



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 30.11.73 (P. 166956)

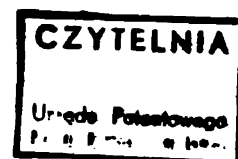
Pierwszeństwo: 30.11.72 Stany Zjednoczone  
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 02.11.74

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1977

MKP G03b 21/60

Int. Cl.<sup>2</sup> G03B 21/60



Twórca wynalazku: \_\_\_\_\_

Uprawniony z patentu: Qantix Corporation, Flemington (Stany Zjednoczone Ameryki)

## Ekran do projekcji czołowej

1

Przedmiotem wynalazku jest ekran do projekcji czołowej, zawierający szereg grzbietów, których powierzchnie boczne w miejscu styku z płaszczyzną ekranu tworzą kąt  $45^\circ$ , przy czym ekran wykonany jest z tworzywa sztucznego przepuszczającego światło, dla którego kąt całkowitego odbicia jest zbliżony do kąta, pod jakim usytuowane są powierzchnie boczne grzbietów.

Znane ekrany mają na swej powierzchni tworzywo, służące do rozpraszania światła z projektora, w wielu kierunkach. Znany na przykład z opisu patentu amerykańskiego nr 3 712 708 ekran projekcyjny soczewkowy, składa się z szeregu zachodzących na siebie soczewek sferycznych wklęsłych, utworzonych w tworzywie odbijającym światło. Soczewki i ekran są wykonane tak, że rzutowane promienie światła są odbijane do określonego obszaru obserwacyjnego, od strony czołowej ekranu.

Przy wykonaniu ekranu z tworzywa odbijającego, podczas eksploatacji występują niepożądane odbicia z innych źródeł światła niż projektor. Dotychczas problem ten rozwiązywano przez stosowanie ekranu w ciemnym pomieszczeniu. Przeprowadzono próby zastosowania tego rodzaju ekranów w obszarach oświetlonych, polegające na umieszczeniu elementów pochłaniających światło, w określonych miejscach, w zależności od usytuowania źródeł światła względem tworzywa odbijającego ekranu. Wprowadziło to dodatkowe niedogodności w użytkowaniu ekranu i dodatkowy koszt. Ponadto

2

zastosowanie materiałów pochłaniających światło, nie rozwiązało całkowicie problemów niepożądanych odbić.

Znany z opisu patentu amerykańskiego nr 1 610 423 ekran do projekcji przy świetle dziennym, ma część tylną zawierającą grzbiety, ukształtowane w postaci pryzmatów, wykonane z tworzywa przezroczystego. Grzbiety te służą do odbijania światła, które pada na nie pod określonym kątem. Kąt graniczny całkowitego odbicia dla tworzywa powinien być jak najbardziej zbliżony do  $45^\circ$ , natomiast boki części pryzmatycznych powinny być nachylone pod kątem  $45^\circ$  do podstawy, w tym celu, aby zapewnić wsteczne odbicia do widowni światła padającego na ekran z jednego kierunku. Reszta światła padającego na ekran uderzy o jeden bok pryzmatu, względnie o drugi bok pod kątem mniejszym od  $45^\circ$ , względem normalnej do jego powierzchni i raczej przejdzie przez ten bok niż ulegnie odbiciu.

W wyniku zastosowania takiego rozwiązania całość światła jest skupiona ponownie w jednym kierunku tak, że widownia powinna być usytuowana bezpośrednio przed częścią czołową ekranu. W przypadku, jeśli ekran przesunie się kątowno, na przykład o  $1^\circ$ , w odniesieniu do odbieranego, rzutowanego światła, obraz odbity wstecznie do widowni nie pojawi się, gdyż główna część światła padającego na ekran z projektora, raczej przejdzie przez ekran niż ulegnie wstecznemu odbiciu. Ponadto,

gdy widzowie nie siedzą w miejscach dokładnie usytuowanych pod określonym kątem względem ekranu, ponownie zobaczą bardzo małą część, gdyż powyższy ekran będzie odbijać wstecznie światło, równoległe do promieni padających i nie do zjawiska rozpraszania kąowego odbicia.

Celem wynalazku jest opracowanie ekranu do projekcji czołowej, który byłby pozbawiony powyższych wad i który dawałby skupienie energii światła rzutowanego przez projektor, w żądanym obszarze widzenia, przy zmniejszeniu oddziaływania światła otoczenia.

W myśl wynalazku cel powyższy osiągnięty został w sposób, że powierzchnie boczne grzbietów ekranu typu opisanego na wstępie są krzywoliniowe, przy czym kąt między styczną do powierzchni bocznych i płaszczyzną ekranu w sposób ciągły zmniejsza się w miarę jak krzywoliniowe powierzchnie boczne zbliżają się do wierzchołka grzbietu, przy którym kąt ten jest mniejszy od  $45^\circ$ . Według korzystnej cechy wynalazku, na powierzchni tylnej ekranu znajduje się co najmniej 500 grzbietów. Prostopadle do tych grzbietów, na powierzchni czołowej wykonanych jest szereg równoległych wypukłości, z których każda jest odcinkiem walca. Wszystkie te równoległe wypukłości mają jednakową ogniskową, a odległość powierzchni czołowej ekranu od powierzchni tylnej mieści się w zakresie między ogniskową i półtorakrotną wartością ogniskowej.

Zastosowanie ekranu według wynalazku daje skupienie energii światła, dostępnej w projektorze, w pożądanym obszarze obserwacji, przy zmniejszeniu do minimum wpływów światła otoczenia.

Przedmiot wynalazku jest dokładniej wyjaśniony na przykładzie jego wykonania uwidocznionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie układ projekcji czołowej z zastosowaniem ekranu według wynalazku, w rzucie perspektywicznym, fig. 2 — wycinek ekranu pokazanego na fig. 1, w rzucie perspektywicznym od strony czołowej, a fig. 3 — wycinek z fig. 1, w rzucie perspektywicznym od strony tylnej.

Podczas projekcji projektor 10 jest ustawiony w stałej odległości od ekranu 11. Ekran jest utworzony w postaci wycinka kuli, mającej promień krzywizny równy odległości między ekranem 11 i projektorem 10. Celem krzywizny ekranu 11 jest zagwarantowanie aby promienie świetlne wysyłane przez projektor 10 i padające na ekran 11, uderzały w każdym punkcie prostopadle do powierzchni czołowej 12 ekranu 11.

Ekran 11 jest wykonany z materiału przezroczystego, który ma kąt całkowitego wewnętrznego odbicia mniejszy od  $45^\circ$ .

Jak to pokazano na fig. 2 i 3, powierzchnia tylna ekranu 11 jest zaopatrzona w szereg wypukłych grzbietów 13, które tworzą elementy podobne kształtem do pryzmatów. Grzbiety 13 są wzajemnie równoległe i mają krzywoliniowe powierzchnie boczne 14 i 15.

Powierzchnie boczne 14 i 15, w miejscu styku z płaszczyzną ekranu 11 tworzą kąt  $45^\circ$ . Kąt między styczną do powierzchni bocznych 14, 15 i płaszczyzną ekranu zmniejsza się, w miarę jak krzyw-

liniowe powierzchnie boczne zbliżają się do wierzchołka grzbietu 13, przy którym kąt ten jest mniejszy od  $45^\circ$ . Krzywizna powierzchni bocznych 14 i 15 grzbietów 13 umożliwia pewną swobodę ruchów przy ustawianiu kątowej zależności między projektorem 10 i umieszczeniem ekranu 11. Gdyby było konieczne zachowanie pewnego określonego kąta i to w granicach tolerancji, na przykład  $1^\circ$  lub jeszcze mniej, to wówczas najmniejsze odchylenie projektora 10 lub ekranu 11 spowodowałoby od razu znaczne pogorszenie warunków projekcji.

Przez zakrzywienie powierzchni bocznych 14 i 15 aż do odchylenia ich przy wierzchołku od wartości wspomnianego kąta  $45^\circ$  o na przykład 6 do 10 stopni, został stworzony znacznie większy zakres tej tolerancji kątowej, bez równoczesnego znacznego powiększenia zakresu kierunków możliwego odbijania światła zewnętrznych w kierunku widowni. Światło padające pod określonym kątem na ekran 11 ulegnie ponownemu odbiciu w stronę widowni, w zakresie kątowym, który można regulować wielkością krzywizny boków 14 i 15.

Promień światła, wysyłany z projektora 10 pada na powierzchnię boczną 14 lub 15. Promień światła ulegnie całkowitemu odbiciu i przejściu do przeciwnego boku, a następnie zostanie odbity wstecznie, w stronę projektora, równoległe do padającego promienia.

Kąt padania promienia świetlnego zmienia się wzdłuż krzywizny powierzchni bocznej 14 lub 15. Kąt, pod którym promień światła uderzy o powierzchnię tylną będzie ulegać zmianie. Powyższy kąt padania zmienia się do  $45^\circ$ , przy przecięciu powierzchni bocznej z ekranem, do kątów mniejszych w części wierzchołkowej. Odpowiednio też ulega zmianie kierunek w jakim promień światła ulega wstecznemu odbiciu w stronę widowni, przy czym występują tu dwa odbicia (jedno od strony powierzchni 14, a drugie od strony powierzchni 15 tak, że dla każdego odbicia kąt odchylenia od  $45^\circ$ , pomnożony przez dwa, stanowi zmiany kierunku odbicia.

W wyniku tego, po obu stronach normalnej do ekranu powstaje obszar obserwacji, równy czterokrotnej różnicy między  $45^\circ$  i kątem między styczną do powierzchni bocznych w wierzchołku i płaszczyzną ekranu. W przypadku, gdy różnica ta wynosi  $6^\circ$  kąt rozpraszania jest równy  $24^\circ$ , po każdej stronie normalnej do ekranu (w sumie  $48^\circ$ ).

W korzystnej postaci przedmiotu wynalazku, kąt graniczny odbicia wewnętrznego tworzywa, z którego jest wykonany ekran 11 jest mniejszy od  $45^\circ$ . W praktyce kąt pochylenia powierzchni bocznych 14 i 15, będzie się zmieniać od kąta nieznacznie większego od  $45^\circ$  do kąta w wierzchołku równego  $39^\circ$ . Dzięki takiemu układowi, całość światła, padającego na ekran z aparatu projekcyjnego ulegnie wstecznemu odbiciu, w kierunku pożądanym dla całej widowni, natomiast ulegnie zmniejszeniu do minimum kąt rozwarcia odbicia światła padającego ze źródeł ubocznych.

Istnieje szereg tworzyw, które mają kąty graniczne całkowitego wewnętrznego odbicia względem powietrza równe w przybliżeniu  $39^\circ$ . Na przykład polistyren ma w tych warunkach kąt granicz-

ny równy  $38,93^\circ$ , natomiast poli-(N-2, fenylo)meta-  
kryloamid ma kąt graniczny wynoszący  $39,01^\circ$   
a poli(o-tolilo)metakrylan ma kąt graniczny równy  
 $39,54^\circ$ . Poniżej podano dodatkowy wykaz tworzyw,  
nadających się do budowy ekranu 11 i ich kąty  
graniczne względem powietrza, w temperaturze  
 $20-25^\circ\text{C}$ .

Tworzywo	Kąt graniczny (w stopniach)
Poliakrylan metylu	42,53
„ etylu	42,92
„ butylu	43,01
„ etoksyetylu	42,83
„ 2-metoksyetylu	43,12
„ 2-bromo-drugorz.butylu	40,43
„ 2-bromofenylnu	38,34
„ 2-chlorometylu	41,23
Nitryl kwasu poliakrylowego	41,47
Polimetakrylan metylu	42,16
Polimetakrylan etylu	42,43
„ butylu	42,4
„ t-butylu	43,09
„ cykloheksylu	41,59
„ 2-hydroksyetylu	41,41
„ 2-fenoksyetylu	39,96
„ fenylu	34,82
Poli(o-chloro)styren	38,4
Poli(2,6-dwuchloro)styren	37,99
Poli(o-metoksy)styren	38,87
Poliacetal	41,47
Poli(n-benzyl)metakryloamid	38,78
Poli(N-butyl)metakryloamid	41,36
Polichlorek winylu	40,53
Polifluorek winylu	38,68
Polichlorek winylidenu	38,68
Policetian winylu	42,97
Polikarbazol winylu	36,36
Polieter izobutyłowinylny	43,68
Polialkohol winylu	41,81
Polifitalimid n-winylny	38,13
Polifitalan allilu	41,21
Poliestrostyren	40,5
Poliwęglany (bisfenol)	39,12
Szkło cynkowe bezołowiowe	41,24
Szkło bezołowiowe o dużym współ- czynniku rozpraszania	41,14
Szkło ołowiowe lekkie	39,41
Szkło ołowiowe ciężkie	37,31
Szkło ołowiowe najcięższe	31,94

Powierzchnia czołowa 12 ekranu 11 jest zaopatrzona w szereg wypukłości 16, które są usytuowane prostopadle do grzbietów 13, wytworzonych na powierzchni tylnej ekranu. Wypukłości 16 są odcinkami walca. Wypukłości 16 spełniają funkcję elementów optycznych, mających za zadanie rozpraszanie światła, w z góry określonym zakresie obszarów w części czołowej ekranu 11, przy czym to rozpraszanie zachodzi w płaszczyźnie pionowej. Przy odbijaniu światła wypukłości 16 współdzia-

łają z powierzchniami bocznymi 14 i 15 grzbietów 13, powodując rozproszenie światła w płaszczyźnie pionowej. Dlatego też, usytuowanie powierzchni bocznych 14 i 15 względem wypukłości 16 (grubość ekranu 11) określa stopień rozproszenia. Z tego powodu, przy powierzchni tylnej ekranu, którą stanowią powierzchnie 14 i 15 wykonanej w kształcie płaskim i umieszczonej w ogniskowej każdej wypukłości 16, nie nastąpi pionowe rozpraszanie światła. Wszystkie promienie świetlne będą ulegały raczej skupieniu i wysyłaniu równoległe do światła padającego. Przez zmianę grubości powstanie pole pionowe rozproszonego światła wtedy, gdy grubość wytworzonego ekranu jest mniejsza od odległości ogniskowej wypukłości 16. Kąt rozpraszania zwiększa się, gdy grubość zbliża się do zera.

Można wprawdzie, w pewnych warunkach pójść na kompromis między maksymalnym rozpraszaniem przy grubości ekranu zbliżonej do zera i grubością równą ogniskowej, lecz w każdym przypadku grubość ekranu będzie wymagać zastosowania mechanicznych podpór, przy czym żadna z takich podpór nie powinna dotyczyć ekranu, w jego czynnym obszarze, gdyż mogłoby to zmienić charakterystykę optyczną ekranu.

Przy grubości ekranu nieznacznie większej od ogniskowej wypukłości 16, promień światła będzie wychodził z wypukłości 16, na którą padł, równoległe do kierunku promienia padającego oraz z sąsiednich wypukłości 16 pod największym kątem rozpraszania tak, że w rezultacie, w płaszczyźnie pionowej powstaną trzy pozycje obserwacji.

Wymiary grzbietów 13 i wypukłości 16, powinny być zachowane z dużą dokładnością tak, aby nie wynikały problemy rozdzielczości. Grzbiety 13 powodują odwrócenie małej części obrazu tak, że mogłyby wystąpić wyraźne problemy rozdzielczości, gdyby te części miały dużą wielkość. Dlatego też grzbiety 13 i wypukłości 16, wykonuje się w dużej ilości. Na przykład w przypadku obrazu telewizyjnego mającego rozdzielczość ponad 500 linii, jest koniecznym wykonanie ekranu mającego ponad 500 grzbietów 13 i wypukłości 16.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Ekran do projekcji czołowej, zawierający szereg grzbietów, których powierzchnie boczne w miejscu styku z płaszczyzną ekranu tworzą kąt  $45^\circ$ , przy czym ekran wykonany jest z tworzywa sztucznego przepuszczającego światło, dla którego kąt całkowitego odbicia jest zbliżony do kąta, pod jakim usytuowane są powierzchnie boczne grzbietów, **znamienny tym**, że powierzchnie boczne (14, 15) grzbietów (13) są krzywoliniowe, przy czym kąt między styczną do powierzchni bocznych (14), (15) i płaszczyzną ekranu w sposób ciągły zmniejsza się w miarę jak krzywoliniowe powierzchnie boczne zbliżają się do wierzchołka grzbietu (13), przy którym kąt ten jest mniejszy od  $45^\circ$ .

2. Ekran według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na powierzchni tylnej znajduje się co najmniej 500 grzbietów (13).

3. Ekran według zastrz. 1, **znamienny tym**, że prostopadle do grzbietów (13) na powierzchni czo-

łowej (12) wykonanych jest szereg równoległych wypukłości (16), z których każda jest odcinkiem walca.

4. Ekran według zastrz. 3, **znamienny tym**, że na powierzchni czołowej (12) znajduje się co najmniej 500 wypukłości (16).

5. Ekran według zastrz. 3, **znamienny tym**, że każda z równoległych wypukłości (16), będących odcinkami walca, ma jednakową ogniskową a odległość powierzchni czołowej ekranu od powierzchni tylnej mieści się w zakresie między ogniskową i półtorakrotną wartością ogniskowej.

