

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
25 janvier 2007 (25.01.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/010041 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01N 21/45 (2006.01) **G01B 9/02** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2006/064516

(22) Date de dépôt international : 21 juillet 2006 (21.07.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
05 52281 22 juillet 2005 (22.07.2005) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-
MISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE** [FR/FR];
Immeuble "Le Ponant D", 25 Rue Leblanc, F-75015 Paris
(FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **BOUTET,
Jérôme** [FR/FR]; 3 Rue Charreton, F-38000 Grenoble
(FR).

(74) Mandataire : **POULIN, Gérard**; BREVATOME, 3, Rue
Du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU,
LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

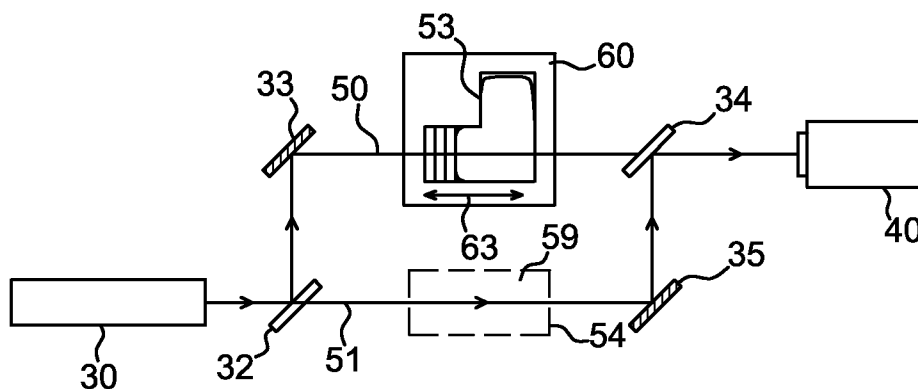
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: EWOD INTERFEROMETER

(54) Titre : INTERFEROMETRE EWOD



(57) Abstract: The invention relates to an interferometric device comprising means for forming first and second beams (50, 51) to be interfered, a first substrate (1) having a hydrophobic surface, first electrowetting electrodes (53) in the substrate or under the surface in order to form a volume of a first fluid from a first container and second electrowetting electrodes in the substrate or under the surface in order to position said volume, and/or deform same by means of electrowetting, in a direction (63) defined by the path of the first beam.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif interférométrique comportant des moyens pour former un premier et un deuxième faisceaux (50, 51) devant interférer, un premier substrat (1) à surface hydrophobe, des premières électrodes d'électromouillage (53) dans ce substrat ou sous cette surface pour former un volume d'un premier fluide, à partir d'un premier réservoir, et des deuxièmes électrodes d'électromouillage dans ce substrat ou sous cette surface pour positionner ce volume, et/ou le déformer par électromouillage, dans une direction (63) définie par le trajet du premier faisceau.

WO 2007/010041 A1

INTERFEROMETRE EWOD

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTÉRIEUR

5 L'invention concerne le domaine de l'interférométrie.

L'interférométrie est une technique utilisée dans des domaines aussi variés que l'astronomie, les télécommunications, le contrôle de
10 surface, ou encore la FTIR.

Dans un interféromètre classique, de type Mach, la lumière issue d'une source cohérente est divisée en 2 faisceaux. L'un de ses faisceaux traverse un milieu que l'on souhaite étudier, et l'autre
15 faisceau ne rencontre aucun obstacle. Ces 2 faisceaux sont ensuite recombinaés et envoyés vers un détecteur qui mesure les interférences ainsi produites. Les variations de propriétés du milieu étudié par le premier faisceau se traduisent par une modification du
20 trajet optique d'un faisceau et ainsi par une diminution ou une augmentation du signal mesuré par le détecteur.

Ces deux faisceaux sont ensuite recombinaés. En fonction de la différence de trajet optique des 2
25 faisceaux, des interférences constructives ou destructives se produisent, modulant l'amplitude du signal de sortie.

Il existe divers types d'interféromètres, en particulier ceux de Michelson, Fabry - Pérot et
30 Mach - Zehnder. Les paragraphes suivants décrivent des

cas d'utilisation classiques des principaux types d'interféromètres.

Pour réaliser une mesure de distance par interférométrie, on utilise plutôt un interféromètre de Michelson. Des mesures de distances sont réalisées en déplaçant un miroir et en comptant le nombre de franges d'interférences qui défilent depuis un point de référence. La distance D correspondant à un nombre m de franges vaut:

$$D = m \lambda / 2,$$

avec λ longueur d'onde de la source de lumière.

La spectrométrie par interférométrie est souvent réalisée avec des interféromètres de Fabry-Perot. Un faisceau de longueur d'onde λ entre sous incidence α dans une cavité définie par deux lames très proches, séparées d'une distance d. Des réflexions multiples sont effectuées entre ces deux lames partiellement réfléchissantes. A chaque réflexion, une partie de la lumière est transmise. L'ensemble des faisceaux de lumière transmis interfèrent ensemble ou pas. Le grand nombre de faisceaux en jeu lors de l'interférence permet d'atteindre une très bonne précision de filtrage.

La condition pour des interférences constructives est la suivante :

$$2d \cos \alpha = m \lambda$$

Pour l'étude de corps transparents ou d'écoulement de fluides, on utilise des interféromètres de Mach Zehnder, qui permettent d'étudier des objets transparents et sont particulièrement utiles pour voir

en dynamique des écoulements de fluides dans une géométrie confinée.

Enfin, des systèmes de modulateurs optiques pour les télécom ont été réalisés. La technique
5 utilisée pour moduler l'amplitude d'un faisceau consiste à lui faire traverser un interféromètre de Mach-Zehnder dans lequel il est possible de commander la différence de phase entre les deux bras. L'un des
deux bras traverse un matériau « électro-optique » dont
10 on peut modifier l'indice en lui appliquant une tension électrique.

La lumière est couplée dans deux guides par un embranchement en Y. Les deux faisceaux se recombinent ensuite dans un deuxième embranchement en
15 Y. L'indice de réfraction du matériau électro-optique, placé sur l'un des bras de l'interféromètre, est modifié par l'application d'une tension, entraînant ainsi un déphasage entre les deux faisceaux. Suivant leur différence de marche (phase relative), les deux
20 faisceaux interfèrent de manière constructive (toute la puissance optique est disponible en sortie), ou destructive (aucune lumière n'est injectée dans le guide de sortie). Entre ces deux extrêmes, tous les états intermédiaires sont possibles et la modulation de
25 la lumière reproduit celle de la tension appliquée.

Un interféromètre basé sur le déplacement, dans un capillaire, d'un volume de fluide par électromouillage a été décrit par Ben Eggleton dans le document Laser Focus World « Optofluidics Enable
30 Compact Tunable Interferometer» (site internet

<http://lfw.pennet.com/Articles>). Cet interféromètre est basé suivant le principe illustré par la figure 15.

Dans ce dispositif, des interférences se produisent entre une partie 302 qui traverse un ménisque 304 et l'autre partie 306 du faisceau qui ne traverse pas ce ménisque.

Une limitation de ce dispositif est la suivante. La lumière arrive et repart par une fibre optique 310, ce qui limite cet appareil aux applications de télécom (modulation) et éventuellement à la détection d'une grandeur (par exemple la pression d'un gaz). Ce dispositif n'est notamment pas applicable à l'étude de l'écoulement d'un fluide autour de l'aile d'un avion ou de la caractérisation optique d'un miroir (par exemple ses défauts de qualité du polissage).

En outre la courbure du ménisque que traverse la partie 302 du faisceau peut conduire à des déviations par rapport au trajet initial de cette partie 302 du faisceau. Une autre limitation de ce dispositif est la suivante : les phénomènes de dispersion à la surface du ménisque empêchent de travailler sur une gamme étendue de longueur d'onde. Or certains interféromètres ont besoin de travailler en lumière blanche.

Un autre problème est que la longueur de modulation possible, à l'aide de la goutte, est limitée à la longueur l du ménisque.

Il se pose donc le problème de trouver un nouveau dispositif interférométrique ne présentant pas les limitations exposées ci-dessus.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention concerne d'abord un dispositif interférométrique comportant des moyens pour former, un premier et un deuxième faisceau devant interférer, et
5 des moyens pour former, puis déplacer et/ou déformer un premier fluide, par électromouillage, suivant le trajet d'au moins un des deux faisceaux.

Selon l'invention, sont disposés des moyens pour positionner et/ou déformer, par électromouillage,
10 sur l'un des trajets, un premier fluide, permettant ainsi de régler le trajet optique d'un des faisceaux, et d'augmenter ou de diminuer une variation ou un décalage (un « offset ») du signal d'interférence obtenu.

En adaptant un volume fluide par électromouillage le long de la direction de propagation du faisceau, on réduit la sensibilité du trajet de ce faisceau à la forme du ménisque ou à la variation de cette forme lors d'une variation de la longueur du
20 volume de fluide sur le trajet dudit faisceau.

Par exemple, les moyens pour former, puis déplacer, un fluide par électromouillage, comportent un premier substrat à surface hydrophobe et des électrodes de déplacement de fluide.

En adressant un nombre d'électrodes d'électromouillage plus ou moins élevé, puis en faisant éventuellement varier la tension d'adressage d'une des électrodes, il est possible d'adapter au mieux la gamme de sensibilité du détecteur à l'échantillon mesuré.

30 Par exemple, si l'échantillon mesuré est de fort indice optique (le trajet optique F1 du faisceau

dans cet échantillon est alors élevé), la cellule d'électromouillage augmentera le trajet optique F2 du deuxième faisceau afin de présenter au détecteur une différence de trajet optique nulle. Il sera plus facile
5 de mesurer de faibles variations du milieu constitué par l'échantillon mesuré.

Un dispositif interférométrique selon l'invention peut donc comporter des moyens pour former un premier et un deuxième faisceaux devant interférer,
10 un premier substrat à surface hydrophobe, des premières électrodes d'électromouillage dans ce substrat ou sous cette surface pour former un volume d'un premier fluide, à partir d'un premier réservoir, et des deuxièmes électrodes d'électromouillage dans ce
15 substrat ou sous cette surface pour positionner ce volume, et/ou le déformer par électromouillage, dans une première direction, ou direction de propagation d'un premier faisceau.

Un dispositif selon l'invention peut
20 comporter en outre des moyens formant au moins un deuxième réservoir d'au moins un deuxième fluide.

Les premières électrodes d'électromouillage pour former un volume de fluide sont disposées suivant une direction différente de celle définie par les
25 deuxièmes électrodes d'électromouillage.

De préférence, les deuxièmes électrodes d'une part, et les premières électrodes d'autre part, sont disposées suivant deux directions sensiblement perpendiculaires, minimisant ainsi le volume de fluide
30 nécessaire.

De préférence, le dispositif comporte un deuxième substrat à surface hydrophobe disposé en regard du premier substrat de manière à former une configuration fermée.

5 Il est ainsi possible de bien contrôler la forme du volume de fluide disposé sur la trajectoire du faisceau.

Un dispositif selon l'invention peut comporter en outre des moyens pour compenser des dérives thermiques et/ou de pression atmosphérique, et/ou de concentration des espèces chimiques contenues dans la solution test (du fait par exemple d'une sédimentation).

10 Par exemple, il comporte des moyens formant capteur de température et des moyens d'asservissement des moyens de déplacement par électromouillage à un signal provenant de ces moyens formant capteur de température.

Au moins une partie des deuxièmes électrodes ont chacune une longueur, dans le sens de déplacement d'un premier fluide, comprise entre 0,1 μm et 50 μm , de préférence entre 1 μm et 10 μm .

Le fluide peut donc être déformé suivant un pas inférieur à la longueur d'onde du faisceau, par exemple suivant un pas compris entre 0,1 fois et 0, 5 fois la longueur d'onde du faisceau.

Un dispositif selon l'invention peut comporter en outre une cellule pour un liquide dont les propriétés optiques sont à déterminer par interférométrie.

Des moyens peuvent être prévus pour diriger une partie d'un faisceau vers la surface d'un élément optique, un faisceau réfléchi par cet élément optique formant le deuxième faisceau, et des moyens pour
5 réfléchir un faisceau ayant traversé le fluide, formant le premier faisceau.

Un dispositif selon l'invention peut comporter des moyens de détection d'interférences entre lesdits premier et deuxième faisceaux.

10 Ces moyens peuvent permettre de contrôler les moyens permettant de déformer un volume de premier liquide le long du premier faisceau.

L'invention concerne également un procédé d'interférométrie, dans lequel on fait interférer un
15 premier et un deuxième faisceaux, dans lequel :

- on forme un volume d'un premier fluide, à partir d'un premier réservoir, par électromouillage sur une surface hydrophobe d'un premier substrat,

- on positionne ce volume, et/ou on le
20 déforme par électromouillage sur ladite surface hydrophobe, dans une direction définie par le trajet d'un premier faisceau,

- on fait interférer ce premier faisceau et le deuxième faisceaux, le premier faisceau traversant
25 ledit volume de premier fluide, positionné et/ou formé suivant le trajet de ce premier faisceau.

Des premières et deuxièmes électrodes d'électromouillage sont situées dans le premier substrat, sous la couche diélectrique et sous la
30 surface hydrophobe pour, respectivement, former le volume de premier fluide à partir du premier réservoir,

et pour ensuite positionner et/ou déformer ce volume dans la direction définie par le trajet du premier faisceau.

Le premier fluide peut être déformé par électromouillage, d'abord par activation d'électrodes des deuxièmes électrodes, puis variation d'une tension appliquée à l'une de ces électrodes.

On peut former également un volume d'un deuxième fluide, à partir d'au moins un deuxième réservoir, par électromouillage sur ladite surface hydrophobe.

On peut positionner ce volume, et/ou le déformer, par électromouillage, sur ladite surface hydrophobe, dans une direction définie par le trajet du premier faisceau.

Des troisièmes électrodes d'électromouillage peuvent être situées dans le premier substrat, sous la couche diélectrique et sous la surface hydrophobe, pour former le volume de deuxième fluide à partir du deuxième réservoir.

Le premier fluide peut être dans un deuxième fluide environnant, les deux fluides présentant une différence d'indice inférieure à 0,2 et de préférence inférieure à 0,1.

Selon un mode de réalisation, le premier fluide, et éventuellement le fluide environnant, sont en contact avec le premier substrat et un deuxième substrat à surface hydrophobe, disposé en regard du premier substrat de manière à former une configuration fermée ou mixte.

Le premier fluide, et éventuellement le fluide environnant, ont préférentiellement un angle de contact avec les surfaces des premier et deuxième substrats, compris entre 110° et 150° sans activation
5 et entre 80° et 110° avec activation.

Le premier fluide peut avantageusement être déformé suivant un pas inférieur à la longueur d'onde du premier faisceau, par exemple suivant un pas compris entre 0,1 fois et 0,5 fois la longueur d'onde du
10 premier faisceau.

Le deuxième faisceau traverse un deuxième fluide.

Il peut aussi être réfléchi sur un dispositif optique.

15 On peut contrôler le positionnement et/ou la déformation du volume de premier fluide à l'aide d'un signal d'interférence des premier et deuxième faisceaux.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

20 - Les figures 1A-1C représentent le principe de déplacement de gouttes, par électromouillage,

- la figure 2 représente une configuration fermée de dispositif de déplacement de gouttes,

25 - les figures 3A et 3B représentent une configuration mixte de dispositif de déplacement de gouttes,

- les figures 4 et 5A-5B représentent un dispositif de déplacement de gouttes, dans lequel le
30 capot supérieur est muni d'une électrode,

- la figure 6 représente le mouvement d'une goutte d'un fluide suivant le trajet d'un faisceau,
- les figures 7A et 7B représentent, en vue de dessus, des électrodes d'électromouillage dans un dispositif selon l'invention,
- la figure 8 représente une goutte de fluide le long du trajet d'un faisceau,
- les figures 9A-9C représentent divers modes de réalisation d'un dispositif interférométrique selon l'invention,
- la figure 10 représente un autre mode de réalisation exemple d'un dispositif interférométrique selon l'invention,
- les figures 11A, 11B, 12A et 12B représentent des exemples de cellules à électromouillage, selon l'invention,
- les figures 13A-13E et 14A-14C représentent divers modes de réalisation d'un puits ou d'un réservoir de liquide,
- la figure 15 représente un dispositif selon l'art antérieur.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Un dispositif d'interférométrie selon l'invention met en œuvre un dispositif de déplacement ou de manipulation de gouttes ou de volumes de liquide, par électromouillage, comme décrit ci-dessous en liaison avec les figures 6-14C. Comme on le verra, ces moyens peuvent être utilisés pour déformer une goutte ou un volume de liquide, par exemple en l'étirant ou en le contractant dans la direction de propagation d'un

faisceau lumineux destiné à interférer avec un autre faisceau. Ces gouttes ou ces volumes proviennent par exemple d'un ou de plusieurs réservoir(s) situé(s) de manière plus ou moins proche des moyens de déplacement ou de déformation des gouttes.

Le dispositif d'interférométrie obtenu est donc compact, évitant toute actuation mécanique, peu coûteux à réaliser et assurant reproductibilité et propreté.

Un tel dispositif peut en outre permettre la formation et l'acheminement de gouttes de liquide vers une cellule d'électromouillage.

Un premier mode de réalisation d'un dispositif de déplacement et de manipulation de gouttes, de type système ouvert, est illustré sur les figures 1A-1C.

Ce mode de réalisation met en œuvre un dispositif de déplacement ou de manipulation de gouttes de liquide reposant sur le principe de l'électromouillage sur un diélectrique.

Des exemples de tels dispositifs sont décrits dans l'article de M.G. Pollack, A.D. Shendorov, R.B. Fair, intitulé « Electro-wetting-based actuation of droplets for integrated microfluidics », Lab on Chip 2 (1) (2002) 96-101.

Les forces utilisées pour le déplacement de gouttes de liquide sont alors des forces électrostatiques.

Le document FR 2 841 063 décrit un dispositif mettant en œuvre, en outre, un caténaire en regard des électrodes activées pour le déplacement.

Le principe de ce type de déplacement est synthétisé sur les figures 1A-1C.

Une goutte 2 repose sur un réseau 4 d'électrodes, dont elle est isolée par une couche
5 diélectrique 6 et une couche hydrophobe 8 (figure 1A).

Le caractère hydrophobe de cette couche signifie que la goutte a un angle de contact, sur cette couche, supérieur à 90° .

Les électrodes 4 sont elles-mêmes formées
10 en surface d'un substrat 1.

Lorsque l'électrode 4-1 située à proximité de la goutte 2 est activée, à l'aide de moyens 14 de commutation, dont la fermeture établit un contact entre cette électrode et une source de tension 13 via un
15 conducteur commun 16, la couche diélectrique 6 et la couche hydrophobe 8 entre cette électrode activée et la goutte sous tension agissent comme une capacité.

La contre-électrode 10 permet un éventuel déplacement par électromouillage à la surface de la
20 surface hydrophobe; elle maintient un contact électrique avec la goutte pendant un tel déplacement. Cette contre-électrode peut être soit un caténaire comme dans FR-2 841 063, soit un fil enterré soit une électrode planaire dans le capot d'un système confiné
25 (un tel système confiné est décrit plus loin).

En système ouvert, si il n'y a pas de déplacement, il est possible d'étaler la goutte sur la surface hydrophobe, sans contre-électrode. C'est par exemple le cas si la goutte peut être amenée sur la
30 surface hydrophobe par un système de dispense classique, les électrodes 4-1, 4-2 servant uniquement à

étaier ou déformer la goutte à l'endroit où elle a été déposée.

La goutte peut ainsi être éventuellement déplacée de proche en proche (figure 1C), sur la surface hydrophobe 8, par activation successive des électrodes 4-1, 4-2,... etc, le long du caténaire 10.

Il est donc possible de déplacer des liquides, mais aussi de les mélanger (en faisant s'approcher des gouttes de liquides différents), et de réaliser des protocoles complexes.

Les documents cités ci-dessus donnent des exemples de mises en œuvre de séries d'électrodes adjacentes pour la manipulation d'une goutte dans un plan, les électrodes pouvant en effet être disposées de manière linéaire, mais aussi en deux dimensions, définissant ainsi un plan de déplacement des gouttes.

La figure 2 représente un autre mode de réalisation d'un dispositif de déplacement ou de manipulation de gouttes, de type système fermé ou confiné, pouvant être mis en oeuvre dans le cadre de l'invention.

Sur cette figure, des références numériques identiques à celles des figures 1A-1C y désignent des mêmes éléments.

Ce dispositif comporte en outre un substrat supérieur 100, de préférence également recouvert d'une couche hydrophobe 108. Cet ensemble peut être éventuellement transparent, permettant une observation par le haut.

Les figures 3A et 3B, sur lesquelles des références numériques identiques à celles de la figure

2 y désignent des éléments identiques ou similaires, représentent un système mixte de déplacement ou de manipulation de gouttes, dans lequel une goutte 2 est initialement en milieu ouvert (figure 3A), l'activation
5 d'électrodes 4-1, 4-2, 4-3 permettant un aplatissement de la goutte (figure 3B), en système fermé, dans une zone où le système est muni d'un capot, comme illustré ci-dessus en liaison avec la figure 2.

La figure 4 représente une variante du
10 système fermé, avec un capot conducteur 100, comportant une électrode ou un réseau d'électrodes 112, ainsi qu'une couche isolante 106 et une couche hydrophobe 108.

Le caténaire 10 des figures précédentes est
15 remplacé, dans ce mode de réalisation, par l'électrode 112. L'activation de cette électrode 112 et des électrodes 4 permet de déplacer la goutte dans la position voulue puis de l'étirer ou de la déformer, pour l'amener sur le trajet d'un faisceau lumineux 50.

20 Les figures 5A et 5B, sur lesquelles des références numériques identiques à celles de la figure 4 y désignent des éléments identiques ou similaires, représentent un système mixte, dans lequel une goutte 2 est initialement en milieu ouvert (figure 5A),
25 l'activation d'électrodes 4-1, 4-2, 4-3 permettant un aplatissement de la goutte (figure 5B), en système fermé, dans une zone où le système est muni d'un capot, comme illustré ci-dessus en liaison avec la figure 4.

Un dispositif selon l'invention peut en
30 outre comporter des moyens qui vont permettre de commander ou d'activer les électrodes 4, par exemple un

ordinateur type PC et un système de relais connectés au dispositif ou à la puce, tels les relais 14 de la figure 1A, ces relais étant pilotés par les moyens de type PC. Comme on le verra ci-dessous, un multiplexeur
5 peut aussi être utilisé, commandé par des moyens de commande tels qu'un ordinateur ou un micro-ordinateur ou une boucle d'asservissement. Dans ce dernier cas, l'activation des électrodes 4 est asservie à une caractéristique d'un signal, tel qu'un signal
10 d'interférence dans l'exemple donné ci-dessous.

Typiquement, la distance entre un éventuel conducteur 10 (figures 1A-5B) d'une part et la surface hydrophobe 8 d'autre part est par exemple comprise entre 1 μm et 100 μm ou 500 μm .

15 Ce conducteur 10 peut se présenter par exemple sous la forme d'un fil de diamètre compris entre 10 μm et quelques centaines de μm , par exemple 200 μm . Ce fil peut être un fil d'or ou d'aluminium ou de tungstène ou d'autres matériaux conducteurs.

20 Lorsque deux substrats 1, 100 sont utilisés (figures 2-5B), ils sont distants d'une distance comprise entre, par exemple, 10 μm et 100 μm ou 500 μm .

Quel que soit le mode de réalisation considéré, une goutte de liquide 2 pourra avoir un
25 volume compris entre, par exemple, 1 nanolitre et quelques microlitres, par exemple entre 1 nl et 5 μl ou 10 μl , de préférence entre 100 nl et 1 μl .

En outre chacune des électrodes 4 aura par exemple une surface de l'ordre de quelques dizaines de
30 μm^2 (par exemple 10 μm^2) jusqu'à 1 mm^2 , selon la taille des gouttes à transporter, l'espacement entre

électrodes voisines étant par exemple compris entre 100 nm et 30 μm , de préférence entre 1 μm et 10 μm .

La structuration des électrodes 4 peut être obtenue par des méthodes classiques des micro-technologies, par exemple par photolithographie.

Des procédés de réalisation de puces incorporant un dispositif selon l'invention peuvent être directement dérivés des procédés décrits dans le document FR - 2 841 063.

Des conducteurs, et notamment des conducteurs 110 peuvent être réalisés par dépôt d'une couche conductrice et gravure de cette couche suivant le motif approprié de conducteurs, avant dépôt de la couche hydrophobe 108.

Les électrodes peuvent être réalisées par dépôts d'une couche métallique (par exemple en un métal choisi parmi Au, Al, ITO, Pt, Cr, Cu) par photolithographie. Le substrat est ensuite recouvert d'une couche diélectrique, par exemple en Si_3N_4 ou en SiO_2 . Enfin un dépôt d'une couche hydrophobe est effectué, comme par exemple un dépôt de téflon réalisé à la tournette.

Ces procédés peuvent être mis en oeuvre pour réaliser une structure d'électrodes et une cellule interférométrique selon l'invention.

Un tel dispositif de déplacement de gouttes peut mettre en oeuvre un réseau bidimensionnel d'électrodes qui vont permettre, de proche en proche, de déplacer des liquides dans ou sur un plan, de les mélanger, afin de réaliser des protocoles complexes.

Dans le cas du mode de réalisation avec caténaïres 10 (figures 1A-3B), un ensemble bidimensionnel (2D) de ces caténaïres peut être réalisé au-dessus de l'ensemble 2D d'électrodes 4. Dans le cas
5 du mode de réalisation avec contre-électrode 112 incorporée dans le capot 100 (figures 4-5B), cette contre-électrode peut aussi avoir une structure bidimensionnelle.

Un dispositif selon l'un des modes de
10 réalisation décrits ci-dessus permet de déformer une goutte de liquide 2.

Ainsi, comme illustré sur la figure 6 (sur laquelle les moyens formant contre-électrode ne sont pas représentés), l'activation simultanée de plusieurs
15 électrodes d'électromouillage, désignées sur cette figure par les références 41, 42, 43, va permettre d'allonger la goutte 2 suivant la direction voulue, cette direction étant en fait déterminée par les électrodes 41, 42, 43 sélectionnées et pouvant être
20 celle d'un faisceau de rayonnement 50.

Celui-ci passe au-dessus du substrat ou de la surface hydrophobe ou parallèlement au substrat ou à cette surface, les électrodes 41-43 étant disposées sous cette surface ou dans ce substrat. Le dispositif
25 est ainsi très compact.

Les figures 7A et 7B représentent une vue de dessus du système, qui comporte une zone 53 que l'on peut appeler réservoir de fluide (figure 7A), et une pluralité d'électrodes 41, 42, 43, 44...qui peuvent être
30 activées sélectivement pour amener une goutte ou un volume 2 de liquide depuis le réservoir vers et sur les

électrodes 41-44, puis pour étirer progressivement (figure 7B) cette goutte ou ce volume de fluide issu de la zone réservoir, suivant la direction d'un faisceau 50.

5 La taille et le pas de ces électrodes peuvent être définis préalablement, de manière à définir une certaine précision dans les variations de volume du fluide.

10 Par exemple, l'électrode 41, située la plus proche du réservoir 53, a une surface comparable à celle de ce réservoir, ou permettant d'accueillir une fraction notable du volume stationné dans ou sur ce réservoir, et supérieure à celle des autres électrodes 42-44. Ces dernières peuvent avoir une largeur L
15 sensiblement identique à celle de l'électrode 41, mais une longueur d, mesurée dans le sens de propagation du faisceau 50, inférieure à celle d' de l'électrode 41, par exemple permettant, comme on le verra ci-dessous, une variation minimale du chemin optique égale à une
20 fraction de la longueur d'onde de ce faisceau, par exemple comprise entre 0,1 et 0,5 fois cette longueur d'onde. Une valeur de variation de chemin optique de 0,1 fois la longueur d'onde convient particulièrement bien en vue d'un réglage précis.

25 L'activation de l'électrode 41 permet d'y faire passer un volume 2 de liquide depuis le réservoir 53. Le dispositif ne nécessite donc pas de conduit pour amener le liquide depuis le réservoir. Là encore, il s'avère particulièrement compact.

30 Ce volume 2 repose alors sur cette électrode 41.

Après activation d'une ou plusieurs des électrodes 42-44, la goutte 2 est étirée et positionnée au-dessus des électrodes ainsi activées. La figure 6 représente le cas où seules trois électrodes 41, 42, 43 sont activées, étirant ainsi la goutte sur ces 3 mêmes électrodes.

La goutte est alors dans un état dans lequel sa longueur L_0 (voir figure 6), mesurée parallèlement à la surface hydrophobe 8, est supérieure à sa hauteur h , par exemple dans un rapport L_0/h de l'ordre de 2 à 4 ou plus.

Le faisceau lumineux 50 voit donc son trajet dans la goutte notablement augmenté du fait de l'allongement de celle-ci (voir figure 7B), ou réduit si certaines électrodes, par exemple l'électrode 43, sont désactivées.

La variation du trajet optique imposée à ce faisceau 50 par le fluide du volume 2 dans un fluide 2' environnant est donnée par :

$$\delta = \Delta n \times P,$$

où Δn est la variation d'indice entre les deux fluides 2, 2' et P la longueur de fluide traversée (ce peut être $p \times d$ où p est le nombre d'électrodes adressées et d la longueur d'une électrode, dans le cas où toutes les électrodes sont de même largeur d ; sinon, on aura $P = (p-1)d + d'$, où d' est la longueur de l'électrode 41).

Ce dispositif permet de créer de faibles différences de trajet optique avec des électrodes de taille raisonnables. Si l'on prend l'exemple d'une longueur d'onde $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$, on peut créer une

différence de trajet $\Delta\delta = \lambda/10$ avec des indices optiques $n_1 = 1,39$ (eau salée) et $n_2 = 1,4$ (huile). La taille d'électrodes nécessaire devient égale à $0.0633/(1,4 - 1,39) = 6.3 \mu\text{m}$, ce qui est réalisable
5 avec des procédés standards de microtechnologie.

On peut donc réaliser des électrodes avec une largeurs d comprise par exemple entre $1 \mu\text{m}$ ou quelques μm et $10 \mu\text{m}$, par exemple $d = 5 \mu\text{m}$ ou $6 \mu\text{m}$.

Positionné sur le trajet du faisceau 50, le
10 fluide 2 va ainsi pouvoir être modulé par étirement progressif de son volume, de manière à présenter au faisceau un trajet plus ou moins important.

On comprend que ce principe va permettre de bénéficier d'une plage de variation très importante du
15 volume de liquide permettant de participer à la modulation, plage de variation bien supérieure à ce que permet le seul ménisque dans la technique connue (longueur l de la figure 15).

Ce principe peut être appliqué à toute
20 structure telle qu'illustrée sur les figures 1A-5B, aussi bien ouverte que fermée ou que mixte.

La figure 8 représente un autre mode de réalisation de l'invention, en système fermé ou confiné, avec un caténaire 10 comme électrode.

25 Sur cette figure, des références numériques identiques à celles des figures 1A - 5B y désignent des mêmes éléments.

Ce dispositif comporte en outre un substrat supérieur 100, de préférence également recouvert d'une
30 couche hydrophobe 108. Cet ensemble peut être

éventuellement transparent, permettant une observation par le haut.

Là encore, un faisceau lumineux 50 peut être dirigé entre les deux substrats, parallèlement
5 entre eux.

Le même principe est applicable si la contre électrode est dans le capot (figure 4) ainsi qu'en système mixte (figures 3A, 3B, 5A, 5B).

D'autres exemples de structures
10 d'électrodes, pouvant être utilisées dans le cadre de la présente invention, sont illustrées sur les figures 11A-12B, sur lesquelles, là encore, des références numériques identiques à celles des figures 1A-8 y désignent des mêmes éléments.

15 L'électrode 41, sur laquelle une portion du liquide est amenée sur le trajet prévu d'un faisceau 50 depuis le réservoir 53, est située entre deux séries d'électrodes 42-44 et 42', 43', 44' alignées sur le trajet rectiligne d'un faisceau. Ce trajet est lui-même
20 déterminé, par ailleurs, par des moyens optiques comme on le verra plus loin.

Sur les figures 11A (vue de côté) et 11B (vue de dessus), des réservoirs 53 (pour un premier liquide), 55, 57 (pour un deuxième liquide) sont
25 prévus. Ainsi, on peut amener, par électromouillage, non seulement le liquide qui va permettre de faire varier le trajet optique d'un faisceau 50, mais aussi un deuxième liquide 2', de préférence d'indice proche du premier. Ce deuxième liquide est amené de son
30 réservoir par des électrodes d'électromouillage.

Des troisièmes électrodes d'électromouillage dans le substrat ou sous la surface hydrophobe permettent de former un volume d'un réservoir d'un deuxième fluide 2'.

5 De préférence, les premières électrodes d'électromouillage pour former un volume de fluide 2, et éventuellement les troisièmes électrodes d'électromouillage, sont disposées suivant une direction différente de celle définie par les deuxièmes
10 électrodes d'électromouillage 41, 42, 42', ...etc. Ces directions sont avantageusement sensiblement perpendiculaires entre elles.

Sur les figures 12A (vue de côté) et 12B (vue de dessus), un seul réservoir 53 est prévu, pour
15 le liquide 2 qui va permettre de faire varier le trajet optique d'un faisceau 50.

Dans ces deux exemples, les électrodes sont activées à l'aide de moyens multiplexeurs 61, commandés par un ordinateur ou des moyens de commande de type CAG
20 fonctionnant à partir, par exemple, d'une mesure d'un signal d'interférence. Une tension V_T peut ainsi être appliquée aux électrodes.

Dans ces modes de réalisation, comme dans les autres, un ajustement fin peut être obtenu en
25 faisant varier la tension appliquée à une seule électrode d'électromouillage: il y a alors équilibre entre la tension de surface qui pousse la goutte à adopter la forme d'une sphère et l'électromouillage qui tend à la faire adhérer à l'électrode. En modifiant la
30 tension, on déplace cet équilibre vers l'une ou l'autre de ces forces.

Sur les figures 11A-12B, la goutte 2 est représentée étalée sur les électrodes 41 et 42, 42'.

Une cellule selon l'invention comporte donc des électrodes, par exemple conçues par des techniques
5 de microélectronique classiques, un éventuel capot supérieur, par exemple recouvert d'une couche uniforme conductrice (ITO ou dépôt métallique par exemple) ou bien d'une couche structurée (électrodes). Elle comporte une zone rectiligne d'électrodes 41-44, qui
10 peut être bordée par un réservoir 53 ou par une série d'électrodes amenant un fluide depuis un tel réservoir. Ce dernier peut lui-même être défini par une ou plusieurs électrodes d'électromouillage voisines des électrodes 41-44 ou qui les jouxtent de manière à
15 permettre un transfert de fluide par électromouillage directement du réservoir, ou par une ou plusieurs électrodes d'électromouillage conduisant aux électrodes d'activation. La zone rectiligne est celle qui est traversée par la lumière 50. La zone réservoir 53
20 permet de compenser les variations de volume 2 de liquide dans la zone rectiligne.

Toutes les électrodes d'électromouillage, celles relatives au réservoir et celles permettant d'étirer le volume de fluide dans la direction du
25 faisceau 50 sont de préférence sous un même substrat, ce qui permet là encore de réaliser un dispositif compact.

Le réservoir peut être situé au dessus de la cellule, c'est dire dans le capot, ou défini par une
30 électrode et une partie du capot, comme on le verra plus loin, en relation avec les figures 13A-13C.

Une cellule d'électromouillage selon l'invention permet de faire varier le trajet optique d'un des deux faisceaux, par exemple de manière programmable. Par exemple, pour augmenter ou diminuer
5 le trajet optique du faisceau 50, on crée une différence de potentiel entre un certain nombre d'électrodes 41-44, 42'-44' de la zone rectiligne et les moyens formant contre électrode (le capot ou le caténaire 10). Le liquide va se déplacer par
10 électromouillage sur les électrodes ainsi adressées et modifier le trajet optique.

Un autre moyen d'obtenir de faibles variations de trajet optique consiste à faire varier la tension entre une des électrodes, en particulier
15 l'électrode au-dessus de laquelle l'extrémité de la goutte 2 se situe (l'électrode 43 des figures 6 et 7B) et les moyens formant contre-électrode. En fonction de cette variation de tension, le liquide va mouiller une longueur plus ou moins grande de cette électrode : sur
20 la figure 6, on voit les positions successives 2-1, 2-2 que peut prendre l'extrémité de la goutte sur la même électrode 43. De faibles variations de tension peuvent ainsi engendrer, en conservant le même nombre d'électrodes adressées, de faibles variations de trajet
25 optique.

Ainsi, pour obtenir de fortes variations de trajet optique, on peut adresser un nombre plus ou moins grand d'électrodes, puis affiner les variations en jouant sur la tension d'adressage, par exemple d'une
30 seule électrode d'électromouillage. Cette méthode est

compatible avec la méthode décrite précédemment, dans le cas de deux liquides non miscibles.

L'obtention d'interfaces plans dans les dispositifs électro-optiques est un problème. En configuration fermée ou mixte, l'interface entre les 2 liquides non-miscibles 2, 2' peut être rendu quasi-plane en déposant sur les surfaces supérieure et inférieure une substance (par exemple en PTFE) permettant aux liquides d'avoir, avec ces surfaces, un angle de contact proche de 90° à l'interface. On peut alors jouer sur la tension d'électromouillage de chaque électrode et sur l'ajout éventuel de surfactant dans un des liquides 2, 2', pour atteindre un angle de contact, avec les surfaces 8, 108, très proche de 90° , ou d'exactly 90° .

Les autres interfaces peuvent être obtenues de manière classique (paroi transparente en verre ou plastique transparent, par exemple).

Un dispositif d'interférométrie selon l'invention est représenté en figure 9A.

Ce dispositif comporte une source de rayonnement 30. Un premier miroir semi transparent 32 permet de séparer le faisceau de cette source en deux parties, dont une première partie 50 qui va traverser une cellule 60 (dont les parois sont par exemple en verre (silice) ou en un matériau transparent) comportant un dispositif à électromouillage comme décrit ci-dessus, avec un liquide d'indice n_0 qui est par exemple contenu initialement dans ou sur un réservoir 53. La deuxième partie 51 du faisceau va, par

exemple, traverser une cellule 54 qui contient un liquide 59 dont on veut mesurer l'indice.

Les deux faisceaux sont ensuite recombines, par exemple à l'aide d'un deuxième miroir 34 semi transparent. Ces deux faisceaux vont interférer et produire un signal d'interférence à l'aide d'un détecteur 40.

Les références 33 et 35 désignent des miroirs simples.

La cellule d'électromouillage 60 permet, comme expliqué ci-dessus, d'ajuster le trajet optique de manière à engendrer des interférences destructives au niveau du détecteur 40. Le signal mesuré par le détecteur vaut alors 0. Ensuite, les variations d'indice du liquide à mesurer 59 créent des interférences constructives mesurées par le détecteur. Ceci permet de réaliser des mesures différentielles, beaucoup plus précises.

La variation de trajet optique dans la cellule d'électromouillage 60 peut être engendrée de deux manières différentes.

Un nombre plus ou moins élevé d'électrodes du dispositif 60 sont d'abord activées, ce qui permet un réglage « grossier » du trajet optique.

Puis, un réglage plus fin peut-être réalisé en modifiant la tension d'électromouillage, par exemple d'une seule des électrodes d'électromouillage, comme déjà expliqué ci-dessus.

Les modulations de la longueur ou du volume du fluide traversé par le faisceau 50 se font suivant une direction 63 parallèle à celle de ce faisceau.

Il est également possible d'asservir la cellule d'électromouillage à des capteurs de température, et/ou de pression, de manière à corriger la mesure de ces fluctuations qui perturbent la mesure.

5 Dans une autre configuration, il est possible d'amener en position de mesure la solution à mesurer, comme à partir de la cellule d'électromouillage: le fluide 59 peut ainsi lui aussi être amené par électromouillage sur une zone de mesure,
10 par exemple à partir d'un ou de plusieurs réservoirs, chaque réservoir pouvant être similaire au réservoir 53 ou à un de ceux décrit ci-dessous en liaison avec les figures 13A - 14B. Ceci évite à l'utilisateur d'utiliser le système fastidieux des cuves, de
15 positionnement imprécis et de propreté souvent douteuse, éléments souvent limitant la sensibilité de la mesure.

L'électromouillage permet ainsi de rincer la cuve et d'amener une solution de calibration, que ce
20 soit sur la cellule 60 et/ou la cellule 54.

Des exemples d'utilisation de la cellule d'électromouillage selon l'invention vont être décrits.

Tout d'abord, il est possible de réaliser un ajustement d'offset, ou des mesures différentielles.

25 La cellule d'électromouillage peut donc être utilisée comme un dispositif d'ajustage de l'offset, comme illustré sur la figure 9B.

Par exemple, si l'on souhaite mesurer les variations d'indice d'un échantillon (liquide, solide
30 ou gaz) à partir d'une valeur initiale de référence, on peut procéder comme suit :

- étape n°1 : on place l'échantillon 59 à mesurer dans le faisceau 51 et on mesure le signal obtenu par le détecteur 40 ;

- étape n°2 : On programme la cellule d'électromouillage 60 pour faire varier le trajet optique du faisceau 50 jusqu'à ce que le signal d'interférence atteigne une tension de référence (zéro pour une interférence destructive par exemple). Sur la figure 9B, cette fonction est réalisé par un circuit d'asservissement qui est activé lorsque l'utilisateur presse le bouton 39 « remise à zéro ». Cet asservissement peut être placé avant ou après des moyens 43 de conversion analogique numérique (CAN) (voir pointillés) ;

- étape n°3 : C'est la phase de mesure. On ne touche plus à la cellule d'électromouillage 60 (bouton 39 relâché) et on enregistre les variations de l'échantillon 59. Les mesures sont désormais différentielles, donc beaucoup plus sensibles et précises. Elles peuvent être visualisées sur des moyens d'affichage 45.

Un autre exemple d'application concerne le contrôle automatique de gain (CAG).

La même cellule peut en effet également être utilisée comme système de contrôle automatique de gain, comme illustré sur la figure 9C.

On peut alors de compenser des fluctuations trop importantes du signal dans le cas où celui-ci sort de la dynamique utile du détecteur.

Il est possible d'utiliser un système de CAG classique.

Cependant, ces systèmes de CAG «classiques» adaptent en temps réel le gain d'un amplificateur 41, situé derrière le détecteur 40, au signal mesuré par celui-ci. Si le signal devient trop fort, le CAG modifie le gain de l'amplificateur pour compenser la variation. Les inconvénients de ces dispositifs sont les suivants : schéma électronique plus complexe et plus bruité qu'un amplificateur traditionnel. De plus ces CAG ne protègent pas le détecteur 40 contre un risque d'endommagement (cas d'un photomultiplicateur très sensible à la lumière par exemple).

Afin de résoudre ce problème, on peut procéder de la manière suivante avec la cellule d'électromouillage selon l'invention :

- étapes 1 à 3 : on place l'échantillon 59, et on fait le zéro avec la cellule d'électromouillage 60 (idem que précédemment) ;
- étape 4 : lors de la phase de mesure, si une variation brutale de l'indice optique de l'échantillon 59 se produit, le signal d'interférence qui en résulte est récupéré par le circuit CAG 47 (avant ou après la conversion numérique-analogique par les moyens 43 de conversion, les 2 variantes étant possibles) ; celui-ci programme la cellule d'électromouillage 60, ou l'activation des électrodes d'électromouillage, pour compenser la variation d'indice optique de l'échantillon, en augmentant ou en diminuant le trajet optique dans la cellule 60. On reste ainsi dans la gamme optimale de mesure du détecteur. On protège également le détecteur en

agissant directement sur le signal physique alors que les CAG électroniques traditionnels agissent seulement sur l'amplificateur 41.

Autrement dit, le contrôle de gain est un
5 contrôle de la tension des électrodes d'activation de l'électromouillage, effectué à partir des variations du signal d'interférence.

La figure 10 décrit un deuxième mode de réalisation.

10 La cellule est alors utilisée dans un interféromètre type Twyman-Green, dont une application est par exemple de mesurer les déformations d'un miroir ou d'une lentille, ou plus généralement d'une surface réfléchissante ou transparente. Par rapport à un
15 interféromètre classique de type Twyman Green, l'intérêt du dispositif selon l'invention est de pouvoir déplacer les franges d'interférence sur le miroir test afin de réaliser un sur-échantillonnage. Certains dispositifs industriels réalisent cette
20 fonction à l'aide d'un miroir de translation motorisé. Cependant, la précision nanométrique et le temps de déplacement requis pour ce genre de motorisation ne sont pas compatibles avec un dispositif compact, bas coût, robuste et rapide contrairement à une cellule
25 d'électromouillage.

Ce dispositif permet également de faire de l'interférométrie en lumière blanche. En remplaçant la source laser par une source large bande (blanche), on peut mesurer des reliefs ou des creux sur un objet
30 quelconque. Les zones claires de la figure d'interférométrie correspondent aux interférences

constructives et les zones sombres aux interférences destructrices. En faisant varier, à l'échelle du μm , la distance entre l'objet et l'objectif, on scanne le relief. La cellule d'électromouillage permet d'éviter
5 ce type déplacement à échelle du μm . Le dispositif est alors identique à celui de la figure 10, en remplaçant la source par une lumière blanche et le miroir par un objet quelconque.

Dans le cas de l'invention illustrée sur la figure 10, la cellule à électromouillage y est désignée
10 par la référence 160 et est utilisée dans un interféromètre de type Twyman-Green, dont une application est donc de mesurer les déformations d'un miroir ou d'une optique 70 ou, plus généralement, de la
15 surface d'un objet.

Un rayonnement est issu d'une source 30, puis est dirigé vers un miroir semi transparent 42 qui permet de séparer le faisceau de cette source en deux parties, dont une première partie 150 qui va traverser
20 la cellule 160, comportant un dispositif à électromouillage comme décrit ci-dessus, avec un liquide d'indice n_0 par exemple contenu initialement dans ou sur un réservoir 153. La deuxième partie 151 du faisceau va, par exemple, être réfléchiée par un miroir
25 70.

Le faisceau qui a traversé la cellule 160 la traverse une deuxième fois, en sens inverse, du fait d'un élément réflecteur 71 placé en sortie de cette cellule. Les deux faisceaux réfléchis sont ensuite
30 recombinaés, par exemple à l'aide du miroir 42. Ces deux

faisceaux vont interférer et produire un signal à l'aide d'un détecteur 40 de type caméra par exemple.

Là encore, un nombre plus ou moins élevé d'électrodes du dispositif 160 peuvent être d'abord
5 activées, en vue d'un réglage « grossier » du trajet optique.

Puis, un réglage plus fin peut-être réalisé en modifiant la tension d'électromouillage des électrodes, comme déjà expliqué ci-dessus.

10 Il est également, là aussi, possible d'asservir la cellule d'électromouillage à des capteurs de température, et/ou de pression, de manière à corriger la mesure de fluctuations de ces paramètres qui perturbent la mesure.

15 Là encore, les modulations de la longueur ou du volume du fluide traversé par le faisceau 150 se font suivant une direction 163 parallèle à celle de ce faisceau.

Selon l'invention, le faisceau 50, 150
20 traverse le ménisque du fluide de la cellule 60, 160 de manière frontale, et non pas de manière latérale comme dans la technique décrite dans le document de Eggleton cité dans l'introduction à la présente demande. La forme que rencontre le faisceau 50, 150 tend donc à
25 être plus stable que la forme du ménisque dans cette technique antérieure, et influe beaucoup moins sur le trajet de ce même faisceau.

Dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, la configuration des moyens de déformation du
30 fluide de la cellule est de préférence une configuration fermée ou mixte, du type décrit ci-dessus

en liaison avec les figures 2-5B. Une telle configuration permet un très bon contrôle de la forme du volume de liquide, quel que soit le nombre d'électrodes activées, donc quelle que soit la longueur
5 du fluide disposé sur le trajet du faisceau. Ce volume de liquide est en effet alors en contact avec les surfaces hydrophobes des deux substrats 1, 100.

Des exemples de réalisation d'un réservoir
53 vont être donné ci-dessous en liaison avec les
10 figures 13A-13D et 14A-14C.

Un liquide 200 à dispenser est déposé dans un puits 120 de ce dispositif (figure 13A et 14A). Ce puits est par exemple réalisé dans le capot supérieur 100 du dispositif. La partie inférieure, représentée de
15 manière schématique sur les figures 13A-13D et 14A-14C, est par exemple similaire à la structure des figures 1A-1C.

3 électrodes 53, 153, 41, similaires aux électrodes 4 de déplacement de gouttes de liquide déjà
20 décrites, sont représentées sur les figures 13A-13D. Sur les figures 14A-14C, ce sont seulement deux électrodes 53, 41, comme sur les figures 7A et 7B.

L'activation de cette série d'électrodes conduit à l'étalement d'une goutte à partir du puits
25 120, et donc à un segment liquide 201 comme illustré sur les figures 13B et 14B.

Dans le mode de réalisation des figures 13A-13B, on coupe ensuite ce segment liquide en désactivant une des électrodes activées (électrode 153
30 sur la figure 13C). On obtient ainsi une goutte 2, comme illustré sur la figure 13C.

On utilise donc une série d'électrodes pour étirer du liquide du réservoir 120 en un doigt 201 (figure 13B) puis pour couper ce doigt 201 de liquide (figure 13C) et former une goutte 2 qui va pouvoir être
5 emmenée vers tout site de mesure comme décrit ci-dessus.

Le volume de liquide 2 peut ensuite être étiré ou déformé sur les électrodes 41-43 comme déjà expliqué ci-dessus et encore illustré sur la figure
10 13D.

On peut appliquer ce procédé en insérant des électrodes telles que l'électrode 53 entre le réservoir 120 et une ou plusieurs électrode 153 dite électrode de coupure.

15 Une variante est illustrée en figure 13E, dans laquelle 3 électrodes 53, 153, 153-1 sont disposées entre le réservoir et les électrodes 41-43 de déformation du volume de liquide sur le trajet d'un faisceau.

20 L'électrode 153 permet de couper le doigt de liquide formé comme déjà décrit ci-dessus. Le volume de liquide ainsi formé est alors positionné au-dessus de l'électrode 153-1 puis amené par électromouillage sur ou au-dessus de l'électrode 41, sur le trajet d'un
25 des faisceaux devant interférer.

Dans le mode de réalisation des figures 14A-14C, le segment liquide 201 est, après sa formation, ensuite étiré ou déformé en un volume 2 sur ou au - dessus des électrodes 41-43 comme déjà illustré
30 sur les figures 9A-10. Les deux modes réalisation des figures 13A-13E et 14A-14C peuvent être utilisés en

combinaison avec un dispositif d'interférométrie selon l'invention.

Les électrodes 41, 53, 153, 153-1 pour former un volume de fluide peuvent être pilotées, comme les autres électrodes, par un dispositif électronique, tel que mentionné ci-dessus par exemple un ordinateur de type PC.

La formation d'un volume de fluide au-dessus des électrodes 41-43 ne nécessite donc pas de moyens complexes tels que des conduits d'écoulement. Un volume minimal de fluide peut donc être utilisé.

Un dispositif selon l'invention permet donc d'intégrer sur ou dans un même substrat des moyens de déplacement de volumes de fluide par électromouillage, tant pour le déplacement ou la déformation de volumes le long d'un trajet d'un faisceau que pour l'alimentation en fluide depuis un réservoir.

Un ou plusieurs deuxièmes réservoirs, tels que les réservoirs 55, 57 de la figure 11B, peuvent être réalisés suivant l'une des configurations expliquées ci-dessus en liaison avec les figures 13A-14C. Une série d'électrodes de formation d'un volume de liquide peut être disposée pour chaque autre réservoir, elle aussi dans une direction différente du trajet du faisceau, de préférence selon une direction perpendiculaire à ce trajet.

Le volume de liquide amené de chaque réservoir est donc déformé ou déplacé par électromouillage, selon une direction différente du trajet du faisceau, de préférence selon une direction perpendiculaire à ce trajet.

Un volume de liquide est amené sur le trajet d'un faisceau depuis un réservoir situé de côté par rapport au trajet d'un faisceau, et donc par rapport à une direction d'extension ou de déformation
5 d'un volume de liquide sur le trajet de ce faisceau.

Ce volume se déplace sur une même surface, d'abord lors de sa formation à partir de ce réservoir, puis lors de son étirement le long du trajet d'un faisceau, mais selon des directions différentes, de
10 préférence perpendiculaires entre elles, au cours de ces deux étapes, (voir figures 13D, E et 14C).

Quel que soit le mode de réalisation de l'invention envisagé, celle-ci diffère du dispositif décrit dans l'article de Ben Eggleton, en particulier
15 par les éléments suivants.

Dans le dispositif connu, l'électromouillage a lieu dans un capillaire et non sur un système de plusieurs électrodes adjacentes.

L'avantage d'un système d'électrode selon
20 la présente invention est qu'il permet une plage infinie de variation du trajet optique, alors que, dans un capillaire, on est limité par la tension de claquage.

Le système d'électrodes selon l'invention
25 permet également de déplacer plus facilement le liquide de manière à en changer. On peut le changer par le même liquide, mais plus propre (neuf ou recyclé par un système de filtrage). On peut également le remplacer par un liquide différent afin d'accéder à une autre
30 plage d'indices optiques.

Une autre différence est la suivante. Dans la technique déjà connue (figure 15), la lumière rencontre l'interface liquide parallèlement à celui-ci alors que, dans le cas de l'invention, elle le rencontre perpendiculairement. Il en résulte plusieurs conséquences :

- l'incidence parallèle induit des effets de diffusion, réflexion, réfraction etc... qui limitent la transmission du dispositif (perte de -5dB dans le meilleur des cas) L'incidence perpendiculaire, comme dans l'invention, ne pose pas ce problème,

- dans le cas de l'incidence parallèle, la dispersion des longueurs d'onde à l'interface a pour conséquence que ce dispositif ne peut pas être utilisé avec plusieurs longueurs d'ondes. Il n'est donc par exemple par possible de faire de l'interférométrie en lumière blanche. Ce problème ne se pose pas en incidence perpendiculaire, dans le cas de la présente invention.

En outre, en incidence parallèle le front d'onde est très déformé. Le système ne peut donc pas être appliqué au dispositif de contrôle de miroirs, ou de mesure de topographie de surface, ou d'étude de dynamique de fluides pour lesquels le front d'onde doit rester très plans. L'invention, au contraire, permet de réaliser un dispositif de contrôle, comme illustré ci-dessus en liaison avec la figure 10, ou un dispositif de mesure de topographie de surface, ou d'étude de dynamique de fluides.

REVENDICATIONS

1. Dispositif interférométrique comportant des moyens pour former un premier et un deuxième faisceaux (50, 51, 150, 151) devant interférer, un premier substrat (1) à surface hydrophobe, des premières électrodes d'électromouillage (53, 153) dans ce substrat ou sous cette surface pour former un volume (2) d'un premier fluide, à partir d'un premier réservoir, et des deuxièmes électrodes d'électromouillage (41-44, 42'-44') dans ce substrat ou sous cette surface pour positionner ce volume, et/ou le déformer par électromouillage, dans une direction (63, 163) définie par le trajet du premier faisceau, et comportant en outre des moyens (31, 37, 47) de contrôle, pilotés par un signal d'interférence des premier et deuxième faisceaux, des deuxièmes électrodes d'électromouillage.

2. Dispositif selon la revendication 1, les premières électrodes comportant au moins une première électrode (53, 153) pour former ledit volume de fluide à partir du réservoir, et les deuxièmes électrodes comportant au moins deux autres électrodes disposées dans une direction (63, 163) définie par le trajet du premier faisceau.

3. Dispositif selon la revendication 2, les premières électrodes comportant deux ou trois électrodes (53, 153, 153-1) pour former le volume de premier fluide.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, comportant en outre des moyens (55, 57) formant au moins un deuxième réservoir d'au moins un deuxième fluide.

5

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, comportant en outre au moins des troisièmes électrodes d'électromouillage dans le substrat ou sous la surface hydrophobe, pour former un volume d'un réservoir d'un deuxième fluide.

10

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, les premières électrodes d'électromouillage pour former un volume de fluide, et éventuellement les troisièmes électrodes d'électromouillage, étant disposées suivant une direction différente de celle définie par les deuxièmes électrodes d'électromouillage.

15

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, les deuxièmes électrodes d'une part, et les premières, et éventuellement les troisièmes, électrodes d'autre part, étant disposées suivant deux directions sensiblement perpendiculaires.

20

25

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, comportant en outre un deuxième substrat (100) à surface hydrophobe disposé en regard du premier substrat de manière à former une configuration fermée.

30

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, au moins une partie des deuxièmes électrodes (41-44, 42', 44') ayant chacune une longueur, dans le sens de déplacement d'un premier
5 fluide, comprise entre 1 μm et 10 μm .

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, comportant en outre des moyens pour compenser des dérives thermiques et/ou de pression
10 atmosphérique, et/ou de concentration d'espèces chimiques contenues dans une solution à mesurer, disposée sur le trajet du deuxième faisceau (51).

11. Dispositif selon la revendication 10,
15 comportant des moyens formant capteur de température et des moyens d'asservissement des moyens de déplacement par électromouillage à un signal provenant de ces moyens formant capteur de température.

20 12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, comportant en outre une cellule (54) pour un liquide (59) dont les propriétés optiques sont à déterminer par interférométrie.

25 13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, comportant en outre des moyens (42) pour diriger une partie d'un faisceau vers la surface d'un objet (70), un faisceau réfléchi par la surface de cet objet formant le deuxième faisceau, et
30 des moyens pour réfléchir un faisceau ayant traversé le fluide, formant le premier faisceau.

14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, comportant en outre des moyens (40) de détection d'interférences entre lesdits premier et deuxième faisceaux.

5

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, comportant en outre des moyens (30) pour former une lumière blanche, à partir de laquelle un premier et un deuxième faisceau sont
10 formés.

16. Procédé d'interférométrie, dans lequel on fait interférer un premier et un deuxième faisceaux (50, 51, 150, 151), dans lequel :

15 - on forme un volume (2) d'un premier fluide, à partir d'un premier réservoir, par électromouillage (53, 153) sur une surface hydrophobe d'un premier substrat,

20 - on positionne ce volume, et/ou on le déforme par électromouillage sur ladite surface hydrophobe, dans une direction (63, 163) définie par le trajet (63, 163) d'un premier faisceau,

25 - on fait interférer ce premier faisceau et le deuxième faisceau (51, 151), le premier faisceau (50, 150) traversant ledit volume de premier fluide (2), positionné et/ou formé suivant le trajet de ce premier faisceau (50),

30 - on contrôle le positionnement et/ou la déformation du volume de premier fluide à l'aide d'un signal d'interférence des premier et deuxième faisceaux.

17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel des premières et deuxièmes électrodes d'électromouillage (53, 153, 153-1, 41-44, 42'-44') sont situées dans le premier substrat ou sous la surface hydrophobe pour, respectivement, former le volume de premier fluide à partir du premier réservoir, et pour ensuite positionner et/ou déformer ce volume dans la direction définie par le trajet du premier faisceau.

18. Procédé selon la revendication 17, le premier fluide étant déformé par électromouillage, d'abord par activation d'électrodes des deuxièmes électrodes, puis variation d'une tension appliquée à l'une de ces électrodes.

19. Procédé selon l'une des revendications 17 à 18, dans lequel on forme un volume (2) d'un deuxième fluide, à partir d'au moins un deuxième réservoir, par électromouillage sur ladite surface hydrophobe,

- on positionne ce volume, et/ou on le déforme par électromouillage sur ladite surface hydrophobe, dans une direction (63, 163) définie par le trajet (63, 163) du premier faisceau.

20. Procédé selon la revendication 19, dans lequel des troisièmes électrodes d'électromouillage, situées dans le premier substrat ou sous la surface hydrophobe, forment le volume de deuxième fluide à partir du deuxième réservoir.

21. Procédé selon l'une des revendications 16 à 20, le premier fluide étant dans un deuxième fluide environnant (2'), les deux fluides présentant une différence d'indice optique inférieure à 0,2.

5

22. Procédé selon l'une des revendications 16 à 21, le premier fluide, et éventuellement le fluide environnant, étant en contact avec le premier substrat et un deuxième substrat (100) à surface hydrophobe, 10 disposé en regard du premier substrat de manière à former une configuration fermée ou mixte.

23. Procédé selon la revendication 22, le premier fluide, et éventuellement le fluide 15 environnant, ayant un angle de contact avec les surfaces des premiers et deuxièmes substrats proche de 90°, par exemple compris entre 85° et 90°.

24. Procédé selon l'une des revendications 20 16 à 23, le premier fluide pouvant être déformé suivant un pas inférieur à la longueur d'onde du premier faisceau (50).

25. Procédé selon la revendication 24, le 25 premier fluide pouvant être déformé suivant un pas compris entre 0,1 fois et 0,5 fois la longueur d'onde du premier faisceau (50).

26. Procédé selon l'une des revendications 30 16 à 25, le deuxième faisceau (51) traversant un deuxième fluide (59).

27. Procédé selon l'une des revendications 16 à 25, le deuxième faisceau étant réfléchi sur la surface d'un objet (70).

5

28. Procédé selon l'une des revendications 16 à 27, dans lequel le premier et le deuxième faisceaux sont formés à partir d'une source de lumière blanche.

10

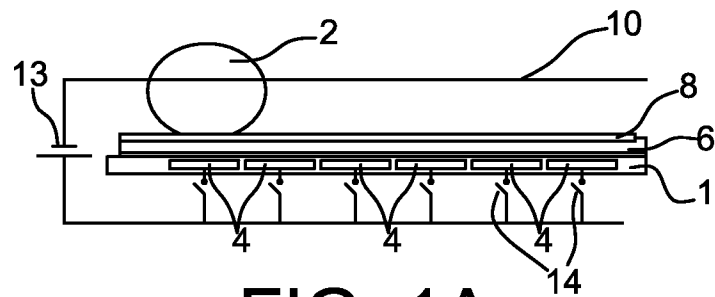


FIG. 1A

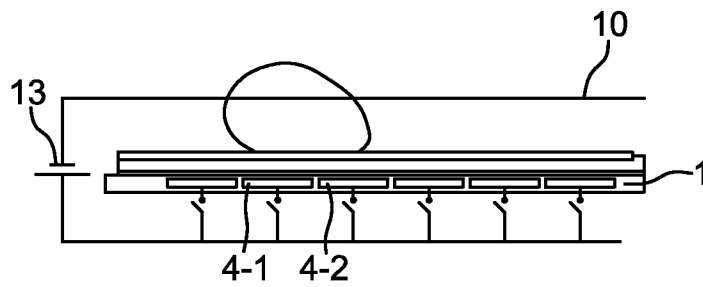


FIG. 1B

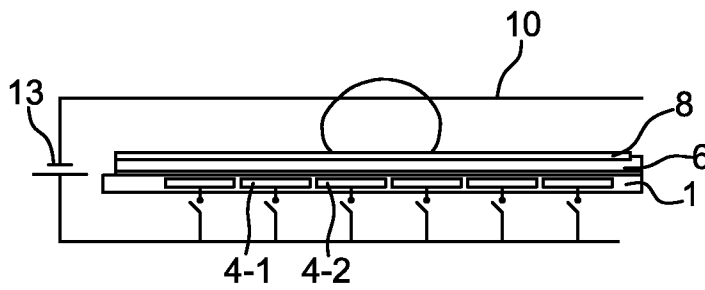


FIG. 1C

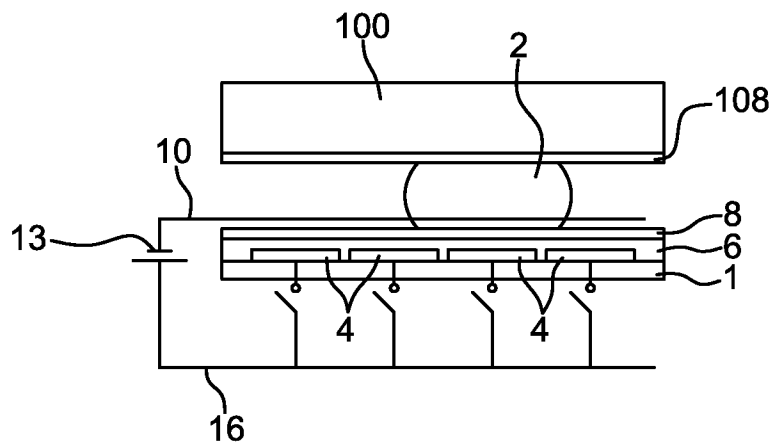


FIG. 2

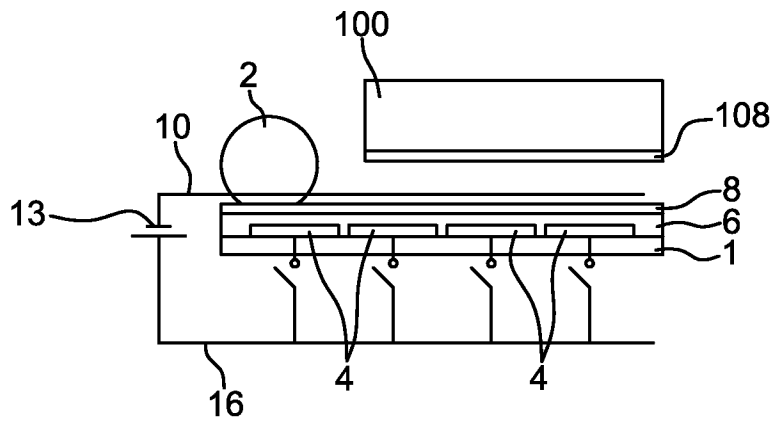


FIG. 3A

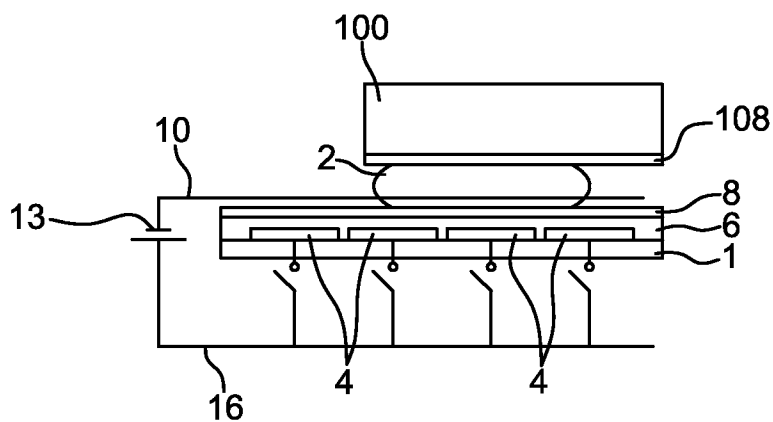
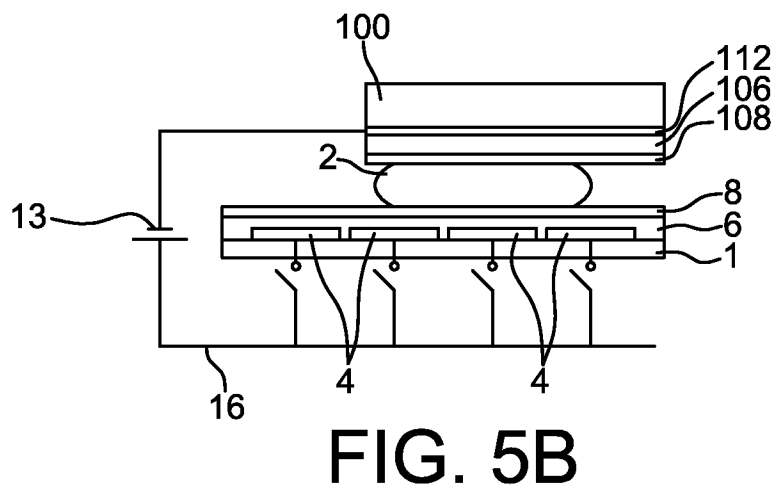
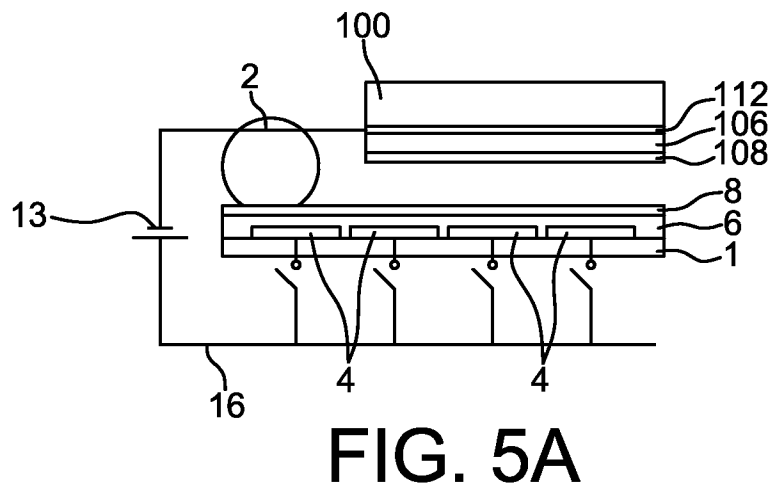
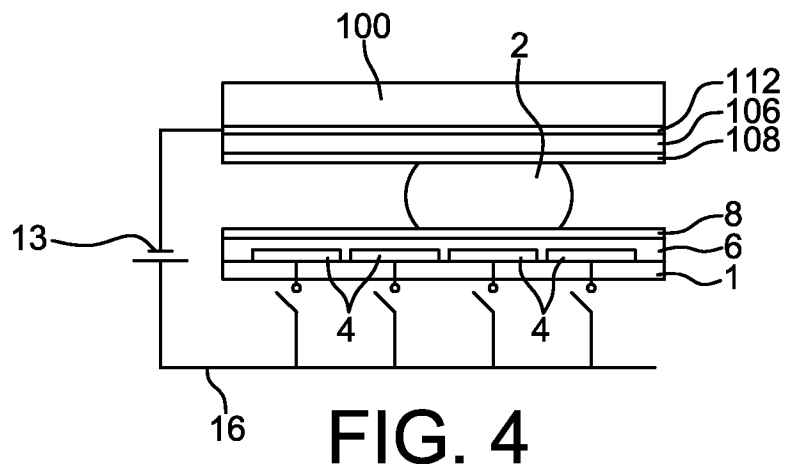


FIG. 3B



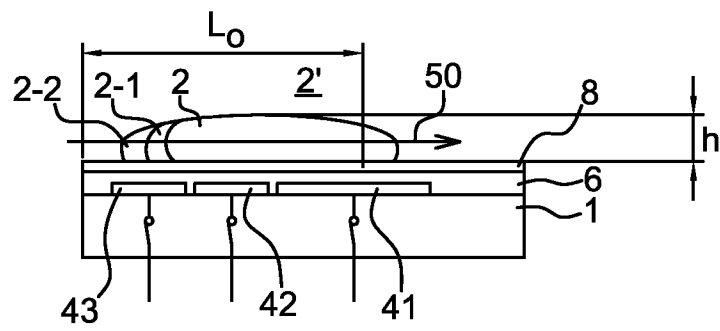


FIG. 6

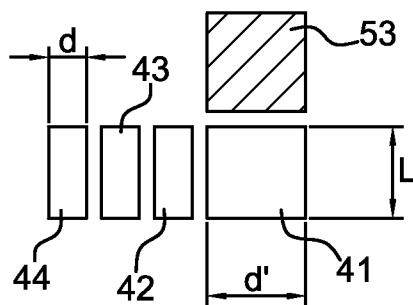


FIG. 7A

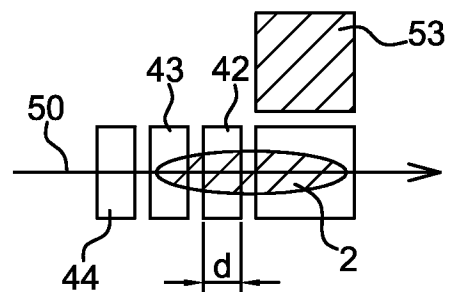


FIG. 7B

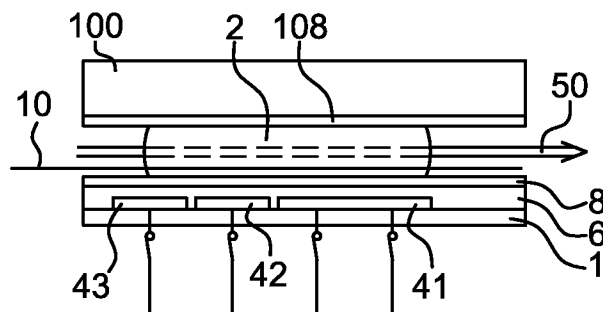


FIG. 8

FIG. 9A

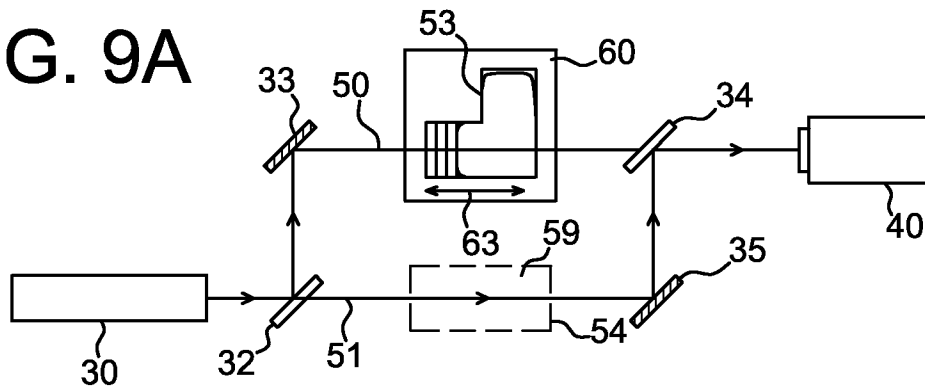


FIG. 9B

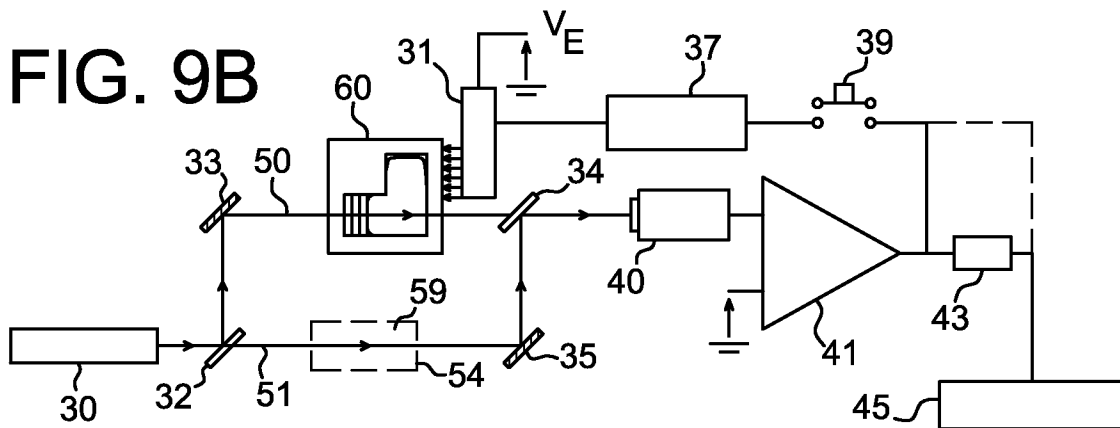
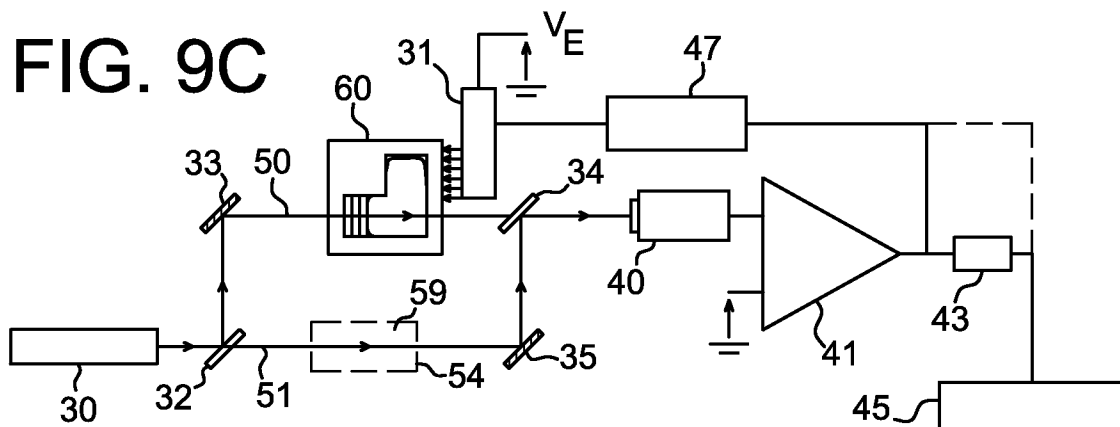


FIG. 9C



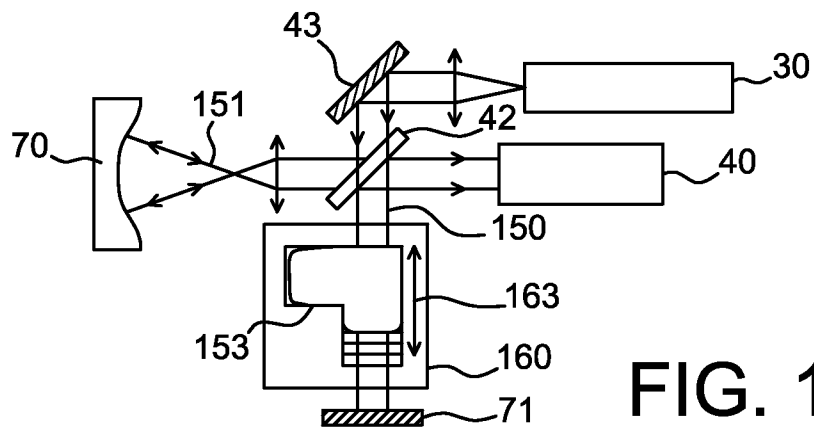


FIG. 10

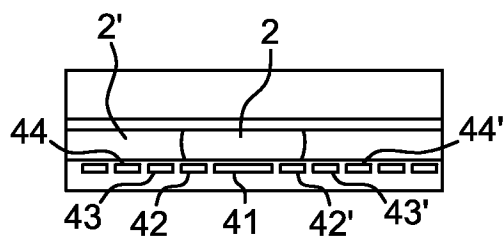


FIG. 11A

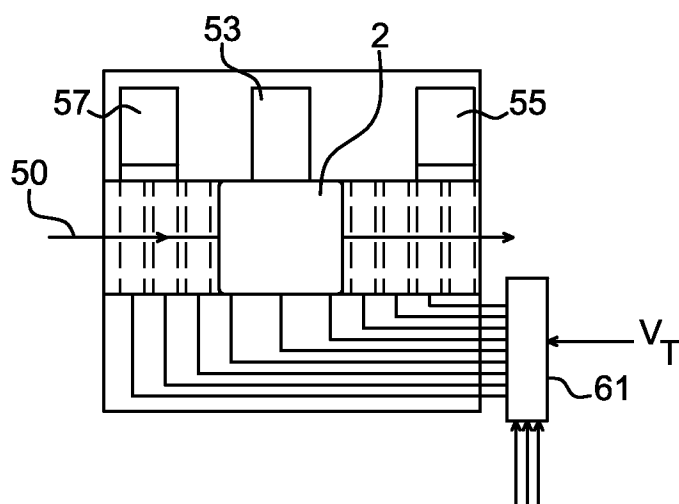


FIG. 11B

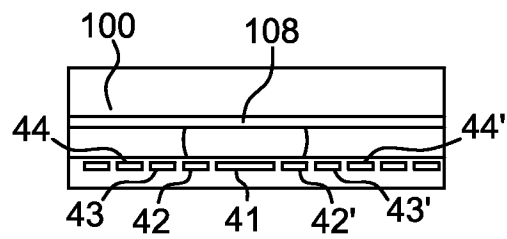


FIG. 12A

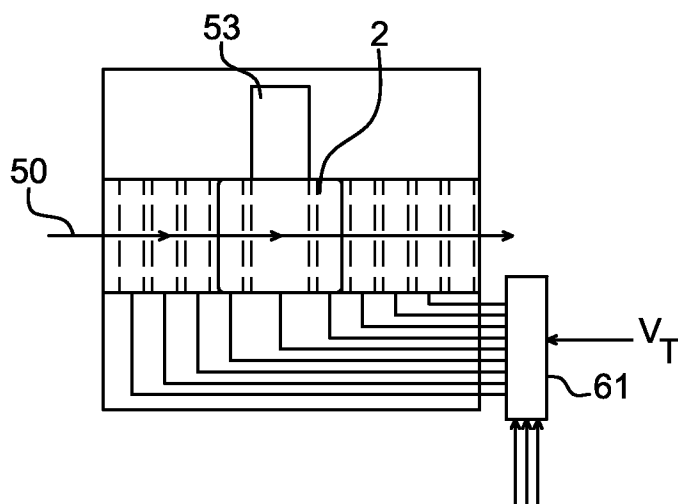


FIG. 12B

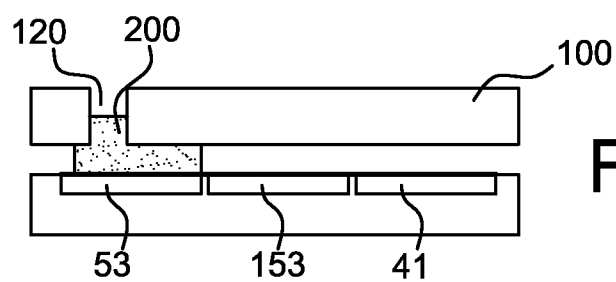


FIG. 13A

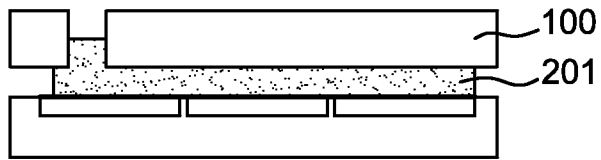


FIG. 13B

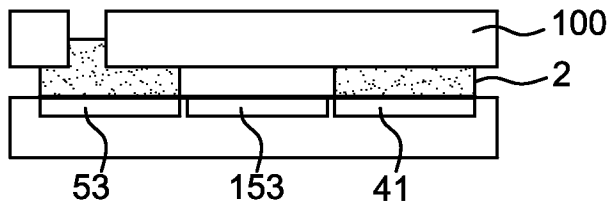


FIG. 13C

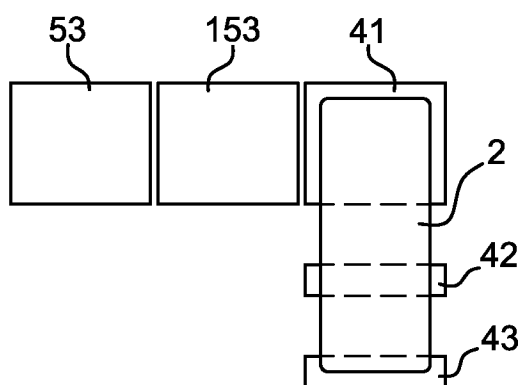


FIG. 13D

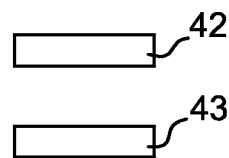
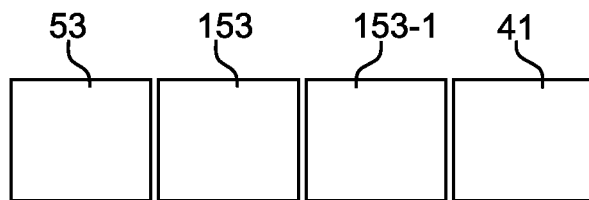


FIG. 13E

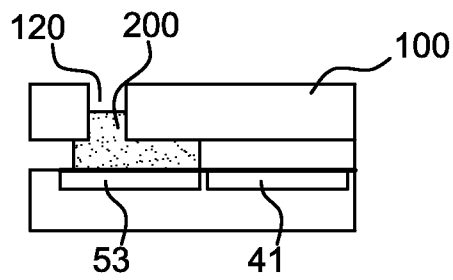


FIG. 14A

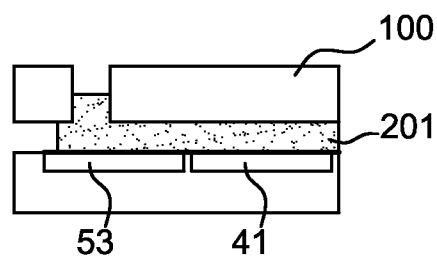


FIG. 14B

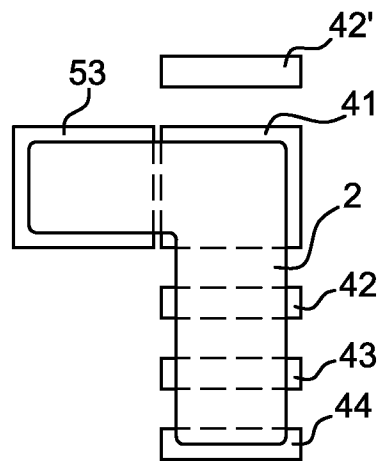


FIG. 14C

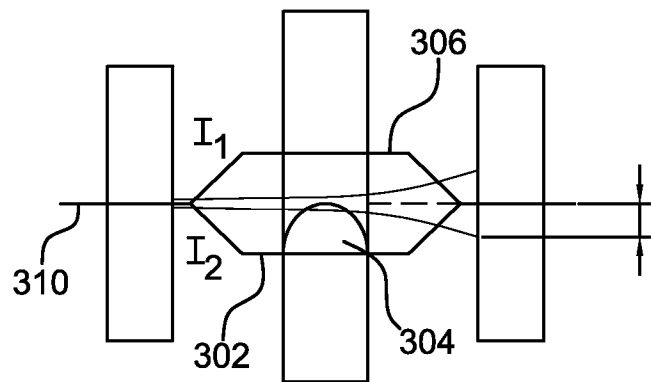


FIG. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2006/064516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01N21/45 G01B9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N G01B B01L G02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/012483 A1 (TICKNOR ANTHONY J ET AL) 16 janvier 2003 (2003-01-16) alinéa [0107] - alinéa [0115]; figure 4 alinéa [0171] - alinéa [0174]; figure 50 alinéa [0210] -----	1-28
X	WO 02/068821 A (LIGHTWAVE MICROSYSTEMS CORPORATION) 6 septembre 2002 (2002-09-06) page 28, ligne 17 - ligne 20; figures 6,13 -----	1-28
A	FRIEDER MUGELE, JEAN-CHRISTOPHE BARET: "Electrowetting: from basis to applications" JOURNAL OF PHYSICS OF CONDENSED MATTER, vol. 17, 1 juillet 2005 (2005-07-01), pages R705-R774, XP002376761 page R707 - page R708; figure 1 alinéa [7.2.2]; figures 22,25,28 ----- -/--	1-28



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 octobre 2006

Date of mailing of the international search report

10/11/2006

Name and mailing address of the ISA/

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk

Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,

Facsimile No.

Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

BOURHIS, J

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/064516

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FRIEDER MUGELE, JEAN-CHRISTOPHE BARET: "Electrowetting: from basis to applications" JOURNAL OF PHYSICS OF CONDENSED MATTER, vol. 17, 1 July 2005 (2005-07-01), pages R705-R774, XP002376761 page R707 - page R708; figure 1 paragraph [7.2.2]; figures 22,25,28	1-28
A	EP 0 924 507 A (PIRELLI CAVI E SISTEMI S.P.A; OPTICAL TECHNOLOGIES U.S.A. CORP) 23 June 1999 (1999-06-23) paragraph [0019] paragraph [0033] - paragraph [0041]; figure 1	10-12, 26,27
A	MACH P ET AL: "Dynamic tuning of optical waveguides with electrowetting pumps and recirculating fluid channels" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, vol. 81, no. 2, 8 July 2002 (2002-07-08), pages 202-204, XP012032425 ISSN: 0003-6951 figures 1,2	1-28
A	KENNETH J. WEIBLE ET AL.: "metrology of refractive microlens arrays" PROCEEDINGS OF SPIE, OPTICAL MICRO AND NANOMETROLOGY IN MANUFACTURING TECHNOLOGY, vol. 5458, 29 April 2004 (2004-04-29), pages 43-51, XP002376762 Bellingham, Washington page 45 - page 46; figure 5 page 48; figure 12 page 50	13,15, 27,28
A	C GRILLET ET AL.: "optofluidics enables compact tunable interferometer" LASER FOCUS WORLD, 1 February 2005 (2005-02-01), XP002376763 cited in the application the whole document	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/064516

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003012483 A1	16-01-2003	US 2006083473 A1	20-04-2006
WO 02068821 A	06-09-2002	WO 02069016 A2	06-09-2002
		US 2003006140 A1	09-01-2003
EP 0924507 A	23-06-1999	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2006/064516

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01N21/45 G01B9/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

G01N G01B B01L G02F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2003/012483 A1 (TICKNOR ANTHONY J ET AL) 16 janvier 2003 (2003-01-16) alinéa [0107] - alinéa [0115]; figure 4 alinéa [0171] - alinéa [0174]; figure 50 alinéa [0210]	1-28
X	WO 02/068821 A (LIGHTWAVE MICROSYSTEMS CORPORATION) 6 septembre 2002 (2002-09-06) page 28, ligne 17 - ligne 20; figures 6,13	1-28
A	FRIEDER MUGELE, JEAN-CHRISTOPHE BARET: "Electrowetting: from basis to applications" JOURNAL OF PHYSICS OF CONDENSED MATTER, vol. 17, 1 juillet 2005 (2005-07-01), pages R705-R774, XP002376761 page R707 - page R708; figure 1 alinéa [7.2.2]; figures 22,25,28	1-28
	----- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 octobre 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/11/2006

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5318 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

BOURHIS, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2006/064516

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 924 507 A (PIRELLI CAVI E SISTEMI S.P.A; OPTICAL TECHNOLOGIES U.S.A. CORP) 23 juin 1999 (1999-06-23) alinéa [0019] alinéa [0033] - alinéa [0041]; figure 1	10-12, 26,27
A	MACH P ET AL: "Dynamic tuning of optical waveguides with electrowetting pumps and recirculating fluid channels" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, vol. 81, no. 2, 8 juillet 2002 (2002-07-08), pages 202-204, XP012032425 ISSN: 0003-6951 figures 1,2	1-28
A	KENNETH J. WEIBLE ET AL.: "metrology of refractive microlens arrays" PROCEEDINGS OF SPIE, OPTICAL MICRO AND NANOMETROLOGY IN MANUFACTURING TECHNOLOGY, vol. 5458, 29 avril 2004 (2004-04-29), pages 43-51, XP002376762 Bellingham, Washington page 45 - page 46; figure 5 page 48; figure 12 page 50	13,15, 27,28
A	C GRILLET ET AL.: "optofluidics enables compact tunable interferometer" LASER FOCUS WORLD, 1 février 2005 (2005-02-01), XP002376763 cité dans la demande le document en entier	1-28

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2006/064516

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003012483 A1	16-01-2003	US 2006083473 A1	20-04-2006
WO 02068821 A	06-09-2002	WO 02069016 A2	06-09-2002
		US 2003006140 A1	09-01-2003
EP 0924507 A	23-06-1999	AUCUN	