

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

308 326

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G02B 7/02 (2006.01)
G02B 7/14 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



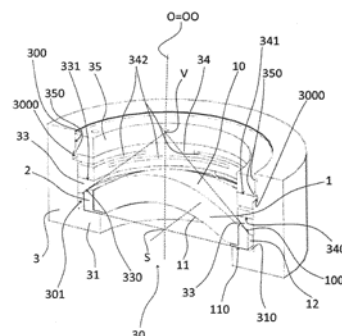
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-723**
(22) Přihlášeno: **20.12.2018**
(40) Zveřejněno: **13.05.2020**
(Věstník č. 20/2020)
(47) Uděleno: **02.04.2020**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **13.05.2020**
(Věstník č. 20/2020)

(56) Relevantní dokumenty:
US 6144509; US 2015/0219871 A1; US 2016/0025950 A1.

(73) Majitel patentu:
Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i., Praha 8,
Libeň, CZ
(72) Původce:
Ing. Martin Veselý, Turnov, CZ
Ing. Jan Václavík, Liberec, Liberec VI-Rochlice,
CZ
Mgr. Radek Melich, Líšný, CZ
Ing. Roman Doleček, Ph.D., Pěnčín, CZ
(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00
Brno, Zábrdovice

elementu (1) pro samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození obsahující dvojici optických ploch (10, 11).



(54) Název vynálezu:
Samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození a optický element pro toto uložení

(57) Anotace:
Řešení se týká samocentrujícího uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození, které obsahuje tubus (3) s průchozí dutinou (30), ve které je uložen optický element (1) upevněný maticovým kroužkem (35). Optický element (1) je opatřen druhou ukládací plochou (110), která má tvar mezikruží, je kolmá na optickou osu (O) a její střed (S) leží na optické ose (O), touto druhou ukládací plochou (110) je optický element (1) uložen na boční ploše (310) radiálního výstupku (31) v dutině (30) tubusu (3), která má tvar mezikruží a je kolmá na podélnou osu (OO) tubusu (3), přičemž optický element (1) je dále opatřen první ukládací plochou (100), která má tvar komolého kužele, nebo části toroidu nebo části kruhu s velkým poloměrem, jehož osa je shodná s optickou osou (O) optického elementu (1), přičemž na první ukládací plochu (100) optického elementu (1) dosedá svojí negativní dosedací plochou (330) centrovací kroužek (33), který je v tubusu (3) zajištěn maticovým kroužkem (35). Mezi centrovacím kroužkem (33) a maticovým kroužkem (35) je uspořádán pružný kroužek (34). Řešení se také týká optického

Samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození a optický element pro toto uložení

5 Oblast techniky

Vynález se týká samocentrujícího uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození, které obsahuje tubus s průchozí dutinou, ve které je uložen optický element upevněný maticovým kroužkem, optický element je opatřen druhou ukládací plochou, která má tvar mezikruží, je kolmá na optickou osu a její střed leží na optické ose, touto druhou ukládací plochou je optický element uložen na boční ploše radiálního výstupku v dutině tubusu, která má tvar mezikruží a je kolmá na podélnou osu tubusu, přičemž optický element je dále opatřen první ukládací plochou, která má tvar komolého kužele, nebo části toroidu nebo části kruhu s velkým poloměrem, jehož osa je shodná s optickou osou optického elementu, přičemž na první ukládací plochu optického elementu dosedá svojí negativní dosedací plochou centrovací kroužek, který je v tubusu zajištěn maticovým kroužkem.

Vynález se také týká optického elementu pro samocentrující uložení optických prvků obsahujícího dvojici optických ploch, přičemž na svém vnějším obvodu je optický element opatřen první ukládací plochou, která má tvar komolého kužele, nebo části toroidu nebo části kruhu s velkým poloměrem, jehož osa je shodná s optickou osou optického elementu a současně je optický element opatřen druhou ukládací plochou, která má tvar mezikruží, je kolmá na optickou osu optického elementu a její střed leží na optické ose optického elementu.

25

Dosavadní stav techniky

Uložení optických prvků do tubusu optického systému je možné realizovat širokou škálou konstrukcí. Hlavní funkcí uložení je zajistit přesnou relativní pozici ukládaného optického prvku vůči ostatním optickým prvkům a vůči tubusu optického systému, jak je znázorněno na obr. 1 a 1a. Polohová přesnost takového uložení je udávána ve třech parametrech: pozice podél optické osy „Z“, vyosení elementu a nevyžádaný náklon elementu. Vyžadovaná přesnost uložení je aplikačně závislá, kdy pro přesné optické systémy je typicky charakterizovaná požadavky $dZ = \pm 0,05$ mm, $(dX, dY) = \pm 0,02$ mm, náklon $d\Phi = \pm 0,03^\circ$. V poloze, kde dX , dY a $d\Phi$ vyhovuje požadavkům.

Dosažení požadované polohové přesnosti optického prvku je nejčastěji řešeno pomocí nastavovacích prvků, které umožňují jemné pohybování optickým elementem v tubusu. Nastavení požadované pozice optického prvku v příslušném uložení před jeho fixací vyžaduje použití optického centrovacího přístroje, který je schopen určit odchylky optického prvku v daném uložení od referenčních poloh.

Jsou známa různá uložení zajišťující požadovanou pozici optického prvku bez nutnosti dodatečného nastavování.

45

Prvním známým uložení je uložení znázorněné na obr. 2 až 2b, které využívá nožovou hranu nebo tečnou plochu na tubusu a/nebo na přitlačné matici. Povrch optického elementu je v kontaktu s tubusem a maticí pouze na styčné kružnici. V případě, že je přitlačná matice perfektně vycentrována vůči tubusu, pak je i optický element tlačěn do centrální polohy. Samocentrující efekt tohoto uložení je přitom přímo úměrný strmosti povrchu v místě styku a je nevýrazný na málo zakřivených plochách.

Další známé řešení, znázorněné na obr. 3, odstraňuje nutnost perfektně vycentrování matice tím, že závit matice je upraven tak, aby sklon styčné plochy závitu odpovídal sklonu optického povrchu v místě kontaktu s maticí.

55

Další řešení, znázorněné na obr. 4, využívá výroby dosedacích ploch elementu a vnitřních ploch tubusu s velmi malou tolerancí ($<0,01\text{mm}$).

- 5 Z US 6144509 je známo samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození, které obsahuje tubus s průchozí dutinou, ve které je uložen optický element upevněný maticovým kroužkem. Optický element je opatřen druhou ukládací plochou, která má tvar mezikruží, je kolmá na optickou osu a její střed leží na optické ose, touto druhou ukládací plochou je optický element uložen na boční ploše radiálního výstupku v dutině tubusu, která má
10 tvar mezikruží a je kolmá na podélnou osu tubusu, přičemž optický element je dále opatřen první ukládací plochou, která má tvar komolého kužele, nebo části toroidu nebo části kruhu s velkým poloměrem, jehož osa je shodná s optickou osou optického elementu, přičemž na první ukládací plochu optického elementu dosedá svojí negativní dosedací plochou centrovací kroužek, který je v tubusu zajištěn maticovým kroužkem. Všechny kroužky podílející se na upevnění optického
15 elementu jsou vytvořeny z tuhého materiálu schopného obrábění, přičemž kuželová upevňovací plocha na optickém elementu je vytvořena v optickém materiálu optického elementu.

- Nevýhodou stávajících řešení však jsou požadavky na vysokou přesnost výroby mechanických dílů optické soustavy – zejména vnitřních průměrů a kontaktních hran. Další nevýhodou je velká
20 citlivost známých provedení na centrování přitlačné matice. U malých, ale běžně se vyskytujících, sklonů povrchu optického elementu v místě kontaktu s tubusem a maticí se také projevuje malá účinnost samocentrujícího efektu. Další nevýhodou pak je, že samocentrující efekt je úměrný přitlačné síle a sklonu styčných povrchů v místě kontaktu. Vzniká tedy požadavek na velkou přitlačnou sílu s malou styčnou plochou, jako je nožová hrana, tečný
25 kontakt, které však přinášejí výrobní komplikace a také komplikace s trvanlivostí. Známa řešení také vedou k možnému poškození povrchu optického elementu a změnám optických vlastností materiálu optického elementu, např. pnutím indukovaný dvojlom, a k minimální toleranci vůči rázovým zatížením, jako je pád, náraz atd. Další nevýhodou je omezený teplotní rozsah nebo
30 nutnost vysoké shody koeficientů teplotní roztažnosti tubusu a optického elementu, což obvykle vylučuje použití hliníkových slitin.

Cílem vynálezu je odstranit nebo alespoň minimalizovat nevýhody dosavadního stavu techniky.

35 Podstata vynálezu

- Cíle vynálezu je dosaženo samocentrujícím uložením optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození, jehož podstata spočívá v tom, že optický element je opatřen druhou ukládací plochou, která má tvar mezikruží, je kolmá na optickou osu a její střed leží na optické
40 ose, touto druhou ukládací plochou je optický element uložen na boční ploše radiálního výstupku v dutině tubusu, která má tvar mezikruží a je kolmá na podélnou osu tubusu, přičemž optický element je dále opatřen první ukládací plochou, která má tvar komolého kužele, nebo části toroidu nebo části kruhu s velkým poloměrem, jehož osa je shodná s optickou osou optického elementu, přičemž na první ukládací plochu optického elementu dosedá svojí negativní dosedací
45 plochou centrovací kroužek, který je v tubusu zajištěn maticovým kroužkem.

- Podstata optického elementu pro samocentrující uložení optických prvků spočívá v tom, že na svém vnějším obvodu je optický element opatřen první ukládací plochou, která má tvar komolého kužele, nebo části toroidu nebo části kruhu s velkým poloměrem, jehož osa je shodná s optickou
50 osou optického elementu a současně je optický element opatřen druhou ukládací plochou, která má tvar mezikruží, je kolmá na optickou osu optického elementu a její střed leží na optické ose optického elementu.

- Výhody tohoto vynálezu spočívají ve snadné výrobě mechanických součástí, kdy nezáleží na
55 absolutních rozměrech, protože např. při výrobě tubusu soustružením „na jedno upnutí“ jsou

velmi dobře zajištěné sousostí a kolmosti všech dosedacích a opěrných ploch. Je tudíž možná výroba mechanických součástí na strojích s běžnou přesností. Další výhodou je zlepšená ochrana optického elementu před poškozením vysokým tlakem v místech kontaktu s přítlačnou maticí a tubusem. Další výhodou je přesné usazení optického elementu bez nutnosti dodatečného centrování, tj. zajištění Z, X, Y a Phi celé sestavy. Výhodou je také opakovatelná rozebíratelnost sestavy bez vlivu na přesnost centrování optického elementu. Zásadním kritériem je však sousost dosedacích ploch sestavy s optickou osou optického elementu, které je dosaženo tak, že dosedací plochy jsou vytvořeny během jedné z dílčích operací při výrobě samotných optických ploch optického prvku, tj. že dosedací plochy jsou vyrobeny souběžně s optickými plochami.

Objasnění výkresů

Vynález a jeho srovnání se stavem techniky je znázorněno na výkrese, kde ukazuje obr. 1 základní důsledek chybného polohování optického prvku, obr. 1a základní důsledek správného (požadovaného) polohování optického prvku, obr. 2 první příklad stavu techniky s polohováním optického prvku nožovými hranami, obr. 2a druhý příklad stavu techniky s polohováním optického prvku s nožovou hranou a styčnou plochou přítlačného kroužku, obr. 2b třetí příklad stavu techniky s polohováním optického prvku nožovými hranami a maticí, obr. 3 příklad stavu techniky s polohováním optického prvku nožovými hranami a s maticí se sklonem styčné plochy závitů odpovídajícím sklonu optického povrchu optického elementu v místě jeho kontaktu s maticí, obr. 4 příklad stavu techniky s polohováním optického prvku nožovými hranami a s maticí, kde dosedací plochy optického elementu, matice a vnitřní plocha tubusu jsou vyrobeny s velmi malou tolerancí, tj. s vysokou přesností, obr. 5 první příklad řešení podle předkládaného vynálezu, obr. 6 druhý příklad řešení podle předkládaného vynálezu a obr. 7 příklad provedení samocentrujícího uložení optického prvku podle předkládaného vynálezu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Vynález bude popsán na několika příkladech uskutečnění samocentrujícího uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození a několika způsobů jejich výroby.

Optický element 1, typicky např. čočka, je opatřen dvojicí protilehlých optických ploch 10, 11 a má optickou osu Q. Na svém vnějším obvodu je optický element 1 v oblasti první optické plochy 10 opatřen první ukládací plochou 100, která má tvar komolého kužele, výhodně se sklonem povrchy 40° až 70° , jehož osa je shodná s optickou osou Q optického elementu 1 a jehož vrchol V leží na optické ose Q optického elementu 1. V neznázorněném provedení je první ukládací plocha 100 vytvořena jako část toroidu nebo část kruhu s velkým poloměrem, případně je tvořena jinou zakřivenou rotační plochou s velkým poloměrem. Současně je optický element 1 na svém vnějším obvodu v oblasti druhé optické plochy 11 opatřen druhou ukládací plochou 110, která má tvar mezikruží, a která je kolmá na optickou osu Q, přičemž její střed S leží na optické ose Q.

V příkladu provedení na obr. 5 jsou první ukládací plocha 100 a druhá ukládací plocha 110 vytvořeny přímo na optickém materiálu optického elementu 1.

V příkladu provedení na obr. 6 jsou první ukládací plocha 100 a druhá ukládací plocha 110 vytvořeny na pomocném prstenci 2, ve kterém je optický element 1 pevně uložen, např. pomocí lepidla typu RTV silikon nebo trvale pružné lepidlo, což je výhodné zejména pro optické elementy 1 z křehkých a málo pevných materiálů, protože pomocný prstenec 2, např. kovový, absorbuje nejen při výrobě optického elementu 1, ale i při zabudování optického elementu 1 do tubusu 3, viz obr. 7, nejen kompresní síly od nástrojů nebo od přítlačné matice 4 v tubusu 3, ale chrání optický element 1 před poškozením rázem, jak během výroby, tak i při používání tubusu 3 s tímto optickým členem.

V neznázorněném příkladu provedení je jedna z ukládacích ploch 100, 110 optického elementu 1 vytvořena přímo na optickém materiálu optického elementu 1 a druhá z ukládacích ploch 100, 110 optického elementu 1 je vytvořena na pomocném prstenci 2.

- 5 Jak již bylo výše nastíněno, je optický element 1 uložen v tubusu 3, který je pak jako celá sestava uložen v optickém zařízení, ve kterém plní optický element 1 svoji optickou funkci.

10 Ve znázorněném příkladu provedení má tubus 3 tvar válce s průchozí dutinou 30 a s radiálním výstupkem 31. Na boční ploše 310 radiálního výstupku 31, která má tvar mezikruží a je kolmá na podélnou osu OO tubusu 3, je svojí druhou ukládací plochou 110, ať již vytvořenou přímo na optickém materiálu optického elementu 1 nebo na pomocném kroužku 2, uložen optický element 1. Mezi vnitřní stěnou 300 dutiny 30 tubusu 3 a vnější obvodovou stěnou 12 optického elementu je mezer 301. Vnitřní stěna 300 dutiny 30 je v oblasti nad optickým elementem 1 opatřena vnitřním závitem 3000, který má vhodný profil a stoupání, zejména z hlediska jemnosti závitu 3000 a jeho samosvornosti. Na první ukládací plochu 100 optického elementu 1, ať již vytvořenou přímo na optickém materiálu optického elementu 1 nebo vytvořenou na pomocném kroužku 2, dosedá centrovací kroužek 33, který je na své straně přilehlé k optickému elementu 1 opatřen dosedací plochou 330 ve tvaru negativu první ukládací plochy 100 optického elementu, zde znázorněno tedy ve tvaru komolého kužele s vrcholem V v podélné ose OO tubusu 3, v 20 neznázorněném příkladu pak část toroidu nebo část kruhu s velkým poloměrem, čímž zajišťuje centrování optického elementu 1. Na své protilehlé straně je centrovací kroužek 33 opatřen radiální dosedací plochou 331 ve tvaru mezikruží, na kterou dosedá radiální dosedací plocha 340 pružného kroužku 34, na jehož horní dosedací plochu 341 dosedá maticový kroužek 35 opatřený na své vnějším obvodě závitem 350, který zapadá do vnitřního závitu 3000 ve vnitřní stěně 300 dutiny 30 tubusu 3. Maticový kroužek 35 tak vytváří sílu potřebnou k zatlačení centrovacího kroužku 33 a zajišťuje udržení optického elementu 1 v požadované pozici v tubusu 3.

30 Centrovací kroužek 33 je s výhodou vyroben jako pružný v radiálním směru, např. je na svém obvodu příčně přerušen (přeříznut). Po zatlačení maticovým kroužkem 35 přes pružný kroužek 34 se centrovací kroužek 33 přizpůsobí dutině 30 tubusu 3 a opře se o vnitřní stěnu 300 dutiny 30 tubusu 3 a o první ukládací plochu 100. Výsledkem je tak vystředění centrovacího kroužku 33 vůči tubusu 3, které se přes první ukládací plochu 100 přenesou na optický element 1, který se tím rovněž vystředí vůči tubusu 3.

35 Pružný kroužek 34, který slouží zejména pro regulaci přítlaku na optický element 1 a pro zvýšení odolnosti proti rázovému zatížení optického elementu 1, je ve znázorněném příkladu provedení tvořen kroužkem, který je opatřen soustavou schodovitě po obvodu kroužku 34 uspořádaných radiálních průchozích průřezů 342, které se svými konci vzájemně překrývají. V neznázorněném příkladu provedení je pružný kroužek 34 vytvořen jiným vhodným způsobem, např. pryžovým nebo plastovým plnoprofilovým deformovatelným kroužkem atd.

45 V případě, že optický element 1 je tvořen zrcadlem, pak tato jedna z výše popsaných optických ploch 10, 11 tvoří zrcadlovou odraznou plochu, které je přiřazena příslušná ukládací plocha 100, 110 a druhá z výše popsaných optických ploch 10, 11 je tvořena neodraznou plochou tělesa zrcadlového optického elementu 1, které je přiřazena druhá ukládací plocha 100, 110.

Optický element 1 podle tohoto vynálezu je vyrobitelný několika postupy, které umožňují dosažení potřebné sousosty jednotlivých ploch 10, 100, 11, 110.

50 V případě použití skleněných materiálů pro výrobu optického elementu 1, tj. materiálů typicky používaných v optických soustavách, je možné vyrobit první a druhou ukládací plochu 100, 110 broušením při broušení tvaru optického elementu 1 před leštěním optických ploch 10, 11 nebo při broušení vnějšího obvodu 12 optického elementu 1 po dokončení obou optických ploch 10, 11. V rámci tohoto postupu je pak možné několik variant:

55

1. Výroba první a druhé ukládací plochy 100, 110 při broušení optické plochy, kdy se po dokončení generování druhé optické plochy 11 na jejím obvodu vyfrézuje druhá ukládací plocha 110 kolmá na osu Q optického prvku. Tento způsob výroby zajišťuje vysokou míru sousosti obou ploch 11 a 110. Následně se druhá optická plocha 11 vyleští a optický element 1 se obrátí tak, že dosedne do neznázorněného tmelicího přípravku právě v místech vyfrézované druhé ukládací plochy 110. Tím je zajištěna sousost mechanické osy tmelicího přípravku, optické osy Q optického prvku a středové osy druhé ukládací plochy 110. Následně se vybrousí první optická plocha 10 spolu s první (kuželovou) ukládací plochou 100. Pak následuje běžné leštění, které významně nezmění sousost všech ploch.

2. Obě optické plochy 10, 11 optického elementu 1 se dokončí běžným postupem. Ve finální fázi se při úpravě obvodové plochy 12 optického elementu 1 natmelí optický element 1 na neznázorněný tmelící přípravek pomocí centrovacího stroje tak, aby souhlasila mechanická osa tmelicího přípravku a optická osa Q optického elementu 1. Díky tomu je následně možné vybrousit do povrchu optického elementu 1 obě ukládací plochy 100, 110 s vysokou mírou sousosti vůči oběma optickým plochám 10, 11.

3. Kombinací postupu podle bodu 1 a 2 se na druhé optické ploše 11 vyrobí druhá ukládací plocha 110 již při generování druhé optické plochy 11, a první, kuželová, ukládací plocha 100 se vyrobí až na finalizovaném optickém elementu 1. Toto přináší výhodu zjednodušení výrobního procesu, díky snadnějšímu centrování optického elementu 1 po jeho otočení na opačnou stranu, kdy druhá (rovná, plochá) ukládací plocha 110 dosedá do tmelicího přípravku.

V případě materiálů optického prvku 1 obrobitelných technologií SPDT (jednobodové diamantové obrábění) je výhodné vyrobít ukládací plochy 100, 110 při obrábění finálního tvaru příslušné optické plochy 10, 11, čímž se zajistí perfektní sousost ukládacích ploch 100, 110 a optických ploch 10, 11. Typicky jde o materiály Si, Ge, ZnSe, ZnSe, CaF₂ a kovy (pro zrcadlové elementy).

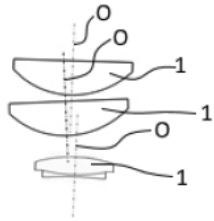
V případě křehkých a málo pevných materiálů pro výrobu optických elementů 1 jsou tyto před obráběním vlepny do pomocného, typicky kovového, prstence 2, který je obráběn spolu optickým elementem 1 některým z výše uvedených způsobů v závislosti na druhu optického materiálu optického elementu 1. Pomocný prsteneček 2 absorbuje kompresní síly a chrání optický element 1 před poškozením rázem, a to nejen při výrobě, ale i při zabudování nebo po zabudování optického elementu do sestavy v tubusu 3.

PATENTOVÉ NÁROKY

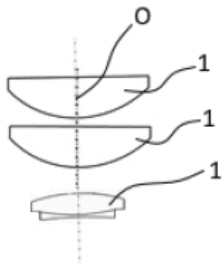
1. Samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození, které obsahuje tubus (3) s průchozí dutinou (30), ve které je uložen optický element (1) upevněný maticovým kroužkem (35), optický element (1) je opatřen druhou ukládací plochou (110), která má tvar mezikruží, je kolmá na optickou osu (O) a její střed (S) leží na optické ose (O), touto druhou ukládací plochou (110) je optický element (1) uložen na boční ploše (310) radiálního výstupku (31) v dutině (30) tubusu (3), která má tvar mezikruží a je kolmá na podélnou osu (OO) tubusu (3), přičemž optický element (1) je dále opatřen první ukládací plochou (100), která má tvar komolého kužele, nebo části toroidu nebo části kruhu s velkým poloměrem, jehož osa je shodná s optickou osou (O) optického elementu (1), přičemž na první ukládací plochu (100) optického elementu (1) dosedá svojí negativní dosedací plochou (330) centrovací kroužek (33), který je v tubusu (3) zajištěn maticovým kroužkem (35), **vyznačující se tím**, že mezi centrovacím kroužkem (33) a maticovým kroužkem (35) je uspořádán pružný kroužek (34).

2. Samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že centrovací kroužek (33) je pružný v radiálním směru.
3. Samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že centrovací kroužek (33) dosedá na první ukládací plochu (100) vytvořenou přímo na optickém materiálu optického elementu (1).
4. Samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že centrovací kroužek (33) dosedá na první ukládací plochu (100) vytvořenou na pomocném prstenci (2), ve kterém je optický element (1) pevně uložen.
5. Optický element (1) pro samocentrující uložení optických prvků s ochranou proti mechanickému poškození podle nároku 4, obsahující dvojici optických ploch (10, 11), přičemž na svém vnějším obvodu je optický element (1) opatřen první ukládací plochou (100), která má tvar komolého kužele, nebo části toroidu nebo části kruhu s velkým poloměrem, jehož osa je shodná s optickou osou (O) optického elementu (1) a současně je optický element (1) opatřen druhou ukládací plochou (110), která má tvar mezikruží, je kolmá na optickou osu (O) optického elementu (1) a její střed (S) leží na optické ose (O) optického elementu (1), **vyznačující se tím**, že obě ukládací plochy (100, 110) jsou vytvořeny na pomocném prstenci (2), ve kterém je optický element (1) pevně uložen.

4 výkresy

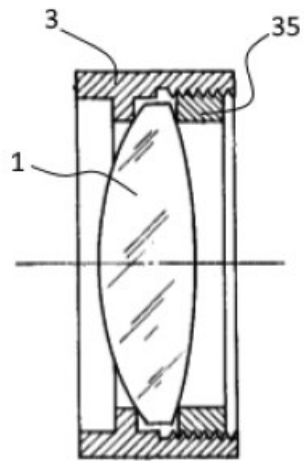


Obr. 1



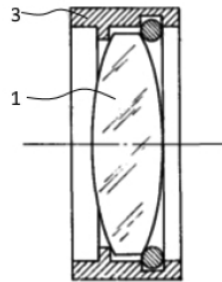
Obr. 1a

Stav techniky



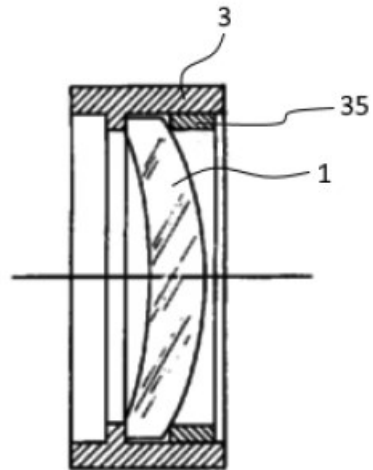
Obr. 2

Stav techniky

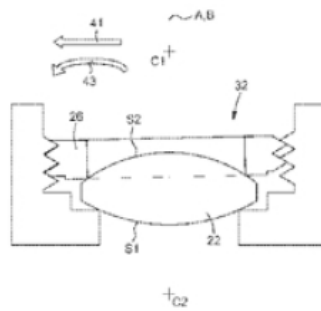


Obr. 2a

Stav techniky

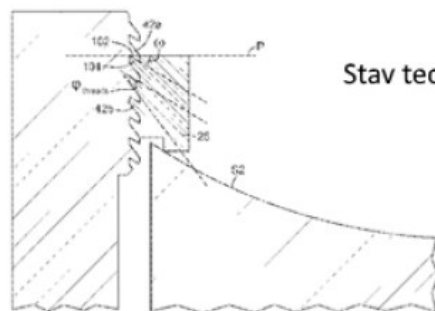


Obr. 2b



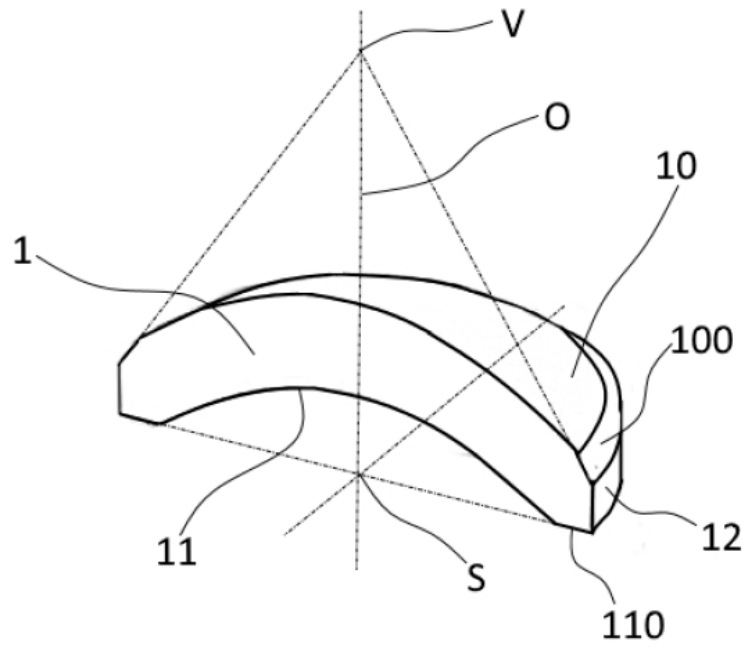
Stav techniky

Obr. 3

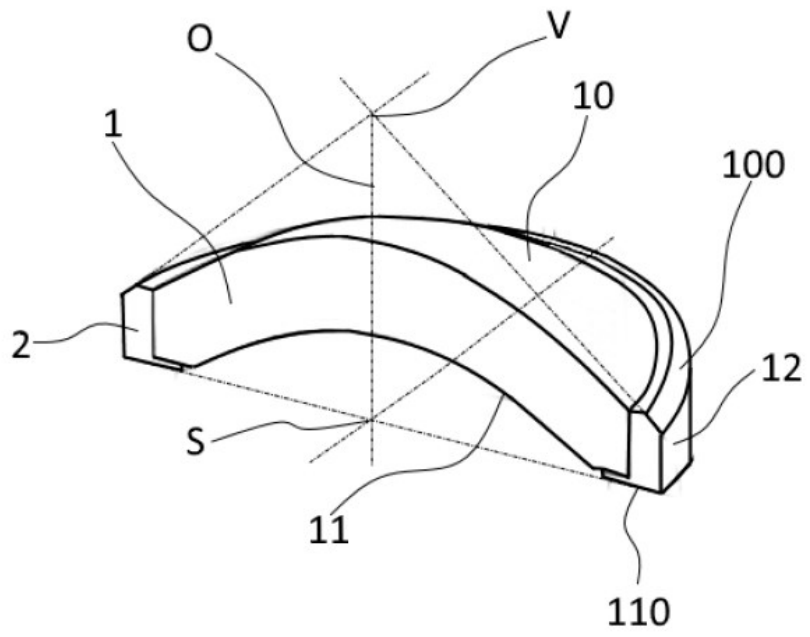


Stav techniky

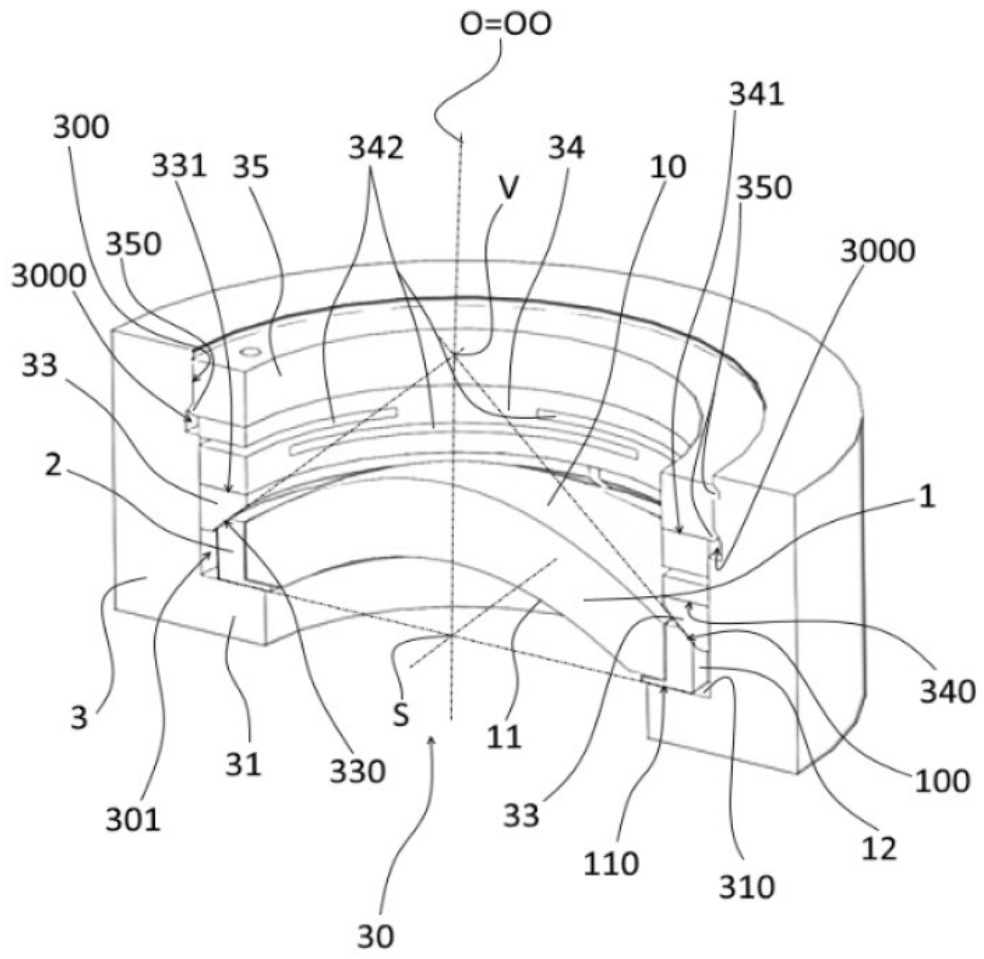
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7