

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 496 635

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 23704

(54) Méthode de fabrication d'un verre d'optique polarisé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 03 C 3/30.

(33) (32) (31) (22) Date de dépôt..... 18 décembre 1981.
Priorité revendiquée : EUA, 19 décembre 1980, n° 06/218 048.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 25-6-1982.

(71) Déposant : SIMMS Robert Anthony, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Robert Anthony Simms.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

L'invention concerne une méthode de fabrication d'un verre d'optique polarisé.

Pour mieux comprendre la méthode selon l'invention, il est utile de présenter rapidement ce qu'est la polarisation de la lumière. D'une manière générale, la lumière se déplace transversalement, avec des vibrations électriques perpendiculaires à la ligne de propagation des ondes lumineuses. La lumière est polarisée linéairement et horizontalement quand les vibrations électriques sont horizontales ; quand les vibrations sont verticales, on considère que la lumière est polarisée linéairement et verticalement. Ainsi, si l'on fait passer un faisceau lumineux à travers un premier polariseur qui subdivise la lumière en deux composantes, l'une étant transmise ou passant à travers le polariseur, tandis que l'autre est arrêtée, la lumière restante présente une polarisation horizontale ou verticale. Si cette lumière polarisée passe ensuite à travers un deuxième polariseur maintenu parallèle au premier, la totalité de la lumière polarisée est transmise à travers le deuxième polariseur. Cependant, si l'on tourne le deuxième polariseur, la quantité de lumière qui le traverse diminue proportionnellement à l'angle de rotation du deuxième polariseur. Quand les polariseurs sont perpendiculaires l'un à l'autre, toute la lumière est théoriquement absorbée par le deuxième polariseur.

Ce phénomène est utilisé d'une manière très avantageuse dans les lunettes de soleil polarisées pour réduire considérablement les effets gênants de l'éblouissement, car la lumière solaire réfléchie (éblouissement) présente une polarisation faisant un angle de 90° avec la lumière solaire directe, c'est-à-dire perpendiculaire à cette dernière. Les lunettes de soleil polarisées les plus courantes sont réalisées en un matériau plastique étiré, dans lequel sont enrobées, pour lui conférer une polarisation permanente, de longues chaînes minces et parallèles d'iode ou d'une substance analogue. Les lunettes de soleil réalisées en ce matériau sont devenues très courantes, mais

elles souffrent d'un certain nombre d'inconvénients intrinsèques. Les plastiques présentent une faible dureté, et donc une faible résistance aux éraflures ; de cette manière, les lentilles faites en ces plastiques, à moins qu'un grand soin soit apporté à éviter de les érafler, se détériorent rapidement au point qu'elles deviennent inutilisables ou bien ne doivent plus être utilisées par le porteur. En outre, ces plastiques présentent un faible indice de réfraction, qui empêche de fabriquer, à partir 10 d'eux, des lunettes de soleil polarisées sur ordonnance.

Le développement des lunettes de soleil sur ordonnance a utilisé des verres photochromes, qui contiennent des cristaux sous-microscopiques d'halogénures d'argent, tels que le chlorure d'argent, le bromure d'argent ou 15 l'iодure d'argent, qui foncent quand le verre est soumis à un rayonnement actinique, mais qui retrouvent leur couleur originale (ou leur clarté) quand le rayonnement disparaît ou diminue. Un verre photochrome de ce genre est décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique 20 N° 3 208 860 .. Un brevet ultérieur des Etats-Unis d'Amérique, N° 4 190 451, se rapporte à un verre photochrome décrit comme ayant la possibilité ou bien de subir une trempe thermique, ou bien de subir un renforcement chimique pour satisfaire 25 aux réglementations actuellement en vigueur pour ce qui est de leur utilisation dans des applications optiques. Les verres décrits dans ces deux brevets ne sont cependant pas des verres polarisés, mais ils présentent simplement les caractéristiques de devenir plus foncés quand 30 ils sont exposés à un rayonnement actinique, puis de s'éclaircir ou de revenir à leur couleur originale quand ce rayonnement disparaît.

La formation du verre photochrome du type décrit dans les brevets N° 3 208 860 et N° 4 190 451 précités 35 exige l'introduction volontaire d'halogénures d'argent dans le verre, en même temps que de faibles quantités d'agents réducteurs. Le traitement du verre s'effectue en

masse, car les cristaux d'halogénures d'argent et les agents réducteurs sont uniformément répartis à travers la masse du verre.

Les brevets des Etats-Unis d'Amérique N° 3 892 582 et
5 N° 3 920 463 présentent un perfectionnement ap-
porté aux verres photochromes décrits ci-dessus. Ces
deux brevets décrivent des procédés permettant de teinter
d'une manière permanente un verre photochrome en chauffant
la substance photochrome dans une atmosphère réductrice
10 et, pendant qu'elle est à une température élevée, à
l'exposer à un rayonnement ultraviolet. Le changement de
couleur de la substance photochrome est provoqué par le
chauffage, et il est amplifié, ou foncé, par le rayonne-
ment ultraviolet venant ensuite. La formation des verres,
15 telle que décrite dans les brevets N° 3 892 582 et N° 3 920 463
précités comprend l'introduction d'halogénures d'argent dans le lot de
verre d'une manière analogue à la production des verres
photochromes décrite dans les brevets N° 3 208 860 et N° 4 190 45
précités. Le perfectionnement réside dans l'introduction
20 d'une teinte permanente, prédominante, d'intensité varia-
ble, couplée aux caractéristiques photochromes des verres.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 3 653 863
décrit un effort pour combiner
les caractéristiques photochromes et la polarisation dans
25 les lentilles optiques et assimilé. Le verre décrit dans ce
dernier brevet est obtenu par l'introduction, dans le
lot de verre, d'un halogénure d'argent cristallin, en
même temps que d'une faible quantité d'agents réducteurs à
faible température. Quand le lot est soumis à la chaleur,
30 les agents réducteurs sont catalysés et réduisent les
halogénures d'argent en métal. Il se forme des gouttelet-
tes sous-microscopiques et, comme le verre reste à des
températures élevées après la réduction, ces gouttelettes
35 s'agglomèrent pour former des boules plus grandes ou des
masses de gouttelettes d'argent (halogénure d'argent).
Le verre est ensuite étiré pour allonger les particules,
ce qui forme dans toute la masse du verre des fibrilles

allongées, toutes étant orientées dans la même direction.

Comme le brevet N° 3 653 863 précité utilise un procédé en masse, il est quelque peu difficile de réguler les caractéristiques de transmission de la lentille terminée. Par exemple, il est possible que plusieurs fibrilles des gouttelettes allongées soient en alignement, ou presque en alignement, les unes avec les autres sur toute l'épaisseur de la lentille. Cependant, les seules fibrilles nécessaires à l'effet de polarisation sont les fibrilles extérieures, là où la lumière pénètre dans la lentille. Les autres fibrilles réduisent simplement la transmission de la lumière à travers la lentille, en raison de la diffusion, etc. Cette difficulté est inhérente à la technique de l'effet de masse utilisée dans le dernier brevet cité. Les lignes orientées de la substance polarisante ne contribuent pas à l'effet de polarisation, mais simplement à des pertes de transmission. Tout ce qui précède est particulièrement important si l'on cherche à fabriquer un verre d'optique sur ordonnance, "clair" et présentant un taux de transmission élevé, ou bien une lentille photochrome, où les gammes de taux de transmission doivent être soigneusement régulées, car la lentille photochrome est une lunette de soleil.

Il est donc souhaitable de fabriquer des lentilles optiques polarisées de haute qualité ne présentant pas les inconvénients mentionnés ci-dessus.

L'invention a pour but de créer un verre polarisé amélioré.

L'invention a aussi pour but de créer une méthode de fabrication d'un verre d'optique polarisé amélioré.

L'invention a encore pour but de créer un verre d'optique polarisé, en utilisant la même composition que celle habituellement utilisée pour les verres d'optique non polarisés.

L'invention a aussi pour but de créer une polarisation de surface des verres d'optique.

Une forme de réalisation préférée de l'invention

concerne une méthode de fabrication d'un verre d'optique polarisé, qui comprend une étape consistant à chauffer tout d'abord un verre optique sous forme de feuille, dont la composition comprend un oxyde métallique réductible, jusqu'à son point de ramollissement dans une atmosphère réductrice pendant un temps suffisant pour réduire l'oxyde métallique en le métal correspondant jusqu'à une certaine profondeur prédéterminée sur au moins une surface de la feuille. La feuille de verre est ensuite étirée dans une direction pour allonger les particules métalliques en lignes parallèles. Après la fin de l'opération d'étirage, le verre est refroidi pour fixer dans la masse du verre les particules métalliques allongées.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention concernant la fabrication de lentilles optiques, la feuille de verre est placée sur un appareil de mise en forme pendant qu'elle est encore à la température de ramollissement, pour permettre à cette feuille de flétrir et de suivre la courbure de l'appareil de mise en forme. Cet appareil de mise en forme possède lui-même un certain nombre de surfaces courbes, destinées à former la courbure nécessaire à un nombre correspondant d'ébauches de lentilles. Après que la feuille a pris la forme de l'appareil de mise en forme, les différentes lentilles sont enlevées de cet appareil, par découpage. On laisse ensuite refroidir le verre pour fixer dans la masse du verre de chacune des différentes lentilles ainsi formées les particules métalliques allongées.

Conformément à la méthode selon l'invention, tout lot de verre contenant un oxyde réductible et convenant à la réalisation de lentilles optiques peut être polarisé sans changer d'une manière quelconque, par rapport aux compositions habituellement utilisées à l'heure actuelle pour les verres du commerce, la composition initiale du lot de verre d'optique. Un verre représentatif, bien connu, possède la composition suivante :

	<u>Composant</u>	<u>% en poids (approximatif)</u>
	SiO ₂	32
	Na ₂ O	1
	K ₂ O	6
5	Al ₂ O ₃	4
	ZnO	1
	TiO ₂	2
	BaO	1
	PbO	51
10	ZnO ₂	1
	As ₂ O ₃	0,5
	Sb ₂ O ₃	0,5

On a trouvé, sans pour autant diminuer d'une façon quelconque les caractéristiques optiques du verre et sans modifier les caractéristiques recherchées de transmission de la lumière de ce verre, que l'on pouvait polariser d'une manière permanente, régulée et efficace, ces verres optiques standard (et d'autres compositions de verres optiques standard analogues) en chauffant le verre dans une atmosphère réductrice, en laissant les oxydes métalliques réduits (et particulièrement l'oxyde de plomb réduit en plomb métal) ainsi formés constituer des germes de cristallisation, puis en étirant le verre à dix à trente fois sa longueur initiale pendant qu'il est à l'état ramolli, pour allonger les particules métalliques réduites. Après cette opération, on laisse le verre se refroidir, et les particules métalliques étirées provoquent une polarisation superficielle permanente.

La température à laquelle il faut chauffer le verre dépend des caractéristiques du lot de verre lui-même. D'une manière représentative, cette température est comprise entre 300 et 600°C, ou peut-être même plus. La nucléation se produit à toutes ces températures, mais elle est plus rapide aux températures élevées. D'un point de vue idéal, l'allongement ou l'étirage du verre pour former les lignes de polarisation du plomb étiré est d'une

manière représentative réalisé à la température minimale de ramollissement correspondant à la formulation de verre particulière utilisée.

La nature exacte de l'atmosphère réductrice n'est pas particulièrement critique (évidemment, tant qu'elle est gazeuse à la température de traitement, et l'on utilise avec succès, pour réaliser la réduction des oxydes métalliques dans le verre, des atmosphères réductrices du type habituellement utilisé dans la technique. De 5 même, la température n'est pas particulièrement critique, sauf que, aux hautes températures, la réduction et la nucléation se produisent plus rapidement qu'aux températures plus faibles. Comme il a été dit ci-dessus, il est aussi souhaitable d'effectuer l'étirage du verre à sa 10 température de ramollissement la plus faible, ou au voisinage de cette température, de façon à utiliser d'une manière plus efficace les caractéristiques de cisaillement du verre pour étirer les particules métalliques. 15

Lors du choix de l'atmosphère réductrice particulière utilisée, les facteurs principaux sont la sécurité et le coût. Les gaz réducteurs préférés comprennent l'hydrogène, le monoxyde de carbone, l'ammoniac de craquage et des gaz analogues susceptibles d'être utilisés purs ou en mélange avec un gaz porteur inerte. En raison de sa 20 grande disponibilité, c'est généralement l'hydrogène que l'on utilise en tant qu'atmosphère réductrice. Bien qu'il soit manifeste que l'on puisse utiliser de l'hydrogène pur, le grand danger d'explosion et le coût relativement élevé de l'hydrogène pur par rapport à de nombreux gaz 25 porteurs inertes font généralement que l'on utilisera l'hydrogène en combinaison avec un gaz porteur inerte. Pour des raisons pratiques, le gaz inerte utilisé est généralement l'azote, ici aussi du fait qu'il est facilement disponible à un coût relativement faible. Bien évidemment, il faut maintenir l'oxygène hors du système pour 30 éviter le risque d'explosion, même si l'on utilise un gaz porteur inerte conjointement à l'hydrogène gazeux. 35

Le rapport entre le gaz réducteur et le gaz porteur inerte n'est pas critique, du moins pour ce qui concerne la manière dont le procédé fonctionne. D'un point de vue pratique, la durée de l'opération, si l'on utilise des proportions extrêmement faibles du gaz réducteur, présente cependant une très forte augmentation, sans qu'il en résulte un quelconque avantage ou meilleur résultat. Comme ce temps augmente quand la proportion de gaz réducteur est faible, on a aussi une augmentation du coût du traitement d'un lot donné de verre, ce qui n'est pas souhaitable. On a trouvé qu'une atmosphère réductrice contenant dix pourcent (10 %) d'hydrogène et quatre-vingt dix pourcent (90 %) d'azote (en volume) donnait de bons résultats, pour des durées de traitement raisonnables, avec un minimum de risques pour la sécurité. En fait, il est vraisemblable que c'est pour un rapport hydrogène/azote compris entre cinq pourcent (5 %)/quatre-vingt dix pourcent (90 %) et quinze pourcent (15 %) /quatre-vingt cinq pourcent (85 %) que l'on a la gamme idéale de travail pour l'atmosphère réductrice.

Pour minimiser le risque de formation d'hydrogène, si l'on utilise l'hydrogène en tant que réducteur actif, et en outre pour éviter des variations de la température sur la surface du verre en cours de traitement, il est préférable de faire s'écouler l'atmosphère réductrice sur la surface du verre sous une légère surpression, en circuit continu ou semi-continu. En conséquence, l'atmosphère réductrice en excès est utilisée pour balayer constamment l'appareil de traitement, en évitant les points chauds sur la surface du verre et sur l'interface verre/atmosphère réductrice. Il faut éviter des situations à forte turbulence, car elles risquent de provoquer des "points chauds" ou des "points froids" sur la surface du verre. Pour y arriver, la pression de l'atmosphère réductrice n'est généralement maintenue qu'à une faible surpression par rapport à la pression atmosphérique, pour assurer un écoulement régulier sur les articles de verre en cours de traitemen-

tement.

La méthode de fabrication d'un verre d'optique polarisé selon l'invention peut être réalisée d'une manière continue, semi-continue ou discontinue. Initialement, la 5 méthode selon l'invention a été réalisée par lots ; mais, en exploitation commerciale à grande échelle, on préfère un traitement continu.

A propos du traitement du verre tel qu'étudié ci-dessus, il convient de noter que l'opération de réduction 10 est limitée à la surface immédiate de la feuille ou de l'ébauche de verre. D'une manière représentative, la pénétration se fait sur environ trois à cinq micromètres, de sorte que, pour l'article terminé, le milieu polarisant orienté et étiré est, lui aussi, restreint à la surface. 15 D'une manière représentative, les lentilles optiques sont formées à partir d'ébauches optiques présentant la forme générale d'une lentille. Pour terminer une lentille, l'ébauche doit être ensuite profilée, selon un profil donné par ordonnance ou sous la forme d'une lentille plan-plan, 20 meulée et polie ; enfin, la lentille est formée de façon à s'adapter à la géométrie particulière des montures pour donner les lunettes définitives.

En raison des opérations importantes d'usinage de la 25 surface des ébauches de lentilles optiques, l'opération de polarisation ne peut être appliquée, ni à une ébauche partiellement terminée, ni à la lentille terminée. Dans le cas de l'ébauche, les opérations de meulage et de polissage nécessaires à la finition élimineraient de la lentille le milieu polarisant de surface. Dans le cas des 30 lentilles terminées, l'étape d'étirage, qui doit nécessairement être réalisée pour créer les lignes de polarisation dans le verre modifiaient grossièrement la courbure, finement obtenue, de la lentille.

On a donc trouvé que les opérations de réduction et 35 d'étirage du verre devaient être réalisées en un point unique du traitement du verre optique. Plutôt que de travailler sur les ébauches de lentilles, le procédé s'applique

à des feuilles planes de verre d'optique. L'épaisseur de ces feuilles de verre est choisie de telle sorte que, après leur étirage, on obtienne l'épaisseur nécessaire finale des ébauches de lentilles. En outre, il faut noter 5 que, comme il y a toujours, nécessaires à la création des lentilles sur ordonnance, une étape de meulage et une étape de finition, l'une des surfaces de la feuille plane doit être finie d'une manière supprimant la nécessité d'effectuer un polissage supplémentaire sur cette surface.

10 En conséquence, l'une des surfaces (choisie de façon à être la surface intérieure des lentilles finies) a déjà reçu un fini définitif de polissage avant le chauffage de la feuille dans une atmosphère réductrice et son étirage ultérieur. Ensuite, à la température appropriée, la 15 feuille polarisée est placée avec cette surface sur des moules qui façonnent le contour intérieur des ébauches de lentilles. Ce contour intérieur est bien évidemment polarisé et est la face finie de la feuille de verre. L'autre surface ou surface extérieure est elle aussi polarisée ; mais comme 20 elle subit un traitement supplémentaire par meulage et polissage des lentilles sur ordonnance, la polarisation est éliminée de cette surface quand on crée des lentilles sur ordonnance. Cependant, la surface finie arrière, ou intérieure, reste polarisée pour satisfaire à l'objet 25 recherché.

Dans le cas de la formation de lentilles optiques plans-plans ou même de lunettes de soleil non correctrices, la finition finale peut être appliquée aux deux surfaces de la feuille de verre avant de la chauffer sous atmosphère 30 réductrice, de l'étirer et de lui donner une forme dans le moule ; de cette manière, les deux surfaces seront des surfaces polarisantes dans les lentilles finies.

Le procédé peut aussi s'appliquer à des lentilles optiques photochromes des types décrits dans l'état 35 actuel de la technique.

Une variante de la technique de fabrication ci-dessus, qui peut être utilisée, consiste à polariser une feuille

de verre plat, très mince, séparément des ébauches de lentilles sur ordonnance. Cette feuille de verre polarisée très mince est ensuite formée pour devenir la couche intérieure de la lentille semi-finie sur ordonnance, ou 5 bien elle peut être formée pour devenir la surface extérieure définitive, ou bien encore les deux surfaces. L'étape finale du traitement, dans une méthode de ce genre, consisterait à faire fondre la feuille de verre polarisée mince sur la lentille optique, par une technique appropriée.

10 L'invention sera mieux comprise en regard des exemples ci-après.

EXEMPLE 1

15 L'on a obtenu un échantillon de verre, de forme rectangulaire, de 76,2 sur 76,2 sur 6,35 mm, avec la composition suivante :

	<u>Composant</u>	<u>% en poids</u>
	SiO ₂	55,9
	Al ₂ O ₃	9,0
20	B ₂ O ₃	16,2
	LiO	2,65
	NaO	1,85
	PbO	5,05
	BaO	6,7
25	ZnO	2,3
	Ag	0,16
	Cl	0,29
	Br	0,72
	CuO	0,036
30	F	0,2

L'échantillon a été poli pour donner une surface finie sur son côté inférieur. L'échantillon a été chauffé à une température de 500°C, puis soumis pendant dix (10) minutes à une atmosphère réductrice comprenant dix pourcent (10 %) d'hydrogène et quatre-vingt dix pourcent (90 %) d'azote.

35 L'on a ensuite éliminé l'atmosphère contenant dix

pourcent (10 %) d'hydrogène et quatre-vingt dix pourcent (90 %) d'azote, et on l'a remplacée par une atmosphère non réductrice formée de cent pourcent (100 %) d'azote, et l'échantillon a été maintenu dans cette atmosphère, 5 à la même température (500°C) pendant une autre période de deux (2) heures, pour produire des germes des oxydes réduits.

L'échantillon de verre a été fixé à une pince de fixation à l'une de ses extrémités et chauffé jusqu'à 10 sa plage de températures de ramollissement (environ 600°C), plage à laquelle il a commencé à se déformer (s'étirer) sous son propre poids. On a laissé cet étirage se continuer jusqu'à ce que la longueur totale de l'échantillon atteigne 1016 mm.

15 Le verre étiré a ensuite été placé sur un appareil de mise en forme des lentilles, chauffé au voisinage de la température de ramollissement du verre, puis on l'a laissé se déformer pour prendre la courbure voulue correspondant à l'appareil de mise en forme. L'on a ensuite enlevé les 20 ébauches de lentilles de l'appareil de mise en forme par découpage, et on les a laissées refroidir.

On a mesuré le rendement de polarisation, et on a constaté qu'il était de quarante pourcent (40 %).

EXEMPLE 2

25 On a préparé par polissage de sa face inférieure, pour donner une surface finie, l'échantillon de verre de forme rectangulaire, ayant les dimensions et la composition utilisées dans l'exemple 1. On a ensuite fixé l'échantillon à une pince de serrage à l'une de ses extrémités.

30 On a ensuite chauffé l'échantillon à une température de 550°C et on l'a soumis pendant une période de quarante (40) minutes à une atmosphère réductrice consistant en dix pourcent (10 %) d'hydrogène et quatre-vingt dix pourcent (90 %) d'azote.

35 On a ensuite augmenté la température de l'échantillon à 600°C, température à laquelle il a commencé à se déformer (à s'étirer) sous son propre poids. On a laissé cette

déformation se continuer jusqu'à ce que l'échantillon étiré présente une longueur totale de 1016 mm.

On a ensuite placé le verre étiré sur un appareil de mise en forme des lentilles, on l'a chauffé au voisinage

5 de la température de ramollissement du verre, et on l'a laissé se déformer pour s'adapter à la courbure voulue donnée par l'appareil de mise en forme. Les ébauches de lentilles ont ensuite été enlevées de l'appareil de mise en forme par découpage, et on les a laissées refroidir.

10 On a mesuré le rendement de polarisation, et on a trouvé qu'il était de quarante-trois pourcent (43 %).

EXEMPLE 3

On a préparé par polissage de sa surface inférieure jusqu'à obtention d'une surface finie un échantillon de verre de forme rectangulaire, présentant les dimensions et la composition de l'exemple 1. On a ensuite fixé l'échantillon à une pince de serrage à l'une de ses extrémités.

20 On a ensuite chauffé l'échantillon à sa plage de températures de ramollissement (environ 600°C) et, simultanément, on l'a soumis pendant une période de trente (30) minutes à une atmosphère réductrice consistant en dix pourcent (10 %) d'hydrogène et quatre-vingt dix pourcent (90 %) d'azote. A la fin des trente (30) minutes, 25 l'atmosphère réductrice a été remplacée par une atmosphère d'azote non réductrice, et on a continué le chauffage de l'échantillon jusqu'à ce qu'il atteigne, après étirage, une longueur de 1016 mm.

L'échantillon a ensuite été placé sur un appareil de mise en forme des lentilles, puis chauffé au voisinage de la température de ramollissement du verre. On a laissé le verre se déformer pour adapter sa forme à la courbure voulue donnée par l'appareil de mise en forme. Les ébauches de lentilles ont été enlevées de l'appareil de mise en forme par découpage, et on les a laissées refroidir.

35 On a mesuré le rendement de polarisation, et on a trouvé qu'il était de vingt-huit pourcent (28 %).

Dans les exemples ci-dessus, la mesure du rendement de polarisation a été effectuée de la manière suivante. On a placé un filtre polarisant classique (Kalt p.1 Ø 52) devant une source lumineuse, et on l'a tourné, jusqu'à ce que la lumière transmise passe par un minimum. Cela signifiait que la lumière transmise était polarisée. L'échantillon produit dans chacun des exemples ci-dessus a ensuite été placé dans le faisceau de cette lumière polarisée et a subi une rotation de 360°. On a construit une courbe donnant en ordonnées le taux de transmission de la lumière traversant l'échantillon et, en abscisses, l'angle de rotation, pour déterminer le rendement maximal de polarisation selon la formule suivante :

$$P = \frac{T_1-T_2}{T_1+T_2}$$

15

où T1 est la quantité maximale de lumière transmise à travers l'échantillon, T2 étant la quantité minimale de lumière transmise à travers l'échantillon, ces quantités de lumière étant détectées par un photomètre classique.

20 Aucun effort n'a été fait, dans les exemples ci-dessus, pour traiter l'échantillon de verre de façon qu'il présente son degré optimal de polarisation. Les échantillons ont été réalisés pour fixer et illustrer le concept selon l'invention.

25 Pour vérifier la profondeur de pénétration de l'agent réducteur et donc la profondeur des éléments polarisants allongés dans l'échantillon étiré fini, on a cassé les échantillons pour mettre à nu une section transversale passant par l'axe optique. Un microscope de grande puissance, à réticule gradué, a permis alors de mesurer l'épaisseur de pénétration qui, comme il a été dit précédemment, s'est avéré être de l'ordre de trois à cinq micromètres.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux 35 exemples de réalisation ci-dessus décrits et représentés, à partir desquels on pourra prévoir d'autres modes et d'autres formes de réalisation, sans pour cela sortir du

cadre de l'invention. En particulier, les exemples n'ont pas été optimalisés pour donner un rendement de polarisation maximum. Par exemple, les spécialistes pourront envisager différentes variantes dans les dimensions

5 spécifiques et la composition du verre. De même, on peut utiliser différentes températures sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, on peut utiliser une gamme de températures relativement large pour réaliser la méthode selon l'invention, et la nucléation des oxydes métalliques réduits se produit à toutes ces températures.

10 Les températures élevées conduisent cependant à une nucléation plus rapide que les températures plus faibles. De même, on peut utiliser différents types et compositions d'atmosphères réductrices pour obtenir les mêmes résultats que ceux obtenus dans les exemples ci-dessus.

15

REVENDICATIONS

1. Méthode de fabrication d'un verre d'optique polarisé à partir d'une feuille de verre d'optique dont la composition contient un oxyde métallique réductible, caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes consistant à chauffer la feuille de verre dans une atmosphère réductrice pendant un temps suffisant pour réduire l'oxyde métallique en métal à partir de la surface du verre jusqu'à une profondeur inférieure à l'épaisseur de la feuille sur au moins l'une des surfaces de la feuille ; à étirer la feuille dans une direction pour allonger en lignes parallèles les particules métalliques ; et à refroidir le verre pour fixer dans ce dernier les particules métalliques allongées.
2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'atmosphère réductrice est une atmosphère d'hydrogène et d'azote.
3. Méthode selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la feuille de verre est chauffée dans l'atmosphère réductrice pendant au moins dix (10) minutes à une température comprise entre trois cents degrés Celsius (300°C) et six cents degrés Celsius (600°C).
4. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre les étapes consistant à supprimer l'atmosphère réductrice après la réduction de l'oxyde métallique en particules métalliques et à maintenir la feuille de verre dans une atmosphère non réductrice à sa température de ramollissement pendant une deuxième période avant l'étirage de la feuille.
5. Méthode selon la revendication 4, caractérisée en ce que la deuxième période dure environ deux (2) heures.
6. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en outre en ce qu'elle comprend l'étape consistant à former le verre en lui donnant une courbure prédéterminée après l'étape consistant à étirer la feuille et avant l'étape consistant à refroidir le verre.
7. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,

caractérisée en ce que la feuille est étirée pour s'allonger à dix (10) à trente (30) fois sa longueur originale.

8. Méthode selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisée en ce que l'étape consistant à former le
5 verre pour lui donner une courbure prédéterminée consiste à placer la feuille de verre étirée sur un appareil de mise en forme pendant que la feuille de verre est à sa température de ramollissement, et à permettre à la feuille de se conformer à la courbure de l'appareil de mise en
10 forme.

9. Méthode selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle comprend l'étape consistant à découper différentes lentilles du verre après la mise en forme sur l'appareil de mise en forme, avant l'étape de refroidissement du verre servant à fixer les particules métalliques allongées dans le verre des différentes lentilles ainsi formées.
15

10. Méthode selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'au moins une surface est la surface intérieure de chacune des lentilles ainsi formées.
20

11. Méthode selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comprend l'étape consistant à meuler et polir les surfaces extérieures des lentilles conformément à des prescriptions particulières, après le refroidissement
25 du verre.

12. Verre d'optique polarisé, réalisé à partir d'une feuille de verre d'optique comprenant dans sa composition un oxyde métallique réductible, caractérisé par la présence, dans le verre, de particules métalliques allongées disposées en lignes parallèles, depuis au moins une surface du verre jusqu'à une profondeur inférieure à l'épaisseur de la feuille.
30

13. Verre d'optique polarisé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la surface du verre présente une courbure prédéterminée, et en ce que les lignes parallèles de particules métalliques allongées sont parallèles à cette surface.
35

14. Verre d'optique polarisé selon la revendication
13, caractérisé en ce qu'au moins une surface est la
surface intérieure d'une lentille qui est meulée et
polie sur sa surface extérieure selon une prescription
5 particulière.