

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 81 18312**

---

⑤④ Dispositif de formation à l'éclair d'images dans un film de traitement à sec.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 03 B 27/16; G 02 B 5/14.

②② Date de dépôt..... 29 septembre 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *EUA, 3 octobre 1980, n° 193,840.*

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 14 du 9-4-1982.

---

⑦① Déposant : Société dite : ENERGY CONVERSION DEVICES, INC., société de droit américain,  
résidant aux EUA.

⑦② Invention de : Gerald F. Marshall.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Madsuf, conseils en propriété industrielle,  
3, av. Bugeaud, 75116 Paris.

La présente invention concerne un dispositif de formation à l'éclair d'images dans un film de formation d'images à traitement à sec.

Un appareil de traitement à sec d'un film de formation à l'éclair d'images, présentant une couche de matière de formation d'images dispersable par de l'énergie de rayonnement sur sa surface, est décrit dans le brevet US. N° 3 966 317. L'appareil représenté au brevet comprend un poste de transfert d'images où une image unique d'un micro-film est interposée sur une micro-image d'une bande de film formant masque qui est placée au-dessus d'une fenêtre de verre. Une courte impulsion d'énergie, supérieure à un certain seuil, et qui est émise par un tube éclair au Xénon traverse la fenêtre de verre et la micro-image de la bande de film formant masque pour atteindre l'image sur le microfilm qui présente de préférence la forme d'une microfiche ou d'une microcarte. L'impulsion d'énergie de rayonnement émise par le tube éclair au Xénon est absorbée et dispersée par les zones opaques de la micro-image de la bande de film formant masque de manière à ne pas réellement atteindre les zones correspondantes de matière dispersable par l'énergie de l'image sous-jacente du microfilm. Cependant, la courte impulsion d'énergie de rayonnement traverse facilement les zones sensiblement transparentes de la micro-image de la bande de film formant masque pour atteindre les zones sous-jacentes correspondantes de matière dispersable par l'énergie du microfilm dans lesquelles l'impulsion d'énergie est absorbée. L'absorption de l'impulsion d'énergie de rayonnement par ces zones chauffe la matière dispersable par l'énergie et l'amène au moins à un état ramolli ou fondu, de sorte que la couche continue de matière dispersable par l'énergie au niveau de ces zones est rompue et est dispersée en petits globules relativement espacés pour rendre ces zones sensiblement transparentes. La dispersion de la matière dispersable par l'énergie de rayonnement au niveau des zones chauffées est produite principalement par la tension de surface de la matière chauffée qui fait que cette matière une fois chauffée forme de tels petits globules espacés. Après

que les globules aient été ainsi formés par la courte impulsion d'énergie émise par le tube éclair au Xénon, ceux-ci sont refroidis rapidement et restent dans cet état globulaire pour créer des zones sensiblement transparentes dans l'image du  
5 microfilm.

L'efficacité de rassemblement d'énergie de la disposition de formation d'image sur film et qui est illustrée dans le brevet US. N° 3 966 317 est de l'ordre de 49%. Considéré différemment, environ 60% de l'énergie émise par le tube  
10 éclair au Xénon utilisé dans l'appareil selon le brevet est dissipée et perdue. Il est, en conséquence, nécessaire d'utiliser une impulsion de largeur plus longue et une tension de fonctionnement supérieure pour fournir une quantité suffisante d'énergie sur le plan du film pour obtenir une dispersion de  
15 la matière de formation d'images dispersable par l'énergie de rayonnement sur le film de formation d'images utilisé en liaison avec l'appareil. Le besoin d'impulsions de largeur plus grande et d'une tension de fonctionnement plus élevée agitent non seulement pour raccourcir la durée de vie utile du tube  
20 éclair au Xénon mais présente également un effet nuisible sur le coût énergétique de l'appareil et sur la finesse des images produites.

Le dispositif de formation d'images doit présenter, en plus d'une grande efficacité de capture de l'énergie de  
25 rayonnement provenant d'une source correspondante, une irradiance sensiblement uniforme sur la bande de film formant masque ainsi qu'un degré élevé de collimation de la sortie de rayonnement. Cette dernière exigence provient du fait qu'il existe un écartement inévitable entre la bande de film formant masque et la couche active du microfilm, du fait de la  
30 présence d'une couche de protection sur le micro-film.

Selon une caractéristique de l'invention, on obtient un degré élevé d'une telle collimation en faisant passer la lumière provenant d'une lampe éclair au Xénon par une structure présentant des surfaces divergentes à réflexion interne.  
35

En optimisant les angles de divergence, une série de réflexions internes multiples se produisant de manière générale autour de l'axe de propagation de la structure a pour résultat un faisceau de sortie très bien collimaté et d'intensité sensiblement uniforme au niveau de la fenêtre de sortie de la structure. Une bonne résolution d'images et une uniformité appropriée de l'éclairage sont obtenues au moyen de ce procédé. La possibilité de collimation par des réflexions internes multiples est une caractéristique non reconnue jusqu'à présent des structures divergentes.

Conformément à une caractéristique particulière de la présente invention, et comme illustré ci-après à titre d'exemple, le dispositif de formation d'images comprend un corps de transmission d'énergie de rayonnement qui présente avantageusement la forme d'un élément prismatique allongé plein en forme de tronc de cône ou de tronc de pyramide et qui présente une facette d'entrée de l'énergie de rayonnement et une facette de sortie de cette énergie ainsi que des facettes latérales qui sont inclinées par rapport à l'axe longitudinal de l'élément prismatique. Les facettes latérales adjacentes sont chacune inclinées selon un angle différent par rapport à l'axe longitudinal de l'élément prismatique ce qui a pour résultat de donner une structure de guidage généralement divergente.

Les dimensions des facettes d'entrée et de sortie ainsi que la longueur et le degré d'inclinaison des facettes latérales sont tels que l'énergie recueillie par l'élément prismatique est dirigée par des réflexions internes multiples entre les facettes latérales d'une manière calculée pour assurer une utilisation maximale ainsi qu'une distribution et une collimation optimales de l'énergie de rayonnement sur le plan du film situé au niveau de la facette de sortie de l'élément prismatique de manière à obtenir une résolution d'image optimale.

L'utilisation de moyens de guidage divergents, présentant une forme ou une autre, dans des systèmes d'éclairage est assurément bien connue. Ainsi, le brevet US N°3 514 200 illustre un mélangeur de lumière en tronc de pyramide rectangulaire à deux plans divergents. Un examen précis du brevet montre ce-

pendant que les rayons extrêmes sont confinés, de sorte qu'ils ne se réfléchissent pas sur les parois divergentes et que la collimation est assurée par des moyens optiques classiques à lentille. Le mélange est obtenu par des réflexions internes multiples de type habituel sur les deux surfaces parallèles. Le brevet US N° 4 125 315 montre un système mélangeur comprenant des éléments de mélange cylindriques et semi-cylindriques disposés en série et en parallèle, les éléments en série pouvant éventuellement être réunis par des interfaces coniques d'adaptation qui "peuvent ou non être des surfaces de diffusion" (voir colonne 4, lignes 3 à 9), et ce document ne décrit aucunement une propriété de collimation reconnue. En réalité aucun tel effet de collimation ne pourrait exister dans la géométrie représentée à moins qu'il n'existe une forte disparité d'indices de réfraction entre les surfaces d'adaptation, et cette exigence n'est aucunement décrite. Il n'est de plus nullement fait mention d'un rapport de divergence à convergence des éléments, ce qui constitue un aspect central de la présente description. Dans le document antérieur, on obtient une collimation des rayons de sortie par des moyens optiques classiques à lentilles. Aucun des documents précédents ne se réfère à ce qui constitue l'environnement de la présente invention, à savoir un système de projection d'ombre collimatée.

Selon une autre caractéristique de l'invention illustrée également à titre d'exemple, l'efficacité d'éclairage du dispositif est améliorée en montant l'élément prismatique près d'une source d'énergie de rayonnement telle qu'un tube éclair au Xénon et en encastrant, au moins en partie, la source et l'élément prismatique à l'intérieur de moyens d'interception et de réflexion de l'énergie de rayonnement qui sont placés pour constituer une cavité réfléchissante. Les moyens d'interception et de réflexion de l'énergie de rayonnement comprennent avantageusement des organes réfléchissants de forme générale hémisphérique présentant chacun des centres de courbure disposés de manière optimale. Les organes hémisphériques sont, de préférence, montés dans un boîtier et agis-

sent pour intercepter et réfléchir l'énergie de rayonnement à partir d'une source correspondante dans la facette d'entrée de l'élément prismatique. L'élément prismatique guide alors l'énergie de rayonnement vers la facette de sortie à travers une ouverture ménagée dans l'un des organes réfléchissants. Un masque de formation d'image est prévu au niveau de la facette de sortie de l'élément prismatique et il est placé entre la facette de sortie et le microfilm ou la microcarte à impressionner pour permettre que l'énergie soit appliquée au film selon un mode présélectionné.

La technique antérieure décrit des cavités réfléchissantes de forme générale asphérique pour des moyens d'éclairage, par exemple sous la forme de lampes de projection à parois réfléchissantes présentant une ouverture. En plaçant un organe de guidage à l'intérieur de la cavité réfléchissante, on peut cependant utiliser des organes réfléchissants hémisphériques relativement moins coûteux.

Le dispositif de formation d'images conforme à l'invention recueille, dirige, collimate et met en forme l'énergie de rayonnement émise par une source correspondante telle qu'un tube éclair au Xénon d'une manière qui permet une utilisation maximale et une distribution optimale de l'énergie au niveau du plan du film en assurant ainsi une distribution sensiblement uniforme et instantanée de la matière de formation d'images dispersable par de l'énergie rayonnant sur le film de formation d'images. L'efficacité de rassemblement d'énergie du dispositif de formation d'images est supérieure à 80%, c'est-à-dire environ le double de celle de la disposition de formation d'images sur film décrite dans le brevet US 3 966 317. L'efficacité de rassemblement d'énergie très élevée du dispositif présente des avantages économiques significatifs en ce que l'on peut employer une impulsion de largeur plus courte et une tension de fonctionnement inférieure, dans le cas où l'on emploie un tube éclair au Xénon en tant que source d'énergie de rayonnement, de sorte que les coûts d'énergie sont réduits de manière appréciable et que la durée de vie utile du tube éclair au Xénon est plus que doublée. De tels résultats sont en outre obtenus tout en donnant sur le film de formation d'images, des images qui présentent des caractéristi-

ques de résolution exceptionnellement élevées. Le dispositif décrit est de réalisation légère et compacte et il est particulièrement approprié pour être utilisé dans l'appareil décrit dans le brevet US N° 3 966 317.

5 L'invention a ainsi pour objet :

- Un système de projection optique caractérisé par un masque de projection et une source lumineuse permettant d'éclairer ce masque et de former une image d'ombre de celui-ci sur une surface de formation d'images écartée du masque,  
10 dans lequel des moyens de collimation et de guidage de la lumière sont placés le long d'un axe allant de ladite source vers le masque, les moyens de collimation et de guidage comprenant une fenêtre d'entrée et une fenêtre de sortie ainsi qu'une structure allongée à réflexion interne placée entre  
15 lesdites fenêtres et autour dudit axe pour guider la lumière allant de la source vers le masque par des réflexions multiples à l'intérieur de la structure, cette structure étant formée pour diverger, de manière continue, dans toutes les directions perpendiculaires à cet axe avec une distance croissante par  
20 rapport à la source, la divergence de cette structure étant telle qu'elle dirige, collimate et mélange la lumière traversant les moyens de collimation et de guidage de manière à fournir une intensité maximale de lumière collimatée de façon appropriée et répartie de manière sensiblement uniforme au  
25 niveau dudit masque.

- Un appareil d'éclairage comprenant une source lumineuse, caractérisé par des moyens de mélange et de guidage de la lumière et des moyens de réflexion de lumière, lesdits moyens de mélange et de guidage étant disposés pour guider la lumière  
30 provenant de ladite source le long d'un axe émanant de cette source, lesdits moyens de mélange et de guidage comprenant une fenêtre d'entrée et une fenêtre de sortie ainsi qu'une structure allongée à réflexion interne disposée entre lesdites  
fenêtres et de manière générale autour dudit axe de façon à  
35 mélanger et guider la lumière provenant de la source de manière générale le long dudit axe par des réflexions internes multiples pour produire un éclairage de sorte qui sont d'intensité sensiblement uniforme lorsqu'il quitte ladite fenêtre de sortie, les moyens réfléchissant la lumière étant disposés

autour de ladite source de façon à former une image de la lumière provenant de cette source en un point image choisi se trouvant sensiblement sur ledit axe et à proximité de la fenêtre d'entrée, lesdits moyens réfléchissant la lumière comprenant

5 un premier réflecteur présentant la forme d'une partie de surface d'une première sphère et un second réflecteur présentant la forme d'une partie de surface d'une seconde sphère, ledit second réflecteur présentant une ouverture d'accès placée sensiblement dans sa région axiale, ledit premier réflecteur

10 étant placé avec le centre de ladite première sphère sur un premier point sensiblement sur l'axe et sensiblement à mi-chemin entre ladite source et ledit point image et présentant la région centrale du premier réflecteur disposé sensiblement sur ledit axe au niveau d'un second point, ce second point

15 étant disposé sur une ligne située dans le prolongement dudit axe et s'étendant depuis lesdits moyens de guidage et de mélange à travers la source en direction dudit second point, ledit second réflecteur étant disposé avec le centre de la seconde sphère sensiblement au niveau de l'intersection dudit

20 axe et de la source et présentant le centre de ladite ouverture d'accès placée sensiblement sur ledit axe au niveau d'un troisième point, ce troisième point étant placé sur une ligne située dans le prolongement dudit axe et s'étendant depuis la source à travers l'ouverture d'entrée en direction dudit troi-

25 sième point, lesdits réflecteurs formant au moins une partie d'une cavité réfléchissante autour de ladite source, lesdits moyens de mélange et de guidage étant disposés avec au moins ladite fenêtre d'entrée placée à l'intérieur de ladite cavité, une première partie de la lumière provenant de ladite source

30 se réfléchissant sur le premier réflecteur pour focaliser, au niveau dudit point image, une seconde partie de la lumière provenant de la source se réfléchissant sur le second réflecteur pour revenir vers cette source et de là vers le premier réflecteur pour atteindre ledit point image, la fenêtre d'en-

35 trée des moyens de mélange et de guidage interceptant une fraction sensible de la lumière émise par la source, cette fraction traversant ladite ouverture d'accès et ladite fenêtre de sortie pour fournir une intensité maximale de lumière



répartie de façon sensiblement uniforme depuis la fenêtre de sortie.

Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent d'ailleurs de la description détaillée qui suit.

5 Des formes de réalisation de l'objet de l'invention sont représentées, à titre d'exemples non limitatifs, aux dessins annexés.

La fig. 1 est une coupe en élévation d'une forme de réalisation du dispositif selon l'invention.

10 La fig. 1A est une coupe partielle à plus grande échelle illustrant un masque de formation d'images ainsi que la carte à microfiche en contact avec elle au cours de la formation d'une image avec le dispositif.

La fig. 2 est une coupe prise sensiblement le long de  
15 la ligne 2-2 de la fig. 1.

La fig. 3 est une vue en plan d'une forme de réalisation du dispositif illustré aux figures précédentes.

Les fig. 3A, 3B et 3C sont respectivement des vues de  
20 dessous, de côté et de dessus du corps de transmission d'énergie de rayonnement illustré aux fig. 1 et 2.

La fig. 4 est une vue partielle de dessus montrant le  
25 masque de formation d'image utilisé pour former une image sur une surface ou zone d'une carte à microfiche placée par rapport à la facette de sortie du corps de transmission d'énergie de rayonnement du dispositif.

La fig. 5 est une coupe partielle d'une partie du masque de formation d'images en contact avec une partie de la carte à microfiche.

Les fig. 6A et 6B sont des constructions géométriques  
30 illustrant des formations d'images multiples d'une source ponctuelle et d'une source double par des plans de réflexion parallèles.

La fig. 7 est une construction géométrique illustrant  
35 le déplacement des images de sources lorsque les plans de la fig. 6 divergent.

La fig. 8 est une vue, en perspective, d'une colonne

formant une source de rayonnement éclairant un élément de guidage divergent, cette figure montrant le procédé d'analyse du tracé des rayons.

La fig. 9 est une construction géométrique illustrant  
5 l'emplacement du réflecteur pour l'éclairage du prisme.

La conception d'un exemple de réalisation selon l'invention doit prévoir des moyens de collimation appropriés pour diminuer la distorsion et la perte de résolution provenant de l'éloignement inévitable entre la bande de film formant masque  
10 et le film à microfiche.

La fig. 5 est une coupe d'une partie de la bande de film 44 formant masque, en contact avec une partie d'un film à microfiche 40. Une couche de protection 50 protège une couche de dispersion 52 du film à microfiche 40 de toute abrasion  
15 physique et effet atmosphérique. L'éclairage d'un élément 53 de l'image dans la couche d'émulsion 54 de la bande formant masque par des rayons parallèles 56-56 d'axes décalés fait que l'image de l'élément est déplacée par rapport à l'élément formant l'image, de sorte qu'un éclairage d'axe décalé donne lieu  
20 à une distorsion de l'ensemble de l'image.

L'éclairage d'un second élément 58, par un faisceau de rayons divergents 60-60-60, donne lieu à des effets de pénombre sur la couche de dispersion 52, comme cela est représenté, et provoque une perte de résolution. Le système d'éclairage doit,  
25 par conséquent, fournir une collimation appropriée de l'énergie de rayonnement ainsi qu'une uniformité notable de l'intensité sur la surface sur laquelle doit être formée l'image. Le degré de collimation et l'uniformité de l'intensité sont réglés par les exigences de distorsion, de résolution et d'uniformité  
30 d'éclairage imposées au système.

L'uniformité d'éclairage à travers une fenêtre de sortie peut être assurée par des moyens bien connus dans la technique et elle est facilement obtenue en utilisant des structures de guidage de lumière qui font que le rayonnement entrant  
35 subit des réflexions internes multiples avant sa sortie de la structure. Les fig. 6A et 6B montrent la nature de ce processus de mélanges.

A la fig. 6A, une source S est placée à une distance d de deux parois réfléchissantes planes et parallèles 3-y et 3'-y' séparées d'une distance 2d. Un observateur au point A, à une distance de 2d de S, verra une source virtuelle  $S_1$  réflé-

5 chie dans le plan 3-y, en plus de la source S. Depuis le point B, à une distance de 6d de S, les sources S,  $S_1$  et  $S_2$  sont visibles. Les sources conjuguées  $S_1$  et  $S_2$  sont également visibles par réflexion dans le plan 3-3'. Ainsi, plus la structure de guidage est longue, et plus de sources seront visibles depuis

10 le plan de sortie yy'. Du fait que les parois 3-y et 3'-y' sont parfaitement réfléchissantes et parallèles, il s'ensuit que tout le rayonnement capté par le plan d'entrée 3-y' doit éclairer le plan de sortie yy'. Le rayonnement incident au point B est ainsi celui dû aux cinq sources et peut être calculé à partir de ces dernières par une sommation appropriée.

15

Un observateur au point B voit ainsi un réseau de sept sources soustendant un angle  $2\theta$  qui est identique à l'angle de prise soustendu par la fenêtre d'entrée 3 - 3', vu depuis la source S. Si la source S est remplacée par deux sources O et

20 X de brillance sensiblement différente, comme représenté à la fig. 6B, alors l'éclairage du plan d'entrée 3-3' présentera une non-uniformité sensible sur sa surface. Depuis le point B, cependant, l'observateur voit donc sept paires de sources de brillance différente à une distance notable donnant lieu à

25 une moyenne significative de l'intensité lumineuse sur le plan yy'. Ceci constitue l'origine du processus de mélange par réflexions multiples dans des structures de guidage à parois parallèles. Il y a lieu, cependant, de noter que le rayonnement de sortie en yy' n'est pas collimaté, puisqu'il est dispersé sur un angle presque égal à l'angle de prise au niveau

30 de la fenêtre d'entrée 3-3'.

La présente invention est en partie basée sur ce que l'on peut considérer comme étant une caractéristique non reconnue jusqu'à présent de réflexions multiples dans des systèmes de guidage optiques réfléchissants et divergents, à

35 savoir la capacité de tels systèmes de collimater la lumière provenant d'une source étendue. Si les parois réfléchissantes

sont disposées pour diverger comme représenté à la fig. 7, les sources virtuelles de la fig. 6 sont alors disposées sur une longueur d'arc de rayon fini réglée par l'angle de divergence et la distance de la source au plan d'entrée, comme indiqué

5 par la construction géométrique représentée, et il peut en résulter une réduction marquée de l'angle sous-tendu par le réseau de sources équivalent vu depuis le plan de sortie Z - Z', ce qui a pour résultat une amélioration importante de la collimation. Une perte concomitante de l'intensité lumineuse

10 en Z - Z' doit également se produire. En trois dimensions, il est nécessaire de prévoir au moins une seconde paire de plans réfléchissants et divergents pour compléter la structure. Une analyse complète des rayons obliques est alors nécessaire, car des réflexions de rayons obliques internes impliquent,

15 en général, toutes les quatre parois. Un calcul par ordinateur des angles et des distances permettant d'obtenir une collimation optimale et une très bonne uniformité de l'éclairage est par conséquent utilisé pour concevoir un exemple de réalisation.

20 La forme de réalisation du guide d'ondes donné à titre d'exemple (voir fig.8) est conçue pour être utilisée avec une source éclair à décharge de gaz présentant une colonne lumineuse 62 de 20 mm de long et de 4 mm de diamètre, avec un écartement minimum de la fenêtre d'entrée 64 égal à 6 mm

25 mesurée à partir du centre de la colonne. Dans tout le calcul, l'écartement est réglé à cette valeur minimale pour optimiser l'efficacité de rassemblement de la lumière au niveau de la fenêtre d'entrée 64 de la structure de guidage 12. La fenêtre de sortie 12b du guide 12 est réglée égale au format standard

30 d'images de microfiches de 10 mm par 12,5 mm donnant ainsi au guide une configuration en tronc de pyramide rectangulaire. Du fait d'importants problèmes de chauffage et de considérations de coût et de tolérance de fabrication, le guide 12 est, de préférence et de manière avantageuse fabriqué sous la

35 forme d'un prisme allongé en quartz transparent dans lequel les réflexions des parois prennent la forme de réflexions internes totales. L'analyse précédente reste valable ; cependant la courbure de réfraction des rayons lumineux aux ni-

veaux des fenêtres d'entrée et de sortie doit être prise en compte dans le programme de l'ordinateur.

Après avoir établi l'écartement, la géométrie de la fenêtre de sortie ainsi que la géométrie de la source, les seuls paramètres variables restants sont la longueur du guide et les angles de divergence des facettes des parois. Pour une géométrie donnée, la source (représentée de manière approchée par un plan lumineux 66 coupant en son milieu la source 62), la fenêtre d'entrée 12a et la fenêtre de sortie 12b sont décomposées en éléments de mailles. Par une sommation appropriée effectuée sur tous les éléments de source et de fenêtre d'entrée, on calcule le nombre, l'angle et l'intensité de chaque élément du faisceau de rayons ou "lobe" sortant au niveau de chaque élément de mailles de fenêtres de sortie.

La fig. 8 montre un tracé pour une paire de rayons 74-74 provenant des éléments de source 68-68, traversant les éléments de mailles 70-70 des fenêtres d'entrée et sortant par un élément de maille de sortie 70. Pour chaque élément de mailles de sortie de ce type, les éléments du faisceau de rayons sont soumis à une moyenne en intensité et en angle pour fournir l'intensité lumineuse ("émettance"), les composantes de direction moyenne  $\theta_x$  et  $\theta_y$  du faisceau de rayons, ainsi que les composantes d'angle de déviation standard  $\sigma_x$  et  $\sigma_y$  des rayons lumineux provenant de la direction moyenne et constituant une mesure de la divergence. Les définitions des paramètres précédents ainsi qu'une description générale du processus d'optimisation se trouvent dans la publication de la "Demanderesse" "Tapered Light Guide Condenser : A Design Approach", Comptes Rendu de la "Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers" Vol. 176 pages 161-167, 17 avril 1979.

Un prisme approprié pouvant être utilisé dans l'appareil du type décrit dans le brevet US N° 3 966 317, dérivé de l'analyse précédente, est représenté aux fig. 3A, 3B et 3C, et présente une longueur d'environ 24 mm, une fenêtre ou facette de sortie rectangulaire 12b présentant des bords latéraux d'environ 12 mm et 12,5 mm de longueur, et une fenêtre ou facette d'entrée sensiblement carrée 12A d'environ 9 mm de côté. La fa-

cette de sortie 12b est légèrement en biseau pour éviter d'endommager le film à microfiches 40. L'angle d'inclinaison des facettes les plus étroites 12d-12d des deux paires de facettes latérales par rapport à l'axe longitudinal du guide ou corps  
 5 de transmission d'énergie de rayonnement 12 est approximativement de  $1^{\circ} 30' 55''$ , alors que l'angle correspondant des facettes les plus larges 12c-12c des deux paires est d'environ  $4^{\circ} 28' 39''$ .

Les valeurs calculées pour un tel prisme montrent une  
 10 variation d'émettance inférieure à  $\pm 9\%$ , un écart maximum de l'axe du lobe de luminance de  $5^{\circ}$  avec une moyenne de  $3,5^{\circ}$ , une étendue du degré de finesse de "collimation" du lobe de luminance comprise dans un intervalle de  $\pm 8\%$  pour les deux composantes  $\sigma_x$  et  $\sigma_y$ , et une irrégularité ou "astigmatisme"  
 15 de la finesse du profil du lobe de luminance mesuré par la disparité entre les composantes  $\sigma_x$  et  $\sigma_y$  inférieure à 15%. Mesurée de manière expérimentale, la variation de luminance au niveau de la facette de sortie 12b est inférieure à  $\pm 6\%$  sur tout le format du champ, alors que le degré de collimation  
 20 produit une résolution d'images appropriée pour résoudre 120 paires de lignes par millimètre.

Un raisonnement très général peut montrer qu'un moyen de guidage qui diverge profondément dans les deux dimensions donne très peu de mélange. Ce qui est appliqué dans la présente invention est la reconnaissance des propriétés de collima-  
 25 tion d'un système divergent et une optimisation des propriétés de mélange et de collimation dans une structure modérément divergente conçue de manière appropriée.

On obtient une autre amélioration de l'ensemble de la  
 30 sortie lumineuse en interrompant et en ramenant vers la facette d'entrée 12a (fig. 8) une fraction importante de la lumière provenant de la source 62, c'est-à-dire à l'extérieur de l'angle de prise de la facette d'entrée. Ceci est obtenu en entourant la source S par une paire de réflecteurs sphériques déca-  
 35 lés comme illustré de manière schématique à la fig. 9.

Un réflecteur arrière hémisphérique 16a est placé avec son centre à mi-chemin entre la source S, représentée ici de

manière idéale par une source ponctuelle pour la clarté de l'exposé, et un point P très proche de la facette d'entrée 12a du prisme 12. Un rayon arrière u se réfléchissant sur le réflecteur arrière 16a est ainsi réfléchi vers le point P pour  
5 frapper la facette d'entrée 12a. A proprement parler, le réflecteur arrière devrait être une coupelle ellipsoïde présentant ses foyers aux points S et P ; cependant la séparation entre les points S et P est suffisamment petite par rapport au  
10 rayon du réflecteur arrière 16a pour qu'une formation d'image appropriée soit obtenue en utilisant un hémisphère. Une économie considérable est ainsi obtenue en évitant l'utilisation d'un élément asphérique. Des rayons avant sont renvoyés par une coupelle hémisphérique 16b présentant une ouverture et centrée en S. Un rayon avant v provenant de la source S est  
15 ramené en S et fournit une image en P de la même manière que le rayon arrière u. Bien que la source virtuelle P ne soit pas placée de manière optimale pour une collimation, l'expérience a montré que la disposition représentée schématiquement à la fig. 9, et à l'échelle aux fig. 1 et 2, produit une augmentation  
20 significative de l'éclairage avec des propriétés de collimation acceptables. Un système d'éclairage de la technique antérieure, à savoir la lampe Norelco 13120 C (CXL / CXR), utilise une paroi réfléchissante arrière ellipsoïde pour focaliser les rayons réfléchis sur un angle de cône limité vers  
25 l'avant à travers le second point focal de manière à permettre un passage libre par une ouverture relativement distante ménagée dans la paroi antérieure hémisphérique réfléchissante. Dans la présente invention, on a utilisé les propriétés de réflexion interne de l'organe de transmission d'énergie pour  
30 amener "l'ouverture", dans ce cas la facette d'entrée 12a (fig. 8), près de la source d'énergie de rayonnement de manière à éviter qu'il soit nécessaire d'utiliser un réflecteur arrière asphérique relativement coûteux.

L'exemple de réalisation du dispositif de formation  
35 d'images 13, représenté aux fig. 1 et 2 et indiqué dans son ensemble par la référence 10, comprend un élément de transmission d'énergie électromagnétique ou prisme 12, une source d'énergie électromagnétique 14 et des moyens d'interception et

de réflexion d'énergie indiqué de manière générale en 16. Un boîtier 18 comprenant une partie de base 20 et une partie supérieure ou couvercle 22 est prévu pour maintenir les pièces du dispositif de formation d'images en relation de fonctionnement les unes par rapport aux autres.

Dans l'exemple de réalisation du dispositif de formation d'images, l'organe de transmission de rayonnement d'énergie 12 comprend de préférence un élément prismatique en tronc de cône ou en tronc de pyramide formé en une matière transmettant l'énergie de rayonnement, et qui est sensiblement transparente et résistante. Alors que le prisme 12 peut être fabriqué en diverses matières, une matière particulièrement souhaitable est un quartz de grande pureté, disponible dans le commerce sous la désignation "Amersil, Grade T-19, Suprasil".

Dans la forme de réalisation du dispositif de formation d'images 10 représenté aux fig. 1 à 3, l'organe de transmission d'énergie de rayonnement 12 est porté sur la partie de dessus ou couvercle 22 du boîtier 18 à travers une ouverture 22a formée dans ce dernier. La facette de sortie 12b de l'organe 12 est sensiblement de niveau avec la surface supérieure de la partie de dessus ou couvercle 22 alors que la facette d'entrée 12a de l'organe 12 est maintenue écartée par rapport à la source d'énergie 14. La source d'énergie 14 représentée est analogue à la source d'énergie décrite dans le brevet US N° 3 966 317 et comprend un tube éclair au Xénon tel que le tube N° F X - 255 -.75 de la Société E.G. et G Company. Le tube éclair au Xénon présente une entrée électrique d'un maximum d'environ 50 joules. Le tube est de préférence un type de tube à bande large présentant une gamme allant des ultraviolets aux infrarouges avec des longueurs d'ondes comprises entre environ 2000 et environ 10 000 Angstroms.

Les extrémités du tube éclair 14 sont maintenues par des attaches à ressorts 24-24 fixées sur la partie de base 20 du boîtier 18. Une bobine de déclenchement ou d'excitation 26, reliée à une source de puissance non représentée, est placée sur la surface externe du tube éclair 14 pour exciter ce tube.

Les moyens d'interception et de réflexion de l'énergie



de rayonnement 16 du dispositif de formation d'images 10 comprennent des réflecteurs de forme hémisphérique 16a et 16b présentant chacun un centre de courbure différent comme représenté respectivement par les flèches 30 et 32. Les réflecteurs 16a et 16b peuvent être formés à partir de toute matière appropriée de réflexion de l'énergie de rayonnement, par exemple verre à miroir, métal ou matière plastique.

Dans la forme de réalisation de l'invention illustrée, les réflecteurs 16a et 16b sont avantageusement formés à partir d'une matière plastique telle que du Plexiglas dont la surface antérieure a été revêtue d'une couche d'aluminium. Le réflecteur 16a est porté par la partie de base 20 du boîtier 18 et présente son centre de courbure situé en un point légèrement en dessous du centre de la facette d'entrée 12a de l'organe 12 au niveau du sommet du tube 14. Le réflecteur 16b est porté par la partie supérieure ou couvercle 22 du boîtier 18 et son centre de courbure est situé directement en dessous du centre de courbure du réflecteur 16a sur l'axe longitudinal du tube éclair 14. Le rayon de chacun des réflecteurs 16a et 16b est suffisamment long pour empêcher une dispersion de la couche réfléchissante en aluminium sur la surface des réflecteurs du fait de l'énergie de forte intensité émise par le tube éclair 14. Dans la forme de réalisation du dispositif illustré, le rayon de chaque réflecteur est d'environ 20,6 mm. Le centre de courbure de chacun des réflecteurs 16a et 16b est décalé de la manière décrite pour permettre à l'énergie réfléchie émise par le tube 14 de passer autour de ce tube vers la facette d'entrée de l'organe 12. L'étendue du déplacement dans le dispositif illustré est d'environ 3 mm. Les bords 16c-16c des réflecteurs 16a et 16b sont placés l'un contre l'autre, et les réflecteurs forment ainsi une chambre 34 pour la facette d'entrée 12a de l'élément 12 et du tube éclair 14. A cette fin, le réflecteur 16b présente une ouverture 36 à son pôle pour recevoir l'organe 12, le réflecteur 16b présentant des ouvertures opposées 38-38 aux extrémités de son axe de déclinaison pour recevoir le tube 14.

Comme cela a été indiqué ci-dessus, le dispositif de

formation d'images 10 selon la présente invention est particulièrement prévu pour être utilisé en liaison avec un appareil tel que celui décrit dans le brevet US 3 966 317. Ainsi comme illustré au dessin, un micro-élément de préférence 5 sous la forme d'une carte à microfiche 40, de dimension normalisée 10 X 15 cm et capable de recevoir jusqu'à 96 micro-images selon un rapport de réduction de 24, est de préférence utilisé pour la formation d'images avec le dispositif. La carte 40 comprend un substrat de matière plastique synthétique 10 sensiblement transparent et flexible tel que du Mylar (téréphtalate de polyéthylène glycol), par exemple, présentant une épaisseur comprise entre environ 0,075 ou 0,375 mm et environ 0,375 mm. Le substrat est revêtu, de préférence par dépôt sous vide, d'une mince couche continue d'une matière 15 de formation d'images dispersable par l'énergie de rayonnement telle que du bismuth ou un alliage de bismuth présentant une épaisseur comprise entre 1000 et environ 2 000 Å. La couche de matière de formation d'images dispersable par l'énergie de rayonnement est une couche absorbant la chaleur 20 et, dans le cas du bismuth, elle présente un point de fusion d'environ 271°C. Une couche supérieure de protection est avantageusement appliquée sur la couche dispersable par l'énergie de rayonnement. La couche supérieure de protection comprend de préférence une pellicule de matière plastique 25 synthétique, sensiblement transparente, en Saran, polyuréthane ou matière analogue, et elle présente une épaisseur d'environ 1 micron.

En utilisant le dispositif de formation d'images 10 pour former une image sur une surface ou zone 40a de la carte 30 40, une bande de film formant masque 44, portant une micro-image, telle que la bande décrite dans le brevet US mentionné précédemment, est placée entre la facette de sortie 12b de l'organe 12 et la surface 40a de la carte 40, voir fig. 4. La surface 40a de la carte 40 est amenée en contact avec la 35 bande de film formant masque 44, et elle est maintenue dans cette position, au cours de la formation des images, par l'intermédiaire d'un plongeur mobile 46. Le tube éclair au Xénon

14 est alors excité pour produire une faible impulsion d'énergie électromagnétique ou de rayonnement. La faible impulsion d'énergie produite par le tube 14 est comprise entre environ 20 microsecondes et environ 1 milliseconde et dure, de préférence, environ 40 microsecondes. Du fait de l'efficacité de rassemblement d'énergie élevée combinée de l'organe 12 et des réflecteurs 16a et 16b, l'impulsion de l'éclair peut être rendue approximativement 40 % à 50 % plus courte que cela serait autrement possible. En même temps, l'excitation du tube 14 peut avoir lieu à une tension de fonctionnement plus basse. Ces facteurs se combinent pour étendre de manière appréciable la durée de vie utile du tube 14 permettant d'obtenir jusqu'à 100 000 éclairs ou davantage à partir d'un seul tube Xénon du type décrit précédemment.

La courte impulsion d'énergie émise par le tube 14 est recueillie et réfléchiée au niveau de la facette d'entrée 12a de l'organe 12. En même temps que l'énergie traverse l'organe 12, elle est collimatée le mieux possible et dirigée vers la facette de sortie 12b d'où elle sort sous une forme permettant une utilisation maximale et une distribution optimale de l'énergie au niveau du plan du film. Plus particulièrement, en ce qui concerne ce dernier point, l'énergie collimatée sortant de la facette de sortie 12b de l'organe 12 est conformée de manière telle que, si une grille ou un réseau était placé au niveau de la facette de sortie 12b, l'énergie sortirait de cette grille sous la forme de petits cônes inversés dont chaque axe vertical ou longitudinal serait sensiblement perpendiculaire à la surface de la facette de sortie.

Au fur et à mesure que l'énergie sort de la facette de sortie 12b, elle traverse la surface transparente du masque 44, sur lequel est formée une micro-image, pour atteindre la couche de matière dispersable par l'énergie de rayonnement et qui se trouve sur la surface ou zone 40a de la carte 40 où l'énergie est absorbée. L'absorption d'énergie par la matière dispersable par l'énergie de rayonnement au niveau de ces surfaces fait que la matière dispersable par l'énergie devient molle ou qu'elle fond de sorte que la couche solide continue de matière dispersable par l'énergie de rayonnement au niveau des surfaces de

la zone 40 où l'énergie est absorbée est rompue et dispersée en petits globules largement espacés de manière à rendre ces surfaces sensiblement transparentes. La dispersion de la matière dispersable par l'énergie de rayonnement au niveau des surfaces d'absorption d'énergie est provoquée principalement par la tension de surface de la matière chauffée pour former de tels petits globules largement espacés. De nouveau, du fait des possibilités de rassemblement d'énergie très importantes combinées de l'organe 12 et des réflecteurs 16a et 16b, ainsi que de la capacité de l'organe 12 de collimater et de diriger l'énergie vers le plan de la carte à microfiche 40, il se produit une dispersion de la matière dispersable par l'énergie de rayonnement dans les surfaces où a lieu l'absorption de cette énergie, et, par conséquent, la résolution d'images se produit de manière sensiblement uniforme sur toute la surface ou zone 40a. Comme indiqué précédemment, après que les globules aient été ainsi formés par la courte impulsion d'énergie provenant du tube 14, ces derniers se refroidissent presque instantanément et restent à l'état globulaire pour fournir sur la carte une micro-image nette à forte résolution correspondant à la micro-image de la bande de film formant masque 44.

L'invention n'est pas limitée aux formes de réalisation représentées et décrites en détail car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

Ainsi, bien que l'on ait indiqué à titre d'exemple un format de sortie rectangulaire et ainsi une forme en tronc de pyramide rectangulaire, les moyens de guidage peuvent comprendre des parois supplémentaires de manière à faire que la fenêtre de sortie se conforme au format de sortie désiré. La présente invention peut également s'appliquer à des géométries plus généralisées. Ainsi un format de sortie hexagonal nécessiterait une forme hexagonale à six parois et, plus généralement à la limite, un format circulaire ou elliptique nécessiterait une structure conique ou ellipso-conique sans facettes divergentes avec des angles générateurs de sommets calculés de manière appropriée pour une collimation optimale.

REVEN DICATIONS

1 - Système de projection optique comprenant un masque de projection et une source lumineuse permettant d'éclairer ce masque et de former une image d'ombre de celui-ci sur une surface de formation d'images écartée du masque, caracté-  
5 risé par des moyens de collimation et de guidage de la lumière placés le long d'un axe allant de ladite source vers le masque, les moyens de collimation et de guidage comprenant une fenêtre d'entrée (12a) et une fenêtre de sortie (12b) ainsi qu'une structure allongée à réflexion interne (12) pla-  
10 cée entre lesdites fenêtres et autour dudit axe pour guider la lumière allant de la source vers le masque par des réflexions multiples à l'intérieur de la structure, cette structure étant formée pour diverger de manière continue dans toutes les directions perpendiculaires à cet axe avec une dis-  
15 tance croissante par rapport à la source, la divergence de cette structure étant telle qu'elle dirige, collimate et mélange la lumière traversant les moyens de collimation et de guidage de manière à fournir une intensité maximale de lumière collimatée de façon appropriée et répartie de ma-  
20 nière sensiblement uniforme au niveau dudit masque.

2 - Système optique selon la revendication 1, caractérisé par des moyens de réflexion de lumière (16) placés autour de la source de manière à former une image lumineuse de cette source au niveau d'un point de formation  
25 d'image choisi se trouvant sensiblement sur ledit axe et près de la fenêtre d'entrée, lesdits moyens de réflexion comprenant un premier réflecteur (16a) présentant la forme d'une partie de surface d'une première sphère et un second réflecteur (16b) présentant la forme d'une partie de sur-  
30 face d'une seconde sphère, ledit second réflecteur présentant une ouverture d'accès placée sensiblement dans sa zone centrale, le premier réflecteur étant disposé avec le centre de ladite première sphère en un premier point sensiblement sur ledit axe et à peu près à mi-chemin entre ladite source  
35 et le point de formation d'image et présentant la zone cen-

trale du premier réflecteur disposée sensiblement sur ledit axe au niveau d'un second point, ce second point étant placé sur une ligne située dans le prolongement dudit axe et s'étendant depuis les moyens de collimation et de guidage à 5 travers ladite source en direction du second point, ledit second réflecteur étant placé avec le centre de ladite seconde sphère sensiblement à l'intersection dudit axe et de ladite source et ayant le centre de ladite ouverture d'accès placé sensiblement sur l'axe au niveau d'un troisième point, 10 ce troisième point étant disposé sur une ligne située dans le prolongement dudit axe et s'étendant depuis ladite source à travers la fenêtre d'entrée en direction du troisième point, les réflecteurs formant au moins une partie d'une cavité réfléchissante autour de ladite source, les moyens de colli- 15 mation et de guidage étant disposés avec au moins la fenêtre d'entrée placée à l'intérieur de ladite cavité, une première partie de la lumière provenant de ladite source se réfléchissant sur ledit premier réflecteur pour focaliser au niveau du point de formation d'image, une seconde partie de 20 la lumière provenant de ladite source se réfléchissant sur le second réflecteur pour revenir vers cette source et de là au premier réflecteur pour atteindre ledit point de formation d'images, ladite fenêtre d'entrée des moyens de collimation et de guidage interceptant une partie sensible de la 25 lumière émise par ladite source, cette fraction traversant l'ouverture d'accès et la fenêtre de sortie de manière à éclairer ledit masque.

3 - Appareil d'éclairage comprenant une source lumineuse, des moyens de mélange et de guidage de la lumière et 30 des moyens de réflexion de la lumière, caractérisé en ce que lesdits moyens de mélange et de guidage sont disposés pour guider la lumière provenant de ladite source le long d'un axe émanant de cette source, lesdits moyens de mélange et de guidage comprenant une fenêtre d'entrée (12a) et une fe- 35 nêtre de sortie (12b) ainsi qu'une structure allongée à réflexion interne (12) disposée entre lesdites fenêtres et de manière générale autour de l'axe de façon à mélanger et guider la lumière provenant de la source de manière géné-

rale le long dudit axe par des réflexions internes multiples pour produire un éclairage de sortie qui soit d'intensité sensiblement uniforme lorsqu'il quitte ladite fenêtre de sortie, en ce que lesdits moyens réfléchissant la lumière sont  
5 disposés autour de ladite source de façon à former une image de la lumière provenant de cette source en un point image choisi se trouvant sensiblement sur ledit axe et à proximité de la fenêtre d'entrée, lesdits moyens réfléchissant la lumière comprenant un premier réflecteur (16a) présentant  
10 la forme d'une partie de surface d'une première sphère et un second réflecteur (16b) présentant la forme d'une partie de surface d'une seconde sphère, en ce que ledit second réflecteur présente une ouverture d'accès (36) placée sensiblement dans sa région centrale, ledit premier réflecteur  
15 étant placé avec le centre de ladite première sphère sur un premier point sensiblement sur ledit axe et sensiblement à mi-chemin entre ladite source et ledit point image et présentant la région centrale du premier réflecteur disposée sensiblement sur ledit axe au niveau d'un second point, ce  
20 second point étant disposé sur une ligne située dans le prolongement dudit axe et s'étendant depuis lesdits moyens de guidage et de mélange à travers ladite source en direction dudit second point, ledit second réflecteur étant disposé avec le centre de la seconde sphère sensiblement au niveau  
25 de l'intersection dudit axe et de la source et présentant le centre de ladite ouverture d'accès placée sensiblement sur ledit axe au niveau d'un troisième point, ce troisième point étant placé sur une ligne située dans le prolongement dudit axe et s'étendant depuis ladite source à travers l'ou-  
30 verture d'entrée en direction dudit troisième point, en ce que lesdits réflecteurs forment au moins une partie d'une cavité réfléchissante autour de ladite source, lesdits moyens de mélange et de guidage étant disposés avec au moins ladite fenêtre d'entrée placée à l'intérieur de ladite cavité, une  
35 première partie de la lumière provenant de ladite source se réfléchissant sur le premier réflecteur pour focaliser au niveau dudit point image, une seconde partie de la lumière

provenant de la source se réfléchissant sur le second réflecteur pour revenir vers cette source et de là vers ledit premier réflecteur pour atteindre ledit point image, en ce que la fenêtre d'entrée des moyens de mélange et de guidage intercepte une fraction sensible de la lumière émise par la source, cette fraction traversant ladite ouverture d'accès et ladite fenêtre de sortie pour fournir une intensité maximale de lumière répartie de façon sensiblement uniforme depuis la fenêtre de sortie.

10           4 - Appareil d'éclairage selon la revendication 3, caractérisé en ce que la structure réfléchissante est con- formée pour diverger dans toutes les directions perpendi- culaires audit axe avec une distance augmentant depuis la source, la divergence de ladite structure étant telle qu'el-  
15 le produit une sortie lumineuse répartie de manière sensi- blement uniforme et sensiblement collimatée au niveau de ladite fenêtre de sortie.

          5 - Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 3, caractérisé en ce que la structure réfléchissante comprend  
20 quatre parois latérales réfléchissantes sensiblement planes, ces parois étant disposées pour former les éléments latéraux d'un tronc allongé de structure pyramidale droite à base et sommet rectangulaires, le rectangle défini par lesdites parois au niveau de la base constituant ladite fenêtre de  
25 sortie, et le rectangle défini par les parois au niveau du sommet constituant ladite fenêtre d'entrée, la lumière en- trant par la fenêtre d'entrée suivant des réflexions inter- nes multiples sur lesdites parois en direction de la fenê- tre de sortie.

30           6 - Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de guidage sont réa- lisés sous la forme d'un corps transparent plein unique, lesdites réflexions multiples étant des réflexions inter- nes sur la surface dudit corps.

35           7 - Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 3, caractérisé en ce que les moyens de guidage présentent la forme d'un corps transparent plein unique en forme de pris-



me qui comprend quatre facettes à réflexion interne et sensiblement planes disposées pour former les éléments latéraux d'un tronc de pyramide droit à facettes de base et de sommet rectangulaire, la facette de sommet constituant la fenêtre d'entrée et la facette de base constituant la fenêtre de sortie, la lumière entrant dans la fenêtre d'entrée suivant des réflexions internes multiples sur lesdites facettes latérales en direction de la fenêtre de sortie.

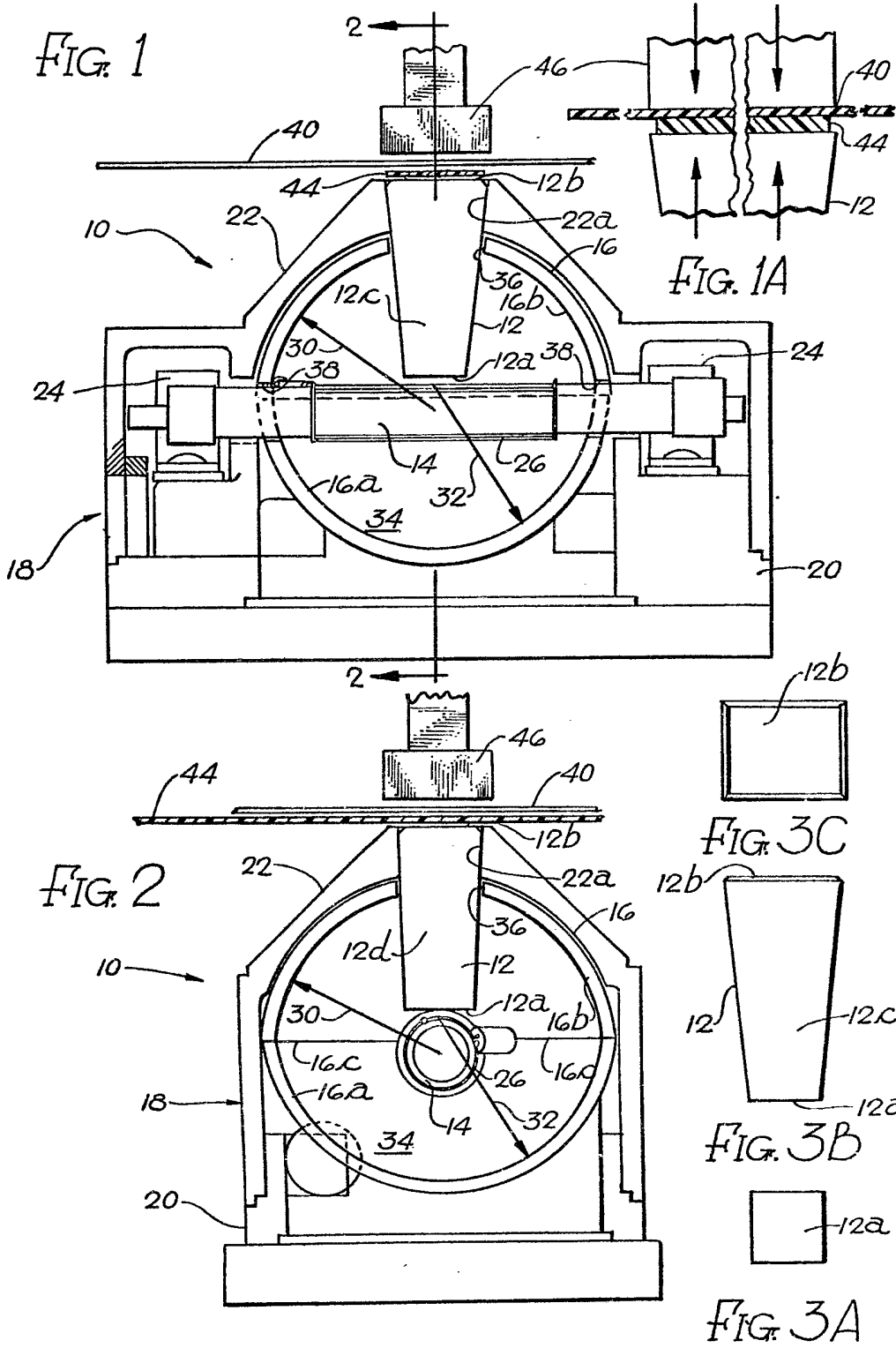


FIG. 3

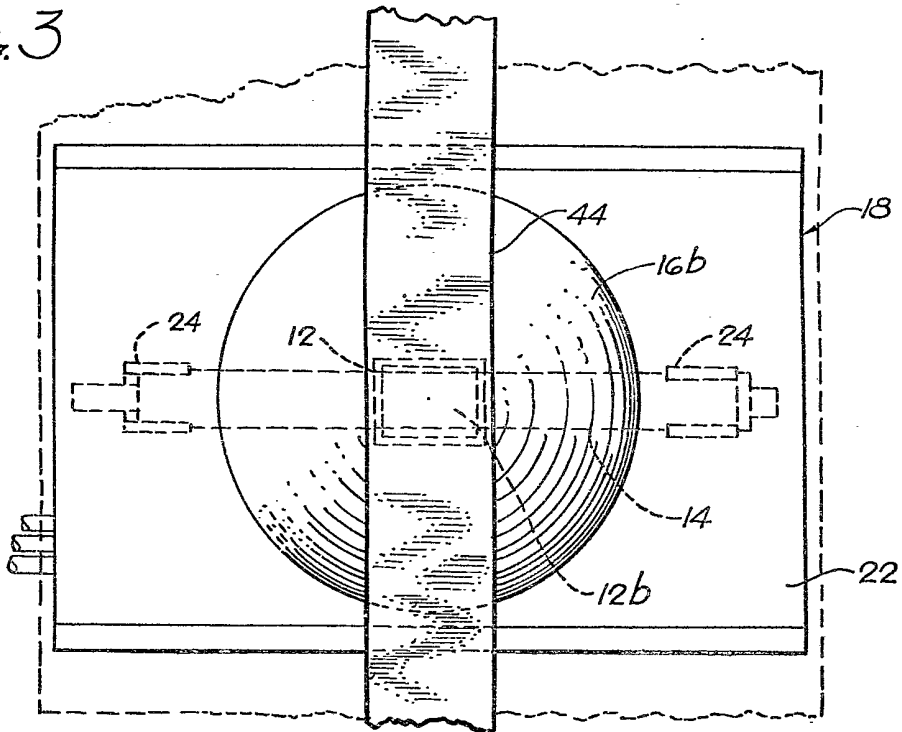


FIG. 4

