

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) OPIS PATENTOWY (19) PL (11) 180658

(21) Numer zgłoszenia: 314789

(22) Data zgłoszenia: 16.08.1995

(86) Data i numer zgłoszenia międzynarodowego:
16.08.1995, PCT/IB95/00648

(87) Data i numer publikacji zgłoszenia
międzynarodowego:
29.02.1996, WO96/06427,
PCT Gazette nr 10/96

(13) B1

(51) IntCl⁷
G11B 7/00
G11B 7/13

(54) Urządzenie do wybierania warstw informacji w optycznym nośniku zapisu

CZYTELNOŚĆ
OGÓLNA

(30) Pierwszeństwo:
23.08.1994, EP, 94202416.7

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
30.09.1996 BUP 20/96

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.03.2001 WUP 03/01

(73) Uprawniony z patentu:
PHILIPS ELECTRONICS N.V.,
Eindhoven, NL

(72) Twórcy wynalazku:
Peter Coops, Eindhoven, NL
Jacobus P.J. Heemskerk, Eindhoven, NL
Derk Visser, Eindhoven, NL
Antonius H.M. Holtslag, Eindhoven, NL

(74) Pełnomocnik:
Bury Lech, PATPOL Spółka z o.o.

- (57) 1. Urządzenie do wybierania warstw informacji w optycznym nośniku zapisu, posiadającym stos warstw informacji na przemian z warstwami przedzielającymi, zaopatrzone w źródło promieniowania oraz środki ogniskowania dla selektywnego ogniskowania wiązki promieniowania od źródła promieniowania na oddzielnych warstwach informacji oraz układ regulacji ostrości z serwomechanizmem, **znamiennie tym**, że odległość międzyszczytowa krzywej S układu regulacji ostrości z serwomechanizmem jest mniejsza lub równa grubości każdej warstwy przedzielającej podzielonej przez iloczyn 1,5 razy współczynnik załamania warstwy przedzielającej.

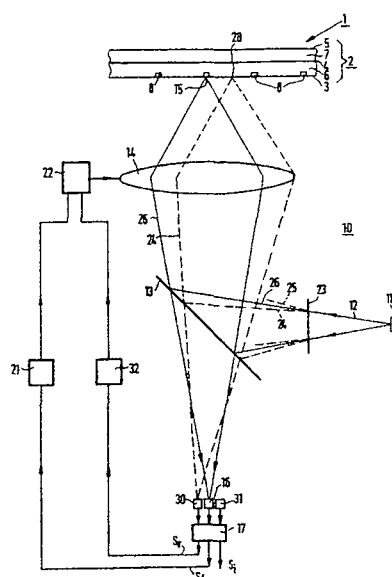


FIG 1

PL 180658 B1

Urządzenie do wybierania warstw informacji w optycznym nośniku zapisu

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do wybierania warstw informacji w optycznym nośniku zapisu, posiadającym stos warstw informacji na przemian z warstwami przedzielającymi, zaopatrzone w źródło promieniowania oraz środki ogniskowania dla selektywnego ogniskowania wiązki promieniowania od źródła promieniowania na oddzielnych warstwach informacji oraz układ regulacji ostrości z serwomechanizmem, **znamiennie tym**, że odległość międzyszczytowa krzywej S układu regulacji ostrości z serwomechanizmem jest mniejsza lub równa grubości każdej warstwy przedzielającej podzielonej przez iloczyn 1,5 razy współczynnik załamania warstwy przedzielającej.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że odległość międzyszczytowa krzywej S układu regulacji ostrości z serwomechanizmem jest mniejsza lub równa grubości każdej warstwy przedzielającej podzielonej przez iloczyn 4 razy współczynnik załamania warstwy przedzielającej.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wybierania warstw informacji w optycznym nośniku zapisu. Urządzenie jest zaopatrzone w źródło promieniowania oraz w środki nastawiania ostrości dla selektywnego zogniskowanej wiązki promieniowania emitowanej ze źródła promieniowania na oddzielne warstwy informacji oraz w układ regulacji ostrości z serwomechanizmem.

Wielowarstwowy nośnik zapisu zawiera stos warstw informacji oddzielonych wzajemnie od siebie za pomocą warstw przedzielających, w którym każda warstwa informacji może zawierać informację. Duża pojemność zapamiętywania informacji takiego nośnika zapisu powiększa jego wygodę zastosowania w porównaniu do nośników zapisu z pojedynczą warstwą oraz zmniejsza cenę medium na jednostkę zapamiętanej informacji. Każda warstwa informacji może być odczytywana niezależnie od innych warstw informacji za pomocą wiązki promieniowania. Zależnie od typu nośnika zapisu, informacja może być zapisywana na warstwie informacji podczas wybierania i/lub informacja już zapisana może być odczytywana lub kasykowana. Warstwy informacji w stosie mogą być wybierane za pomocą wiązki promieniowania, która jest z jednej strony nośnika zapisu wiązką padającą. Do wybierania oddzielnych warstw informacji, wysokość lub położenie osiowe plamki wybierającej utworzonej za pomocą wiązki promieniowania są zmienne. Zawartość informacji nośnika zapisu może być ponadto zwiększona przy zastosowaniu nośnika zapisu w postaci dwustronnego nośnika zapisu. Wówczas stos warstw informacji znajduje się po obu stronach nośnika zapisu i każdy stos może być wybierany z różnych stron nośnika zapisu. Stos warstw informacji może znajdować się na podłożu, które korzystnie jest przezroczyste, jeśli stos jest wybierany poprzez podłoże.

Zaleca się maksymalizować liczbę warstw informacji w celu uczynienia zawartości informacji nośnika zapisu tak dużego jak to możliwe, przez to zmniejszając koszt na jednostkę informacji. Jednakże liczba warstw informacji dobranych w stosie jest ograniczona przez maksymalną grubość stosu oraz jednocześnie, przez wymaganą minimalną wzajemną odległość warstw informacji. Minimalna wzajemna odległość jest określona przez przesłuch warstw informacji, np. jakość sygnałów generowanych w wyniku promieniowania przychodzącego z wybieranej warstwy, jest pod szkodliwym wpływem promieniowania przychodzącego z innych warstw informacji. Europejskie zgłoszenie patentowe nr 0 605 924 ujawnia system zapamiętywania informacji, w którym minimalna odległość pomiędzy warstwami informacji jest określona przez wymagania dopuszczalnego przesłuchu pomiędzy sygnałami

informacji przedstawiającymi informacje zapamiętaną w warstwach informacji. Jednak niektóre układy tego typu posiadają jako cechę ujemną to, że śledzenie warstw informacji za pomocą plamki wybierającej wyłącza się, co stanowi trudność.

Europejskie zgłoszenie patentowe nr 0 517 491 ujawnia system zapamiętywania informacji zawierający urządzenie do czytania warstw informacji w wielowarstwowym nośniku zapisu. Urządzenie jest zaopatrzone w nastawny kompensator aberracji sferycznej dla kompensacji aberracji sferycznej, na którą jest narażona wiązka promieniowania urządzenia, kiedy przechodzi przez materiał nośnika zapisu. Ponieważ warstwy informacji są umiejscowione na różnych wysokościach w nośniku zapisu, urządzenie stosuje właściwe ustawienie kompensatora dla każdej warstwy informacji. Ujemną stroną tego znanego systemu zapamiętywania informacji jest to, że należy stosować oddzielne kompensacje dla każdej warstwy informacji. Kompensator, który może to zrealizować jest skomplikowany i stosunkowo drogi. Stosunkowo niski koszt nośnika zapisu na jednostkę informacji jest więc przeciwstawiony stosunkowo drogiemu urządzeniu wybierania.

Urządzenie do wybierania warstw informacji w optycznym nośniku zapisu, posiadającym stos warstw informacji na przemian z warstwami przedzielającymi, zaopatrzone w źródło promieniowania oraz środki ogniskowania dla selektywnego ogniskowania wiązki promieniowania od źródła promieniowania na oddzielnych warstwach informacji oraz układ regulacji ostrości z serwomechanizmem, według wynalazku wyróżnia się tym, że odległość międzyszczytowa krzywej S układu regulacji ostrości z serwomechanizmem jest mniejsza lub równa grubości każdej warstwy przedzielającej podzielonej przez iloczyn 1,5 razy współczynnik załamania warstwy przedzielającej.

W korzystnym rozwiązaniu odległość międzyszczytowa krzywej S układu regulacji ostrości z serwomechanizmem jest mniejsza lub równa grubości każdej warstwy przedzielającej podzielonej przez iloczyn 4 razy współczynnik załamania warstwy przedzielającej.

Optyczny nośnik zapisu stosowany w rozwiązaniu według wynalazku posiada wiele warstw zapisu na różnych wysokościach. Warstwy zapisu są oddzielone przez warstwy przedzielające. Nośnik zapisu jest odczytywany za pomocą zogniskowanej wiązki promieniowania o trwałej kompensacji aberracji sferycznej. Odległość pomiędzy najwyższą i najniższą warstwą informacji jest mniejsza niż wartość $2d$ określona przez

$$2d = \frac{34n^3 \lambda \sqrt{r}}{(n^2 - 1) (NA)^4}$$

gdzie:

n jest współczynnikiem załamania warstw przedzielających,

λ jest długością fali w próżni wiązki promieniowania NA jest rozwartością optyczną liczbową zogniskowanej wiązki promieniowania a ,

r wynosi 0,05.

W korzystnym przypadku r wynosi 0,01.

W rozwiązaniu według wynalazku można wybierać warstwy informacji we właściwy sposób, a jednocześnie system posiada stosunkowo niską cenę.

Wynalazek oparty jest na rozpoznaniu, że rozpiętość wpływu przesłuchu zależy od typu sygnału pochodzącego od promieniowania przychodzącego od warstwy informacji. Godne jest uwagi, że przesłuch pomiędzy sygnałami błędu serwomechanizmu może dać powód do ostrych wymagań dla minimalnej odległości. W układzie regulacji ostrości z serwomechanizmem, za pomocą którego urządzenie utrzymuje plamkę wybierającą na warstwie informacji, która ma być wybierana, kształt krzywej S, np. krzywa odpowiedzi układu regulacji ostrości z serwomechanizmem jako funkcja odległości pomiędzy plamką wybierającą i warstwą informacji, podlega wpływom sąsiedniej warstwy informacji. Na ogół krzywa ta posiada dodatnie i ujemne ekstremum, podczas gdy zero przechodzące pomiędzy nimi jest punktem w stosunku do którego układ z serwomechanizmem steruje położenie. Wspomniana poniżej minimalna wartość grubości wywołuje duży przesłuch. Minimalna grubość warstwy przedzielającej wynosi w przybliżeniu $18 n \mu\text{m}$ dla układu regulacji ostrości z serwomechanizmem z odległością

międzyszczytową $12\ \mu\text{m}$. Specjalny układ regulacji ostrości z serwomechanizmem skonstruowany do wybierania wielowarstwowych nośników zapisu posiada odległość międzyszczytową $8\ \mu\text{m}$, tak że minimalna grubość warstwy przedzielającej wynosi $12\ \mu\text{m}$. Minimalna grubość warstwy przedzielającej zapewnia nośnikowi zapisu wysoką gęstość informacji, lub niski koszt na jednostkę informacji, oraz warstwy informacji, które mogą być we właściwy sposób wybierane.

Stos warstw informacji może być wybierany przez zadowalająco skorygowaną plamkę wybierającą, podczas stosowania pojedynczej, stałej i odpowiednio wybranej kompensacji aberracji sferycznej. Ponieważ aberracja sferyczna nie jest już kompensowana dla każdej warstwy informacji oddzielnie jak w znanym systemie, środki ogniskowania mogą być wykonane prościej, zmniejszając koszt urządzenia wybierającego. Aberracja sferyczna, na którą jest narażona zogniskowana wiązka promieniowania w funkcji grubości materiału, przez który wiązka przechodzi, wydaje się być wystarczająco małą dla rozsądnie dużego zakresu grubości, których zakres jest umiejscowiony symetrycznie wokół grubości, dla których wiązka promieniowania jest dobrze skompensowana. Przez kompensację wiązki promieniowania w taki sposób, że plamka wybierająca jest w zasadzie wolna od aberracji sferycznej w przybliżeniu połowy wysokości stosu, możliwe jest wybieranie warstw informacji umiejscowionych wewnątrz wspomnianego zakresu po obu stronach tej połowy wysokości z dostatecznie niską aberracją sferyczną. To zapewnia możliwość wybierania stosu warstw informacji za pomocą środków wiązki wybierającej, która jest raz skompensowana pod względem aberracji sferycznej. Urządzenie odpowiednie do wybierania nośnika zapisu posiadające pojedynczy stos potrzebuje więc tylko pojedynczej, trwałej kompensacji aberracji sferycznej. Ponieważ zespół kompensacji może być wbudowany do części składowej, która jest już obecna w urządzeniu, na przykład obiektywu, konstrukcja urządzenia może być znacznie uproszczona. Znacznie prostsza kompensacja aberracji sferycznej zgodnie z wynalazkiem zmniejsza koszt urządzenia wybierającego. Ponadto, cechy wynalazku mogą być korzystnie wprowadzone do systemu zapamiętywania informacji z właściwą minimalną odległością warstwy informacji zgodnie z wynalazkiem, a zastosowanie nie jest do tego ograniczone.

Ponieważ aberracja sferyczna na skutek przecinanej grubości materiału nośnika zapisu zależy od współczynnika załamania materiału oraz od rozwartości optycznej liczbowej wiązki promieniowania, rozmiar wspomnianego zakresu dostatecznie małej aberracji sferycznej będzie także zależeć od tych parametrów. Ponieważ wysokość najbardziej zewnętrznych warstw informacji powinna znajdować się wewnątrz tego obszaru dla prawidłowego wybierania, maksymalna grubość stosu jest funkcją współczynnika załamania materiału stosu oraz rozwartości optycznej liczbowej środków ogniskowania.

Rozmiar zakresu wystarczająco małej aberracji sferycznej, wewnątrz której warstwy informacji mogą być jeszcze wybierane z wystarczającą jakością, jest określony przez dopuszczalne pogorszenie się jakości plamki wybierającej, jak określono przez urządzenie wybierające. Pogorszenie się jakości prowadzi do mniej zadowalającej detekcji sygnałów elektrycznych pochodzących od promieniowania przychodzącego z nośnika zapisu. Pogorszenie się jakości, które jest maksymalnie dopuszczalne dla określonego systemu zapamiętywania informacji, może być wyrażone w elementach natężenia Strehla plamki wybierającej. Natężenie Strehla jest znormalizowanym maksymalnym natężeniem rozkładu promieniowania plamki wybierającej. Jeśli nie ma aberracji, natężenie Strehla wynosi 1, a dla dużych aberracji natężenie Strehla zbliża się do 0. Jeśli maksymalnie dopuszczalne zmniejszenie się natężenia Strehla na skutek aberracji sferycznej jest dane przez r , rozmiar zakresu zależy od r oraz maksymalna grubość stosu korzystnie zależy także od r .

Jeśli warstwy informacji posiadają taką grubość, że na wiązkę również dostrzegalnie wpływa współczynnik załamania warstw informacji, parametr n powinien być średnią ważoną współczynników załamania warstw przedzielających i warstw informacji zamiast współczynnika załamania warstw przedzielających. Jeśli współczynniki załamania warstw przedzielających i/lub tych warstw informacji są różne, parametr n powinien być średnią ważoną tych różnych współczynników załamania.

Jeśli warstwy informacji są wybierane poprzez przezroczyste podłoże, aberracja sferyczna wywołana w tym podłożu powinna być skompensowana przez zespół ogniskowania. Na ogół, podłoże posiada małe zmiany grubości wewnątrz pewnej tolerancji grubości podłoża. Jeśli aberracja sferyczna na skutek podłoża posiadającego nominalną grubość jest skompensowana, zmiany grubości wywołują nie skompensowaną aberrację sferyczną w wiązce promieniowania. Ta dodatkowa aberracja sferyczna zajmuje miejsce części wspomnianej maksymalnie dopuszczalnej aberracji sferycznej systemu zapamiętywania informacji, tak że dopuszczalna aberracja sferyczna powstała w stosie jest zmniejszona.

Nie wybrane bieżąco warstwy informacji dają stosunkowo dużą, nie zogniskowaną szkodliwą plamkę promieniowania na powierzchni czułej na promieniowanie, powodując przesłuch. Układ regulacji automatycznej z serwomechanizmem do sterowania pozycji osiowej plamki wybierającej, np. układ ogniskowania z serwomechanizmem, będzie poddany wpływowi przesłuchu. Aby zminimalizować przesłuch na sygnale błędu ostrości, powierzchnia czuła na promieniowanie układu detekcji ostrości powinna być mała. Jednak powierzchnia czuła na promieniowanie powinna posiadać minimalny wymiar, aby umożliwić wygenerowanie zadowalającego sygnału błędu ostrości. Dlatego, minimalny wymiar jest korzystnie większy niż 1,5 razy średnica wspomnianej plamki. Wspomniana odległość międzyszczytowa krzywej S 8 μm może być zrealizowana w takim układzie detekcji ostrości. Maksymalny wymiar powierzchni czułej na promieniowanie jest korzystnie w przybliżeniu równy podwójnej średnicy wspomnianej plamki promieniowania. Możliwe jest stosowanie układu detekcji ze stosunkowo dużą powierzchnią czułą na promieniowanie, jak długo zaspokaja się powyższe wymagania wymiarowe przez rozmieszczenie diafragmy w wiązce promieniowania, ograniczając rozpiętość promieniowania padającego na powierzchnię czułą na promieniowanie. Wynikające zmniejszenie przesłuchu pomiędzy sygnałami błędu ostrości powoduje, że możliwe jest zmniejszenie odległości minimalnej pomiędzy warstwami informacji.

Na ogół, urządzenie do wybierania nośników zapisu jest zaopatrzone w układ umiejscowienia z serwomechanizmem, dla utworzenia plamki wybierającej wiązki promieniowania, aby wybrać ścieżki warstwy informacji, w których zapamiętana informacja jest rozmieszczona. Taki układ regulacji automatycznej z serwomechanizmem będzie również podlegał wpływom przesłuchu na skutek bieżących warstw nie wybranych informacji znajdujących się w pobliżu plamki wybierającej. Aby zminimalizować ten wpływ, powierzchnia czuła na promieniowanie układu detekcji umiejscowienia korzystnie posiada największy wymiar mniejszy niż 3 razy średnica plamki promieniowania na układzie detekcji umiejscowienia, kiedy wiązka promieniowania jest optymalnie zogniskowana na jednej z warstw informacji. Minimalny wymiar jest korzystnie większy niż średnica wspomnianej plamki dla właściwej detekcji. Ta minimalna wartość jest niższa niż wspomniana minimalnej wartości dla układu detekcji ostrości, ponieważ układ umiejscowienia z serwomechanizmem potrzebuje działać jedynie wtedy, kiedy plamka ogniskująca jest zogniskowana na warstwie informacji, wytwarzając w ten sposób stosunkowo małą plamkę na układzie detekcji, podczas gdy układ regulacji ostrości z serwomechanizmem musi działać także, gdy plamka wybierająca nie jest właściwie zogniskowana na warstwie informacji, w ten sposób wytwarzając plamkę większą niż plamka zogniskowana. Takie urządzenie jest szczególnie odpowiednie dla łączenia w całość systemu pamięci zgodnie z pierwszym i drugim aspektem wynalazku.

Niektóre typy urządzenia wybierającego są zaopatrzone w środki rozdzielające umieszczone na ścieżce optycznej pomiędzy źródłem promieniowania a środkami ogniskowania, dla wytworzenia dwóch serwowiązek oraz jednej głównej z wiązki promieniowania, przy czym dwie serwowiązki są stosowane do wytworzenia sygnału błędu umiejscowienia. Zgodnie z wynalazkiem, przesłuch sygnałów błędu umiejscowienia może być zmniejszony w takim urządzeniu przez wybranie mocy wiązki głównej, aby była mniejsza niż 6 razy, a korzystnie 4 razy, od mocy w każdej serwowiązce. Przesłuch wydaje się być spowodowany przez promieniowanie pasożytnicze głównej wiązki odbitej przez warstwę informacji, która nie jest bieżąco wybierana, a pada na układ serwodetekcji. W urządzeniu według wynalazku ilość

promieniowania w serwowiązkach jest większa niż ilość promieniowania pasożytniczego wiązki głównej w położeniu detektorów czułych na promieniowanie układu detekcji umiejscowienia. Zmniejsza to wpływ promieniowania pasożytniczego i w ten sposób przesłuch, a pozwala przez to na mniejszą grubość przedzielającą. Nośnik zapisu według wynalazku jest odpowiedni do odczytywania za pomocą środków zogniskowanej wiązki promieniowania, używając trwałej kompensacji aberracji sferycznej. Taki nośnik zapisu może być wybierany za pomocą stosunkowo taniego urządzenia wybierającego, w ten sposób zmniejszając koszt systemu zapamiętywania informacji.

System, w którym narzucono ostre wymagania jakości plamki wybierającej wymaga nośnika zapisu, w którym wysokość stosu jest mniejsza niż poprzednio wspomniano.

Rozwiązanie według wynalazku zostanie objaśnione w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia optyczny system zapamiętywania informacji według wynalazku, zawierający nośnik zapisu oraz urządzenie wybierające, fig. 2 - trzy układy detekcji urządzenia, fig. 3 - położenie trzech plamek na warstwie informacji, fig. 4 - sygnał błędu ostrości jako funkcję przemieszczenia osiowego plamki wybierającej, a fig. 5 przedstawia nośnik zapisu wybierany poprzez podłoże. Identyczne oznaczenia liczbowe elementów na różnych figurach rysunku, odnoszą się do tych samych części składowych.

Na figurze 1 przedstawiono optyczny system zapamiętywania informacji według wynalazku. System zawiera wielowarstwowy optyczny nośnik zapisu 1 posiadający stos 2 trzech warstw informacji 3, 4 i 5, oddzielonych za pomocą przezroczystych warstw przedzielających 6 i 7. Każda warstwa informacji odbija przynajmniej część promieniowania padającego na nią, podczas gdy warstwy 3 i 4 przepuszczają przynajmniej część promieniowania padającego na nie. Każda warstwa informacji posiada równoległe ścieżki 8, które są prostopadłe do płaszczyzny rysunku, a pokazane są tylko dla warstwy informacji 3. Informacja może być zapamiętana jako optycznie czytelne obszary (nie pokazane na figurze) pomiędzy lub w ścieżkach 8. Obszary czytelne mogą zawierać zagłębienia lub wypukłości w warstwie informacji oraz obszary ze współczynnikiem odbicia lub kierunkiem magnesowania różnym od ich otoczenia. System ponadto zawiera urządzenie 10 do wybierania (przeszukiwania) warstw informacji. Urządzenie zawiera źródło promieniowania 11, na przykład laser diodowy, wytwarzający wiązkę promieniowania 12. Rozdzielacz wiązki 13, na przykład częściowo przezroczyste zwierciadło, wysyła wiązkę w kierunku zespołu ogniskowania 14, na przykład obiektywu, który ogniskuje wiązkę w plamkę wybierającą 15 na jednej z warstw informacji 3, 4 lub 5. Część promieniowania odbitego przez warstwę informacji jest przesłana do układu detekcji 16 przez obiektyw 14 oraz rozdzielacz wiązki 13. Kiedy nośnik zapisu 1 jest ruchomy w stosunku do plamki wybierającej 15, w płaszczyźnie warstw informacji, plamka wybierająca będzie przeszukiwać ścieżkę na jednej z warstw informacji. Wiązka promieniowania odbita przez warstwę informacji będzie modulowana przez informację zapamiętaną w warstwie informacji, której modulacja może być detektowana przez układ detekcji 16. Układ detekcji 16 oraz elektroniczny obwód przetwarzający 17 przetwarza modulację w elektryczny sygnał informacji S_i , reprezentujący informację przeczytaną z nośnika zapisu. Plamka wybierająca 15 może być położona na równej warstwie informacji przez zmianę położenia plamki wzdłuż osi optycznej obiektywu 14, na przykład przez zmianę położenia osiowego obiektywu lub przez zmianę położenia wszystkich składowych części optycznych urządzenia, np. źródła promieniowania, rozdzielacza wiązki, obiektywu oraz układu detekcji.

Urządzenie 10 jest zaopatrzone w układ regulacji ostrości z serwomechanizmem w celu utrzymania plamki wybierającej 15 właściwie zogniskowanej na warstwie informacji podczas ruchu warstwy w stosunku do plamki. Sygnał błędu ogniska S_f , np. sygnał reprezentujący odległość osiową pomiędzy plamką wybierającą i warstwą informacji, może być otrzymana za pomocą tak zwanego sposobu astygmatycznego, znanego z opisu patentowego USA nr 4, 023, 033. W tym celu powierzchnia czuła na promieniowanie układu detekcji 16 jest podzielona na cztery kwadraty 16a, 16b, 16c i 16d, jak pokazano w fig. 2, a każdy kwadrat jest połączony z obwodem przetwarzającym 17. Sygnał informacji S_i może pochodzić z czterech

kwadratów przez zsumowanie sygnałów poszczególnych kwadratów. Dla właściwej detekcji błędu ostrości, urządzenie 10 wprowadza astygmatyzm w promieniowaniu padającym na układ detekcji 16, na przykład za pomocą rozdzielacz wiązki 13. W następstwie, kształt plamki promieniowania na układzie detekcji 16 zmienia się jako funkcja błędu ostrości pomiędzy kształtami 18, 19 oraz 20, jak pokazano na fig. 2 dla plamki wybierającej poniżej warstwy informacji, w ognisku na warstwie informacji oraz powyżej warstwy informacji. Sygnał błędu ostrości S_f może pochodzić z sumowania sygnałów z przeciwnych kwadratów do dwóch sygnałów sumy oraz ukształtowania sygnału różnicowego dwóch sygnałów sumy. Sygnał błędu ostrości S_f jest użyty jako wejściowy dla serwoobwodu ostrości 21, który zawiera serwoelektronikę. Sygnał wyjściowy obwodu 21 użyto do sterowania silnikiem liniowym 22, który może zmienić pozycję osiową obiektywu 14, w ten sposób wywierając wpływ na błąd ostrości.

Urządzenie 10 jest także zaopatrzone w promieniowy układ regulacji automatycznej z serwomechanizmem w celu utrzymywania plamki wybierającej 15 na ścieżce warstwy informacji. Promieniowy sygnał błędu, np. sygnał przedstawiający odległość pomiędzy środkiem plamki wybierającej 15 oraz linię środkową ścieżki 8, która ma być wybierana, może być otrzymany za pomocą tak zwanego sposobu podwójnej wiązki, znanej na przykład, z opisu patentowego USA nr 3,876,842. W tym celu urządzenie 10 jest zaopatrzone w zespół dzielący 23, korzystnie kratę, umieszczoną na drodze wiązki promieniowania 12. Krata rozszczepia wiązkę 12 na wiązkę + pierwszego, - pierwszego oraz zerowego rzędu, np. pierwszą wiązkę umiejscowienia 24, drugą wiązkę umiejscowienia 25 oraz główną wiązkę 26. Ze względu na przejrzystość rysunku, przedstawiono tylko pełne ścieżki pierwszej wiązki umiejscowienia oraz głównej wiązki. Dwie wiązki umiejscowienia oraz główną wiązką są zogniskowane w trzy plamki na warstwie informacji, która ma być wybierana za pomocą obiektywu 14, np. na warstwie informacji 3 dla sytuacji przedstawionej na fig. 1. Przesunięcie na fig. 1 pomiędzy pozycją pierwszej wiązki umiejscowienia 24 oraz główną wiązką 26 w położeniu obiektywu 14 zostało wyolbrzymione ze względu na przejrzystość. Na figurze 3 przedstawiono położenie trzech plamek ukształtowanych na warstwie informacji 3 dla przypadku, kiedy nie ma błędów promieniowych umiejscowienia. Skok ścieżki lub okres ścieżki wynosi q . Ścieżka 27 jest ścieżką, za którą plamka wybierająca musi właśnie podążać. Pierwsza oraz druga wiązka umiejscowienia tworzą plamkę umiejscowienia 28 oraz plamkę umiejscowienia 29, odpowiednio. Plamka wybierająca 15 utworzona przez główną wiązkę 26 jest umiejscowiona na ścieżce 27. Jeśli nie ma błędu umiejscowienia, jak na fig. 2, odległość pomiędzy plamką umiejscowienia oraz linią środkową ścieżki 27 wynosi x_0 . Wartość x_0 zależy od drogi, po której promieniowy sygnał błędu umiejscowienia pochodzi od promieniowania w wiązkach umiejscowienia. Elementarnymi wartościami są $q/4$, $q/2$ oraz $3q/4$. Jak pokazano na fig. 1, promieniowanie dwóch wiązek umiejscowienia 24 i 25 odbitych przez warstwę informacji jest przesyłane do układów detekcji 30 i 31, odpowiednio, przez obiektyw 14 oraz rozdzielacz wiązki 13. Układy detekcji 30 i 31 są połączone z obwodem przetwarzającym 17, który wprowadza promieniowy sygnał błędu S_p przez odejmowanie dwóch sygnałów z układów detekcji 30 i 31. Promieniowy sygnał błędu S_p zastosowano jako wejściowy dla promieniowego obwodu serwo 32, który zawiera serwoelektronikę. Sygnał wyjściowy obwodu 32 zastosowano do sterowania silnikiem liniowym 22, który może również zmienić poprzeczną pozycję obiektywu 14, w ten sposób wywierając wpływ na błąd promieniowy.

Generalnie, obecność warstw informacji w pobliżu warstwy informacji, na której główna wiązka 26 jest zogniskowana, będzie wywierać wpływ na sygnał błędu ostrości S_f w formie przesłuchu, jak będzie wyjaśnione w odniesieniu do fig. 4. Figura ta pokazuje sygnał błędu ostrości S_f jako funkcję przemieszczenia osiowego z plamki wybierającej 15. Krzywa 35 jest tak zwaną krzywą S dla warstwy informacji 3. Krzywa pokazuje dwa ekstrema 36 i 37 oraz przejście przez zero 38 pomiędzy ekstremami. Kiedy plamka wybierająca jest na pozycji osiowej wskazanej przez przejście przez zero 38, plamka wybierająca znajduje się w płaszczyźnie warstwy informacji 3. Podczas wybierania tej warstwy, układ regulacji ostrości z serwomechanizmem, zawierający układ detekcji 16, obwód przetwarzający 17, obwód

serwo ostrości 21 oraz silnik liniowy 22, będą próbować utrzymać plamkę wybierającą na przejściu przez zero 38. W tym samym czasie sąsiednia warstwa informacji 4 wytwarza sygnał błędu ostrości z krzywą S 39 powodując przesłuch na krzywej S 35. Całkowity sygnał błędu ostrości jest sumą krzywych S różnych warstw informacji. Krzywa S 39 powoduje uchyb ustalony w przejściu przez zero 38 krzywej S 35, kończący się na przejściu przez zero całkowitego sygnału błędu ostrości w pozycji z, różnej od pozycji przejścia przez zero 38. Plamka wybierająca 15 nie będzie następnie umiejscowiona w warstwie informacji 3, ale w pozycji pośredniej pomiędzy warstwami informacji 3 i 4. Uchyb ustalony może być do uniknięcia przez zwiększenie odległości pomiędzy krzywymi S 35 i 39. Bliskość krzywych S również powoduje asymetrię w kształcie krzywych, które mogą kończyć się na zagadnieniach obejmujących układ regulacji ostrości z serwomechanizmem. Odstęp pomiędzy krzywymi S korzystnie musi być wzięty jako co najmniej 4 razy odległość międzyszczytowa S_p krzywej S, aby uniknąć wspomnianego uchybu ustalonego oraz asymetrii. Odnośna minimalna odległość pomiędzy warstwami informacji wynosi $4 n S_p$, ze współczynnikiem załamania n warstwy przedzielającej 6 pomiędzy dwoma warstwami informacji. Maksymalna odległość wynosi korzystnie $8 n S_p$ dla wysokiej gęstości informacji nośnika zapisu.

W przykładzie wykonania urządzenia według wynalazku, minimalna odległość pomiędzy warstwami informacji może być zmniejszona przez zmniejszenie przesłuchu sygnałów błędu ostrości. Przesłuch występuje na skutek promieniowania z nie bieżąco wybieranych płaszczyzn informacji i padających na układ detekcji 16, jak to już wyjaśniano. Ponieważ bieżąco nie wybierane płaszczyzny informacji nie leżą w płaszczyźnie plamki wybierającej 15, promieniowanie z tych płaszczyzn nie będzie w ognisku na układzie detekcji 16, i dlatego powstaje stosunkowo duża plamka promieniowania na czulej na promieniowanie powierzchni układu detekcji. Czula na promieniowanie powierzchnia układu detekcji 16 jest ograniczona przez zewnętrzny prostokąt elementu 16 z fig. 2. W przykładzie wykonania urządzenia według wynalazku, rozmiar powierzchni czulej na promieniowanie jest mniejszy niż w tradycyjnych urządzeniach. Największy wymiar powierzchni czulej na promieniowanie jest korzystnie mniejszy niż 3 razy średnica plamki promieniowania utworzonej na powierzchni, kiedy wiązka promieniowania jest optymalnie zogniskowana na warstwie informacji. Wówczas wpływ promieniowania z nie wybieranych warstw informacji jest stosunkowo mały i, w następstwie, także przesłuch. Największy wymiar powierzchni czulej na promieniowanie jest korzystnie większy niż 1,5 razy wspomniana średnica plamki promieniowania, ponieważ mniejsze wymiary spowodują, że część promieniowania w kształtach 18 oraz 20 na fig. 2 pada na stronę zewnętrzną powierzchni czulej na promieniowanie, w ten sposób zmniejszając wielkość sygnału błędu ostrości tak dobrze jak wartość S_p . Dla układu detekcji 16 z fig. 2 znaczy to, że długość przekątnej powierzchni kwadratowej czulej na promieniowanie jest korzystnie w zakresie pomiędzy 1,5 a 3 razy średnica kształtu 19. Średnica plamki 30 μm kończy się na zakresie przekątnej od 45 do 90 μm , z wartością najkorzystniejszą 60 μm . Średnica plamki promieniowania jest tak zwaną średnicą najmniejszego rozproszenia, kiedy stosuje się sposób ogniskowania astygmatycznego. Dla innych plamek promieniowania średnica jest równa średnicy koła obejmującego 90% energii plamki.

Effekt układu małej detekcji 16 na krzywych S wskazanego za pomocą linii przerywanych na fig. 4. Całkowita szerokość każdej krzywej S jest zmniejszona do mniej niż dwa razy długość S_p , a skutkiem tego również przesłuch krzywej S 39 na krzywej S 35. Minimalna odległość warstw informacji może być teraz zmniejszona do $1,5 n S_p$. Maksymalna odległość wynosi korzystnie $3 n S_p$. Wybrana odległość wewnątrz zakresu wynosi $2 n S_p$. Wybrana odległość wewnątrz zakresu wynosi $2 n S_p$. Kiedy odległość międzyszczytowa wynosi 12 μm , a współczynnik załamania warstw przedzielających wynosi 1,56, grubość warstwy przedzielającej korzystnie wynosi pomiędzy 26 μm a 56 μm , z wybraną wartością 37 μm . Układ regulacji ostrości z serwomechanizmem specjalnie zaprojektowany dla wybierania wielowarstwowych nośników zapisu posiada odległość międzyszczytową 8 μm . Osiągnięto to przez zwiększenie rozwartości optycznej liczbowej padającej wiązki promieniowania na układ detekcji 16 oraz

przez wprowadzenie właściwej podstawy astygmatyzmu w wiązce. Wspomniana odległość międzyszczytowa $8\text{ }\mu\text{m}$ oraz współczynnik załamania 1,56, dają wybrany zakres grubości od $19\text{ }\mu\text{m}$ do $37\text{ }\mu\text{m}$. Mały uchyb ustalony ostrości na skutek przesłuchu w niższym końcu zakresu, może być skompensowany za pomocą elektronicznego uchybu ustalonego. Wartość elektronicznego uchybu ustalonego korzystnie zależy od grubości warstw przedzielających oraz od współczynnika odbicia warstw informacji.

Jakkolwiek powyższa dyskusja jest oparta na układzie regulacji ostrości z serwomechanizmem zgodnie ze sposobem astygmatycznym, wynalazek nie jest ograniczony do tego sposobu. Może on być zastosowany w każdym układzie zawierającym układ regulacji ostrości z serwomechanizmem posiadający krzywą S. Przykłady takich układów z serwomechanizmem ujawniono w opisie patentowym USA nr 4,533,826 stosując sposób Foucault'a lub sposób klinowy oraz w japońskim zgłoszeniu patentowym nr 60-217 535 stosując sposób rozmiaru wiązki. Dla wydłużonego detektora Foucault'a z dzieloną powierzchnią, największy wymiar powierzchni czulej na promieniowanie jest określony jako szerokość całkowita wspomnianej powierzchni mierzonej prostopadle do jej linii podziału.

Bliskość nie wybieranych warstw informacji obok plamki wybierającej także powoduje przesłuch w promieniowym sygnale błędu S_r , który powstaje w mniej więcej ten sam sposób jak przesłuch w sygnale błędu ostrości S_f . Promieniowanie dwóch wiązek umiejscowienia 24, 25 odbitych od bieżąco wybieranej warstwy informacji daje umiarkowanie małą plamkę promieniowania na każdym z układów detekcji 30 i 31. Promieniowanie odbite od bieżąco nie wybieranych warstw informacji daje stosunkowo szeroką plamkę promieniowania na układach detekcji 30 i 31 i powinien być dlatego zmniejszony, o ile to możliwe. Długość przekątnej powierzchni czulej na promieniowanie każdego z układów detekcji korzystnie ma zasięg pomiędzy 1 a 3 razy średnica plamki promieniowania na powierzchni utworzonej przez wiązkę umiejscowienia optymalnie zogniskowaną na warstwie informacji. Rozszczepienie powierzchni czulej na promieniowanie za pomocą linii podziału uważa się za powierzchnię pojedynczą dla określenia jej długości.

Promieniowanie głównej wiązki 26 odbitej od strony bieżąco nie wybieranych warstw informacji tworzy plamkę promieniowania scentrowaną na układzie detekcji 16 w zależności od grubości warstw przedzielających, która określa rozmiar plamki, promieniowanie plamki może paść na układy detekcji 30 i 31. Ponieważ natężenie głównej wiązki jest na ogół w zasadzie większe niż natężenie wiązek umiejscowienia, przesłuch promieniowania od głównej wiązki na promieniowym sygnale błędu może być znaczny. Przesłuch jest zmniejszony zgodnie z wynalazkiem przez wybór mocy w głównej wiązce tak, aby była mniejsza niż sześć razy moc w każdej z wiązek śledzenia. Zmniejszona moc w głównej wiązce jest wystarczająca do zapisania i skasowania informacji w większości typów warstw informacji.

Powyższe dwie miary do zmniejszenia przesłuchu pomiędzy promieniowymi sygnałami błędu są niezależne od zastosowanego sposobu wytwarzania promieniowego sygnału błędu. Przykłady sposobów, w których jedna lub dwie z powyższych miar mogą być zastosowane, są sposobem przeciwsobnym jednej wiązki jak ujawniono w opisie patentowym USA nr 4.057.833, sposobem przeciwsobnym dwóch wiązek, jak ujawniono w europejskim opisie patentowym nr 0 201 603 oraz sposobem trzech wiązek, jak ujawniono w opisie patentowym USA nr. 3.376.842.

Aberracja asferyczna na którą jest narażona główna wiązka 26 podczas poprzecznego przenikania przez materiał nośnika zapisu 1, może być skompensowana przez wprowadzenie aberracji sferycznej o różnym znaku w wiązce. Obiektów 14 może działać jako kompensator przez zaprojektowanie soczewki takiej, że wprowadza ona stopień aberracji sferycznej w wiązce wymagany dla pewnej wysokości plamki wybierającej 15 w nośniku zapisu. Taki obiektów jest znany z europejskiego opisu patentowego nr 0 146 178 (US 4 668 056). Kiedy wysokość plamki wybierającej odchyła się od wysokości dla której aberracja sferyczna jest skompensowana, dodatkowa, nieskompensowana aberracja sferyczna jest wprowadzona do głównej wiązki. Wywołuje to zmniejszoną jakość plamki wybierającej 15, która może być

wynikiem zmniejszenia r natężenia Strehla plamki wybierające. Wartość dodatkowej aberracji jest nieparzystą funkcją odchylenia wysokości, dającą w wyniku plamki wybierające dla dodatnich i ujemnych odchylen wysokości z różnymi rozkładami natężenia. Pomimo tych różnych rozkładów natężenia, jakość sygnału informacji S_i okazuje się zależeć od odwrotnej wartości kwadratu aberracji. Dlatego istnieje zakres grubości z tylko małym zmniejszeniem jakości sygnału informacji, który to zakres jest umiejscowiony symetrycznie wokół grubości, dla której wiązka promieniowania jest skompensowana. Rozpiętość zakresu jest określona przez minimalną jakość sygnału informacji jaka jest wymagana przez układ. Rozpiętość może być również wyrażona w przeliczeniu na maksymalnie dopuszczalne zmniejszenie r natężenia Strehla skutkiem aberracji sferycznej. Na ogół projektant urządzenia wybierającego posiada zapas tolerancji na zmniejszenie natężenia Strehla wskutek wszystkich aberracji optycznych. Część zapasu będzie przydzielona dla zmniejszenia spowodowanego przez aberrację sferyczną. Ta część określa rozpiętość wspomnianego zakresu.

Zgodnie z wynalazkiem, stos 2 warstw informacji jest umieszczony wewnątrz zakresu grubości z dopuszczalnym zmniejszeniem jakości sygnału informacji. Kiedy wysokość najbardziej zewnętrznych warstw informacji stosu mieści się wewnątrz zakresu grubości, wszystkie warstwy informacji mogą być wybierane z dobrze poprawioną plamką wybierającą. W celu optymalnego wykorzystania zakresu, taki stopień aberracji sferycznej wprowadzono do głównej wiązki, że plamka wybierająca jest w zasadzie wolna od aberracji sferycznej w przybliżeniu w połowie wysokości stosu. Jeśli rozpiętość zakresu, np. grubość maksymalna stosu 2, jest przedstawiona przez $2d$, wtedy:

$$2d = \frac{34n^3 \lambda \sqrt{r}}{(n^2 - 1) (NA)^4}$$

gdzie:

n jest współczynnikiem załamania warstw przedzielających,

λ jest długością fali w próżni wiązki promieniowania, a

NA jest rozwartością optyczną liczbową obiektywu 14.

Jeśli układ posiada następujące wartości parametrów: $\lambda = 780$ nm, $n = 1,56$, $NA = 0,52$ oraz $r = 0,05$; to $2d = 215$ μ m. Dlatego, wysokość stosu warstw informacji układu może wynosić aż do 215 μ m. Wszystkie warstwy informacji w stosie mogą być wówczas wybierane za pomocą urządzenia z wystarczająco skorygowaną plamką wybierającą. Jeśli urządzenie posiada odległość międzyszczytową krzywej S 12 μ m z połączoną optymalną odległością warstw informacji 37 μ m, wtedy stos może zawierać pięć warstw informacji.

Na figurze 5 przedstawiono nośnik zapisu 40 zawierający przezroczyste podłoże 41. Podłoże posiada na jednej stronie wejściową powierzchnię czołową 42, na której główna wiązka 26 jest wiązką padającą, a na drugiej stronie stos 2 zawiera warstwy informacji 3, 4 oraz 5. Główna wiązka jest skorygowana dla aberracji sferycznej wprowadzonej przez podłoże posiadające nominalną grubość oraz przez pół grubości stosu 2. Dodatkowa aberracja sferyczna skutkiem zmian grubości podłoża zmniejsza maksymalną grubość stosu. Dla powyższego zestawu wartości parametrów, międzyszczytowa tolerancja grubości 100 μ m podłoża oraz współczynnik załamania 1,56 tworzywa podłoża, maksymalna grubość stosu jest dana przez $215 - 100 = 115$ μ m. Ten stos może zawierać trzy zamiast pięciu warstw informacji. Inny przykład układu według wynalazku, z nośnikiem zapisu jak pokazano na fig. 5, którego układ jest mniej tolerancyjny dla aberracji sferycznej, posiada wartości parametrów: $\lambda = 635$ nm, $n = 1,56$; $NA = 0,52$; $S_p = 8$ μ m, $r = 0,01$ oraz tolerancję grubości podłoża 40 μ m. Rozpiętość $2d$ zakresu jest wówczas równa 78 μ m, a maksymalna grubość stosu zapisu wynosi $78 - 40 = 38$ μ m. Optymalny odstęp 2 n S_p warstw informacji w stosie jest równy 25 μ m. Dlatego, stos może zawierać dwie warstwy informacji. Aby dalej zmniejszyć przesłuch będący wynikiem bliskości warstw, odstęp może być powiększony do 38 μ m, bez wywierania wpływu na maksymalną ilość informacji, która ma być zapamiętana w nośniku zapisu. Warstwy informacji takiego nośnika zapisu mogą być wybierane przez urządzenie z pojedynczą, trwałą kompensacją aberracji sferycznej.

Współczynnik załamania jednej lub więcej warstw przedzielających może być równy jeden, np. warstwą przedzielającą jest powietrze. Jako przykład, warstwa przedzielająca 6 z fig. 5, może posiadać współczynnik załamania równy 1. Nośnik zapisu 40 zawiera wówczas podłoże 42 z warstwą informacji 3 będącą na przykład wytłaczaną powierzchnią podłoża, oraz warstwy informacji 4 i 5 będące dwoma powierzchniami płytki tworzącej warstwę przedzielającą 7. Płytką oraz podłożem są utrzymywane w wymaganej odległości za pomocą pierścieni dystansowych, które nie są pokazane na figurze. Z powyższej formuły jest jasne, że rozpórka powietrzna nie przyczynia się do aberracji sferycznej. Dlatego, maksymalna grubość stosu 2 jest wówczas równa sumie wartości $2d$, jak obliczono ze wzoru stosując współczynnik załamania warstwy przedzielającej 7 oraz grubość warstwy przedzielającej 6, zmniejszonej przez tolerancję na grubości podłoża, jeśli to konieczne. Zastępując stałą warstwę przedzielającą przez warstwę powietrzną zwiększa się możliwą liczbę warstw informacji w stosie o jeden.

Jeśli współczynnik załamania podłoża nie jest równy współczynnikowi załamania warstw przedzielających, maksymalna dodatkowa aberracja sferyczna podłoża musi być najpierw obliczona, a wynikające zmniejszenie natężenia Strehla musi być odjęte od maksymalnego dopuszczonego zmniejszenia skutkiem aberracji sferycznej. Pozostające zmniejszenie może być wówczas użyte do obliczenia maksymalnej grubości stosu.

Nośnik zapisu może być zaopatrzony w osobny stos warstw informacji. Urządzenie do wybierania tych warstw powinno być zaopatrzone w następny kompensator aberracji sferycznej, którego kompensator wymaga jedynie jednego ustawienia kompensacji dla każdego stosu warstw.

Cecha wybierania stosu warstw informacji z pojedynczą kompensacją aberracji sferycznej może być korzystnie związana z właściwością minimalnej odległości warstw informacji. Zmniejszenie minimalnej odległości zwiększa liczbę informacji tak, że dostosowuje stos o pewnej grubości. Dlatego, takie zmniejszenie zwiększa gęstość informacji nośnika zapisu oraz liczbę warstw informacji, które mogą być wybierane z pojedynczą kompensacją. W ten sposób zmniejszenie to dostarcza nośnika o dużej gęstości zapisu oraz urządzenia wybierającego o stosunkowo niskim koszcie. Jednak zastosowanie nie jest ograniczone do połączenia tych dwóch właściwości. Jako przykład, układ stosujący wspomnianą pierwszą właściwość, a bez wspomnianej drugiej właściwości, wybiera nośnik zapisu z dwoma wiązkami promieniowania. Plamka wybierająca pierwszej wiązki jest prowadzona przez warstwę informacji, podczas gdy położenie plamki wybierającej drugiej wiązki jest sprzężone z pierwszą plamką wybierającą i wybiera jedną lub więcej innych warstw informacji. Dlatego, nie ma przesłuchu pomiędzy serwosygnalami błędu, a odległość warstw informacji może być zmniejszona. Wysokość stosu jest ograniczona przez sferyczną aberrację, na którą jest narażona druga wiązka, zgodnie ze wspomnianą pierwszą właściwością. Przykład układu stosującego wspomnianą drugą właściwość a bez wspomnianej pierwszej właściwości, zawiera kompensator aberracji sferycznej dostarczający oddzielną kompensację dla każdej warstwy informacji. Minimalna odległość pomiędzy warstwami informacji jest określona przez przesłuch na sygnałach błędu dla układów regulacji ostrości i/lub umiejscowienia z serwomechanizmem, podczas gdy nie ma wymagania na maksymalną wysokość stosu warstw informacji.

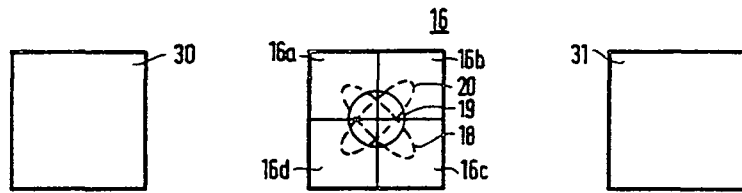


FIG. 2

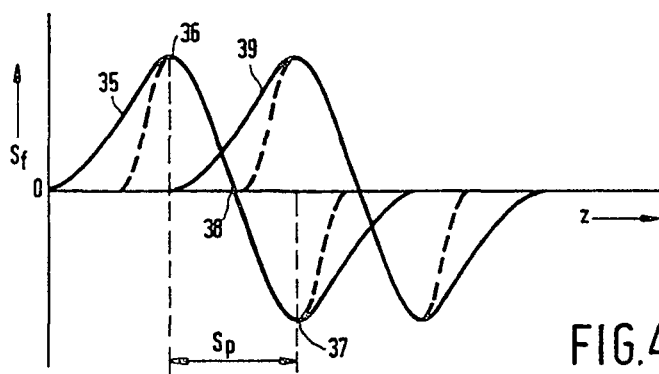


FIG. 4

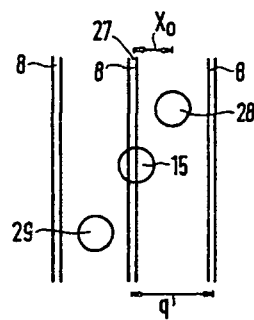


FIG. 3

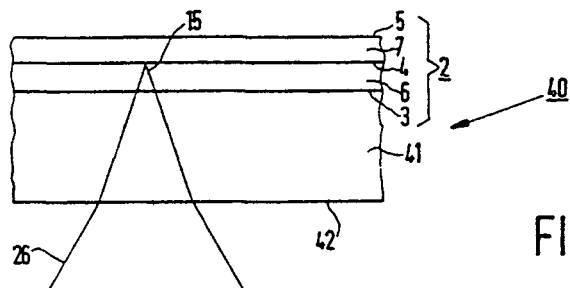


FIG. 5

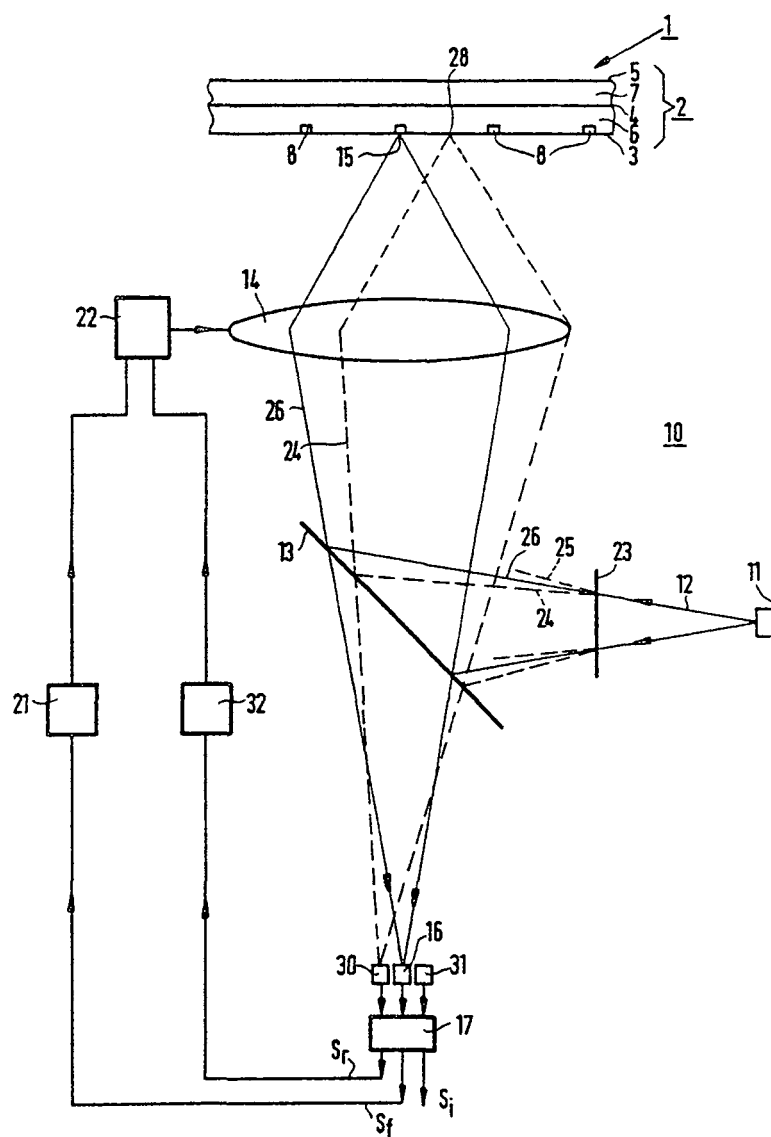


FIG.1