

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication :

2 896 309

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

07 52596

⑤① Int Cl⁸ : G 01 B 9/02 (2006.01), G 01 J 9/02 // G 01 B 11/30

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 10.01.07.

③⑦ Priorité : 13.01.06 DE 102006001732.3.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 20.07.07 Bulletin 07/29.

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.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH Gesellschaft
mit beschränkter Haftung — DE.

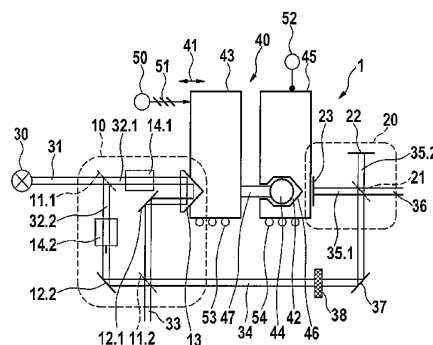
⑦② Inventeur(s) : FRANZ STEFAN et FLEISCHER MAT-
THIAS.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

⑤④ DISPOSITIF DE MESURE INTERFEROMETRIQUE.

⑤⑦ Dispositif de mesure interférométrique (1) comportant
une source de rayonnement (5) à cohérence courte et un
montage formé d'un interféromètre à modulation (10) et en
aval de celui-ci est couplé avec lui un interféromètre de ré-
férence (20), caractérisé en ce que le couplage mécanique
entre l'interféromètre de référence (20) et l'interféromètre à
modulation (10) comporte un dispositif de renvoi (40).



FR 2 896 309 - A1



Domaine de l'invention

La présente invention concerne un dispositif de mesure interférométrique comportant une source de rayonnement à cohérence courte et un montage formé d'un interféromètre à modulation et en aval de celui-ci est couplé avec lui un interféromètre de référence.

L'invention concerne également un procédé de compensation d'une différence de chemin optique dans un dispositif de mesure interférométrique comportant un interféromètre à modulation et un interféromètre de référence prévu en aval, l'interféromètre à modulation recevant un rayonnement à cohérence courte fourni par une source de rayonnement, ce rayonnement étant divisé par un premier diviseur de faisceau en deux faisceaux partiels parmi lesquels un faisceau partiel a une longueur de chemin optique plus grande ou plus petite que celle de l'autre faisceau partiel, la différence de marche optique entre les faisceaux partiels est plus grande que la longueur de cohérence du rayonnement à cohérence courte, et les deux faisceaux partiels sont de nouveau réunis avant la sortie de faisceau de l'interféromètre à modulation pour être fournis à l'interféromètre de référence qui divise les deux faisceaux en deux autres faisceaux partiels, la longueur d'onde optique des deux faisceaux partiels étant toujours différente, on compense de nouveau la différence de marche optique inscrite dans l'interféromètre de modulation.

Etat de la technique

On connaît un tel dispositif de mesure interférométrique selon le document DE 102 44 553. Ce document décrit un dispositif de mesure interférométrique pour saisir la forme, la rugosité ou la distance de la surface d'un objet de mesure à l'aide d'un interféromètre à modulation auquel une source de rayonnement fournit un rayonnement à cohérence courte et qui comporte un premier diviseur de faisceau pour diviser le faisceau reçu en un premier faisceau partiel arrivant par un premier bras et un second faisceau partiel arrivant par le second bras ; parmi ces faisceaux, l'un est décalé de l'autre par une installation de modulation de la phase ou de la fréquence de la lumière et on parcourt un chemin de temporisation puis les faisceaux sont de nouveau réunis dans un autre diviseur de faisceau de l'interféromètre à modulation

avec une sonde de mesure distante dans l'espace par rapport à l'interféromètre de modulation et couplée ou susceptible d'être couplée à celui-ci par un dispositif à guide de lumière ; dans cette sonde, les faisceaux partiels réunis sont divisés par une unité à fibres optiques de sonde ayant une surface de sortie côté objectif, inclinée par rapport à la surface supérieure pour diviser un faisceau de mesure et un faisceau de référence ; dans le faisceau de mesure ($r_1(t)$) réfléchi à la surface et dans le faisceau de référence ($r_2(t)$) réfléchi par un plan de référence pour les combiner et être transmis avec un dispositif de réception et une unité d'exploitation pour transformer le rayonnement reçu en signaux électriques et exploiter les signaux en utilisant une différence de phase. Dans ces conditions, l'angle d'inclinaison (γ) de la surface de sortie par rapport à la normale de l'axe de la sonde optique est au moins égale à 46° .

Le document DE 198 08 273 décrit également un tel dispositif de mesure interférométrique pour saisir la forme ou la distance en particulier des surfaces extérieures rugueuses à l'aide d'au moins une unité générant un rayonnement à cohérence spatiale ; ce faisceau est divisé dans une sonde de mesure en un faisceau de mesure de référence passant dans une branche de référence de mesure pour y être réfléchi et en un faisceau de mesure passant par une branche de mesure qui est réfléchi à la surface rugueuse ; une installation de modulation de la phase de la lumière ou pour décaler la fréquence de la lumière (fréquence Heterodyn) d'un premier faisceau partiel par rapport à la phase lumineuse ou la fréquence de la lumière d'un second faisceau partiel est transmis à une unité de combinaison pour être combinée au faisceau de référence de mesure, réfléchi comportant une unité de décomposition de faisceau et de réception de faisceau pour diviser le faisceau combiné en au moins deux faisceaux partiels à longueur d'onde différente et pour transformer le faisceau en signaux électriques et déterminer à l'aide d'une installation d'exploitation dans laquelle on détermine la forme et la distance de la surface supérieure rugueuse en s'appuyant sur la différence de phase des signaux électriques. Le rayonnement émis par l'unité générant le rayonnement et qui est à cohérence courte dans le temps et à bande large.

De tels dispositifs de mesure interférométriques composés de deux interféromètres peuvent être formés d'interféromètres de types différents. Ainsi, l'interféromètre à modulation peut être de type Mach-Zehnder alors que l'interféromètre de mesure ou la sonde de mesure peut être réalisée de façon compacte par exemple sous la forme d'un interféromètre Mirau. Les dispositifs de mesure interférométriques ont en commun de compenser de nouveau une différence de marche inscrite dans le premier interféromètre entre deux faisceaux partiels d'une source de rayonnement à cohérence courte dans le second interféromètre de mesure ou sonde de mesure et les faisceaux partiels sont combinés pour interférer. La différence de marche appliquée par un élément de temporisation selon le document DE 198 08 273 peut également être obtenue par des bras partiels de longueur différente parcourus par les faisceaux partiels comme cela est décrit dans ce document DE 198 08 273 correspondant à un interféromètre à modulation formé de guides de lumière.

Pour améliorer la précision de la mesure du dispositif de mesure interférométrique, il est connu de relier une seconde sortie de l'interféromètre à modulation à un interféromètre de référence. Il est réalisé optiquement exactement comme l'interféromètre de mesure c'est-à-dire il compense de nouveau la différence de marche entre les deux faisceaux partiels, différence inscrite dans l'interféromètre à modulation. La réalisation constructive de l'interféromètre de référence se distingue toutefois de celle de l'interféromètre de mesure. La précision de mesure du dispositif de mesure interférométrique peut être améliorée si l'on compare les signaux de l'interféromètre de référence avec ceux de l'interféromètre de mesure.

La différence de marche à inscrire dans l'interféromètre à modulation dépend de la construction de l'interféromètre de mesure ou de la sonde de mesure. Après un remplacement de l'interféromètre de mesure/sonde de mesure ou après un changement de câble pour des sondes avec plusieurs sorties, il faut adapter suivant la différence de marche dans l'interféromètre à modulation. Cela se fait en général avec un composant optique coulissant.

Egalement, dans l'interféromètre de référence, il faut adapter de manière appropriée la différence de marche. Il est habituel pour cela de régler la différence de marche entre l'échange d'une unité préajustée ou deux sondes de canaux de référence avec des distances
5 préajustées. L'inconvénient est qu'en fonction de l'interféromètre de mesure, utilisé, il faut disposer d'unités adaptées. C'est pourquoi, l'échange des unités est compliqué.

But de l'invention

La présente invention a pour but de développer un dispositif de mesure interférométrique permettant une adaptation simple des
10 différences de marche inscrites entre les faisceaux partiels d'interféromètre à couplage optique en procédant avec une précision élevée.

L'invention a également pour but de développer un procédé permettant d'effectuer de telles opérations.
15

Exposé et avantages de l'invention

A cet effet, l'invention concerne un dispositif de mesure interférométrique du type défini ci-dessus, caractérisé en ce que le couplage mécanique entre l'interféromètre de référence et l'interféromètre à
20 modulation comporte un dispositif de renvoi.

Le couplage mécanique entre l'interféromètre de référence et l'interféromètre à modulation se fait avec un dispositif d'inversion. Le dispositif d'inversion permet de transférer les ajustages mécaniques dans la conduite du faisceau de l'interféromètre à modulation suivant
25 l'interféromètre de référence de sorte que l'ajustage correspondant de la conduite du faisceau se fait à ce niveau. Grâce à l'ajustage, on peut compenser la différence de marche entre des faisceaux partiels et qui inscrite dans l'interféromètre à modulation et que l'interféromètre de référence neutralise de nouveau. Le dispositif de renvoi permet d'ajuster
30 les deux interféromètres par une seule opération. Le dispositif d'inversion ne transmet que des ajustages importants à l'interféromètre de référence alors que les petits décalages au niveau d'un écart d'inversion prévus dans le dispositif d'inversion ne sont pas transmis. Les petites variations de différence de marche optique peuvent ainsi être
35 effectuées dans l'interféromètre à modulation sans que l'interféromètre

de référence ne soit modifié. On a de cette manière une précision élevée comparable à une sonde de référence à différence de marche optique préréglée de manière fixe car on évite les erreurs de positionnement dans l'interféromètre de référence.

5 Selon un développement préférentiel de l'invention, le rayonnement à cohérence courte fourni à l'interféromètre à modulation est divisé par un premier diviseur de faisceau en deux faisceaux partiels et les longueurs de chemins optiques dans un chemin partiel restent toujours plus longues ou plus courtes que dans l'autre partie de fais-
10 ceaux, la différence de marche optique étant supérieure à la longueur de cohérence du rayonnement à cohérence courte et les deux faisceaux partiels sont de nouveau réunis avant de quitter l'interféromètre à modulation pour être appliqués à l'interféromètre de référence ; celui-ci divise le faisceau en deux autres faisceaux partiels et les longueurs
15 d'ondes optiques des deux autres faisceaux partiels sont toujours différentes de sorte que la différence de marche optique inscrite dans l'interféromètre à modulation est de nouveau compensée, les longueurs de chemins optiques pour chaque faisceau partiel dans l'interféromètre à modulation et dans l'interféromètre de référence étant réglables par
20 au moins un composant optique mobile et les composants optiques mobiles sont couplés mécaniquement par le dispositif d'inversion.

 La position des composants optiques mobiles définit la différence de marche optique dans les interféromètres. Le dispositif inverseur fait que les décalages du composant optique mobile dans
25 l'interféromètre à modulation, et qui sont inférieurs à un trajet défini par l'écart d'inversion du dispositif d'inversion ne se traduisent par aucun décalage du composant optique mobile dans l'interféromètre de référence. On évite ainsi les erreurs de positionnement du composant optique mobile dans l'interféromètre de référence. Ce n'est que pour des
30 décalages importants du composant optique mobile dans l'interféromètre à modulation et qui nécessitent une adaptation de la différence de marche optique dans l'interféromètre de référence que l'on déplace le composant optique mobile avec l'interféromètre de référence.

 Si le dispositif inverseur formé d'un élément de couplage
35 et d'un organe d'entraînement écarté d'une distance correspondant à un

écart d'inversion, et si l'élément de couplage est relié à un support mobile pour recevoir un composant optique mobile, et si l'organe d'entraînement reçoit l'autre composant optique mobile, alors le support mobile auquel est fixé le composant optique peut être bougé dans le cadre d'un intervalle d'inversion sans que l'élément de couplage ne cou-
5 lisse l'organe d'entraînement et ainsi également l'autre composant optique mobile. seulement si les mouvements sont supérieurs à l'écart d'inversion que l'élément de couplage s'applique contre l'organe d'entraînement et déplace celui-ci.

10 La construction du dispositif d'inversion sera simple et précise si l'élément de couplage est une broche et si l'organe d'entraînement est une fourchette entourant la broche avec du jeu dans la direction de mouvement de l'élément de couplage ou encore si l'élément de couplage est une bille et l'organe d'entraînement une cavité
15 entourant la bille avec du jeu. Le jeu définit ainsi l'écart d'inversion. Dans le cas d'un mouvement plus grand que l'écart d'inversion, la broche ou la bille touche la paroi de la cavité et déplace ainsi l'organe d'entraînement.

20 Selon une variante de réalisation préférentielle de l'invention en aval de l'interféromètre à modulation, la sortie de faisceau comporte un interféromètre de mesure pour mesurer la forme et/ou la rugosité d'une surface et dans lequel on remet à zéro la différence de marche optique inscrite dans l'interféromètre à modulation.

25 L'interféromètre de mesure prescrit ainsi la différence de marche à régler dans l'interféromètre à modulation et ainsi également dans l'interféromètre de référence. Les composants optiques mobiles permettent d'adapter les différences de marche optiques dans l'interféromètre à modulation si des variations plus importantes sont nécessaires, l'adaptation se fait par le dispositif d'inversion également
30 dans l'interféromètre de référence dans l'interféromètre de mesure, par exemple après un remplacement de l'interféromètre de mesure ou après un changement de canal d'un interféromètre de mesure ayant plusieurs sondes de mesure.

35 Le respect des conditions d'interférence par le rayonnement à cohérence courte utilisé à la sortie de l'interféromètre de réfère-

rence en cas de variations de la différence de marche optique dans l'interféromètre à modulation s'obtient en ce que le dispositif inverseur produit un couplage mécanique des composants optiques mobiles en ce que le composant optique mobile de l'interféromètre de référence suit
5 un mouvement du composant optique mobile dans l'interféromètre à modulation avec l'écart d'inversion, cet écart d'inversion étant égal ou inférieur à la longueur de cohérence du rayonnement à cohérence courte et/ou à inférieur ou égal à la variation des chemins optiques pour un changement de capteur dans l'interféromètre de référence.

10 Partant des mêmes différences de marche dans les interféromètres, en cas de variation de différences de marche dans l'interféromètre à modulation qui sont inférieures ou égales à la longueur de cohérence du rayonnement utilisé, les faisceaux partiels continuent d'interférer à la sortie de l'interféromètre de référence même si
15 la différence de marche optique n'a pas été modifiée dans l'interféromètre de référence. Le composant optique mobile de l'interféromètre de référence peut rester en place pour de telles petites modifications de la différence de marche. La variation de la différence de marche occasionnée par le changement de capteur dans l'interféromètre
20 de mesure se situe dans l'ordre de grandeur de la longueur de cohérence du rayonnement de sorte que pour un changement de canal, il suffit d'adapter la différence de marche à l'interféromètre à modulation. Comme on évite ainsi une erreur de position du composant optique mobile de l'interféromètre de référence, le dispositif de mesure aura une
25 très grande précision. Cela permet d'effectuer les mesures très précises par exemple si un interféromètre de mesure comporte plusieurs sorties et si on règle différents chemins optiques pour différents points de mesure, la valeur de mesure consistant en une combinaison des valeurs de distance par rapport aux différentes sorties. Cela est par exemple le cas
30 pour les mesures absolues entre des éléments de forme inclinée différemment d'un objet de mesure. En cas de variation nécessaire des différences de marche dans l'interféromètre à modulation, supérieures à la longueur de cohérence comme par exemple en cas de changement d'interféromètre à modulation, l'écart d'inversion peut également être
35 adapté à la différence de marche dans l'interféromètre de référence.

On aura une adaptation appropriée des différences de marche dans les deux interféromètres si le signe algébrique de la variation de longueur de chemin optique dans les deux faisceaux partiels de l'interféromètre à modulation et de l'interféromètre de référence sont de même sens ou de sens opposé.

Comme les deux faisceaux partiels sont réunis à la sortie de l'interféromètre à modulation et qu'au début de l'interféromètre de référence, les faisceaux partiels sont de nouveau divisés, il y aura dans les deux faisceaux partiels de l'interféromètre de référence, une composante de rayonnement correspondant à la fois au faisceau partiel retardé et à celui non retardé venant de l'interféromètre à modulation. Ainsi un raccourcissement de la longueur du chemin optique de l'un des faisceaux partiels dans l'interféromètre de référence, aura le même effet sur la succession chronologique des composantes de rayonnement comme allongement du chemin optique dans l'autre partie de faisceau. Ainsi, à la fois avec une variation de même sens et une variation de sens opposé des longueurs de chemin optiques dans les différents chemins partiels de l'interféromètre à modulation et de l'interféromètre de référence, on aura une superposition des composantes respectives de faisceau et les faisceaux partiels pourront interférer.

On aura une grande plage d'adaptation des différences de marche optiques dans l'interféromètre à modulation si la différence de marche n'est pas modifiée dans l'interféromètre de référence si dans la zone d'un passage de faisceau entre l'interféromètre à modulation et l'interféromètre de référence ou après la sortie de l'interféromètre de référence on a un composant optique, discriminant les longueurs d'onde.

Le composant discriminant les longueurs d'onde allonge la longueur de cohérence du faisceau, l'écart d'inversion peut alors être plus grand. Cela est particulièrement avantageux en combinaison avec des interféromètres de mesure couplés optiquement à l'interféromètre de modulation et ayant plusieurs sorties car dans les interféromètres de mesure connus, qui en cas de changement de canal dans l'interféromètre de mesure provoquent des variations de la différence de marche optique qui sont en général supérieures à la longueur de cohérence d'origine du rayonnement émis par la source de rayonnement.

Avec la longueur de cohérence allongée il suffit en cas de changement de canal, d'adapter la différence de marche dans l'interféromètre à modulation sans avoir à adapter l'interféromètre de référence. Il faut alors que la longueur de cohérence du rayonnement ne soit que légèrement
5 modifiée de sorte que l'on dispose encore d'une partie importante du faisceau pour exploiter la mesure interférométrique. Cela se traduit par un bon rapport signal/bruit dans l'unité d'exploitation.

Un allongement suffisamment grand de la longueur de cohérence du rayonnement pour de faibles pertes de rayonnement
10 s'obtient si le composant discriminant les longueurs d'ondes est un composant optique en forme de filtre de couleur, un réseau de diffraction, un composant à fibres optiques séparant les canaux ou un spectromètre à prisme.

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention,
15 les composants optiques mobiles sont des miroirs plans, des miroirs à triplet ou des éléments de couplage pour des guides de lumière. Ces composants sont utilisés même dans les dispositifs de mesure interférométriques habituels actuellement correspondant au type décrit ci-dessus sans le couplage mécanique de l'invention et se sont avérés
20 comme intéressants.

Une compensation simple et précise des différences de marche s'obtient en ce que pour déplacer les composants optiques mobiles il est prévu un entraînement manuel ou motorisé qui agit sur le support mobile portant le composant optique mobile de l'interféromètre
25 à modulation.

En particulier, la partie à entraînement motorisé d'une installation de mesure automatisée permet de compenser les différences de marche par une unité de commande électronique. Comme l'entraînement linéaire attaque le support mobile portant le composant
30 optique mobile de l'interféromètre à modulation, lors d'un déplacement, on modifie tout d'abord la différence de marche optique dans l'interféromètre à modulation. Ce n'est que si le mouvement de l'écart d'inversion du dispositif d'inversion est parcouru par l'élément de couplage que l'organe d'entraînement déplace également le composant opti-
35 que mobile de l'interféromètre de référence.

Le guidage et le décalage seront précis pour les composants optiques mobiles en ce que le support mobile et l'organe d'entraînement sont à montage linéaire et un dispositif de fixation et/ou un point à friction sont prévus pour l'organe d'entraînement.

5 Le dispositif de fixation ou le point de friction évite que l'organe d'entraînement monté de façon à être très mobile et qui du fait de l'écart d'inversion avec le dispositif d'inversion n'est pas relié rigide-
ment à l'entraînement linéaire, évite tout mouvement accidentel. Le
point de friction évite en outre qu'après le décalage souhaité, l'organe
10 d'entraînement ne risque de continuer à bouger dans le cadre de l'écart
d'inversion du fait de son inertie.

On aura un domaine d'application très étendu pour l'inversion, pour des interféromètres à modulation et des interféromètres de référence très différents en ce que le couplage d'entrée de fais-
15 ceau dans le dispositif de mesure interférométrique, la liaison optique
entre l'interféromètre à modulation et l'interféromètre de référence et/ou
le prolongement du faisceau de sortie se fait à l'aide de guides de lu-
mière ou par un faisceau libre.

L'invention concerne également un procédé du type défini
20 ci-dessus, caractérisé en ce que on modifie les différences de marche
optique entre les faisceaux partiels dans l'interféromètre à modulation
et entre les faisceaux partiels dans l'interféromètre de référence par des
composants optiques mobiles couplés mécaniquement par un dispositif
d'inversion, le composant optique mobile de l'interféromètre de réf-
25 erence suivant le mouvement du composant optique de l'interféromètre à
modulation après passage par un écart d'inversion dans le miroir de
renvoi.

On évite ainsi les erreurs de positionnement dans l'interféromètre de référence et on arrive à une précision très élevée par
30 comparaison à un interféromètre de référence dont les chemins opti-
ques sont préréglés de manière fixe. En cas de fortes variations de la
différence de marche optique dans l'interféromètre à modulation, le
composant optique mobile de l'interféromètre de référence suit le mou-
vement du composant optique dans l'interféromètre à modulation de
35 sorte que la différence des différences de marche reste constante entre

les deux interféromètres déduction faite du trajet prédéfini par l'écart d'inversion.

L'écart d'inversion du dispositif d'inversion est dimensionné de préférence que pour un décalage du composant optique mobile de l'interféromètre à modulation, avec une variation de la différence de marche optique inférieure ou égale à la longueur de cohérence du faisceau utilisé, le composant optique mobile de l'interféromètre de référence ne sera pas déplacé et en cas de déplacement du composant optique mobile de l'interféromètre à modulation, pour une variation de la différence de marche optique qui dépasse la longueur de cohérence du faisceau, le composant optique mobile de l'interféromètre de référence sera déplacé dans la même direction ou dans la direction opposée par l'écart d'inversion. Les différences de marche des deux interféromètres restent ainsi égales dans le cadre des longueurs de cohérence du faisceau utilisé de sorte que les faisceaux partiels pourront interférer à la sortie de l'interféromètre de référence également après variations des différences de marche optiques.

De façon préférentielle, en cas de déplacement des deux composants optiques mobiles, on règle tout d'abord la position exacte du composant optique mobile de l'interféromètre de référence et ensuite par un mouvement opposé à la direction initiale de déplacement, on positionnement exactement le composant optique mobile de l'interféromètre à modulation. Les différences de marche de l'interféromètre à modulation et de l'interféromètre de référence peuvent être ainsi réglées précisément. L'écart d'inversion pour un ajustage précis du dispositif de mesure est réglé dans sa position centrale pour que l'écart d'inversion pour les deux directions de déplacement possibles soit aussi réduit qu'envisageable. Le retour du composant optique mobile de l'interféromètre à modulation en position centrale du dispositif d'inversion peut se faire automatiquement ; on connaît et on tient compte à cet effet d'une unité de commande appropriée pour augmenter l'écart d'inversion.

On pourra positionner exactement les composants optiques mobiles de l'interféromètre à modulation en ce qu'une mesure de trajet d'un coulisement du composant optique mobile dans

l'interféromètre à modulation est égale ou inférieure à la longueur de cohérence du rayonnement à cohérence courte, se fait par une mesure d'interférence dans l'interféromètre de référence.

Une mesure de chemin supplémentaire dans l'interféromètre à modulation devient ainsi inutile ce qui se traduit par une économie significative. Pour des décalages importants, on décale également le composant optique mobile de l'interféromètre de référence si bien que la mesure de chemin interférométrique décrite n'est plus possible.

Dessins

La présente invention sera décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide d'exemples de réalisation représentés dans les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une schématique d'un dispositif de mesure interférométrique comportant deux interféromètres comportant des composants optiques, mobiles couplés mécaniquement par un dispositif d'inversion.
- la figure 2 montre un dispositif de mesure interférométrique comportant un interféromètre à modulation de type Mach-Zehnder et un interféromètre de référence de type Michelson, avec des composants optiques mobiles couplés mécaniquement par un dispositif d'inversion.

Description des modes de réalisation

La figure 1 montre schématiquement un dispositif de mesure interférométrique 1 comportant une source de rayonnement 30 à cohérence brève, un interféromètre à modulation 10 et un interféromètre de référence 20 en aval de l'interféromètre à modulation 10. Le dispositif de mesure interférométrique 1 est un interféromètre à lumière blanche ou interféromètre Heterodyn. Le rayonnement à cohérence courte 31 de la source de rayonnement 30 est appliqué à l'interféromètre de modulation 10 pour être transmis par un passage de rayonnement 34 à l'interféromètre de référence 20 et de là le rayonnement est conduit après la sortie de rayonnement 36 dans un composant de discrimination de longueur d'onde 38 ; après ce composant le rayon-

nement quitte le dispositif comme sortie de rayonnement de référence 39.

En plus du transfert de rayonnement à l'interféromètre de référence 20, l'interféromètre à modulation 10 fournit une sortie de rayonnement 33 pour le couplage optique d'un interféromètre de mesure non représenté.

Un composant optique mobile 13, 23 respectif est associé à l'interféromètre à modulation 10 et à l'interféromètre de référence 20. Ces composants font partie intégrante de l'interféromètre respectif ; toutefois, pour expliciter l'invention, ces composants sont représentés séparément de façon schématique. Les composants optiques mobiles 13, 23 sont couplés mécaniquement par un dispositif inverseur 40 formé d'un support 43 avec un élément de couplage 44 et un organe d'entraînement 45. Le composant optique mobile 13 de l'interféromètre à modulation 10 est installé sur le support mobile 43 dont le segment à l'opposé du composant optique mobile 13 devient un élément de couplage 44 en forme de tige. L'élément de couplage 44 pénètre avec un intervalle périphérique 42 dans l'organe d'entraînement 45 en forme de fourche. Le côté de l'élément d'entraînement 45 non tourné vers l'élément de couplage 44 porte le composant optique mobile 23 de l'interféromètre de référence 20.

L'interféromètre à modulation 10 divise le rayonnement à cohérence courte 31 qu'il reçoit en deux faisceaux partiels non représentés ; une partie de faisceau partiel 32.1 est appliquée au composant optique mobile 13. Le composant optique mobile 13 est réalisé comme inverseur de faisceau pour le faisceau partiel 32.1. Le faisceau partiel 32.1 renvoyé par le composant optique mobile 13 est appliqué d'une manière non représentée à l'interféromètre à modulation 10 pour y être combiné au faisceau partiel non représenté et au passage de faisceau 34 vers l'interféromètre de référence 20. L'interféromètre de référence 20 divise en deux faisceaux partiels non représentés le rayonnement qu'il reçoit par le passage de rayonnement 34 ; un rayonnement partiel 35.1 est appliqué au composant optique mobile 23 également réalisé comme moyen de déviation de faisceau. Les faisceaux partiels sont ensuite transmis au composant optique mobile 23 pour être appliqués à

l'interféromètre de référence 20 et à être combinés pour être fournis à la sortie de rayonnement 36.

Un mouvement du support 43 mobile correspondant à l'une des directions de mouvement 41 représenté par une flèche se traduit tout d'abord par un mouvement de même type du composant optique mobile 13 de l'interféromètre à modulation 10. Les longueurs de chemins optiques pour le premier faisceau partiel 32.1 de l'interféromètre de référence 10 et ainsi la différence de marche optique entre les faisceaux partiels seront modifiées.

Si le support mobile 43 bouge plus que l'écart d'inversion 42 entre l'élément de couplage 44 et l'organe d'entraînement 45 en forme de fourche, l'élément de couplage 44 s'applique contre l'organe d'entraînement 45 et entraîne celui-ci et avec lui le composant optique 23 de l'interféromètre de référence 20. Les longueurs de chemin optique pour le faisceau partiel 35.1 et la différence de marche optique entre les faisceaux partiels de l'interféromètre de référence changent ainsi.

Dans ces conditions, deux petits déplacements du support mobile 43 se traduisent seulement par une variation de la différence de marche optique entre les faisceaux partiels de l'interféromètre à modulation 10 alors qu'un déplacement du support mobile 43 plus grand que le chemin prédéfini par l'écart d'inversion 42 se traduisent également par une modification de la différence de marche optique entre les faisceaux partiels dans l'interféromètre de référence 20.

En position de fonctionnement, la différence de marche optique inscrite dans l'interféromètre à modulation 10 est remise à zéro dans l'interféromètre de référence 20 de sorte que les faisceaux partiels peuvent interférer à la sortie de l'interféromètre de référence 20. Pour cela, il faut que les différences de marche dans l'interféromètre à modulation 10 et dans l'interféromètre de référence 20 soient égales dans le cadre de la longueur de cohérence du rayonnement 31. Un déplacement du composant optique mobile 13 de l'interféromètre à modulation 10 qui produit une variation de la différence de marche optique inférieure ou égale à la longueur de cohérence du rayonnement 31 permet en outre de former des interférences à la sortie de l'interféromètre de référence 20. Dans le cas d'un déplacement du composant optique mobile

13 produisant une modification de la différence de marche optique dans l'interféromètre à modulation 10 supérieure à la longueur de cohérence, il faut également adapter la différence de marche optique de façon correspondante dans l'interféromètre de référence 20. L'écart d'inversion 42 est conçu pour correspondre dans le mode de réalisation représenté de l'invention, à une demi-longueur de cohérence du rayonnement. Si l'élément de couplage 44 est déplacé de sa position médiale au-delà de l'ensemble de l'écart d'inversion 42 jusqu'à venir en contact avec l'organe d'entraînement 45, alors la différence de marche dans l'interféromètre à modulation 10 varie car le faisceau partiel 32.1 parcourt dans un sens et dans l'autre le chemin vers le composant optique 13 ; cette différence de chemin dans l'interféromètre à modulation 10 est modifiée de la longueur de cohérence du rayonnement ce qui remplit toujours la condition d'interférence à la sortie de l'interféromètre de référence 20 si la différence de marche optique dans l'interféromètre 20 n'est pas modifiée. Comme le composant optique mobile 23 de l'interféromètre de référence 20 reste dans sa position d'origine et n'est pas décalé, on évite les erreurs de positionnement. Cela permet d'avoir un dispositif de mesure interférométrique 1 de très grande précision.

Dans le cas d'une variation de la différence de marche optique dans l'interféromètre à modulation 10 qui est supérieure à la longueur de cohérence du rayonnement ce qui correspond à un décalage du support 43 et de l'élément de couplage 44 supérieur à l'écart d'inversion 42, l'organe d'entraînement 45 et le composant optique mobile 23 modifient également la différence de marche optique dans l'interféromètre de référence 20. Comme le mouvement des composants optiques 13, 23 est toujours de même forme, la condition de formation des interférences à la sortie de l'interféromètre de référence 20 reste maintenue.

En cas de variations de la différence de marche supérieures à la longueur de cohérence, il est avantageux que tout d'abord on règle la différence de marche optique souhaitée dans l'interféromètre de référence 20 par un positionnement correspondant du composant optique mobile 23. Ensuite, on règle la même différence de marche optique dans l'interféromètre à modulation 10 et pour cela on déplace l'élément

de couplage 44 pour un ajustage exact, de nouveau dans sa position médiane entre l'organe d'entraînement 45 en forme de fourche. Partant de ce nouveau positionnement des composants optiques mobiles 13, 23 de petites variations de différence de marche seront possibles dans le cadre de la longueur de cohérence du rayonnement dans l'interféromètre à modulation 10 sans avoir à déplacer le composant optique mobile 23 de l'interféromètre de référence 20.

Le composant discriminant les longueurs d'onde 38 sert à allonger la longueur de cohérence du rayonnement. Une plus grande longueur de cohérence permet une plus grande modification de la différence de marche optique inscrite dans l'interféromètre à modulation 10 sans nécessiter une adaptation de la différence de marche également dans l'interféromètre de référence 20. L'écart d'inversion 42 est conçu en fonction de l'allongement de la longueur de cohérence.

La figure 2 montre le dispositif de mesure interférométrique 1 comportant des composants optiques mobiles 13, 23 couplés mécaniquement par le dispositif inverseur 40 pour l'interféromètre à modulation 10 de type Mach-Zehnder et l'interféromètre de référence 20 de type Michelson. Dans ce cas également, le rayonnement à cohérence courte 31 de la source de rayonnement 30 à cohérence dans l'espace mais à cohérence courte dans le temps est appliqué à l'interféromètre à modulation 10. L'interféromètre à modulation 10 de type Mach-Zehnder est composé de deux diviseurs de faisceaux 11.1, 11.2 et deux miroirs de renvoi 12.1, 12.2. Le rayonnement à cohérence courte 31, incident est divisé par le premier diviseur de faisceau 11.1 en deux faisceaux partiels 32.1, 32.2. dans les chemins des deux faisceaux partiels 32.1, 32.2, comme cela est connu pour les interféromètres à modulation, on a deux modulateurs acoustooptiques 14.1, 14.2. dans le chemin du premier faisceau partiel 32.1, on a un composant optique mobile 13 sous la forme d'un prisme à triplet recevant du modulateur acoustooptique 14.1, le premier faisceau partiel 32.1 tombant sur le miroir de renvoi 12.1 pour être renvoyé vers le second diviseur de faisceau 11.2. Le second faisceau partiel 32.2 est réfléchi en aval du modulateur acoustooptique 14.2 par le miroir de renvoi 12.2 vers le second diviseur de faisceau 11.2 ; dans ce second diviseur de faisceau, on combine les

deux faisceaux partiels 32.1 et 32.2 pour les transmettre à la sortie de faisceau 33 et au passage de faisceau 34. Dans le passage de faisceau 34 entre l'interféromètre à modulation 10 et l'interféromètre de référence 20, on a un composant 38 discriminant les longueurs d'onde ; ce
5 composant est réalisé par un filtre pour allonger la longueur de cohérence du rayonnement.

Un miroir de renvoi 37 dirige le faisceau en aval du composant discriminant de longueur d'onde 38 vers l'interféromètre à référence 20. L'interféromètre à référence 20 est un interféromètre de type
10 Michelson formé d'un diviseur de faisceau 21, d'un miroir fixe 22 et d'un composant optique mobile 23 sous la forme d'un miroir. Le rayonnement incident venant du miroir 37 est divisé par le diviseur de faisceau 21 en deux faisceaux partiels 35.1, 35.2. Le faisceau partiel 35.2 est réfléchi par le miroir fixe vers le diviseur de faisceau 21 ; le faisceau
15 partiel 35.1 est réfléchi par le composant optique mobile 23 en retour vers le diviseur de faisceau 21 ; les faisceaux sont combinés dans ce diviseur de faisceau pour être transmis à la sortie de faisceau 36.

Le composant optique mobile 13 de l'interféromètre à modulation 10 est installé sur le support mobile 43 relié à un entraînement
20 linéaire 51 muni d'un moteur 50. Le moteur 50 et l'entraînement linéaire 51 permettent un coulisement linéaire du support 43 mobile installé sur un palier 53 et ainsi on a également un coulisement linéaire du composant optique mobile 13 dans la direction de déplacement 41 indiquée par une flèche.

Le support mobile 43 comporte un élément de couplage
25 44 en forme de bille porté par un élément de liaison 47 ; cette bille est positionnée dans une cavité 46 de l'organe d'entraînement 45. La cavité 46 de l'organe d'entraînement 45 entoure l'élément de couplage 44 en restant écartée de l'écart d'inversion 42. L'organe d'entraînement 45 est
30 mobile linéairement sur un support 54. Le côté de l'organe d'entraînement 45 à l'opposé de la cavité 46 porte le composant optique mobile 23 de l'interféromètre de référence 20. En outre, l'organe d'entraînement 45 est muni d'un dispositif de blocage 52.

Du fait d'une longueur de chemins optiques différente
35 dans les chemins des faisceaux partiels 32.1, 32.2 de l'interféromètre à

modulation 10 et la différence de marche qui en résulte entre les faisceaux partiels 32.1, 32.2, après réunion des faisceaux partiels 32.1, 32.2 dans le second diviseur de faisceau 11.2, il ne se forme pas d'interférence dans le rayonnement à cohérence courte 31 utilisé. La
 5 différence de marche peut être modifiée par le décalage du support mobile 43 et du composant optique 13 qu'il porte.

Dans l'interféromètre de référence 20, on génère entre les faisceaux partiels 35.1 et 35.2 une différence de marche sensiblement égale à celle dans l'interféromètre à modulation 10 par des longueurs de
 10 chemins optiques différentes dans les trajets des deux chemins partiels 35.1, 35.2. la différence de marche inscrite dans l'interféromètre à modulation 10 est ainsi compensée et après réunion dans le diviseur de faisceau 21, les deux faisceaux partiels 35.1 et 35.2 peuvent interférer.

La condition d'interférence est que la différence de marche optique dans l'interféromètre à modulation 10 et dans
 15 l'interféromètre de référence 20 soit égale dans le cadre de la longueur de cohérence du rayonnement utilisé. L'écart d'inversion 42 du dispositif inverseur 40 est conçu pour permettre un mouvement du support 43 et du composant optique mobile 13 qui produit une variation de différence de marche dans l'interféromètre à modulation 10 qui soit inférieure ou égale à la longueur de cohérence du rayonnement sans que
 20 l'organe d'entraînement 45 ne soit déplacé. La différence de marche dans l'interféromètre à modulation 10 peut ainsi être modifiée tout en conservant la condition d'interférence, sans avoir de modification de la différence de marche dans l'interféromètre de référence 10. La position
 25 du composant optique mobile 23 reste fixe ; il n'y a pas d'erreur de position. Le dispositif de fixation 52 évite toute modification accidentelle de la position de l'organe d'entraînement 45. En variante ou en plus du dispositif de fixation 52, on peut également prévoir un point à friction
 30 évitant tout mouvement accidentel de l'organe d'entraînement 45.

Seul un mouvement du support 43 plus grand que l'écart d'inversion 42 fait que l'élément de couplage 44 s'applique contre la paroi de la cavité 46 de l'organe d'entraînement 45 et déplace celui-ci ainsi
 35 que le composant optique mobile 23 de l'interféromètre de référence 20. Les différences de marche dans les deux interféromètres sont ainsi mo-

difiées de la même distance de sorte que la condition d'interférence reste conservée en cas de modification de la différence de chemin optique supérieure à la longueur de cohérence.

Dans l'exemple de réalisation, la modification des trajets
5 et ainsi la différence de marche dans les deux interféromètres se fait en sens opposé. Ce décalage en sens opposé des longueurs des chemins optiques des deux faisceaux partiels 32.1, 35.1 des deux interféromètres correspond ainsi du point de vue optique à une variation de même sens d'une longueur de chemin optique comme dans le mode de réalisation
10 de l'invention représenté à la figure 1. Comme les deux faisceaux partiels 32.1, 32.2 sont réunis dans le second diviseur de faisceau 11.2 de l'interféromètre à modulation 10 et qu'ils sont de nouveau divisés par le diviseur de faisceau 21 de l'interféromètre de référence 20 en deux faisceaux partiels 35.1, 35.2, dans les deux faisceaux partiels 35.1,
15 35.2 de l'interféromètre de référence 20, on aura une composante de faisceaux correspondant à la fois aux faisceaux partiels 32.1, 32.2 non retardés et à celui retardé venant de l'interféromètre à modulation 10. Un raccourcissement de la longueur de chemin optique de l'un des deux faisceaux partiels 35.1, 35.2 dans l'interféromètre de référence 20 a
20 ainsi le même effet sur la même suite chronologique des composantes de faisceaux qu'un allongement des longueurs de chemins optiques dans chaque autre faisceau partiel 35.1, 35.2. Cela permet ainsi par une modification de même sens ou de sens opposé des longueurs de chemins optiques des faisceaux partiels 32.1, 35.1 de l'interféromètre à
25 modulation 10 et de l'interféromètre de référence 20, de combiner les deux composants de faisceaux et faire interférer les faisceaux partiels 35.1, 35.2.

De façon avantageuse, on réalise un tel dispositif de mesure interférométrique 1 en liaison avec un interféromètre de mesure
30 non représenté couplé optiquement à la sortie de faisceau 33 de l'interféromètre à modulation 10. Cet interféromètre de mesure peut être compact et être relié par exemple par des guides de lumière de manière souple à l'interféromètre de modulation 10 pour effectuer des travaux de mesure par exemple sur des objets de mesure inaccessibles.
35 Dans cet interféromètre de mesure on introduit une différence de mar-

che optique entre les deux faisceaux partiels et cette différence com-
pense la différence de marche inscrite dans l'interféromètre à modula-
tion 10 pour permettre ainsi d'avoir des interférences. La différence de
marche dans de tels interféromètres de mesure est généralement fixée
5 au préalable et varie d'un interféromètre de mesure à l'autre d'une va-
leur en général significativement plus grande que la longueur de cohé-
rence du rayonnement. En outre, on connaît des interféromètres de
mesure à plusieurs sorties sélectionnées. Un changement de canal se
traduit en général également ici à une modification de la différence de
10 marche mais celle-ci est significativement plus petite qu'en cas de
changement de l'interféromètre de mesure. Grâce aux composants de
discrimination de longueur d'onde 38 et à l'allongement conséquent de
la longueur de cohérence du rayonnement, fait que la variation de diffé-
rence de marche résultant d'un changement de canal se situe dans
15 l'interféromètre de mesure à l'intérieur de la longueur de cohérence du
rayonnement. La différence de marche dans l'interféromètre à modula-
tion 10 peut ainsi être adaptée à la nouvelle différence de marche de
l'interféromètre de mesure conditionnée par le changement de canal
sans que le dispositif d'inversion n'entraîne un décalage du composant
20 optique mobile 23 dans l'interféromètre de référence 20. On évite ainsi
les erreurs de positionnement dans l'interféromètre de référence 20. En
cas de changement de l'interféromètre de mesure et de la variation qui
en résulte de la différence de marche optique supérieure à la longueur
de cohérence du rayonnement, on aura une adaptation correspondante
25 de la différence de marche dans l'interféromètre à modulation 10 par un
décalage du composant optique 13 et du support mobile 43 qui sera
supérieur à l'écart d'inversion 43. Le dispositif inverseur 40 déplace
ainsi également le composant optique mobile 23 dans l'interféromètre
de référence 20 et la différence de marche optique dans l'interféromètre
30 de référence 20 sera réglée sur le nouvel interféromètre de mesure et
sur la nouvelle différence de marche dans l'interféromètre à modulation
10.

REVENDEICATIONS

- 1°) Dispositif de mesure interférométrique (1) comportant une source de rayonnement (5) à cohérence courte et un montage formé d'un interféromètre à modulation (10) et en aval de celui-ci est couplé avec lui un
5 interféromètre de référence (20),
caractérisé en ce que
le couplage mécanique entre l'interféromètre de référence (20) et l'interféromètre à modulation (10) comporte un dispositif de renvoi (40).
- 10 2°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que
le rayonnement à cohérence courte (31) fourni à l'interféromètre à modulation (10) est divisé par un premier diviseur de faisceau (11.1) en deux faisceaux partiels (32.1, 32.2) et la longueur de chemin optique
15 dans un faisceau partiel (32.1) est ainsi plus longue ou plus courte que dans l'autre faisceau partiel (32.2),
la différence de marche optique est supérieure à la longueur de cohérence du rayonnement (31) à cohérence courte, les deux faisceaux partiels (32.1, 32.2) étant de nouveau réunis avant de sortir de
20 l'interféromètre à modulation (10) pour être appliqués à l'interféromètre de référence (20) qui divise le rayonnement en deux autres faisceaux partiels (35.1, 35.2), les longueurs de chemins optiques des deux autres faisceaux partiels (35.1, 35.2) étant ainsi différentes,
la différence de marche optique inscrite dans l'interféromètre à modulation (10) étant de nouveau compensée et la longueur d'onde optique
25 pour chaque fois un faisceau partiel (32.1, 35.1) dans l'interféromètre à modulation (10) et dans l'interféromètre de référence (20) se règle chaque fois par au moins un composant optique mobile (13, 23), et
les composants optiques mobiles (13, 23) sont couplés mécaniquement
30 par le miroir de renvoi (40).
- 3°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que
le dispositif de renvoi (40) se compose d'un élément de couplage (44) et
35 d'un organe d'entraînement (45) distant d'un écart d'inversion (42),

l'élément de couplage (44) étant relié à un support mobile (43) pour recevoir un composant optique mobile (13) et l'organe d'entraînement (45) est réalisé pour recevoir l'autre élément optique mobile (23).

5 4°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que
l'élément de couplage (44) est en forme de broche et l'organe d'entraînement (45) est une fourche entourant la broche dans la direction de mouvement de l'élément de couplage (44) en laissant un écart
10 d'inversion (42), et
l'élément de couplage (44) est en forme de bille et l'organe d'entraînement (45) comporte une cavité (46) entourant la bille en laissant un écart d'inversion (42).

15 5°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'
en aval de l'interféromètre à modulation (10), la sortie de faisceau (33) comporte un interféromètre de mesure pour mesurer la forme et/ou la rugosité d'une surface et dans lequel on remet à zéro la différence de
20 marche optique inscrite dans l'interféromètre à modulation (10).

6°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que
le dispositif inverseur (40) produit un couplage mécanique des composants optiques mobiles (13, 23) en ce que le composant optique mobile
25 (23) de l'interféromètre de référence (20) suit un mouvement du composant optique mobile (13) dans l'interféromètre à modulation (10) avec l'écart d'inversion (42),
cet écart d'inversion (42) étant égal ou inférieur à la longueur de cohérence du rayonnement à cohérence courte (31) et/ou à inférieur ou égal
30 à la variation des chemins optiques pour un changement de capteur dans l'interféromètre de référence.

7°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1,
35 caractérisé en ce que

le signe algébrique de la variation de longueur de chemin optique dans les deux faisceaux partiels (32.2, 35.1) de l'interféromètre à modulation (10) et de l'interféromètre de référence (20) sont de même sens ou de sens opposé.

5

8°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans la zone d'un passage de faisceau (34) entre l'interféromètre à modulation (10) et l'interféromètre de référence (20) ou après la sortie (36) de l'interféromètre de référence (20) on a un composant (38) optique, discriminant les longueurs d'onde.

10

9°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 8, caractérisé en ce que le composant optique discriminant les longueurs d'onde (38) est un filtre couleur, un réseau de diffraction, un composant à fibres optiques séparant un canal ou un spectromètre à prisme.

15

10°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les composants optiques mobiles (13, 23) sont des miroirs plans comme miroirs à triplet ou des éléments de couplage pour les éléments guides de longueur d'onde.

20

11°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour déplacer les composants optiques mobiles (13, 23) il est prévu un entraînement manuel ou motorisé (51) qui agit sur le support mobile (43) portant le composant optique mobile (13) de l'interféromètre à modulation (10).

25

30

12°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que

le support mobile (43) et l'organe d'entraînement (45) sont à montage linéaire et un dispositif de fixation (52) et/ou un point à friction sont prévus pour l'organe d'entraînement (45).

5 13°) Dispositif de mesure interférométrique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que
le couplage d'entrée de faisceau dans le dispositif de mesure interférométrique (1), la liaison optique entre l'interféromètre à modulation (10)
et l'interféromètre de référence (20) et/ou le prolongement du faisceau
10 de sortie se fait à l'aide de guides de lumière ou par un faisceau libre.

14°) Procédé de compensation de la différence de chemin optique dans un dispositif de mesure interférométrique (1) comportant un interféromètre à modulation (10) et un interféromètre de référence (20) prévu en
15 aval, l'interféromètre à modulation (10) recevant un rayonnement à cohérence courte (31) fourni par une source de rayonnement (30), ce rayonnement étant divisé par un premier diviseur de faisceau (11.1) en deux faisceaux partiels (32.1, 32.2) parmi lesquels un faisceau partiel (32.1) a une longueur de chemin optique plus grande ou plus petite que
20 celle de l'autre faisceau partiel (32.2),
la différence de marche optique entre les faisceaux partiels (32.1, 32.2) est plus grande que la longueur de cohérence du rayonnement à cohérence courte (31), et
les deux faisceaux partiels (32.1, 32.2) sont de nouveau réunis avant la
25 sortie de faisceau de l'interféromètre à modulation (10) pour être fournis à l'interféromètre de référence (20) qui divise les deux faisceaux en deux autres faisceaux partiels (35.1, 35.2), la longueur d'onde optique des deux faisceaux partiels (35.1, 35.2) étant toujours différente,
on compense de nouveau la différence de marche optique inscrite dans
30 l'interféromètre de modulation (10),
caractérisé en ce qu'
on modifie les différences de marche optique entre les faisceaux partiels (32.1, 32.2) dans l'interféromètre à modulation (10) et entre les faisceaux partiels (35.1, 35.2) dans l'interféromètre de référence (20) par
35 des composants optiques mobiles (13, 23) couplés mécaniquement par

un dispositif d'inversion (40), le composant optique mobile (23) de l'interféromètre de référence (20) suivant le mouvement du composant optique (13) de l'interféromètre à modulation (14) après passage par un écart d'inversion (42) dans le miroir de renvoi (40).

5

15°) Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'

en cas de déplacement du composant optique mobile (13) de l'interféromètre à modulation (10) avec une variation de la différence de marche optique inférieure ou égale à la longueur de cohérence du rayonnement utilisé, on ne déplace pas le composant optique mobile (23) de l'interféromètre de référence (20) et en cas de coulis-
10 ssement du composant optique mobile (13) de l'interféromètre à modulation (10) avec une variation de différence de marche optique supérieure à la longueur de cohérence du rayonnement, on déplace le composant optique
15 mobile (23) de l'interféromètre de référence (20) au-delà de l'écart d'inversion, par un déplacement dans le même sens ou dans le sens opposé.

20

16°) Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'

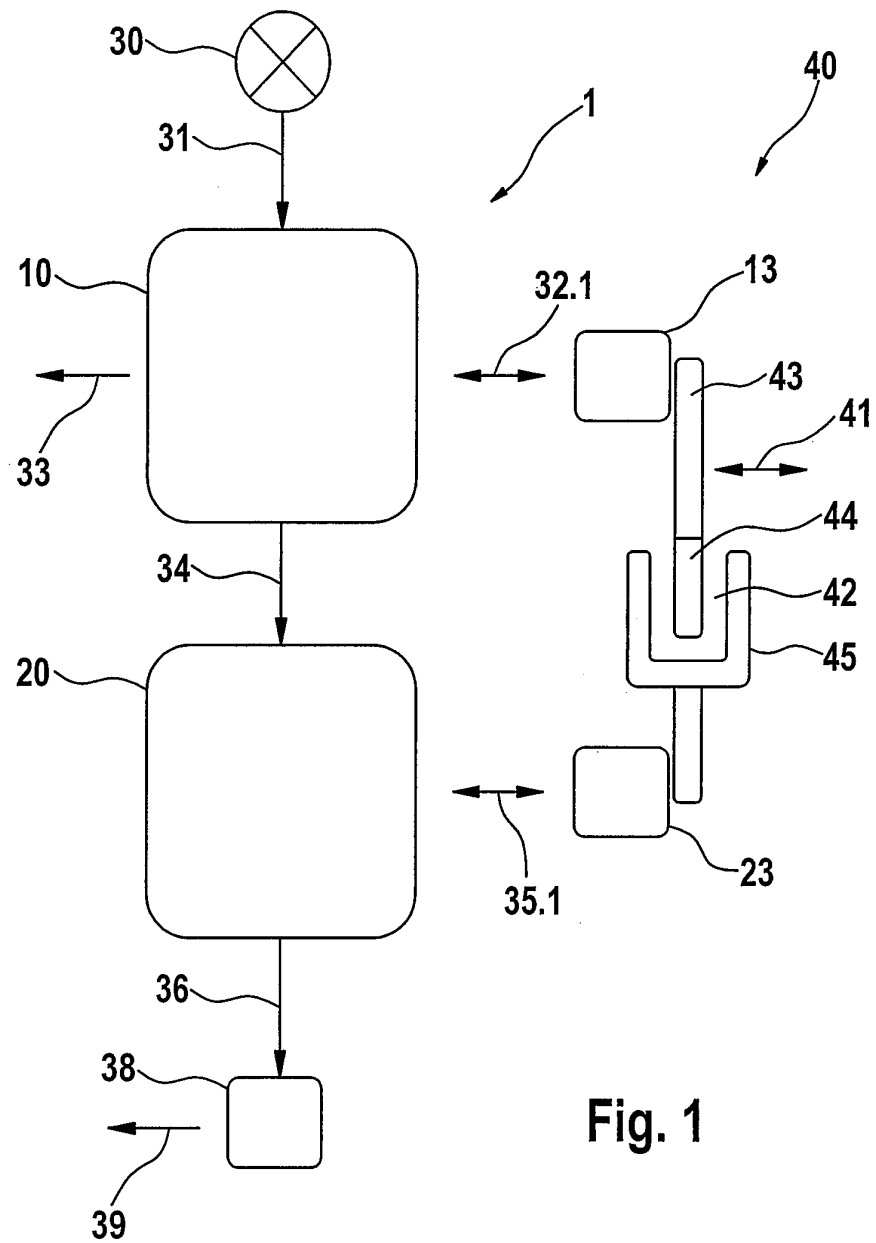
en cas d'un déplacement des deux composants optiques mobiles (13, 23) on règle tout d'abord la position exacte du composant optique mobile (23) de l'interféromètre de référence (20) et ensuite par un déplacement opposé au déplacement initial du composant optique mobile (13)
25 on positionne exactement l'interféromètre à modulation (10).

17°) Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'

une mesure de trajet d'un coulis-
30 ssement du composant optique mobile (13) dans l'interféromètre à modulation (10) est égale ou inférieure à la longueur de cohérence du rayonnement à cohérence courte (31), se fait par une mesure d'interférence dans l'interféromètre de référence (20).

35

1 / 2



2/2

Fig. 2

