



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 34792 B1** (51) Cl. internationale : **G01N 21/55; G01N 21/43**
- (43) Date de publication : **02.01.2014**

-
- (21) N° Dépôt : **35013**
- (22) Date de Dépôt : **28.06.2012**
- (71) Demandeur(s) : **MASCIR (MORROCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE INNOVATION & RESEARCH), RUE MOHAMED EL JAZOULI, MADINAT AL IRFANE RABAT 10100 (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Zouheir SEKKAT ; Dmitry NESTERENKO**
- (74) Mandataire : **MOHAMED EL AMRANI**

-
- (54) Titre : **DESIGN D'UN CAPTEUR À BASE DE MODE OPTIQUES GUIDÉS DANS UNE MICRO PUCE À STRUCTURE PÉRIODIQUE DE MILIEUX DIÉLECTRIQUES À HAUTE PERFORMANCE**
- (57) Abrégé : IL S'AGIT D'UNE MICRO PUCE OPTIQUE COMPOSÉE D'UNE STRUCTURE PÉRIODIQUE D'UN MILIEU DIÉLECTRIQUE COUVRANT UN FILM RÉFLÉCHISSANT DÉPOSÉ SUR UN SUBSTRAT TRANSPARENT. CE CAPTEUR, À BASE DE MODES OPTIQUES GUIDÉS, UTILISE D'UNE PART, UN MÉCANISME DE RÉFLEXION TOTALE ATTÉNUÉE POUR CONFINER LA LUMIÈRE DANS LE RÉSEAU, ET D'UNE AUTRE PART, UN MÉCANISME DE DÉTECTION POUR DÉTECTER LA LUMIÈRE RÉFLÉCHIE SUR LE FILM. LE CAPTEUR DÉTECTE LE SPÉCIMEN DANS UN INTERVALLE ANGULAIRE DE L'INCIDENCE DE LA LUMIÈRE OÙ L'INTENSITÉ RÉFLÉCHIE VARIE PAR COUPLAGE AVEC UN MODE GUIDÉ DE LA PUCE OPTIQUE AINSI CONÇUE. LA LECTURE SE FAIT PAR DÉTECTION DE LA VARIATION DE L'ANGLE D'INCIDENCE OU DE L'INTENSITÉ DE LUMIÈRE RÉFLÉCHIE SUR LA PUCE SURVENANT LORSQUE LE SPÉCIMEN À DÉTECTER EST ADSORBÉ, OU FIXÉ, SUR LA SURFACE DE LA PUCE.

Design d'un capteur à haute performance à base de modes optiques guidés dans une micro puce à structure périodique de milieux diélectriques.

Il s'agit d'une micro puce optique composée d'une structure périodique d'un milieu diélectrique couvrant un film réfléchissant déposé sur un substrat transparent. Ce capteur, à base de modes optiques guidés, utilise d'une part, un mécanisme de réflexion totale atténuée pour confiner la lumière dans le réseau, et d'une autre part, un mécanisme de détection pour détecter la lumière réfléchi sur le film. Le capteur détecte le spécimen dans un intervalle angulaire de l'incidence de la lumière où l'intensité réfléchi varie par couplage avec un mode guidé de la puce optique ainsi conçue. La lecture se fait par détection de la variation de l'angle d'incidence ou de l'intensité de lumière réfléchi sur la puce survenant lorsque le spécimen à détecter est adsorbé, ou fixé, sur la surface de la puce.

02 JAN 2014

Design d'un capteur à haute performance à base de modes optiques guidés dans une micro puce à structure périodique de milieux diélectriques

DESCRIPTION DE L'INVENTION

1. DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention est liée à un réseau de diffraction et à une puce capteur à réseau de diffraction capable d'améliorer la sensibilité de détection de spécimens en utilisant un mode optique guidé couplé dans la puce et confiné dans le réseau de diffraction, préparé avec un milieu diélectrique, de la puce.

2. ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEUR

Il existe déjà une technologie connue qui utilise les modes de guide d'ondes optiques dans un biocapteur pour détecter l'ADN, des virus, des protéines, des chaînes de sucre, ou analogues, et dans un capteur de substance chimique qui détecte les ions métalliques, des molécules organiques, des gaz ou analogues.

Cette technologie utilise un système optique ayant une structure telle qu'une plaque de verre revêtue d'un métal noble (Or, Argent ou autre) par dépôt en phase vapeur, avec le côté du verre opposé au côté recouvert avec le métal mis en contact avec un prisme optique par l'intermédiaire d'une huile d'indice de réfraction correspondant, dans lequel un faisceau laser ou une lumière blanche est introduit à travers le prisme dans le verre et l'intensité de la lumière réfléchi est mesurée. Un matériau diélectrique qui sert de guide d'onde – la lumière guidée dans le guide est couplée par le prisme (voir figure 1) - est formée sur la surface d'un métal noble du capteur, sur la surface duquel des molécules sont adsorbées. L'adsorption des molécules sur le guide d'onde peut être mesuré avec une grande sensibilité.

La lumière incidente irradie le verre dans la condition de réflexion totale, et le mode guidée dans le milieu diélectrique se produit à un angle d'incidence particulier dus à des réflexions multiples aux interface du milieu diélectrique avec le métal d'un côté et l'eau ou l'air de l'autre côté. Fig. 1 montre une structure de substrat d'une puce qui montre un mode de guide d'onde optique. Lorsque le mode guide d'onde est excité, l'énergie de l'onde incidente se transfère en énergie du mode guidé, qui se propage avec une atténuation de dissipation dans le guide d'onde. Par conséquent, l'intensité de la lumière réfléchi diminue de manière significative autour de l'angle de résonance.

L'intensité de la lumière réfléchi à l'angle d'incidence qui provoque le mode de guide d'onde (résonance) et à un angle proche de l'angle d'incidence qui provoque le mode de guide d'onde varie en fonction de l'épaisseur et de la constante diélectrique de la matière ; i.e. matériau diélectrique qui sert de guide, déposée sur la surface du guide d'ondes diélectrique optique. Un capteur à mode de guide d'onde fonctionne sur le principe du changement des constantes optiques du guide (épaisseur et ou constantes diélectriques) occasionné par l'adsorption des molécules à détecter sur la surface du guide. En effet, lorsque ceci se produit la courbe de réflectivité est déplacée ; i.e. l'angle d'incidence varie. La variation de l'angle d'incidence ou de la réflectivité due à l'adsorption des spécimens à détecter au voisinage de la surface du guide d'ondes diélectrique optique est détectée avec une sensibilité importante.

La sensibilité du capteur à guide d'ondes optiques peut être améliorée en augmentant la surface effective vue par les molécules à détecter. Une haute sensibilité de détection peut être réalisée à l'aide d'alumine perforée – pour augmenter la surface spécifique -, qui est formée par oxydation anodique dans le guide d'onde optique. Cependant, l'instabilité de l'alumine en présence d'un acide ou alcalin et des difficultés dans le contrôle de la taille des pores formés dans l'alumine sont les principaux inconvénients. Aussi, il est difficile de contrôler la densité et l'homogénéité de la distribution des pores.

DESCRIPTION DU PROBLEME TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention vise à résoudre les problèmes décrits ci-dessus, et propose une puce dotée d'un milieu diélectrique à structure périodique (voir Fig. 2). Cette structure du type réseau de diffraction fabriquée dans le milieu diélectrique servant de guide est stable et facile à réaliser, et est capable de détecter, sans marquage, des petites quantités de spécimen avec une résolution plus élevée que celle de la technologie de l'art antérieur qui utilise le mode de guide d'ondes optique, et fournit également une puce pour le capteur.

Le capteur de réseau de diffraction de la présente invention utilise une puce qui comprend un substrat constitué d'un matériau diélectrique transparent ou transparent un matériau électriquement conducteur, un film réflecteur formé sur celui-ci et un réseau de diffraction optique formé sur le film réflecteur. Le capteur comprend un mécanisme d'éclairage à lumière qui éclaire le film réfléchissant à travers le substrat transparent, et un mécanisme de détection de lumière pour détecter la lumière réfléchie par le film de réflexion. La détection est effectuée en détectant les variations de l'intensité de la lumière réfléchie ou diffractée, ou le décalage de l'angle de résonance qui se produisent lorsque le spécimen est adsorbé ou déposé sur la surface du guide d'onde.

Le réseau de diffraction optique; i.e. le milieu diélectrique périodique, a une hauteur dans une plage allant de 60 nm à 2 μm . La période du réseau de diffraction est dans une plage allant de 0,2 μm à 2 μm . Le taux de remplissage (rapport de la taille de pas de période) du réseau de diffraction est dans une plage de 0,05 à 0,95.

Le film réflecteur est un film métallique mince choisis parmi les métaux du tableau périodique et des alliages de ces métaux, ou d'un matériau semi-conducteur. Le matériau semi-conducteur peut être un semi-conducteur constitué d'un élément unique tel que Si ou Ge ou un semi-conducteur composé, et le type de conductivité de celui-ci peut être soit de type n, de type p ou à semi-conducteur intrinsèque. Le réseau de diffraction optique a une hauteur adéquate pour permettre le couplage du mode guidée.

La lumière incidente est polarisée p- ou s-polarisé, et la réfléchie ou la lumière diffractée par le milieu périodique; i.e. réseau, est détectée. Le substrat peut avoir une configuration de plaque. La surface du substrat sur le côté opposé à la surface où le réseau de diffraction optique de la puce est formé est mise en contact avec un prisme optique par l'intermédiaire de l'huile d'indice de réfraction correspondant. Le substrat peut être le côté d'un prisme.

Quand la lumière polarisée p ou s pénètre dans le prisme optique avec un angle d'incidence par rapport à l'axe central du prisme, l'angle d'incidence de la lumière est fixée à proximité de l'angle de résonance, et l'intensité de la lumière réfléchie est mesurée. La mesure est réalisée sur l'épaisseur du film, le poids, la taille ou la constante diélectrique relative d'une molécule, un ion ou un groupe de molécules qui sont sélectivement adsorbés ou chimiquement par des liaisons avec un groupe de reconnaissance moléculaire accroché sur la surface du guide optique en question, dans un gaz ou un liquide.

Le capteur à réseau de diffraction de la présente invention utilise une puce capteur qui consiste en un milieu diélectrique périodique fabriqué dans un diélectrique qui recouvre un film de métal pour détecter un spécimen en utilisant le mode optique guidé du milieu diélectrique périodique (ou réseau de diffraction) de la puce.

La présente invention permet de fabriquer un capteur qui présente une sensibilité et une stabilité élevées, en utilisant un réseau de diffraction optique formé essentiellement d'une matière organique, du verre, un polymère ou un matériau transparent, où les réseaux de diffraction optiques ont une épaisseur de 60 nm à 2 μm qui est optimum pour un procédé de lithographie. De plus, il est possible de détecter des spécimen, sans marquage, et avec une résolution plus élevée que celle de la technologie de l'art antérieur.

DESSINS NECESSAIRES A LA COMPREHENSION DE L'INVENTION

Fig. 1 montre un exemple de la configuration optique classique pour induire le mode de guide d'onde optique.

Fig. La figure 2 représente une structure de puce, dans lequel un mode de guide d'ondes optique est induit.

Fig. La figure 3 montre un exemple de montage optique pour induire le mode de guide d'onde optique dans un réseau de diffraction.

Fig. 4 un graphique montrant une dépendance de l'intensité relative de 0e ordre de diffraction réfléchi (a) et de l'intensité relative de première ordre de diffraction-transmis (b) de la lumière diffracté polarisée S, de 633 nm de la longueur d'onde, de l'angle d'incidence normale à la surface du réseau de diffraction et ayant un indice de réfraction de polycarbonate (1,578), la période de 600 nm, la hauteur de 930 nm, la taille de pas de 300 nm pour les indices de réfractons des milieux de détections de 1,331 et 1,333. Où le dispositif utilise un substrat de verre présentant un indice de réfraction de polycarbonate (1,578), un film d'absorption formé à partir d'or ayant une épaisseur de 20 nm.

Fig. 5 est un graphique montrant une dépendance de l'intensité relative du 0ème ordre de diffraction réfléchi (a) et de l'intensité relative de deuxième ordre de diffraction, transmettre (b) de la lumière polarisée S diffracté de 633 nm de la longueur d'onde, de l'angle d'incidence normale à la surface du réseau de diffraction et ayant un indice de réfraction de polycarbonate (1,578), la période de 600 nm, la hauteur de 1300 nm, la taille de pas de 300 nm pour les indices de réfractons des milieux de détections de 1,331 et 1,333. Où le dispositif utilise un substrat de verre présentant un indice de réfraction de polycarbonate (1,578), un film d'absorption formé à partir d'or ayant une épaisseur de 20 nm.

Fig. 6 un graphique montrant une dépendance de l'intensité relative de 0e ordre de diffraction réfléchi (a) et de l'intensité relative de première ordre de diffraction-transmis (b) de la lumière diffracté polarisée S de 633 nm de longueur d'onde, de l'angle d'incidence normale à la surface du réseau de diffraction, ayant un indice de réfraction de polycarbonate (1,578), la période de 400 nm, la taille de 870 nm, la taille de pas de 200 nm pour les indices de réfractons des milieux de détections de 1,331 et 1,333. Où le dispositif utilise un substrat de verre présentant un indice de réfraction de polycarbonate (1,578), un film d'absorption formé à partir d'or ayant une épaisseur de 20 nm.

SOLUTION DETAILLE APPORTEE PAR NOTRE INVENTION

Maintenant, la présente invention va être décrite en référence aux dessins annexés. La description qui suit est destiné à aider à mieux comprendre la présente invention, et n'est pas destiné à la limiter. Par conséquent, les modifications des modes de réalisation, et d'autres exemples basés sur le concept technologique de la présente invention y sont incluses.

Comme décrit ci-dessus, la présente invention utilise un mode de guide d'onde optique dans le réseau de diffraction optique pour améliorer la sensibilité de la puce. Fig. 2 représente un substrat qui supporte le mode de guide d'onde optique utilisée dans la présente invention, à savoir la structure d'une puce de capteur à réseau de diffraction. La puce de la figure 2 a une structure de réseau de diffraction formé dans celui-ci. La puce de capteur de réseau de diffraction contient un film réflecteur formé sur la surface supérieure d'un substrat de verre, et un réseau de diffraction formé sur celui-ci. Lorsque la lumière entre par le côté du verre où le réseau de diffraction de la puce n'est pas formée, et dans des conditions particulières, une partie ou la totalité de la lumière incidente se propage dans la couche du réseau de diffraction. Pour le substrat, on peut utiliser le verre, ou un matériau diélectrique transparent tel que du plastique (résine), de la céramique, ou un isolant transparent, ou un matériau électriquement conducteur transparent tel que ITO.

Lorsque la lumière est introduite depuis le côté en verre dans la puce, ayant la structure décrite ci-dessus, l'intensité de la lumière réfléchi change brusquement si l'angle d'incidence a une valeur particulière (angle de résonance). Un exemple typique où la lumière réfléchi montre une forte diminution sera décrit ci-dessous en référence à la figure. 3.

Fig. 3 montre une relation entre l'intensité de la lumière réfléchiée et l'angle d'incidence de la lumière lorsque la lumière est incidente sur un empilement comportant un prisme déposé sur le côté du verre de la puce de figure 2, à savoir du côté où le réseau de diffraction n'est pas formée. Figure 3 montre trois diminutions ou des creux, de l'intensité de la lumière réfléchiée. Ces diminutions de l'intensité de la lumière réfléchiée a principalement deux causes. La première est la résonance plasmonique de surface décrite précédemment, et le plongeon dans l'intensité de la lumière réfléchiée à un angle d'incidence θ_0 sur la figure 3 est provoqué par la résonance plasmonique de surface. La résonance de plasmon de surface se produit quand un métal ayant une constante diélectrique relative négative, en particulier un métal noble, est utilisé en tant que film réflecteur, même quand il n'y a pas de réseau de diffraction optique. La diminution de la lumière réfléchiée en raison de la résonance plasmonique de surface se produit lorsque la lumière incidente est polarisée p, mais ne se produit pas lorsque la lumière incidente est polarisée s.

Les autres baisses de l'intensité de la lumière réfléchiée représenté sur la figure. 3 sont dus aux modes de guide d'ondes optique, et correspondent à des creux à angles d'incidence θ_m ($m = 1, 2$). Ces types de plongeon dans l'intensité de la lumière réfléchiée ne se produisent pas quand il n'y a pas de réseau de diffraction optique représenté sur la figure. 2, ou lorsque la hauteur du réseau de diffraction optique est faible. La hauteur minimale du réseau de diffraction optique qui permet le couplage du mode de guide d'ondes optique à se développer dépend de la polarisation de la lumière. Il peut-être faible pour un réseau de diffraction a un indice de réfraction élevé, ou lorsque la lumière a une longueur d'onde courte. En revanche, lorsque le réseau de diffraction optique a un indice de réfraction faible ou quand la lumière a une longueur d'onde élevée, un réseau de hauteur supérieure est requis.

Par exemple, un mode guidé peut-être couplé dans la structure suivante : le réseau de diffraction a un indice de réfraction d'environ 1,578 ; la lumière polarisée s dans la région visible ; le réseau de diffraction a un facteur de remplissage (rapport de la taille au pas de la période) de 0,5 ; une période d'environ 400 nm ; et une épaisseur d'environ 870 nm ou plus.

Le mode de guide d'ondes optique d'un guide d'onde optique peut être excité et simultanément extraite par l'introduction d'un élément d'adaptation de phase, par exemple un réseau de diffraction ou un prisme. Ces modes guidés sont également appelés «modes de fuite», comme ils ne restent pas guidée.

La puce utilisée dans la présente invention a une structure telle que représentée sur la figure 2, dans laquelle un film réflecteur formé est déposé sur un substrat de verre, et un réseau de diffraction est formée. A la résonance, l'énergie lumineuse est redistribué entre les ordres de diffraction de réflexion et de transmission du réseau de diffraction optique. Ces conditions de la résonance comprennent l'angle, la fréquence (longueur d'onde), et la polarisation de la lumière incidente. A la résonance, il ya aussi une intensité beaucoup plus élevée dans la région de réseau de diffraction optique. La lumière étant confiné à l'intérieur du réseau de diffraction optique et se propage dans celui-ci est en mode guidé.

Figure. 3, schématise la configuration Kretschmann (une structure consistant en un prisme, une plaque de verre et un film réflecteur qui sont en contact les uns avec les autres) qui est utilisée dans les systèmes de détection optiques classiques de résonance plasmonique de surface. Dans le détecteur de réseau de diffraction de la présente invention, un réseau de diffraction est ajouté à la surface du film réflecteur. Lorsque la lumière est introduite à travers une plaque de polariseur et le prisme à entrer sur le côté du verre sur le film réflecteur, la lumière incidente est couplée avec le mode de guide d'ondes optique du réseau de diffraction dans la condition de résonance, résultant ainsi en une variation de l'intensité réfléchiée de ou la lumière diffractée. L'intensité de la lumière réfléchiée ou diffractée par le réseau de diffraction optique est détecté par un détecteur.

Ainsi, la variation de l'intensité de la lumière réfléchiée ou diffractée en raison des effets de transition d'énergie entre le mode de guide d'ondes optique et la lumière incidente peut être détectée avec un système optique semblable à la configuration de Kretschmann. Par conséquent, la présente invention utilise ce système optique. Le prisme optique peut être de tout type, comme un prisme ou un prisme cylindrique semi-sphère, ainsi que le prisme triangulaire représentée sur le diagramme. Le prisme optique présente un moyen pour changer le vecteur d'onde de la lumière incidente en vecteur d'onde du mode guidée pour assurer le couplage entre les deux types de lumière. D'autres exemples de diverses caractéristiques de la lumière réfléchiée ou diffractée due au couplage du mode guide d'onde optique et la lumière incidente seront décrits.

Le comportement le plus connu est un phénomène que l'intensité de la lumière réfléchie diminue fortement lorsque l'angle d'incidence prend une valeur particulière ; i.e. valeur de résonance. Un exemple de ce phénomène est illustré sur la figure. 4. Fig. 4A comprend les graphes montrant la dépendance de l'intensité de la lumière réfléchie sur l'angle d'incidence de la lumière lorsque la lumière polarisée s de 633 nm est incidente sur un dispositif qui utilise un substrat en verre formé à partir de polycarbonate (PC) ayant un indice de réfraction de 1,578, un film réflecteur formé à partir d'or ayant une épaisseur de 20 nm et un réseau de diffraction optique diélectrique formé à partir de PC ayant une hauteur de 930 nm, une période de 600 nm, un facteur de remplissage de 0,5. On suppose ici que la surface du réseau de diffraction optique est immergé dans l'eau ayant un indice de réfraction n de 1,331 à 30 ° C de la température (trait plein) et dans l'eau ayant un indice de réfraction n de 1,333 par 0 ° C de la température. Comme on peut le voir sur la figure. 4A, diminue l'intensité de la lumière réfléchie (creux) fortement à un angle d'incidence particulier de 65,0 ° ($n = 1,331$) et 65,09 ° ($n = 1,333$). La sensibilité du capteur angulaire réseau de diffraction, où est l'angle de résonance. Largeur à mi-hauteur (FWHM) de la courbe de résonance est de 0,11 °. Il peut également se produire un tel cas que l'intensité de la lumière diffractée augmente fortement à un angle d'incidence particulier. Un exemple d'un tel cas est représenté sur la figure. 4B. Fig. La figure 4B est un graphique montrant la relation entre l'intensité de diffraction d'ordre -1 de transmission et l'angle de diffraction d'ordre -1 transmis. Comme on peut le voir sur la figure. 4B, l'intensité de diffraction d'ordre -1 transmis augmente fortement à des angles proches de -30,75 ° ($n = 1,331$) et -30,6 ° ($n = 1,333$). Sensibilité angulaire du capteur à réseau de diffraction. La pleine description est 0,064 °.

Un autre exemple d'un tel phénomène est illustré sur la figure. 5. Fig. 5A comprend les graphes montrant la dépendance de l'intensité de la lumière réfléchie sur l'angle d'incidence de la lumière par un réseau de diffraction optique diélectrique formé à partir de PC ayant une hauteur de 1300 nm, une période de 600 nm, un facteur de remplissage de 0,5 par mêmes conditions que celles considérées dans l'exemple précédent. Comme on peut le voir sur la figure. 5A, diminue l'intensité de la lumière réfléchie (creux) fortement à un angle d'incidence particulier de l'ordre de 66,01 ° ($n = 1,331$) et 66,1 ° ($n = 1,333$). Sensibilité angulaire du capteur à réseau de diffraction. Largeur totale à mi-hauteur de la courbe de résonance est de 0,06 °. Fig. 5B est un graphique montrant la relation entre l'intensité de l'ordre de diffraction -2 transmis et l'angle de -2 ordre de diffraction transmise. Comme on peut le voir sur la figure. 5B, l'intensité de diffraction d'ordre -2 transmis augmente fortement à des angles proches de -30,1 ° ($n = 1,331$) et -30,03 ° ($n = 1,333$). Sensibilité angulaire du capteur à réseau de diffraction. FWHM est 0,037 °.

Un autre exemple d'un tel phénomène est illustré sur la figure. 6. Fig. 6A comprend les graphes montrant la dépendance de l'intensité de la lumière réfléchie sur l'angle d'incidence de la lumière par un réseau de diffraction optique diélectrique formé à partir de PC ayant une hauteur de 870 nm, une période de 400 nm, un facteur de remplissage de 0,5 par mêmes conditions que celles considérées dans les exemples précédents. Comme on peut le voir sur la figure. 5A, diminue l'intensité de la lumière réfléchie (creux) fortement à un angle d'incidence particulier de l'ordre de 64,55 ° ($n = 1,331$) et 64,55 ° ($n = 1,333$). Sensibilité angulaire du capteur à réseau de diffraction. Largeur totale à mi-hauteur de la courbe de résonance est de 0,14 °. Fig. La figure 5B est un graphique montrant la relation entre l'intensité de diffraction d'ordre -1 de transmission et l'angle de diffraction d'ordre -1 transmis. Comme on peut le voir sur la figure. 5B, l'intensité de diffraction d'ordre -1 transmis augmente fortement à des angles proches de -6,82 ° ($n = 1,331$) et -6,76 ° ($n = 1,333$). Sensibilité angulaire du capteur à réseau de diffraction. FWHM est 0,0665 °.

De cette façon, l'intensité de la lumière réfléchie ou diffractée indique des changements importants lorsque les couples de lumière incidente avec le mode de guide d'ondes optique du réseau de diffraction optique.

Le nombre de modes de guide d'ondes optiques n'est pas limité à une, et varie en fonction de la longueur d'onde de la lumière qui se propage, l'état de polarisation, période, taux de remplissage, taille et indice de réfraction du matériau de réseau de diffraction optique. En général, le mode de guide d'ondes optique ne pas apparaître dans un réseau de diffraction optique avec une hauteur très faible. Tandis que le mode de guide d'ondes optique apparaît comme le réseau de diffraction optique devient plus élevée, le réseau de diffraction optique ayant un faible indice de réfraction et à faible facteur de remplissage doit être plus élevée pour avoir le mode de guide d'ondes optique. Le mode de guide d'ondes optique apparaît dans un réseau de diffraction optique relativement faible lorsque l'indice de réfraction et coefficient de remplissage est élevé. Tandis que le mode de guide d'ondes optique apparaît comme la hauteur du réseau de diffraction optique est augmenté, le mode de guide d'ondes optique qui apparaît en premier est appelé mode premier guide d'onde optique, le

mode de guide d'ondes optique qui apparaît ensuite que l'on augmente la hauteur du guide d'ondes est appelée deuxième mode optique, et ainsi de suite. Comme la hauteur augmente, les modes de guides d'ondes optiques apparaissent plus comme 3ème et 4ème.

Ainsi que le réseau de diffraction optique augmente, l'intensité de la lumière réfléchie ou diffractée présente une première variation due au couplage de la première mode de guide d'ondes optique et la lumière incidente. Que le réseau de diffraction est en outre supérieure, l'intensité de la lumière réfléchie ou diffractée présente une variation due au couplage de mode de guide d'ondes optique deuxième et la lumière incidente. Que le réseau de diffraction est en outre supérieure, l'intensité de la lumière réfléchie ou diffractée présente une variation due au couplage de mode de guide d'ondes optiques d'ordre supérieur et la lumière incidente.

L'intensité de la lumière réfléchie ou diffractée change de manière significative due au couplage de mode de guide d'ondes optique et la lumière incidente, comme décrit précédemment. L'angle selon lequel l'intensité de la lumière change de manière significative réfléchi ou diffracté et l'intensité de la lumière réfléchie ou diffractée sont fortement affectées par la variation de la constante diélectrique relative de la surface de réseau de diffraction optique. En conséquence, lorsqu'une substance est adsorbée, déposés ou autrement attache à la surface du réseau de diffraction optique, l'intensité de la lumière réfléchie changement ou diffractée. Le capteur de réseau de diffraction des sens de ce changement présente invention pour déterminer la présence d'une substance donnée et la quantité de la substance.

Le capteur à réseau de diffraction peut également être utilisé pour l'évaluation de l'indice de réfraction et de l'épaisseur de la couche mince qui est formée sur la surface de réseau de diffraction optique.

L'indice de réfraction de préférence de la matière du substrat est dans la plage de 1,4 à 2,2, de préférence de 1,5 à 1,8.

La hauteur du réseau de diffraction optique est de préférence non inférieure à 60 nm et non supérieure à environ 2 μm . Comme décrit précédemment, une hauteur d'un tel niveau permet des changements dans l'intensité de la lumière réfléchie ou diffractée provoquée par le mode de guide d'onde optique à être observée de manière satisfaisante. Mettre les résultats de réseau de diffraction optique supérieur dans les écarts de forme et les dimensions de la grille et augmente l'erreur possible en hauteur de la grille doit être formée.

Il existe des limites quant à la taille caractéristique et la période du réseau de diffraction optique qui peut être formée sur la surface du film réfléchissant. Et il n'est pas pratique pour former les nervures par rapport de la hauteur de la grille pour la période du réseau supérieur à 5, car il est nécessaire de contrôler la forme et la taille côtes très stricte. Dans la pratique, il est supposé que réseau de diffraction qui peut être facilement formé avec la technologie actuelle sont limitées à environ 200 nm dans la période, 2 μm de hauteur et environ 5 dans le rapport de la hauteur de la grille pour la période du réseau.

Le film réflecteur peut être formé à partir d'un matériau qui est chimiquement et physiquement stable choisi parmi les métaux, les alliages de ces métaux, matières semi-conductrices.

APPLICATIONS INDUSTRIELLES

La présente invention, telle que décrite ci-dessus, utilise le mode de guide d'ondes optique du réseau de diffraction, et fournit un effet remarquable sur l'amélioration de la sensibilité de la détection, ce qui permet de détecter un plus petit échantillon avec une plus grande sensibilité et la reproductibilité sans utiliser d'étiquetage que dans le cas de la technologie de l'art antérieur qui utilise la résonance plasmonique de surface et le mode de guide d'ondes optique. Le capteur de réseau de diffraction de la présente invention est applicable dans des domaines tels que la médecine, le développement de nouveaux médicaments, de denrées alimentaires et de l'environnement, à être utilisé en tant que biocapteur qui détecte l'ADN, les protéines, les chaînes de sucre ou analogue, et un capteur qui détecte la substance chimique des ions métalliques, des molécules organiques ou analogues. Le capteur de réseau de diffraction de la présente invention est également applicable à un capteur de films minces et d'un instrument pour mesurer des propriétés des matériaux en couches minces, comme il est possible de mesurer l'indice de réfraction, des propriétés et de la

constante diélectrique relative d'une autre couche mince formée sur la surface de réseau de diffraction.

Bien que la présente invention ait été particulièrement représentée et décrite en référence aux exemples de réalisation de celui-ci, il sera compris par l'homme de l'art que divers changements de forme et de détails peuvent y être apportées sans s'écarter de l'esprit du présent invention telle que définie par les revendications suivantes.

Référence :

US PATENT DOCUMENTS

2010/0166359 A1 6/2010 Fujimaki et al. 385/12

REVENDEICATION DEFINISSANTS L'OBJET ET LES LIMITES DE LA PROTECTION DEMANDEE

1. Un capteur de réseau de diffraction comprenant: une puce pourvue d'un substrat formé à partir d'un matériau diélectrique transparent ou transparent un matériau électriquement conducteur, un film réflecteur formé sur le substrat, et un réseau de diffraction optique formé sur le film réflecteur, le réseau de diffraction ayant une motif de réseau de diffraction un intervalle prédéterminé et une hauteur de réseau prédéterminé pour diffracter la lumière dans un angle prédéterminé, un mécanisme d'introduction de lumière qui introduit de la lumière à partir du côté substrat de la puce sur le film réflecteur, et un mécanisme de détection de lumière qui détecte la la lumière réfléchi sur le film réflecteur, dans lequel un échantillon à l'étude est détecté par détection d'une variation de l'angle d'incidence ou de l'intensité de la lumière réfléchi qui se produit lorsque l'échantillon est adsorbé ou déposé sur une surface du réseau de diffraction optique, à l'aide d'un gamme d'angles d'incidence de la lumière dans lequel l'intensité de la lumière réfléchi quand un changement de la pièce ou l'ensemble des couples de lumière incidente avec le mode de guide d'ondes optique qui se propage dans le réseau de diffraction optique.
2. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel la couche de réseau de diffraction a une épaisseur dans une plage allant de 60 nm à 2 μm .
3. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel la période du réseau de diffraction est dans une plage allant de 0,2 μm à 2 μm .
4. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel le facteur de remplissage (rapport de la taille de pas de période) du réseau de diffraction est dans une plage de 0,05 à 0,95.
5. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel le réseau de diffraction optique est une structure formée essentiellement à partir d'un matériau organique, une structure formée essentiellement de verre, une structure formée essentiellement à partir d'un polymère, ou une structure formée essentiellement à partir d'un transparent électriquement conducteur matériau.
6. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel le film réflecteur est un film mince d'un ou plusieurs composants choisis parmi les métaux ou alliages de ces métaux.
7. Le capteur selon la revendication 1 selon un réseau de diffraction, dans lequel le film réflecteur est un film mince d'un matériau semi-conducteur.
8. Le capteur de réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel le réseau de diffraction optique a une hauteur qui provoque le mode de guide d'onde optique destiné à être excité.
9. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel un groupe de reconnaissance moléculaire est chimiquement modifiée sur la surface du réseau de diffraction optique.

10. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 11, dans lequel l'une quelconque d'un groupe amino, un groupe hydroxyle, un groupe carboxyle, un groupe aldéhyde, un groupe isothiocyanate, un groupe succinimide, un groupe biotinyne, un groupe méthyle et un groupe fluorométhyle est chimiquement modifiée selon le groupe de reconnaissance moléculaire.

11. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel la lumière incidente est polarisée p ou la lumière polarisée s, et une réflexion de cette lumière est détectée.

12. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel la lumière incidente est polarisée p ou la lumière polarisée s, et la diffraction de cette lumière est détectée.

13. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel le substrat a une configuration de plaque.

14. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel une surface du substrat opposée à un côté où le réseau de diffraction optique de la puce est formée est mise en contact avec un prisme optique par l'intermédiaire d'une huile d'indice de réfraction correspondant.

15. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 1, dans lequel le substrat est un prisme.

16. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 15, dans lequel, lorsque la p-polarisée ou polarisée s de lumière pénètre dans le prisme optique avec un angle d'incidence par rapport à un axe central du prisme, l'angle d'incidence de la lumière est fixée à proximité de l'angle d'incidence où l'intensité de la lumière change réfléchis, et l'intensité de la lumière réfléchie est mesurée.

17. Le capteur à réseau de diffraction selon la revendication 11, dans lequel la mesure est effectuée sur une épaisseur de film, un poids, une taille ou une constante diélectrique relative d'une molécule, un ion ou un groupe de molécules qui est adsorbé sélectivement par voie chimique ou moléculaire des liaisons avec un reconnaissance du fait que le groupe est modifié chimiquement sur la surface du réseau de diffraction optique, dans un gaz ou un liquide.

18. Une puce de capteur d'un réseau de diffraction utilisé dans le capteur de réseau de diffraction selon la revendication 1.

FIG. 1 (Travail Antérieur)

ANGLE D' INCIDENCE

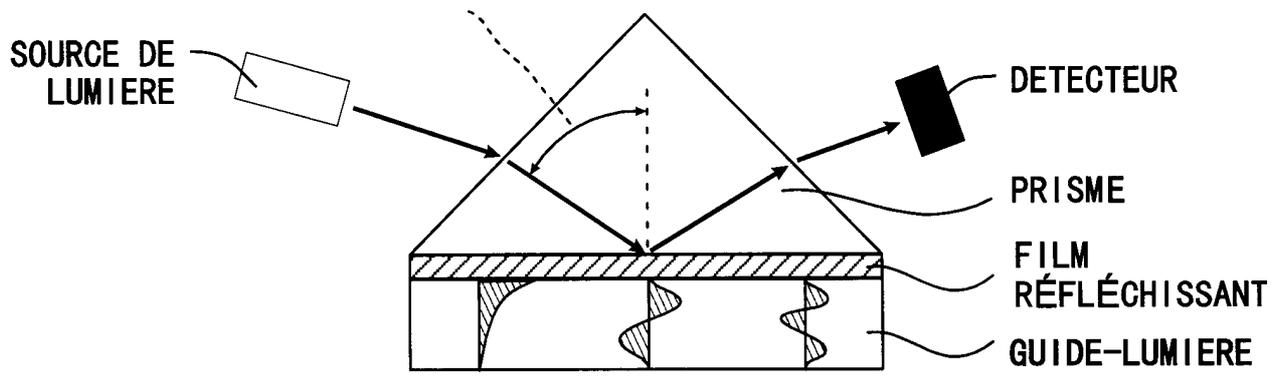


FIG. 2

COUPE TRANSVERSALE DE LA PUCE AVEC UN RESEAU DE DIFFRACTION

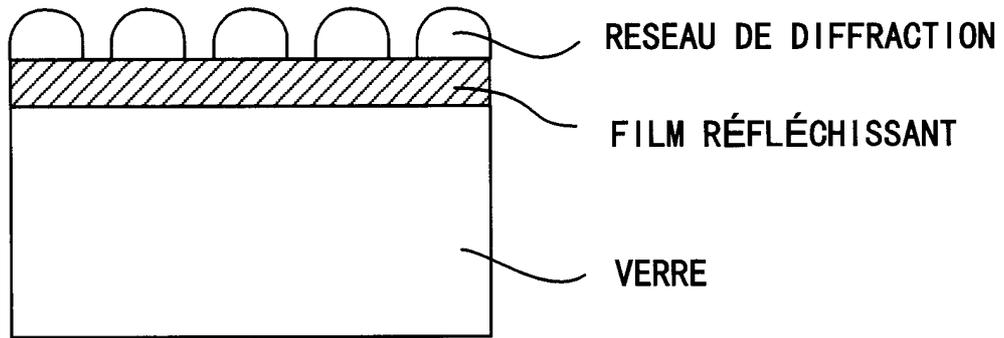


Fig. 3

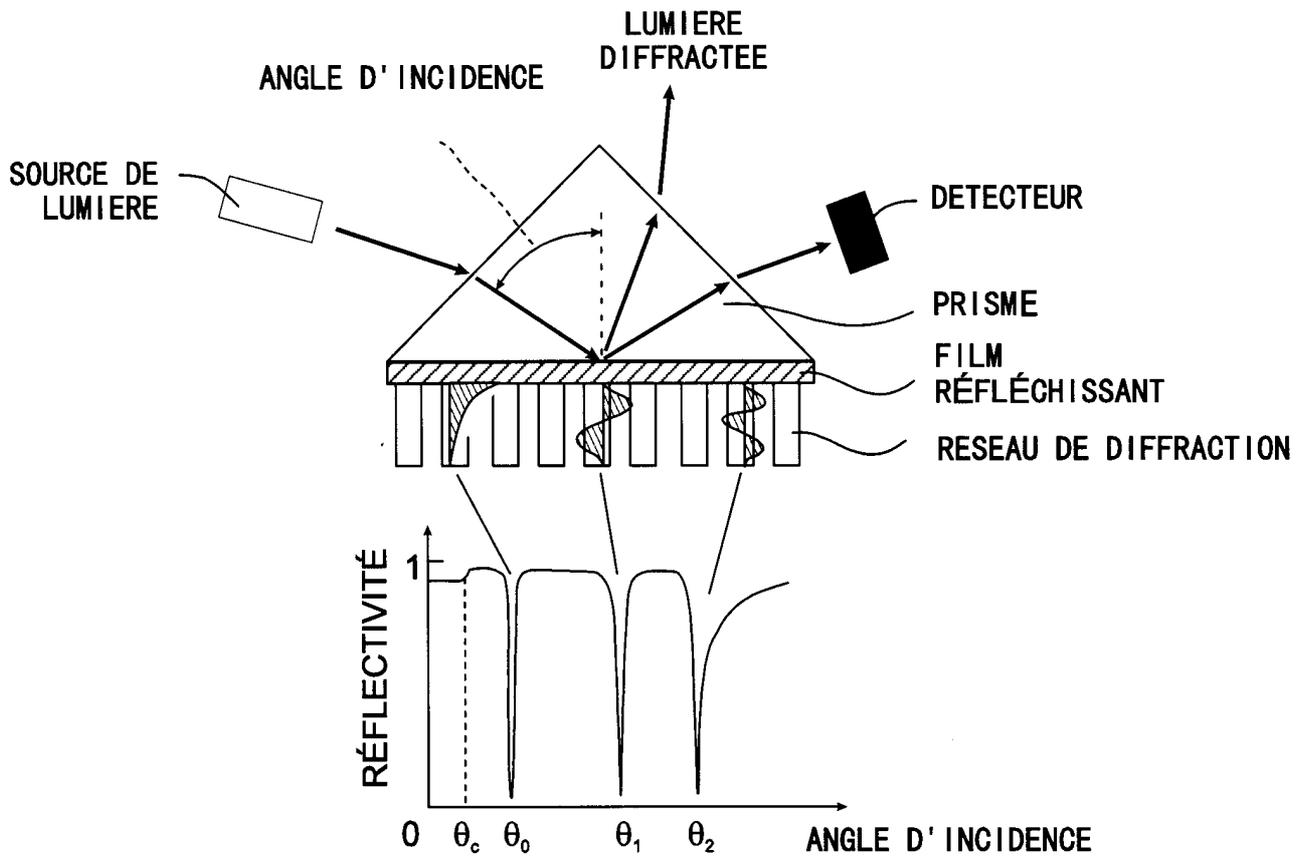


Fig. 4A

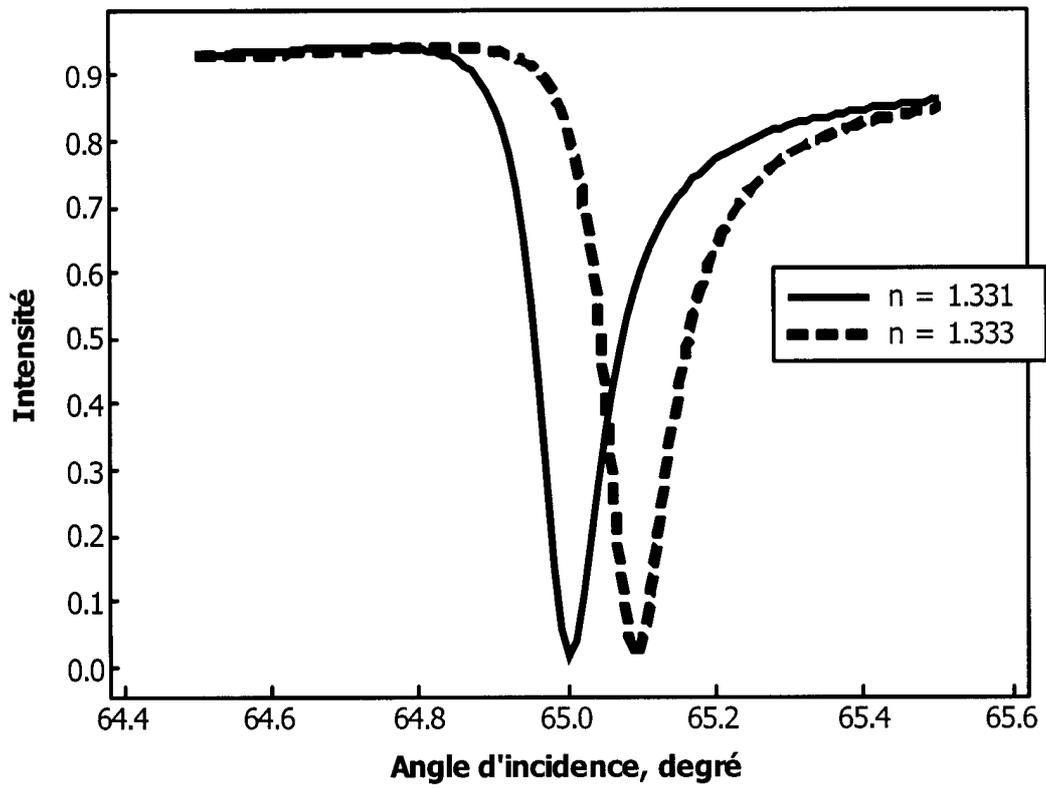


Fig. 4B

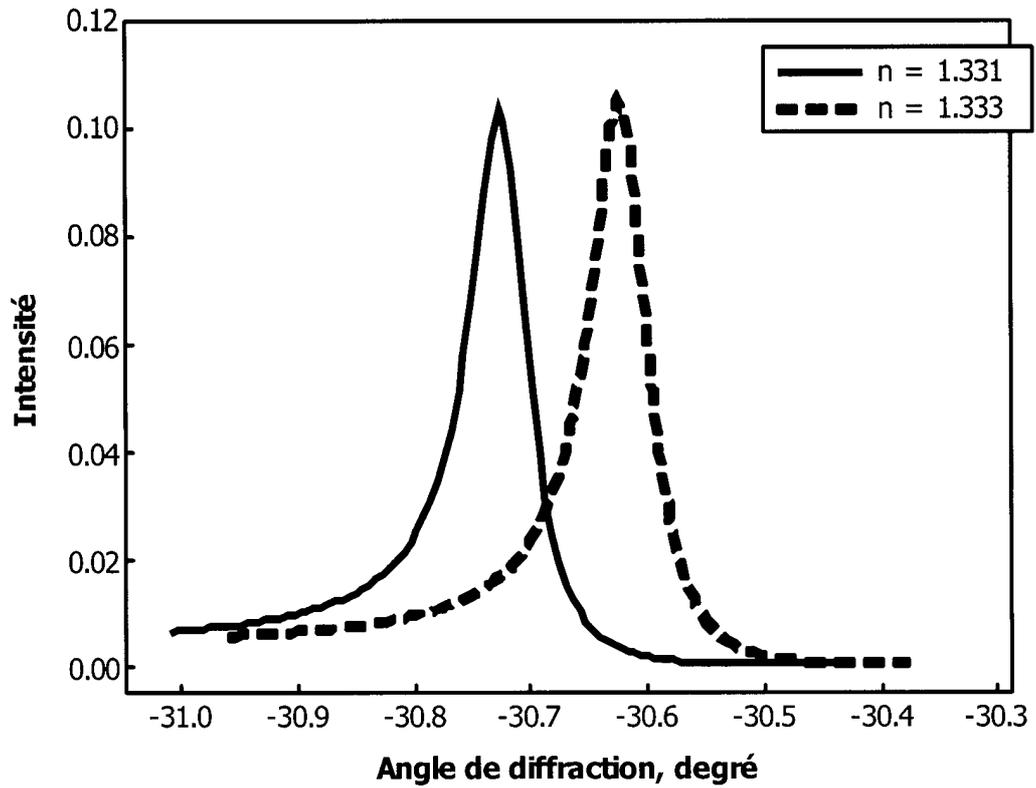


FIG. 5A

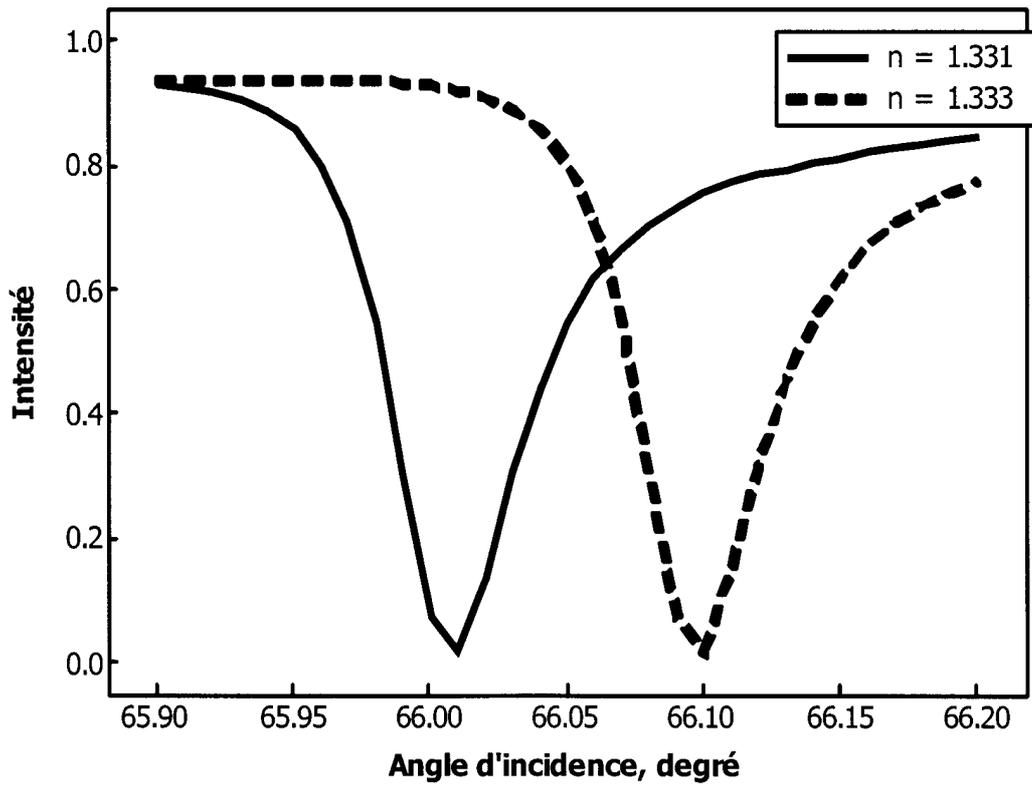


FIG. 5B

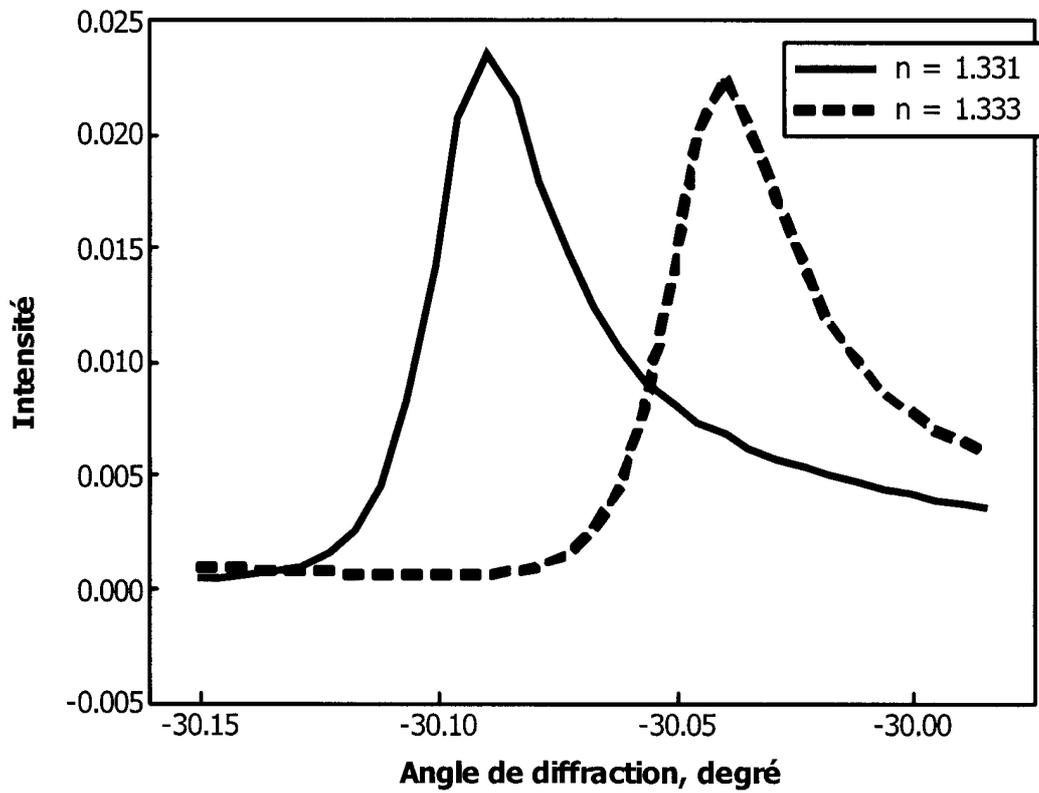


FIG. 6A

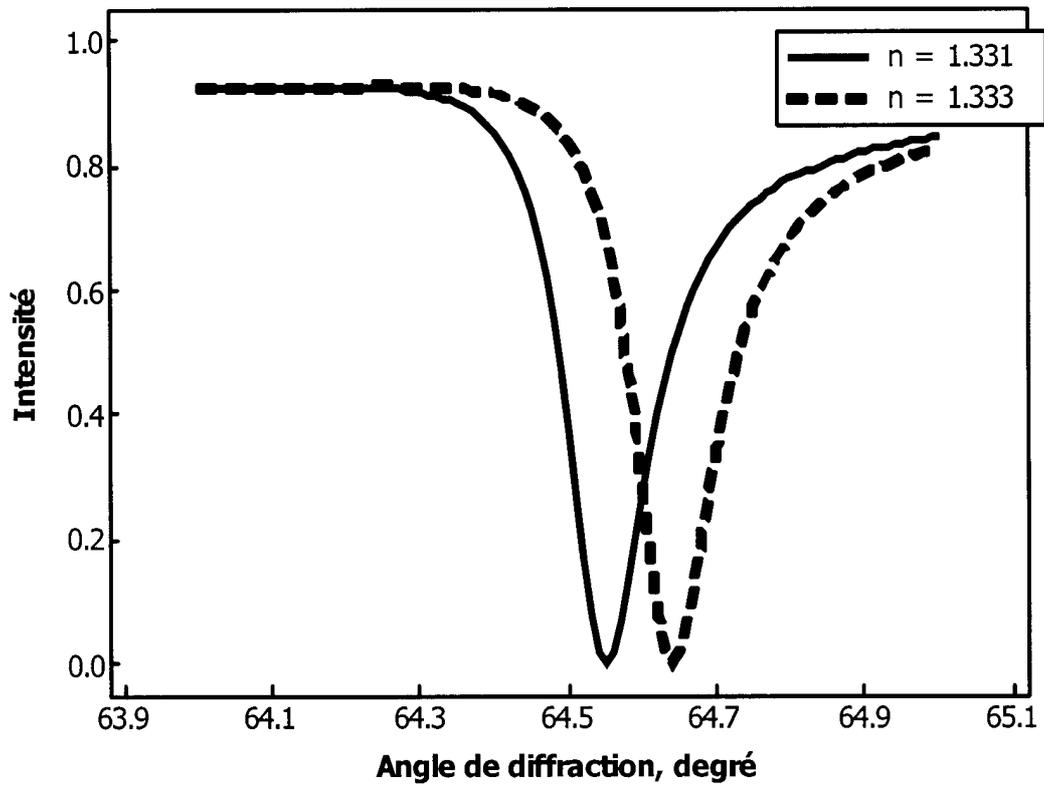


FIG. 6B

