

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 582 113**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **85 19048**

⑤1 Int Cl⁴ : G 02 F 1/17 // G 09 F 9/00.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23 décembre 1985.

③0 Priorité : JP, 24 décembre 1984, n^{os} 272365/1984,
272366/1984, 272367/1984, 2372368/1984,
272369/1984 et 272370/1984.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 47 du 21 novembre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : CANON KABUSHIKI
KAISHA. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Yukuo Nishimura, Masahiro Haruta, Hiro-
hide Munakata, Yoko Kuwae, Toshihiko Miyazaki et Sa-
toshi Yuasa.

⑦3 Titulaire(s) :

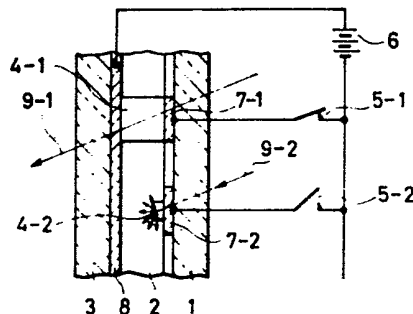
⑦4 Mandataire(s) : Rinuy, Santarelli.

⑤4 Dispositif optique pour l'affichage et la modulation de la lumière.

⑤7 L'invention concerne les dispositifs électro-optiques.

Un dispositif optique comprend notamment une couche de liquide 2 qui contient un polymère capable d'absorber et de libérer un liquide sous l'action d'un champ électrique, et au moins une paire d'électrodes 7-1, 7-2; 8 qui contiennent la couche liquide entre elles. Le liquide ou le polymère peut être coloré. Les électrodes appliquent au polymère un champ électrique qui modifie ses propriétés de transmission de la lumière.

Application aux dispositifs d'affichage et aux modulateurs de lumière.



FR 2 582 113 - A1

D

La présente invention concerne un dispositif optique prévu pour l'utilisation dans des dispositifs d'affichage, des dispositifs modulateurs de lumière, etc, et elle porte en particulier sur un dispositif optique original utilisant le gon-
5 flement et la contraction d'un gel sous l'action d'un champ électrique.

Les dispositifs d'affichage non lumineux sont considérés comme importants du fait qu'ils peuvent produire des teintes naturelles et qu'ils ne fatiguent pas les yeux. Ces
10 dispositifs comprennent, à titre d'exemple, les dispositifs d'affichage à électrochromes, les dispositifs d'affichage à cristaux liquides, etc. Cependant leurs qualités et leurs performances ne sont pas satisfaisantes. A titre d'exemple, les
15 dispositifs d'affichage à électrochromes ont un contraste d'affichage si faible qu'ils sont difficilement observables dans un emplacement sombre et qu'il est difficile d'observer à distance de façon précise une image présentant des détails fins.

D'autre part, les dispositifs d'affichage à cristaux
20 liquides ont, outre les inconvénients précités, un autre inconvénient qui consiste en un angle de champ visuel restreint.

Les difficultés indiquées ci-dessus sont également présentes lorsqu'on utilise de tels dispositifs dans des dispositifs modulateurs de lumière, tels que des obturateurs,
25 etc.

Un but de l'invention est de résoudre les problèmes de l'art antérieur et de procurer un dispositif optique permettant un affichage clair et de bonne qualité.

Un autre but de l'invention est de procurer un dis-
30 positif d'affichage capable de produire une couleur naturelle et ne fatiguant pas les yeux.

Un autre but de l'invention est de procurer un dispositif d'affichage qu'on puisse fabriquer aisément et utiliser également en tant que dispositif modulateur de lumière.

35 Un aspect de l'invention procure un dispositif op-

tique qui comprend une couche liquide contenant un polymère capable d'absorber et de libérer un liquide, qui absorbe et libère un liquide sous l'action d'un champ électrique, et au moins une paire d'électrodes qui maintiennent entre elles la
5 couche liquide.

Un autre aspect de l'invention procure un dispositif optique qui comprend une couche liquide contenant un polymère capable d'absorber et de libérer un liquide, qui absorbe et libère un liquide sous l'action d'un champ électrique, et un
10 liquide coloré, et au moins une paire d'électrodes qui maintiennent entre elles la couche liquide.

Un aspect supplémentaire de l'invention procure un dispositif optique qui comprend une couche liquide contenant un polymère coloré pouvant absorber et libérer un liquide, qui
15 absorbe et libère un liquide sous l'action d'un champ électrique, et au moins une paire d'électrodes qui maintiennent entre elles la couche liquide.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre de modes de réalisation, et en se
20 référant aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est une représentation schématique de la structure d'un dispositif optique conforme à l'invention, qui explique son principe de modulation de la lumière ;

les figures 2 à 4 sont des représentations schéma-
25 tiques de la structure d'autres modes de réalisation de l'invention.

Dans le cadre de l'invention, le terme "dispositif optique" est pris dans un sens large qui englobe un dispositif d'affichage, un dispositif modulateur de lumière, etc.

30 La figure 1 montre une représentation schématique de la structure d'un dispositif optique du type à transmission conforme à l'invention, dans laquelle la référence 1 désigne un substrat, la référence 2 désigne une couche liquide contenant un gel, la référence 3 désigne une plaque de protection
35 transparente, la référence 7 désigne une électrode d'élément

d'image ou électrode de signal (qu'on appellera ci-après simplement "électrode d'élément d'image"), et la référence 8 désigne une contre-électrode, et un dispositif optique est formé par des couches superposées, comme le montre le dessin.

5 Le substrat 1 peut être un substrat transparent, par exemple en verre, en matière plastique, etc, ou un substrat opaque, comme par exemple en un métal que de l'aluminium ou autre, en céramique, en une tranche de silicium et en une matière plastique opaque, etc. On utilise pour la plaque de
10 protection transparente 3 les mêmes matières que pour le substrat transparent.

La couche liquide 2 contenant un gel est une couche qui contient un liquide et un polymère pouvant absorber et libérer un liquide.

15 On utilise dans l'invention le terme "gel" pour désigner un état d'un polymère pouvant absorber et libérer un liquide (réticulat) contenant un liquide, et le polymère qui est utilisé dans l'invention a la propriété d'absorber et de libérer un liquide sous l'action d'un champ électrique.

20 Les polymères pouvant absorber et libérer un liquide qui possèdent une telle propriété peuvent être classés dans deux groupes principaux. Le premier groupe comprend des polymères qui absorbent un liquide sous l'action d'un champ électrique en subissant un gonflement et qui libèrent le li-
25 quide sous l'effet de la suppression du champ électrique (ou de l'application d'un champ électrique inversé, dans une condition spéciale), en subissant une contraction, et ces polymères comprennent par exemple des polymères capables d'acquérir une charge électrique qui sont obtenus à partir d'un
30 dérivé d'acrylamide en tant que constituant principal, et d'un monomère réticulable, tel que l'Enzafix P-SH (marque déposée d'un produit fabriqué par Wako Junyaku K.K., Japon), des polymères obtenus à partir d'un dérivé de N-isopropylacrylamide en tant que constituant principal, et d'un monomère
35 réticulable, tel que le copolymère isopropylacrylamide-acide

acrylique-divinylbenzène, etc. Un second groupe comprend des polymères qui libèrent un liquide sous l'action d'un champ électrique en subissant une contraction, et qui absorbent le liquide sous l'effet de la suppression du champ électrique (ou de l'application d'un champ électrique inversé, dans une condition spéciale), et ces polymères comprennent, par exemple, des polymères pouvant acquérir une charge électrique qui sont obtenus à partir d'un dérivé d'acrylamide en tant que constituant principal et d'un monomère réticulable, comme l'Enzafix P-SH (marque déposée d'un produit fabriqué par Wako Junyaku K.K., Japon), ou de polymères obtenus à partir d'un dérivé de N-isopropylacrylamide en tant que constituant principal et d'un monomère réticulable, tel qu'un copolymère isopropylacrylamide-acide acrylique-divinylbenzène, etc.

Le liquide qui est introduit dans la couche liquide 2 contenant un gel peut être de l'eau, un solvant organique tel que le méthanol, l'éthanol, l'acétone, l'acrylonitrile, le diméthylformamide, la pyridine, le diméthylsulfoxyde, l'hexaméthylphosphamide, le diméthylacétamide, etc, et leurs mélanges.

Lorsqu'on utilise un liquide coloré dans la couche liquide 2 contenant un gel, pour améliorer le contraste ou changer la couleur (figure 3), on emploie une solution ou une dispersion d'une matière colorante dans le solvant précité, et il est nécessaire que la matière colorante ne pénètre pas dans le gel, du fait d'un facteur physique ou chimique quelconque.

La matière colorante comprend par exemple des colorants tels que le Poly A-13, le Poly R-478, le Poly S-119, le Poly T-128 (tous les produits précités sont fabriqués par Dinapole Co.), le Bleu W Seikagen BK 1600, le Bleu W Seikagen 1300 (tous deux fabriqués par Dainichi Seika K.K., Japon), et des pigments tels que le Jaune de Benzidine GR, l'Orangé Chromophthal 4R, le Brun de Toluidine MT-2, l'Orangé Rapide Vulkan GG, le Rouge Permanent FSR, le Rubis Lithol GK, le

Carmin Brillant 3B, le Rouge Sanyo B-G511, le Brun Monastrol, le Rouge Permanent E5B, le Rose Permanent E, le Bleu de Phtalocyanine, le Vert de Phtalocyanine, le Vert Naphtol BN, le Noir Diamant, etc.

5 Lorsqu'on utilise un polymère coloré (figure 4), il est nécessaire que la matière colorante soit confinée dans le réseau du réticulat ou à la surface intérieure de celui-ci.

 La matière colorante peut être confinée à cet emplacement par ce qu'on appelle une liaison chimique, c'est-à-dire en liant chimiquement la matière colorante avec un réti-
10 culat, ou bien en emprisonnant les macromolécules dans le réseau du polymère par une réaction de réticulation tridimensionnelle, en présence de macromolécules de matière colorante. La matière colorante qui est utilisée ici comprend des colo-
15 rants réactifs tels que le Jaune Diamira G, le Rouge Sumifix B, le Vert Brillant Diamira 6B, le Bleu Brillant Celmazol G, etc, en plus des matières colorantes mentionnées précédemment.

 Lorsqu'on utilise dans l'invention le polymère qui absorbe un liquide sous l'action d'un champ électrique et li-
20 bère le liquide sous l'effet de la suppression du champ électrique, il est préférable que les particules de gel dans la couche liquide 2 contenant un gel soient suffisamment petites pour présenter de bonnes propriétés de diffusion et de réfraction de la lumière, ou aient une irrégularité fine à la surfa-
25 ce, sans aucune restriction sur la forme, la disposition, le nombre, etc. Il est préférable que le gel ou un ensemble de particules fines de gel soit formé conformément à la forme, la taille ou la disposition d'éléments d'image ou d'ouvertures (qu'on appellera ci-après simplement des "éléments d'image").
30 Le volume occupé par une seule particule de gel doit être suffisamment inférieur au volume de l'élément d'image (c'est-à-dire l'aire de l'élément d'image multipliée par l'épaisseur de la couche liquide contenant un gel), et il est préférable qu'il ne dépasse pas le tiers du volume de l'élément d'image.

35 Le gel est de préférence fixé à une paire d'électro-

des par des moyens chimiques ou physiques.

Lorsqu'on utilise des polymères qui libèrent un liquide sous l'action d'un champ électrique et qui absorbent le liquide en l'absence de champ électrique, on peut choisir
5 comme on le désire la forme et la configuration du gel dans la couche liquide contenant un gel. On peut introduire les gels dans un état dans lequel ils sont incorporés à la couche liquide 2 contenant un gel, ou bien on peut les introduire dans un état correspondant à une masse divisée, une disper-
10 sion ou un bloc.

On peut employer un gel ou un ensemble de particules fines de gel se conformant à la forme, à la disposition, etc, d'éléments d'image ou d'ouvertures (qu'on appellera ci-après "éléments d'image"). La taille d'une particule de gel
15 est de préférence approximativement égale à celle de l'élément d'image. L'épaisseur de la couche liquide 2 contenant un gel est de préférence de 1 à 1000 μm , et encore plus préfé-
rablement de 1 à 100 μm .

Des électrodes d'élément d'image 7-1 et 7-2 sont
20 formées sur le substrat (ou la plaque de protection transparente 3) conformément à l'élément d'image et, si nécessaire, elles peuvent prendre n'importe quelle forme, telle qu'un segment, une bande, une matrice de points, etc. La longueur d'un côté des électrodes d'élément d'image 7-1 et 7-2 est
25 de préférence de 10 μm à 1 cm, et encore plus préféablement de 50 μm à 1000 μm dans le cas de la forme correspondant à une matrice de points. On peut utiliser si nécessaire une électrode transparente telle qu'une électrode en oxyde d'indium-étain.

30 La contre-électrode 8 est formée sur la plaque de protection transparente 3 (ou le substrat) de façon à être située face aux électrodes d'élément d'image 7-1 et 7-2, en étant séparée de ces dernières par la couche liquide 2 contenant un gel, et elle peut consister en une électrode
35 transparente, si on le désire.

On décrira ci-après le principe de la formation d'image ou de la modulation de la lumière conformément à l'invention, en se référant à la figure 1 qui montre un dispositif optique du type à transmission.

5 Lorsqu'un interrupteur 5-2 est ouvert, c'est-à-dire lorsque aucun champ électrique n'est appliqué au gel 4-2 en contact avec une électrode d'élément d'image 7-2, le gel 4-2 demeure dans un état contracté dans lequel il occupe un très faible volume. Ainsi, la lumière 9-2 qui est introduite dans
10 le gel 4-2 est diffusée ou réfractée par ce dernier, et cette lumière ne peut pas se propager de façon rectiligne du fait que dans l'état à très faible volume, le gel présente des propriétés de diffusion ou de réfraction de la lumière.

 Au contraire, lorsqu'un interrupteur 5-1 est fermé,
15 c'est-à-dire lorsque le gel 4-1 est soumis à l'action d'un champ électrique, les réticulats du gel sont chargés négativement et sont ainsi attirés vers l'électrode 8. Par conséquent, le gel subit un gonflement qui le fait passer dans l'état 4-1. Le gonflement fait disparaître les propriétés de
20 diffusion et de réfraction de la lumière du gel, et la lumière 9-1 peut traverser le gel de façon rectiligne.

 Dans le cas de réticulats qui sont chargés positivement dans le liquide, on peut également obtenir un fonctionnement et un effet similaires en inversant la polarité
25 de l'électrode de la figure 1.

 Lorsque l'interrupteur 5-1 est ouvert, le gel se contracte et retourne à l'état d'origine, du fait que sous l'action du champ électrique les molécules de réticulats ont pris une longueur supérieure à la longueur d'équilibre, et
30 ces molécules sont soumises à une pression négative, c'est-à-dire une force de rétablissement lorsque le champ électrique est supprimé. Il en résulte que la lumière introduite dans le gel est à nouveau diffusée ou réfractée, et ne peut pas se propager de façon rectiligne. On peut augmenter la vitesse
35 de contraction en appliquant en outre un champ électrique

inversé au gel.

L'invention est basée sur une application du principe précité à un dispositif optique, dans lequel on produit une différence optique en commandant électriquement le gonflement et la contraction d'un gel, de façon à obtenir un affichage ou une modulation de lumière.

La description qui précède porte sur un dispositif optique du type à transmission, mais le même principe est également applicable à un dispositif optique du type à réflexion (non représenté sur le dessin).

La figure 2 montre un mode de réalisation utilisant un polymère capable de libérer un liquide sous l'action d'un champ électrique en subissant une contraction, et d'absorber le liquide en présence d'un champ électrique, en subissant un gonflement.

Lorsqu'un interrupteur 5-2 est ouvert, c'est-à-dire lorsque le gel 4-2 qui est en contact avec une électrode d'élément d'image 7-2 n'est pas soumis à l'action d'un champ électrique, le gel reste à l'état gonflé 4-2. Ainsi, la lumière 9-2 qui est introduite dans le gel 4-2 peut traverser la couche liquide 2 contenant un gel, sans être diffusée ou réfractée par le gel 4-2. Au contraire, lorsqu'un interrupteur 5-1 est fermé, c'est-à-dire lorsque le gel gonflé est soumis à l'action d'un champ électrique, les réticulats du gel sont attirés vers l'électrode 7-1 du fait qu'ils sont chargés négativement, et ce gel se contracte pour prendre l'état du gel 4-1. Ainsi, la lumière 9-1 qui est introduite dans le gel 4-1 subit une diffusion ou une réfraction, et elle ne peut pas se propager de façon rectiligne, du fait que le gel possède des propriétés de diffusion et de réfraction de la lumière lorsqu'il est dans un état à très faible volume.

Dans le cas d'un remplissage dense avec de petites particules de gel, des espaces se forment à l'intérieur du gel du fait de la diminution de la taille des particules de

gel, et on peut obtenir un effet optique similaire. On peut en outre obtenir un fonctionnement et des effets similaires avec des réticulats qui peuvent être chargés positivement dans le liquide, et ceux-ci se contractent alors du côté opposé à celui de la figure 2, c'est-à-dire du côté de la contre-électrode 8.

Lorsque l'interrupteur 5-1 est ouvert, le gel subit un gonflement et il retourne à l'état d'origine.

Sous l'action d'un champ électrique, les molécules des réticulats sont comprimées jusqu'à une longueur inférieure à la longueur d'équilibre, et on peut donc obtenir une pression positive, c'est-à-dire une force de rétablissement, en supprimant le champ électrique. Il en résulte que la lumière peut traverser la couche liquide 2 contenant un gel sans subir une dispersion ou une réfraction. On peut augmenter la vitesse de gonflement en appliquant en outre au gel un champ électrique inversé.

La figure 3 montre un autre mode de réalisation qui utilise un liquide coloré dans la couche liquide contenant un gel, et dans lequel la formation d'une image ou la modulation de lumière ont lieu de la manière suivante.

Lorsqu'un interrupteur 5-2 est ouvert, c'est-à-dire lorsque le gel 4-2 qui est en contact avec l'électrode d'élément d'image 7-2 n'est pas soumis à l'action d'un champ électrique, le gel 4-2 reste contracté, dans un état à très faible volume. De ce fait, la lumière 9-2 qui est introduite dans le gel 4-2 et à son voisinage est absorbée ou partiellement absorbée par la couche liquide contenant un gel, et elle est affaiblie.

Au contraire, lorsqu'un interrupteur 5-1 est fermé, c'est-à-dire lorsque le gel est soumis à l'action d'un champ électrique, les réticulats du gel sont attirés vers l'électrode 8 chargée positivement, du fait que les réticulats sont chargés négativement. Le gel 4-1 est ainsi gonflé jusqu'à s'approcher de l'électrode 8 ou à venir en contact avec elle.

Il en résulte que le volume du liquide coloré diminue d'une quantité correspondant au gonflement du gel, et la lumière 9-1 qui est introduite peut traverser la couche liquide 2 contenant un gel.

5 On peut également obtenir un fonctionnement et un effet similaires lorsqu'on utilise dans le liquide des réticulats pouvant être chargés positivement, à condition d'inverser la polarité des électrodes qui est représentée sur la figure 3.

10 Lorsque l'interrupteur 5-1 est ouvert, le gel se gonfle et retourne à l'état d'origine. Sous l'action du champ électrique, les molécules de réticulats ont pris une longueur supérieure à la longueur d'équilibre, et on peut obtenir une pression négative, c'est-à-dire une force de ré-
15 tablissement, en éliminant le champ électrique. Il en résulte que la lumière introduite est à nouveau diffusée ou réfractée, et elle ne peut pas se propager de façon rectiligne. On peut augmenter la vitesse de contraction en appliquant en outre un champ électrique inversé.

20 On décrira en relation avec la figure 4 la modulation de la lumière avec un polymère coloré.

Lorsqu'un interrupteur 5-2 est fermé, c'est-à-dire lorsque le gel coloré 4-2 qui est en contact avec une électrode d'élément d'image 7-2 n'est pas soumis à l'action d'un
25 champ électrique, ce gel coloré 4-2 reste dans un état contracté à très faible volume. De ce fait, la lumière 9-2 qui est introduite dans le gel coloré 4-2 est diffusée ou absorbée par le gel coloré, ou partiellement diffusée et absorbée et elle est affaiblie.

30 Au contraire, lorsqu'un interrupteur 5-1 est fermé, c'est-à-dire lorsque le gel coloré est soumis à l'action d'un champ électrique, les réticulats du gel coloré sont attirés vers l'électrode 8, chargée positivement, du fait que ces réticulats sont chargés négativement, et le gel coloré
35 4-1 subit un gonflement sous l'effet duquel il s'approche

de l'électrode 8 ou vient en contact avec elle. Il en résulte que la matière colorante est diluée dans une proportion correspondant au gonflement du gel coloré, et la lumière 9-1 qui est introduite peut traverser sans aucun empêchement la couche liquide 2 contenant un gel.

On peut obtenir un fonctionnement et un effet similaires lorsqu'on utilise dans le liquide des réticulats pouvant être chargés positivement, à condition d'inverser la polarité des électrodes qui est représentée sur la figure 4.

10 Lorsqu'un interrupteur 5-1 est ouvert, le gel coloré subit une contraction et retourne à l'état d'origine. Sous l'action du champ électrique, les molécules de réticulats ont pris une longueur supérieure à la longueur d'équilibre, et on obtient une pression négative, c'est-à-dire une force de ré-
15 tablissement, lorsqu'on supprime le champ électrique. Il en résulte que la lumière introduite est à nouveau diffusée ou réfractée, et elle ne peut pas se propager de façon rectiligne. On peut augmenter la vitesse de contraction lorsqu'on applique en outre un champ électrique inversé.

20 La description précédente porte sur un dispositif optique du type à transmission, mais le même principe s'applique également à un dispositif optique du type à réflexion.

Dans le cas de polymères capables de libérer un liquide sous l'action d'un champ électrique et d'absorber le
25 liquide en l'absence de champ électrique, le principe essentiel de modulation de la lumière est fondamentalement identique à celui décrit ci-dessus, bien que le fonctionnement soit exactement l'opposé.

On décrira ci-après l'invention de façon détaillée
30 en considérant des Exemples.

Exemple 1

Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré.

35 On a dissous dans 14 cm³ d'eau 0,75 g d'acrylamide,

0,2 g d'acrylate de sodium, 0,02 g de N,N-méthylènebisacrylamide, et 50 mm³ de tétraméthyléthylènediamine.

On a dissous séparément 0,02 g de persulfate d'ammonium dans 1 cm³ d'eau, et on a mélangé la solution ainsi
5 préparée avec la solution précitée. On a immédiatement ajouté la solution monomère ainsi obtenue à 100 cm³ de paraffine liquide contenant 1 cm³ de trioleate de sorbitane, et on a agité vigoureusement dans une atmosphère d'azote.

Après achèvement de la polymérisation, on a lavé
10 avec de l'hexane les polymères ainsi formés, pour en extraire la paraffine liquide, et on les a versés dans de l'acétone pour les faire coaguler. On a ensuite répété alternativement le lavage des polymères avec une solution aqueuse d'acétone à 50 % et une solution aqueuse d'acétone à 70 % et, finale-
15 ment, on a dispersé les polymères dans une solution aqueuse d'acétone à 50 %.

On a immergé dans la dispersion de polymères une plaque de verre de 50 x 50 mm, sur laquelle on a formé préalablement, par dépôt en phase vapeur, un motif consistant en
20 un film de platine semi-transparent ayant une épaisseur de 15 nm, faisant fonction d'anode, et une plaque de nickel de 50 x 50 mm, faisant fonction de cathode. On a appliqué une tension prédéterminée entre ces plaques pour coaguler les particules de polymères sur le motif en platine.

On a disposé face à face la plaque de verre ainsi
25 obtenue et une autre plaque de verre portant une pellicule d'oxyde d'indium-étain de 200 nm, et on a introduit dans l'espace situé entre les plaques de verre une solution aqueuse d'acétone à 60 %, en utilisant comme entretoise une
30 pellicule de Mylar (marque déposée d'un polyester fourni par Du Pont) ayant une épaisseur de 20 µm.

Affichage et modulation de la lumière

En appliquant une tension de 0,8 à 5 V entre
l'électrode semi-transparente en platine faisant fonction de
35 cathode et l'électrode en oxyde d'indium-étain faisant fonc-

tion d'anode, dans le dispositif optique ainsi préparé, le gel situé entre les électrodes a gonflé et est devenu transparent.

Au contraire, en ouvrant l'interrupteur, le gel s'est rétracté et a repris la couleur blanc-laiteux et son caractère opaque.

Des tests répétés ont permis de vérifier la reproductibilité. On a ainsi vérifié la fonction d'affichage et la fonction de modulation de la lumière.

10 Exemple 2

Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré.

On a dissous dans 14 cm³ d'eau 0,75 g d'acrylamide, 0,25 g de méthacrylate de sodium, 0,02 g de N,N-méthylènebis-acrylamide et 50 mm³ de tétraméthyléthylènediamine.

On a dissous séparément 0,02 g de persulfate d'ammonium dans 1 cm³ d'eau, et on a ajouté la solution ainsi préparée à la solution précitée. On a ensuite ajouté immédiatement la solution monomère ainsi obtenue à 100 cm³ de paraffine liquide contenant 1 cm³ de trioléate de sorbitanne, et on a agité vigoureusement dans une atmosphère d'azote.

Après achèvement de la polymérisation, on a lavé à l'hexane les polymères ainsi formés, pour en extraire la paraffine liquide, et on les a ensuite versés dans de l'acétone pour les faire coaguler. On a ensuite répété alternativement le lavage des polymères avec une solution aqueuse d'acétone à 40 % et avec une solution aqueuse d'acétone à 70 %, et on a finalement dispersé les polymères dans une solution aqueuse d'acétone à 45 %.

On a plongé dans la dispersion de polymères une plaque de verre de 50 x 50 mm, sur laquelle on a formé préalablement, par dépôt en phase vapeur, un motif consistant en un film semi-transparent de platine ayant une épaisseur de 15 nm, à titre d'anode, et une plaque de nickel de 50 x 50

mm, et on a appliqué une tension prédéterminée entre ces plaques pour coaguler les particules de polymères sur le motif en platine.

On a placé face à face la plaque de verre ainsi obtenue et une plaque de verre portant une pellicule d'oxyde d'indium-étain d'une épaisseur de 200 nm, et on a introduit dans l'espace compris entre les plaques de verre une solution aqueuse d'acétone à 60 %, en utilisant à titre d'entretoise une pellicule de Mylar d'une épaisseur de 20 μm .

10 Affichage et modulation de la lumière

On a obtenu les mêmes résultats que dans l'Exemple 1, en effectuant les tests de la même manière que dans l'Exemple 1.

Exemple 3

15 Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré.

On a dissous dans 14 cm^3 d'eau 0,75 g d'acrylamide, 0,2 g d'acrylate de sodium, 0,02 g de N,N-méthylènebisacrylamide, et 50 mm^3 de tétraméthyléthylènediamine.

On a dissous séparément 0,02 g de persulfate d'ammonium dans 1 cm^3 d'eau, et on a ajouté la solution ainsi préparée à la solution précitée. On a ensuite ajouté immédiatement la solution monomère ainsi obtenue à un mélange de solvants comprenant 23 cm^3 de chloroforme, 75 cm^3 de toluène et 1 cm^3 de trioléate de sorbitane, et on a gité vigoureusement dans une atmosphère d'azote.

Après achèvement de la polymérisation, on a lavé à l'hexane les polymères ainsi obtenus et on les a ensuite versés dans de l'acétone pour les faire coaguler. On a ensuite répété alternativement le lavage des polymères avec une solution aqueuse d'acétone à 50 % et une solution aqueuse d'acétone à 70 %, et on a finalement dispersé les polymères dans une solution aqueuse d'acétone à 50 %.

On a enfermé hermétiquement la dispersion des po-

lymères ainsi préparée entre une plaque de verre sur laquelle on a formé préalablement par pulvérisation cathodique un motif d'électrode en oxyde d'indium-étain ayant une épaisseur de 200 nm, et une autre plaque de verre sur laquelle on a
5 formé préalablement, par dépôt en phase vapeur, une pellicule de platine de 15 nm d'épaisseur, en utilisant comme entretoise une pellicule de Mylar d'une épaisseur de 20 μm .

Affichage et modulation de la lumière

En appliquant une tension de 0,8 à 5 V entre l'élec-
10 trode semi-transparente en platine, faisant fonction de cathode, et l'électrode en oxyde d'indium-étain, faisant fonction d'anode, dans le dispositif optique ainsi préparé, le gel présent entre les électrodes s'est contracté et est devenu blanc-laiteux et opaque.

15 D'autre part, en ouvrant l'interrupteur, le gel a subi un gonflement et a retrouvé sa propriété de transmission de la lumière d'origine.

Des tests répétés ont permis de vérifier la reproductibilité. On a ainsi vérifié la fonction d'affichage et la
20 fonction de modulation de la lumière.

Exemple 4

Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré.

25 On a dissous dans 14 ml d'eau 0,75 g d'acrylamide, 0,20 g d'acrylate de sodium, 0,02 g de N,N-méthylènebisacrylamide, et 50 mm^3 de tétraméthyléthylènediamine.

On a dissous séparément 20 mg de persulfate d'ammonium dans 1 cm^3 d'eau, et on a mélangé la solution ainsi
30 préparée avec la solution monomère. On a ensuite versé le mélange dans un mélange de solvants comprenant 25 cm^3 de tétrachlorure de carbone, 75 cm^3 de toluène et 1 cm^3 de trioléate de sorbitane, et on a agité vigoureusement dans une atmosphère d'azote.

35 Après achèvement de la polymérisation, on a lavé

soigneusement les polymères ainsi formés, avec de l'hexane et ensuite avec de l'acétone, pour les faire coaguler. On a ensuite répété alternativement le lavage des polymères avec une solution aqueuse d'acétone à 50 % et avec une solution 5 aqueuse d'acétone à 70 %, et on a finalement dispersé les polymères dans une solution aqueuse d'acétone à 50 %.

On a plongé dans la dispersion de gel de polymères une plaque de verre de 50 x 60 mm, sur laquelle on a déposé un motif formé par une pellicule semi-transparente de plati- 10 ne obtenue par dépôt en phase vapeur, ayant une épaisseur de 15 nm et faisant fonction d'anode, et une plaque de nickel faisant fonction de cathode. On a appliqué entre ces plaques une tension de 0,8 V pour coaguler le gel de polymères sur le motif en platine.

15 On a placé face à face l'électrode en platine portant le gel coagulé, faisant fonction de cathode, et une plaque de verre de 50 x 60 mm, portant sur toute sa surface une pellicule d'oxyde d'indium-étain de 200 nm d'épaisseur, formée par pulvérisation cathodique et faisant fonction 20 d'anode, en intercalant entre les électrodes une pellicule de Mylar d'une épaisseur de 20 μ m, faisant fonction d'entretoise.

Pour préparer un dispositif optique, on a introduit dans l'espace compris entre les électrodes une solution 25 aqueuse d'acétone à 60 % contenant du Carmin Brillant 3B (C.I. Pigment Red 60 ; C.I. 16015-Lake), dispersé dans un broyeur à boulets.

Affichage et modulation de la lumière

En appliquant une tension de 0,8 à 5 V entre 30 l'électrode semi-transparente en platine, faisant fonction de cathode, et l'électrode en oxyde d'indium-étain faisant fonction d'anode, dans le dispositif optique ainsi préparé, le gel situé entre les électrodes a subi un gonflement et est devenu transparent.

35 D'autre part, lorsqu'on a ouvert l'interrupteur

pour supprimer la tension appliquée, le gel s'est contracté et a repris la couleur du liquide coloré.

Des tests répétés ont permis de vérifier la reproductibilité. On a ainsi vérifié l'action d'affichage et
5 l'action de modulation de la lumière.

Exemple 5

Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré.

10 On a dissous dans 14 cm^3 d'eau 0,75 g d'acrylamide, 0,20 g d'acrylate de sodium, 0,02 g de N,N-méthylènebisacrylate et 50 mm^3 de tétraméthyléthylènediamine.

On a dissous séparément 20 mg de persulfate d'ammonium dans 1 cm^3 d'eau et on a mélangé la solution ainsi
15 préparée avec la solution monomère. On a ensuite versé immédiatement le mélange dans un mélange de 100 cm^3 de paraffine liquide et de 1 cm^3 de trioléate de sorbitanne, et on a agité vigoureusement dans une atmosphère d'azote.

Après l'achèvement de la polymérisation, on a lavé
20 soigneusement les polymères ainsi formés avec de l'hexane, et ensuite avec de l'acétone, pour les faire coaguler. On a ensuite répété alternativement le lavage des polymères avec une solution aqueuse d'acétone à 50 % et avec une solution aqueuse d'acétone à 70 %, et on a finalement dispersé les
25 polymères dans une solution aqueuse d'acétone à 50 %.

On a plongé dans la dispersion de gel de polymères une plaque de verre de 50 x 60 mm, sur laquelle on a formé préalablement un motif constitué par une pellicule semi-transparente de platine déposée en phase vapeur, ayant une
30 épaisseur de 15 nm et faisant fonction d'anode, et une plaque de nickel faisant fonction de cathode, et on a appliqué entre ces plaques une tension de 0,8 V pour coaguler le gel de polymères sur le motif en platine.

On a placé face à face l'électrode en platine por-
35 tant le gel coagulé, faisant fonction de cathode, et une

plaque de verre de 50 x 60 mm, portant une pellicule d'oxyde d'indium-étain d'une épaisseur de 200 nm, formée sur toute la surface de la plaque de verre par pulvérisation cathodique, et faisant fonction d'anode, en introduisant entre les 5 électrodes une entretoise constituée par une pellicule de Mylar d'une épaisseur de 20 μm .

Pour préparer un dispositif optique, on a empli l'espace situé entre les électrodes avec une solution aqueuse d'acétone à 60 % contenant du Carmin Brillant 3B (C.I. Pigment 10 Red 60: C.I. 16015-Lake), dispersé dans un broyeur à boulets.

Affichage et modulation de la lumière

On a obtenu les mêmes résultats que dans l'Exemple 4, en effectuant les tests de la même manière que dans l'Exemple 4.

15 Exemple 6

Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré.

On a dissous dans 14 cm^3 d'eau 0,75 g d'acrylamide, 20 0,25 g de méthacrylate de sodium, 0,02 g de N,N-méthylène-bisacrylamide et 50 mm^3 de tétraméthyléthylènediamine.

On a dissous séparément 20 mg de persulfate d'ammonium dans 1 cm^3 d'eau, et on a mélangé la solution ainsi préparée avec la solution monomère précitée. On a ensuite 25 versé immédiatement le mélange dans un mélange de solvants comprenant 25 cm^3 de tétrachlorure de carbone, 75 cm^3 de toluène et 1 cm^3 de trioléate de sorbitanne, et on a agité vigoureusement dans une atmosphère d'azote.

Après achèvement de la polymérisation, on a lavé 30 soigneusement les polymères ainsi formés avec de l'hexane et ensuite avec de l'acétone, pour les faire coaguler. On a ensuite répété alternativement le lavage des polymères avec une solution aqueuse d'acétone à 45 % et avec une solution aqueuse d'acétone à 70 %, et, finalement, on a dispersé 35 les polymères dans une solution aqueuse d'acétone à 50 %

contenant de l'Orangé Rapide Vulkan GG (C.I. Pigment Orange 14: C.I. 21165), dispersé dans un broyeur à boulets.

On a placé face à face une plaque de verre comportant un motif d'électrode en oxyde d'indium-étain ayant
5 une épaisseur de 200 nm, formé par pulvérisation, et une plaque de verre sur laquelle on a déposé en phase vapeur une pellicule de platine de 15 nm d'épaisseur, avec les électrodes respectives placées vers l'intérieur, en utilisant comme entretoise une pellicule de Mylar de 20 μm
10 d'épaisseur, et on a rempli l'espace entre les électrodes avec la suspension colorée.

Affichage et modulation de la lumière

En appliquant une tension de 0,8 à 5 V entre l'électrode semi-transparente en platine, faisant fonction
15 de cathode, et l'électrode en oxyde d'indium-étain, faisant fonction d'anode, dans le dispositif optique ainsi préparé, le gel présent entre les électrodes a subi une contraction, et l'espace laissé par la contraction a été occupé par le liquide coloré, ce qui fait que le dispositif a présenté la
20 couleur du liquide coloré, en étant observé du côté de la plaque de protection transparente 3.

Au contraire, lorsqu'on a ouvert l'interrupteur pour supprimer la tension appliquée, le gel a subi un gonflement et a manifesté la transparence d'origine.

25 Des tests répétés ont permis de vérifier la reproductibilité.

On a ainsi vérifié l'action d'affichage et l'action de modulation de la lumière.

Exemple 7

30 Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré. En opérant sur un bain de glace, on a dissous 0,75 g d'acrylamide, 0,15 g d'acide acrylique, 0,02 g de N,N-méthylènebisacrylamide, 20 mm³ de tétraméthyléthylènediamine et 10 mg de persulfate d'ammonium dans un
35

liquide coloré contenant 50 mg de Rouge Monastral (C.I. Pigment Violet 19: C.I. 46500) dispersé dans 14 cm³ d'eau dans un broyeur à boulets. Après une purge à l'azote, on a accompli la polymérisation à 20°C, on a ajouté 30 cm³ d'eau au gel coloré ainsi formé, et on a pulvérisé le mélange dans un émulsionneur.

On a ensuite lavé alternativement le gel coloré avec une solution aqueuse d'acétone à 70 % et avec une solution aqueuse d'acétone à 50 %, et on l'a finalement dispersé dans une solution aqueuse d'acétone à 50 % pour former une suspension.

On a plongé dans la suspension une plaque de verre de 50 x 60 mm, sur laquelle on a déposé préalablement par dépôt en phase vapeur un motif consistant en une pellicule de platine semi-transparente, faisant fonction d'anode, et une plaque de nickel faisant fonction de cathode, avec une distance inter-électrode de 0,3 mm, et on a appliqué entre les électrodes une tension de 0,8 V pour déposer le gel sur l'électrode en platine.

On a placé face à face l'électrode en verre et une autre électrode en verre portant sur toute sa surface une pellicule d'oxyde d'indium-étain d'une épaisseur de 200 nm, en introduisant entre elles une entretoise consistant en une pellicule de Mylar de 10 µm d'épaisseur, et on a rempli l'espace compris entre les électrodes avec une solution aqueuse d'acétone à 65 %.

Affichage et modulation de la lumière

En appliquant une tension de 0,8 à 5 V entre l'électrode semi-transparente en platine, faisant fonction de cathode, et l'électrode en oxyde d'indium-étain, faisant fonction d'anode, dans le dispositif optique ainsi préparé, le gel coloré présent entre les électrodes a subi un gonflement et est devenu transparent.

Au contraire, lorsqu'on a ouvert l'interrupteur pour supprimer la tension appliquée, le gel coloré s'est

contracté et il a retrouvé son opacité d'origine. Des tests répétés ont permis de vérifier la reproductibilité. On a vérifié l'action d'affichage et l'action de modulation de la lumière.

5 Exemple 8

Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré.

En opérant sur un bain de glace, on a dissous 0,75 g d'acrylamide, 0,18 g d'acide méthacrylique, 0,02 g de N,N-méthylènebisacrylamide, 20 mm³ de tétraméthyléthylènediamine, et 10 mg de persulfate d'ammonium dans un liquide coloré contenant 50 mg de Rouge Monastrol (C.I. Pigment Violet 19: C.I. 46500), dispersé dans 14 cm³ d'eau dans un broyeur à boulets. Après une purge à l'azote, on a accompli la polymérisation à 20°C, on a ajouté 30 cm³ d'eau au gel coloré ainsi formé, et on a ensuite pulvérisé le mélange dans un émulsionneur.

On a lavé alternativement le gel coloré avec une solution aqueuse d'acétone à 75 % et avec une solution aqueuse d'acétone à 45 %, et on l'a finalement dispersé dans une solution aqueuse d'acétone à 45 % pour former une suspension.

On a trempé dans la suspension une plaque de verre de 50 x 60 mm, sur laquelle on a formé préalablement, par dépôt en phase vapeur, un motif consistant en une pellicule de platine semi-transparente de 15 nm d'épaisseur, faisant fonction d'anode, et une plaque de nickel faisant fonction de cathode, avec une distance inter-électrode de 0,3 mm, et on a appliqué une tension de 0,8 V entre les électrodes pour déposer le gel sur l'électrode en platine.

On a placé face à face l'électrode en verre et une électrode en verre portant sur toute sa surface une pellicule d'oxyde d'indium-étain ayant une épaisseur de 200 nm, en intercalant entre ces électrodes une entretoise constituée par une pellicule de Mylar de 10 µm d'épaisseur, et on a empli

l'espace situé entre les électrodes avec une solution aqueuse d'acétone à 65 %.

Affichage et modulation de la lumière

En effectuant les tests de la même manière que dans l'Exemple 7, on a obtenu les mêmes résultats que dans l'Exemple 7.

Exemple 9

Préparation d'un dispositif optique

On a préparé de la manière suivante le dispositif optique considéré.

En opérant sur un bain de glace, on a dissous 0,75 g d'acrylamide, 0,15 g d'acide acrylique, 0,02 g de N,N-méthylènebisacrylamide, 20 mm³ de tétraméthyléthylènediamine et 10 mg de persulfate d'ammonium, dans un liquide coloré contenant 60 mg de Noir Diamant (C.I. Pigment Black 1: C.I. 50440) dispersé dans 14 ml d'eau dans un broyeur à boulets. Après une purge à l'azote, on a ajouté 30 ml d'eau au gel coloré ainsi formé, et on a pulvérisé le mélange dans un émulsionneur.

On a lavé alternativement le gel coloré avec une solution aqueuse de méthanol à 90 % et avec une solution aqueuse de méthanol à 50 %, et on l'a finalement dispersé dans une solution aqueuse de méthanol à 57 % pour former une suspension.

On a placé face à face une plaque de verre de 50 x 60 mm, sur laquelle on a formé préalablement, par dépôt en phase vapeur, un motif constitué par une pellicule de platine semi-transparente de 15 nm d'épaisseur, et une plaque sur laquelle on a déposé par pulvérisation une électrode en oxyde d'indium-étain, de 200 nm d'épaisseur, en introduisant entre ces électrodes une entretoise formée par une pellicule de Mylar de 20 µm d'épaisseur, et on a rempli avec la suspension l'espace situé entre les électrodes.

Affichage et modulation de la lumière

En appliquant une tension de 0,8 à 5 V entre

l'électrode semi-transparente en platine, faisant fonction de cathode, et l'électrode en oxyde d'indium-étain, faisant fonction d'anode, dans le dispositif optique ainsi préparé, le gel coloré présent entre les électrodes a subi une contraction, et la lumière introduite dans ce gel a été absorbée.

Au contraire, lorsqu'on a ouvert l'interrupteur pour supprimer la tension appliquée, le gel a subi un gonflement et il a retrouvé sa transparence d'origine. Des tests répétés ont permis de vérifier la reproductibilité. On a vérifié la fonction d'affichage et la fonction de modulation de la lumière.

Effets

Les principaux effets de l'invention sont résumés ci-après.

(1) On peut réduire la taille de particules de gel à une très faible dimension, et on peut ainsi obtenir de la lumière de sortie ou une image nette, présentant une résolution élevée.

(2) On peut aisément préparer un gel et on peut donc aisément préparer un dispositif optique.

(3) Il n'existe pas de limite concernant l'angle de champ de visibilité, et l'observation est donc possible sous n'importe quel angle.

(4) On peut utiliser divers pigments colorants, et on peut donc obtenir un affichage avec de belles couleurs.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif décrit et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif optique, caractérisé en ce qu'il comprend une couche liquide (2) contenant un polymère pouvant absorber et libérer un liquide, qui absorbe et libère un liquide sous l'action d'un champ électrique, et au moins une paire d'électrodes (7-1, 7-2 ; 8) qui contiennent la couche liquide (2) entre elles.

2. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le polymère est capable d'absorber un liquide sous l'effet de l'application d'un champ électrique et de libérer le liquide à la suppression du champ électrique.

3. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le polymère est capable de libérer un liquide sous l'effet de l'application d'un champ électrique et d'absorber le liquide à la suppression du champ électrique.

4. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche liquide (2) contient un liquide coloré.

5. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le polymère est un polymère coloré.

6. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche liquide (2) a une épaisseur de 1 à 1000 μm .

7. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes (7-1, 7-2 ; 8) est transparente.

8. Dispositif optique selon la revendication 4, caractérisé en ce que le liquide coloré comprend une matière colorante et un solvant capable de dissoudre ou de disperser la matière colorante.

FIG. 1

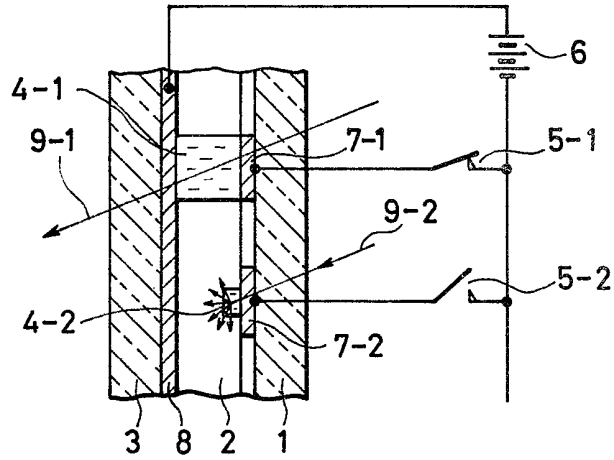


FIG. 2

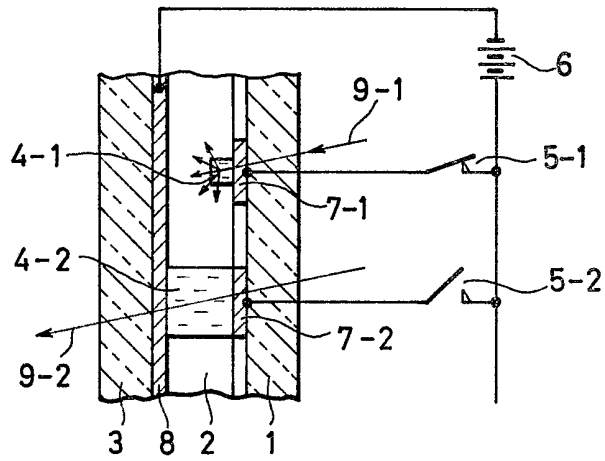


FIG. 3

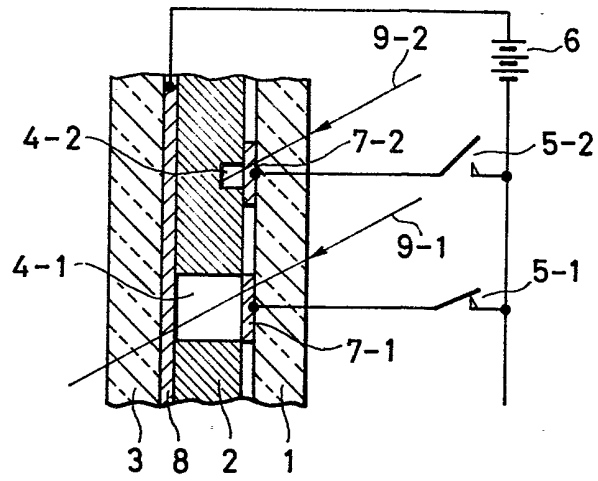


FIG. 4

