



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 18.07.1969 (P. 134908)

Pierwszeństwo: 19.07.1968 dla zastrz. 1—3,
6—9, 13, 14, 16, 18
Francja

Zgłoszenie ogłoszono: 26.02.1973

Opis patentowy opublikowano: 5.02.1976

MKP G02b 27/18

Int. Cl.² G02B 27/18

Twórca wynalazku: Pierre Malifaud

Uprawniony z patentu: Pierre Malifaud, Paryż (Francja)

Projektor optyczny

1

Przedmiotem wynalazku jest projektor optyczny składający się ze źródła promieniowania połączonego z układem optycznym odbijającym i skupiającym.

Projekcja kinowa, a ogólnie rzecz biorąc zagadnienie światła skierowanego polega na przeniesieniu na ekran lub na przedmiot jak największej części strumienia emitowanego przez źródło promieniowania i rozłożeniu go w sposób możliwie jednolity.

Dotychczas stosowano do tego celu bądź układy optyczne załamujące, jak soczewki asferyczne i kondensory do projektorów, albo soczewki Fresnela do latarni morskich, reflektorów oświetleniowych stosowanych w teatrze, w muzeach lub do oświetlania pomników, na wystawach i witrynach magazynów itp., bądź też zwierciadła paraboliczne jak zwierciadła lamp stojakowych i lamp elektrycznych bateryjnych, reflektorów samochodowych.

Przy stosowaniu układów optycznych załamujących, pierwszym warunkiem koniecznym dla osiągnięcia maksymalnych wyników jest uchwycenie całego strumienia wysyłanego przez źródło światła, co wymaga układu optycznego umieszczonego w odległości $F/0,5$ przed źródłem i układu optycznego odbijającego, umieszczonego również w odległości $F/0,5$ za źródłem. Układy optyczne stosowane przed źródłem, mają otwór obiektywu, rzadko przekraczający $F/1$, w praktyce sięgający maksymalnie

2

do $F/0,75$. Strumień wchodzący jest proporcjonalny do kąta bryłowego. Przy $F/1$ stosunek strumienia wchodzącego do strumienia wychodzącego wynosi około $1/7,5$. Przy $F/0,75$ ten stosunek wynosi około $1/4$. Przy pomocy zwierciadła sferycznego, umieszczonego za źródłem tak, że tworzy ono lekko przesunięty obraz źródła, można odzyskać, w przybliżeniu w tym samym stosunku, wysłany strumień w drugiej połowie obszaru. Można więc uchwycić ogółem teoretycznie 13% strumienia całkowitego przy $F/1$ i do 25% przy $F/0,75$. W praktyce, po uwzględnieniu strat, wynikłych z różnych aberracji, niemało znaczących przy tych jasnościach ostatecznie uzyskuje się tymi środkami 10 najwyżej do 15% strumienia.

W przypadku zwierciadeł parabolicznych źródło, umieszczone w ognisku, jest częściowo otoczone przez zwierciadło. Tym sposobem uchwyconą jest znaczna część strumienia. Ale w tym samym czasie aberracja komy, właściwa tym zwierciadłom, staje się taka, że część strumienia uchwyconego zostaje rozproszona, jako nie nadająca się do wykorzystania, rozbieżna wiązka. Najczęściej, prawie nigdy, nie można użytkować skutecznie więcej niż 15 do 20% strumienia wysyłanego przez źródło.

Wszystkie układy optyczne, dające obrazy odwrócone, zarówno soczewki asferyczne, jak i zwierciadła paraboliczne wymagają źródeł możliwie punktowych. To pociąga za sobą używanie lamp drogich, nietrwałych o względnie krótkim okresie

użycia. Lampy te są często zasilane niskim napięciem, co stwarza konieczność stosowania transformatorów ciężkich i zajmujących dużo miejsca.

Zadaniem niniejszego wynalazku jest opracowanie układu umożliwiającego osiągnięcie maksymalnych możliwości bliskich teoretycznym założeniom, odnośnie ilości strumienia rzucanego oraz dającego możliwość jednolitego rozłożenia oświetlenia, przy jednoczesnym uniknięciu różnych niedogodności wyżej opisanych rozwiązań.

Dla osiągnięcia tego celu projektor optyczny według wynalazku wyposażony jest w zwierciadło stożkowe lub pryzmatyczne, którego mały przekrój, wraz z układem optycznym odbijającym, skupiającym otacza optycznie źródło promieniowania pod kątem brylowym 4π steradianów.

W projektorze według wynalazku, całość strumienia wysyłanego przez źródło przechodzi przez mały przekrój wejściowy zwierciadła stożkowego lub pierścieniowego i jako, że zwierciadło stożkowe, używane w tym celu jest układem optycznym zdolnym do przetworzenia strumienia na ścisłą wiązkę o małym kącie brylowym, może dzięki temu powstać projektor optyczny o maksymalnej wydajności, bez potrzeby używania punkтового źródła światła. Wystarczy dostosować mały przekrój wyjściowy zwierciadła stożkowego do wielkości używanego źródła.

Projektor według wynalazku jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat projektora według wynalazku, fig. 2 i 3 — dwa przykłady projektora według wynalazku, w którym jako układ optyczny odbijający, skupiający stosuje się odpowiednio: zwierciadło płaskie i zwierciadło płaskie przyłączone do części zwierciadła stożkowego, fig. 4 projektor według wynalazku, w którym układ optyczny odbijający jest utworzony przez zwierciadło półkuliste, fig. 5 i 6 — dwa inne przykłady wykonania projektora według wynalazku, w którym układ optyczny odbijający utworzony jest przez połączenie dwóch zwierciadeł wklęsłych, z których jedno jest kuliste lub eliptyczne, drugie zaś kuliste, fig. 7 — schemat projektora w widoku perspektywicznym, wyposażonego w źródło promieniowania wydłużone, fig. 8 do 10 — różne przykłady wykonania projektora według wynalazku, w których przynajmniej część obwodu własnego źródła promieniowania tworzy układ optyczny odbijający, skupiający, fig. 11 i 12 — dwa układy kilku podstawowych zwierciadeł stożkowych działających równolegle, fig. 13 i 14 — schematy zwierciadła stożkowego, ilustrujące ustalenie optymalnych wymiarów, fig. 15 — zwierciadło stożkowe, zawierające czołowe zwierciadło płaskie, posiadające środkową część przezroczystą, fig. 16 — schematyczny przekrój dwóch elementarnych zwierciadeł stożkowych, ilustrujący ustalenie optymalnych wymiarów ich przekrojów wyjściowych, fig. 17 — w perspektywie układ, zawierający cztery elementarne zwierciadła stożkowe.

Projektor optyczny, przedstawiony na fig. 1 zawiera źródło 1 promieniowania w postaci żarówki, umieszczonej w układzie optycznym odbijającym, skupiającym 2, o dowolnej postaci, otaczającym

źródło 1 wraz ze zwierciadłem stożkowym pod kątem brylowym 4π steradianów. Mały przekrój 4 zwierciadła stożkowego 3 o powierzchni co najmniej równej całkowitej strefie emitującej źródła 1, jest umieszczony w otworze układu optycznego odbijającego 2. Przy takim układzie, całość strumienia emitowanego przez źródło 1, przechodzi bądź bezpośrednio, bądź po pewnej liczbie odbić, przez mały przekrój 4 zwierciadła stożkowego 3 i jest skierowana przez wewnętrzne odbicia do dużego przekroju wyjściowego 5 zwierciadła, gdzie powstaje strumień w kształcie wiązki promieni o półkacie rozwartości θ_1 . Należy zaznaczyć, że zwierciadło stożkowe 3 może być wydrążone lub pełne i utworzone z materiału optycznie załamującego, takiego jak szkło.

W pierwszym przykładzie wykonania, źródło promieniowania jest umieszczone w płaszczyźnie małego przekroju zwierciadła stożkowego (fig. 2 do 4).

Zgodnie z fig. 2 i 3 układ optyczny odbijający, skupiający jest utworzony przez co najmniej jedno zwierciadło płaskie 6, łączące się z małym przekrojem 4 zwierciadła stożkowego 3. W przykładzie przedstawionym na fig. 2, zwierciadło płaskie 6 jest umieszczone w bezpośrednim sąsiedztwie małego przekroju i bezpośrednio z nim połączone. W przykładzie przedstawionym na fig. 3, zwierciadło płaskie jest połączone ze zwierciadłem stożkowym 3 za pośrednictwem zwierciadła stożkowego 7, które stanowi przedłużenie geometryczne zwierciadła stożkowego 3.

We wszystkich przykładach rozwiązań, w których źródło promieniowania jest względnie duże, korzystniej jest stosować układ optyczny odbijający, utworzony przez co najmniej dwa zwierciadła płaskie, ustawione w kształcie litery „V” względem źródła. Tym sposobem, w przypadku prostego zwierciadła płaskiego część promieni, wysyłanych przez źródło, a następnie odbitych w jego kierunku jest pochłonięta, w przypadku zaś dwóch zwierciadeł, ustawionych na kształt „V”, część promieni zostaje odbita poza źródło i odzyskana z korzyścią dla projekcji.

Najkorzystniej optyczny układ odbijający i skupiający stanowi zwierciadło, którego przekrój poprzeczny posiada kształt ewolwenty, tworząc przekrój poprzeczny odpowiadający źródłu promieniowania.

W przykładzie przedstawionym na fig. 4 zwierciadło 8 układu optycznego odbijającego i skupiającego, jest wklęsłe i ma kształt półkuli, której środek geometryczny znajduje się zasadniczo w środku małego przekroju 4 zwierciadła stożkowego 3. Zwierciadło 8 korzystnie również posiada kształt cylindryczny i ma w przekroju poprzecznym kształt półkola. Zwierciadło cylindryczne jest zamknięte na dwóch krańcach dwoma zwierciadłami, np. płaskimi i prostopadłymi do osi.

Takie ułożenie jest szczególnie korzystne, kiedy samo źródło promieniowania jest wydłużone, a osi cylindra pokrywa się wtedy z osią źródła.

Celem uniknięcia pochłaniania promieni przez źródło po odbiciu w układzie optycznym i skupiającym, konieczne jest przesunięcie środka przekroju kołowego zwierciadła 8 w stosunku do źródła

promieniowania w ten sposób, aby obraz źródła wytworzonego przez to zwierciadło nie pokrywał się ze źródłem.

Układ optyczny odbijający wspólnie ze zwierciadłem stożkowym nie otacza w sensie materialnym źródła promieniowania pod kątem brylowym 4π steradianów, ale otacza optycznie, tj. w taki sposób, że każdy promień, wysyłany przez źródło w zakresie kąta brylowego 4π steradianów, napotyka na swej drodze bądź zwierciadło skupiające lub mały przekrój zwierciadła stożkowego. Dla zapewnienia wentylacji i chłodzenia źródła, korzystne jest pozostawienie wolnej przestrzeni 9 (fig. 4) między obrzeżem zwierciadła układu 8 a małym przekrojem 4 zwierciadła stożkowego.

Według innego przykładu wykonania projektora według wynalazku (fig. 5) układ optyczny odbijający i skupiający utworzony jest z dwóch sferycznych zwierciadeł 11 i 12, o wierzchołkach przeciwnych i o tej samej osi optycznej, co zwierciadło stożkowe: jedno z tych zwierciadeł wklęsłych 11 ma środek geometryczny 13, położony w połowie odległości między źródłem promieniowania 1 i małym przekrojem 4 zwierciadła stożkowego 3, a drugie zwierciadło układu 12 ma środek geometryczny w środkowej płaszczyźnie źródła 1 oraz posiada wybranie 14, przez które przechodzi zwierciadło stożkowe 3.

Według przykładu wykonania, przedstawionego na fig. 6, dwa zwierciadła wklęsłe, o wierzchołkach przeciwnych i o tej samej osi optycznej co zwierciadło stożkowe 3 tworzą układ optyczny odbijający, skupiający; jedno ze zwierciadeł 15 jest eliptyczne i posiada wewnętrzne ognisko F_1 położone w płaszczyźnie środkowej źródła promieniowania, drugie zaś, ognisko F_2 w środku małego przekroju 4 zwierciadła stożkowego 3, przy czym drugie zwierciadło sferyczne 16 ma środek geometryczny położony w środkowej płaszczyźnie źródła promieniowania oraz posiada wybranie 17 otaczające mały przekrój 4 zwierciadła stożkowego 3.

Kiedy źródło ma kształt wydłużony, zwierciadła kuliste lub elipsoidalne są korzystnie zastąpione przez zwierciadła cylindryczne, o przekroju poprzecznym kołowym lub eliptycznym i o osiach, pokrywających się z osią źródła.

Korzystnie stosuje się zwierciadło sferyczne 16, którego krawędź nie styka się z krawędzią zwierciadła eliptycznego 15; lecz znajduje się w tej samej płaszczyźnie co krawędź zwierciadła eliptycznego 15 i na zewnątrz tego zwierciadła. W tym przypadku, wybranie 17 zwierciadła sferycznego 16 jest cofnięte w kierunku dużego przekroju zwierciadła stożkowego 3, którego mały przekrój 4 przenika wówczas do zwierciadła sferycznego 16, przy czym środek geometryczny zwierciadła 16 jest również usytuowany w środkowej płaszczyźnie źródła promieniowania 1, a ognisko F_2 zwierciadła eliptycznego 15 położone jest w środku małego przekroju 4 zwierciadła stożkowego 3. Dzięki temu przyrząd optyczny według wynalazku może być chłodzony bardziej wygodnie i skutecznie.

Fig. 7 przedstawia projektor optyczny według wynalazku do oświetlenia promieniami skupionymi, np. mający zastosowanie przy reflektorach sa-

mochodowych. W tym przypadku źródło promieniowania 1 ma kształt cylindryczny i wykonane jest np. z włókna wolframowego w kształcie skrętki wydłużonej lampy halogenowej; układ optyczny odbijający składa się z dwóch zwierciadeł cylindrycznych 18, 19, których przekroje pod względem kształtu i ułożenia są analogiczne do przedstawionych na fig. 5. Zwierciadło 3 ma tutaj kształt pryzmatyczny, a prostokątny mały przekrój 4 przenika do zwierciadła 19. Boczne powierzchnie zwierciadeł cylindrycznych 18, 19 są zamknięte płaskimi zwierciadłami 20. Duży przekrój 5 zwierciadła pryzmatycznego 3 ma również kształt prostokąta wydłużonego. W ten sposób wiązka promieni wychodzących z dużego przekroju 5, stanowiącego tutaj rolę szczeliny, ma postać płaskiej wiązki promieni skierowanych, oświetlając ulicę w płaszczyźnie lekko pochylonej do dołu. Ponadto, duży przekrój 5 zwierciadła jest korzystnie wyposażony w element optyczny 21 lekko załamujący, celem zmniejszenia rozwarości wiązki promieni.

Jak widać na fig. 8 do 10, układ optyczny odbijający, skupiający 2 stanowiący obudowę źródła promieniowania 1, posiada przynajmniej częściowo powłokę optycznie odbijającą oraz w strefie przyległej do zwierciadła stożkowego, część przezroczystą 22.

Na fig. 8 obudowa źródła 1, np. w postaci żarzącego się włókna, składa się z bańki szklanej, która stanowi zwierciadła eliptyczne 23 i zwierciadła sferyczne 24 o wierzchołkach przeciwnych i o tej samej osi optycznej co zwierciadło stożkowe. Zwierciadło eliptyczne tylne 23 ma ognisko wewnętrzne F_1 w środkowej płaszczyźnie źródła 1 i drugie ognisko F_2 w płaszczyźnie części przezroczystej 22, wykonane na wierzchołku przedniego zwierciadła sferycznego 24. Środek geometryczny zwierciadła 24 znajduje się w płaszczyźnie środkowej źródła 1, tj. w ognisku F_1 i na osi optycznej zwierciadła stożkowego, nie pokazanego na rysunku. Wielkość części przezroczystej 22 jest równa wielkości małego przekroju zwierciadła stożkowego, które styka się z tą częścią.

W przykładach przedstawionych na fig. 9 i 10, zwierciadło stożkowe składa się z dwóch części 3a i 3b, z których część zawierająca mały przekrój umieszczona jest wewnątrz obudowy źródła promieniowania 1, natomiast część zawierająca duży przekrój 5 znajduje się na zewnątrz wnęki-obudowy i z pierwszą częścią 3a zwierciadła stożkowego jest połączona optycznie. Obudowa źródła 1 składa się z jednego zwierciadła półkolistego tylnego 25, którego środek geometryczny pokrywa się ze środkiem małego przekroju 4 zwierciadła stożkowego i ze źródłem promieniowania, przy tym obraz źródła, wytworzony przez wspomniane zwierciadło jest nieco przesunięty w stosunku do świecącego ciała tego źródła. W tych przykładach wykonania przednia część 26 bańki pozostaje przezroczysta, gdyż nie odgrywa żadnej roli pod względem optycznym.

Według przykładu, przedstawionego na fig. 9, przednia część 26 bańki posiada występ zewnętrzny 27, z częścią przezroczystą 22, służący do pomieszczenia tylniej części 3a zwierciadła stożkowe-

go 3 oraz do osadzenia tylnego końca przedniej części 3b zwierciadła stożkowego 3.

Według innego przykładu nie przedstawionego na rysunku, występ ten ma korzystnie przedłużenie do przodu i zaopatrzony jest z boku w powłokę odbijającą, tworząc część przednią 3b zwierciadła stożkowego.

Ponadto, jak to wynika z fig. 11 i 12, zwierciadło stożkowe lub pryzmatyczne może być utworzone z wiązki zwierciadeł elementarnych 3 o tym samym kształcie oraz pracujących równolegle. Zwierciadła elementarne mają postać ostrosłupów, łączonych wzdłuż ścian bocznych i posiadających jako podstawy trójkąty równoboczne, kwadraty lub sześciokąty. Zwierciadła elementarne mogą być również włóknami optycznymi stożkowymi. Dzięki takiemu układowi zwierciadeł elementarnych można znacznie zmniejszyć długość całkowitą zwierciadła stożkowego 3. W rzeczywistości, długość każdego zwierciadła elementarnego jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego ilości tych zwierciadeł elementarnych.

We wszystkich przypadkach, gdzie strefa oświetlana ma kontur w formie wyraźnie określonej, np. w przypadku diapozytywu danego formatu, umieszczonego w aparacie projekcyjnym, korzystnie, duży przekrój 5 zwierciadła stożkowego 3 ma kontur jednokładny rzutu prostokątnego (konturu strefy oświetlanej) na płaszczyźnie prostopadłej do osi wiązki oświetlającej. Tym sposobem cały strumień wychodzący jest wykorzystywany skutecznie, skoro jest w całości prowadzony w kierunku strefy oświetlanej.

Aby uzyskać przy użyciu projektora według wynalazku, optymalne rezultaty, korzystnym jest określać wymiary zwierciadła stożkowego 3, posługując się wzorami, podanymi poniżej dla różnych ogólnych przypadków zastosowania.

W pierwszym przykładzie przedstawionym na fig. 13 w celu uzyskania równomiernego rozłożenia strumienia, wykorzystuje się w wiązce promieni wychodzących ze zwierciadła stożkowego tylko część środkową o półkacie rozwartości Θ_1 . Z tego wynika strata strumienia, która może być zmniejszona do wielkości z góry określonej $(1-\eta)$, pod warunkiem określenia wymiarów zwierciadła stożkowego według następujących zależności:

$$\frac{S_1}{S_2} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin (\Theta_1 + \gamma)} \right]^2 \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \Theta_1} - 1}} = \eta$$

gdzie:

- S_1 i S_2 są powierzchniami dużego i małego przekroju zwierciadła,
- γ jest połową kąta wierzchołka zwierciadła,
- Θ_1 jest połową kąta rozwarcia wiązki wychodzącej z dużego przekroju zwierciadła i tworzącej oświetlenie jednorodne,
- η jest wartością z góry określoną sto-

sunku między strumieniem, utworzonym przez wiązkę promieni wychodzącą przez duży przekrój i strumieniem wchodzącym do małego przekroju zwierciadła.

Praktycznie: S_2 — należy bezpośrednio od wymiarów źródła promieniowania, Θ_1 — jest połową kąta rozwartości wiązki oświetlającej, a $(1-\eta)$ jest z góry określoną, założoną stratą strumienia. Otrzymuje się więc ze wzorów wartości S_1 i γ , co wystarcza dla skonstruowania zwierciadła stożkowego i uzyskaniażądanego wyniku.

W drugim przypadku przedstawionym na fig. 14, w celu przeniesienia w całości strumienia do strefy oświetlanej, zakłada się istnienie poza częścią strumienia rozchodzącą się równomiernie, części brzegowej strumienia dodatkowego o półkacie rozwarcia Θ_1' ($\Theta_1' > \Theta_1$), której rozłożenie nie może być równomierne. Można obniżyć różnicę między rozwartością części centralnej i brzegowej, ustalając z góry określoną wartość współczynnika jednorodności oświetlenia i charakteryzującego tę różnicę, pod warunkiem określenia wymiarów zwierciadła stożkowego według następujących zależności:

$$\frac{S_1}{S_2} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin (\Theta_1' - \gamma)} \right]^2 \cdot \left[1 - \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \Theta_1'} - 1} \right]^2 = \tau$$

gdzie:

- S_1 i S_2 są odpowiednio powierzchniami dużego i małego przekroju zwierciadła,
- γ jest połową kąta wierzchołkowego zwierciadła,
- Θ_1' jest połową kąta rozwarcia wiązki promieni wychodzącej dużym przekrojem i przenoszącej całość strumienia uchwyconego w małym przekroju zwierciadła,
- τ jest wartością z góry określoną współczynnika jednorodności oświetlenia, charakteryzującego stosunek między oświetleniem minimalnym i maksymalnym, wytworzonym przez wiązkę promieni zwierciadła.

Podobnie jak poprzednio z góry przyjmuje się wartości S_2 , Θ_1' i τ i wylicza się S_1 i γ .

W praktyce może być tak, że obliczona wartość S_1 przekroju wyjścia 5 zwierciadła stożkowego 3 jest za duża w stosunku do innych wielkości. Ma to miejsce w przypadku projektora do przeźroczy, w którym format dużego przekroju wyjściowego 5 jest ograniczony przez format przeźrocza w takim stopniu, że wielkość S_1 określona przez wzory jest zbyt duża.

Zgodnie z przykładem wykonania według wynalazku przedstawionym na fig. 15 stosuje się przy przekroju wyjściowym 5 o powierzchni S_1 , określonej powyższymi wzorami, zwierciadło płaskie 29, którego powierzchnia obijająca zwrócona jest w kierunku wnętrza zwierciadła stożkowego i która ma wycięty w części środkowej otwór 30 o wymia-

rach dostosowanych do omawianych wielkości. Tym sposobem część strumienia, wchodząca do dużego przekroju 5 na zewnątrz otworu, jest odysktywana, tzn., że po pewnej ilości odbić wewnętrznych przechodzi przez otwór 30 z takim efektem, że przeciętne oświetlenie w przekroju jest większe niż przeciętne oświetlenie dużego przekroju 5, bez otworu.

Poza tym zwierciadło płaskie z otworem można zastosować dla osiągnięcia zmniejszenia połowy rozwarości wychodzącej wiązki promieni bez zwiększenia długości zwierciadła stożkowego co dotyczy szczególnie reflektorów, gdzie dzięki zastosowaniu płaskiego zwierciadła z otworem stosunek S_1 (S_2 i S_3) S_4 jest zwiększony, a kąty Θ_1 lub Θ_1' są zmniejszone.

Przy stosowaniu kilku elementarnych zwierciadeł stożkowych, pryzmatycznych lub ostrosłupowych, połączonych wzdłuż ich ścian bocznych i działających równolegle (fig. 16), ich osie optyczne są pochylone w stosunku do głównej osi optycznej tak, że całkowita wielkość półkąta rozwarości wiązki promieni, wychodzących z całości zwierciadeł elementarnych jest zwiększona.

Zgodnie z wynalazkiem, tę niedogodność zmniejsza się.

Na fig. 16 przedstawiono przekrój pionowy dwóch zwierciadeł elementarnych, ostrosłupowych 31 i 32, których osie optyczne 33 i 34 są nachylone do głównej osi optycznej 35 pod kątem, równym połowie kąta wierzchołkowego.

Zgodnie z wynalazkiem powierzchnie wyjściowe 36 i 37 zwierciadeł elementarnych 31 i 32 — całkowitego przekroju wyjściowego 5 — są nachylone względem małego całkowitego przekroju wejściowego 4 oraz przecinają się na osi optycznej 35, wzdłuż prostej 38. Przy zastosowaniu więcej niż dwóch zwierciadeł elementarnych, np. czterech, przecięcie powierzchni wyjściowych zwierciadeł elementarnych sprowadza się do jednego punktu.

Umieszczenie prostej lub punktu 38 przecięcia lub też połączenia na głównej osi optycznej 35 jest określone wzorami, omówionymi w dalszej części opisu.

Wszystkie powierzchnie wyjściowe zwierciadeł elementarnych łączą się na osi optycznej wewnątrz zwierciadła utworzonego ze zwierciadeł elementarnych, a przekrój połączenia części brzegowych powierzchni wyjściowych z powierzchniami bocznymi zwierciadeł elementarnych, jednorodnych ma średnicę większą od średnicy przekroju łączenia wszystkich powierzchni wejściowych.

Tym sposobem, promień 39 wychodzący z punktu położonego na płaszczyźnie prostopadłej; przechodzącej przez punkt łączenia 38 i nachylony w dół pod kątem Θ w stosunku do osi optycznej 33 elementarnego zwierciadła stożkowego 31, jest nachylony pod kątem $(\Theta - \gamma)$ do głównej osi optycznej 35 oraz może swobodnie wyjść ze zwierciadła stożkowego, gdyż wpływ nachylenia osi 33 do osi 35 jest tu dodatni.

Przeciwnie, promień 40 wychodzący z tego samego punktu co promień 39, lecz odchylony w stosunku do osi optycznej 33 w górę pod kątem Θ ma w stosunku do głównej osi optycznej 35, nachyle-

nie $(\Theta + \gamma)$. Korzystnym jest więc spowodowanie dodatkowego odbicia promienia 40 w zwierciadle elementarnym 31, w ten sposób, że przy wyjściu jego nachylenie do głównej osi optycznej 35 jest równe $(\Theta - \gamma)$.

W pierwszym przypadku — przekrój prostopadły wszystkich powierzchni wyjściowych zwierciadeł elementarnych, odpowiadający wymogom oświetlenia jednorodnego, posiada wymiary określone poniższymi zależnościami:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{S_1'}{S_2} &= \left[\frac{\cos \gamma}{\sin (\Theta_1 + 2\gamma)} \right]^2 \\ \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\Theta_1 + \gamma)} - 1}} &= \eta \end{aligned} \right.$$

gdzie:

S_1 i S_2 są odpowiednio polami przekroju prostopadłego, łączącego i małego przekroju wszystkich zwierciadeł elementarnych,

γ jest połową kąta wierzchołkowego każdego zwierciadła elementarnego,

$(\Theta_1 + \gamma)$ jest wartością połowy kąta rozwarości wiązki promieni wychodzących przez przekrój wyjściowy zwierciadeł,

η jest wartością z góry określoną, wyrażającą stosunek między strumieniem promieni wychodzących przez przekrój wyjściowy zwierciadeł i strumieniem wchodzącym przez ich mały przekrój.

W tym samym przypadku może być korzystne określenie prostopadłego przekroju, w którym części brzegowe powierzchni wyjściowych zwierciadeł stykają się z odpowiadającymi ścianami bocznymi zwierciadeł elementarnych przez następujące zależności:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{S_1''}{S_2} &= \left[\frac{\cos \gamma}{\sin \Theta_1} \right]^2 \\ \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\Theta_1 - \gamma)} - 1}} &= \eta' \end{aligned} \right.$$

gdzie:

S_1'' i S_2 są odpowiednio powierzchniami przekroju prostopadłego, w którym krańcowe powierzchnie wyjściowych stykają się z odpowiednimi powierzchniami bocznymi zwierciadeł elementarnych oraz małego przekroju wszystkich zwierciadeł elementarnych,

$\Theta_1 - \gamma$ jest wartością półkąta rozwarcia wiązki promieni wychodzących przez wymieniony przekrój prostopadły,

η' jest wielkością z góry określoną wyrażającą stosunek między strumieniem promieni wychodzących przez przekrój prostopadły i strumieniem wchodzącym przez mały przekrój.

W drugim przypadku przekrój prostopadły w miejscu styku krawędzi wszystkich powierzchni wyjściowych zwierciadeł elementarnych odpowiadający wymogom utrzymania całego strumienia, posiada wymiary określone poniższymi zależnościami:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sigma'}{S_3} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin \Theta_1'} \right]^2 \\ \left[1 - \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\Theta_1' + \gamma)} - 1} \right]^2 = \tau \end{array} \right.$$

gdzie:

σ' i S_3 są polami przekroju prostopadłego połączenia wymienionego i małego przekroju całości zwierciadeł elementarnych,

$\Theta_1' + \gamma$ jest wielkością półkąta rozwartości wiązki promieni, wychodzących przez przekrój połączenia,

γ jest połową kąta wierzchołkowego każdego ze zwierciadeł elementarnych,

τ jest wielkością z góry określoną współczynnika jednorodności, charakteryzującego stosunek między oświetleniem minimalnym i oświetleniem maksymalnym, wytworzonym przez wiązkę promieni przez wspomniany przekrój połączenia.

W tym samym przypadku, może być korzystne określenie przekroju prostopadłego, w którym partie brzegowe powierzchni wyjściowych są połączone z odpowiadającymi powierzchniami bocznymi zwierciadeł elementarnych przez poniższe zależności wymiarowe:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sigma''}{S_3} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin (\Theta_1' - 2\gamma)} \right]^2 \\ \left[1 - \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\Theta_1' - \gamma)} - 1} \right]^2 = \tau' \end{array} \right.$$

gdzie:

σ'' i S_3 są odpowiednio powierzchniami przekroju prostopadłego wyżej wymienionego połączenia i małego przekroju zespołu wszystkich zwierciadeł elementarnych,

γ jest połową kąta wierzchołkowego każdego ze zwierciadeł elementarnych,

$\Theta_1' - \gamma$ jest wartością połowy kąta rozwartości wiązki promieni wychodzących przez przekrój prostopadły połączenia,

τ' jest wartością z góry określoną współczynnika jednorodności charakteryzującą stosunek między oświetleniem minimalnym i oświetleniem maksymalnym, wytworzonym przez wiązkę promieni wychodzących przez wspomniany przekrój połączenia.

Fig. 17 przedstawia projektor optyczny, przeznaczony np. do oświetlenia kierunkowego, zawierający w części przedniej układu optycznego odbijającego i skupiającego 41 zwierciadło typu stożkowe-

go 42, które tu jest ostrosłupowe, wewnątrz którego umieszczone są zwierciadła płaskie 43, 44, 45, 46; zmontowane krzyżowo i ograniczające z powierzchniami zewnętrznymi zwierciadła 42, cztery zwierciadła elementarne. Krawędzie czołowe 43', 44', 46, tych zwierciadeł płaskich są nachylone ku wnętrzu zwierciadła piramidального i łączą się w punkcie 38 jednym z poprzednio opisanych sposobów.

Układ optyczny odbijający i skupiający 41, korzystnie składa się z żarówki, której część świecąca 47, jest wydłużona i nieco przesunięta w stosunku do głównej osi optycznej celem uniknięcia pochłaniania promieniowania przez część świecąca.

Zastrzeżenia patentowe

1. Projektor optyczny utworzony ze źródła promieniowania i układu optycznego odbijającego, skupiającego, **znamienny tym**, że posiada zwierciadło (3) stożkowe lub pryzmatyczne, którego mały przekrój (4) w połączeniu z układem optycznym odbijającym i skupiającym (2), otacza optycznie źródło (1) promieniowania w zakresie kąta bryłowego 4π steradianów.

2. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że źródło promieniowania (1) jest umieszczone w płaszczyźnie małego przekroju (4) zwierciadła stożkowego.

3. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że układ optyczny (2) odbijający i skupiający jest utworzony przez co najmniej jedno zwierciadło płaskie (6) połączone z małym przekrojem (4) zwierciadła stożkowego (3).

4. Projektor według zastrz. 2 i 3, **znamienny tym**, że zwierciadło płaskie jest połączone z małym przekrojem (4) zwierciadła stożkowego (3) przez zwierciadło stożkowe (7) stanowiące przedłużenie zwierciadła stożkowego (3).

5. Projektor według zastrz. 3 i 4, **znamienny tym**, że układ optyczny odbijający i skupiający (2) zawiera co najmniej dwa zwierciadła płaskie nachylone w kierunku źródła promieniowania, mające kształt litery „V”.

6. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że układ optyczny odbijający i skupiający zawiera zwierciadło, którego co najmniej jeden prostopadły przekrój ma kształt ewolwenty.

7. Projektor według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że układ optyczny odbijający i skupiający jest utworzony przez zwierciadło wklęsłe (8), posiadające co najmniej jeden przekrój półkolisty, którego środek geometryczny pokrywa się ze środkiem małego przekroju (4) zwierciadła stożkowego (3).

8. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że układ optyczny odbijający i skupiający (2) jest utworzony przez dwa zwierciadła wklęsłe (11 i 12), o wierzchołkach przeciwnych i o tej samej osi optycznej co zwierciadło stożkowe, przy czym zwierciadło (11) ma środek geometryczny umieszczony w środku odległości między źródłem promieniowania (1) a małym przekrojem (4) zwierciadła stożkowego (3), a zwierciadło (12) ma środek geometryczny w środkowej płaszczyźnie źródła pro-

13

mieniowania (1) i posiada wybranie (14), przez które przechodzi zwierciadło stożkowe (3).

9. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że układ optyczny odbijający i skupiający jest utworzony z dwóch zwierciadeł wklęsłych (15) i (16) o wierzchołkach przeciwnych i o tej samej osi optycznej co zwierciadło stożkowe, przy czym zwierciadło (15) jest eliptyczne, z ogniskiem wewnętrznym (F_1) położonym w środkowej płaszczyźnie źródła promieniowania (1), a drugim ogniskiem (F_2) położonym w środku małego przekroju (4) zwierciadła stożkowego (3), a zwierciadło (16) posiada przekrój kołowy o środku geometrycznym w płaszczyźnie środkowej źródła promieniowania (1) i posiada wybranie (17), otaczające mały przekrój (4) zwierciadła stożkowego (3).

10. Projektor według zastrz. 8, 9, **znamienny tym**, że zwierciadła wklęsłe mają kształt brył powstałych z obrotu dookoła osi optycznej zwierciadła stożkowego (3).

11. Projektor według zastrz. 8, 9, **znamienny tym**, że zwierciadła wklęsłe są zwierciadłami cylindrycznymi, których tworzące są prostopadłe do osi optycznej zwierciadła stożkowego.

12. Projektor według jednego z zastrz. 1, 3, 5 do 9, **znamienny tym**, że układ optyczny odbijający i skupiający (2) stanowiący obudowę źródła promieniowania (1), pokryty jest przynajmniej częściowo powłoką odbłaskową i zawierającą w strefie przyległej do zwierciadła stożkowego (3) część przezroczystą (22).

13. Projektor według zastrz. 12, **znamienny tym**, że przynajmniej część zwierciadła stożkowego (3) jest umieszczona w obudowie źródła promieniowania, a element emitujący źródła (1) jest umieszczony w małym przekroju (4) zwierciadła stożkowego (3).

14. Projektor według zastrz. 13, **znamienny tym**, że zwierciadło stożkowe (3) jest podzielone na dwie części, z których część (3a) zawierająca mały przekrój (4) jest usytuowana wewnątrz obudowy właściwej źródła promieniowania (1), a druga część (3b) zawierająca duży przekrój (5) usytuowana jest na zewnątrz obudowy i jest połączona optycznie z pierwszą częścią (3a) zwierciadła stożkowego (3).

15. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zwierciadło (3) jest utworzone przez zespół zwierciadeł elementarnych (3') o tych samych kształtach.

16. Projektor według zastrz. 15, **znamienny tym**, że zwierciadła elementarne (3') mają postać ostrosłupów, łączących się ścianami bocznymi oraz posiadających jako podstawy trójkąty równoboczne, kwadraty lub sześciokąty.

17. Projektor według zastrz. 15 i 16, **znamienny tym**, że zwierciadła elementarne (3') są włóknami optycznymi stożkowymi.

18. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że duży przekrój (5) zwierciadła stożkowego (3) lub pryzmatycznego ma kształt rzutu prostokątnego zarysu strefy oświetlanej na płaszczyznę prostopadłą do osi wiązki oświetlającej.

19. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zwierciadło stożkowe lub pryzmatyczne ma wymiary określone poniższymi zależnościami:

14

$$\frac{S_1}{S_2} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin (\Theta_1 + \gamma)} \right]^2$$

$$\frac{1}{\left[1 + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \Theta_1} - 1} \right]^2} = \eta$$

gdzie:

S_1 i S_2 oznaczają powierzchnie dużego przekroju (5) i małego przekroju (4) zwierciadła (3),

γ jest połową kąta wierzchołkowego zwierciadła,

Θ_1 jest połową kąta rozwartości wiązki wychodzącej z dużego przekroju (5) zwierciadła (3) i tworzącej oświetlenie jednorodne,

η — wartość, z góry określona — stosunku między strumieniem przenoszonym przez wiązkę promieni przez duży przekrój (5) zwierciadła (3) a strumieniem uchwyconym przez mały przekrój (4).

20. Projektor według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zwierciadło (3) ma wymiary określone poniższymi zależnościami wymiarowymi:

$$\frac{S_1}{S_3} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin (\Theta_1' - \gamma)} \right]^2$$

$$\frac{1}{\left[1 - \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \Theta_1'} - 1} \right]^2} = \tau$$

gdzie:

S_1 i S_3 są odpowiednio powierzchniami dużego przekroju (5) i małego przekroju (4) zwierciadła (3),

γ jest połową kąta wierzchołkowego zwierciadła,

Θ_1 jest połową kąta rozwartości wiązki promieni, wychodzących dużym przekrojem (5) i przenoszących całość strumienia wchodzącego w małym przekroju (4) zwierciadła,

τ jest z góry określoną wartością współczynnika jednorodności oświetlenia i charakteryzującego stosunek między oświetleniem minimalnym i maksymalnym, wytworzonym przez wiązkę promieni zwierciadła.

21. Projektor według zastrz. 14, **znamienny tym**, że duży przekrój (5) zwierciadła stożkowego (3) lub pryzmatycznego zawiera w strefie brzegowej zwierciadła płaskie (29), którego powierzchnia odbijająca jest skierowana do wewnątrz zwierciadła stożkowego (3) i ma otwór w części środkowej.

22. Projektor według zastrz. 1, 15 i 16, **znamienny tym**, że powierzchnie wyjściowe elementarnych zwierciadeł stożkowych (3') ostrosłupowych lub pryzmatycznych są nachylone w stosunku do głównej osi optycznej w taki sposób, że wszystkie powierzchnie wyjściowe łączą się na głównej osi optycznej, wewnątrz zwierciadła utworzonego przez zespół wszystkich zwierciadeł elementarnych, a

przekrój połączenia części brzegowych tych powierzchni z odpowiadającymi im powierzchniami bocznymi odpowiednich zwierciadeł — ma powierzchnię większą niż przekrój prostopadły połączenia wszystkich powierzchni wejściowych.

23. Projektor według zastrz. 22, **znamienny tym**, że przekrój prostopadły połączenia wszystkich powierzchni wyjściowych zwierciadeł elementarnych jest określony następującymi zależnościami wymiarowymi:

$$\frac{S_1'}{S_2} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin (\Theta_1 + 2\gamma)} \right]^2 \frac{1}{\left[1 + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\Theta_1 + \gamma)} - 1} \right]^2} = \eta$$

gdzie:

S_1' i S_2 są odpowiednio polami przekroju prostopadłego połączenia i małego przekroju całości zwierciadeł elementarnych (3'),

γ jest połową średniego kąta wierzchołkowego każdego ze zwierciadeł elementarnych,

$(\Theta_1 + \gamma)$ jest wartością połowy kąta rozwartości wiązki promieni wychodzących przez przekrój prostopadły połączenia,

η jest z góry określoną wartością, wyrażającą stosunek między strumieniem promieni wychodzących przez przekrój połączenia i strumieniem uchwyconym przez mały przekrój.

24. Projektor według zastrz. 22, **znamienny tym**, że przekrój prostopadły, w którym części brzegowe powierzchni wyjściowych są połączone z odpowiadającymi im ścianami bocznymi zwierciadeł elementarnych jest określony następującymi zależnościami wymiarowymi:

$$\frac{S_1''}{S_2} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin \Theta_1} \right]^2 \frac{1}{\left[(1 + \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\Theta_1 - \gamma)} - 1})^2 \right]} = \eta'$$

gdzie:

S_1 i S_2 są odpowiednio powierzchniami przekroju prostopadłego, w którym partie powierzchni wyjściowych są połączone z odpowiednimi powierzchniami bocznymi zwierciadeł elementarnych oraz małego przekroju całości wszystkich zwierciadeł elementarnych,

$(\Theta_1 - \gamma)$ jest wartością połowy kąta rozwartości wiązki promieni wychodzących przez przekrój prostopadły,

γ jest połową przeciętnego kąta wierzchołkowego każdego ze zwierciadeł elementarnych,

η' jest z góry określoną wartością, wyrażającą stosunek między strumieniem wychodzącym przez ten przekrój pro-

stopadły a strumieniem uchwyconym przez mały przekrój.

25. Projektor, według zastrz. 22, **znamienny tym**, że przekrój prostopadły połączenia wszystkich powierzchni wyjściowych zwierciadeł elementarnych jest określony poniższymi zależnościami wymiarowymi:

$$\frac{\sigma'}{S_2} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin \Theta_1'} \right]^2 \left[1 - \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\Theta_1' + \gamma)} - 1} \right]^2 = \tau$$

gdzie:

σ' i S_2 są odpowiednio powierzchniami przekroju prostopadłego połączenia i małego przekroju (4) całości wszystkich zwierciadeł elementarnych (3'),

γ jest połową kąta wierzchołkowego każdego ze zwierciadeł elementarnych (3'),

$(\Theta_1 + \gamma)$ jest wielkością połowy kąta rozwartości wiązki promieni wychodzących przez przekrój połączenia,

τ jest z góry określoną wielkością współczynnika jednorodności, charakteryzującą stosunek między oświetleniem minimalnym i oświetleniem maksymalnym, wytworzonym przez wiązkę promieni, wychodzących przez przekrój połączenia.

26. Projektor optyczny według zastrz. 22, **znamienny tym**, że przekrój prostopadły, w którym części brzegowe powierzchni wyjściowych, połączonych z odpowiadającymi im powierzchniami bocznymi zwierciadeł elementarnych, jest określony poniższymi zależnościami wymiarowymi:

$$\frac{\sigma''}{S_2} = \left[\frac{\cos \gamma}{\sin (\Theta_1' - 2\gamma)} \right]^2 \left[1 - \operatorname{tg} \gamma \sqrt{\frac{1}{\sin^2 (\Theta_1' - \gamma)} - 1} \right]^2 = \tau'$$

gdzie:

σ'' i S_2 są odpowiednio powierzchniami przekroju prostopadłego, w którym partie peryferyczne powierzchni wyjściowych są połączone z powierzchniami bocznymi zwierciadeł elementarnych oraz małego przekroju całości wszystkich zwierciadeł elementarnych,

γ jest połową wierzchołkowego kąta każdego ze zwierciadeł elementarnych (3'),

$(\Theta_1' - \gamma)$ jest wielkością połowy kąta wiązki promieni wychodzących przez przekrój prostopadły,

τ' jest z góry określoną wielkością współczynnika jednorodności, charakteryzującego stosunek między strumieniem minimalnym i strumieniem maksymalnym, wytworzonym przez wiązkę promieni wychodzących przez omawiany przekrój połączenia.

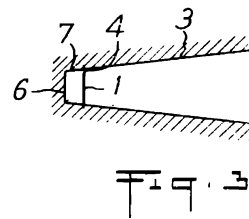
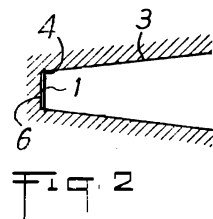
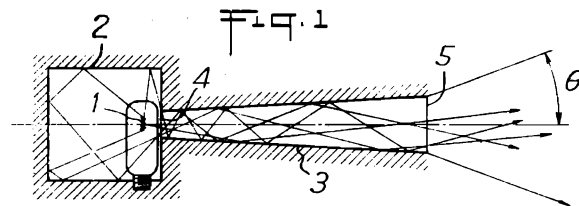
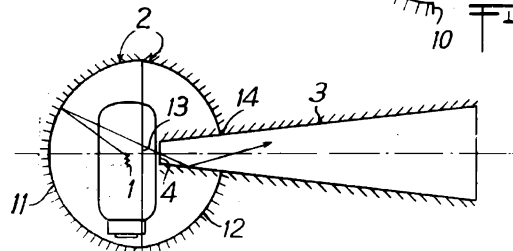
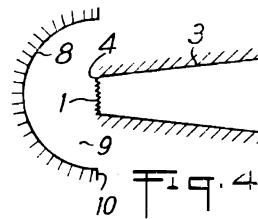
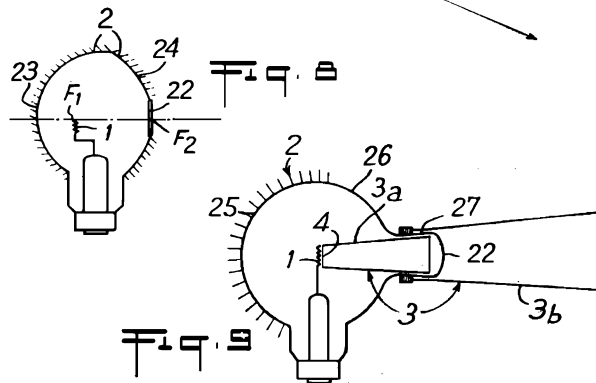
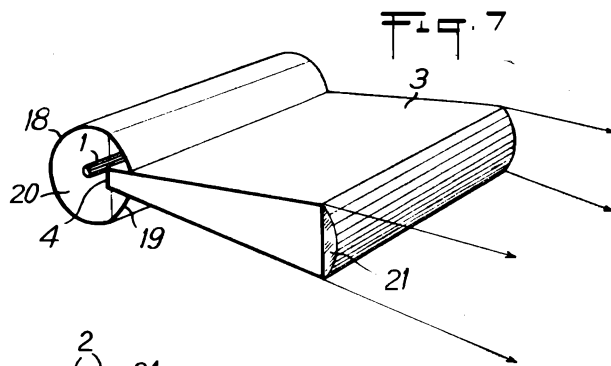
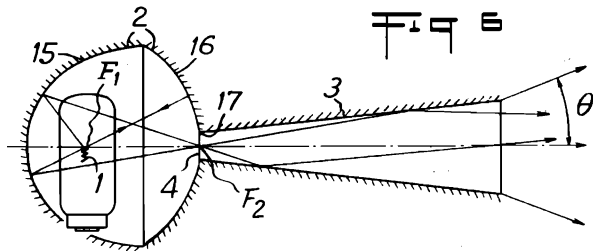
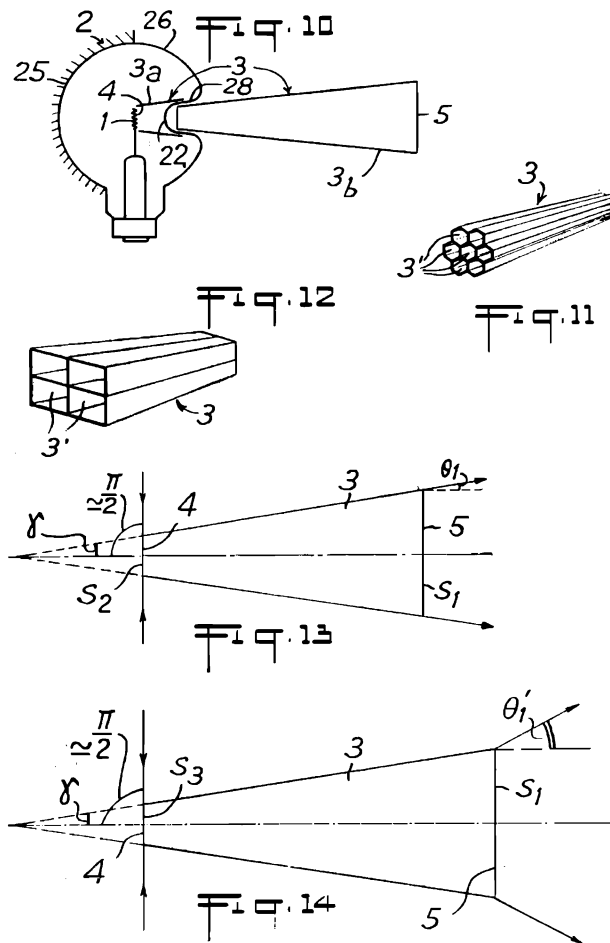
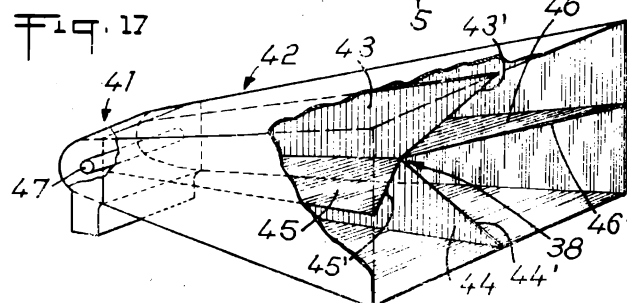
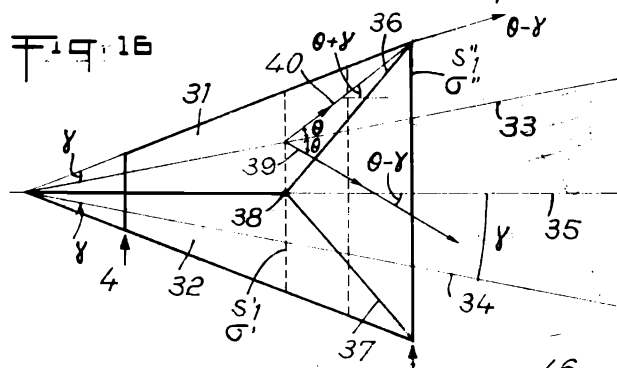
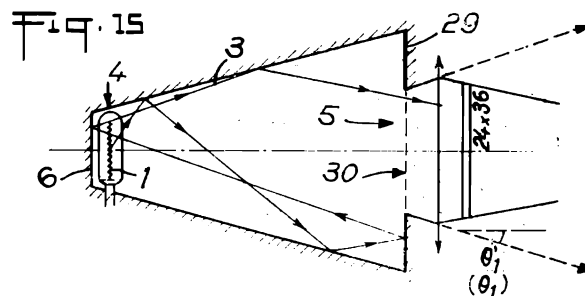


Fig. 5









ERRATA

Strona 4, łam 8, wiersz 34

jest: S_1 i S_2

powinno być: S_1 i S_3

Strona 8, łam 15, wiersz 51

jest: S_1 i S_2

powinno być: S_1'' i S^2

Strona 8, łam 16, wiersz 23

jest: $(0_1 + \gamma)$

powinno być: $(0_1' + \gamma)$