

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 08.03.16.

30 Priorité : 15.04.15 IB WOUS2015025866.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 21.10.16 Bulletin 16/42.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demendeur(s) : HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC. — US.

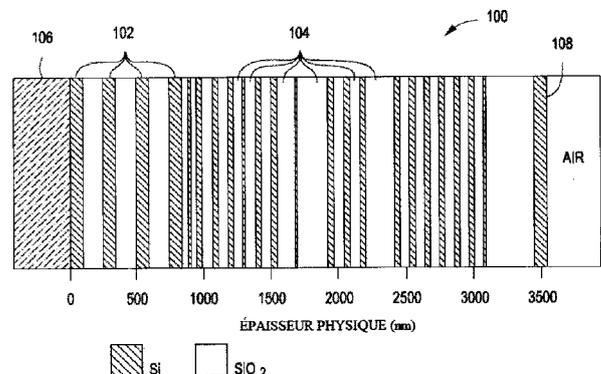
72 Inventeur(s) : PRICE JAMES M. et PERKINS DAVID L..

73 Titulaire(s) : HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC..

74 Mandataire(s) : GEVERS & ORES Société anonyme.

54 DISPOSITIFS INFORMATIQUES OPTIQUES COMPRENANT DES FILTRES A LARGE BANDE SELECTIFS SELON L'ANGLE.

57 Dispositif informatique optique comprenant: une source de rayonnement électromagnétique pour émettre un rayonnement électromagnétique dans un train optique; un élément informatique intégré (ICE) placé dans le train optique avant ou après un échantillon situé dans le train optique pour générer un rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique; un filtre à large bande sélectif selon l'angle (BASF) placé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible, générant ainsi un rayonnement électromagnétique modifié sélectionné selon l'angle (ASMR); et pour refléter une ou plusieurs réflexions de rayonnement parasite à des angles qui ne sont pas coïncidents avec l'angle incident cible; et un détecteur pour recevoir l'ASMR et pour générer un signal de sortie correspondant à une caractéristique de l'échantillon.



DISPOSITIFS INFORMATIQUES OPTIQUES COMPRENANT DES FILTRES À LARGE BANDE SELECTIFS SELON L'ANGLE

HISTORIQUE

5 **[0001]** Les modes de réalisation présentés ici concernent généralement les systèmes et les procédés de l'informatique optique et, plus spécifiquement, les dispositifs informatiques optiques comprenant des filtres à large bande sélectifs selon l'angle.

[0002] Les dispositifs informatiques optiques, également généralement appelés des dispositifs opticoanalytiques, peuvent permettre une sensibilité et des limites de détection
10 améliorées lorsque des éléments informatiques intégrés sont utilisés. De tels éléments informatiques intégrés peuvent représenter un système relativement peu dispendieux, robuste et précis permettant de surveiller la qualité du pétrole dans le but d'optimiser la prise de décision au niveau d'un site de puits et une gestion efficace de la production d'hydrocarbures. Dans certaines applications, les éléments informatiques intégrés peuvent être utiles pour
15 améliorer les limites de détection lors de la détermination d'une caractéristique donnée d'un échantillon, tel qu'une substance, un composé ou un matériau présent dans le puits de forage, ou d'autres domaines technologiques comprenant, sans limitation, l'industrie alimentaire et pharmaceutique, des applications industrielles, les industries minières, ou un quelconque domaine dans lequel il est avantageux de déterminer, en temps réel, les caractéristiques d'une
20 substance, d'un composé ou d'un matériau.

[0003] Les réflexions de la lumière parasite dans les dispositifs informatiques optiques, cependant, peuvent interférer avec la mesure de l'échantillon lorsque les réflexions ne proviennent pas de l'échantillon lui-même, mais d'une autre source quelconque. De telles réflexions de la lumière parasite peuvent représenter une fraction importante de la lumière
25 totale (*par ex.*, le rayonnement électromagnétique) détectée au niveau du dispositif informatique optique. Si elle n'est pas efficacement réduite ou autrement empêchée, la lumière parasite pourrait faire varier le signal de l'échantillon obtenu, entraînant une exactitude, une précision, une sensibilité et une limite de détection sensiblement réduites. Par *ex.*, de telles variations comprennent, sans limitation, de grandes tensions de polarisation observées dans un détecteur, une résolution plus faible dans les images spatiales, des effets de
30 saturation du détecteur, des combinaisons de ceux-ci, etc. Traditionnellement, de telles réflexions de lumière parasite sont contrôlées ou minimisées à l'aide de l'utilisation de lentilles d'imagerie, de revêtement antireflet, des ouvertures physiques, etc. Cependant, de

telles techniques pourraient ne pas enlever adéquatement les réflexions de lumière parasite, donnant des signaux améliorés, mais toujours pas optimaux, apparentés à l'échantillon d'intérêt.

5

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0004] Les figures suivantes sont présentées pour illustrer certains aspects des exemples de modes de réalisation décrits ici, et ne doivent pas être considérées comme des modes de réalisation exclusifs. L'objet de l'invention divulgué peut subir de considérables modifications, altérations, combinaisons et des équivalents dans la forme et la fonction, 10 comme il sera évident aux spécialistes du domaine qui bénéficient de cette divulgation.

[0005] La FIG. 1 illustre un exemple d'un élément informatique intégré, selon un ou plusieurs modes de réalisation décrits ici.

[0006] La FIG. 2 illustre une hétérostructure photonique représentative qui doit être utilisée comme un filtre à large bande sélectif selon l'angle, selon un ou plusieurs modes 15 de réalisation décrits ici.

[0007] Les FIG. 3A,B illustrent un dispositif informatique optique comprenant un filtre à large bande sélectif selon l'angle, selon un ou plusieurs modes de réalisation décrits ici.

[0008] La FIG. 4 illustre un exemple de système permettant de détecter une 20 caractéristique d'un échantillon utilisant un dispositif informatique optique comprenant un filtre à large bande sélectif selon l'angle, selon un ou plusieurs modes de réalisation.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

[0009] Les modes de réalisation présentés ici concernent généralement les 25 systèmes et les procédés de l'informatique optique et, plus spécifiquement, les dispositifs informatiques optiques comprenant des filtres à large bande sélectifs selon l'angle.

[0010] Les exemples de systèmes et de procédés décrits ici utilisent diverses configurations de dispositifs informatiques optiques, également appelés des « dispositifs opticoanalytiques » utilisant des filtres à large bande sélectifs selon l'angle (« BASF ») 30 permettant une analyse rapide d'une caractéristique d'un échantillon d'intérêt, tel qu'un échantillon dans un trajet de flux, un échantillon statique, un échantillon sur un convoyeur à bande, etc. Les systèmes et les procédés divulgués peuvent être appropriés pour une utilisation dans l'industrie du gaz et du pétrole étant donné que les dispositifs informatiques

optiques décrits procurent un moyen rentable, robuste et précis permettant d'identifier une ou plusieurs caractéristiques d'un échantillon d'intérêt afin de faciliter la production de gaz et de pétrole et/ou améliorer la sécurité des puits de pétrole ou de gaz. Par ex., les dispositifs informatiques optiques décrits ici peuvent identifier une caractéristique d'un échantillon dans un trajet de flux, tel qu'un puits de forage. De telles caractéristiques peuvent permettre la surveillance de la qualité du pétrole dans le but d'optimiser la prise de décision au niveau du site du puits et la gestion efficace de la production d'hydrocarbures. Dans certaines applications, les dispositifs informatiques optiques divulgués ici peuvent être utiles dans l'amélioration des limites de détection lors de la détermination d'une caractéristique donnée d'une substance, d'un composé ou d'un matériau présent dans le puits de forage en réduisant ou en éliminant les réflexions de la lumière parasite. Il sera cependant compris que les divers systèmes et procédés divulgués sont également applicables à d'autres domaines technologiques comprenant, sans limitation, l'industrie alimentaire et pharmaceutique, les applications industrielles, les industries minières, ou un quelconque domaine dans lequel il est avantageux de déterminer, en temps réel ou en temps quasi réel, une caractéristique d'un échantillon d'intérêt, y compris les échantillons dans un flux. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « flux » décrit la circulation ou le mouvement d'un échantillon fluide en référence aux dispositifs informatiques optiques divulgués ici.

[0011] Un ou plusieurs modes de réalisation illustratifs incorporant la présente divulgation sont présentés ci-dessous. Toutes les caractéristiques d'une implémentation réelle ne sont pas décrites ou illustrées dans cette application pour des raisons de clarté. Il doit être compris que dans le développement d'un mode de réalisation réel incorporant la présente divulgation, de nombreuses décisions spécifiques à l'implémentation doivent être prises pour réaliser les objectifs du développeur, telles que la conformité aux contraintes imposées par le système, les activités commerciales, le gouvernement et d'autres contraintes, qui peuvent varier d'une implémentation à l'autre et de temps en temps. Même si les efforts d'un développeur peuvent être complexes et chronophages, de tels efforts seraient néanmoins une routine pour un homme de métier qui bénéficie de cette divulgation.

[0012] Il doit être noté que lorsque le terme « environ » est utilisé ici au début d'une liste numérique, le terme modifie chaque chiffre de la liste numérique. Dans certaines énumérations numériques des fourchettes, certaines limites inférieures énumérées peuvent être supérieures à certaines limites supérieures énumérées. Un spécialiste du domaine comprendra que le sous-ensemble choisi nécessiterait la sélection d'une limite supérieure excédant la limite inférieure sélectionnée. Sauf en cas d'indication contraire, tous les chiffres

exprimant des quantités d'ingrédients dans la présente demande et les revendications apparentées doivent être compris comme étant modifiés par toutes les occurrences du terme « environ ». Par conséquent, sauf en cas d'indication contraire, les paramètres numériques décrits dans la demande suivante et dans les revendications ci-jointes sont des approximations
5 qui peuvent varier selon les propriétés souhaitées qui sont recherchées par les exemples de modes de réalisation décrits ici. Tout au moins, et non pas comme tentative de limiter l'application de la doctrine des équivalents à la portée de la revendication, chaque paramètre numérique doit au moins être interprété à la lumière du nombre de points décimaux significatifs rapportés et en appliquant des techniques d'arrondies ordinaires.

10 [0013] Même si des compositions et des procédés sont décrits ici en termes de « comprenant » divers composants ou étapes, les compositions et procédés peuvent également « être composés essentiellement des » ou « être composés des » divers composants et étapes. Lorsque le terme « comprenant » est utilisé dans une revendication, il est indéfini.

15 [0014] Tel qu'il est utilisé ici, le terme « fluide » décrit une quelconque substance qui est capable de s'écouler, comprenant des particules de solides, des liquides, des gaz, des pâtes, des émulsions, des poudres, des boues, des verres, des combinaisons de ceux-ci, etc. Dans certains modes de réalisation, le fluide peut être un fluide aqueux, comme l'eau ou d'autres fluides. Dans certains modes de réalisation, le fluide peut être un fluide non-aqueux, comme des composés organiques, plus spécifiquement, des hydrocarbures, le pétrole, un
20 composé raffiné du pétrole, des produits pétrochimiques, etc. Dans ce mode de réalisation, le fluide peut être un fluide de traitement ou un fluide de formation. Les fluides peuvent comprendre divers mélanges fluides de solides, de liquide et/ou de gaz. Des gaz illustratifs qui peuvent être considérés comme des fluides selon les modes de réalisation de la présente invention comprennent, par ex., l'air, l'azote, le dioxyde de carbone, l'argon, l'hélium, le
25 disulfure d'hydrogène, le mercaptan, le thiophène, le méthane, l'éthane, le butane et d'autres hydrocarbures gazeux, et/ou des produits semblables.

[0015] Tel qu'il est utilisé ici, le terme « caractéristique » décrit une propriété chimique ou physique d'une substance. Une caractéristique d'une substance peut comprendre une valeur quantitative d'un ou de plusieurs composants chimiques contenus dans la
30 substance. De tels composants chimiques peuvent être appelés des « analytes ». Des caractéristiques illustratives d'une substance qui peuvent être surveillées avec les dispositifs informatiques optiques divulgués ici peuvent comprendre, par ex., la composition chimique (identité et concentration, au total ou des composants individuels), le contenu en impuretés, le

pH, la viscosité, la densité, la force ionique, les solides totaux dissous, le contenu en sel, la porosité, l'opacité, la charge bactérienne, des combinaisons de ces éléments, etc.

[0016] Tel qu'il est utilisé ici, le terme « rayonnement électromagnétique » décrit un rayonnement infrarouge, un rayonnement du proche infrarouge, la lumière visible, la
5 lumière ultraviolette, la lumière ultraviolette dans le vide, les rayons X, le rayonnement gamma, et toute combinaison de ceux-ci.

[0017] Tel qu'il est utilisé ici, le terme « dispositif informatique optique » décrit un dispositif optique qui est configuré pour recevoir un rayonnement électromagnétique provenant d'une substance ou d'un échantillon d'une substance (collectivement appelé
10 « échantillon ») et pour produire une sortie de rayonnement électromagnétique à partir d'un élément de procédé. L'élément de procédé peut être, par ex., un élément informatique intégré (« ICE »). Le rayonnement électromagnétique émanant de l'élément de procédé est modifié d'une certaine façon pour qu'il soit lisible par un détecteur, de sorte qu'un signal de sortie du détecteur peut être corrélé à au moins une caractéristique de l'échantillon. La sortie de
15 rayonnement électromagnétique à partir de l'élément de procédé peut être un rayonnement électromagnétique réfléchi, un rayonnement électromagnétique transmis et/ou un rayonnement électromagnétique dispersé. Comme il sera compris, le fait que le rayonnement électromagnétique qui est analysé par le détecteur soit un rayonnement électromagnétique transmis ou réfléchi serait une question de conception expérimentale de routine. En outre,
20 l'émission et/ou la dispersion de la substance, par ex., par la fluorescence, la luminescence, le rayonnement, le re-rayonnement, la dispersion de Raman et/ou la dispersion de Raleigh peuvent également être suivis par les dispositifs informatiques optiques.

[0018] Tel qu'il est utilisé ici, le terme « échantillon » ou des variations de celui-ci, décrit au moins une partie d'une substance d'intérêt qui doit être testée ou autrement
25 évaluée à l'aide des dispositifs informatiques optiques décrits ici. L'échantillon comprend la caractéristique d'intérêt, tel qu'il est défini ci-dessus, et peut être un quelconque fluide, tel que défini ici, ou autrement une quelconque substance ou matériau solide tel que, sans limitation, des formations rocheuses, du béton, ou d'autres surfaces solides, etc.

[0019] Tel qu'il est utilisé ici, le terme « interaction optique » ou des variations de
30 celui-ci décrit la réflexion, la transmission, la dispersion, la diffraction, le rayonnement, le re-rayonnement ou l'absorption du rayonnement électromagnétique sur, à travers ou depuis un ou plusieurs éléments de procédé, tels que des éléments informatiques intégrés. Par conséquent, la lumière à interaction optique décrit la lumière qui a été réfléchie, transmise, dispersée, diffractée ou absorbée par, émise, rayonnée ou re-rayonnée, par ex., à l'aide des

éléments informatiques intégrés, mais peut également s'appliquer à l'interaction avec une substance de l'échantillon.

5 **[0020]** Contrairement aux instruments spectroscopiques classiques, qui mesurent et produisent un spectre électromagnétique d'un échantillon qui nécessite une interprétation pour obtenir un résultat, la sortie ultime des dispositifs informatiques optiques décrits ici est un chiffre réel qui peut être corrélé, d'une certaine façon, à une caractéristique d'un échantillon d'intérêt. En outre, des avantages importants peuvent être réalisés en incluant dans les dispositifs informatiques optiques un ou plusieurs filtres à large bande sélectifs selon l'angle qui réduisent ou éliminent les réflexions de lumière parasite qui pourraient interférer avec le signal de sortie apparenté à une caractéristique de l'échantillon. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « filtre à large bande sélectif selon l'angle » (« BASF ») décrit un filtre qui filtre la lumière à large bande par rapport à un angle d'incidence. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « angle d'incidence » décrit l'angle que fait un rayon incident de rayonnement électromagnétique perpendiculairement à une surface.

15 **[0021]** En outre, des avantages importants peuvent être obtenus en combinant les sorties provenant de deux ou de plusieurs éléments informatiques intégrés et/ou de deux ou plusieurs BASF à l'intérieur d'un seul dispositif informatique optique, les uns avec les autres, tel qu'il sera décrit ci-dessous, lors de l'analyse d'un échantillon. Spécifiquement, dans certains cas, une précision de détection significativement augmentée peut être obtenue. L'un quelconque des procédés décrits ici peut être réalisé en combinant les sorties de deux ou plusieurs éléments informatiques intégrés et/ou de deux ou plusieurs BASF, les uns avec les autres. Les éléments informatiques intégrés et/ou les BASF dont les sorties sont combinées peuvent être associés ou dissociés d'une caractéristique d'intérêt, afficher une réponse positive ou négative lors de l'analyse de la caractéristique d'intérêt, ou d'une quelconque combinaison de ceux-ci.

25 **[0022]** Comme il a été mentionné ci-dessus, la simplicité opérationnelle des dispositifs informatiques optiques les rend robustes et bien appropriés pour des environnements de terrain ou de procédé, y compris le déploiement à l'intérieur d'une formation souterraine. Par exemple, les dispositifs informatiques optiques décrits ici peuvent analyser des fluides couramment rencontrés dans l'industrie du pétrole et du gaz, y compris lors du déploiement à l'intérieur d'une formation souterraine.

30 **[0023]** Un avantage important et particulier des dispositifs informatiques optiques divulgués ici est qu'ils peuvent être configurés pour spécifiquement détecter et/ou mesurer une caractéristique d'un échantillon, permettant ainsi des analyses qualitatives et/ou

quantitatives des caractéristiques sans avoir à entreprendre une procédure de traitement d'échantillon chronophage, ou sans enregistrement et traitement du spectre électromagnétique de l'échantillon. Avec des capacités d'analyse rapides à disposition, les exemples de systèmes et procédés décrits ici peuvent permettre la détermination du pourcentage d'une caractéristique d'un échantillon de sorte qu'un opérateur puisse déterminer si la caractéristique se trouve à l'intérieur d'une fourchette donnée de limite acceptable ou non. Si la caractéristique de l'échantillon se trouve à l'extérieur de la fourchette de limite acceptable (généralement trop élevé), alors des actions correctives doivent être posées. L'utilisation des dispositifs informatiques optiques décrits ici pour détecter une caractéristique d'un échantillon peut également être bénéfique pour permettre la collecte et l'archivage des informations concernant de tels échantillons pour des opérations données, en association avec des informations opérationnelles, afin d'optimiser les opérations ultérieures, etc.

[0024] Dans certains modes de réalisation, la présente divulgation décrit un dispositif informatique optique comprenant une source de rayonnement électromagnétique qui émet un rayonnement électromagnétique dans un train optique. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « train optique » décrit le trajet que prend le rayonnement électromagnétique provenant d'une source et se terminant au niveau d'un détecteur. À l'intérieur du train optique, un échantillon, un ICE et un BASF sont positionnés dans une quelconque configuration. C'est-à-dire, l'échantillon peut être placé avant ou après l'ICE, l'ICE peut être placé avant ou après le BASF et le BASF peut être placé avant ou après l'échantillon. En outre, plusieurs ICE et/ou plusieurs BASF peuvent se trouver dans le train optique, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation.

[0025] Les exemples de systèmes et de procédés décrits ici comprennent au moins un dispositif informatique optique configuré pour mesurer au moins une caractéristique d'un échantillon, tel que dans un trajet de flux qui peut se trouver dans une formation souterraine (*par ex.*, un puits de forage). Dans certains modes de réalisation, les dispositifs informatiques optiques appropriés pour une utilisation dans les exemples de systèmes et de procédés décrits ici peuvent être mobiles ou portables.

[0026] Conformément aux modes de réalisation décrits ici, un dispositif informatique optique peut comprendre une source de rayonnement électromagnétique, au moins un élément de traitement (*par ex.*, un ICE), au moins un BASF et au moins un détecteur placé pour recevoir la lumière à interaction optique après son interaction avec l'au moins un ICE, l'au moins un BASF et un échantillon, dans une quelconque combinaison. Cependant, dans au moins un mode de réalisation, la source de rayonnement

électromagnétique peut être omise et, au lieu de cela, le rayonnement électromagnétique peut provenir de l'échantillon lui-même. Dans certains modes de réalisation, les exemples de dispositifs informatiques optiques peuvent être spécifiquement configurés pour détecter, analyser et mesurer quantitativement une caractéristique donnée d'un échantillon, telle qu'une concentration d'un composant de l'échantillon ou d'autres caractéristiques qui sont présentées plus en détail ci-dessous. Dans d'autres modes de réalisation, les dispositifs informatiques optiques peuvent être des dispositifs optiques polyvalents, avec traitement post-acquisition (*par ex.*, par des moyens informatiques) qui est spécifiquement utilisé pour détecter la caractéristique de l'échantillon.

10 **[0027]** Les dispositifs informatiques optiques décrits dans le présent document associent l'avantage de la puissance, de l'exactitude et de la précision associées aux spectromètres de laboratoire, tout en étant extrêmement robustes et appropriés pour une utilisation de terrain. En outre, les dispositifs informatiques optiques peuvent réaliser des calculs (analyses) en temps réel ou en temps quasi réel sans nécessité de traitement
15 d'échantillons chronophage. À cet égard, les dispositifs informatiques optiques peuvent être spécifiquement configurés pour détecter et analyser des caractéristiques données d'un échantillon. Dans certains modes de réalisation, la sortie détectée peut être convertie en courant ou un voltage qui est distinctive de la grandeur de la caractéristique de l'échantillon.

[0028] Le dispositif informatique optique de la présente divulgation fonctionne en
20 faisant la différenciation entre des signaux optiques (ou voltage) apparentés à une caractéristique d'un échantillon et les signaux interférants (*par ex.*, lumière parasite ou signaux « fantômes »). Une telle lumière parasite (également appelée « réflexions de lumière parasite » et « réflexion de rayonnement parasite » ici) décrit un signal optique qui n'est pas apparenté à l'échantillon d'intérêt, et qui aurait une tendance à varier le signal souhaité
25 transmis à travers le train optique et correspondant à l'échantillon ou à la caractéristique de celui-ci. Si elle n'est pas efficacement réduite ou autrement empêchée, la lumière parasite pourrait faire varier de façon adverse le rayonnement électromagnétique détecté, entraînant une exactitude, une précision, une sensibilité et une limite de détection sensiblement réduites. Les anciens moyens permettant de réduire la lumière parasite reposaient sur les techniques de
30 masquage physique, les ouvertures et les écrans, par exemple. Cependant, les modes de réalisation décrits ici associent, de façon synergique, un ou plusieurs éléments informatiques intégrés et un ou plusieurs filtres de sélection de large bande pour réduire ou éliminer la lumière parasite et augmenter la sensibilité et le signal de sortie des dispositifs informatiques

optiques qui les contiennent (*par ex.*, réduire le rapport signal sur bruit), en comparaison à d'autres moyens utilisés précédemment.

5 [0029] Les dispositifs informatiques optiques peuvent être configurés pour détecter non seulement la composition et les concentrations d'un échantillon, mais ils peuvent également être configurés pour déterminer les propriétés physiques et d'autres caractéristiques de l'échantillon également, en se basant sur l'analyse du rayonnement électromagnétique provenant du train optique comprenant l'échantillon. Par exemple, les dispositifs informatiques optiques peuvent être configurés pour déterminer la concentration de l'échantillon et pour corrélérer la concentration déterminée à une caractéristique de l'échantillon
10 en utilisant des moyens de traitement appropriés. Comme il sera compris, les dispositifs informatiques optiques peuvent être configurés pour détecter autant de caractéristiques que souhaité pour un échantillon donné. Tout ce qui est nécessaire pour accomplir la surveillance de multiples caractéristiques d'intérêt est l'incorporation de moyens de traitement et de détection appropriés à l'intérieur du dispositif informatique optique pour chaque
15 caractéristique d'intérêt (*par ex.*, concentration d'un analyte, etc.). Dans certains modes de réalisation, les propriétés de l'échantillon peuvent être déterminées en utilisant une combinaison de caractéristiques d'intérêt (*par ex.*, une combinaison linéaire, non-linéaire, logarithmique et/ou exponentielle). Par conséquent, plus le nombre de caractéristiques détectées et analysées en utilisant les dispositifs informatiques optiques est élevé, plus grande
20 sera la précision avec laquelle les propriétés de l'échantillon seront déterminées. Par ex., les propriétés d'un échantillon qui peuvent être déterminées en utilisant les dispositifs informatiques optiques décrits ici peuvent comprendre, sans limitation, la concentration absolue de l'analyte, les rapports relatifs de deux ou plusieurs analytes, la présence ou l'absence d'un analyte, etc., et toute combinaison de ceux-ci.

25 [0030] Les dispositifs informatiques optiques décrits ici utilisent le rayonnement électromagnétique pour faire des calculs, contrairement aux circuits câblés des processeurs électroniques conventionnels. Lorsque le rayonnement électromagnétique interagit avec un échantillon, des informations physiques et chimiques uniques concernant l'échantillon peuvent être codées dans le rayonnement électromagnétique qui est réfléchi de, transmis à
30 travers ou émis dans un train optique comprenant l'échantillon. Les dispositifs informatiques optiques décrits ici sont capables d'extraire des informations de l'empreinte spectrale de multiples caractéristiques d'un échantillon, et de convertir ces informations en une sortie détectable concernant les propriétés globales du matériau d'intérêt surveillé. C'est-à-dire, à travers des configurations appropriées des dispositifs informatiques optiques, le rayonnement

électromagnétique associé aux caractéristiques d'intérêt peut être séparé du rayonnement électromagnétique associé à tous les autres composants du matériel d'intérêt afin d'estimer les propriétés de la substance surveillée (*par ex.*, un contaminant) en temps réel ou en temps quasi réel, particulièrement par opération synergique de l'un ou de plusieurs ICE et d'un ou de plusieurs BASF comprenant les dispositifs informatiques optiques.

[0031] Les éléments de traitement utilisés dans les exemples de dispositifs informatiques optiques décrits ici peuvent être caractérisés sous forme d'éléments informatiques intégrés (ICE). Chaque ICE est capable de distinguer le rayonnement électromagnétique qui a interagi de façon optique avec un échantillon dans un train optique provenant d'un autre rayonnement électromagnétique. En se référant à la FIG. 1, un exemple d'ICE 100 approprié est illustré pour une utilisation dans des dispositifs informatiques optiques utilisés dans les systèmes et les procédés décrits ici. Comme il est illustré, l'ICE 100 peut comprendre une pluralité de couches alternantes 102 et 104, telles que la silicone (Si) et le SiO₂ (quartz), respectivement. En général, les couches 102, 104 sont constituées de matériaux dont l'indice de réfraction est élevé ou faible, respectivement. D'autres exemples pourraient comprendre le niobia et le niobium, le germanium et le germania, le MgF, le SiO_x, et d'autres matériaux d'indice élevé ou faible connus dans le domaine. Les couches 102, 104 peuvent être stratégiquement déposées sur un substrat optique 106. Dans certains modes de réalisation, le substrat optique 106 est le verre optique BK-7. Dans d'autres modes de réalisation, le substrat optique 106 peut être un autre type de substrat optique, tel que le quartz, le saphir, la silicone, le germanium, le séléniure de zinc, le sulfure de zinc ou divers plastics tels que le polycarbonate, le polyméthylméthacrylate (PMMA), le chlorure polyvinylique (PVC), le diamant, les céramiques, des combinaisons de ceux-ci, etc.

[0032] À l'autre extrémité (*par ex.*, à l'opposé du substrat optique 106 dans la FIG. 1), l'ICE 100 peut comprendre une couche 108 qui est généralement exposée à l'environnement du dispositif ou de l'installation. Le nombre de couches 102, 104 et l'épaisseur de chaque couche 102, 104 sont calculés à partir des attributs spectraux acquis à partir d'une analyse spectroscopique d'une caractéristique d'intérêt à l'aide d'un instrument spectroscopique classique. Le spectre d'intérêt d'une caractéristique d'intérêt donnée comprend généralement un quelconque nombre de différentes longueurs d'onde. Il doit être noté que l'exemple d'ICE 100 de la FIG. 1 ne représente pas en fait une quelconque caractéristique d'intérêt, mais il est donné dans un but illustratif seulement. Par conséquent, le nombre de couches 102, 104 et leur épaisseur relative, sont donnés dans la FIG. 1, et ne comportent aucune corrélation à une quelconque caractéristique d'intérêt donnée. Les couches

102, 104 et leurs épaisseurs relatives ne sont pas non plus nécessairement dessinées à l'échelle, et ne doivent donc pas être considérées comme limitant la présente divulgation. En outre, les spécialistes du domaine reconnaîtront que les matériaux qui composent chaque couche 102, 104 (*c.-à-d.*, Si et SiO₂) peuvent varier, selon l'application, le coût des matériaux et/ou l'applicabilité des matériaux à la substance surveillée.

[0033] Dans certains modes de réalisation, le matériau de chaque couche 102, 104 peut être dopé ou deux ou plusieurs matériaux peuvent être combinés d'une façon à obtenir la caractéristique optique souhaitée. En sus des solides, l'exemple d'ICE 100 peut également contenir des liquides et/ou des gaz, éventuellement en association avec des solides, afin de produire une caractéristique optique souhaitée. Dans le cas de gaz et de liquide, l'ICE 100 peut contenir un récipient correspondant (non illustré) qui contient les gaz ou les liquides. Des exemples de variations de l'ICE 100 peuvent également comprendre des éléments optiques holographiques, des quadrillages/réseaux, des dispositifs piézo-électriques, un conduit de lumière, un conduit de lumière numérique (DLP), des dispositifs de facteurs moléculaires, des atténuateurs optiques variables et/ou des éléments acousto-optiques, par ex., qui peuvent créer des propriétés de transmission, de réflexion et/ou d'absorption d'un matériel d'intérêt ou d'un contaminant.

[0034] Les multiples couches 102, 104 démontrent des indices de réfraction différents. En sélectionnant correctement les matériaux des couches 102, 104 et leur épaisseur et espacement relatifs, l'ICE 100 peut être configuré pour transmettre/réfléchir/réfracter sélectivement des fractions prédéterminées du rayonnement électromagnétique à différentes longueurs d'onde. On attribue à chaque longueur d'onde un facteur de pondération ou de charge prédéterminé. L'épaisseur et l'espacement des couches 102, 104 peuvent être déterminés en utilisant une diversité de procédés d'approximation à partir du spectrographe de la caractéristique d'intérêt. Ces procédés peuvent comprendre la transformée de Fourier (IFT) du spectre de transmission optique et la structuration de l'ICE 100 sous forme de représentation physique de l'IFT. Les approximations convertissent l'IFT en une structure basée sur des matériaux connus avec des indices de réfraction constants.

[0035] Les pondérations que les couches 102, 104 de l'ICE 100 appliquent à chaque longueur d'onde sont réglées sur les pondérations de régression décrites par rapport à une équation connue, ou des données, ou une signature spectrale. Brièvement, l'ICE 100 peut être configuré pour réaliser le produit scalaire du faisceau lumineux d'entrée dans l'ICE 100 au niveau d'un vecteur de régression chargé représenté par chaque couche 102, 104 pour

chaque longueur d'onde. Par conséquent, l'intensité lumineuse de sortie intégrée de l'ICE 100 est apparentée à la caractéristique d'intérêt.

[0036] Le BASF de la présente divulgation peut être utilisé à un quelconque emplacement du train optique, décrit plus en détail ci-dessous, pour refléter le rayonnement électromagnétique parasite, augmentant ainsi le signal dans le train optique apparenté à l'échantillon ou à la caractéristique d'intérêt de l'échantillon qui est reçu au niveau d'un détecteur. Spécifiquement, le BASF transmet le rayonnement électromagnétique qui reflète une ou plusieurs réflexions de la lumière parasite à des angles qui ne sont pas coïncidants avec l'angle incident cible. En outre, étant donné que l'indice de réfraction de plusieurs types d'échantillons peut ne pas être hautement sensible à la longueur d'onde, l'angle incident cible peut être le même pour une large bande de fréquences utilisant le même BASF. Le BASF reflète tout ou sensiblement tout le rayonnement électromagnétique se propageant à des angles qui ne sont pas coïncidants avec l'angle incident cible. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « sensiblement » veut dire grandement, mais pas nécessairement totalement.

[0037] Tout BASF peut être utilisé dans le train optique conformément au procédé de la présente divulgation. Dans certains modes de réalisation, la capacité d'un BASF de refléter la lumière parasite et de transmettre des signaux à un angle d'incidence cible peut dépendre grandement de l'existence de bandes optiques interdites dans le BASF qui empêchent la propagation de la lumière à des fréquences données et la transmission de ceux-ci à un angle d'incidence, et la capacité des hétérostructure photoniques d'élargir de telles bandes interdites. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « bande interdite » et des variants grammaticaux de celui-ci, décrit les fourchettes de fréquence photonique dans lesquelles aucun photon ne peut être transmis à travers un matériau. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « hétérostructures photoniques » (ou simplement « hétérostructures ») décrit un empilement de matériaux photoniques (*par ex.*, des cristaux photoniques) ayant différents indices de réfraction optiques. Dans certains modes de réalisation, les hétérostructures décrites ici peuvent être formées en utilisant des empilements de quart d'onde ayant divers indices de réfraction, chacun ayant une épaisseur d'un quart de longueur d'onde optique.

[0038] « L'indice de réfraction » d'un matériau (*par ex.*, un échantillon d'intérêt) d'un milieu optique est un nombre sans dimension qui décrit l'ampleur de la courbure, ou de la réfraction, du rayonnement électromagnétique lorsqu'il se propage à travers un matériau. L'indice de réfraction (n) d'un matériau est déterminé par l'équation 1 :

$$n = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$$

Équation 1,

dans laquelle ϵ_r représente la permittivité relative du matériau, et μ_r représente la perméabilité relative du matériau. La permittivité relative et la perméabilité relative d'un matériau sont dépendantes de la fréquence et, donc, de la longueur d'onde. Généralement, pour la plupart des matériaux naturels, la perméabilité relative d'un matériau est sensiblement égale à un (l'entier 1) à des fréquences optiques (même si ce n'est pas toujours le cas) et, par conséquent, les indices de réfraction variables du matériau photonique (*par ex.*, le cristal photonique) dans les hétérostructures décrites ici peuvent être sensiblement basés, ou totalement basés, sur la permittivité relative du matériau.

[0039] En se référant maintenant à la FIG. 2, qui illustre une hétérostructure photonique représentative 200 qui peut être utilisée pour former le BASF rotatif de la présente divulgation. L'hétérostructure 200 est formée à partir de couches alternantes de matériau photonique à indice élevé 204 et de matériau photonique à faible indice 206. Comme il est illustré par les lignes pointillées 208, le nombre de couches du matériau photonique à indice élevé 204 et du matériau photonique à faible indice 206 peut varier selon le modèle de l'hétérostructure 200. Par ex., les couches de l'hétérostructure 200 peuvent comprendre plus d'environ 5 bicouches, une bicouche comprenant une couche de matériau à indice élevé 204 et une couche de matériaux à faible indice 206. C.-à-d., le nombre de bicouches n'est pas limité selon les procédés de la présente divulgation. Dans certains modes de réalisation, le nombre de bicouches dans l'empilement de quart d'ondes 202 peut se situer entre une limite inférieure d'environ 5 bicouches, 10 bicouches, 20 bicouches, 30 bicouches, 40 bicouches, 50 bicouches, 60 bicouches, 70 bicouches, 80 bicouches, 90 bicouches, 100 bicouches, 110 bicouches, 120 bicouches, 130 bicouches, 140 bicouches, 150 bicouches, 160 bicouches, 170 bicouches, 180 bicouches, 190 bicouches, 200 bicouches, 210 bicouches, 220 bicouches, 230 bicouches, 240 bicouches et 250 bicouches jusqu'à une limite supérieure d'environ 500 bicouches, 490 bicouches, 480 bicouches, 470 bicouches, 460 bicouches, 450 bicouches, 440 bicouches, 430 bicouches, 420 bicouches, 410 bicouches, 400 bicouches, 390 bicouches, 380 bicouches, 370 bicouches, 360 bicouches, 350 bicouches, 340 bicouches, 330 bicouches, 320 bicouches, 310 bicouches, 300 bicouches, 290 bicouches, 280 bicouches, 270 bicouches, 260 bicouches et 250 bicouches, englobant toute valeur et tout sous-ensemble entre les deux, pair ou impair. Dans certains modes de réalisation, chacune des couches ou bicouches peuvent additionnellement comprendre des bicouches pour raffiner davantage les bandes interdites souhaitées pour un BASF donné comprenant l'hétérostructure 200.

[0040] Au fur et à mesure qu'un nombre croissant de bicouches de matériau photonique à indice élevé 204 et de matériau photonique à faible indice 206 est ajouté, la

transmission de certains angles incidents du rayonnement électromagnétique diminue, augmentant ainsi la réflexion de ces angles incidents. Comme il est illustré, l'hétérostructure 200 comprend des couches alternantes de bicouches de matériau photonique à indice élevé 204 et de matériau photonique à faible indice 206 ; cependant, dans d'autres modes de réalisation, l'hétérostructure 200 peut comporter des couches de matériau photonique (ou des bicouches, ou des couches comprenant une ou plusieurs bicouches) qui représentent une série géométrique d'indice de réfraction, de sorte que les indices de réfraction des couches augmentent ou diminuent géométriquement, modifiant ainsi également la bande interdite pour les longueurs d'onde données du rayonnement électromagnétique.

10 **[0041]** Comme illustré, l'hétérostructure 200 comprend des piles à 1:1 (*c.-à-d.*, des bicouches) ayant une épaisseur égale, telle qu'une épaisseur optique égale (*par ex.*, une épaisseur d'un quart d'une longueur d'onde optique). Cependant, des empilements d'ordre plus élevé peuvent également être appropriés pour une utilisation comme BASF de la présente divulgation. Par ex., un empilement à 2:1 ou à 3:1 peut être approprié pour un matériau photonique à indice élevé 204:matériau photonique à faible indice 206, ou de matériau photonique à faible indice 206:matériau photonique à indice élevé 204. D'autres empilements d'ordre plus élevé peuvent également être utilisés, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation. En outre, l'empilement double ou triple d'un type de matériau photonique peut être effectivement une couche unique avec une épaisseur augmentée. Dans ces empilements supérieurs, le rapport entre l'épaisseur optique du matériau photonique à indice élevé et du matériau photonique à faible indice peut être ajusté en de multiples entiers, par ex., en réduisant l'épaisseur du matériau photonique à indice élevé tout en préservant les bandes interdites spectrales souhaitées.

25 **[0042]** Dans certains modes de réalisation, on peut faire varier la taille, l'épaisseur ou la forme de deux matériaux photoniques dans une hétérostructure formant un BASF selon la présente divulgation afin d'obtenir une bande interdite souhaitée. Par exemple (non-illustré), une deuxième couche A peut être placée de sorte qu'il ait une taille plus petite qu'une première et une troisième couches B qui entourent la couche A. La deuxième couche A peut avoir une bande interdite photonique qui se trouve dans la bande interdite photonique de la première et de la troisième couches B. Par conséquent, le rayonnement électromagnétique ayant une longueur d'onde à l'extérieur de la bande interdite de la couche A mais à l'intérieur de la bande interdite de la couche B sera réfléchi par les couches B et ainsi maintenu à l'intérieur de la couche A.

[0043] Dans certains modes de réalisation, les matériaux formant les couches de l'hétérostructure 200 pour former un BASF peuvent être un quelconque matériau cristallin photonique comprenant des matériaux isotrope et anisotrope, qui peuvent être alternés ou placés d'une autre façon les uns par rapport aux autres dans les couches formant

5 hétérostructure 200. Les couches cristallines photoniques peuvent comprendre, sans limitation, un composé à base de silicone (*par ex.*, le dioxyde de silicone, la silicone, etc.), un composé à base de tantale (*par ex.*, le pentaoxyde de tantale, etc.), un composé semi-conducteur de Groupe III-V (*par ex.*, arséniure de gallium, arséniure d'indium-gallium, phosphore d'indium, etc.), un composé métallique de Groupe IVB (*par ex.*, l'oxyde de titane,

10 l'oxyde de zirconium, l'oxyde de hafnium, etc.), un élément diélectrique, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

[0044] En se référant maintenant à la FIG. 3, qui montre un organigramme qui illustre de façon non-mécanistique la façon dont un dispositif informatique optique 300 peut différencier le rayonnement électromagnétique apparenté à une caractéristique d'intérêt dans

15 un échantillon d'autre rayonnement électromagnétique, et la façon dont un BASF peut différencier entre un rayonnement électromagnétique à un angle incident cible d'un rayonnement électromagnétique qui n'est pas coïncidant avec un angle incident cible. Comme le démontre la FIG. 3A, après avoir été éclairé par le rayonnement électromagnétique, un échantillon 302 produit une sortie de rayonnement électromagnétique

20 (*par ex.*, une lumière qui a interagit avec l'échantillon), une partie duquel étant un rayonnement électromagnétique 304 correspondant à la caractéristique d'intérêt et caractérisé par un angle incident cible, et une partie duquel est un rayonnement électromagnétique de fond 306 qui peut correspondre à d'autres caractéristiques de l'échantillon 302 ou un rayonnement électromagnétique de fond.

[0045] La lumière qui a interagit avec l'échantillon 304 et 306 peut, dans certains modes de réalisation, rencontrer un BASF 308 (illustré en ombragé). Le premier BASF 308 peut permettre à la lumière qui a interagit avec l'échantillon 304 correspondant à la caractéristique d'intérêt et à un angle incident cible de transmettre à travers celui-ci tout en réfléchissant la lumière 306 qui n'est pas coïncidant avec l'angle incident cible, formant ainsi

30 une lumière réfléchie 306a et l'éloignant du dispositif informatique optique 300. Par conséquent, le premier BASF 308 peut être utilisé dans le dispositif informatique optique 300 afin de restreindre les longueurs d'onde optique et/ou les largeurs de bande du système qui ne sont pas coïncidants avec l'angle incident cible, éliminant ainsi le rayonnement électromagnétique indésirable dans les régions de longueur d'onde qui n'ont pas d'importance.

[0046] Les faisceaux du rayonnement électromagnétique 304 à l'angle incident cible lorsque le premier BASF 308 utilisé frappe le dispositif informatique optique 300 qui contient un exemple d'un ICE 310 dans celui-ci. Dans le mode de réalisation illustrée, l'ICE 310 peut être configuré pour traiter la lumière qui a interagi avec l'échantillon 304 et pour
5 produire un rayonnement électromagnétique modifié 312 et 314. Le rayonnement électromagnétique modifié 312 correspond à un angle incident cible et le rayonnement électromagnétique modifié 314 correspond à un rayonnement électromagnétique (ou simplement « lumière » telle qu'il est utilisé ici) qui n'est pas coïncidant avec l'angle incident cible. Dans certains modes de réalisation, l'angle incident cible provenant de la lumière qui a
10 interagi avec l'échantillon 304 et le rayonnement électromagnétique modifié 312 peut être le même ou différent, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « rayonnement électromagnétique modifié » décrit un rayonnement électromagnétique qui a interagit optiquement avec à la fois un échantillon et un ICE, dans un quelconque ordre. Par ex., comme le démontre la FIG. 3B et tout en se référant à la FIG. 3A,
15 dans certains cas, le dispositif informatique optique 301 peut être configuré de sorte que l'ICE 310 peut être située avant l'échantillon 302 dans le train optique, dans lequel le rayonnement électromagnétique 304 interagit d'abord optiquement avec l'ICE 310 pour générer un rayonnement à interaction optique (*par ex.*, lumière qui a interagit avec ICE) dans le train optique, dont une partie est le rayonnement électromagnétique 304 correspondant à la
20 caractéristique d'intérêt et caractérisé par un angle incident cible, et dont une partie est le rayonnement électromagnétique de fond 306 qui pourrait correspondre à d'autres caractéristiques de l'échantillon 302 ou à d'autres rayonnements électromagnétiques de fond. Ensuite, le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'échantillon 302 pour générer le rayonnement électromagnétique modifié 312, 314 dans le train optique. Un
25 ou plusieurs BASF (deux sont illustrés) 308, 316 peuvent additionnellement être positionnés dans le train optique pour réfléchir la lumière 306a, 314a à divers points le long du train optique. Le rayonnement électromagnétique modifié 312 peut être transmis vers le détecteur 318. Dans d'autres modes de réalisation, comme le démontre la FIG. 3A, l'ICE 310 est situé dans le train optique après l'échantillon 302, le rayonnement électromagnétique 304
30 interagissant d'abord optiquement en premier avec l'échantillon 302 pour générer un rayonnement à interaction optique (*par ex.*, lumière qui a interagi avec l'échantillon), et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'ICE 310 pour générer le rayonnement électromagnétique modifié 312, 314 dans le train optique. C.-à-d., l'ordre de l'échantillon 302 par rapport à l'ICE 310 dans le train optique n'est pas limitant et

n'interfère pas avec la capacité du dispositif informatique optique 300 de détecter une caractéristique d'intérêt dans l'échantillon 302.

[0047] Comme le démontre la FIG. 3A, dans certains modes de réalisation, un deuxième BASF 316 peut être positionné dans le train optique après l'ICE 310 pour
5 transmettre le rayonnement électromagnétique modifié 312 qui se trouve à l'angle incident cible et pour réfléchir le rayonnement électromagnétique modifié 314 qui n'est pas coïncidant avec l'angle incident cible, formant ainsi une lumière réfléchie 314a et l'éloignant du détecteur 318. Le premier BASF 308 et le deuxième BASF 316 peuvent être sensiblement ou
10 totalement semblables (*par ex.*, du même matériau, de la même taille de couche, orienté vers le même angle incident cible, etc.) ou peuvent être sensiblement différents, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation. Le type de BASF sélectionné peut dépendre de l'angle incident cible souhaité au niveau d'un quelconque emplacement donné dans le train optique, qui peut lui-même dépendre du type d'échantillon 302, de la caractéristique d'intérêt de
15 l'échantillon 302, de l'ordre de contact du rayonnement électromagnétique avec les divers composants du dispositif informatique optique 300, etc. En outre, le premier BASF 308 ou le deuxième BASF 316 peuvent chacun être utilisés dans le train optique seul ou en association l'un avec l'autre. En outre, d'autres BASF (*par ex.*, 308, 316) peuvent se trouver dans le train optique à un quelconque emplacement, pour un réglage minutieux de la transmission de
20 l'angle incident cible et pour réfléchir la lumière parasite qui n'est pas coïncidant avec l'angle incident cible. Par exemple, un BASF peut se trouver dans le train optique entre la source du rayonnement électromagnétique et l'échantillon, entre l'échantillon et l'ICE, entre l'ICE et le détecteur, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

[0048] Le rayonnement électromagnétique modifié 312 peut être transmis vers le détecteur 318 pour l'analyse et la quantification. Dans certains modes de réalisation, le
25 détecteur 318 peut être configuré pour produire un signal de sortie sous la forme d'un voltage ou courant qui correspond à une caractéristique d'intérêt donnée de l'échantillon 302. Dans au moins un mode de réalisation, le signal produit par le détecteur 318 et la caractéristique de l'échantillon 302 (*par ex.*, concentration d'un analyte de l'échantillon 302) peut être directement proportionnel. Dans d'autres modes de réalisation, la relation peut être une
30 fonction polynomiale, une fonction exponentielle et/ou une fonction logarithmique. La lumière parasite réfléchie 306a, 314a, qui peut être apparentée à d'autres caractéristiques de l'échantillon 302 ou une lumière non-apparentée à l'échantillon 302 peut être éloignée du détecteur 318. Dans des configurations alternatives (non illustrées), l'ICE 310 et/ou les BASF 308, 316 peuvent être configurés de sorte que la lumière à interaction optique réfléchie 306a,

314a peut être apparentée à une caractéristique de l'échantillon 302, et le rayonnement transmis à interaction optique et/ou modifié 304, 312 peut être apparenté à une autre caractéristique de l'échantillon 302, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation, et la lumière réfléchie à interaction optique 306a, 314a peut être transmise vers un au détecteur
5 (non-illustré) pour analyse et quantification.

[0049] Dans certains modes de réalisation, la lumière réfléchie à interaction optique 306a, 314a peut être apparentée aux caractéristiques de l'échantillon 302 qui ne sont pas d'intérêt ou, dans certains cas, peut être apparentée à des déviations radiantes comprenant, par ex., des fluctuations de l'intensité du rayonnement électromagnétique, des fluctuations
10 interférentes (*par ex.*, de la poussière ou d'autres éléments interférants qui passent devant une source de rayonnement électromagnétique), les revêtements sur les fenêtres comprises avec le dispositif informatique optique 300 (*par ex.*, fenêtres d'échantillonnage), des combinaisons de ceux-ci, etc.

[0050] La ou les caractéristiques d'intérêt qui sont analysées avec le dispositif
15 informatique optique 300 peuvent également être traitées et/ou analysées informatiquement pour obtenir des informations de caractérisation supplémentaire concernant l'échantillon 302, ou un analyte de celui-ci. Dans certains modes de réalisation, l'identification et la concentration d'un ou de plusieurs analytes d'un échantillon 302 peuvent être utilisées pour prédire certaines caractéristiques physiques de l'échantillon 202, ou d'un analyte de celui-ci.
20 Par exemple, la quantité de l'échantillon 202 peut être évaluée pour déterminer, par ex., s'il est présent dans des limites acceptables. Par conséquent, lorsqu'un ou plusieurs dispositifs informatiques optiques 300 sont utilisés selon les procédés décrits ici pour détecter une caractéristique d'intérêt de l'échantillon 302, des fourchettes de limite acceptable différentes peuvent s'appliquer à une ou plusieurs caractéristiques.

[0051] Dans certains modes de réalisation, la grandeur de la caractéristique d'intérêt déterminée à l'aide du dispositif informatique optique 300 peut être fournie à un algorithme fonctionnant sous contrôle informatique. L'algorithme peut être configuré pour déterminer si l'échantillon 302 ou la caractéristique d'intérêt de l'échantillon 302 se trouve dans les limites acceptables programmées, qui peuvent être diminuées en fonction d'une
30 opération donnée. Dans certains modes de réalisation, l'algorithme peut produire une sortie qui est lisible par un opérateur qui peut manuellement poser les actions appropriées, s'il y a lieu, en se basant sur la sortie rapportée. Dans certains modes de réalisation, l'algorithme peut orienter l'opérateur sur la façon de poser des actions correctives (*par ex.*, la façon d'amener la quantité de l'échantillon 302 ou de la caractéristique d'intérêt de l'échantillon 302 à l'intérieur

des limites acceptables). Dans d'autres modes de réalisation, l'algorithme peut prendre un contrôle proactif du procédé (*par ex.*, arrêter des opérations, altérer une composition comprenant l'échantillon 302 ou la caractéristique d'intérêt de l'échantillon 302, etc.). On doit reconnaître que l'algorithme (*par ex.*, un réseau neural artificiel) peut être calibré en utilisant des échantillons ayant des caractéristiques d'intérêt prédéterminées, pour ainsi générer une librairie virtuelle. Au fur et à mesure que la librairie virtuelle disponible au réseau neural artificiel s'agrandit, le réseau neural peut devenir plus apte à prédire de façon plus précise l'échantillon 302 ou les caractéristiques d'intérêt de l'échantillon 302. En outre, avec une calibration suffisante, le réseau neural artificiel peut prédire avec plus de précision l'échantillon 302, ou la caractéristique d'intérêt de l'échantillon 302, même en présence d'analytes inconnus.

[0052] Dans certains modes de réalisation, les données recueillies en utilisant les dispositifs informatiques optiques 300 peuvent être archivées avec les données associées aux paramètres opérationnels qui sont enregistrés à un site de travaux. L'évaluation de la performance du travail peut ensuite être réalisée et améliorée pour les opérations futures ou de telles informations peuvent être utilisées pour concevoir des opérations ultérieures. En outre, les données et les informations peuvent être communiquées (sur fil ou sans fil) à un emplacement distant par un système de communication (*par ex.*, satellites de communication ou communication en réseau étendu) pour d'autres analyses. Le système de communication peut également permettre une surveillance à distance. Un contrôle automatisé avec un système de communication de longue portée peut également faciliter la performance des opérations de travaux distants. En particulier, le réseau neural artificiel peut être utilisé dans certains modes de réalisation pour faciliter la performance des opérations de travaux distants. C'est à dire, les opérations de travaux distants peuvent être réalisées automatiquement dans certains modes de réalisation. Dans d'autres modes de réalisation, cependant, des opérations de travaux distants peuvent se produire sous contrôle direct de l'opérateur, lorsque l'opérateur ne se trouve pas au site des travaux (*par ex.*, par la technologie sans fil).

[0053] En se référant maintenant à la FIG. 4, qui illustre un exemple d'un système 400 permettant de surveiller ou de déterminer une caractéristique donnée d'un échantillon 402, selon un ou plusieurs modes de réalisation. Dans le mode de réalisation illustré, l'échantillon 402 peut se trouver à l'intérieur d'un trajet de flux 404, même si l'échantillon 402 doit être mis dans un logement à l'intérieur du trajet de flux 404 pour respecter les modes de réalisation décrits ici. Le trajet de flux 404 peut être, *par ex.*, une partie d'une chambre de l'échantillon dans un testeur de formation, ou une partie d'un puits de forage, etc.

L'échantillon 402 peut s'écouler ou se mouvoir dans le trajet de flux 404 et peut s'écouler dans une direction générale indiquée par les flèches A (*c.-à-d.*, en amont ou en aval). Il sera compris, cependant, que le trajet de flux 404 peut être dans une quelconque direction, par ex., une direction circulaire, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation.

5 **[0054]** Le système 400 peut comprendre au moins un dispositif informatique optique 406 qui peut être semblable, dans certains aspects, au dispositif informatique optique 300 des FIG. 3A,B. Même s'il n'est pas illustré, le dispositif 406 peut être mis à l'intérieur d'un boîtier ou d'un logement configuré pour sensiblement protéger les composants internes du dispositif 406 des dommages ou de la contamination provenant de l'environnement
10 externe. Le logement peut mécaniquement coupler ou placer en communication le dispositif 406 et le flux trajet de flux 404, avec, par ex., des fixations mécaniques, des techniques de brasage ou de soudage, des adhésifs, des aimants, d'autres dispositifs de fixation, des combinaisons de ceux-ci, etc.

[0055] Comme il est décrit plus en détail ci-dessous, le dispositif informatique
15 optique 406 peut être utile pour la détermination d'une caractéristique donnée d'un échantillon 402, telle qu'une caractéristique dans le trajet de flux 404. Par ex., la caractéristique de l'échantillon 402 peut être la concentration d'un analyte présent dans l'échantillon 402. Dans certains modes de réalisation, le dispositif 406 peut comprendre une source de rayonnement électromagnétique 408 configurée pour émettre ou générer un rayonnement
20 électromagnétique 410. La source de rayonnement électromagnétique 408 peut être un quelconque dispositif capable d'émettre ou de générer un rayonnement électromagnétique, tel qu'il est défini ici. Par exemple, la source de rayonnement électromagnétique 408 peut être une ampoule lumineuse, un dispositif électroluminescent (DEL), un laser, un corps noir, un cristal photonique, une source de rayons X, une source de rayons gamma, des combinaisons
25 de celles-ci, etc. Dans certains modes de réalisation, une lentille 412 peut être configurée pour recueillir ou recevoir le rayonnement électromagnétique 410 et pour orienter un faisceau 414 de rayonnement électromagnétique 410 vers l'échantillon 402 dans un train optique. La lentille 412 peut être un quelconque type de dispositif optique configuré pour transmettre ou envoyer le rayonnement électromagnétique 410 comme on le souhaite. Par ex., la lentille 412
30 peut être une lentille normale, une lentille Fresnel, un élément optique dispersif, un élément graphique holographique, un miroir (*par ex.*, un miroir de focalisation), un type de collimateur, ou un quelconque autre type de dispositif de transmission de rayonnement électromagnétique connu des spécialistes du domaine. Dans d'autres modes de réalisation, la lentille 412 peut être omise du dispositif 406 et le rayonnement électromagnétique 410 peut

plutôt être transmis vers l'échantillon 402 directement à partir de la source de rayonnement électromagnétique 408 dans le train optique.

[0056] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le dispositif 406 peut également comprendre une fenêtre d'échantillonnage 416 placée de façon adjacente à ou en contact avec l'échantillon 402 dans un but de détection. La fenêtre d'échantillonnage 416 peut être composée d'une diversité de matériaux transparents, rigides ou semi-rigides qui sont configurés pour permettre la transmission du rayonnement électromagnétique 410 à travers ceux-ci. Par exemple, la fenêtre d'échantillonnage 416 peut être composée de, sans limitation, verres, plastics, semi-conducteurs, matériaux cristallins, matériaux polycristallins, poudre pressée à chaud ou à froid, des combinaisons de ceux-ci, etc. Même si une fenêtre d'échantillon 416 est illustrée comme une partie du système 400 dans la FIG. 4, il sera compris qu'une fenêtre d'échantillon 416 peut être omise du système 400 et le rayonnement électromagnétique 410 peut interagir optiquement avec l'échantillon 402 directement, sans d'abord passer à travers une fenêtre d'échantillon 416, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation.

[0057] Comme il est illustré, après passage à travers la fenêtre d'échantillonnage 416, le rayonnement électromagnétique 410 frappe et interagit optiquement avec l'échantillon 402 dans le trajet de flux 404. Par conséquent, un rayonnement à interaction optique 418 est généré par l'échantillon 402 et réfléchit à partir de celui-ci 402. Cependant, les spécialistes du domaine, comprendront facilement que des variations alternatives du dispositif 406 peuvent permettre au rayonnement à interaction optique 418 d'être généré en étant transmis, dispersé, diffracté, absorbé, émis ou réémis par et/ou à partir de l'échantillon 402, ou un ou plusieurs analytes de l'échantillon 402 sans s'écarter de la portée de la présente divulgation.

[0058] Le rayonnement à interaction optique 418 généré par l'interaction avec l'échantillon 402 peut être orienté ou autrement reçu au niveau d'un ICE 402 placé dans le dispositif 406. L'ICE 420 peut être un composant spectral sensiblement semblable à l'ICE 100 décrit ci-dessus en référence à la FIG. 1. Par conséquent, en fonctionnement, l'ICE 420 peut être configuré pour recevoir le rayonnement à interaction optique 418 et pour produire le rayonnement électromagnétique modifié 422 correspondant à une caractéristique d'intérêt donnée de l'échantillon 402.

[0059] Il convient de noter que, comme il a été précédemment décrit, même si la FIG. 4 illustre l'ICE 420 comme recevant le rayonnement à interaction optique 418 de l'échantillon 402, l'ICE 420 peut être placé à un quelconque point le long du train optique du dispositif 406, sans s'écarter de la portée de la divulgation. Par ex., dans un ou plusieurs

modes de réalisation, l'ICE 420a (représenté en ombragé) peut être placé dans le train optique avant l'échantillon 402 et le dispositif 406 et obtenir également sensiblement les mêmes résultats. Par conséquent, le rayonnement électromagnétique modifié 422 peut être généré en interagissant optiquement avec au moins un ICE et l'échantillon 402 dans un ordre
5 quelconque, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation. Dans d'autres modes de réalisation, la fenêtre d'échantillonnage 416 peut avoir un double rôle à la fois comme fenêtre de transmission et comme ICE (*c.-à-d.*, un composant spectral). Dans encore d'autres modes de réalisation, l'ICE 420 peut générer le rayonnement électromagnétique modifié 322 par réflexion, plutôt que par transmission à travers celui-ci.

10 [0060] En outre, même si un seul l'ICE 420 est illustré dans le dispositif 406, des modes de réalisation sont envisagés ici qui comprennent l'utilisation d'au moins deux composants ICE dans le dispositif 406 configurés pour déterminer, en coopération, les caractéristiques d'intérêt d'un échantillon 402. Par exemple, deux ou plusieurs composants ICE peuvent être placés en série ou en parallèle à l'intérieur du dispositif 406 à un quelconque
15 point le long du train optique et configurés pour recevoir le rayonnement électromagnétique 410 ou le rayonnement à interaction optique 418 pour augmenter les sensibilités et les limites de détection du dispositif 406. Dans d'autres modes de réalisation, deux ou plusieurs composants ICE peuvent être placés sur un ensemble déplaçable, tel qu'un disque rotatif ou un réseau linéaire oscillant, qui se déplace de sorte que les composants ICE individuels
20 puissent être exposés à ou autrement interagir optiquement avec le rayonnement électromagnétique 410 pendant un bref période distincte de temps. Les deux ou plusieurs composants ICE, dans l'un quelconque de ces modes de réalisation, peuvent être configurés pour soit s'associer ou se dissocier de la caractéristique d'intérêt de l'échantillon 402. Dans d'autres modes de réalisation, les deux ou plusieurs composants ICE peuvent être configurés
25 pour être positivement ou négativement corrélés avec la caractéristique d'intérêt.

[0061] Dans certains modes de réalisation, il peut être souhaitable de surveiller plusieurs caractéristiques d'intérêt en même temps à l'aide du dispositif 406. Dans de telles modes de réalisation, diverses configurations pour de multiples composants ICE peuvent être utilisées, dans lesquelles chaque composants ICE est configuré pour détecter une
30 caractéristique d'intérêt donnée et/ou distincte correspondant, par ex., à une caractéristique de l'échantillon 402. Dans certains modes de réalisation, la caractéristique d'intérêt peut être analysée séquentiellement à l'aide de multiples composants ICE dans lesquels un faisceau unique de rayonnement à interaction optique 418 est réfléchi à partir de ou transmis à travers l'échantillon 402. Dans certains modes de réalisation, de multiples composants ICE 320

peuvent être placés sur un disque rotatif, les composants ICE individuels étant seulement exposés au faisceau du rayonnement à interaction optique 418 pendant un temps bref. Les avantages de cette approche peuvent comprendre la capacité à analyser de multiples caractéristiques d'intérêt d'un échantillon 402 (ou de multiples types d'échantillons 402) à l'aide d'un dispositif unique 406 et l'opportunité de tester d'autres caractéristiques simplement en ajoutant des composants ICE additionnels correspondant à ses caractéristiques additionnelles ou correspondant à différents types d'échantillons 402. Encore une fois, Il doit être noté qu'un ou plusieurs composants ICE peuvent être placés avant, après ou avant et après (*c.-à-d.*, lorsque de multiples composants ICE sont utilisés) l'échantillon 402, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation.

[0062] Dans d'autres modes de réalisation, de multiples dispositifs 406 peuvent être placés au niveau d'un emplacement unique le long du trajet de flux 404, chaque dispositif 406 contenant un ICE unique qui est configuré pour détecter une caractéristique d'intérêt donnée de l'échantillon 402. Dans de telles modes de réalisation, un diviseur de faisceau peut détourner une partie du rayonnement à interaction optique 408 qui est réfléchi par, émise par, ou transmises à travers l'échantillon 402 et dans chaque dispositif 406. Comme il sera décrit plus en détail ci-dessous, un BASF conforme aux modes de réalisation décrits ici peut également être utilisé comme un diviseur de faisceau pour atteindre cet objectif. Chaque dispositif 406, à son tour, peut être couplé à un détecteur correspondant ou à un réseau de détecteurs qui est configuré pour détecter et analyser une sortie de rayonnement électromagnétique provenant du dispositif 406 respectif. Des configurations parallèles de dispositifs informatiques optiques 406 peuvent être particulièrement bénéfiques pour des applications qui nécessitent des entrées à faible puissance et/ou aucune partie déplaçable.

[0063] Le rayonnement électromagnétique modifié 422 généré par l'ICE 420 peut ultérieurement être transmis vers un détecteur 424 pour la quantification du signal. Le détecteur 424 peut être un quelconque dispositif capable de détecter le rayonnement électromagnétique, et peut généralement être caractérisé comme un transducteur optique. Dans certains modes de réalisation, le détecteur 424 peut être, sans limitation, un détecteur thermique tel qu'un détecteur thermopile ou photoacoustique, un détecteur semi-conducteur, un détecteur piézoélectrique, un détecteur de dispositif à couplage de charge (CCD), une vidéo ou un détecteur de réseau, un détecteur de division, un détecteur Quad, un détecteur de photons (tel qu'un tube photo multiplicateur), des photodiodes, des combinaisons de ceux-ci, etc., ou d'autres détecteurs connus des spécialistes du domaine.

[0064] Dans certains modes de réalisation, le détecteur 424 peut être configuré pour produire un signal de sortie 426 en temps réel ou en temps quasi-réel sous la forme d'un voltage (ou courant) qui correspond à la caractéristique d'intérêt donnée de l'échantillon 402. Le voltage renvoyé par le détecteur 424 est essentiellement le produit en croix de l'interaction
5 optique du rayonnement électromagnétique modifié 422 par rapport à l'ICE 420 comme une fonction de la caractéristique d'intérêt. En tant que tel, le signal de sortie produit 426 par le détecteur 424 et la caractéristique d'intérêt peuvent avoir une relation qui est directement proportionnelle ou peut correspondre à une fonction polynomiale, une fonction logarithmique, une combinaison de celles-ci, etc.

10 [0065] Dans certains modes de réalisation, le dispositif 406 peut comprendre un deuxième détecteur 428, qui peut être semblable au premier détecteur 424 en ce qu'il peut être un quelconque dispositif capable de détecter un rayonnement électromagnétique. Le deuxième détecteur 428 peut être utilisé pour détecter le rayonnement provenant de la source de rayonnement électromagnétique 408. Des variations indésirables peuvent se produire dans
15 l'intensité du rayonnement électromagnétique 410 en raison d'une diversité de raisons et potentiellement causant divers effets négatifs sur la sortie du dispositif 406. Ces effets négatifs peuvent être particulièrement préjudiciables pour les mesures prises pendant une durée de temps. Dans certains modes de réalisation, les variations peuvent se produire suite à une accumulation de film ou de matériel sur la fenêtre d'échantillonnage 416, ce qui pourrait
20 avoir comme effet de réduire la quantité et la qualité de lumière qui atteint, enfin de compte, le premier détecteur 424. Sans une compensation correcte, de telles déviations du rayonnement peuvent entraîner des fausses lectures et le signal de sortie 426 ne serait plus principalement ou précisément apparenté à la caractéristique d'intérêt.

[0066] Afin de compenser ces variations dans l'intensité lumineuse, le deuxième
25 détecteur 428 peut être configuré pour générer un signal de compensation 430 généralement indicatif des déviations de rayonnement de la source de rayonnement électromagnétique 408, et ainsi normaliser le signal de sortie 426 généré par le premier détecteur 424. Comme il est illustré, le deuxième détecteur 428 peut être configuré pour recevoir une partie du rayonnement à interaction optique 418 à travers un diviseur de faisceaux 432 afin de détecter
30 ces variations. Dans d'autres modes de réalisation, cependant, le deuxième détecteur 428 peut être placé pour recevoir le rayonnement électromagnétique provenant d'une partie du train optique dans le dispositif 406 afin de détecter les variations au niveau de l'intensité de la source, sans s'écarter de la portée de la divulgation.

[0067] Dans certaines applications, le signal de sortie 426 et le signal de compensation 430 peuvent être transmis ou autrement reçus par un processeur de signal 434 couplé en communication aux deux détecteurs 424, 428. Le processeur de signal 434 peut être un ordinateur comprenant un support non-transitoire lisible par ordinateur et peut être configuré pour combiner informatiquement le signal de compensation 430 avec le signal de sortie 426 afin de normaliser le signal de sortie 426 en présence d'une quelconque variation de l'intensité de la source lumineuse détectée par le second détecteur 428 et pour produire un signal de sortie résultant 436. Dans certains modes de réalisation, la combinaison informatique des signaux de sortie et de compensation 426, 430 peut impliquer le calcul d'un rapport des deux signaux 426, 430. Par ex., la concentration ou la grandeur de chaque caractéristique d'intérêt déterminée à l'aide du dispositif informatique optique 406 peut être fournie à un algorithme exécuté par un processeur de signal 434.

[0068] En temps réel ou en temps quasi réel, le processeur de signal 434 peut être configuré pour fournir le signal de sortie obtenu 436 correspondant à une caractéristique d'intérêt dans l'échantillon 402. Le signal de sortie 436 ainsi obtenu peut être lu par un opérateur qui peut évaluer les résultats et apporter des ajustements appropriés ou prendre des actions appropriées, s'il y a lieu, en se basant sur le signal de sortie apparenté à l'échantillon 402 (*par ex.*, une concentration de l'échantillon 402 ou une concentration de la caractéristique de l'échantillon 402). Dans certains modes de réalisation, la sortie de signal 436 ainsi obtenu peut être transmise, sur fil ou sans fil, à un opérateur pour l'évaluation. Dans d'autres modes de réalisation, le signal de sortie 436 ainsi obtenu de la caractéristique d'intérêt peut être reconnu par un processeur de signal 434 comme étant à l'intérieur de ou sans fourchette de limite acceptable pour une opération donnée et peut alerter l'opérateur concernant une lecture hors fourchette de sorte que des actions correctives puissent être posées, ou autrement réaliser, de façon autonome, l'action corrective appropriée de sorte que le signal de sortie 436 reprend une valeur à l'intérieur d'une fourchette prédéterminée ou préprogrammé d'opération appropriée.

[0069] La possibilité d'avoir un rayonnement parasite n'est pas limité à un quelconque emplacement donné à l'intérieur du train optique et peut se produire à n'importe quel point dans le train optique, entraînant ainsi une réduction potentielle de la sensibilité du dispositif 406 pour la détection d'une caractéristique de l'échantillon 402, comme il a été précédemment décrit. Par ex., la fenêtre d'échantillon 416 peut comporter une ou plusieurs surfaces qui génèrent au moins une ou plusieurs réflexions de rayonnement parasite. Par conséquent, quel que soit l'agencement particulier du mode de réalisation choisi pour le

dispositif 406 tel qu'il est décrit ici, un ou plusieurs BASF peuvent être placés à l'intérieur d'une quelconque partie du train optique du dispositif 406 pour éloigner par réflexion la lumière parasite du train optique qui n'est pas coïncidant avec un angle incident cible donné (y compris une large bande d'angles, s'il y a lieu) et de transmettre le rayonnement électromagnétique qui est coïncidant avec l'angle d'incidence cible. Par ex., comme il est
5 illustré en ombragé dans la FIG. 4, le BASF peut être placé au niveau d'un ou de plusieurs emplacements dans le train optique entre la source de rayonnement électromagnétique 408 et l'échantillon 402. Par ex., le BASF 440a peut se trouver entre la source de rayonnement électromagnétique 408 et l'échantillon 402 proche de la source de rayonnement
10 électromagnétique 408 (*par ex.*, juste après les lentilles optiques 412). Dans d'autres modes de réalisation, le BASF 440b peut se trouver entre la source de rayonnement électromagnétique 408 et l'échantillon 402 proche de l'échantillon 402 (*par ex.*, proche de la fenêtre d'échantillonnage 416). Les BASF de la présente divulgation peuvent additionnellement être situés entre l'échantillon 402 et l'ICE 420, par ex., au niveau d'un
15 emplacement après la fenêtre d'échantillonnage 416 (BASF 440c) ou juste avant l'ICE 420 (BASF 440d). Dans certains modes de réalisation, un ou plusieurs BASF peuvent se trouver entre l'ICE 420 et le détecteur 424 (BASF 440e).

[0070] Dans certains modes de réalisation, un ou plusieurs BASF peuvent se trouver avant ou après le diviseur de faisceaux optionnel 432 (*par ex.*, BASF 440c, 440d), ou
20 le diviseur de faisceau 432 lui-même peut être un BASF conformément au procédé de la présente divulgation, de sorte que le diviseur de faisceaux BASF 432 est conçu pour transmettre certains angles incidents cible et réfléchir d'autres qui ne sont pas coïncidants avec un angle incident cible, tel qu'il a été précédemment décrit. Un ou plusieurs BASF peuvent se trouver dans le trajet optique après le diviseur de faisceaux 432 et avant le
25 deuxième détecteur 428, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation.

[0071] Dans chaque cas où un BASF est positionné dans le train optique du dispositif 406, il peut servir à transmettre ou à refléter certains rayonnements électromagnétiques avec certains angles d'incidence. C.-à-d., une caractéristique d'intérêt d'un
30 échantillon 402 ou un ICE 420 donné peut transmettre ou réfléchir la lumière à un certain angle d'incidence et le BASF peut être conçu, comme il a été précédemment mentionné, pour transmettre ou réfléchir cet angle d'incidence tout en réfléchissant ou en transmettant, respectivement, des angles d'incidences qui ne sont pas coïncidants avec l'angle cible. Dans chaque cas, la sélection et le modèle de BASF peuvent également tenir compte du fait que le rayonnement électromagnétique réagit d'abord avec l'ICE 420 ou l'échantillon 402, s'il n'a

réagi ni avec l'échantillon 402 ni l'ICE 420, s'il a réagi à la fois avec l'ICE 420 et l'échantillon 402, etc., selon son emplacement dans le train optique. D'une telle manière, seulement ou sensiblement seulement le rayonnement électromagnétique à 410 d'intérêt reste dans le train optique ou il est autrement contrôlé pour rester dans le train optique de sorte qu'il puisse être pris en compte lors de la détermination du signal de sortie 422, 430.

[0072] Dans certains modes de réalisation, le BASF de la présente divulgation peut être un filtre autonome. Tel qu'il est utilisé ici, le terme « filtre autonome », et des variants grammaticaux de celui-ci, décrit un filtre à large bande sélectif selon l'angle tel qu'il est décrit ici qui n'est pas intégré à un quelconque composant des dispositifs informatiques optiques décrits ici. Lorsque le BASF est un filtre autonome, tel que précédemment décrit, il peut se situer à n'importe quel emplacement dans le train optique comprenant, sans limitation, entre la source du rayonnement électromagnétique et l'échantillon, entre l'échantillon et l'ICE, entre l'ICE et le détecteur, et une quelconque combinaison de ceux-ci. Il peut ensuite interagir optiquement avec l'un ou plusieurs du rayonnement électromagnétique 410, du rayonnement à interaction optique 418 (ou le rayonnement à interaction optique qui a interagi avec un ICE et pas encore avec l'échantillon), du rayonnement électromagnétique modifié 422 (qui a interagi avec au moins un ICE et l'échantillon dans un quelconque ordre), et une quelconque combinaison de ceux-ci. Après le rayonnement électromagnétique 410, le rayonnement à interaction optique 418 et/ou le rayonnement électromagnétique modifié 422 interagit optiquement avec le BASF, il peut générer un rayonnement électromagnétique modifié sélectionné selon l'angle (ASMR) qui est reçu par le détecteur 424 (et/ou 428), qui peut ensuite générer des signaux de sortie correspondant à une caractéristique de l'échantillon 402.

[0073] Comme il est décrit ici, le BASF 440a-f peut additionnellement être un empilement de films multicouches qui est déposé sur les composants du dispositif 406 sous forme de film. Un tel empilement de films multicouches de BASF peut être déposé sur un composant comprenant, sans limitation, l'ICE 420, le détecteur 424, 428, la fenêtre d'échantillonnage 416, et une quelconque combinaison de ceux-ci, à condition qu'il se trouve dans le train optique. Des procédés de dépôt de film mince standard peuvent être utilisés pour déposer la couche de films multi-empilement sur un ou plusieurs des composants du dispositif 406, sans s'écarter de la portée de la présente divulgation. Dans certains modes de réalisation, le dépôt peut être réalisé en fabriquant un BASF à partir d'un substrat optique, qui peut ensuite fonctionner comme l'ICE 420. Dans d'autres modes de réalisation, l'empilement de films multicouches peut être déposé sur un ou plusieurs composants du dispositif 406 en utilisant la vaporisation réactive par magnétron, l'évaporation thermique par un faisceau

d'électrons, le dépôt chimique en phase vapeur, etc., et une quelconque combinaison de ceux-ci.

5 [0074] Il est reconnu que les divers modes de réalisation décrits ici portant sur la commande informatique et les réseaux neuraux artificiels, y compris divers blocs, modules, éléments, composants, procédés et algorithmes, peuvent être implémentés à l'aide de matériel et de logiciel informatique, des combinaisons de ceux-ci, etc. Afin d'illustrer cette interchangeabilité du matériel et du logiciel, divers blocs, modules, éléments, composants, procédés et algorithmes illustratifs ont été généralement décrits en termes de leur fonctionnalité. Qu'une telle fonctionnalité soit implémentée sous forme de matériel ou de 10 logiciel dépendra de l'application donnée et de toute contrainte imposée par la conception. Pour au moins cette raison, il doit être reconnu qu'un homme de métier peut implémenter la fonctionnalité décrite de différentes façons pour une application donnée. En outre, divers composants et blocs peuvent être placés dans un ordre différent ou partitionnés différemment, par ex., sans s'écarter de la portée des modes de réalisation expressément décrits.

15 [0075] Le matériel informatique utilisé pour implémenter les divers blocs, modules, éléments, composants, procédés et algorithmes illustratifs décrits ici peut comprendre un processeur configuré pour exécuter une ou plusieurs séquences d'instructions, des instances de programmation ou un code stocké sur un support non-transitoire lisible par ordinateur. Le processeur peut, par ex., être un processeur polyvalent, un microcontrôleur, un 20 processeur de signal numérique, un circuit intégré spécifique à une application, un circuit intégré prédiffusé programmable, un dispositif à logique programmable, une commande, une machine d'état, une porte logique, des composants de matériels individuels, une réseau neural artificiel, ou une quelconque entité de calcul semblable qui peut réaliser des calculs ou d'autres manipulations de données. Dans certains modes de réalisation, un matériel 25 informatique peut comprendre des éléments tels que, par ex., une mémoire (*par ex.*, une mémoire RAM, une mémoire flash, une mémoire ROM, une mémoire PROM, une mémoire EPROM, des registres, des disques durs, des disques amovibles, des cédéroms, des DVD, ou tout autre dispositif ou support de stockage approprié semblable.

30 [0076] Les séquences exécutables décrites ici peuvent être implémentés avec une ou plusieurs séquences de code contenues dans une mémoire. Dans certains modes de réalisation, un tel code peut être lu dans une mémoire à partir d'un autre support lisible par ordinateur. L'exécution des séquences d'instructions contenues dans la mémoire peut amener le processeur à exécuter les étapes du procédé décrites ici. Un ou plusieurs des processeurs dans un ensemble multiprocesseurs peuvent être utilisés pour exécuter les séquences

d'instructions dans la mémoire. En outre, un circuit câblé peut être utilisé à la place de ou en association avec des instructions logicielles pour implémenter divers modes de réalisation décrits ici. Par conséquent, les modes de réalisation de la présente invention ne sont pas limités à une quelconque combinaison spécifique de logiciels et/ou de matériel.

5 **[0077]** Tel qu'il est utilisé ici, un support lisible par ordinateur décrit un quelconque support qui transmet directement ou indirectement des instructions à un processeur pour l'exécution. Un support lisible par ordinateur peut prendre une quelconque forme comprenant, par ex., un support non-volatile, un support volatile et un support de transmission. Un support non-volatile peut comprendre, par ex., des disques optiques et
10 magnétiques. Le support volatile peut comprendre, par ex., une mémoire dynamique. Les supports de transmission peuvent comprendre, par ex., des câbles coaxiaux, des fils, la fibre optique, et des fils qui forment un bus. Les formes courantes de support lisible par ordinateur peuvent comprendre, par ex., des disquettes, des disques flexibles, des disques durs, des bandes magnétiques, autres qu'un support de type magnétique, des cédéroms, des DVD, et
15 d'autres support optique de ce type, des cartes perforées, des bandes de papiers et des supports physiques de ce type avec des trous, des RAM, ROM, PROM, EPROM et EPROM flash.

[0078] Il doit être noté que les divers illustrations présentées ici ne sont pas nécessairement dessinées à l'échelle et elles ne sont pas non plus, stricto sensu, dessinée
20 comme optiquement correcte comme le comprendront les spécialistes de l'optique. Au lieu de cela, les illustrations ont une nature illustrative seulement et sont généralement utilisés ici pour aider à la compréhension des systèmes et des procédés décrits ici. En effet, même si les illustrations ne sont pas optiquement précises, les interprétations conceptuelles illustrées dans celles-ci reflètent précisément la nature exemplaire des divers modes de réalisation divulgués.

25 **[0079]** Les modes de réalisation de la présente invention comprennent :

[0080] Mode de réalisation A: un dispositif informatique optique comprenant : une source de rayonnement électromagnétique pour émettre un rayonnement électromagnétique dans un train optique ; un élément informatique intégré (ICE) placé dans le train optique avant ou après un échantillon situé dans le train optique pour générer un
30 rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique ; un filtre à large bande sélectif selon l'angle (BASF) placé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible, générant ainsi un rayonnement électromagnétique modifié sélectionné selon l'angle (ASMR) ; et pour refléter une ou plusieurs réflexions de rayonnement parasite à

des angles qui ne sont pas coïncidants avec l'angle incident cible ; et un détecteur pour recevoir l'ASMR et pour générer un signal de sortie correspondant à une caractéristique de l'échantillon.

5 [0081] Le mode de réalisation A peut avoir un ou plusieurs éléments additionnels suivants dans une quelconque combinaison :

10 [0082] Élément A1: dans lequel l'ICE est situé après l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'échantillon pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'ICE pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible.

15 [0083] Élément A2 : dans lequel l'ICE est situé avant l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'ICE pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'échantillon pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible.

[0084] Élément A3 : dans lequel le BASF est un filtre autonome.

25 [0085] Élément A4 : dans lequel le BASF est un filtre autonome placé dans le train optique à un emplacement choisi dans le groupe composé d'entre la source du rayonnement électromagnétique et l'échantillon, entre l'échantillon et l'ICE, entre l'ICE et le détecteur, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

[0086] Élément A5 : dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches déposé sur un composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, du détecteur, et d'une quelconque combinaison de ceux-ci.

30 [0087] Élément A6 : dans lequel une fenêtre d'échantillon est placée de façon adjacente à l'échantillon dans le train optique, la fenêtre d'échantillonnage ayant une ou plusieurs surfaces pour générer au moins l'une de l'une ou des plusieurs réflexions de rayonnement parasite.

[0088] Élément A7 : dans lequel une fenêtre d'échantillon est placée de façon adjacente à l'échantillon dans le train optique, la fenêtre d'échantillonnage ayant une ou plusieurs surfaces pour générer au moins l'une de l'une ou des plusieurs réflexions de rayonnement parasite, et dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches déposé sur un composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, le détecteur, la fenêtre d'échantillonnage, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

[0089] Élément A8 : dans lequel le BASF est composé de couches de cristaux photoniques.

[0090] Élément A9 : dans lequel le BASF est composé de couches de cristaux photoniques choisies dans le groupe composé d'un composé à base de silicone, d'un composé à base de tantale, d'un composé semi-conducteur du Groupe III-V, d'un composé métallique du Groupe IVB, d'un composé diélectrique, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

[0091] Élément A10 : dans lequel la source de rayonnement électromagnétique est choisie dans le groupe composé d'une ampoule lumineuse, d'un dispositif électroluminescent, d'un laser, d'un corps noir, d'un cristal photonique, d'une source de rayons X, d'une source de rayons gamma, et une quelconque combinaison de celles-ci, etc.

[0092] Élément A11 : dans lequel le rayonnement électromagnétique est au moins un sélectionné dans le groupe composé de rayonnement infrarouge, rayonnement du proche infrarouge, lumière visible, lumière ultraviolette, lumière ultraviolette dans le vide, rayons X, rayonnement gamma, et toute combinaison de ceux-ci.

[0093] Comme exemple non-limitant, des exemples de combinaisons applicables à A comprennent : A avec A1 et A2; A avec A1 et A3; A avec A1 et A4; A avec A1 et A5; A avec A1 et A6; A avec A1 et A7; A avec A1 et A8; A avec A1 et A9; A avec A1 et A10; A avec A1 et A11; A avec A2 et A3; A avec A2 et A4; A avec A2 et A5; A avec A2 et A6; A avec A2 et A7; A avec A2 et A8; A avec A2 et A9; A avec A2 et A10; A avec A2 et A11; A avec A3 et A4; A avec A3 et A5; A avec A3 et A6; A avec A3 et A7; A avec A3 et A8; A avec A3 et A9; A avec A3 et A10; A avec A3 et A11; A avec A4 et A5; A avec A4 et A6; A avec A4 et A7; A avec A4 et A8; A avec A4 et A9; A avec A4 et A10; A avec A4 et A11; A avec A5 et A6; A avec A5 et A7; A avec A5 et A8; A avec A5 et A9; A avec A5 et A10; A avec A5 et A11; A avec A6 et A7; A avec A6 et A8; A avec A6 et A9; A avec A6 et A10; A avec A6 et A11; A avec A7 et A8; A avec A7 et A9; A avec A8 et A9; A avec A8 et A10; A avec A8 et A11; A avec A9 et A10; A avec A9 et A11; A avec A10 et A11; A avec A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, et A11; A avec A1, A3, A5, et A8; A avec A1, A2, A6, et A9; A avec A5, A7, et A8; A avec A1, A2, A10, et A11.

[0094] Mode de réalisation B: un procédé comprenant : l'utilisation d'une source de rayonnement électromagnétique qui émet un rayonnement électromagnétique dans un train optique; l'interaction optique du rayonnement électromagnétique avec un échantillon situé dans le train optique et un élément informatique intégré (ICE) situé dans le train optique
 5 avant ou après l'échantillon pour générer un rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique ; la transmission du rayonnement électromagnétique et/ou du rayonnement électromagnétique modifié à travers un filtre à large bande sélectif selon l'angle (BASF) situé dans le train optique à un angle incident cible, générant ainsi un rayonnement électromagnétique modifié sélectionné selon l'angle (ASMR); la réflexion d'une ou de
 10 plusieurs réflexions de rayonnement parasite avec le BASF dans le train optique à des angles qui ne sont pas coïncidant avec l'angle incident cible; la réception de l'ASMR avec un détecteur ; et la génération d'un signal de sortie correspondant à une caractéristique de l'échantillon.

[0095] Le mode de réalisation B peut comporter un ou plusieurs des éléments
 15 suivants additionnels dans une quelconque combinaison:

[0096] Élément B1 : dans lequel l'ICE est situé après l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'échantillon pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'ICE pour générer le rayonnement
 20 électromagnétique modifié dans le train optique, et dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible.

[0097] Élément B2: dans lequel l'ICE est situé avant l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'ICE pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'échantillon pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et dans lequel le BASF est situé dans le train
 25 optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible.

[0098] Élément B3 : dans lequel le BASF est un filtre autonome.

[0099] Élément B4 : dans lequel le BASF est un filtre autonome placé, et comprenant également le placement du filtre autonome BASF dans un emplacement choisi

dans le groupe composé d'entre la source du rayonnement électromagnétique et l'échantillon, entre l'échantillon et l'ICE, entre l'ICE et le détecteur, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

5 [0100] Élément B5 : dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches, et comprenant également le dépôt du film multicouche BASF sur un composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, du détecteur, et d'une quelconque combinaison de ceux-ci.

10 [0101] Élément B6 : comprenant également le placement d'une fenêtre d'échantillon de façon adjacente à l'échantillon et la transmission du rayonnement électromagnétique à travers celui-ci pour interagir optiquement avec l'échantillon, la fenêtre d'échantillonnage ayant une ou plusieurs surfaces qui génèrent au moins l'une de l'une ou des plusieurs réflexions de rayonnement parasite.

15 [0102] Élément B7 : dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches déposé sur un composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, du détecteur, de la fenêtre d'échantillonnage, et d'une quelconque combinaison de ceux-ci.

[00103] Élément B8 : dans lequel le BASF est composé de couches de cristaux photoniques.

20 [0104] Élément B9 : dans lequel le BASF est composé de couches de cristaux photoniques choisis dans le groupe composé d'un composé à base de silicone, d'un composé à base de tantale, d'un composé semi-conducteur du Groupe III-V, d'un composé métallique du Groupe IVB, d'un composé diélectrique, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

25 [0105] Élément B10 : dans lequel la source de rayonnement électromagnétique est choisie dans le groupe composé d'une ampoule lumineuse, d'un dispositif électroluminescent, d'un laser, d'un corps noir, d'un cristal photonique, d'une source de rayons X, d'une source de rayons gamma, et une quelconque combinaison de celles-ci, etc.

[0106] Élément B11: dans lequel le rayonnement électromagnétique est au moins sélectionné dans le groupe composé de rayonnement infrarouge, rayonnement du proche infrarouge, lumière visible, lumière ultraviolette, lumière ultraviolette dans le vide, rayons X, rayonnement gamma, et toute combinaison de ceux-ci.

30 [0107] Comme exemple non-limitant, des exemples de combinaisons applicables à B comprennent : B avec B1 et B2; B avec B1 et B3; B avec B1 et B4; B avec B1 et B5; B avec B1 et B6; B avec B1 et B7; B avec B1 et B8; B avec B1 et B9; B avec B1 et B10; B avec B1 et B11; B avec B2 et B3; B avec B2 et B4; B avec B2 et B5; B avec B2 et B6; B avec B2 et B7; B avec B2 et B8; B avec B2 et B9; B avec B2 et B10; B avec B2 et B11; B

avec B3 et B4; B avec B3 et B5; B avec B3 et B6; B avec B3 et B7; B avec B3 et B8; B avec B3 et B9; B avec B3 et B10; B avec B3 et B11; B avec B4 et B5; B avec B4 et B6; B avec B4 et B7; B avec B4 et B8; B avec B4 et B9; B avec B5 et B6; B avec B5 et B7; B avec B5 et B8; B avec B5 et B9; B avec B5 et B10; B avec B5 et B11; B avec B6 et B7; B avec B6 et B8; B avec B6 et B9; B avec B6 et B10; B avec B6 et B11; B avec B7 et B8; B avec B7 et B9; B avec B7 et B10; B avec B7 et B11; B avec B8 et B9; B avec B8 et B10; B avec B8 et B11; B avec B9 et B10; B avec B9 et B11; B avec B10 et B11; B avec B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, et B11; B avec B1, B2, B7, et B9; B avec B1, B3, B6, et B8; B avec B4, B7, et B9; B avec B1, B10, et B11.

10 **[0108] Mode de réalisation C :** un système comprenant : un échantillon placé dans un train optique ; et un dispositif informatique optique placé dans le train optique pour interagir optiquement avec l'échantillon, le dispositif informatique optique comprenant : une source de rayonnement électromagnétique pour émettre un rayonnement électromagnétique dans le train optique ; un élément informatique intégré (ICE) placé dans le train optique avant
15 ou après l'échantillon se trouvant dans le train optique pour générer un rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique ; un filtre à large bande sélectif selon l'angle (BASF) situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible, générant ainsi un rayonnement électromagnétique modifié sélectionné (ASMR), et pour
20 réfléchir une ou plusieurs réflexions de rayonnement parasite à des angles qui ne sont pas coïncidants avec l'angle incident cible ; et un détecteur pour recevoir l'ASMR est pour générer un signal de sortie correspondant à une caractéristique de l'échantillon.

[0109] Le mode de réalisation C peut avoir un ou plusieurs des éléments additionnels suivants dans une quelconque combinaison:

25 **[0110]** Élément C1 : dans lequel l'ICE est situé après l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'échantillon pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'ICE pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et dans lequel le BASF est situé dans le train
30 optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible.

[0111] Élément C2 : dans lequel l'ICE est situé avant l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'ICE pour générer un

- rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'échantillon pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction
- 5 optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible.
- [0112] Élément C3 : dans lequel l'échantillon se trouve dans un trajet de flux.
- [0113] Élément C4 : dans lequel l'échantillon se trouve dans un trajet de flux situé dans un puits de forage dans une formation souterraine.
- 10 [0114] Élément C5 : dans lequel le BASF est un filtre autonome.
- [0115] Élément C6 : dans lequel le BASF est un filtre autonome placé dans le train optique à un emplacement choisi dans le groupe composé d'entre la source du rayonnement électromagnétique et l'échantillon, entre l'échantillon et l'ICE, entre l'ICE et le détecteur, et une quelconque combinaison de ceux-ci.
- 15 [0116] Élément C7 : dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches déposé sur un composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, du détecteur, et d'une quelconque combinaison de ceux-ci.
- [0117] Élément C8 : dans lequel une fenêtre d'échantillon est placée de façon adjacente à l'échantillon dans le train optique, la fenêtre d'échantillonnage ayant une ou
- 20 plusieurs surfaces pour générer au moins l'une de l'une ou des plusieurs réflexions de rayonnement parasite.
- [0118] Élément C9 : dans lequel une fenêtre d'échantillon est placée de façon adjacente à l'échantillon dans le train optique, la fenêtre d'échantillonnage ayant une ou plusieurs surfaces pour générer au moins l'une de l'une ou des plusieurs réflexions de
- 25 rayonnement parasite, et dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches déposé sur un composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, le détecteur, la fenêtre d'échantillonnage, et une quelconque combinaison de ceux-ci.
- [0119] Élément C10 : dans lequel le BASF est composé de couches de cristaux photoniques.
- 30 [0120] Élément C11 : dans lequel le BASF est composé de couches de cristaux photoniques choisies dans le groupe composé d'un composé à base de silicone, d'un composé à base de tantale, d'un composé semi-conducteur du Groupe III-V, d'un composé métallique du Groupe IVB, d'un composé diélectrique, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

[0121] Élément C12 : dans lequel la source de rayonnement électromagnétique est choisie dans le groupe composé d'une ampoule lumineuse, d'un dispositif électroluminescent, d'un laser, d'un corps noir, d'un cristal photonique, d'une source de rayons X, d'une source de rayons gamma, et une quelconque combinaison de celles-ci, etc.

5 [0122] Élément C13 : dans lequel le rayonnement électromagnétique est au moins sélectionné dans le groupe composé de rayonnement infrarouge, rayonnement du proche infrarouge, lumière visible, lumière ultraviolette, lumière ultraviolette dans le vide, rayons X, rayonnement gamma, et toute combinaison de ceux-ci.

[0123] Comme exemple non-limitant, des exemples de combinaisons applicables
 10 à C comprennent : avec C1 et C2; C avec C1 et C3; C avec C1 et C4; C avec C1 et C5; C avec C1 et C6; C avec C1 et C7; C avec C1 et C8; C avec C1 et C9; C avec C1 et C10; C avec C1 et C11; C avec C1 et C12; C avec C1 et C13; C avec C2 et C3; C avec C2 et C4; C avec C2 et C5; C avec C2 et C6; C avec C2 et C7; C avec C2 et C8; C avec C2 et C9; C avec C2 et C10; C avec C2 et C11; C avec C2 et C12; C avec C2 et C13; C avec C3 et C4; C avec
 15 C3 et C5; C avec C3 et C6; C avec C3 et C7; C avec C3 et C8; C avec C3 et C9; C avec C3 et C10; C avec C3 et C11; ; C avec C3 et C12; ; C avec C3 et C13; C avec C4 et C5; C avec C4 et C6; C avec C4 et C7; C avec C4 et C8; C avec C4 et C9; C avec C4 et C10; C avec C4 et C11; C avec C4 et C12; C avec C4 et C13; C avec C5 et C6; C avec C5 et C7; C avec C5 et C8; C avec C5 et C9; C avec C5 et C10; C avec C5 et C11; C avec C5 et C12; C avec C5 et C13; C avec C6 et C7; C avec C6 et C8; C avec C6 et C9; C avec C6 et C10; C avec C6 et C11; C avec C6 et C12; C avec C6 et C13; C avec C7 et C8; C avec C7 et C9; C avec C7 et C10; C avec C7 et C11; C avec C7 et C12; C avec C7 et C13; C avec C8 et C9; C avec C8 et C10; C avec C8 et C11; C avec C8 et C12; C avec C8 et C13; C avec C9 et C10; C avec C9 et C11; C avec C9 et C12; C avec C9 et C13; C avec C10 et C11; C avec C10 et C12; C avec
 25 C10 et C13; C avec C11 et C12; C avec C11 et C13; C avec C12 et C13; C avec C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, et C13; C avec C1, C3, C7, et C8; C avec C1, C4, C6, et C9; C avec C5, C7, et C8; C avec C1, C4, et C10; C avec C7, C8, et C11; C avec C1, C5, C12, et C13.

[0124] Par conséquent, les exemples de modes de réalisation décrits ici sont bien
 30 adaptés pour réaliser les objectifs et les avantages mentionnés et également ceux qui sont inhérents à la présente invention. Les modes de réalisation donnés divulgués ci-dessus ne sont qu'illustratifs, étant donné que les exemples de modes de réalisation décrits ici peuvent être modifiés et pratiqués de façon différente mais équivalente par les spécialistes du domaine qui bénéficient des enseignements de la présente invention. En outre, aucune limitation n'est

envisagée concernant les détails de construction ou de conception décrits ici, autres que ceux décrits dans les revendications suivantes. Il est donc évident que les modes de réalisation illustratifs donnés divulgués ci-dessus peuvent être altérés, combinés ou modifiés et toutes les variations de ce type sont considérées comme étant dans la portée et l'esprit de la présente divulgation. Les modes de réalisation décrits de façon illustrative dans le présent document peuvent, de façon appropriée, être pratiqués en absence de tout élément qui n'est pas spécifiquement divulgué ici et/ou tout élément optionnel divulgué ici. Bien que les compositions et les procédés sont décrits ici en termes de « comprenant », « contenant » ou « incluant » divers composants ou diverses étapes, les compositions et les procédés peuvent également être « composés essentiellement des » ou « composés des » divers composants et diverses étapes. Tous les chiffres et les fourchettes décrits ici peuvent varier d'une certaine grandeur. Lorsqu'une fourchette numérique avec une limite inférieure et une limite supérieure sont divulguées, tout chiffre et toute fourchette comprise qui se trouve à l'intérieur de la fourchette est spécifiquement divulguée. En particulier, chaque fourchette de valeurs (de la forme « d'environ a à environ b » ou, de façon équivalente, « d'environ a à b », ou de façon équivalente, « d'environ a-b ») divulguée ici doit être comprise comme décrivant chaque chiffre et fourchette compris à l'intérieur de la fourchette la plus large des valeurs. Mais également, les termes des revendications ont leur propre signification ordinaire sauf en cas de mention contraire expresse et claire définie par le demandeur. En outre, les articles indéfinis « un » ou « une », tels qu'ils sont utilisés dans les revendications, sont définis ici pour signifier un ou plusieurs de l'élément qu'ils introduisent.

[0125] Tel qu'il est utilisé ici, la phrase « au moins l'un de » qui précède une série d'éléments, avec les termes « et » ou « ou » pour séparer l'un quelconque de ces éléments, modifie la liste dans son intégralité, plutôt que chaque membre de la liste (c.-à-d., chaque élément). La phrase « au moins l'un de » ne nécessite pas la sélection d'au moins un élément ; au lieu de cela, la phrase permet une signification qui comprend au moins l'un de l'un quelconque des éléments et/ou au moins l'un d'une combinaison des éléments et/ou au moins l'un de chacun des éléments. Comme exemple, les phrases « au moins l'un de A, B et C » ou « au moins l'un de A, B ou C » décrivent seulement A, seulement B ou seulement C ; une quelconque combinaison de A, B et C et/ou au moins l'un de chacun de A, B et C.

REVENDEICATIONS

L'invention revendiquée est :

1. Dispositif informatique optique comprenant :
 - une source de rayonnement électromagnétique qui émet un rayonnement électromagnétique dans un train optique;
 - un élément informatique intégré (ICE) situé dans le train optique avant ou après un échantillon situé dans le train optique pour générer un rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique ;
 - un filtre à large bande sélectif selon l'angle (BASF) situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible, générant ainsi un rayonnement électromagnétique modifié sélectionné selon l'angle (ASMR) ; et pour refléter une ou plusieurs réflexions de rayonnement parasite à des angles qui ne sont pas coïncidants avec l'angle incident cible ; et
 - un détecteur pour recevoir l'ASMR et pour générer un signal de sortie correspondant à une caractéristique de l'échantillon.
2. Dispositif informatique optique de la revendication 1, dans lequel l'ICE est situé après l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'échantillon pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit de façon optique avec l'ICE pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et
 - dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à l'angle incident cible.
3. Dispositif informatique optique de la revendication 1, dans lequel l'ICE est situé avant l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'ICE pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'échantillon pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et
 - dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à l'angle incident cible.

4. Dispositif informatique optique de la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel le BASF est un filtre autonome.

5. Dispositif informatique optique de la revendication 4, dans lequel le BASF est un filtre autonome placé dans le train optique à un emplacement choisi dans le groupe composé d'entre la source du rayonnement électromagnétique et l'échantillon, entre l'échantillon et l'ICE, entre l'ICE et le détecteur, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

6. Dispositif informatique optique de la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches déposé sur le composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, du détecteur, et de toute combinaison de ceux-ci.

7. Dispositif informatique optique de la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel une fenêtre d'échantillon est placée de façon adjacente à l'échantillon dans le train optique, la fenêtre d'échantillonnage ayant une ou plusieurs surfaces pour générer au moins l'une de l'une ou des plusieurs réflexions de rayonnement parasite.

8. Dispositif informatique optique de la revendication 7, dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches déposé sur le composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, du détecteur, de la fenêtre d'échantillonnage, et de toute combinaison de ceux-ci.

9. Dispositif informatique optique de la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel le BASF est composé de couches de cristaux photoniques.

10. Dispositif informatique optique de la revendication 9, dans lequel les couches de cristaux photoniques sont choisies dans le groupe composé d'un composé à base de silicone, d'un composé à base de tantale, d'un composé semi-conducteur du Groupe III-V, d'un composé métallique du Groupe IVB, d'un composé diélectrique, et de toute combinaison de ceux-ci.

11. Dispositif informatique optique de la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel la source de rayonnement électromagnétique est choisie dans le groupe composé d'une ampoule lumineuse, d'un dispositif électroluminescent, d'un laser, d'un corps noir, d'un cristal photonique, d'une source de rayons X, d'une source de rayons gamma, et une quelconque combinaison de celles-ci.

12. Dispositif informatique optique de la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel le rayonnement électromagnétique est au moins sélectionné dans le groupe composé de rayonnement infrarouge, rayonnement du proche infrarouge, lumière visible,

lumière ultraviolette, lumière ultraviolette dans le vide, rayons X, rayonnement gamma, et toute combinaison de ceux-ci.

13. Procédé comprenant :

l'utilisation d'une source de rayonnement électromagnétique qui émet un rayonnement électromagnétique dans un train optique;

l'interaction optique du rayonnement électromagnétique avec un échantillon situé dans le train optique et un élément informatique intégré (ICE) situé dans le train optique avant ou après l'échantillon pour générer un rayonnement électromagnétique dans le train optique ;

la transmission du rayonnement électromagnétique et/ou du rayonnement électromagnétique modifié à travers un filtre à large bande sélectif selon l'angle (BASF) situé dans le train optique à un angle incident cible générant ainsi un rayonnement électromagnétique modifié sélectionné selon l'angle (ASMR);

la réflexion d'une ou de plusieurs réflexions de rayonnement parasite avec le BASF dans le train optique à des angles qui ne sont pas coïncidants avec l'angle incident cible ;

la réception de l'ASMR par un détecteur ; et

la génération d'un signal de sortie correspondant à une caractéristique de l'échantillon.

14. Procédé de la revendication 13, dans lequel l'ICE est situé après l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'échantillon pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'ICE pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et

dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à l'angle incident cible.

15. Procédé de la revendication 13, dans lequel l'ICE est situé avant l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'ICE pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'échantillon pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et

dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à l'angle incident cible.

16. Procédé de la revendication 14 ou la revendication 15, dans lequel le BASF est un filtre autonome placé, et comprenant également le placement du filtre autonome BASF dans un emplacement choisi dans le groupe composé d'entre la source du rayonnement électromagnétique et l'échantillon, entre l'échantillon et l'ICE, entre l'ICE et le détecteur, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

17. Procédé de la revendication 14 ou la revendication 15, dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches, et comprenant également le dépôt du film multicouche BASF sur un composant choisi dans le groupe composé de l'ICE, du détecteur, et d'une quelconque combinaison de ceux-ci.

18. Procédé de la revendication 14 ou la revendication 15, comprenant également le placement d'une fenêtre d'échantillon de façon adjacente à l'échantillon et la transmission du rayonnement électromagnétique à travers celui-ci pour interagir optiquement avec l'échantillon, la fenêtre d'échantillonnage ayant une ou plusieurs surfaces qui génèrent au moins l'une de l'une ou des plusieurs réflexions de rayonnement parasite.

19. Procédé de la revendication 18, dans lequel le BASF est un empilement de films multicouches déposé sur un élément choisi dans le groupe composé de l'ICE, du détecteur, de la fenêtre d'échantillonnage, ou d'une quelconque combinaison de ceux-ci.

20. Procédé de la revendication 14 ou la revendication 15, dans lequel le BASF est composé de couches de cristaux photoniques.

21. Procédé de la revendication 20, dans lequel les couches de cristaux photoniques sont choisies dans le groupe composé d'un composé à base de silicone, d'un composé à base de tantale, d'un composé semi-conducteur du Groupe III-V, d'un composé métallique du Groupe IVB, d'un composé diélectrique, et une quelconque combinaison de ceux-ci.

22. Système comprenant :

- un échantillon placé dans un train optique ; et
- un dispositif informatique optique placé dans le train optique pour interagir optiquement avec l'échantillon, le dispositif informatique optique comprenant :
 - une source de rayonnement électromagnétique qui émet un rayonnement électromagnétique dans un train optique;

un élément informatique intégré (ICE) situé dans le train optique avant ou après l'échantillon situé dans le train optique pour générer un rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique ;

un filtre à large bande sélectif selon l'angle (BASF) situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à un angle incident cible, générant ainsi un rayonnement électromagnétique modifié sélectionné selon l'angle (ASMR) ; et pour refléter une ou plusieurs réflexions de rayonnement parasite à des angles qui ne sont pas coïncidants avec l'angle incident cible ; et

un détecteur pour recevoir l'ASMR et pour générer un signal de sortie correspondant à une caractéristique de l'échantillon.

23. Système de la revendication 22, dans lequel l'ICE est situé après l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'échantillon pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'ICE pour générer un rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et

dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à l'angle incident cible.

24. Système de la revendication 22, dans lequel l'ICE est situé avant l'échantillon de sorte que le rayonnement électromagnétique interagit d'abord optiquement avec l'ICE pour générer un rayonnement à interaction optique dans le train optique, et ensuite le rayonnement à interaction optique interagit optiquement avec l'échantillon pour générer le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique, et

dans lequel le BASF est situé dans le train optique pour transmettre le rayonnement électromagnétique, le rayonnement à interaction optique et/ou le rayonnement électromagnétique modifié dans le train optique à l'angle incident cible.

25. Système de la revendication 23 ou la revendication 24, dans lequel l'échantillon est un trajet de flux.

26. Système de la revendication 25 dans lequel le trajet de flux est situé dans un puits de forage dans une formation souterraine.

1/3

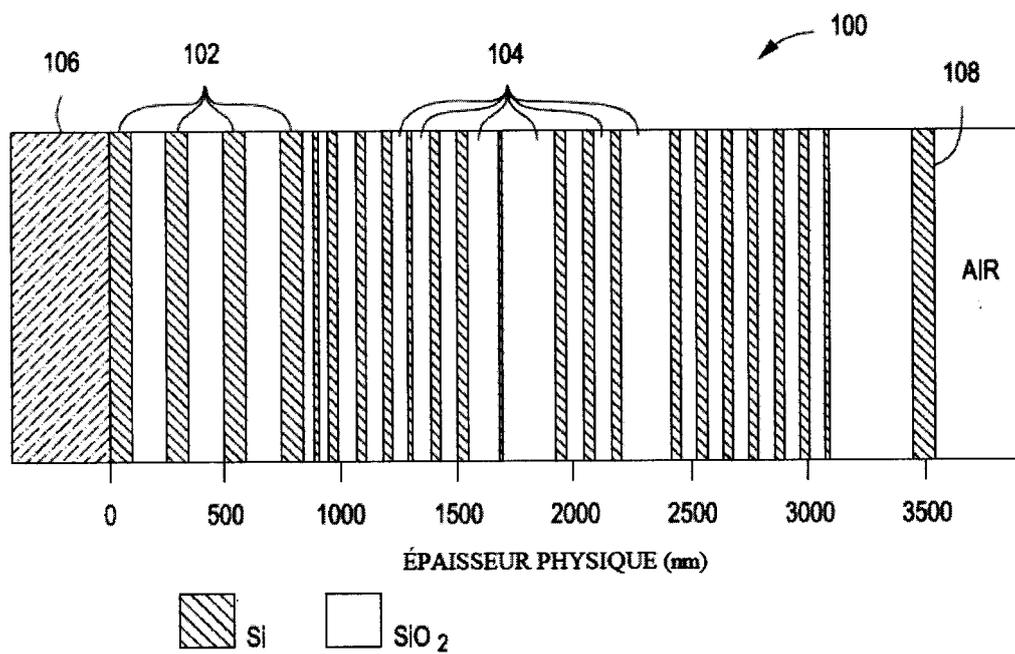


FIG. 1

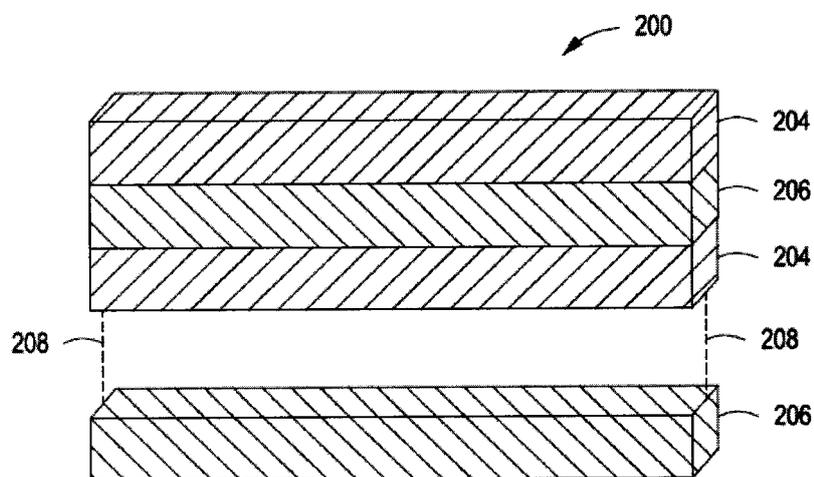
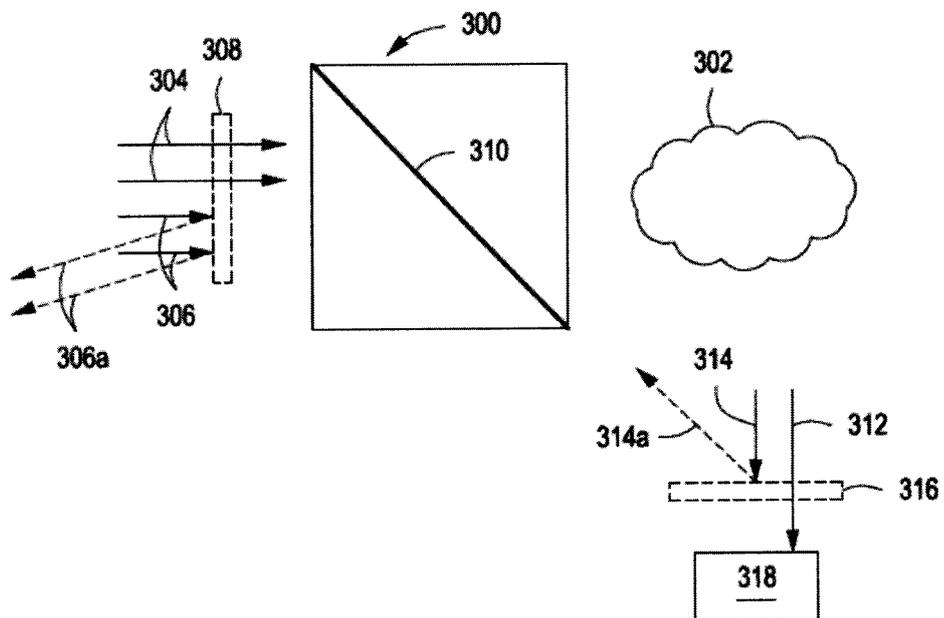
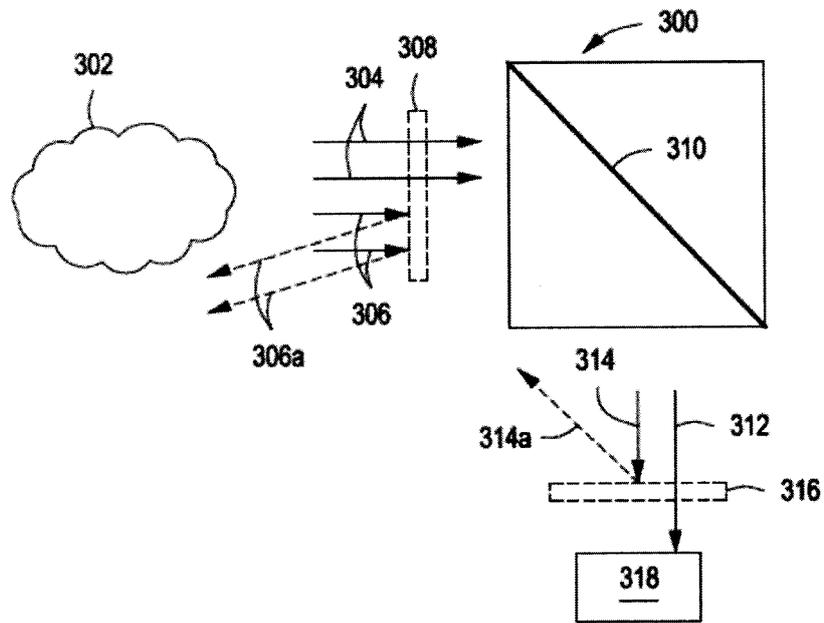


FIG. 2

2/3



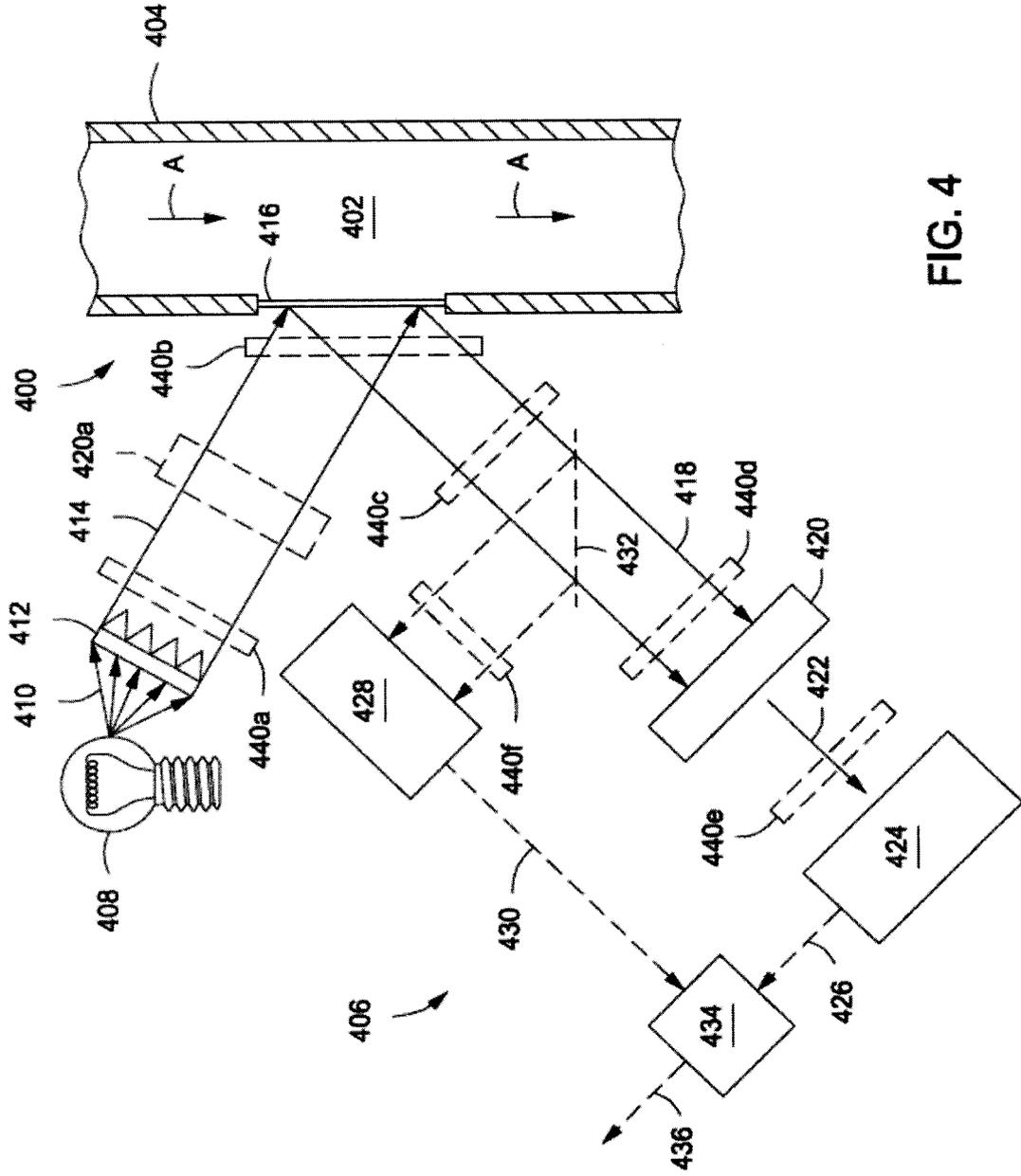


FIG. 4