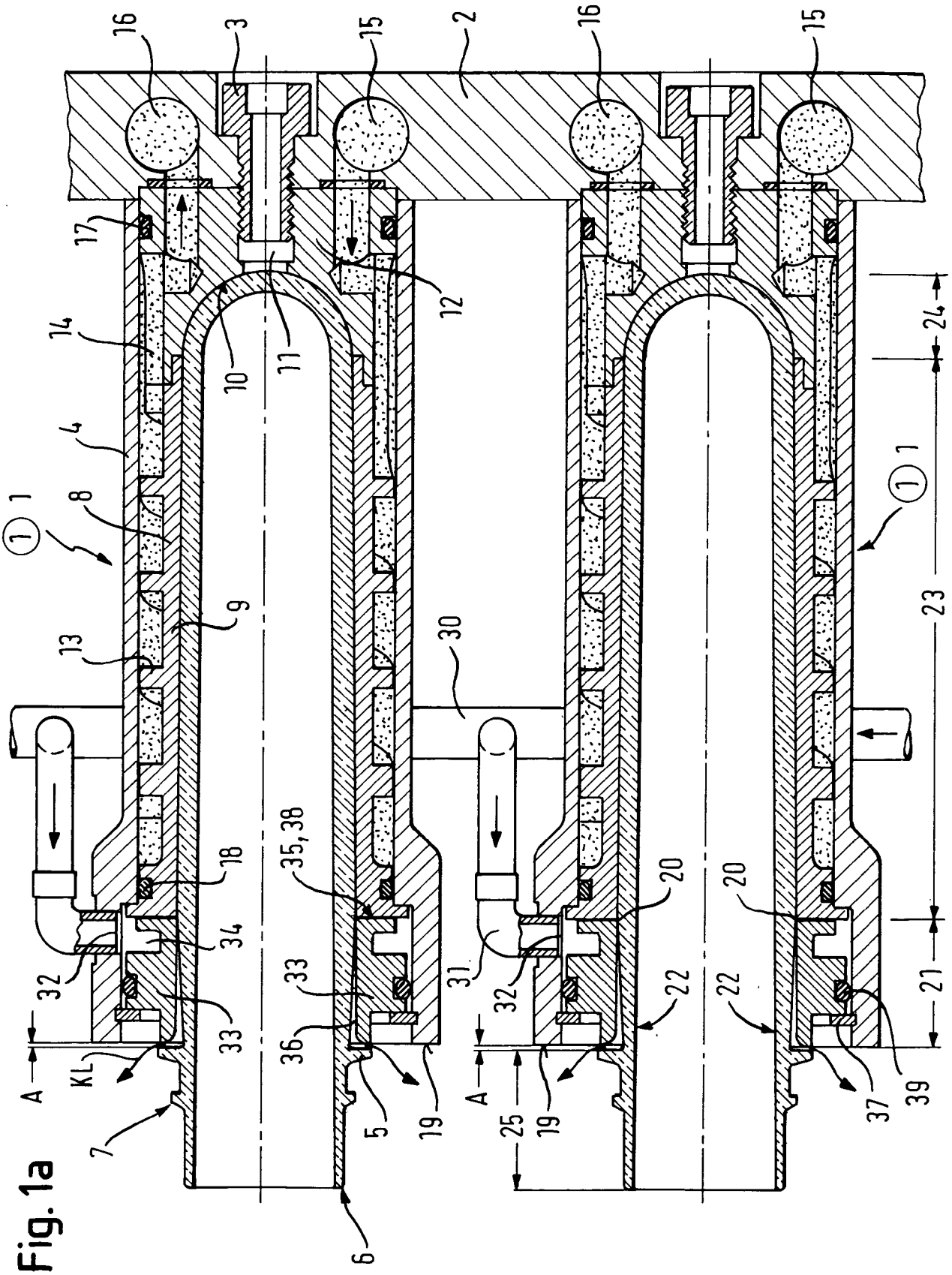

16
3
15
2
16
15
17
12
14
10
11
4
8
1
9
13
30
1
24
23
35,38
18
20
20
34
32
33
31
32
22
22
33
36
A
KL
A
25
19
19
37
39
21
7
5
19
6

Fig. 1a

Fig. 1b

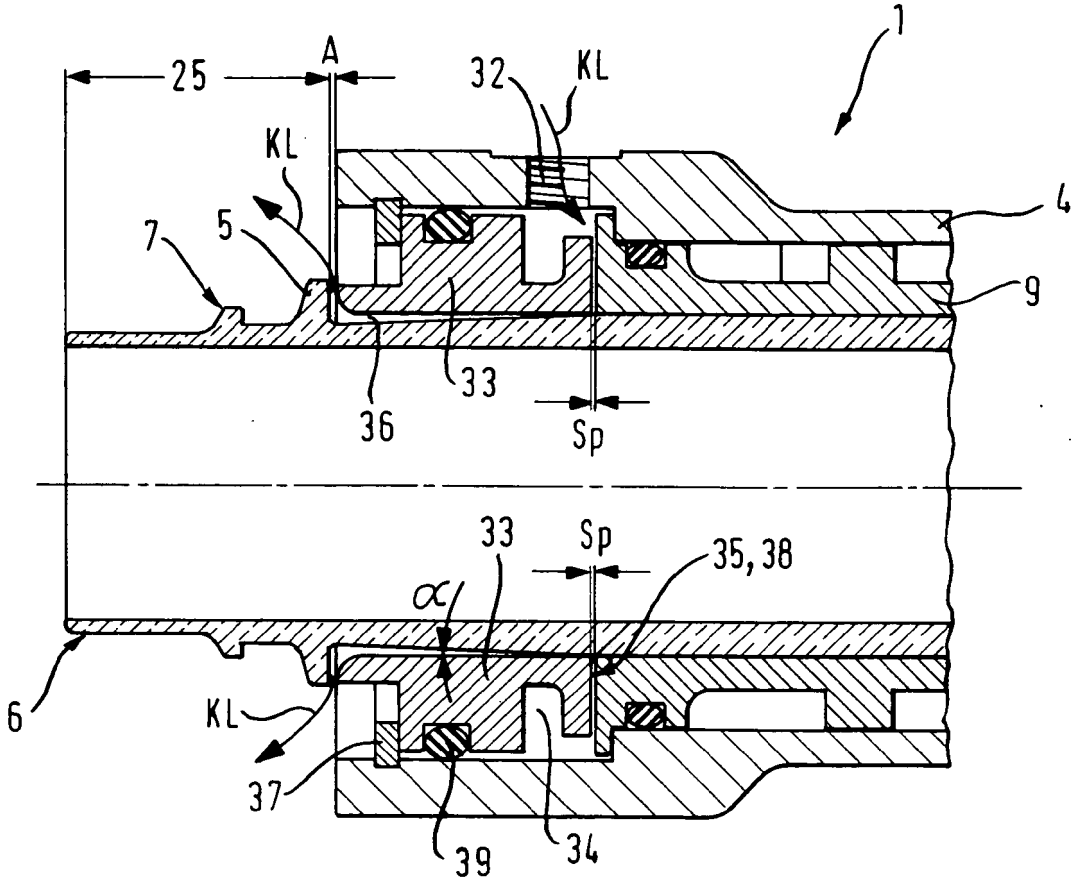

1
25
A
32
KL
KL
4
7
5
9
33
36
Sp
33
Sp
35, 38
α
6
KL
37
39
34

Fig. 2a

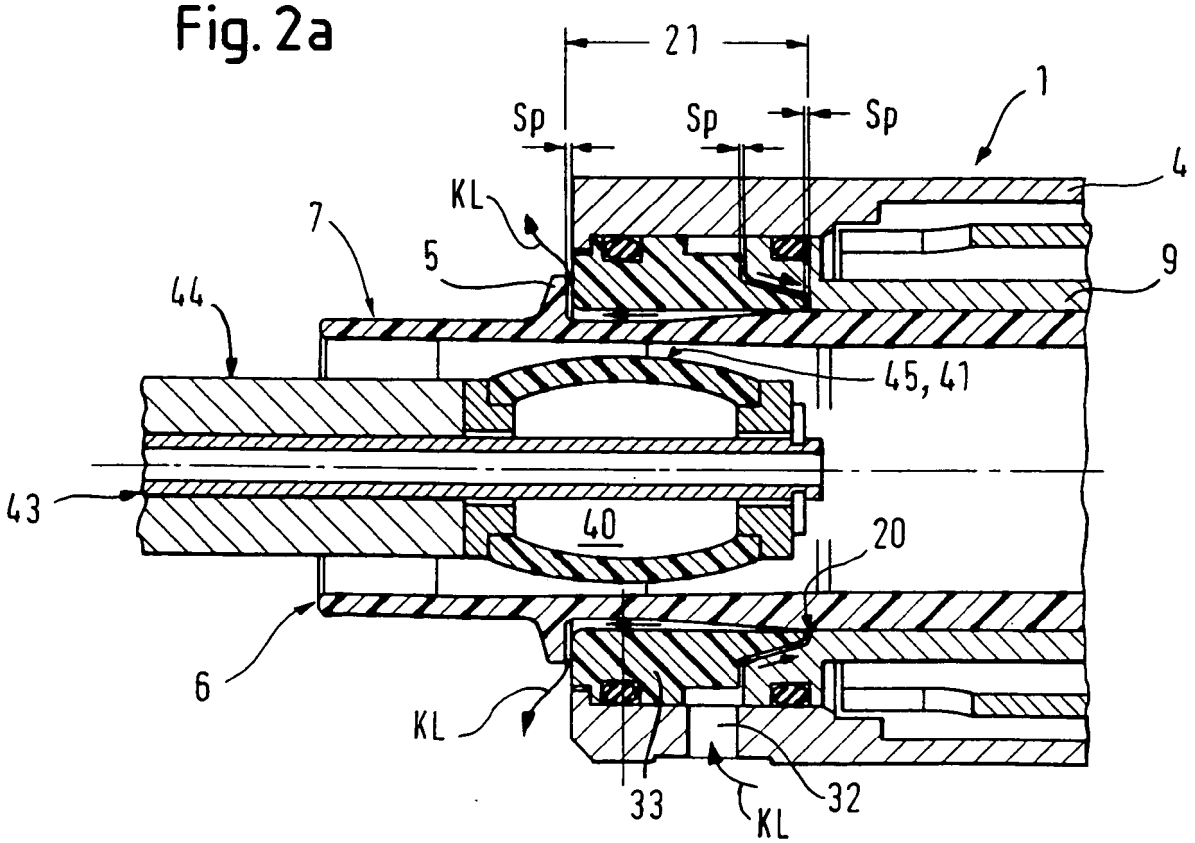

21
Sp
Sp
Sp
1
4
KL
7
5
9
44
45, 41
43
40
20
6
KL
33
32
KL

Fig. 2b

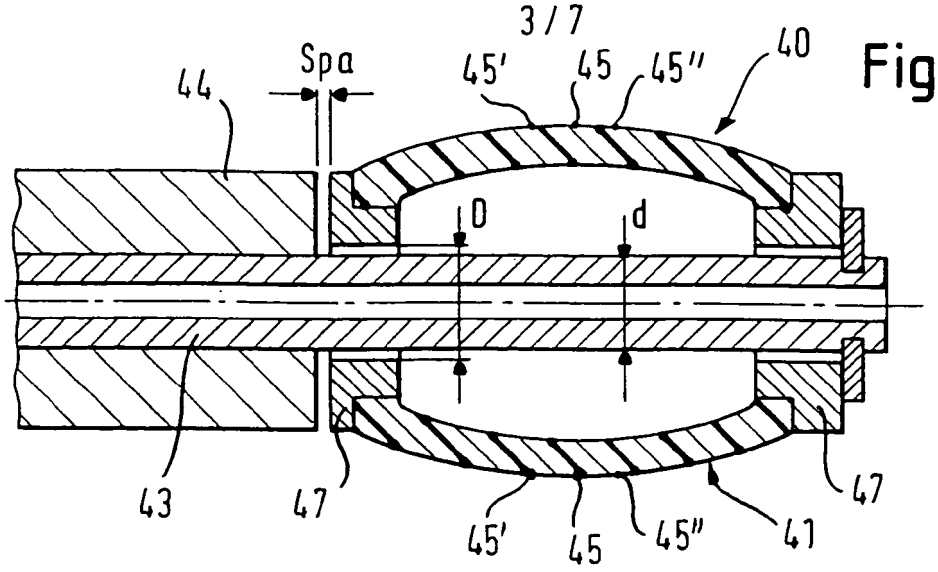


Fig. 3a

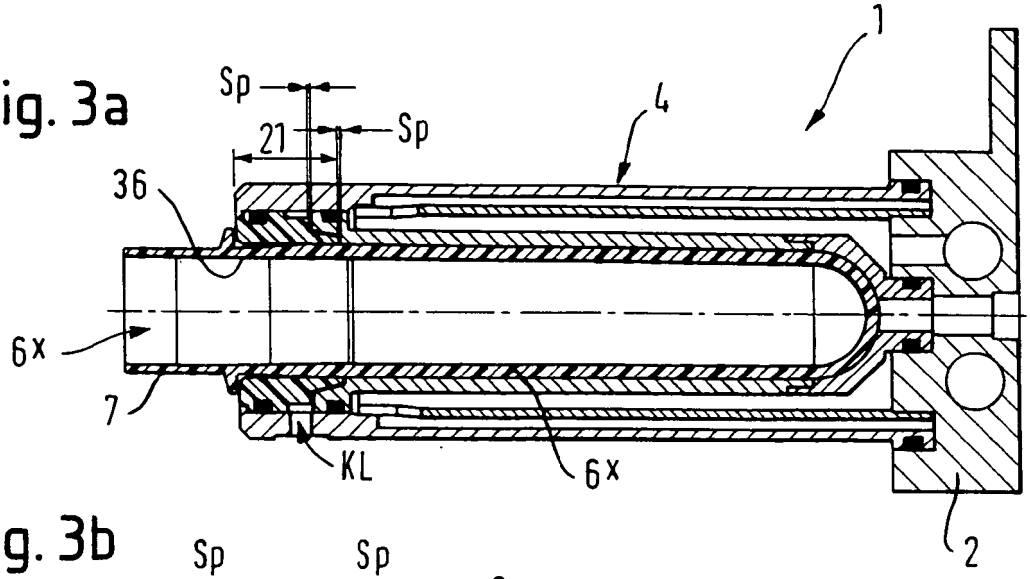
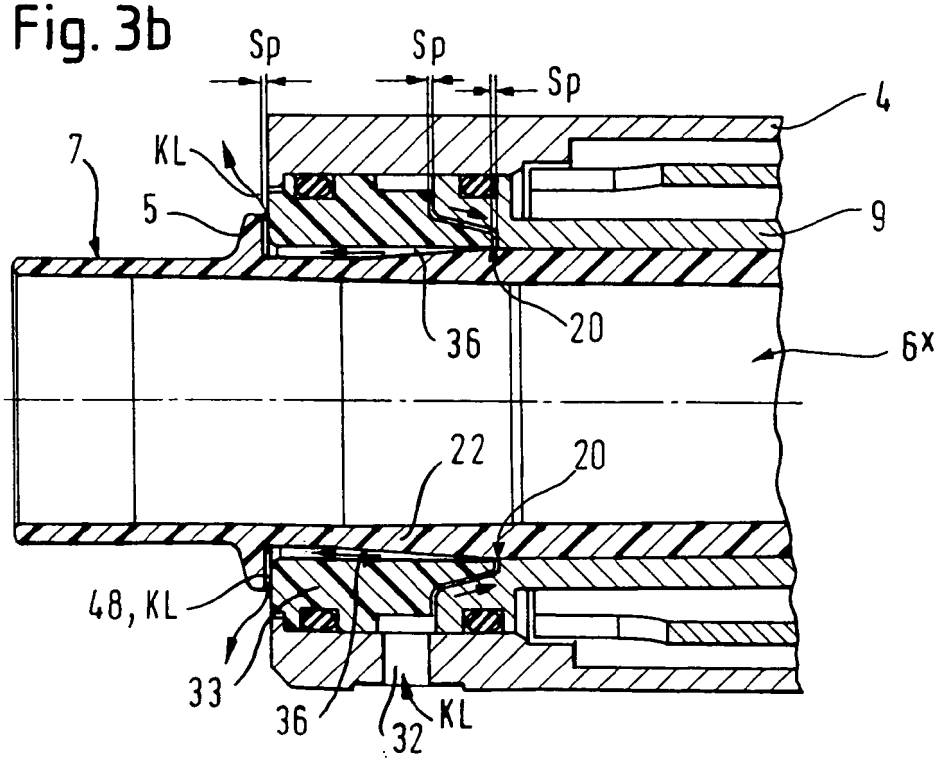


Fig. 3b



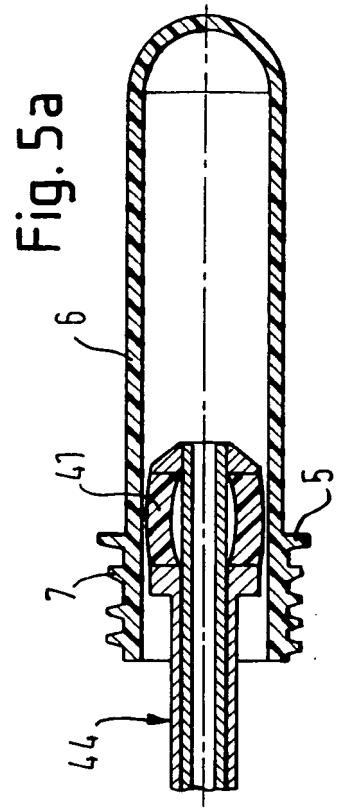


Fig. 5a

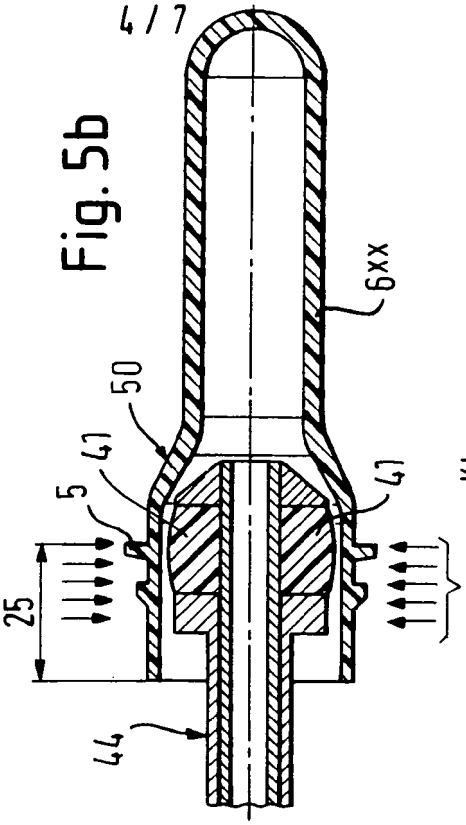


Fig. 5b

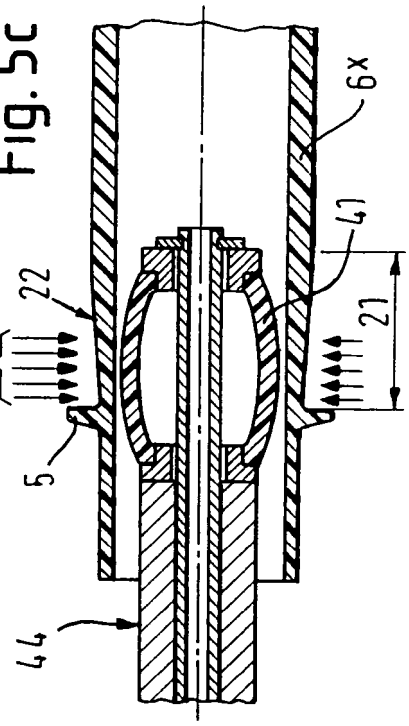


Fig. 5c

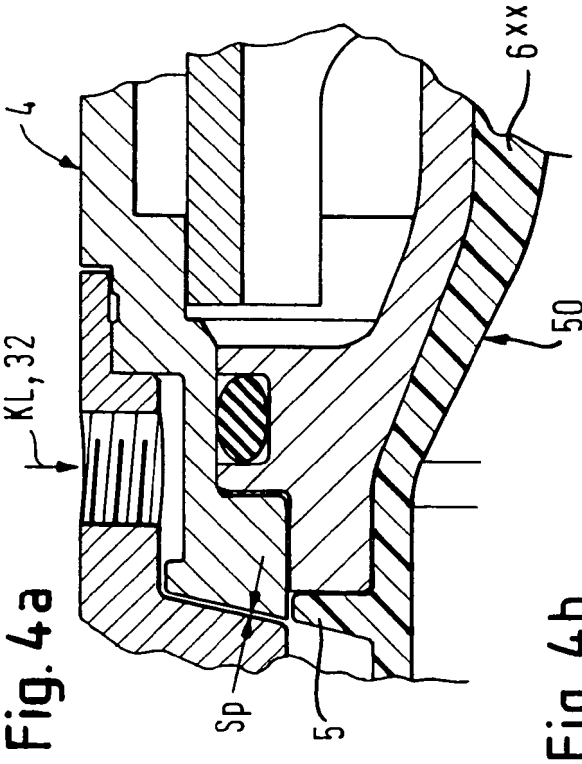


Fig. 4a

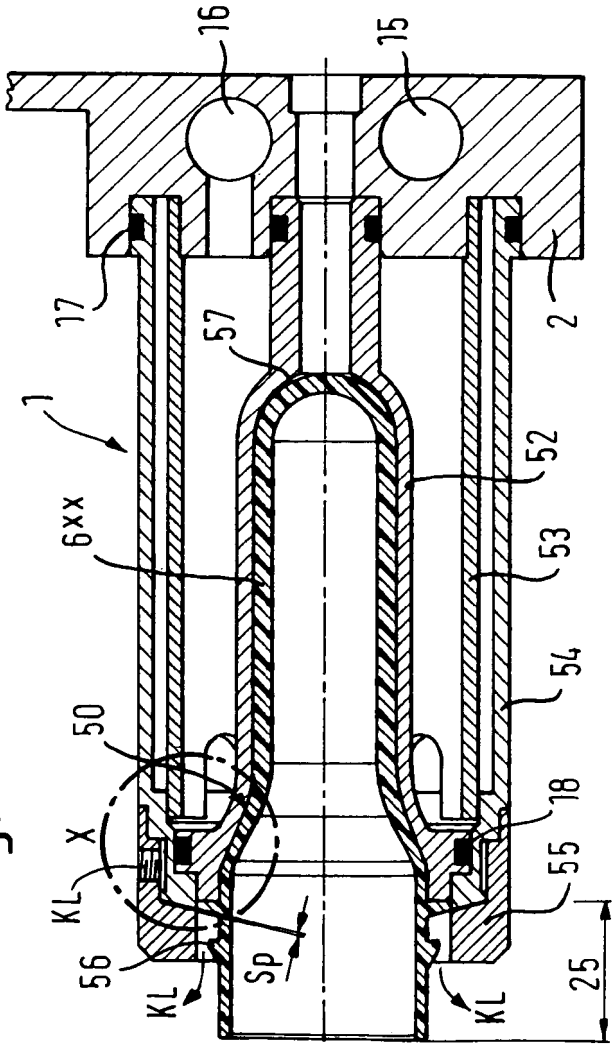


Fig. 4b

Fig. 6a

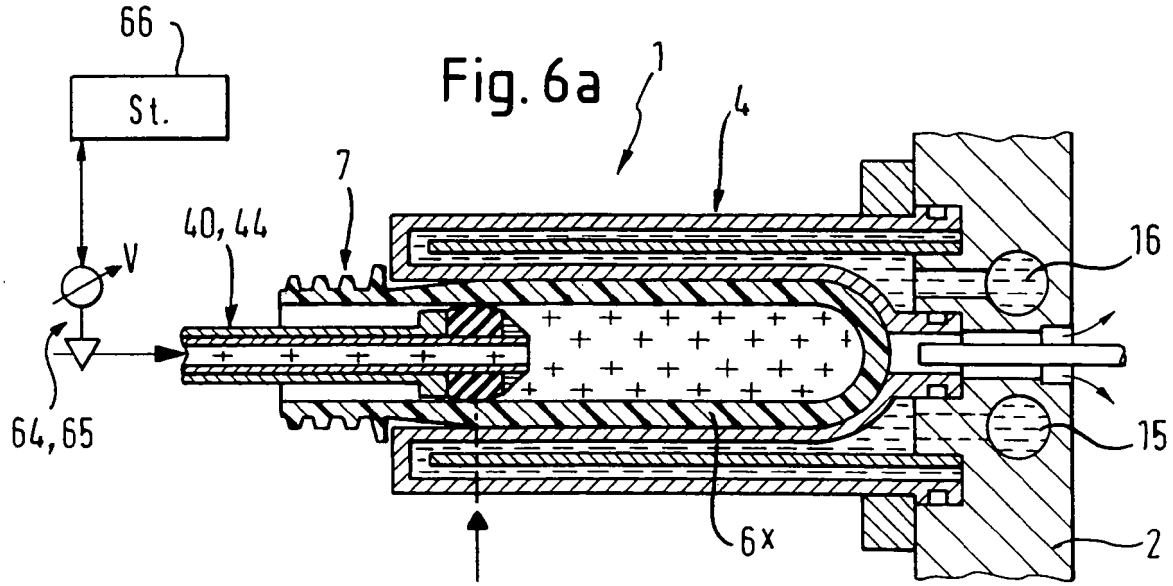


Fig. 6b

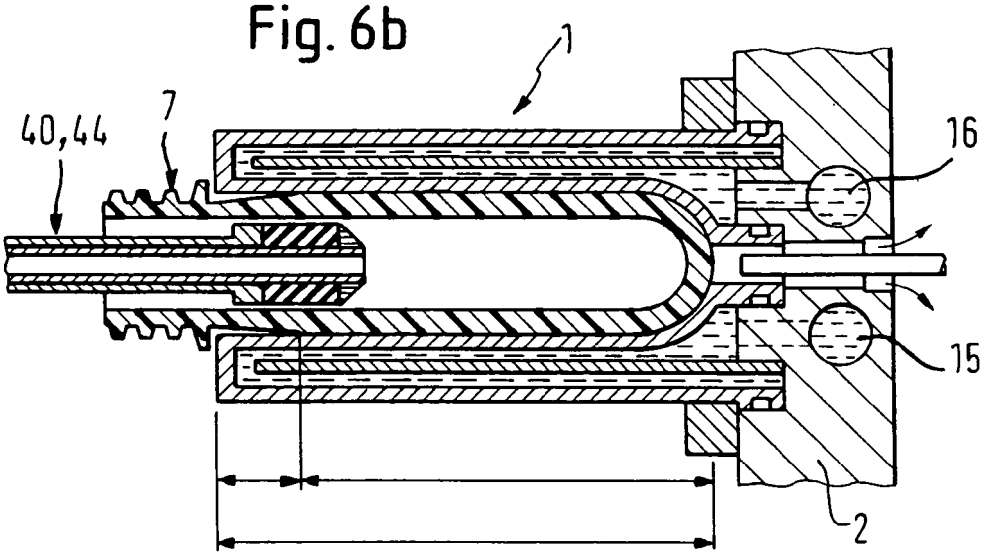
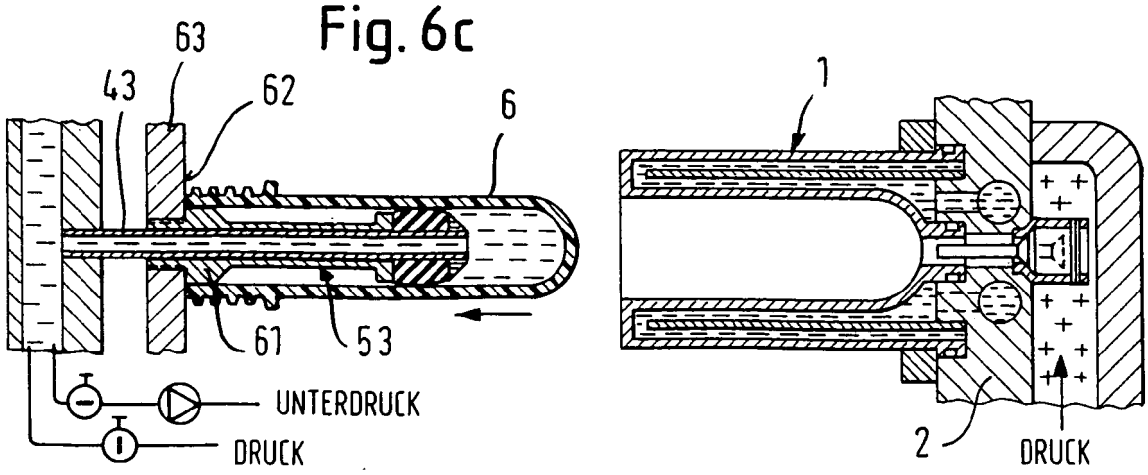


Fig. 6c



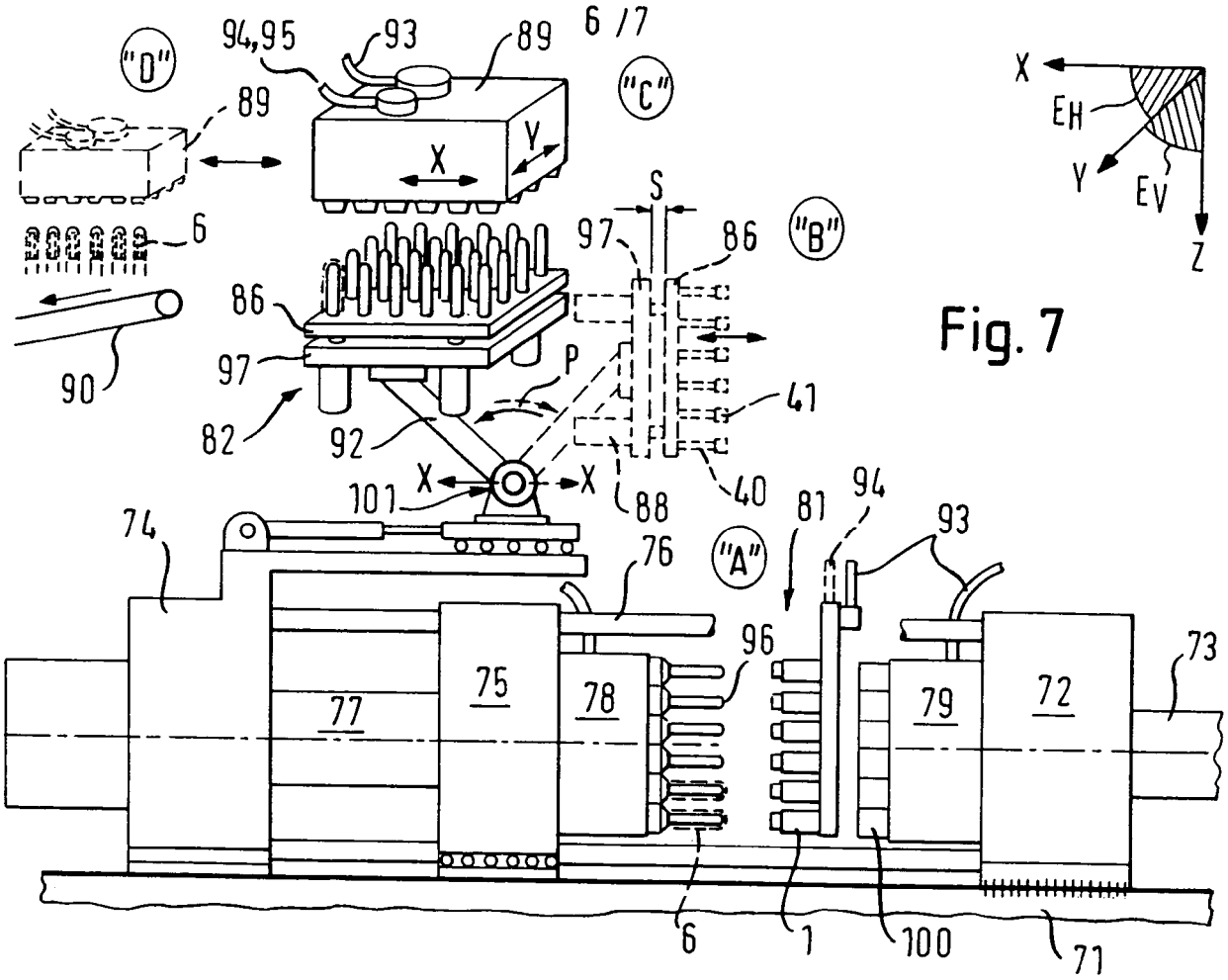

"D"
94,95
93
89
"C"
89
X
Y
6
S
97
86
"B"
86
97
P
41
90
82
92
X
X
101
88
40
74
"A"
81
94
93
76
96
73
75
78
79
72
77
6
1
100
71

Fig. 7

X
EH
Y
EV
Z

Fig. 8

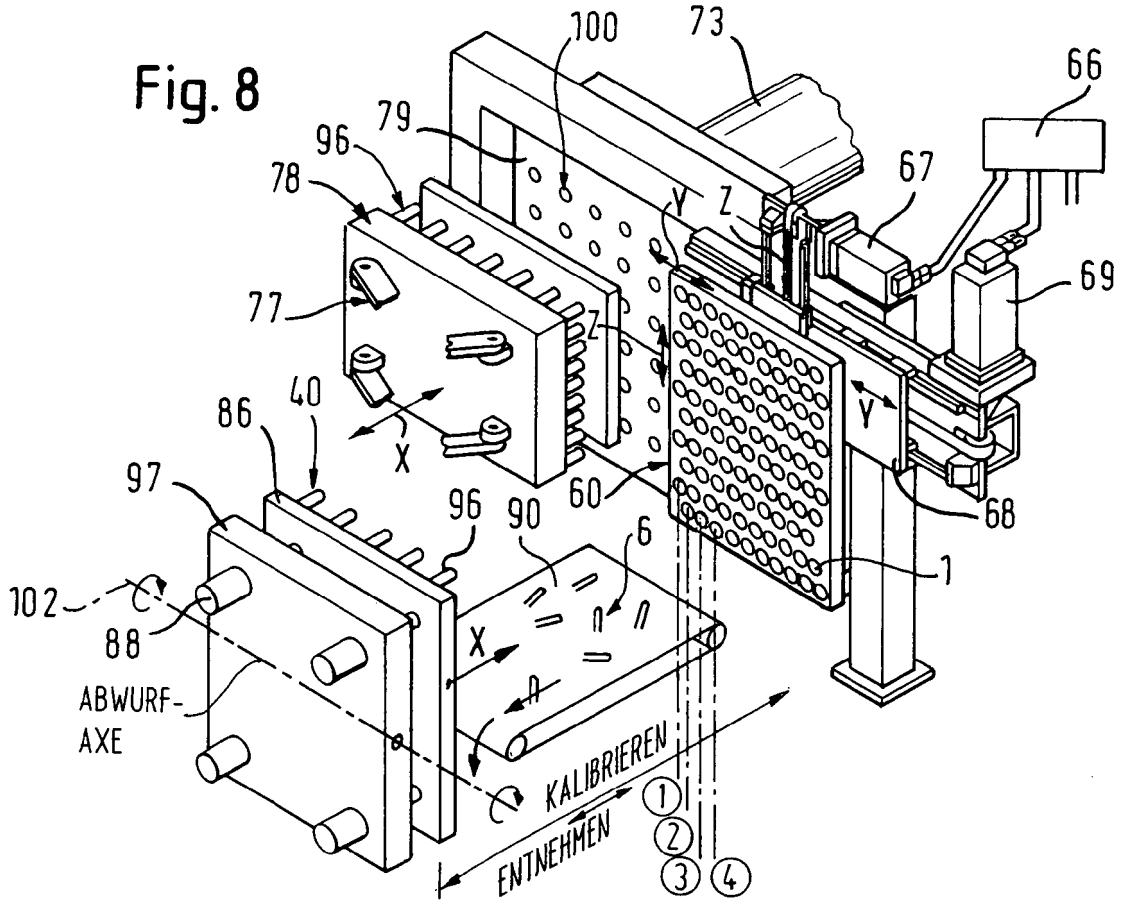
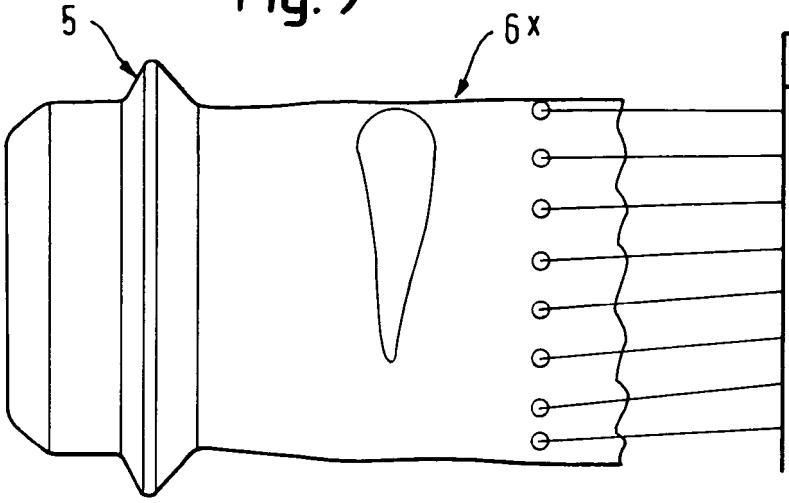
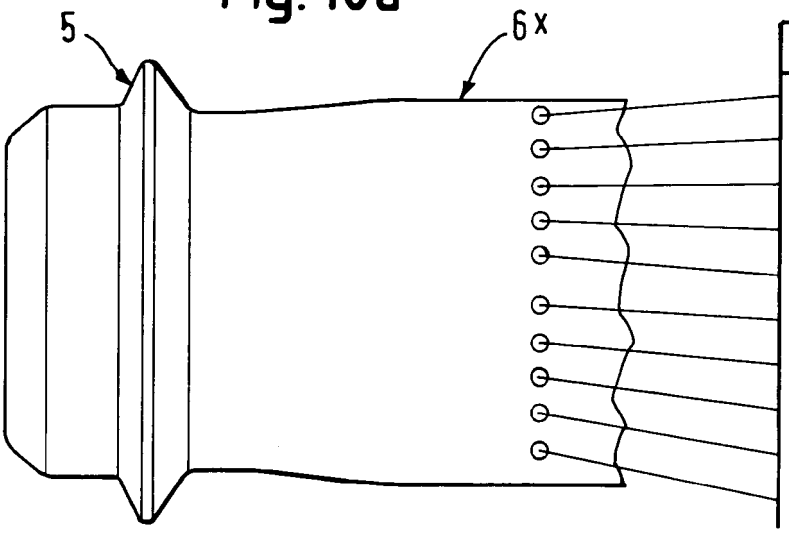

100
73
66
79
96
78
67
Y
Z
77
69
Z
40
86
X
Y
97
60
68
96
90
6
1
102
88
X
ABWURF-
AXE
A
KALIBRIEREN
ENTNEHMEN
1
2
3
4

Fig. 9



Name	Temp.
Messpunkt 1	62,8°C
Messpunkt 2	59,9°C
Messpunkt 3	57,3°C
Messpunkt 4	54,0°C
Messpunkt 5	50,3°C
Messpunkt 6	46,3°C
Messpunkt 7	46,1°C
Messpunkt 8	45,7°C

Fig. 10a



Name	Temp.
Messpunkt 1	52,2°C
Messpunkt 2	50,0°C
Messpunkt 3	48,8°C
Messpunkt 4	48,5°C
Messpunkt 5	48,3°C
Messpunkt 6	48,6°C
Messpunkt 7	48,6°C
Messpunkt 8	48,2°C
Messpunkt 9	48,2°C
Messpunkt 10	50,6°C

Fig. 10b

