



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 717 757 B1

(51) Int. Cl.: B23Q 11/00 (2006.01)
B23Q 17/24 (2006.01)
B23Q 11/08 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 001022/2020

(22) Date de dépôt: 17.08.2020

(43) Demande publiée: 28.02.2022

(24) Brevet délivré: 15.04.2024

(45) Fascicule du brevet publié: 15.04.2024

(73) Titulaire(s):
Kif Parechoc SA, Rue Georges-Herni Piguet 19
1347 Le Sentier (CH)

(72) Inventeur(s):
Anthony Bergamo, 2000 Neuchâtel (CH)
Arnaud Müller, 1400 Yverdon-les-Bains (CH)
Damien Müller, 2072 Saint-Blaise (CH)
Jean-Marc Monbaron, 2027 Saint-Blaise (CH)
Philippe Jacot, 2022 Bevaix (CH)

(74) Mandataire:
BOVARD SA Neuchâtel Conseils en propriété
intellectuelle, Rue des Noyers 11
2000 Neuchâtel (CH)

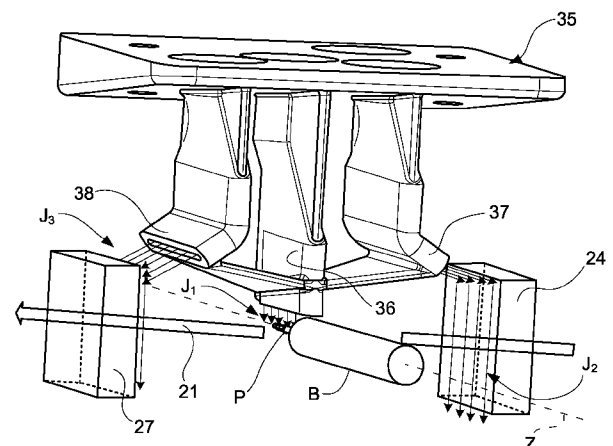
(54) **Procédé de nettoyage d'une pièce au moins partiellement usinée retenue par une machine et d'une glace de protection d'un dispositif de mesure optique.**

(57) L'invention concerne un procédé de nettoyage comprenant un nettoyage d'une pièce (P) au moins partiellement usinée, qui est retenue dans une machine. Cette machine est pourvue d'un dispositif de mesure optique apte à émettre un rayonnement (21) et comprenant au moins une glace de protection (24) destinée à être traversée par ce rayonnement (21).

Le nettoyage de la pièce (P) est un premier nettoyage au moyen d'un ou plusieurs premiers jets (J_1), le procédé de nettoyage comprenant au moins un deuxième nettoyage qui est un nettoyage de la au moins une glace de protection (24) au moyen d'un ou plusieurs deuxièmes jets (J_2) et qui est au moins partiellement simultané avec le premier nettoyage tandis que le dispositif de mesure optique est dans une position de mesure dans laquelle ce dispositif de mesure optique est à même de réaliser optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce (P).

L'invention concerne également un procédé de mesure sur une pièce (P) au moins partiellement usinée, par exemple dans une machine d'usinage, comprenant ledit procédé de nettoyage.

L'invention concerne également un appareil par exemple choisi parmi une machine de mesure autonome et un équipement pour une machine d'usinage pour la mise en oeuvre dudit procédé de nettoyage ou dudit procédé de mesure.



Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine du contrôle d'un usinage réalisé par une machine-outil telle qu'une décolleteuse, un tour automatique, un tour multibroche, une machine de transfert ou un centre de tournage-fraisage. Plus précisément, elle concerne un procédé de nettoyage comprenant un nettoyage d'une pièce partiellement usinée. L'invention concerne également un procédé de mesure qui incorpore ce procédé de nettoyage et qui est un procédé de mesure sur la pièce au moins partiellement usinée. L'invention concerne encore un appareil par exemple choisi parmi une machine de mesure et un équipement pour une machine d'usinage.

État de la technique

[0002] Traditionnellement, une pièce réalisée par une machine d'usinage à commande numérique n'est examinée et mesurée qu'après avoir été usinée puis déplacée hors de la machine d'usinage et nettoyée. Lorsque l'on procède de la sorte, un défaut d'usinage n'est détecté qu'après coup, relativement longtemps après que l'usinage de la pièce a été terminé. L'état de la machine d'usinage a alors toutes les chances d'avoir évolué entretemps (en termes de dilatation thermique et d'usure d'outil principalement), ce qui rend relativement inexacte voire erronée une correction des paramètres d'usinage sur la base de la mesure sur la pièce.

[0003] Dans la demande de brevet européen EP 2 363 238, il est proposé d'équiper une machine d'usinage d'un dispositif de mesure optique à même de mesurer des dimensions sur une pièce qui est encore en place dans la machine d'usinage après y avoir subi une ou plusieurs opérations d'usinage. Des copeaux sont produits par l'usinage, pendant lequel un fluide d'usinage est en outre employé. Il en résulte que, à l'issue de l'usinage, la pièce porte des résidus qui peuvent fausser la mesure optique. C'est pourquoi il est prévu que la pièce puisse être nettoyée par jet avant la mesure optique.

[0004] Dans la demande de brevet européen EP 2 363 238 susmentionnée, il n'est pas proposé que le nettoyage par jet de la pièce ait lieu alors que le dispositif de mesure optique est positionné de manière à pouvoir réaliser une mesure dimensionnelle sur la pièce. Si le nettoyage par jet de la pièce avait lieu alors que le dispositif de mesure optique est déjà positionné de manière à pouvoir réaliser une mesure dimensionnelle sur la pièce, le nettoyage par jet de la pièce pourrait salir le dispositif de mesure optique et, en particulier ses optiques, par exemple du fait d'éclaboussures.

Exposé sommaire de l'invention

[0005] L'invention a au moins pour but de permettre que le nettoyage d'une pièce au moins partiellement usinée puisse avoir lieu même lorsqu'un dispositif de mesure optique est positionné de manière à pouvoir réaliser optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce.

[0006] Selon l'invention, ce but est atteint grâce à un procédé de nettoyage comprenant un nettoyage d'une pièce au moins partiellement usinée, qui est retenue par une machine. Cette machine est pourvue d'un dispositif de mesure optique apte à émettre un rayonnement et comprenant au moins une glace de protection destinée à être traversée par ce rayonnement. Le nettoyage de la pièce est un premier nettoyage au moyen d'un ou plusieurs premiers jets, le procédé de nettoyage comprenant au moins un deuxième nettoyage qui est un nettoyage de ladite au moins une glace de protection au moyen d'un ou plusieurs deuxièmes jets et qui est au moins partiellement simultané avec le premier nettoyage tandis que le dispositif de mesure optique est dans une position de mesure dans laquelle ce dispositif de mesure optique est à même de réaliser optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce.

[0007] Dans le procédé selon l'invention, même si le nettoyage de la pièce au moyen d'un ou plusieurs jets provoque des éclaboussures, le deuxième nettoyage maintient la propreté de la au moins une glace de protection destinée à être traversée par le rayonnement du dispositif de mesure optique. Ce deuxième nettoyage peut également retirer des salissures qui étaient déjà présentes sur la au moins une glace avant qu'ait commencé le nettoyage de la pièce.

[0008] Ainsi le nettoyage de la pièce au moyen d'un ou plusieurs jets peut avoir lieu alors que le dispositif de mesure optique est déjà positionné de manière à pouvoir réaliser une mesure dimensionnelle sur la pièce. Un avantage de cela est qu'il est possible de nettoyer la pièce au moyen d'un ou plusieurs jets quand on réalise optiquement une mesure dimensionnelle sur cette pièce à l'aide du dispositif de mesure optique, cette mesure dimensionnelle pouvant alors être employée pour vérifier si le nettoyage de la pièce est suffisant et/ou si le nettoyage de la au moins une glace de protection est suffisant.

[0009] Par ailleurs, le nettoyage au moyen d'un ou plusieurs jets a pour avantage de pouvoir être robotisé aisément. Avantageusement, le procédé de nettoyage selon l'invention est robotisé et piloté par une unité électronique de pilotage telle qu'une unité électronique de pilotage comprenant un calculateur.

[0010] Selon un autre avantage de l'invention, on dispose de la possibilité que le dispositif de mesure optique et un dispositif de nettoyage à même de réaliser un nettoyage de la pièce peuvent être fixes l'un par rapport à l'autre et portés par un même organe mobile, qui peut être par exemple un porte-outil de la machine notamment lorsque cette machine est une machine d'usinage.

[0011] Le procédé de nettoyage défini ci-dessus peut incorporer une ou plusieurs autres caractéristiques avantageuses, isolément ou en combinaison, en particulier parmi celles définies ci-après.

[0012] Avantageusement, la machine retenant la pièce est choisie parmi une machine d'usinage et une machine de mesure autonome. De manière plus avantageuse, c'est une telle machine d'usinage.

[0013] Avantageusement, le deuxième jet ou l'un des deuxièmes jets est un jet à base de gaz et forme un rideau de vent qui est devant la glace de protection et qui protège cette glace de protection contre d'éventuelles projections en provenance de la pièce.

[0014] Avantageusement, le dispositif de mesure optique comprend une première glace de protection et une deuxième glace de protection, ladite première glace de protection équipant une unité d'émission du rayonnement et ladite deuxième glace de protection équipant une unité de réception du rayonnement, le procédé de nettoyage comprenant un troisième nettoyage qui est un nettoyage de la deuxième glace de protection au moyen d'un ou plusieurs troisièmes jets et qui est au moins partiellement simultané avec le premier nettoyage tandis que le dispositif de mesure optique est dans une position de mesure dans laquelle ce dispositif de mesure optique est à même de réaliser optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce.

[0015] Avantageusement, l'un au moins desdits jets est un jet à base de gaz, tel que l'air ou l'azote.

[0016] Avantageusement, l'un au moins desdits jets comprend une dispersion de gouttelettes.

[0017] Avantageusement, l'un au moins desdits jets est une pulvérisation de gouttelettes.

[0018] Avantageusement, l'un au moins desdits jets est sous la forme de jets successifs et comprend un jet comprenant des gouttelettes puis un jet à base de gaz.

[0019] Avantageusement, le procédé de mesure est piloté par une unité électronique de pilotage telle qu'une unité électronique de pilotage comprenant un calculateur.

[0020] Avantageusement, le procédé comprend une étape préalable dans laquelle on réalise au moins une opération d'usinage sur la pièce.

[0021] L'invention a également pour objet un procédé de mesure sur une pièce au moins partiellement usinée. Ce procédé de mesure comprend un procédé de nettoyage tel que défini précédemment, ainsi qu'une étape dans laquelle :

- a) on réalise optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce au moyen du dispositif de mesure optique.

[0022] L'étape a) comprenant une action dans laquelle :

- b) on nettoie la pièce au moyen du premier nettoyage quand on réalise la mesure dimensionnelle.

[0023] Avantageusement, on réalise l'étape a) dans une machine d'usinage ou dans une machine de mesure.

[0024] Avantageusement, le procédé de mesure comprend une action dans laquelle :

- c) pour déterminer à partir de quel instant au cours du premier nettoyage une erreur de mesure due au résidu liquide sur la pièce est considérée comme négligeable, on effectue une analyse au moins sur une décroissance qu'une valeur mesurée obtenue par la mesure dimensionnelle connaît pendant le premier nettoyage à mesure que du résidu liquide présent sur la pièce est ôté de cette pièce.

[0025] Avantageusement, on effectue l'action c) en temps réel quand on effectue l'action b).

[0026] Avantageusement, dans l'action c), on calcule la vitesse de décroissance de la valeur mesurée, on compare cette vitesse de décroissance à une vitesse prédéfinie et on applique la règle selon laquelle l'erreur de mesure due au résidu liquide sur la pièce est considérée comme négligeable à partir de l'instant où la vitesse de décroissance est inférieure à la vitesse prédéfinie.

[0027] Avantageusement, le dispositif de mesure optique comprend une caméra numérique, le procédé de mesure comprenant des actions dans lesquelles :

- d) on réalise une analyse d'image à même de détecter, sur les images fournies par la caméra numérique, et de quantifier une éventuelle anomalie d'un type pouvant résulter d'une salissure sur la au moins une glace de protection ;

- e) à partir de l'analyse d'image, on détermine si, sur la au moins une glace de protection, il n'existe aucune salissure quantifiée comme réductible pour la mesure dimensionnelle.

[0028] Avantageusement, on effectue le deuxième nettoyage tant que, à l'étape e), on détermine que, sur la au moins une glace de protection, il existe au moins une salissure quantifiée comme réductible pour la mesure dimensionnelle.

[0029] L'invention a également pour objet un appareil par exemple choisi parmi une machine de mesure autonome et un équipement pour une machine d'usinage. Cet appareil comprend un dispositif de nettoyage, ainsi qu'un dispositif de mesure optique apte à émettre un rayonnement et comprenant au moins une glace de protection destiné à être traversé par ce rayonnement. Le dispositif de nettoyage est à même de réaliser au moins partiellement simultanément un premier nettoyage d'une pièce au moins partiellement usinée, au moyen d'au moins un premier jet, et au moins un deuxième nettoyage de la au moins une glace de protection au moyen d'au moins un deuxième jet tandis que le dispositif de mesure optique est dans une position de mesure dans laquelle le dispositif de mesure optique est à même de réaliser optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce.

[0030] L'appareil défini ci-dessus peut incorporer une ou plusieurs autres caractéristiques avantageuses, isolément ou en combinaison, en particulier parmi celles définies ci-après.

[0031] Avantageusement, l'appareil comporte une première buse pour l'émission du au moins un premier jet et une deuxième buse pour l'émission du au moins un deuxième jet.

[0032] Avantageusement, la deuxième buse au moins est configurée pour émettre le au moins un deuxième jet sous la forme d'un rideau de vent.

[0033] Avantageusement, le dispositif de mesure optique comprend une caméra numérique, l'appareil comprenant un ordinateur configuré pour réaliser une analyse d'image à même de détecter, sur les images fournies par la caméra numérique, et de quantifier une éventuelle anomalie d'un type pouvant résulter d'une salissure sur la glace de protection, et pour déterminer à partir de l'analyse d'image si, sur la glace de protection, il n'existe aucune salissure quantifiée comme réductible pour la mesure dimensionnelle.

Brève description des dessins

[0034] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de plusieurs modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemple non limitatifs et représentés aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective qui représente schématiquement un équipement selon un premier mode de réalisation de l'invention et qui représente également une décolleteuse pourvue de cet équipement ;
- la figure 2 est une vue schématique et partielle, en élévation, qui est une vue depuis l'intérieur de la décolleteuse et qui représente le même équipement que la figure 1, ainsi que quelques constituants seulement de la décolleteuse ;
- La figure 3 est une vue schématique et partielle, en coupe, d'un canon de guidage appartenant à la décolleteuse de la figure 1, d'une barre de matière passant à travers ce canon de guidage et d'une pièce qui est encore portée par une extrémité de la barre de matière à usiner après avoir été au moins partiellement usinée ;
- la figure 4 est un schéma de principe de la mesure réalisée par un dispositif de mesure optique qui comprend l'équipement représenté sur les figures 1 et 2 ;
- la figure 5 est une vue simplifiée, en perspective, sur laquelle une tête d'un dispositif de nettoyage faisant partie de l'équipement des figures 1 et 2 comporte trois buses dirigeant des jets nettoyants sur la pièce au moins partiellement usinée visible sur la figure 3 et sur deux glaces de protection du dispositif de mesure optique représenté sur la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue schématique, en coupe transversale, qui illustre un nettoyage qu'effectue l'un des jets nettoyants représenté sur la figure 5 et qui est le nettoyage d'un résidu liquide présent sur la pièce au moins partiellement usinée, après l'usinage ;
- la figure 7 est une représentation graphique qui montre comment une valeur dimensionnelle mesurée optiquement sur la pièce au moins partiellement usinée portant le résidu liquide évolue au cours du temps, pendant le nettoyage illustré sur la figure 6 ; et
- la figure 8 est une vue simplifiée, en perspective, sur laquelle une tête d'un dispositif de nettoyage faisant partie d'un appareil selon un deuxième mode de réalisation de l'invention est positionnée de manière à pouvoir diriger des jets nettoyants sur une pièce au moins partiellement usinée et sur deux glaces de protection.

Description de plusieurs modes préférentiels de l'invention

[0035] Sur la figure 1, un équipement 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention est monté sur un porte-outil 2, à l'intérieur d'une machine d'usinage 3 qui est plus précisément une décolleteuse dans l'exemple proposé. L'axe horizontal référencé Z sur la figure 1 est l'axe de rotation d'une barre de matière à usiner lorsque cette barre de matière à usiner est entraînée en rotation sur elle-même par la machine d'usinage 3 afin que son extrémité avant puisse être usinée par un outil de coupe.

[0036] Toujours sur la figure 1, la référence 4 désigne un autre porte-outil qui, comme le porte-outil 2, fait partie de la machine d'usinage 3. Chacun des porte-outils 2 et 4 est déplaçable dans un plan vertical, selon deux directions de translation perpendiculaires, à savoir une direction de translation horizontale X et une direction de translation verticale Y qui sont orthogonales à l'axe de rotation Z.

[0037] Sur la figure 2, le porte-outil 4 et plusieurs autres composants de la machine d'usinage 3 ne sont pas représentés dans un souci de clarté. Toujours sur la figure 2, le porte-outil 2 porte l'équipement 1, ainsi que plusieurs outils de coupe 5 en dessous de cet équipement 1.

[0038] L'équipement 1 comporte un dispositif de mesure optique 7, dont deux parties distantes l'une de l'autre sont une unité d'émission 10 d'un rayonnement et une unité de réception 11 de ce rayonnement. Dirigées l'une vers l'autre, l'unité d'émission 10 et l'unité de réception 11 sont reliées rigidement par un bras coudé 8 dans le premier mode de réalisation des figures 1 et 2. Le dispositif de mesure optique 7 comporte en outre un calculateur 12, prévu pour traiter les données numériques fournies par l'unité de réception 11.

[0039] L'équipement 1 est un appareil qui comprend un dispositif de nettoyage 13 en plus du dispositif de mesure 7. Le dispositif de nettoyage 13 est monté sur le bras coudé 8, au-dessus de la trajectoire du rayonnement entre l'unité d'émission 10 et l'unité de réception 11.

[0040] Sur la figure 3, une barre de matière à usiner B est guidée par un canon de guidage 14 de la machine d'usinage 3. De manière connue, le canon de guidage 14 peut être rotatif et il se trouve devant une poupée mobile, non représentée, qui est à même de tenir la barre de matière à usiner B et d'entraîner en rotation cette barre de matière à usiner B de manière à la faire tourner sur l'axe de rotation Z. La poupée mobile est également à même de déplacer en translation et de positionner la barre de matière à usiner B selon la direction que définit l'axe de rotation Z.

[0041] Lorsque la barre de matière à usiner B est entraînée en rotation, son extrémité avant peut être usinée par enlèvement de matière, par un outil de coupe tel que l'un des outils de coupe 5. Bien entendu, il est possible de doter la machine d'usinage 3 d'équipements à même de réaliser d'autres types d'usinage.

[0042] Sur la figure 3, une pièce P a été au moins partiellement usinée dans la barre de matière à usiner B, dont elle n'a pas été encore détachée. En d'autres termes, la nouvelle extrémité avant de la barre de matière à usiner B porte la pièce P, devant le canon de guidage 14.

[0043] Comme le dispositif de mesure optique 7 est monté sur le porte-outil 2, il peut être déplacé par ce porte-outil 2 et placé hors de la zone d'usinage lorsqu'un usinage a lieu. En l'absence d'usinage, le dispositif de mesure optique 7 peut être positionné de manière à pouvoir effectuer optiquement des mesures dimensionnelles sur la pièce P encore en place dans la zone d'usinage, ce qui est le cas sur la figure 2.

[0044] Ainsi, le dispositif de mesure optique 7 peut effectuer rapidement une ou plusieurs mesures dimensionnelles sur la pièce P dans la machine d'usinage 3 avant que l'usinage de cette pièce P dans la machine d'usinage 3 soit terminé. Pour ce faire, l'usinage de la pièce P est interrompu pendant la mesure et il est repris ensuite, éventuellement en prenant en compte la ou les mesures dimensionnelles pour introduire une correction sur les paramètres d'usinage. Le dispositif de mesure optique 7 peut également effectuer une ou plusieurs mesures dimensionnelles sur la pièce P dans la machine d'usinage 3 une fois que l'usinage de cette pièce P dans la machine d'usinage 3 a été entièrement réalisé.

[0045] Sur la figure 3, la pièce P se trouve à l'intérieur de la zone de mesure M, où le dispositif de mesure optique 7 peut effectuer des mesures dimensionnelles. Il en est ainsi lorsque le dispositif de mesure optique 7 est positionné comme sur la figure 2, c'est-à-dire de manière à pouvoir effectuer optiquement des mesures dimensionnelles sur la pièce P encore en place dans la zone d'usinage M.

[0046] La figure 4 est un schéma de principe du dispositif de mesure optique 7 sans son calculateur 12. Ainsi qu'on peut le voir sur cette figure 4, l'unité d'émission 10 comprend une source de rayonnement 20, à même d'émettre un rayonnement 21. Un jeu de lentilles 22 et 23 forme un collimateur au travers duquel le rayonnement 21 devient un rayonnement 21 collimaté, qui est le rayonnement émis par l'unité d'émission 10. Le rayonnement 21 collimaté sort de l'unité d'émission 10 par une glace de protection 24, qui ferme un boîtier de protection 25.

[0047] Après avoir été partiellement intercepté par la pièce P, le rayonnement collimaté 21 entre dans l'unité de réception 11 par une glace de protection 27. La glace de protection 27 ferme un boîtier de protection 28 qui renferme un jeu de lentilles 30 et 31 de l'unité de réception 11. Le jeu de lentilles 30 et 31 fait converger le rayonnement 21 vers l'entrée d'une caméra numérique 32, matricielle, que comprend l'unité de réception 11. Les données numériques émises par la caméra numérique 32 sont fournies au calculateur 12 qui en déduit des mesures de dimensions de l'objet mesuré.

[0048] Le dispositif de mesure optique 7 est à même de mesurer toutes les spécificités extérieures d'une pièce telles que des longueurs, des diamètres, des rayons, des angles, des concentricités et des circularités.

[0049] Sur la figure 5, seuls quelques composants de l'équipement 1, ainsi qu'une portion avant de la barre de matière à usiner B portant la pièce P, sont représentés dans un souci de clarté. Lorsque le dispositif de mesure optique 7 est dans une position de mesure pour pouvoir effectuer optiquement une ou plusieurs mesures dimensionnelles sur la pièce P, une tête 35 du dispositif de nettoyage 13 et les glaces de protection 24 et 27 sont positionnés par rapport à la pièce P comme cela est représenté sur la figure 5.

[0050] La tête 35 comporte trois buses 36, 37 et 38 d'émission de jets nettoyants. La buse 36 est une buse centrale destinée à émettre un jet dirigé sur la pièce P. Elle se trouve entre les buses 37 et 38, qui sont des buses latérales, coudées vers l'extérieur. La buse 37 est destinée à émettre un jet sur la glace de protection 24 de l'unité d'émission 10. La sortie de la buse 37 est dirigée vers cette glace de protection 24. La buse 38 est destinée à émettre un jet sur la glace de protection 27 de l'unité de réception 11. La sortie de la buse 38 est dirigée vers cette glace de protection 27.

[0051] Sur la figure 5, une mesure dimensionnelle au moyen du rayonnement 21 a lieu sur la pièce P en place dans la machine d'usinage 3. Elle est effectuée optiquement par le dispositif de mesure optique 7, qui est symbolisé par ses glaces de protection 24 et 27 sur la figure 5.

[0052] Toujours sur la figure 5, un jet J_1 émis par la buse 36 nettoie la pièce P quand le dispositif de mesure optique 7 réalise la mesure dimensionnelle sur cette pièce P. La figure 6 illustre le nettoyage que réalise le jet J_1 .

[0053] Sur les figures 5 et 6, la pièce P est au moins partiellement usinée et porte un résidu liquide R apporté lors de l'usinage, ainsi que d'éventuels autres contaminants tels que des copeaux produits lors de l'usinage. Le résidu liquide R peut notamment être un reste d'un fluide de coupe employé lors de l'usinage pour refroidir la pièce P et/ou comme lubrifiant dans la zone d'usinage.

[0054] Lors du nettoyage par le jet J_1 , la pièce P est de préférence mise en rotation à faible vitesse, autour de l'axe de rotation Z, ce qu'illustre la flèche T sur la figure 6. Sur la pièce P, la portion de surface exposée au jet J_1 change ainsi au cours du nettoyage, qui est de ce fait amélioré.

[0055] Le jet J_1 peut être un jet à base de gaz, qui réalise un essuyage dynamique de la pièce P. Le gaz dans le jet J_1 peut être, par exemple, de l'air ou de l'azote. Le jet J_1 peut être un jet de gaz seul, ou un jet de gaz comprenant une dispersion de gouttelettes, ou bien encore une pulvérisation de gouttelettes. Le jet J_1 peut être l'un de plusieurs jets successifs dirigés sur la pièce P par la buse 36. Par exemple, ces jets successifs peuvent comprendre un jet comportant une dispersion de gouttelettes puis un jet à base de gaz.

[0056] Le jet J_1 débarrasse la pièce P du résidu liquide R et des éventuels autres contaminants. En même temps, une valeur mesurée est obtenue par la mesure dimensionnelle. Dans l'exemple proposé sur la figure 6, cette valeur mesurée est la mesure du diamètre D_1 , qui est la somme d'un diamètre réel D_2 de la pièce P, de l'épaisseur du résidu liquide R sur le dessus de la pièce P et de l'épaisseur du résidu liquide sur le dessous de la pièce P.

[0057] Dans la représentation graphique de la figure 7, le temps s'écoulant au cours du nettoyage par le jet J_1 est en abscisses, tandis que la valeur mesurée du diamètre D_1 est en ordonnées. Toujours sur la figure 7, les points E sont des points expérimentaux dont les coordonnées ont été obtenues par la mesure dimensionnelle lors d'un même nettoyage. La courbe C résulte d'un ajustement ou fitting que le calculateur 12 réalise par exemple par régression linéaire sur les points expérimentaux E.

[0058] Au fur et à mesure du nettoyage par le jet J_1 , le résidu liquide R est ôté progressivement de la pièce P, si bien que le diamètre D_1 décroît au cours du temps, ce que l'on constate sur la figure 7. Comme ceci a été découvert par les inventeurs de la présente invention, la vitesse de décroissance de la valeur mesurée du diamètre D_1 est très élevée au début du nettoyage par le jet J_1 et diminue jusqu'à devenir presque nulle après une certaine durée, notamment dans le cas où le jet J_1 est un jet à base de gaz tel que l'air ou l'azote éventuellement précédé d'une pulvérisation de gouttelettes par la buse 36.

[0059] Les inventeurs de la présente invention ont fait l'observation selon laquelle la vitesse de décroissance de la valeur mesurée du diamètre D_1 devient presque nulle lorsqu'il n'y a pratiquement plus de résidu liquide R sur la pièce P. Il est tiré parti de cette observation pour déterminer à partir de quel instant au cours du nettoyage une erreur de mesure due au résidu liquide R sur la pièce P est considérée comme négligeable compte tenu d'un seuil de précision prédéfini sur les cotes de la pièce P.

[0060] En effet, afin de déterminer à partir de quel instant au cours du nettoyage une erreur de mesure due au résidu liquide R sur la pièce P est considérée comme négligeable, le calculateur 12 analyse comment la valeur mesurée du diamètre D_1 décroît pendant le nettoyage de la pièce P par le jet J_1 . Par exemple, le calculateur 12 effectue une comparaison entre une vitesse prédéfinie et la vitesse de décroissance de la valeur mesurée du diamètre D_1 pendant le nettoyage de la pièce P par le jet J_1 . Le calculateur 12 considère que l'erreur de mesure due au résidu liquide R sur la pièce P est négligeable lorsque la vitesse de décroissance de la valeur mesurée du diamètre D_1 pendant le nettoyage de la pièce P par le jet J_1 est inférieure à la vitesse prédéfinie. Pouvant être fonction de paramètres tels que la viscosité de l'huile de coupe utilisée et/ou des réglages sur le jet J_1 , la vitesse prédéfinie peut être choisie sur la base de résultats d'expérimentations à la portée de l'homme du métier.

[0061] Sur la figure 5, un nettoyage de la glace de protection 24 par un jet J_2 émis par la buse 37 et un nettoyage de la glace de protection 27 par un jet J_3 émis par la buse 38 sont réalisés en même temps que le nettoyage de la pièce P par le jet J_1 .

[0062] Le nettoyage de la pièce P par le jet J_1 peut provoquer des éclaboussures susceptibles de salir les glaces de protection 24 et 27. Les nettoyages par les jets J_2 et J_3 maintiennent les glaces de protection 24 et 27 propres en présence de telles éclaboussures éventuelles, en plus d'ôter de ces glaces de protection 24 et 27 d'éventuelles salissures présentes avant que commence le nettoyage de la pièce P.

[0063] Le jet J_2 peut être un jet à base de gaz, qui réalise un essuyage dynamique de la glace de protection 24. Le jet J_3 peut être un jet à base de gaz, qui réalise un essuyage dynamique de la glace de protection 27. Le gaz dans le jet J_2 et/ou dans le jet J_3 peut être, par exemple, de l'air ou de l'azote. Au moins l'un des jets J_2 et J_3 peut être un jet de gaz seul, ou un jet de gaz comprenant une dispersion de gouttelettes, ou bien encore une pulvérisation de gouttelettes. Le jet J_2 peut être l'un de plusieurs jets successifs dirigés sur la glace de protection 24 par la buse 37. Par exemple, ces jets successifs peuvent comprendre un jet comportant une dispersion de gouttelettes puis un jet à base de gaz. Le jet J_3 peut être l'un de plusieurs jets successifs dirigés sur la glace de protection 27 par la buse 38. Par exemple, ces jets successifs peuvent comprendre un jet comportant une dispersion de gouttelettes puis un jet à base de gaz.

[0064] Sur la figure 5, le jet J_2 est un jet à base de gaz qui forme un rideau de vent devant la glace de protection 24. Ce rideau de vent protège la glace de protection 24 contre d'éventuelles projections, qui peuvent être des éclaboussures de résidu liquide R provenant de la pièce P du fait du nettoyage de cette pièce P. Avantagement, le jet J_2 à base de gaz commence avant le nettoyage de la pièce P. Lorsque tel est le cas, la protection de la glace 24 contre des éclaboussures, par le rideau de vent formé par le jet J_2 , commence avant que le nettoyage de la pièce P puisse provoquer de telles éclaboussures.

[0065] Encore sur la figure 5, le jet J_3 est un jet à base de gaz qui forme un rideau de vent devant la glace de protection 27. Ce rideau de vent protège la glace de protection 27 contre d'éventuelles projections, qui peuvent être des éclaboussures de résidu liquide R provenant de la pièce P du fait du nettoyage de cette pièce P. Avantagement, le jet J_3 à base de gaz commence avant le nettoyage de la pièce P. Lorsque tel est le cas, la protection de la glace 27 contre des éclaboussures, par le rideau de vent formé par le jet J_3 , commence avant que le nettoyage de la pièce P puisse provoquer de telles éclaboussures.

[0066] La caméra numérique 32 fournit des images sous forme de données graphiques au calculateur 12. Lorsqu'une salissure telle qu'une goutte de liquide de coupe est présente sur l'une des glaces de protection 24 et 27, une tâche sombre correspondante est présente sur les images fournies par la caméra numérique 32 si la salissure est dans la partie du rayonnement 21 que la pièce P n'intercepte pas. Une telle tâche sombre constitue une anomalie qu'une analyse d'image est à même de détecter et de quantifier.

[0067] Par exemple, dans les images fournies par la caméra numérique 32, l'analyse d'image peut identifier l'ombre résultant de l'interception du rayonnement 21 par la pièce P. L'analyse d'image peut en outre déterminer s'il existe au moins une tâche sombre hors de cette ombre résultant de l'interception du rayonnement 21 par la pièce P. Si une tâche sombre est identifiée hors de l'ombre résultant de l'interception du rayonnement 21 par la pièce P, sa taille et le niveau d'assombrissement où elle est localisée peuvent également être quantifiés et servir pour évaluer le type de cause à l'origine de cette tâche sombre et son importance.

[0068] Sur les images fournies par la caméra numérique 32, le calculateur 12 réalise une analyse d'image à même de détecter et de quantifier une éventuelle anomalie d'un type pouvant résulter d'une salissure sur l'une des glaces de protection 24 et 27.

[0069] Le calculateur 12 commande d'effectuer le nettoyage des glaces de protection 24 et 27 tant que, à partir de l'analyse d'image, il détermine que, sur l'une des glaces de protection 24 et 27, il existe au moins une salissure quantifiée comme réhibitoire pour la précision de la ou des mesures dimensionnelles réalisées optiquement sur la pièce P.

[0070] L'invention ne se limite pas à son premier mode de réalisation décrit précédemment, ni à son deuxième mode de réalisation décrit plus loin. En particulier, bien qu'un seul porte-outil porte l'ensemble de l'équipement 1 au moins dans le premier mode de réalisation de l'invention, il peut en être autrement sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, le porte-outil 4 peut porter l'unité d'émission 10, tandis que le porte-outil 2 porte l'unité de réception 11. Également, l'unité d'émission 10 et l'unité de réception 11 peuvent être toutes deux portées par le porte-outil 2, tandis que le porte-outil 4 porte le dispositif de nettoyage 13.

[0071] De plus, l'équipement 1 selon le premier mode de réalisation décrit plus haut de l'invention est adapté pour équiper une décolleteuse. Toutefois, l'invention ne se limite au cas où l'invention est mise en oeuvre dans une décolleteuse. L'invention peut en effet être mise en oeuvre dans une machine d'usinage autre qu'une décolleteuse. Par exemple, l'invention peut être mise en oeuvre dans un tour automatique, un tour multibroche, une machine de transfert ou un centre de tournage-fraisage, moyennant une adaptation appropriée de l'équipement 1, cette adaptation étant à la portée de l'homme du métier.

[0072] Dans la description ci-dessus d'un premier mode de réalisation de l'invention, le dispositif de mesure optique 7 et le dispositif de nettoyage 13 équipent une machine d'usinage. Toutefois, il peut en être autrement. Par exemple, sans sortir

du cadre de l'invention, l'appareil comprenant le dispositif de mesure optique 7 et le dispositif de nettoyage 13 peut être une machine de mesure autonome, qui n'est pas destinée et/ou apte à être montée dans une machine d'usinage. Cette machine de mesure autonome peut servir au contrôle de pièces réalisées par une machine d'usinage. Elle comprend au moins un dispositif de tenue de la pièce P et peut comprendre un actionneur à même de déplacer en translation ce dispositif de tenue et/ou comprendre un sous-ensemble d'entraînement en rotation de ce même dispositif de tenue.

[0073] Lorsqu'une machine de mesure autonome comprend en un ou plusieurs exemplaires un dispositif de tenue de la pièce P, ainsi que le dispositif de mesure optique 7 et le dispositif de nettoyage 13, cette machine de mesure autonome peut avoir le même fonctionnement que l'équipement 1, c'est-à-dire le fonctionnement décrit précédemment et qui comprend notamment les nettoyages au moyen de jets, une mesure dimensionnelle au moyen du rayonnement 21 sur la pièce P et la détermination de l'instant à partir duquel, au cours du nettoyage de la pièce P, une erreur de mesure due au résidu liquide sur la pièce P est considérée comme négligeable. Par exemple, au moins un des procédés définis dans les revendications annexées peut être mis en oeuvre au moyen d'une machine de mesure autonome comprenant en un ou plusieurs exemplaires un dispositif de tenue de la pièce P, le dispositif de mesure optique 7 et le dispositif de nettoyage 13.

[0074] Sur la figure 8, une portion avant d'une barre de matière à usiner B porte une pièce P au moins partiellement usinée. Elle est tenue par un dispositif mobile de tenue non représenté, tel que la poupée mobile de la machine d'usinage 3.

[0075] Toujours sur la figure 8, seuls quelques composants d'un appareil selon un deuxième mode de réalisation de l'invention sont représentés dans un souci de clarté. Ce sont une tête 135 et deux glaces de protection 124 et 127. Les autres composants de l'appareil selon un deuxième mode de réalisation de l'invention peuvent être identiques ou analogues aux composants de l'équipement 1 sans sa tête 35 et sans ses glaces de protection 24 et 27.

[0076] L'appareil selon un deuxième mode de réalisation de l'invention peut être un équipement pour une machine d'usinage, comme l'équipement 1. L'appareil selon un deuxième mode de réalisation de l'invention peut aussi être une machine de mesure autonome, non apte à être montée dans une machine d'usinage.

[0077] Dans l'appareil selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, une unité d'émission remplissant la même fonction que l'unité d'émission 10 comprend la glace de protection 124. Son seul composant représenté sur la figure 8 est cette glace de protection 124, qui remplit la même fonction de protection que la glace de protection 24.

[0078] Dans l'appareil selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, une unité de réception remplissant la même fonction que l'unité de réception 11 comprend la glace de protection 127. Son seul composant représenté sur la figure 8 est cette glace de protection 127, qui remplit la même fonction de protection que la glace de protection 27.

[0079] Un rayonnement non représenté, identique au rayonnement 21, est destiné à passer à travers les glaces de protection 124 et 127.

[0080] Dans l'appareil selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, un dispositif de nettoyage remplissant les mêmes fonctions que le dispositif de nettoyage 13 comprend la tête 135. Son seul composant représenté sur la figure 8 est cette tête 135, qui remplit la même fonction que la tête 35.

[0081] Dans ce qui suit, on ne décrit de la tête 135 que ce qui la distingue de la tête 35. En outre, chaque référence désignant ci-après une partie de la tête 135 identique ou équivalente à une partie référencée de la tête 35 est construite en augmentant de cent la référence repérant cette partie sur la tête 35.

[0082] Les buses 136, 137 et 138 font parties d'un bloc 140 et chacune d'elles délimite un passage percé dans ce bloc 140. La buse 137 est destinée à émettre un jet sur la glace de protection 124 pour la nettoyer. La buse 138 est destinée à émettre un jet sur la glace de protection 127 pour la nettoyer.

[0083] On peut prévoir que les jets émis par les buses 137 et 138 ne puissent être que des jets constitués uniquement de gaz et donc dépourvus de gouttelettes. Lorsqu'il en est ainsi, on évite que les jets de gaz émis par les buses 137 et 138 puissent contenir malencontreusement du liquide aspiré par effet venturi et identique à celui de gouttelettes projetées précédemment.

[0084] La buse 136 est destinée à émettre un jet constitué uniquement de gaz. La tête 135 comprend une buse 141 en complément de la buse 136. Sur la figure 8, on ne voit que la sortie de cette buse 141, qui délimite un passage percé dans le bloc 140.

[0085] Comme la buse 136, la buse 141 est une buse centrale d'émission d'un jet sur la pièce P. Contrairement à la buse 136, la buse 141 est prévue pour émettre un jet comprenant des gouttelettes, par exemple une pulvérisation de gouttelettes.

[0086] Lorsque le dispositif de mesure optique de l'équipement selon un deuxième mode de réalisation est dans une position de mesure pour pouvoir effectuer optiquement une ou plusieurs mesures dimensionnelles sur la pièce P, la tête 135 et les glaces de protection 124 et 127 sont positionnés par rapport à la pièce P comme cela est représenté sur la figure 8.

[0087] Pour son nettoyage, la pièce P est déplacée sous les buses 136 et 141. La buse 141 est employée avant la buse 136. Elle pulvérise des gouttelettes sur la pièce P. Une seule pulvérisation de gouttelettes peut être effectuée en un seul endroit sur la pièce P ou plusieurs pulvérisations de gouttelettes peuvent être effectuées en plusieurs endroits de la pièce P qui sont décalés entre eux selon une direction parallèle à l'axe de rotation Z. Dans ce deuxième cas, la pièce P est

déplacée selon l'axe de rotation Z entre deux pulvérisations successives de gouttelettes. De la sorte, les gouttelettes peuvent être particulièrement bien réparties sur la pièce P. En outre, les pulvérisations successives peuvent être réglées différemment de manière à contenir des quantités de liquide différentes selon l'endroit de pulvérisation sur la pièce P.

[0088] Après que la buse 141 a émis un ou plusieurs jets de gouttelettes sur la pièce P, cette pièce P est déplacée et positionnée sous la buse 136. Ensuite, la buse 136 émet un jet de gaz, qui réalise un essuyage dynamique de la pièce P. La pièce P peut être déplacée selon l'axe de rotation Z également pendant son essuyage dynamique par le jet de gaz émis par la buse 136.

[0089] Pour le reste, l'équipement selon un deuxième mode de réalisation de l'invention peut avoir un fonctionnement semblable ou identique à celui de l'équipement 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention. En particulier, le nettoyage de la glace de protection 124 par un jet émis par la buse 137 et le nettoyage de la glace de protection 127 par un jet émis par la buse 138 peuvent être réalisés quand a lieu le nettoyage de la pièce P par un jet de gaz émis par la buse 136.

[0090] Comme la buse 136 ne conduit que du gaz, on évite que les jets qu'elle émet puissent contenir malencontreusement du liquide alors qu'ils servent à effectuer des essuyages dynamiques.

[0091] De même que la buse 141 est prévue en complément de la buse 136, une buse d'émission d'un jet comprenant des gouttelettes peut être prévue en complément de chacune des buses 137 et 138.

Revendications

1. Procédé de nettoyage, comprenant un nettoyage d'une pièce (P) au moins partiellement usinée qui est retenue par une machine (3) pourvue d'un dispositif de mesure optique (7) apte à émettre un rayonnement (21) et comprenant au moins une glace de protection (24 ; 124) destinée à être traversée par ce rayonnement (21), caractérisé en ce que le nettoyage de la pièce (P) est un premier nettoyage au moyen d'un ou plusieurs premiers jets (J_1), le procédé de nettoyage comprenant au moins un deuxième nettoyage qui est un nettoyage de la au moins une glace de protection (24 ; 124) au moyen d'un ou plusieurs deuxièmes jets (J_2) et qui est au moins partiellement simultané avec le premier nettoyage tandis que le dispositif de mesure optique (7) est dans une position de mesure dans laquelle ce dispositif de mesure optique (7) est à même de réaliser optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce (P).
2. Procédé de nettoyage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième jet (J_2) ou l'un des deuxièmes jets (J_2) est un jet à base de gaz et forme un rideau de vent qui est devant la au moins une glace de protection (24; 124) et qui protège cette au moins une glace de protection contre d'éventuelles projections en provenance de la pièce (P).
3. Procédé de nettoyage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le dispositif de mesure optique (7) comprend une première glace de protection (24; 124) et une deuxième glace de protection (27 ; 127), la première glace de protection (24; 124) équipant une unité d'émission (10) du rayonnement (21) et la deuxième glace de protection (27; 127) équipant une unité de réception (11) du rayonnement (21), le procédé de nettoyage comprenant un troisième nettoyage qui est un nettoyage de la deuxième glace de protection (27 ; 127) au moyen d'un ou plusieurs troisièmes jets (J_3) et qui est au moins partiellement simultané avec le premier nettoyage tandis que le dispositif de mesure optique (7) est dans une position de mesure dans laquelle ce dispositif de mesure optique (7) est à même de réaliser optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce (P).
4. Procédé de nettoyage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'un au moins desdits jets (J_1 , J_2 , J_3) est un jet à base de gaz, tel que l'air ou l'azote.
5. Procédé de nettoyage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'un au moins desdits jets (J_1 , J_2 , J_3) comprend une dispersion de gouttelettes.
6. Procédé de nettoyage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'un au moins desdits jets (J_1 , J_2 , J_3) est une pulvérisation de gouttelettes.
7. Procédé de nettoyage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'un au moins desdits jets (J_1 , J_2 , J_3) est sous la forme de jets successifs et comprend un jet comprenant des gouttelettes puis un jet à base de gaz.
8. Procédé de mesure sur une pièce (P) au moins partiellement usinée, caractérisé en ce qu'il comprend un procédé de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 7, le procédé de mesure comprenant une étape dans laquelle :
a) on réalise optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce (P) au moyen du dispositif de mesure optique (7), l'étape a) comprenant une action dans laquelle :
b) on nettoie la pièce (P) au moyen du premier nettoyage quand on réalise la mesure dimensionnelle.
9. Procédé de mesure selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend une action dans laquelle :
c) pour déterminer à partir de quel instant au cours du premier nettoyage une erreur de mesure due au résidu liquide sur la pièce (P) est considérée comme négligeable, on effectue une analyse au moins sur une décroissance qu'une valeur mesurée obtenue par la mesure dimensionnelle connaît pendant le premier nettoyage à mesure que du résidu liquide (R) présent sur la pièce (P) est ôté de cette pièce (P).
10. Procédé de mesure selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on effectue l'action c) en temps réel quand on effectue l'action b).

11. Procédé de mesure selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que, dans l'action c), on calcule la vitesse de décroissance de la valeur mesurée, on compare cette vitesse de décroissance à une vitesse prédéfinie et on applique la règle selon laquelle l'erreur de mesure due au résidu liquide (R) sur la pièce (P) est considérée comme négligeable à partir de l'instant où la vitesse de décroissance est inférieure à la vitesse prédéfinie.
12. Procédé de mesure selon l'une des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que le dispositif de mesure optique (7) comprend une caméra numérique (32), le procédé de mesure comprenant des actions dans lesquelles
d) on réalise une analyse d'image à même de détecter, sur les images fournies par la caméra numérique (32), et de quantifier une éventuelle anomalie pouvant résulter d'une salissure sur la au moins une glace de protection;
e) à partir de l'analyse d'image, on détermine si, sur la au moins une glace de protection, il n'existe aucune salissure quantifiée comme réductrice pour la mesure dimensionnelle.
13. Procédé de mesure selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'on effectue le au moins un deuxième nettoyage tant que, à l'étape e), on détermine que, sur la au moins une glace de protection, il existe au moins une salissure quantifiée comme réductrice pour la mesure dimensionnelle.
14. Appareil pour la mise en oeuvre d'un procédé de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 7 ou pour la mise en oeuvre d'un procédé de mesure selon l'une des revendications 8 à 13, par exemple choisi parmi une machine de mesure autonome et un équipement pour une machine d'usinage (3), cet appareil comprenant un dispositif de nettoyage (13), caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de mesure optique (7) apte à émettre un rayonnement (21) et comprenant au moins une glace de protection (24 ; 124) destinée à être traversée par ce rayonnement (21), le dispositif de nettoyage (13) étant à même de réaliser au moins partiellement simultanément un premier nettoyage d'une pièce (P) au moins partiellement usinée, au moyen d'au moins un premier jet (J_1), et au moins un deuxième nettoyage de la au moins une glace de protection (24 ; 124) au moyen d'au moins un deuxième jet (J_2) tandis que le dispositif de mesure optique (7) est dans une position de mesure dans laquelle le dispositif de mesure optique (7) est à même de réaliser optiquement une mesure dimensionnelle sur la pièce (P).
15. Appareil selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte une première buse (36 ; 136, 141) pour l'émission du au moins un premier jet (J_1) et une deuxième buse (37 ; 137) pour l'émission du au moins un deuxième jet (J_2).
16. Appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce que la deuxième buse (37 ; 137) au moins est configurée pour émettre le au moins un deuxième jet (J_2) sous la forme d'un rideau de vent.
17. Appareil selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que le dispositif de mesure optique (7) comprend une caméra numérique (32), l'appareil comprenant un calculateur (12) configuré pour réaliser une analyse d'image à même de détecter, sur les images fournies par la caméra numérique (32), et de quantifier une éventuelle anomalie pouvant résulter d'une salissure sur la glace de protection (24 ; 124), et pour déterminer à partir de l'analyse d'image si, sur la glace de protection (24 ; 124), il n'existe aucune salissure quantifiée comme réductrice pour la mesure dimensionnelle.

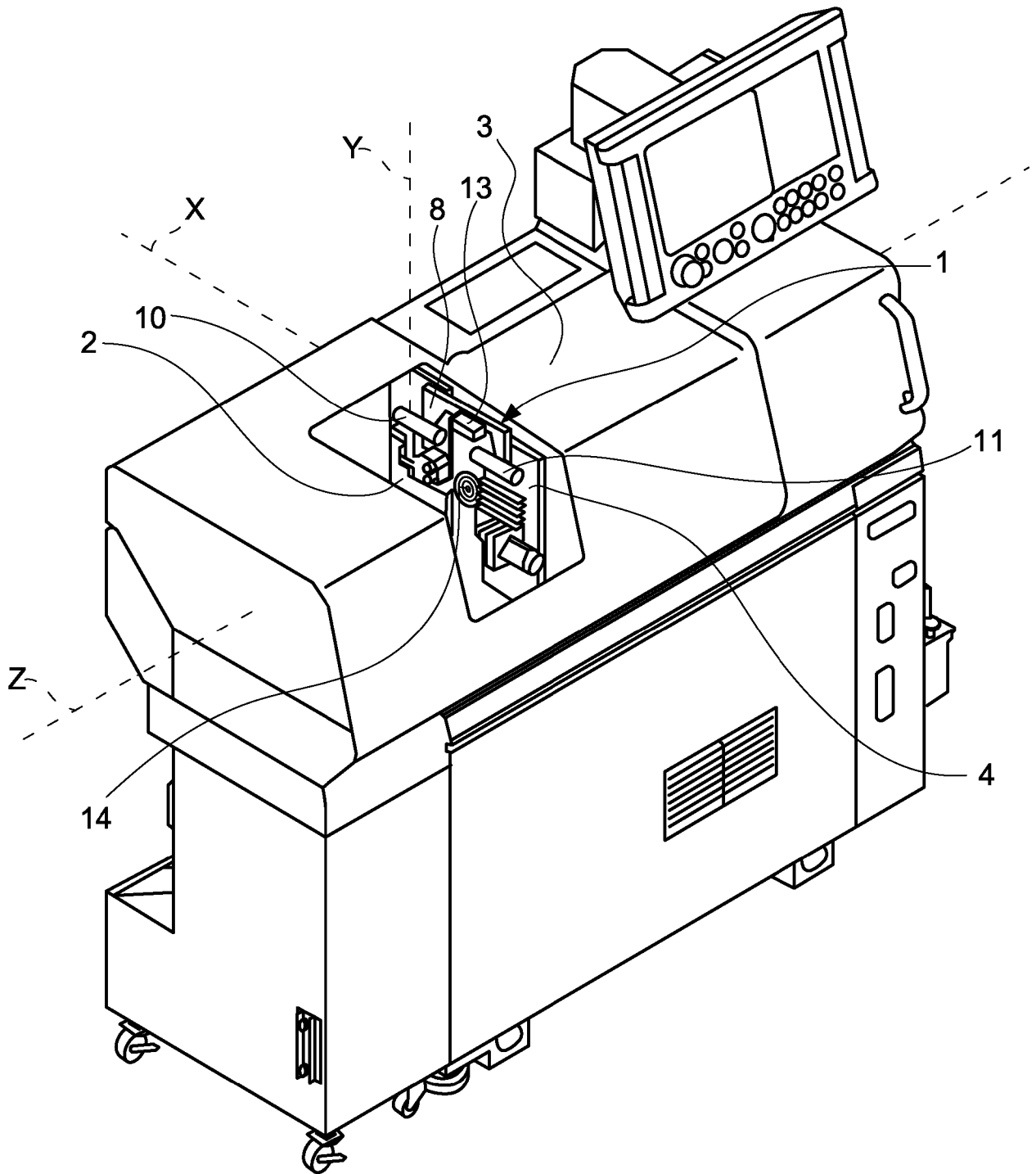
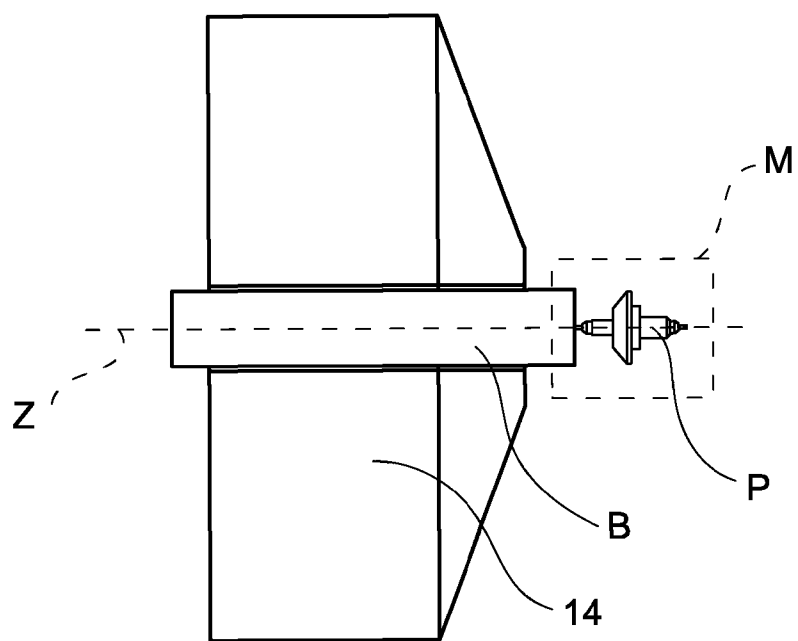
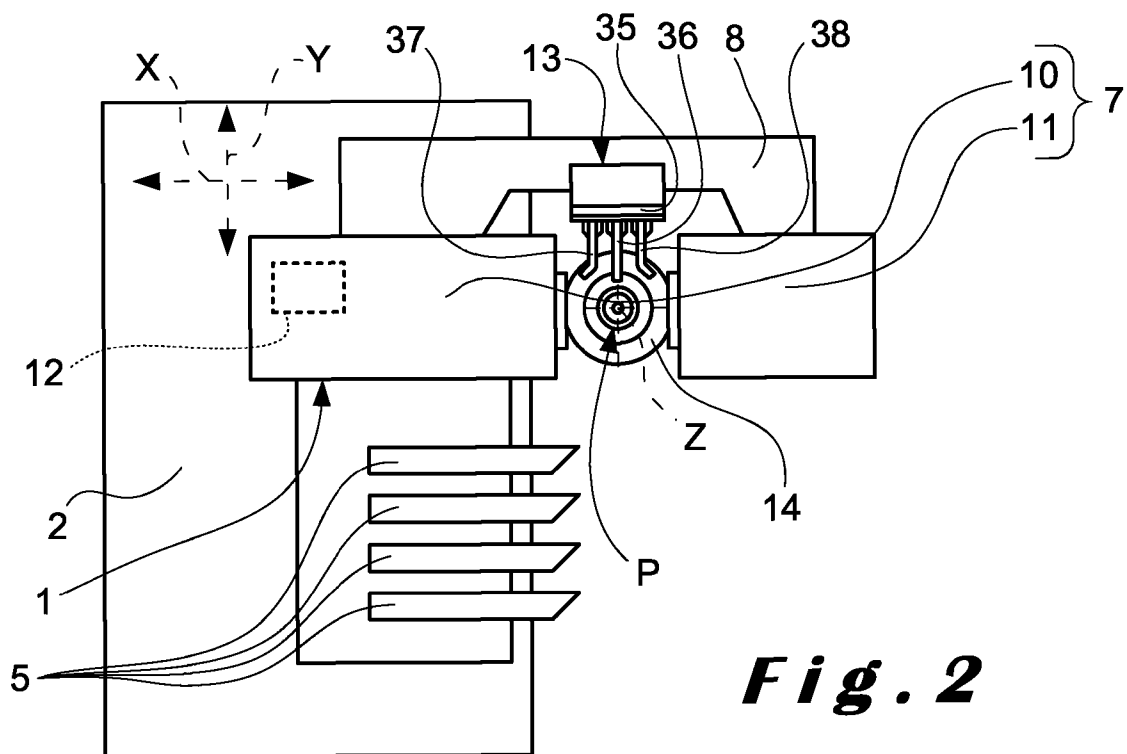


Fig. 1



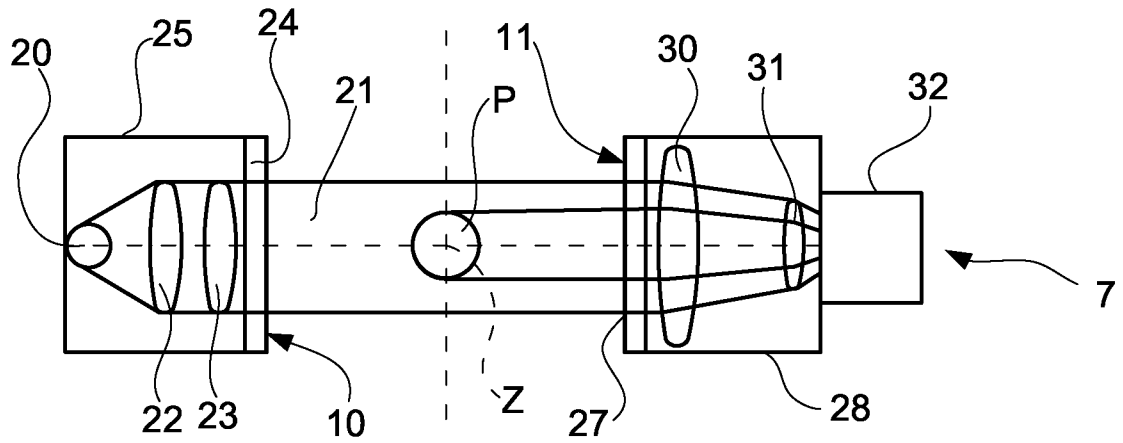


Fig. 4

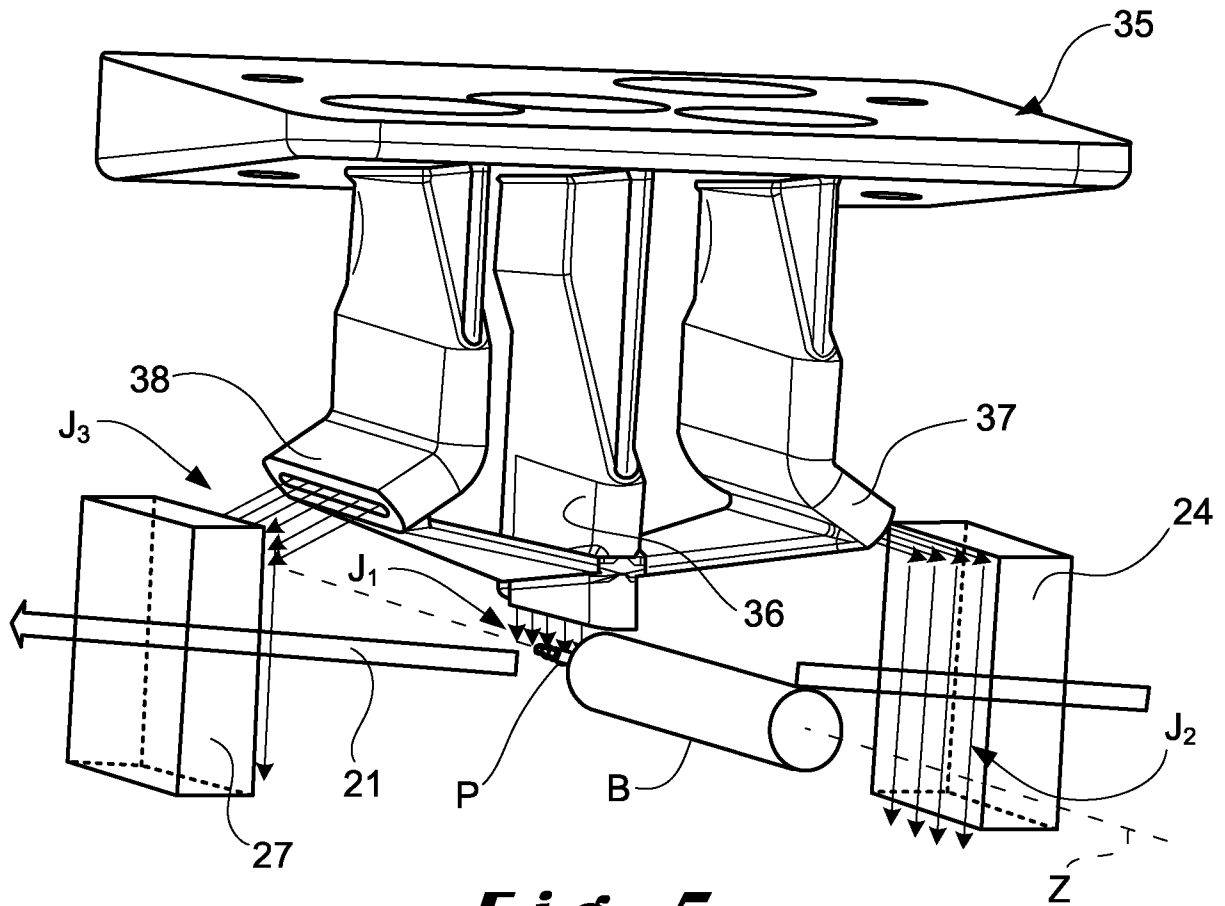
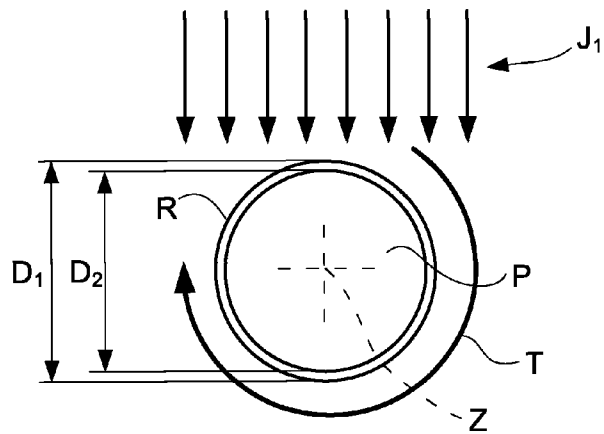
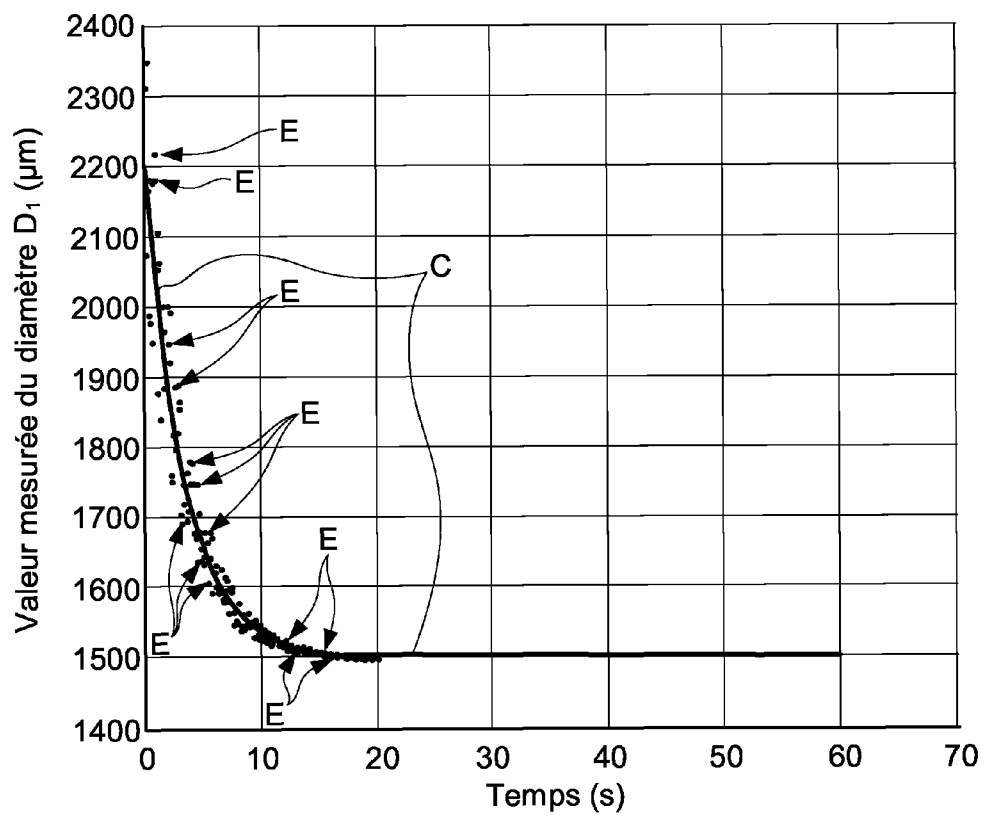


Fig. 5

**Fig. 6****Fig. 7**

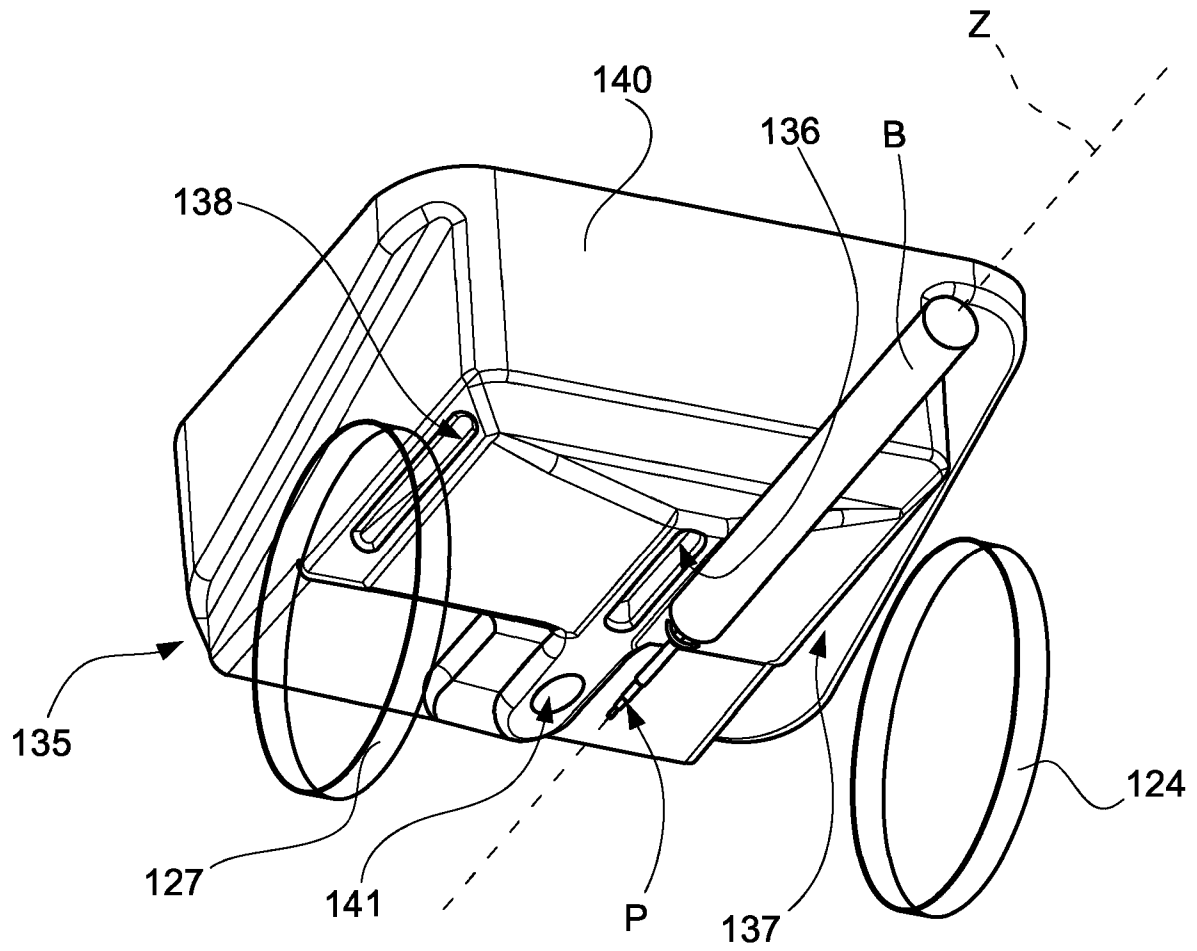


Fig. 8