



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Int. Cl.³ G02B 27/00
H01S 3/10

Zgłoszono: 79 09 24 (P. 218470)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 81 03 27

Opis patentowy opublikowano: 1986 09 30

Twórcy wynalazku: Hanna Bogdan, Tadeusz Chrobak, Jan Łuczak,
Romuald Pawluczyk

Uprawniony z patentu: Centralne Laboratorium Optyki,
Warszawa (Polska)

Układ optyczny do zmiany szerokości i rozbieżności wiązek promieniowania laserów

Przedmiotem wynalazku jest układ optyczny do zmiany szerokości i rozbieżności wiązek promieniowania laserów.

Dotychczas znane były pojedyncze niestanowiące ciągu układy optyczne do zmiany szerokości i rozbieżności wiązki promieniowania laserowego przeważnie w postaci lunet typu Galileusza lub Keplera, pracujące w stosunkowo małych otworach względnych np. $1:k = 1:7$. Wśród konstrukcji składników lunet często spotykane były zespoły dwóch soczewek klejonych, co obniżało wytrzymałość na działanie promieniowania laserowego, ponadto dla zapewnienia dobrej korekcji aberracji otwór względny był mały, np. $1:k = 1:7$, co dla uzyskania równoległych wiązek o dużej średnicy wymagało budowy długich układów. Składniki optyczne lunet miały aberracje korygowane dla linii widmowych e, f', c' / d, f, c/ dla achromatów lub dla większej ilości linii niż trzy dla superachromatów lub też były to układy monochromatyczne dla określonej linii promieniowania laserowego. Linie najlepszej korekcji składników lunet różniły się od najczęściej stosowanych linii laserowych. Achromatyzacja układów optycznych w technice laserowej nie jest konieczna, ponieważ zawsze pracują one w promieniowaniu monochromatycznym, a w przypadku zmiany linii promieniowania można je przestrajac.

Celem wynalazku jest uzyskanie zestawu układów optycznych o wysokiej jakości i wytrzymałości na promieniowanie laserowe, przeznaczonych do zmiany szerokości i rozbieżności wiązek promieniowania laserów nie posiadających wad i niedogodności dotychczas stosowanych układów.

Cel ten został osiągnięty przez opracowanie całego zestawu składników dodatnich lub ujemnych o stałym, dużym otworze względnym, zbudowanie składników zestawu wyłączenie z pojedynczych soczewek nieklejonych, skorygowanie aberracji otworowych w całym zakresie widma 488–1060 nm bez achromatyzowania układów optycznych oraz skonstruowanie mechanicznych elementów łączących poszczególne składniki zestawu.

Dzięki opracowaniu całego zestawu składników dodatnich i ujemnych o skokowej zmianie ogniskowej z ilorazem 2 i 1,5, ze stosunkowo niewielkiej liczby składników można uzyskać dużą rodzinę stosunkowo krótkich lunetek Galileusza lub Keplera, dla różnych średnic wiązek lasero-

wych o różnych powiększeniach i różnych rozbieżnościach zmieniających się skokowo o iloczyn 2 i 1,5 lub stosować pojedyncze składniki zestawu do skupiania albo rozpraszania wiązek laserowych przy zachowaniu wymaganego kształtu czoła fali z dokładnością większą niż warunek Rayleigha. Przez zbudowanie składników zestawu wyłącznie z pojedynczych soczewek nieklejonych uzyskano wysoką odporność ich na uszkodzenia promieniowaniem laserowym.

Dzięki skorygowaniu aberracji otworowych (aberracja sferyczna i odstępstwo od warunku sinusów) w całym zakresie widma (dla linii 488 nm, 514,5 nm, 632,8 nm, 694,3 nm, 1060 nm) bez achromatyzowania układów optycznych uzyskano układy o dobrej korekcji i dużym otworze względnym $1:k = 1:3$ przy zastosowaniu typowych szkieł optycznych i małej ilości soczewek.

Dzięki odpowiedniej konstrukcji uchwytu mechanicznego zrealizowano możliwość precyzyjnego współosiowego połączenia dodatnich i ujemnych składników zestawu oraz ich łatwą wymienność, zapewniono możliwość czyszczenia wiązki laserowej (filtracja przestrzenna) a także stworzono możliwość stosowania składników zestawu w różnych urządzeniach i układach badawczych.

Przedmiot wynalazku uwidoczniony jest na rysunkach, na których fig. 1 przedstawia lunetę typu Keplera w schemacie blokowym zbudowaną ze składników zestawu; fig. 2 — lunetę typu Galileusza w schemacie blokowym zbudowaną ze składników zestawu; fig. 3 składnik o ogniskowej $f = 450$ mm w schemacie; fig. 4 — pozostałe składniki o ogniskowych dodatnich w schemacie; fig. 5 — pozostałe składniki o ogniskowych ujemnych w schemacie; fig. 6 — uchwyt mechaniczny łączący dowolne składniki zestawu.

W lunecie typu Keplera równoległa wiązka promieniowania wychodząca z lasera 1 pada na optyczny dodatni składnik 2 zestawu i skupiona zostaje w jego ognisku, w którym znajduje się element czyszczący 3 wiązkę laserową. Po przejściu przed dodatni składnik 4 powstaje znów wiązka równoległa.

Różne kombinacje zestawiania lunet typu Keplera i możliwe uzyskiwane w nich powiększenia oraz szerokości wiązek laserowych przedstawia tabela I.

W lunecie typu Galileusza równoległa wiązka promieniowania wychodząca z lasera 1 przechodzi przez dodatni składnik 5 i ujemny składnik 6 ulegając poszerzeniu. Możliwe uzyskiwane powiększenia i średnice wiązek laserowych w lunecie typu Galileusza przedstawia tabela II.

Przedstawiony na fig. 3 składnik o ogniskowej $f = 450$ mm składa się z czterech soczewek 7, 8, 9 i 10.

Przedstawiony na fig. 4 składnik dodatni składa się z trzech soczewek 11, 12 i 13. Składniki zbudowane z takich soczewek mogą mieć następujące ogniskowe: $f = 300$ mm; $f = 192$ mm; $f = 96$ mm; $f = 48$ mm oraz $f = 24$ mm, w zależności od doboru parametrów tych soczewek.

Przedstawiony na fig. 5 składnik ujemny składa się z trzech soczewek 14, 15 i 16. Składniki zbudowane z takich soczewek mogą mieć następujące ogniskowe: $f = -96$ mm; $f = -48$ mm; $f = -24$ mm; $f = -12$ mm; $f = -6$ mm.

Kolejne promienie krzywizn soczewek w podanym przykładzie szczegółowego rozwiązania oznaczono kolejnymi symbolami od r_1 do r_{20} , grubości soczewek oraz odstępów powietrzne między nimi oznaczono — d_1 do d_{17} , średnicę czynną odpowiedniego składnika oznaczono — D . Dane konstrukcyjne składników zestawu (promienie powierzchni soczewek, odstępów między nimi oraz wartości współczynników załamania i dyspersji szkieł optycznych) przedstawiono w tabeli III oraz w tabeli IV.

W uchwycie mechanicznym przedstawionym na fig. 6 zamocowane są współosiowo tuleję osadczą 18 i 19 z kołkami ustalającymi 21 i gwintowanymi pierścieniami mocującymi 20. Każdy ze składników dodatnich i ujemnych obudowany jest w tuleję 17 zakończoną częścią osadczą z wycięciem i gwintem umożliwiającymi jednoznaczne ustawienie składnika w tulei osadczej 18 i 19.

Przesuw składnika zestawu wzdłuż osi optycznej realizuje się przez obrót pierścienia 22 przesuwającego tuleję osadczą 19 dzięki połączeniu gwintowemu. Wpust 23 zabezpiecza tuleję osadczą 19 przed obrotem. Wewnątrz uchwytu mechanicznego w obudowie 24 umieszczony jest mechanizm krzyżowy 25 z gniazdem, w którym osadzony jest wymienny element 26 z otworem umożliwiającym czyszczenie wiązki laserowej (filtracja przestrzenna). Prawidłowe ustawienie otworu czyszczącego wiązkę laserową uzyskuje się przez przemieszczanie go ruchem krzyżowym w

płaszczyźnie prostopadłej do osi układu. Ruch krzyżowy mechanizmu 25 realizuje się obrotem bębnow śrub mikrometrycznych 27.

Efektem techniczno-ekonomicznym stosowania wynalazku jest unifikacja składników zestawu umożliwiająca ich stosowanie w różnych przyrządach i badawczych układach laserowych.

T a b e l a I

$f/D_{skł_{a_2}}$ $f/D_{skł_{a_4}}$	450/150	300/100	192/64	96/32	48/16	24/8
450/150	1	0,67	0,43	0,21	0,11	0,05
300/100	1,5	1	0,64	0,32	0,16	0,08
192/64	2,34	1,56	1	0,5	0,25	0,125
96/32	4,69	3,125	2	1	0,5	0,25
48/16	9,375	6,25	4	2	1	0,5
24/8	18,75	12,5	8	4	2	1

gdzie:

f — ogniskowa składnika

D — średnica czynna składnika

T a b e l a II

$f/D_{skł_{a_5}}$ $f/D_{skł_{a_6}}$	450/150	300/100	192/64	96/32	48/16	24/8
-96/32	4,69	3,125	2	—	—	—
-48/16	9,375	6,25	4	2	—	—
-24/8	18,75	12,5	8	4	2	—
-12,4	37,5	25	16	8	4	2
- 6/2	75	50	32	16	8	4

T a b e l a III

Składnik o ogniskowej f	Promienie krzywizn	Odległość między powierzchniami	Współczynniki załamania	Liczba Abbego
450	$r_1 = 490$	$d_1 = 19$	1,69401	54,5
	$r_2 = -993$	$d_2 = 10$	1	
	$r_3 = -687$	$d_3 = 12$	1,85504	23,6
	$r_4 = 1820$	$d_4 = 128$	1	
	$r_5 = 299$	$d_5 = 10$	1,85504	23,6
	$r_6 = 172$	$d_6 = 41$	1	
	$r_7 = 173$	$d_7 = 15$	1,69401	54,5
	$r_8 = 769$			
300	$r_9 = 446$	$d^8 = 16$	1,55440	63,3
	$r_{10} = -200$	$d_9 = 6$	1	
	$r_{11} = -194$	$d_{10} = 7$	1,72005	47,7
	$r_{12} = -820$	$d_{11} = 3$	1	
	$r_{13} = 175$	$d_{12} = 15$	1,46619	65,5
	$r_{14} = 993$			
192	$r^9 = 285$	$d_8 = 11$	1,55440	63,3
	$r_{10} = -127$	$d_9 = 4$	1	
	$r_{11} = -123$	$d_{10} = 5$	1,72055	47,7
	$r_{12} = -508$	$d_{11} = 2$	1	
	$r_{13} = 110$	$d_{12} = 10$	1,46619	65,5
	$r_{14} = 562$			
96	$r_9 = 123$	$d_8 = 6$	1,55440	63,3
	$r_{10} = -61$	$d_9 = 2$	1	
	$r_{11} = -59$	$d_{10} = 3$	1,72055	47,7
	$r_{12} = -280$	$d_{11} = 1$	1	
	$r_{13} = 53$	$d = 5$	1,46619	65,5
	$r_{14} = 201$			
48	$r_9 = 60$	$d_8 = 3$	1,55440	63,3
	$r_{10} = -31$	$d_9 = 1$	1	
	$r_{11} = -30$	$d_{10} = 3$	1,72055	47,7
	$r_{12} = -143$	$d_{11} = 1$	1	
	$r_{13} = 27$	$d_{12} = 3$	1,46619	65,5
	$r_{14} = 104$			
24	$r_9 = 28$	$d_8 = 2$	1,55440	63,3
	$r_{10} = -16$	$d_9 = 1$	1	
	$r_{11} = -15$	$d_{10} = 1$	1,72055	47,7
	$r_{12} = -76$	$d_{11} = 1$	1	
	$r_{13} = 12$	$d_{12} = 2$	1,46619	65,5

T a b e l a IV

Składnik o ogniskowej f	Promienie krzywizn	Odległość między powierzchniami	Współczynniki załamania	Liczba Abbego
-96	$r_{15} = 507$	$d_{13} = 4$	1,46619	65,5
	$r_{16} = 83$	$d_{14} = 5$	1	
	$r_{17} = -482$	$d_{15} = 5$	1,71059	47,7
	$r_{18} = -129$	$d_{16} = 2$	1	
	$r_{19} = -166$	$d_{17} = 3$	1,55440	63,3
	$r_{20} = 88$			

-48	$r_{15} = 134$	$d_{13} = 2$	1,46619	65,5
	$r_{16} = 31$	$d_{14} = 3$	1	
	$r_{17} = -117$	$d_{15} = 3$	1,72055	47,7
$r_{18} = -37$	$d_{16} = 1$	1		
	$r_{19} = -36$	$d_{17} = 2$	1,55440	63,3
	$r_{20} = 79$			
-24	$r_{15} = 96$	$d_{13} = 1$	1,46619	65,5
	$r_{16} = 17$	$d_{14} = 2$	1	
	$r_{17} = -62$	$d_{15} = 2$	1,72055	47,7
	$r_{18} = -19$	$d_{16} = 1$	1	
	$r_{19} = -18$	$d_{17} = 1$	1,55440	63,3
	$r_{20} = 40$			
-12	$r_{15} = 62$	$d_{13} = 2$	1,46619	65,5
	$r_{16} = 9$	$d_{14} = 3$	1	
	$r_{17} = -31$	$d_{15} = 2$	1,72055	47,7
	$r_{18} = -10$	$d_{16} = 1$	1	
	$r_{19} = -9$	$d_{17} = 1$	1,55440	63,3
	$r_{20} = 26$			
-6	$r_{15} = 35$	$d_{13} = 1$	1,46619	65,5
	$r_{16} = 5$	$d_{14} = 2$	1	
	$r_{17} = -17$	$d_{15} = 2$	1,72055	47,7
	$r_{18} = -6$	$d_{16} = 1$	1	
	$r_{19} = -5$	$d_{17} = 1$	1,55440	63,3
	$r_{20} = 13$			

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ optyczny do zmiany szerokości i rozbieżności wiązki promieniowania laserów, znamienny tym, że składa się z trzech składników dodatnich (2, 4, 5) i jednego składnika ujemnego (6) mających stały otwór względny i skorygowaną aberrację sferyczną, przy czym składniki (2, 4, 5, 6) są elementami wymiennymi a ich ogniskowe tworzą ciągi geometryczne.

2. Układ optyczny według zastrz. 1, znamienny tym, że składniki (2, 4, 5, 6) zbudowane z pojedynczych soczewek nieklejonych umieszczone są w obudowach o identycznych zakończeniach osadzonych współosiowo w tulejach (18, 19) uchwytu mechanicznego, z możliwością przesuwu wzdłuż wspólnej osi.

3. Układ optyczny według zastrz. 2, znamienny tym, że pomiędzy tulejami osadczymi (18, 19) umieszczone są w mechanizmie ruchu krzyżowego (25) wymienne elementy (26) z otworami, których położenie w płaszczyźnie prostopadłej do osi optycznej układu ustala się przez obrót śrub mikrometrycznych (27).

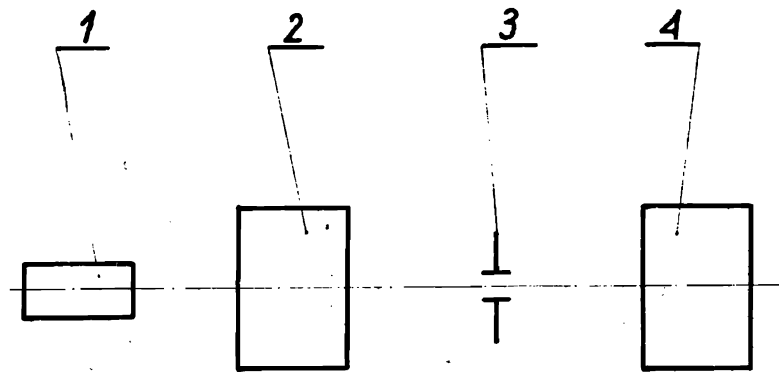


Fig. 1

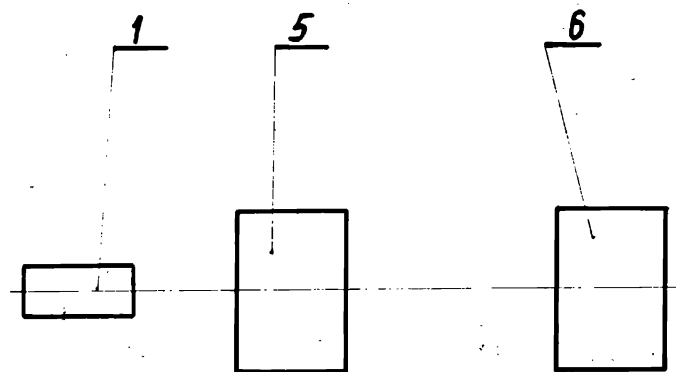


Fig. 2

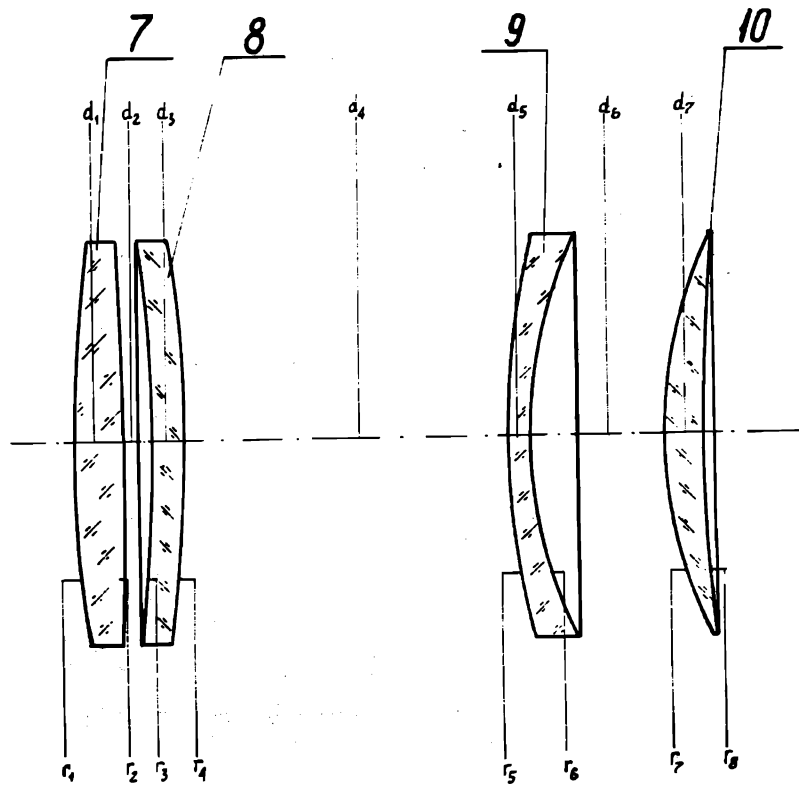


Fig. 3

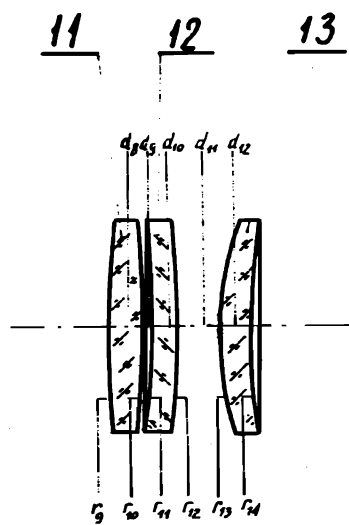


Fig. 4

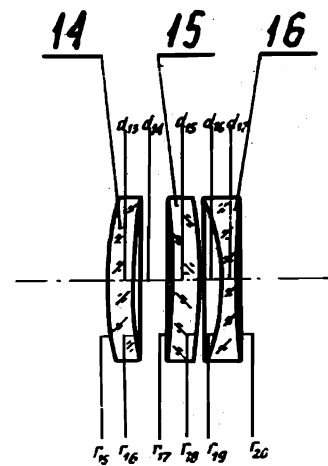


Fig. 5

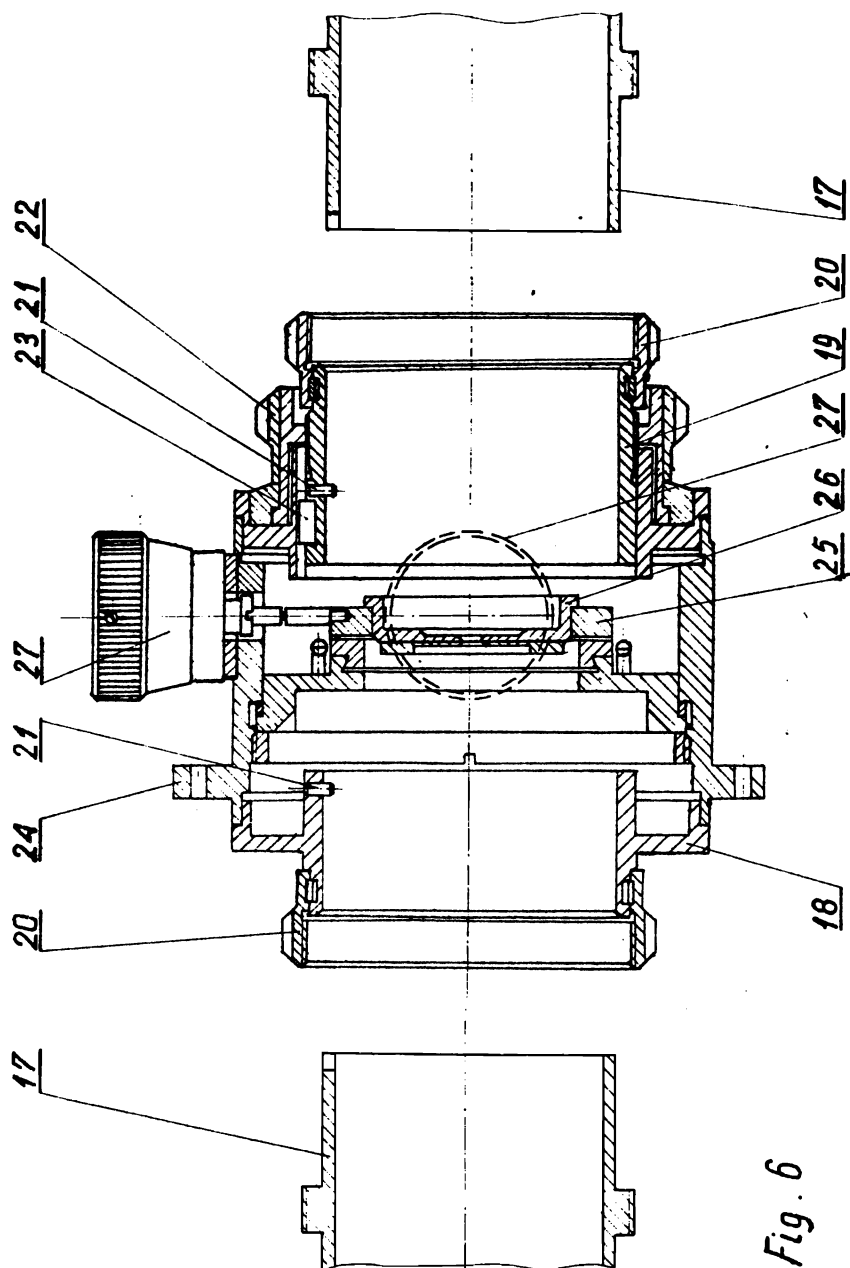


Fig. 6