

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19) ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **19.10.1998**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **21.10.1997**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **1997/97118252**
(33) Země priority: **EP**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.12.2000**
(Věstník č. 12/2000)
(86) PCT číslo: **PCT/EP98/06611**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO99/20455**

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 1438

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 29 D 11/00

(71) Přihlašovatel:
NOVARTIS AG, Basel, CH;

(72) Původce:
Herbrechtsmeier Peter, Atlanta, GA, US;
Hagmann Peter, Erlenbach am Main, DE;
Biel Roger, Frankfurt am Main, DE;
Heinrich Axel, Duluth, GA, US;
Hörner Wilhelm, Sulzbach, DE;
Jux Egbert, Mainaschaff, DE;
Lang-Schöll Anette Therese, Grossostheim, DE;
Leder-Brück Iris Jiona, Niedernberg, DE;
Müller Achim, Grossostheim, DE;
Seiferling Bernhard, Goldbach, DE;
Steffan Werner, Eichenbühl, DE;

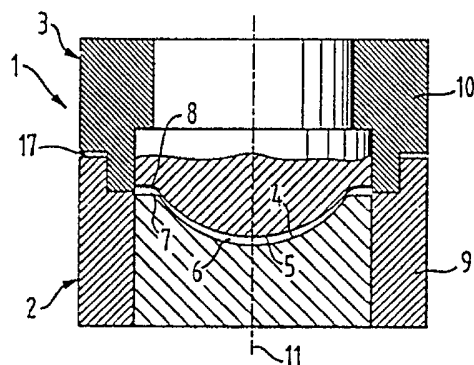
(74) Zástupce:
Kubát Jan Ing., Přístavní 24, Praha 7, 17000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob výroby tvarovaných výrobků, zejména optických čoček, a zařízení k provádění tohoto způsobu

(57) Anotace:

Dvě poloviny formy tvořící formu pro výrobu kontaktních čoček jsou vzájemně připevněny a/nebo oddělitelně spojeny pomocí vodícího prostředku. Při způsobu se přivádí na materiál v uzavřené formě energie pro zesílení a/nebo polymeraci. Po otevření formy se vytvářený výrobek opláchne, tvarově stabilizuje a po kontrole defektů zabalí.



177 791/KB

Způsob výroby tvarovaných výrobků, zejména optických čoček, a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby tvarovaných výrobků, zejména optických čoček a specificky očních kontaktních čoček, zařízení pro provádění tohoto způsobu a tvarovaných výrobků vyrobených uvedeným způsobem nebo pomocí uvedeného zařízení, zejména optických čoček a specificky očních kontaktních čoček.

Dosavadní stav techniky

Kontaktní čočky, u kterých se předpokládá ekonomická výroba velkého počtu výrobků, se výhodně vyrábí tvářením ve formě. Při tomto způsobu se konečný tvar čoček získá již mezi dvěma polovinami formy, takže zde již není nezbytné ani následné opracování povrchu čoček ani opracování okraje těchto čoček. Uvedené tvářecí postupy jsou například popsány v PCT patentové přihlášce WO87/04390 nebo v evropské patentové přihlášce EO-A 0 367 513.

Kontaktní čočky vyrobené tímto způsobem jsou tvarovanými výrobky s velmi nízkou stabilitou, které obsahují více než 60 % hmotn. vody. Potom, co byly čočky vyrobeny, jsou kontrolovány měřicími postupy, baleny a vystaveny tepelné sterilizaci v autoklávu při teplotě 121 °C.

Při těchto známých tvářecích postupech je geometrie kontaktní čočky, která má být vyrobena, definována dutým prostorem formy. Ve formě, která sestává ze dvou polovin se rovněž realizuje okraj kontaktní čočky. Geometrie tohoto

okraje je definována profilem obou polovin formy v oblasti, ve které se obě poloviny formy vzájemně dotýkají.

Při výrobě kontaktní čočky se nejdříve do spodní poloviny formy zavede specifické množství tekutého výchozího materiálu. Forma se potom uzavře uložením horní poloviny formy na své místo. Do spodní poloviny formy se obvykle vypustí určité nadbytečné množství výchozího materiálu, takže když se forma uzavírá, dochází k vytlačení přebytku výchozího materiálu do přetokového prostoru, který z vnější strany přiléhá k dutině formy. Následná polymerace nebo zesítnění výchozího materiálu se provádí za použití ultrafialového světla nebo účinkem tepla nebo jiným netepelným způsobem. Při tomto způsobu dochází k vytvrzení jak výchozího materiálu v dutině formy, tak i přebytku výchozího materiálu v přetokovém prostoru. Aby se dosáhlo bezchybného oddělení kontaktní čočky od přebytečného vytvrzeného materiálu, musí být v zóně, ve které se obě poloviny formy dotýkají, zajištěno dobré vytlačení přebytečného materiálu a dobré utěsnění dutiny formy. Pouze za těchto předpokladů lze dosáhnout bezvadného okraje kontaktní čočky.

Materiály použité pro výrobu uvedených forem jsou tvořeny výhodně plastickými hmotami, například polypropylenem. Formy se vyrábí vstřikováním a používají se pouze jednou. Důvodem tohoto jednorázového použití formy je mimo jiné i to, že použité formy jsou do jisté míry znečištěny přebytkem materiálu a mohou být poškozeny při vyjímání čočky z formy a nevratně deformovány v jejich suboblastech v průběhu utěsnění formy.

Při výrobě uvedených forem vstřikováním lze rovněž očekávat určité odchylky v rozměrech formy, ke kterým dochází v důsledku kolísání podmínek výrobního procesu (teplota, tlak, vlastnosti materiálu). Kromě toho je možné, že po vstřikování rovněž dojde ke smrštění formy. Tyto rozměrové změny formy mohou vést i ke změnám parametrů

kontaktních čoček, které jsou za použití takových forem vyrobeny (maximální index lomu, průměr, základní zakřivení, středová tloušťka, atd.), což může mít za následek snížení kvality čoček a tudíž i zvýšený počet zmetků. Kromě toho nedochází při dostatečném utěsnění styku obou polovin formy k čistému oddělení přebytečného vytvrzeného materiálu, čímž dochází ke vzniku tak zvaných žeber na okraji kontaktních čoček. Tato kosmetická vada na okraji optických čoček může rovněž vést k podráždění oka při jejím nošení, protože jsou takto znehodnocené oční čočky při kontrole vyřazeny.

Formy pro výrobu kontaktních čoček jsou použity pouze jednou zejména s ohledem na požadovanou kvalitu okraje kontaktní čočky, neboť určitou deformaci formy v její okrajové oblasti nelze po použití formy s jistotou předem vyloučit.

V patentovém dokumentu US-A-5,508,317 je popsán nový materiál pro výrobu kontaktních čoček, který představuje důležité zlepšení chemismu polymerovatelných výchozích materiálů pro výrobu kontaktních čoček. Uvedený patent popisuje ve vodě rozpustnou kompozici předpolymeru, která se zavede do dutiny formy a následně zesítuje fotochemicky. Poněvadž tento předpolymer nese množinu zesítovatelných skupin, vyznačuje se průběh zesíťování vysokou rychlostí, což znamená, že čočka s optickou kvalitou může být vyrobena v několika sekundách, aniž by přitom bylo nezbytné provádět následnou extrakci nebo opracovací stupně. Zlepšený chemismus výchozího materiálu popsáný v uvedeném patentovém dokumentu znamená, že kontaktní čočky mohou být vyráběny při značně nižších pořizovacích nákladech, což umožňuje výrobu kontaktní čoček pro jedno použití.

Patentový dokument EP-A-0 637 490 popisuje způsob, pomocí kterého se dosahuje dalšího zlepšení procesu výroby kontaktních čoček za použití předpolymeru popsáného v patentovém dokumentu US-A-5,508,317. V tomto případě se uvedený materiál zavede do formy tvořené dvěma polovinami,

přičemž obě poloviny formy se vzájemně nedotýkají, nýbrž je mezi nimi provedena tenká mezera prstencové konfigurace. Tato mezera je spojena s dutinou formy, takže přebytečný materiál čočky může odtéci do této mezery. Namísto polypropylenových forem, které mohou být použity pouze jednou, je zde možné použít opětovně použitelné formy z křemeného skla, neboť tyto formy mohou být před opětovným použitím v rámci výroby kontaktních čoček rychle vyčištěny a účinně zbaveny nezesíteného předpolymeru a ostatních zbytků za použití vody vzhledem k jejich rozpustnosti ve vodě a následně vysušeny vzduchem. Tímto způsobem lze rovněž dosáhnout zejména vysoké přesnosti tvaru takto vyrobené kontaktní čočky. Zesítení předpolymeru se provádí ozářením, zejména ultrafialovým světlem, přičemž ozáření dutiny formy je omezeno pomocí chromové masky. Takto se zesítuje pouze materiál, který je obsažen v dutině formy, takže může být dosaženo vysoké míry reprodukovatelnosti tvaru okraje kontaktní čočky, aniž by bylo žádoucí dobré utěsnění oblasti styku obou polovin formy, jako je tomu u forem vyrobených z polypropylenů. Nezesítený odstíněný předpolymerový roztok může být snadno oddělen promytím vodou od tvarově stále zesítené kontaktní čočky.

Vynález řeší problém dalšího zlepšení procesu výroby kontaktních čoček s cílem dosáhnout dalšího snížení pořizovacích nákladů kontaktních čoček a v důsledku toho i zvýšení výrobní kapacity při současném zvýšení reprodukovatelnosti parametrů kontaktních čoček. Zejména by mělo být dosaženo zkrácení výrobního času vztaženého k výrobě jedné kontaktní čočky a vyššího stupně automatizace. Rovněž počet forem, které musí být vyměněny, by měl být co nejnižší.

Vynález splňuje výše uvedené cíle pomocí znaků definovaných v nároku 1 a v nároku 24. Pokud jde o další významná fakultativní zlepšení způsobu a zařízení podle

vynálezu, jsou k tomu potřebné znaky definovány v závislých patentových nárocích.

Pomocí jednorázového vyrovnání horní a dolní poloviny formy ve spojitosti s výrobním procesem, který se provádí cyklicky, je možné dosáhnout vyššího stupně automatizace. Jednorázové vyrovnání polovin formy umožňuje slícování všech nezbytných středících a adjustačních prvků přímo s formou, takže jsou poloviny formy snadno přístupné pro automatický manipulační systém. To znamená, že celá produkce kontaktních čoček může být v rámci cyklického procesu automatizována, v důsledku čehož dochází k drastickému snížení provozních nákladů za současného zvýšení produktivity výrobního provozu. Kromě toho se vypuštěním manuálních procesních stupňů zajistí vysoká reprodukovatelnost parametrů vyrobených kontaktních čoček, takže je nyní vyloučeno kolísání kvality jednotlivých čoček.

Kromě toho jednorázové vyrovnání polovin forem umožňuje také automatizaci sestavení polovin forem, výměnu polovin forem a čištění polovin forem.

Zejména je jednorázovým vyrovnáním polovin formy umožněna rychlá výměna formy při cyklickém produkčním procesu, neboť se uspoří čas, který byl dříve potřebný pro seřizování poloh obou polovin formy.

Navíc je v případě jednorázového vyrovnání polovin formy rovněž možná identifikace jednotlivých polovin formy, t.zn. že je možná i "chaotická výroba" dokonce v případě sloučení množiny jednotlivých forem k vytvoření jednotky, neboť příslušná dioptrická mohutnost může být registrována prostřednictvím identifikace poloviny formy a takto může být zajištěno správné balení čoček. Tak například v případě n-paralelních individuálních forem může být současně vyráběno n různých dioptrických mohutností. V případě, že již není zapotřebí vyrábět m dioptrických mohutností, potom

je třeba vyměnit pouze horní poloviny forem, které se takto nahradí jinými příslušnými horními polovinami forem.

Kromě toho je rovněž možná pružná adaptace provozní linky na různé výrobní kapacity v důsledku kombinace individuálních forem k vytvoření modulárně konstruovaných jednotek tvořených m nebo n formami.

Další detaily a výhody vynálezu budou zřejmé z následujícího popisu a obrázků.

Přehled obrázků na výkresech

Na připojených výkresech obr.1 znázorňuje řez prvním příkladným provedením formy podle vynálezu použitelné pro způsob podle vynálezu a to v uzavřené poloze; obr.2 znázorňuje řez horní polovinou formy náležející k formě podle obr.1; obr.3 znázorňuje řez dolní polovinou formy náležející k formě podle obr.1; obr.4 znázorňuje řez druhým příkladným provedením formy podle vynálezu použitelné pro způsob podle vynálezu a to v uzavřené poloze; obr.5 znázorňuje řez horní polovinou formy náležející k formě podle obr.4; obr.6 znázorňuje řez dolní polovinou formy náležející k formě podle obr.4; obr.7 znázorňuje řez třetím příkladným provedením formy podle vynálezu použitelné pro způsob podle vynálezu a to v uzavřené poloze; obr.8 znázorňuje řez čtvrtým příkladným provedením formy podle vynálezu použitelné pro způsob podle vynálezu a to v otevřené poloze; a obr.9 znázorňuje řez provedením podle obr.8 avšak v uzavřené poloze.

Z obr.1 je patrné, že forma 1 pro výrobu kontaktních čoček z kapalného výchozího materiálu, který může být polymerován nebo zesíten působením ultrafialového světla, obsahuje dolní polovinu 2 formy a horní polovinu 3 formy, přičemž tyto poloviny 2,3 mají dolní zakřivený povrch 4 resp. horní zakřivený povrch 5, které společně vymezují

dutinu 6, která zase určuje tvar kontaktní čočky, která má být vyrobena. Horní polovina 3 formy, zobrazená specificky na obr.2, má konvexní horní zakřivený povrch 5, jehož tvar definuje vnitřní obrys kontaktní čočky, která má být vyrobena, zatímco dolní polovina 2 formy, specificky zobrazená na obr.3, má konkávní dolní zakřivený povrch 4, který definuje vnější obrys kontaktní čočky, která má být vyrobena.

V příkladném provedení zobrazeném na obr.1 není dutina 6 formy 1 zcela a těsně uzavřena, nýbrž je otevřena v obvodové oblasti, která odpovídá budoucímu okraji kontaktní čočky, která má být vyrobena, a která navazuje na relativně úzkou prstencovou štěrbinu 7 mající kontinuální nebo jiný segmentový tvar. Tato prstencová štěrбина 7 je vymezena dolní stěnou 4a a horní stěnou 5a dolní poloviny 2 resp. horní poloviny 3 formy. Nicméně v rámci vynálezu je možné vytvořit poloviny 2,3 formy takovým způsobem, že se vzájemně dotýkají v oblasti přilehlé k dutině 6 formy a dutina 6 formy je takto těsně uzavřena stěnami obou polovin 2,3 formy.

Obě poloviny 2,3 formy jsou vytvořeny z materiálu, který je pokud možno propustný pro zvolenou formu energie, zejména pro ultrafialové záření, a kterým je například polypropylen, který se obvykle používá pro takovéto účely, anebo jiný polyolefin. Poněvadž se ozáření ultrafialovým světlem provádí pouze z jedné strany, výhodně seshora skrze horní polovinu 3 formy, musí být výhodně pro ultrafialové záření propustná pouze uvedená horní polovina 3 formy. To samé platí pro případ, kdy se ozařování ultrafialovým světlem provádí skrze dolní polovinu 2 formy.

Obzvláště je výhodné, když je alespoň ta z polovin 2,3 formy, která je ozařována ultrafialovým zářením, zhotovena z křemene. Tento materiál se vyznačuje nejen obzvláště dobrou propustností pro ultrafialové záření, ale navíc také velkou tvrdostí a odolností, takže formy zhotovené z tohoto

materiálu mohou být znovu a znovu použity. Nicméně předpokladem pro takovéto použití je to, jak to ostatně ještě vyplývá z následujícího textu, že forma se uzavírá buď bez použití síly anebo neúplně, takže při tom nedochází k poškození polovin formy vzájemným razantním kontaktem. Vedle křemene lze alternativně použít také speciální skla propouštějící ultrafialové záření nebo safír. Vzhledem k tomu, že obě poloviny 2,3 formy mohou být mnohokrát použity, je možné vynaložit na jejich výrobu relativně mnoho času s cílem získat formy mající extrémně vysokou přesnost a reprodukovatelnost jejich parametrů. Poněvadž se obě poloviny 2,3 formy vzájemně nedotýkají v oblasti čočky, která má být vyrobena, zahrnující dutinu nebo aktuální stěny formy, je zde vyloučeno poškození obou polovin 2,3 formy v důsledku jejich kontaktu. To zajišťuje dlouhou životnost formy, což zase zajišťuje vysokou reprodukovatelnost takto vyráběných kontaktních čoček.

V případě přivedení polymerační nebo zesítovací energie pouze z jedné strany, je v podstatě možné, aby polovina formy, která se nachází na odvrácené straně od zdroje uvedené energie byla vyrobena z libovolného materiálu, který je odolný vůči zesítovatelnému materiálu nebo jeho složkám. V případě použití kovů však lze očekávat odrazy záření a to v závislosti na typu energetického záření, přičemž tyto odrazy mohou vést k nežádoucím účinkům, jakými jsou přexpozice, distorze okraje vyrobené kontaktní čočky a podobně. Tyto nevýhody samozřejmě nemají absorbující materiály.

Přívod energie realizující zesílení do materiálu, ze kterého se vyrobí kontaktní čočka, se omezí pouze na oblast dutiny 6, t.j. pouze na zesítovatelný materiál nacházející se v dutině 6 a pouze tento materiál se zesítuje uvedenou dodanou energií. Zejména nedochází k zesílení materiálu nacházejícího se v prstencové štěrbině 7 obklopující dutinu 6. Za tím účelem je horní zakřivený povrch 5 horní poloviny

3 formy výhodně opatřeny v oblasti horní stěny 5a maskou 8, která je neprůchodná pro ultrafialové záření, přičemž tato maska 8 probíhá pokud možno přímo podél dutiny 6 aniž by zasahovala do uvedené dutiny 6, přičemž tato maska 8 výhodně odstíňuje před ozařující energií všechny zbývající části, dutiny nebo povrchy formy, které jsou ve styku nebo mohou přijít do styku s nezesítovaným a možná přebytečným materiálem, který je zde v kapalně formě. Suboblasti okraje čočky jsou takto vytvořeny fyzikálním omezením záření nebo jiné formy energie iniciující polymeraci nebo zesílení a nikoliv omezením materiálu majícího vytvořit čočku pomocí stěn formy.

V případě použití ultrafialového záření může být uvedená maska 8 zejména tvořena tenkou vrstvou chromu, která se získá například procesem, který je znám například v odvětví fotolitografie nebo UV-litografie. Materiálem masky 8 mohou být případně i další kovy nebo oxidy kovů. Uvedená maska může být rovněž pokryta ochrannou vrstvou, například vrstvou oxidu křemičitého. Masku 8 je výhodně uspořádána v pevné poloze, poněvadž tato pevná poloha masky 8 zjednodušuje proces automatizace. Rovněž je však možné použít separátně vytvořenou masku nebo stínítko, které mají rovněž schopnost omezit přívod ultrafialového záření do dutiny 6 formy. Kromě toho je možné realizovat optické vedení paprsku vně formy s cílem dosáhnout fyzikálního omezení ultrafialového záření. Tvářecí zakřivené povrchy 4,5 dolní poloviny 2 formy a horní poloviny 3 formy jsou uloženy v držácích 9,10, jejichž tvar se výhodně volí tak, že umožňuje jednoduchou manipulaci, aniž by bylo zapotřebí dodatečných adjustačních operací. Za tímto účelem mají držáky 9,10 vodící povrchy, které jsou vyrovnané vzhledem k optické ose 11 zakřivených povrchů 4,5. Kromě toho mají uvedené držáky 9,10 prvky, které umožňují přesné polohování obou polovin 2,3 formy do axiální polohy vzhledem k uvedené optické ose 11. Tyto prvky samy o sobě nebo ve spolupráci s dalšími vnějšími prvky umožňují požadované jednoduché

nastavení obou polovin 2,3 formy, když je tato forma uzavřena.

Obě poloviny 2,3 formy mohou být takto vzájemně vystředěny pomocí jejich držáků 9,10 v případě, že dochází k jejich spojení. Přesnost vystředění by výhodně měla být lepší než 5 mikrometrů. Osová vzdálenost mezi oběma polovinami 2,3 formy definuje středovou tloušťku vyrobených kontaktních čoček a činí obvykle asi 0,1 milimetru. Tato vzdálenost by měla být výhodně udržována v mezích plus minus 0,005 milimetru. Vzájemný sklon obou polovin 2,3 formy by měl být omezen na minimum. Při průměru zakřivených povrchů 4,5 asi 14 milimetrů by odchylka sklonu v axiálním směru měla být menší než asi 5 mikrometrů.

Za tímto účelem mají poloviny 2,3 formy prvního příkladného provedení, zobrazeného na obr.2 a obr.3, na svých držácích 9,10 vybrání, do kterých mohou velmi přesně zapadnout odpovídající komplementárně vytvořené výběžky provedené na odpovídající polovině 2,3 formy a tyto výběžky a vybrání takto společně tvoří vodící povrchy obou polovin 2,3 formy. Vystředění a vedení obou polovin 2,3 formy při uzavření formy je zajištěno vnějšími povrchy uvedených vybrání a výběžků formy, které jsou vyrobeny s nejvyšší možnou přesností, takže úhrná jednoduchá manipulace realizovaná v průběhu uzavírací operace je důsledkem výše uvedeného vzájemného zapadnutí obou polovin 2,3 formy.

Horní polovina 3 formy, která je samostatně zobrazena na obr.2, má na svém vnějším držáku 10 v oblasti dělicího povrchu 12 vybrání 13, které má prstencovou konfiguraci a obnažuje stěnu 14, která obklopuje horní zakřivený povrch 5. Když jsou obě poloviny 2,3 formy v uzavřené poloze, stěna 14 zapadá do prstencového žlábků 15, který obklopuje dolní zakřivený povrch 4 dolní poloviny 2 formy a je přesně komplementární ke stěně 14. Vysoká přesnost výroby stěny 14 a žlábků 15, pokud jde o jejich čelní a vnější povrchy, které slouží jako vodící povrchy, umožňuje bez dalšího

seřizování přesné vystředění obou polovin 2,3 vzhledem k optické ose 11 a vymezení axiální vzdálenosti mezi oběma polovinami 2,3 formy. Za účelem vymezení axiální vzdálenosti mezi oběma polovinami 2,3 formy je rovněž možné použít separátní distanční kroužek, který se výhodně vloží do žlábků 15. Rozměry vodících povrchů stěny 14 a žlábků 15 by neměly být příliš velké, aby se zabránilo sklonu obou polovin 2,3 při jejich spojování. Aby se usnadnilo zavedení stěny 14 do žlábků 15, je rovněž možné opatřit žlábek 15 vstupním úkosem. Aby se dosáhlo uzavření obou polovin 2,3 forem bez použití síly, nevynakládá se žádné úsilí k dosažení přesného dosednutí vybrání 13 s odpovídajícím prstencovým výběžkem 16, který navazuje na žlábek 15 dolní poloviny 2 formy. Když je forma 1 uzavřena, zůstává zde proto mezi koncovými povrchy vybrání 13 a výběžkem 16 mezera 17. Kromě toho, že k uzavření obou polovin 2,3 formy dochází v důsledku jejich vlastní hmotnosti, je možné rovněž dosáhnout vzájemného spojení obou polovin 2,3 formy pomocí pružiny, která umožňuje nesilové uzavření obou polovin 2,3 formy tak, aby vodící povrchy nebyly vystaveny tlaku v průběhu uzavírání formy.

Kromě toho je výhodné provést vybrání formy takovým způsobem, aby bylo umožněno vzájemné otáčení obou polovin 2,3 formy, poněvadž tímto způsobem je možné překonat adhezni síly, způsobené adhezí kontaktní čochy k jedné z obou polovin 2,3 formy a mající hodnotu 60 až 120 N, čímž se v konečném důsledku dosáhne zmenšení síly nezbytné k otevření formy. Kromě toho může být tímto způsobem výrazně sníženo riziko poškození kontaktní čochy v průběhu oddělení obou polovin 2,3 formy za účelem vyjmutí kontaktní čochy z formy.

V případě druhého příkladného provedení formy 1, zobrazeném na obr.4 až obr.6, je vedení individuálních polovin 2,3 formy zajištěno vystředovacím ústrojím 18, které má válcovou konfiguraci. Vnější držáky 9,10 dolní

poloviny 2 formy a horní poloviny 3 formy jsou hladké bez nerovnosti vybíhajících směrem ven nebo dovnitř a jejich vnější průměr odpovídá vnitřnímu průměru vystředovacího ústrojí 18. Při uzavírání formy jsou obě poloviny 2,3 kluzně zasunuty do vystředovacího ústrojí 18. Vzájemné vystředění obou polovin 2,3 formy je zde zajištěno přesnou výrobou vnějšího profilu obou koncových povrchů 9a,10a držáků 9,10 a vnitřního profilu vnitřní stěny vystředovacího ústrojí 18, které slouží jako vodící povrchy. Vzhledem k tomu, že obě poloviny 2,3 formy jsou vzájemně spojovány kluzným způsobem, rovněž v tomto případě se dosáhne dobrého spojení obou polovin 2,3 forem bez použití síly. Aby se zabránilo sklonu obou polovin 9,10 formy při jejich zavádění do vystředovacího zařízení 18, je rovněž možné opatřit ústí vystředovacího ústrojí 18 úkosem usnadňujícím zavádění polovin 2,3 formy do vystředovacího ústrojí 18. Kromě toho je rovněž možné napevno spojit vystředovací ústrojí k jedné z obou polovin 2,3 formy, takže vzájemné vystředění obou polovin 2,3 formy se provádí spojením vystředovacího ústrojí 18 s vnějším držákem 9,10 dolní poloviny 2 formy nebo horní poloviny 3 formy a to podle toho, která z obou polovin 2,3 formy je napevno spojena s vystředovacím ústrojím 18. Zejména v případě spojení vystředovacího ústrojí 18 k horní polovině 3 formy lze dosáhnout ochrany choulostivého konvexního horního zakřiveného povrchu 5. Rovněž je možné vytvořit vystředovací ústrojí 18 a jeden z držáků 9,10 jako jeden kompaktní celek.

Obr.7 znázorňuje třetí příkladné provedení formy 1 obsahující horní polovinu 2 formy a dolní polovinu 3 formy. Držáky 9,10 horní poloviny 2 formy a dolní poloviny 3 formy mají zde kónickou konfiguraci, přičemž vnější profil držáku 9 je vytvořen jako komolý kužel 19, který se kónicky zužuje směrem k dolnímu zakřivenému povrchu 4 a který s vysokou přesností zapadá do vnitřního profilu držáku 10, který má zase tvar kónické nálevky 20. Je rovněž samozřejmě možné v

souladu s vynálezem provést držák 10 horní poloviny 3 formy jako komolý kužel 19, zatímco držák 9 dolní poloviny 2 formy bude mít v tomto případě tvar kónické nálevky 20. Dno 21 kónické nálevky se nachází v oblasti horního zakřiveného povrchu 5 horní poloviny 3 formy. Když se forma zavírá, klouže horní polovina 3 formy přes komolý kužel 19 dolní poloviny 2 formy, přičemž horní povrch 22 komolého kužele 19 se nedotkne dna 21 kónické nálevky 20. V oblasti uzavíracího povrchu držáku 10, který tvoří okraj 23, nebo v oblasti základnového povrchu 24 komolého kužele 19 nedochází k žádnému kontaktu mezi oběma polovinami 9,10 formy. Vzájemné vystředění obou polovin 2,3 formy je zajištěno vysoce přesnou výrobou vnějšího obrysu komolého kužele 19 a vnitřního obrysu kónické nálevky 20, které slouží jako vodící povrchy. Kónická konfigurace těchto vodících povrchů umožňuje bez nutnosti dalšího seřízení vystředění vzájemné vystředění obou individuálních polovin 2,3 formy ve směru optické osy 11. Axiální vzdálenost mezi oběma polovinami 2,3 formy, která definuje středovou tloušťku vyrobené kontaktní čočky, je určena polohou zakřivených povrchů 4,5 v držácích 9,10. Zakřivené povrchy 4,5 jsou uloženy v absolutně středové poloze držáků 9,10 pomocí vhodného ústrojí (není zobrazeno) tak, aby se dosáhlo požadované vzdálenosti mezi zakřivenými povrchy 4,5. Poněvadž se horní povrch 22 komolého kužele 19 nedotýká dna 21 kónické nálevky 20 a oba držáky 9,10 jsou vzájemně spojeny pouze prostřednictvím jejich kónických povrchů, přičemž spojení těchto povrchů bylo dosaženo kluzným způsobem, je zde možné dosáhnout spojení obou polovin 2,3 formy bez vynaložení síly. Aby se zabránilo sklonu obou polovin 2,3 forem při uzavírání formy, je rovněž možné opatřit drážky 9,10 úkosy 25,26, které usnadňují vzájemné spojení obou polovin 2,3 formy. Vystředění a vedení obou polovin 2,3 formy při uzavírání formy je takto zajištěno vnějším profilem komolého kužele 19 vyrobeného s extrémně vysokou přesností a vnitřním

profilem kónické nálevky 20, takže výsledkem je jednoduchá manipulace v průběhu uzavírání formy jakožto důsledek vzájemného zapadnutí do sebe obou polovin 2,3 formy. Vzhledem k tomu, že povrchy komolého kužele 19 a kónické nálevky 20 držáků 9,10 jsou rotačně symetrické, je rovněž možné obě poloviny 9,10 formy vzájemně otáčet v případě, že je forma otevírána, čímž mohou být snadno překonány adhezní síly, kterými kontaktní čočka lne k povrchům polovin 2,3 formy. Tím se zase sníží riziko tvorby trhlin v kontaktních čočkách, ke kterým by jinak mohlo dojít v důsledku napětí panujícího při otevírání formy.

V dalším provedení formy 1 zobrazeném na obr.8 a obr.9, kde forma 1 obsahuje dolní polovinu 2 formy a horní polovinu 3 formy, horní zakřivený povrch 5, který je uložen v držáku 10 horní poloviny 3, sám o sobě tvoří vodící povrch 27 v oblasti své horní stěny 5a, která přiléhá k masce 8 z chromu. Ve své koncové oblasti přivrácené k horní polovině formy 3 je držák 9 dolní poloviny 2 formy opatřen zkosením 28, takže když se horní polovina 2 a dolní polovina 2 spojí dohromady, potom se vodící povrch dotkne zkosení 28. V rámci vynálezu je samozřejmě možné provést zkosení 28 na držáku 10 horní poloviny 3 formy a provést dolní zakřivený povrch 4 dolní poloviny 2 formy takovým způsobem, že bude mít na své dolní stěně 4a vodící povrch. Při uzavírání formy se horní polovina 3 formy uloží bez použití síly v oblasti svého vodícího povrchu 27 na zkosení 28 dolní poloviny 2 formy, přičemž tyto do sebe přesně zapadnou. Vzájemné vystředění obou polovin 2,3 formy je zde realizováno vysoce přesnou výrobou vodícího povrchu 27 a zkosení 28. Axiální vzdálenost mezi oběma polovinami 2,3 formy, která definuje středovou tloušťku kontaktní čочки, je dána polohou zakřivených povrchů 4,5 v držácích 9,10. K tomuto účelu slouží ústrojí (není zobrazeno), pomocí kterého jsou zakřivené povrchy 4,5 uloženy v držácích 9,10. Kromě toho zde dochází k dobrému spojení bez použití síly obou polovin 2,3 formy vzhledem k tomu, že obě poloviny 2,3

jsou uloženy jedna na druhou bez tlakového zatížení. Vystředění a vedení obou polovin 2,3 při uzavírání formy je zde zajištěno zkosením 28, které je vyrobeno s extrémně vysokou přesností, a horní stěnou 5a, které slouží jako vodící povrch 27. Poněvadž držák 10 dolní poloviny 2 formy v tomto případě netvoří vodící povrch a horní zakřivený povrch 5 je již vyroben s vysokou přesností, je zde možné dosáhnout snížení pořizovacích nákladů, přičemž se v tomto provedení současně dosáhne jednoduché manipulace v průběhu uzavírání formy, neboť pouze postačí uložit horní polovinu 3 na dolní polovinu 2 formy. Vzhledem k tomu, že zkosení 28 a vodící povrchu 27 mají rotačně symetrickou konfiguraci, je zde možné obě poloviny 2,3 formy vzájemně otáčet, čímž mohou být snadněji překonány adhezivní síly, kterými čochka lne k polovinám 2,3 formy, v důsledku čehož se sníží riziko tvorby trhlin v kontaktních čočkách v důsledku napětí panujícího v průběhu otevírání formy.

Je samozřejmé, že v rámci vynálezu mohou být použita i další provedení individuálních polovin formy. Takto je například možné vystředit obě individuální poloviny formy pomocí žlábků ve tvaru V, přičemž tento žlábek potom v uzavřené formě tvoří tečnu k válcovým vnějším držákům individuálních polovin formy.

Aby se dosáhlo nejefektivnější výroby kontaktních čoček za použití formy podle vynálezu, je výhodné sloučit určitý počet n forem k vytvoření modulárně konstruované jednotky a provádět tak vždy příslušný procesní stupeň paralelně v n formách.

V rámci způsobu výroby kontaktních čoček za použití zařízení podle vynálezu se při prvním procesním stupni vypustí polymerní roztok do dolní poloviny 2 formy. Uvažovaným polymerním roztokem jsou zde specificky předpolymery, zejména předpolymery na bázi polyvinylalkoholu, který obsahuje cyklické acetalové skupiny a zesítovatelné skupiny. Uložení horní poloviny 3

přesně nad dolní polovinu 2 formy se vytvoří dutina 6 odpovídající požadovanému tvaru kontaktní čočky a tato dutina 6 je vyplněna polymerním roztokem. Potom se provede zesíťení polymerního roztoku ozářením ultrafialovým světlem zavedeným do formy přes jednu polovinu formy. Kontaktní čočky získané v tomto případě jsou tak zvanými měkkými čočkami, které mají malou rozměrovou stabilitu v důsledku jejich vysokého obsahu vody. Průměr čoček je asi 14 milimetrů a středová tloušťka čoček je rovna asi 0,1 milimetru.

Jednotlivé procesní stanice jsou výhodně spojeny transportním systémem za účelem vytvoření výrobního provozu. Transport forem mezi procesními stanicemi se provádí paralelně, zatímco jiné formy jsou zpracovány ve stacionárních stanicích.

Při detailním pohledu výroba kontaktních čoček obsahuje následující, cyklicky se opakující procesní stupně:

- Dávkování:

Nejdříve se odměří do dolní poloviny 2 formy dané množství kapalného polymerního roztoku. Pomocí specifického manipulačního systému (například pomocí Cartesianova robotu) se potom horní polovina 3 formy uloží na dolní polovinu 2 formy. Nicméně je rovněž možné vstříknout polymerní roztok do bočně otevřené dutiny 6 formy. Dávkování se provádí pomocí dávkovací jehly při teplotě místnosti přičemž odměřený objem činí 25 až 40 mg. Za účelem zabránění vysušení polymerního roztoku by se dávkování mělo provádět v atmosféře se zvýšenou vlhkostí, výhodně v atmosféře s vlhkostí rovnou 60 %. V průběhu odměřování by transport kapek do horní poloviny 3 by měl být proveden s polohovou přesností dávkovací jehly výhodně rovnou plus minus 0,5 (roviny x,y, výška). Dávkovací jehla může být výhodně vedena do dolní poloviny 2 s nastavitelným profilem vzdálenost/čas a musí být opět odstraněna po ukončení odměřování. Typický dávkovací čas by měl činit asi

jednu sekundu. Dávkování se může provádět v separátní procesní stanici, ze které se potom naplněné a uzavřené formy odvádí na provozní linku. Kromě toho je rovněž možné přivést individuální formy až k dávkovací jehle.

- Uzavření formy:

Vzájemné uložení obou polovin 2,3 na sebe by mělo být provedeno s přesností lepší než 5 mikrometrů. Toto uložení by mělo být zachováno až do ukončení zesítnění. Od požadované přesnosti by mělo být upuštěno až v okamžiku otevření formy.

Časový interval od ukončení dávkování polymerního roztoku do ukončení vzájemného uložení obou polovin formy by měl být výhodně kratší než 5 sekund. Tento krátký časový interval umožňuje zejména také zabránit průběhu nežádoucích bočních účinků, ke kterým by mohlo dojít v případě, kdy by byl polymerní roztok vystaven nekontrolovatelným okolním podmínkám."

Vzájemné uložení obou polovin 2,3 formy na sebe by rovněž mělo být výhodně provedeno v souladu s předem definovatelným a kontrolovatelným profilem vzdálenost/čas. V tomto případě je to zejména vzájemný pohyb obou polovin 2,3 formy ve směru z, který je obzvláště významný z hlediska kvality kontaktních čoček. Poněvadž síly, které se uplatňují v průběhu vzájemného uložení obou polovin 2,3 a které jsou způsobeny viskozitou polymerního roztoku, jsou poměrně malé, není zde zapotřebí žádná hnací jednotka. Obzvláště je výhodné, aby alespoň jedna z obou polovin 2,3 uspořádána otočně, aby bylo možné obě poloviny 2,3 formy vzájemné pootočit o různé úhly.

- Zesítnění:

Aby mohl být polymerní roztok ve formě zesítněn, je uzavřená forma transportována do ozařovacího zařízení. Jestliže je několik individuálních forem sloučeno do

jednotky o počtu n forem, potom je možné ozářit všech n forem současně v průběhu transportu pomocí paralelního uspořádání ozařovacích zařízení.

Ultrafialové zesíťení polymerního roztoku se výhodně provádí ozářením ultrafialovým světlem (o vlnové délce 290 až 330 nm), zavedeným do dutiny 6 skrze horní polovinu 3 formy. Intenzita ultrafialového záření v uvedeném rozsahu vlnových délek je výhodně asi $2,5 \text{ mW/cm}^2$. Na paralelismus ultrafialového záření nejsou kladeny žádné speciální požadavky. Ultrafialové záření může být generováno středotlakou rtuťovou výbojkou a zavedeno do forem specifickým optickým systémem.

Po zesíťení ultrafialovým zářením materiál čočky ztuhl to takové míry, že je vyloučeno jakékoliv vzájemné přiblížení obou polovin 2,3 v důsledku samotné hmotnosti formy.

- Otevření formy:

Po uvedeném zesíťení se mimo průměr čočky stále ještě nachází nezesíťený polymer. Samotné čočky lnou k jednomu ze dvou polovin 2,3 adhezní silou 60 až 120 N. Poněvadž jsou formy vedeny individuálně, je každá z nich otevřena individuálně, přičemž obě poloviny 2,3 formy mohou být před otevřením vzájemně proti sobě pootočený. Pomocí tohoto otočení mohou být snadno překonány uvedené adhezní síly, v důsledku čehož dojde ke zmenšení sil v průběhu otevírání formy. Předpokládá se, že čočky jsou takto méně namáhány, čímž se omezí riziko tvorby prasklin. Otevření formy by mělo být výhodně provedeno bez výklánění v průběhu prvního jednoho až dvou milimetrů a to aby se zabránilo kontaktu mezi oběma polovinami 2,3 formy. Otevírací pohyb by se měl výhodně realizovat v souladu s volně předem definovatelným profilem vzdálenost/čas a to bez ohledu na adhezní síly.

V podstatě je rovněž možné odstranit nezesíťený předpolymer ještě předtím, než se obě poloviny 2,3 formy

otevřou. K tomuto účelu musí být konstrukce formy příslušným způsobem upravena.

- Opláchnutí a uvolnění:

Čočky lnoucí k polovinám formy se výhodně nejdříve opláchnou za účelem odstranění nezesíteného polymerního roztoku. Potom se výhodně provede uvolnění čoček za použitá specifického uvolňovacího systému.

- Převod:

Jelikož ne všechny čočky po zesítení lnou k dolní polovině 2 formy, je výhodné převést kontaktní čočky lnoucí k horní polovině 3 formy do dolní poloviny 2 formy nebo do jiného transportního kontejneru. Tato operace umožňuje zavést odpovídající poloviny formy do čistící stanice bezprostředně po tomto procesním stupni.

- Kontrola kontaktních čoček:

Po zesítení musejí být čočky kontrolovány za účelem zjištění kosmetických vad, což znamená zkontrolovat zda se u nich nevyskytují okrajové zlomy a praskliny na okraji nebo ve zbytku materiálu čočky, bubliny nebo dutiny uvnitř čočky nebo povrchové vady, jako například škrábance, depozity nebo nepravidelnosti anebo zda v čočkách nejsou vměstky.

Výhodně se kontrola čoček provádí v kapalině, jakou je skladovací roztok, ve kterém se čočky přechovávají v průběhu skladování. Tato kontrola může být v podstatě již v obalu ještě před tím, než je tento obal uzavřen, anebo v jiném přechodném kontejneru.

Vyjmutí čočky:

Vyjmutí čočky se výhodně provádí za použití úchytného ústrojí. V důsledku použití individuálních polovin formy je výhodně možné upustit od pohybu úchytného zařízení směrem k individuálním polovinám formy vzhledem k tomu, že

individuální poloviny formy mohou být transportovány k úchytnému ústrojí. V tomto případě to znamená, že úchytné zařízení může mít jednoduchou konstrukci.

- Převod kontaktní čočky do obalu:

Po vyjmutí kontaktní čočky z dolní poloviny 2 formy nebo z přechodného kontejneru se zkontrolovaná čočka uloží do obalu. Vzhledem k tomu, že mohou být paralelně vyráběny kontaktní čočky s velmi odlišnými dioptrickými mohutnostmi, mohou být příslušné obaly identifikovány za použití odpovídajícího kontrolního systému.

V podstatě může být odebírání prázdných obalů nebo třídění čoček provedeno podle vrcholového indexu lomu po převodu do obalu. Je proto rovněž možné zařadit mezi vlastní výrobu čoček a balicí stanici přechodovou sekci. Aby se zabránilo vyschnutí čočky v této oblasti, stačí pouze zajistit, aby atmosféra v této oblasti měla potřebnou vlhkost vzduchu.

- Čistění:

Čistící stanice může být výhodně omezena pouze na vodní trysku. Čistění forem se výhodně provádí jejich opláchnutím vodou při teplotě místnosti a následným vysušením ofukováním proudem vyčistěného a vysušeného vzduchu. V podstatě mohou být po krátkou dobu použity i teploty až asi 70 °C. Použití specifických čisticích činidel není bezpodmínečně nutné. Čistění a sušení forem by mělo být výhodně omezeno pouze na skutečnou funkční oblast a na čelní povrch formy.

Po vyčistění a vysušení jsou formy opětovně k dispozici pro nový produkční cyklus. Podmínkou pro opětovné použití forem je, aby byl ve stavu, v jakém byly prvotně použity. Zejména na jejich povrchu nesmí ulpívat zbytky materiálu čoček nebo oplachovací kapaliny. Rovněž by zde neměly být přítomny organické nečistoty (olej a podobně) nebo další

cizí částice (prach, textilní chmýří, rez). Čistění horních a dolních polovin forem může být provedeno v separátních okruzích a také v různých časových periodách, čímž může být dosaženo optimalizace koncepce výrobního provozu pro produkci kontaktních čoček.

- Balení čoček:

Při balení čoček jsou jednotlivé čočky nejdříve uloženy do polypropylenových misek vyrobených výhodně injekčním vstřikováním, načež se tento obal potom naplní definovaným objemem roztoku pro skladování čoček a polypropylenové misky se potom zavaří do fólie. Kritickým faktorem zde je nepropustnost takto získaného obalu. Obal musí být zejména prost choroboplodných zárodků.

Použití jednoduchého vyrovnání obou polovin formy umožňuje, aby procesní sekvence výroby kontaktních čoček byla koncipována takovým způsobem, že není nezbytné nastavení jednotného provozu ani v průběhu chodu provozní linky, ani v průběhu jakékoliv údržby. Zejména je možné automatizovat provozní stupně, jakými jsou sestavení individuálních polovin forem, monitorování polovin forem, instalování formy, výměna jednotlivých polovin forem a čistění polovin forem.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob výroby tvarovaných výrobků, zejména optických čoček, obzvláště kontaktních čoček, z materiálu, který může být zesíten použitím vhodné energie ve formě (1), mající dutinu (6), která definuje tvar vyráběného tvarovaného výrobku, a obsahující dolní polovinu (2) formy a horní polovinu (3) formy, v y z n a č e n ý t í m, že zahrnuje následující cyklicky se opakující procesní stupně:

a) dávkování materiálu, který může být zesíten přivedením vhodné energie do spodní poloviny (2) formy,

b) uzavření formy (1) spojením horní poloviny (3) formy s dolní polovinou (2) formy,

c) přivedení energie pro zesítní nebo/a polymeraci výchozího materiálu za vzniku tvarovaného výrobku,

d) oddělení horní formy (3) od dolní formy (2),

e) omytí tvarovaného výrobku k odstranění nezesítněného výchozího materiálu,

f) zajištění setrvání tvarovaného výrobku ve zvolené polovině (2,3) formy,

g) kontrola s cílem zjistit, zda tvarovaný výrobek je prostý defektů,

h) uchopení tvarovaného výrobku s cílem vyjmout tvarovaný výrobek ze zvolené poloviny (2,3) formy,

i) uložení tvarovaného výrobku uspokojivé kvality do obalu,

j) vyčistění a vysušení dolní a horní poloviny (2,3) formy,

l) přivedení dolní a horní poloviny (2,3) formy do polohy pro dávkování výchozího materiálu,

přičemž je umožněno, že individuální poloviny (2,3) formy jsou vzájemně připevněny nebo/a odpojitelně spojeny pomocí jednorázového vyrovnání polovin forem.

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m, že energií použitou k provedení zesíťení je energetické záření, zejména ultrafialové záření, záření gama, elektronové záření nebo tepelné záření.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, v y z n a č e n ý t í m, že energie provádějící zesíťení se fyzikálně omezí na oblast dutiny (6) formy.

4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, v y z n a č e - n ý t í m, že aplikace energie se fyzikálně omezí maskovacím prostředkem formy (1), který je alespoň částečně nepropustný pro energii provádějící zesíťení.

5. Způsob podle některého z nároků 1 až 4, v y z n a č e - n ý t í m, že dolní nebo/a horní polovina (2,3) formy jsou propustné pro energii provádějící zesíťení, přičemž aplikace energie se fyzikálně omezí částmi dolní nebo/a horní poloviny (2,3) formy, které jsou málo propustné nebo nepropustné pro energii provádějící zesíťení.

6. Způsob podle některého z nároků 1 až 4, v y z n a č e - n ý t í m, že aplikace energie se fyzikálně omezí maskou (8), která je uspořádána vně dutiny formy na nebo v dolní nebo/a horní polovině (2,3) formy a je málo propustná nebo nepropustná pro energii provádějící zesíťení.

7. Způsob podle nároku 6, v y z n a č e n ý t í m, že maska (8) je uspořádána v oblasti dělicích rovin nebo dělicích povrchů (12) horní nebo/a dolní poloviny (2,3) formy, zejména v oblastech, které jsou ve styku se zesíťovatelným materiálem.

8. Způsob podle nároků 1 až 3, v y z n a č e n ý t í m, že aplikace energie se fyzikálně omezí omezením svazku paprsku vně formy.

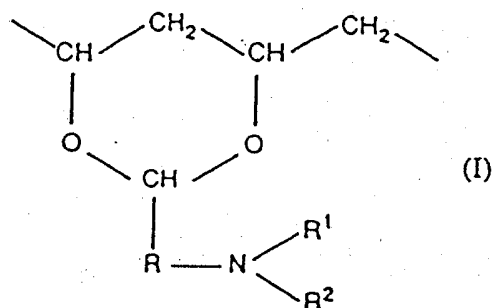
9. Způsob podle nároků 1 až 8, v y z n a č e n ý t í m, že po zavedení materiálu do dolní poloviny (2) formy a po uzavření obou polovin (2,3) formy zůstane otevřena štěrbina (7), přičemž tato štěrbina (7) je spojena s dutinou (6) formy, výhodně tuto dutinu (6) obklopuje a obsahuje

nezesíťovaný materiál, a energie provádějící zesíťení směřuje mimo materiál v této štěrbině (7).

10. Způsob podle nároků 1 až 9, v y z n a č e n ý t í m, že se forma uzavře bez vynaložení síly, takže horní a dolní polovina (2,3) formy na sobě spočívají pouze jejich vlastní hmotností a bez vnějšího zatížení.

11. Způsob podle nároků 1 až 9, v y z n a č e n ý t í m, že obě poloviny (2,3) formy jsou uzavřeny pomocí mechanického ústrojí.

12. Způsob podle nároků 1 až 11, v y z n a č e n ý t í m, že výchozím materiálem je předpolymer, kterým je derivát polyvinylalkoholu s molekulovou hmotností rovnou alespoň 2000 a který obsahuje asi 0,5 až asi 80 % jednotek obecného vzorce I, vztaženo na počet hydroxylových skupin v polyvinylalkoholu



kde R znamená nižší alkylenovou skupinu obsahující až 8 uhlíkových atomů, R^1 znamená atom vodíku nebo nižší alkylovou skupinu a R^2 znamená olefinicky nenasycenou elektronofilní kopolymerovatelnou skupinu obsahující výhodně až 25 uhlíkových atomů.

13. Způsob podle nároků 1 až 12, v y z n a č e n ý t í m, že se provádí alespoň vizuální kontrola kvality tvarovaného výrobku, přičemž tato kontrola zahrnuje ohledání centrální a okrajové oblasti tvarovaného výrobku s cílem zjištění defektů.

14. Způsob podle nároků 1 až 13, v y z n a č e n ý t í m, že zahrnuje vystředění tvarovaného výrobku v dolní polovině (2) formy ještě předtím, než se tvarovaný výrobek uchytí s cílem jeho odstranění z dolní poloviny (2) formy.

15. Způsob podle nároků 1 až 14, v y z n a č e n ý t í m, že zahrnuje alespoň částečné vysušení tvarovaného výrobku s cílem odstranit povrchovou vodu, která by mohla zhoršit vizuální kontrolu tvarovaného výrobku.

16. Způsob podle nároku 13, v y z n a č e n ý t í m, že vizuální kontrola centrální oblasti tvarovaného výrobku se provádí bezprostředně po aplikaci energie určené k zesílení nebo/a polymeraci výchozího materiálu.

17. Způsob podle nároku 13 nebo 16, v y z n a č e n ý t í m, že vizuální inspekce celého tvarovaného výrobku se provádí v přechodném kontejneru naplněném vodou.

18. Způsob podle nároků 1 až 17, v y z n a č e n ý t í m, že doba trvání každého procesního stupně je kratší než jedna minuta.

19. Způsob podle nároků 1 až 17, v y z n a č e n ý t í m, že doba trvání alespoň jednoho procesního stupně je kratší než 10 sekund.

20. Způsob podle nároků 1 až 19, v y z n a č e n ý t í m, že procesní stupeň zajišťující, že tvarovaný výrobek zůstane ve zvolené polovině formy, rovněž obsahuje převedení tvarovaného výrobku z nezvolené poloviny formy do příslušné zvolené poloviny formy.

21. Způsob podle nároku 20, v y z n a č e n ý t í m, že zvolenou polovinou formy je dolní polovina (2) formy a nezvolenou polovinou formy je horní polovina (3) formy.

22. Způsob podle nároků 1 až 21, v y z n a č e n ý t í m, že poloviny (2,3) formy se opětovně použijí, přičemž se za jejich použití vyrobí alespoň 10 000 tvarovaných výrobků.

23. Způsob podle nároků 1 až 21, v y z n a č e n ý t í m, že poloviny (2,3) formy se opětovně použijí, přičemž se za jejich použití vyrobí alespoň 500 000 tvarovaných výrobků.

24. Zařízení pro výrobu tvarovaných výrobků, zejména optických čoček, obzvláště kontaktních čoček, v rámci způsobu podle nároků 1 až 23, zahrnující formu (1), která může být zavřena a otevřena, která má dutinu (6) definující tvar tvarovaného výrobku, který má být vyroben, a která obsahuje dolní polovinu (2) formy a horní polovinu (3) formy, přičemž forma (1) je určena k pojmutí zesítovatelného materiálu a je alespoň částečně propustná pro energii přivedenou z vnějšku a způsobující zesílení

zesítovatelného materiálu, v y z n a č e n é t í m, že dolní a horní polovina (2,3) formy mohou být vzájemně připevněny nebo/a oddělitelně spojeny jednorázovým vyrovnáním polovin formy.

25. Zařízení podle nároku 24, v y z n a č e n é t í m, že dolní a horní polovina (2,3) formy jsou rozděleny podél dělicího povrchu (12) a na dolní nebo/a horní polovině (2,3) formy v oblasti dělicího povrchu (12) je uspořádána maska (8), která je nepropustná nebo málo propustná pro energii provádějící zesíťení a s výjimkou dutiny (6) odstiňuje všechny dutiny formy, které obsahují nezesíťovaný materiál, nebo povrchy formy, které přichází do styku s uvedeným materiálem, před energií provádějící zesíťení.

26. Zařízení podle nároku 24 nebo 25, v y z n a č e n é t í m, že dolní nebo/a horní polovina (2,3) formy je tvořena materiálem propustným pro ultrafialové záření, zejména křemenem.

27. Zařízení podle nároků 24 až 26, v y z n a č e n é t í m, že dolní polovina (2) formy je tvořena materiálem nepropustným pro ultrafialové záření.

28. Zařízení podle nároků 24 až 27, v y z n a č e n é t í m, že maska (8) je tvořena materiálem nepropustným pro ultrafialové záření, zejména vrstvou kovu nebo vrstvou oxidu kovu, zejména vrstvou chromu.

29. Zařízení podle nároků 24 až 28, v y z n a č e n é t í m, že forma má štěrbinu (7), která obklopuje dutinu (6)

formy a která je spojena s dutinou (6) formy, přičemž maska (8) je uspořádána v oblasti štěrbiny (7).

30. Zařízení podle nároků 24 až 29, v y z n a č e n é t í m, že množina individuálně vedených forem (1) může být sloučena do jednotky a takto transportována současně, přičemž alespoň jeden procesní stupeň se na nich provádí společně.

31. Zařízení podle nároků 24 až 30, v y z n a č e n é t í m, že přesnost vzdálenosti mezi dolní polovinou (2) formy a horní polovinou (3) formy je menší nebo rovna 10 mikrometrům.

32. Zařízení podle nároku 24 až 30, v y z n a č e n é t í m, že přesnost vzdálenosti mezi dolní polovinou (2) a horní polovinou (3) je menší nebo rovna 5 mikrometrům.

33. Zařízení podle nároků 24 až 32, v y z n a č e n é t í m, že přesnost vystředění osy dolní poloviny (2) formy vzhledem k horní polovině formy je menší nebo rovna 10 mikrometrům.

34. Zařízení podle nároků 24 až 32, v y z n a č e n é t í m, že přesnost vystředění osy dolní poloviny (2) formy vzhledem k horní polovině (3) formy je menší nebo rovna 5 mikrometrům.

35. Zařízení podle nároků 24 až 34, v y z n a č e n é t í m, že odchylka vzájemného sklonu obou polovin (2,3)

formy vzhledem ke směru optické osy je menší nebo rovna 10 mikrometrům.

36. Zařízení podle nároků 24 až 34, v y z n a č e n é t í m, že odchylka vzájemného sklonu obou polovin (2,3) formy vzhledem ke směru optické osy je menší nebo rovna 5 mikrometrům.

37. Zařízení podle nároků 24 až 36, v y z n a č e n é t í m, že dolní a horní polovina (2,3) formy má vnější držák (9,10), ve kterém je uložen dolní resp. horní zakřivený povrch (4,5).

38. Zařízení podle nároku 37, v y z n a č e n é t í m, že vnější držák (9,10) příslušné poloviny (2,3) formy obsahuje vodící povrchy, které jsou použity ke vzájemnému vystředění obou polovin (2,3) formy.

39. Zařízení podle nároků 24 až 38, v y z n a č e n é t í m, že obě poloviny (2,3) formy jsou vzájemně otáčitelné.

40. Zařízení podle nároků 24 až 39, v y z n a č e n é t í m, že vnější držák (9,10) dolní nebo horní poloviny (2,3) formy je opatřen v oblasti dělicího povrchu (12) vybráním (13), který má prstencový tvar a je uspořádán na vnějším obvodu držáku, přičemž dolní nebo horní polovina (2,3) formy je opatřena v oblasti dělicího povrchu (12) žlábkem (15), který je určen k pojmutí stěny (14), vymezené vybráním (13) ve vnějším držáku (9,10), přičemž vnější a

čelní povrch stěny (14) a žlábků (15) jsou vyrobeny velmi přesně a slouží jako vodící povrchy.

41. Zařízení podle nároků 24 až 39, v y z n a č e n é t í m, že zahrnuje vystředovací ústrojí (18) určené k pojmání vnějších držáků (9,10) dolní poloviny (2) formy nebo/a horní poloviny (3) formy.

42. Zařízení podle nároku 41, v y z n a č e n é t í m, že vystředovací ústrojí (18) má válcovou konfiguraci.

43. Zařízení podle nároku 41, v y z n a č e n é t í m, že vystředovací ústrojí (18) má konfiguraci V-žlábků.

44. Zařízení podle nároků 41 až 43, v y z n a č e n é t í m, že vystředovací ústrojí (18) má uvnitř vodící povrchy.

45. Zařízení podle nároků 41 až 44, v y z n a č e n é t í m, že vnější držák (9,10) dolní a horní poloviny (2,3) formy je opatřen vodícími povrchy, které jsou uspořádány na vnějším profilu a na koncových površích (9a, 10a) držáků (9,10).

46. Zařízení podle nároků 41 až 45, v y z n a č e n é t í m, že vystředovací ústrojí (18) je pevně spojeno s dolní polovinou (2) formy nebo s horní polovinou (3) formy.

47. Zařízení podle nároku 46, v y z n a č e n é t í m, že vystředovací ústrojí (18) je pevně spojeno s dolní polovinou (2) formy.

48. Zařízení podle nároků 24 až 39, v y z n a č e n é t í m, že vnější držák (9,10) dolní nebo horní poloviny (2,3) formy má komolý kužel (19), který se kónicky zužuje směrem k zakřivenému povrchu (4,5), přičemž vnější držák (9,10) odpovídající dolní nebo horní poloviny (2,3) formy má uvnitř kónickou nálevku (20), která se zužuje směrem k zakřivenému povrchu (4,5) a která je určena k pojmutí komolého kužele (19), přičemž komolý kužel (19) a kónická nálevka (20) jsou vyrobeny extrémně přesně a slouží jako vodící povrchy.

49. Zařízení podle nároku 48, v y z n a č e n é t í m, že v případě uzavřené formy se obě poloviny (2,3) formy dotýkají pouze v oblasti vnitřního povrchu kónické nálevky (20) a vnějšího povrchu komolého kužele (19).

50. Zařízení podle nároků 24 až 37, v y z n a č e n é t í m, že v oblasti dolní a horní stěny (4a,5a) je dolní a horní zakřivený povrch (4,5) dolní nebo horní poloviny (2,3) formy vytvořen jako vodící povrch (27), přičemž vnější držák (9,10) příslušně odpovídající poloviny (2,3) formy má jeden nebo více vodících povrchů, který lícuje nebo které lícují s vodícím povrchem (27) a který dosedá na vodící povrchu (27) v případě, kdy je forma zavřena.

51. Zařízení podle nároku 50, v y z n a č e n é t í m, že vodící povrchy na držáku (9,10) poloviny (2,3) formy jsou vytvořeny jako zkosení (28).

52. Zařízení podle nároku 50 nebo 51, v y z n a č e n é t í m, že obě poloviny (2,3) formy jsou vzájemně otáčitelné.

53. Zařízení podle nároků 24 až 52, v y z n a č e n é t í m, zakřivený povrch (4,5) je vytvořen ze skla, zejména z křemene.

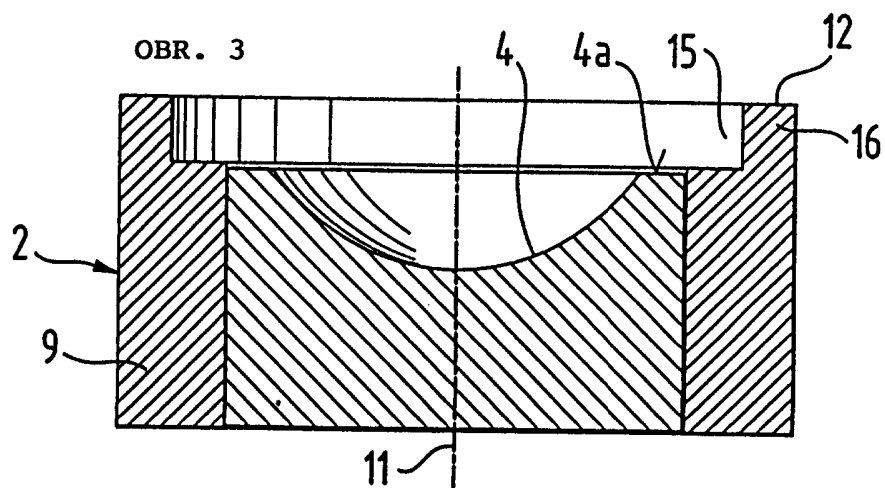
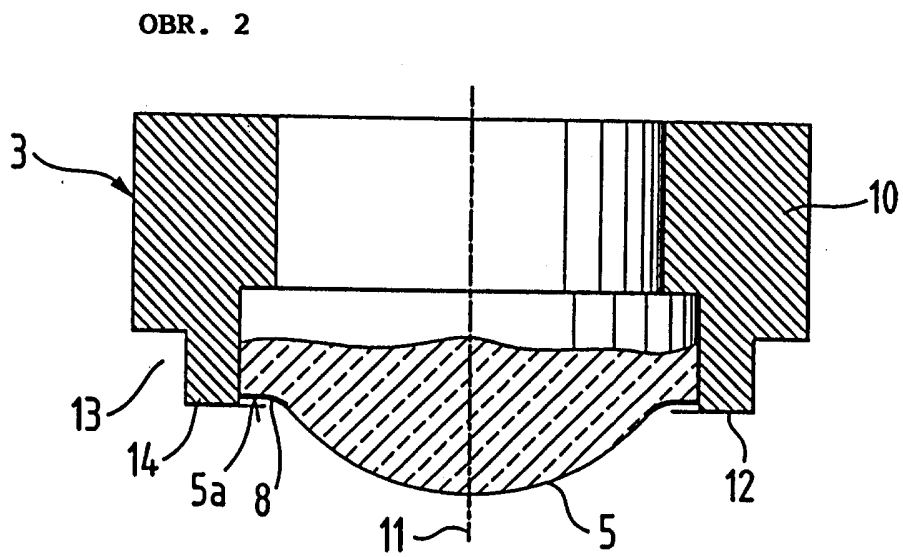
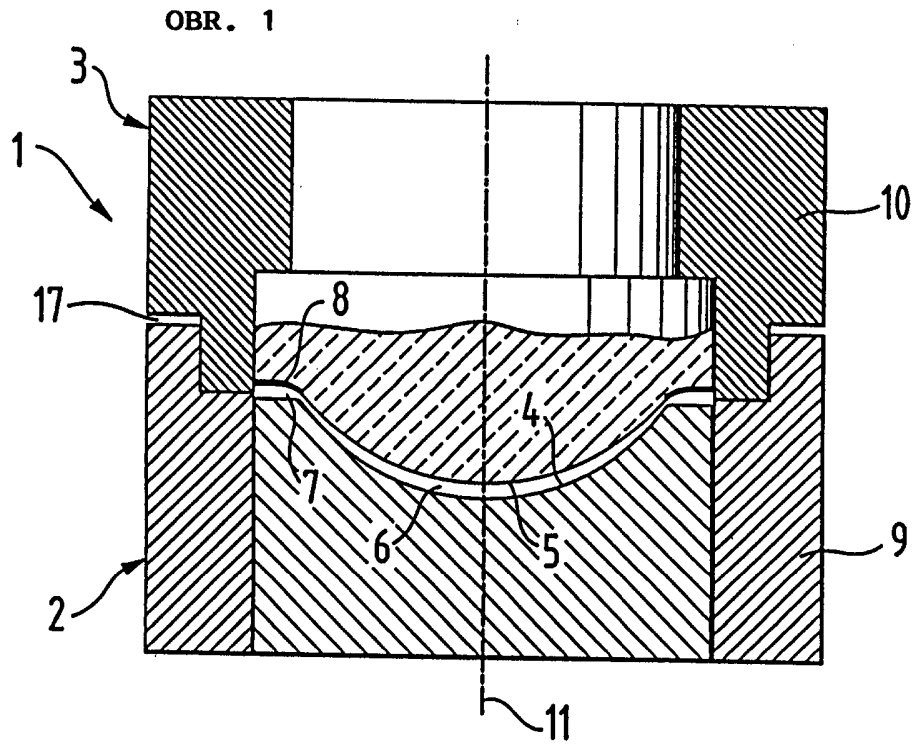
54. Tvarovaný výrobek, zejména optická čočka, obzvláště kontaktní čočka, vyrobená způsobem podle některého z nároků 1 až 23 a za použití zařízení podle některého z nároků 24 až 53.

Zastupuje:

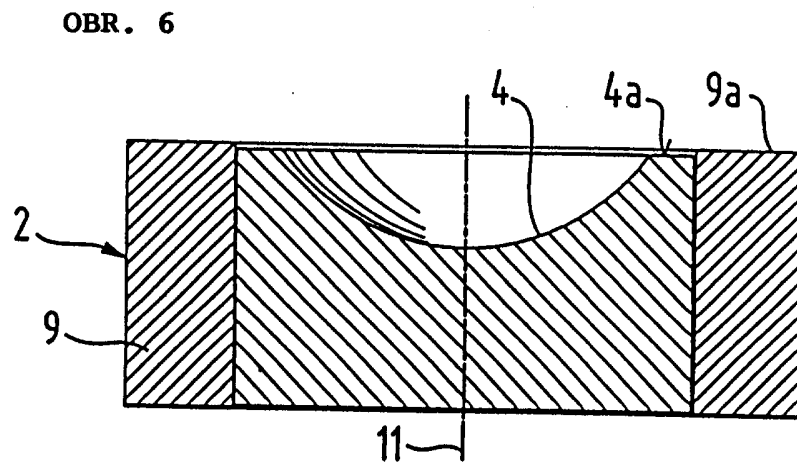
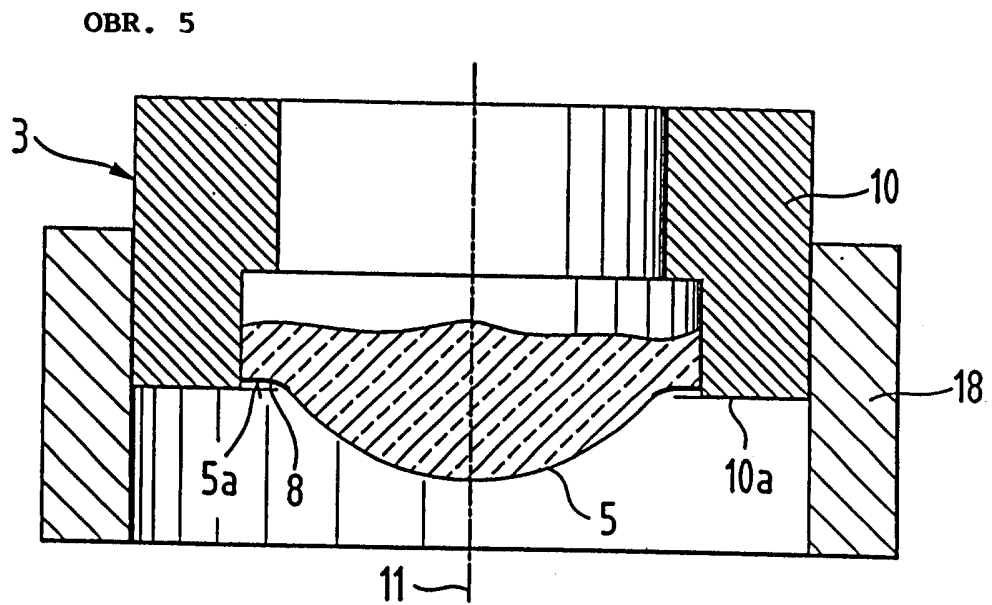
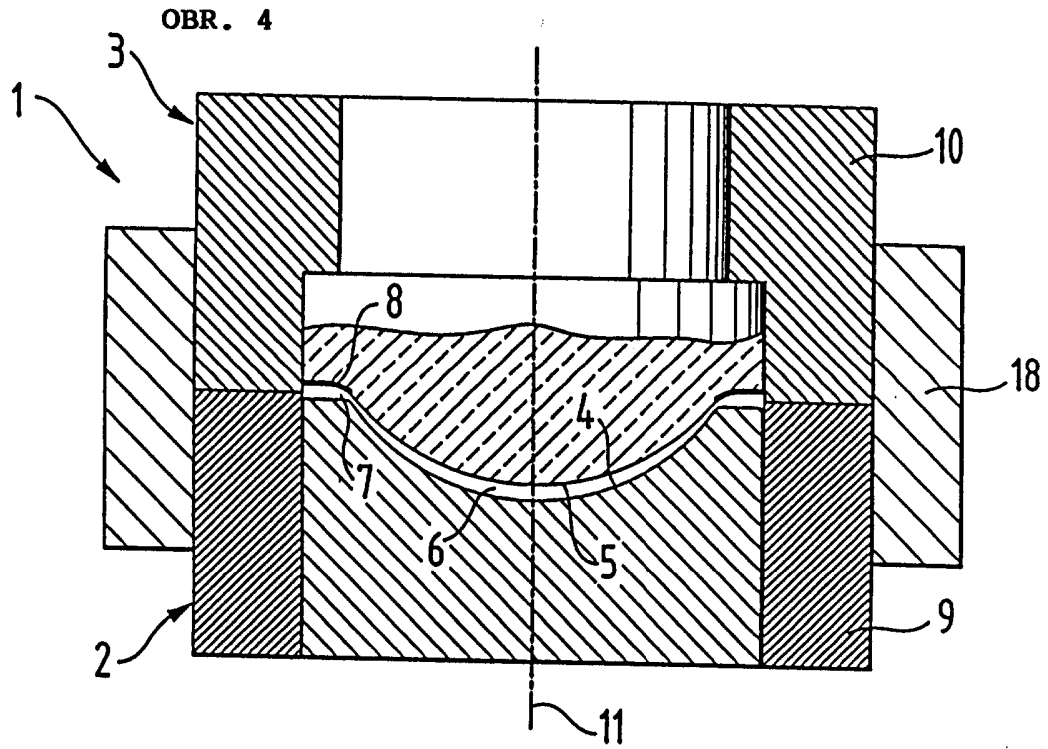
25.04.00

2050-1438

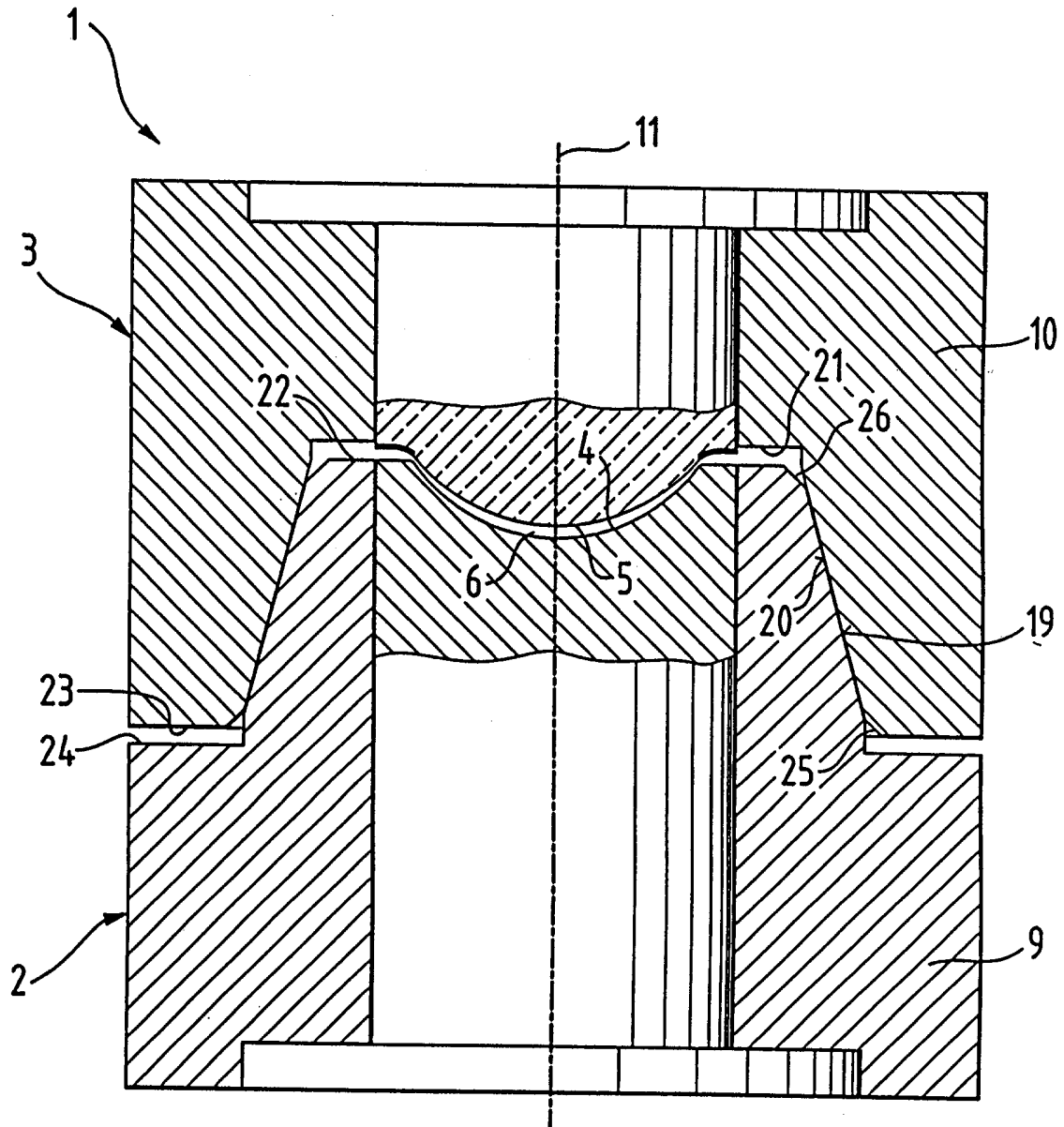
1/5



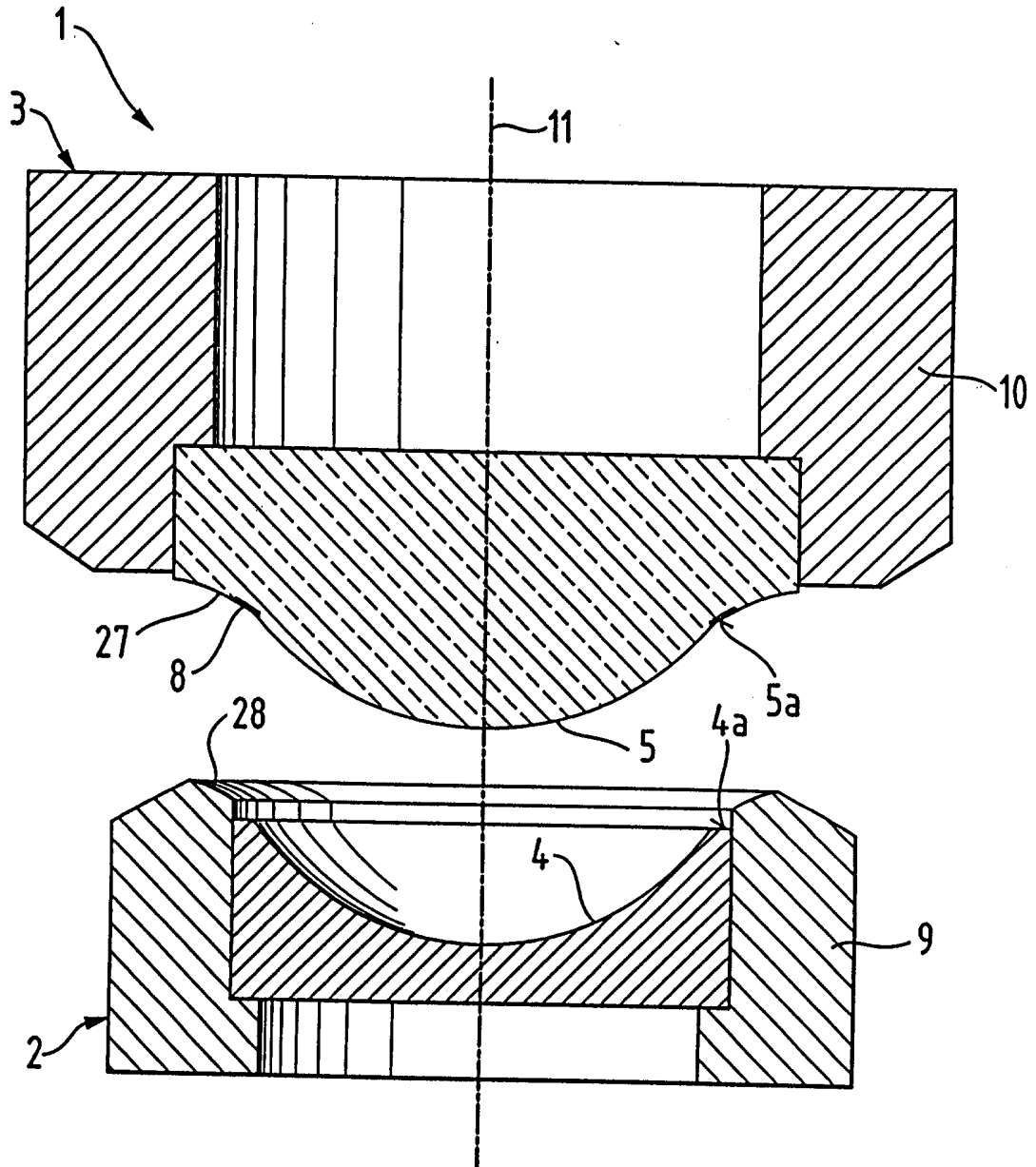
2/5



OBR. 7



OBR. 8



OBR. 9

