

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **714 118 A1**

(51) Int. Cl.: **G04D** **3/00** (2006.01)
G04B **45/00** (2006.01)
B44C **1/22** (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01102/17

(22) Date de dépôt: 05.09.2017

(43) Demande publiée: 15.03.2019

(71) Requéant:
Willemín-Macodel SA, Route de la Communance 59
2800 Delemont (CH)

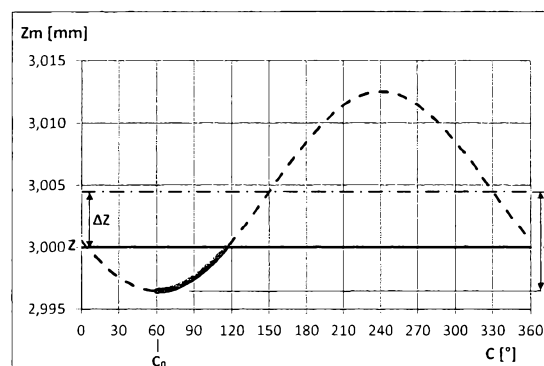
(72) Inventeur(s):
Maurice Fracheboud, 1895 Vionnaz (CH)
Loïc Rigal, 25190 Froidvaux (FR)
Frédéric Maillard, 1148 Moiry (CH)

(74) Mandataire:
pronovem Swiss Ltd., Case postale 2243
2800 Delémont 2 (CH)

(54) **Procédé de décoration de pièces, notamment pour l'horlogerie.**

(57) La présente invention se rapporte à un procédé pour décorer une pièce (2), notamment pour l'horlogerie, avec des bandes de motifs, caractérisé en ce qu'

- on impose un mouvement relatif selon les axes X et Y entre la pièce (2) et l'outil (4) pour décrire une trajectoire,
- on module la position angulaire C de l'outil (4) autour de l'axe C pour maintenir l'arête de coupe perpendiculaire à la tangente de ladite trajectoire en tout point,
- on module le déplacement Z_m selon l'axe Z entre la pièce (2) et l'outil (4) pour que l'outil (4) n'interagisse avec la pièce (2) que sur une portion de cette trajectoire,
- on synchronise ledit déplacement Z_m selon l'axe Z avec la position angulaire C de l'outil (4).



Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'usinage pour pièces notamment d'horlogerie. Elle se rapporte plus particulièrement à un procédé de décoration desdites pièces.

Arrière-plan technologique et état de la technique

[0002] Dans l'horlogerie haut de gamme, il est usuel d'orner certaines pièces planes telles que la platine et les ponts avec un décor. En particulier, il est usuel d'orner les pièces d'horlogerie avec un décor en côtes de Genève. Les côtes de Genève sont formées de bandes droites disposées côte à côte, chaque bande présentant une surface supérieure légèrement inclinée par rapport au plan de la pièce. Elles peuvent également se présenter sous forme circulaire avec des bandes concentriques ou en arabesques avec des bandes courbes partant d'un point de la pièce.

[0003] Ces décors sont réalisés en structurant la surface des pièces par enlèvement de matière selon la géométrie souhaitée.

[0004] Actuellement, deux types de machines sont utilisés. Il existe des machines qui sont spécialement dédiées à un type de décor avec une géométrie fixe. Outre leur manque de flexibilité, le procédé de réalisation de la pièce complète est allongé de par l'utilisation de deux ou plusieurs machines distinctes pour, d'une part, usiner la pièce et, d'autre part, la décorer. Il existe aussi les centres d'usinage 4 ou 5 axes qui permettent de gagner en flexibilité mais qui, pour les raisons expliquées ci-dessous, présentent des contraintes technologiques qui vont limiter les possibilités de décor.

[0005] Dans l'art antérieur, les documents WO 2007/110 334 et EP 1 462 881 présentent des procédés de décoration de pièces d'horlogerie avec des machines 4 axes. Le porte-pièce est situé dans un plan de travail X-Y qui est monté en rotation autour de l'axe Z perpendiculaire au plan X-Y. L'outil de coupe sous forme d'un disque abrasif est animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe C formant un angle α avec l'axe Z dans le plan Z-X. Le déplacement en translation selon un des axes X ou Y combiné au mouvement en rotation du porte-pièce permet de réaliser les bandes du décor en côtes de Genève.

[0006] Dans ces centres d'usinage 4 ou 5 axes, la trajectoire de la pointe de l'outil qui est en contact avec la matière est ainsi obtenue par:

- L'inclinaison de la broche ou du porte-pièce par rapport à l'axe Z pour former la surface inclinée de la bande;
- Le déplacement de la broche ou du porte-pièce dans le plan X-Y selon une trajectoire programmée;
- Le diamètre de l'outil monté en broche qui tourne sur son axe avec un rayon d'une valeur fixe qui va déterminer le rayon de courbure des stries d'usinage formant le décor.

[0007] L'inclinaison de la broche ou du porte-pièce par rapport à l'axe Z ainsi que le diamètre de l'outil sont des contraintes machines qui vont nécessiter de modifier l'équipement si on souhaite obtenir un autre décor.

[0008] Pour gagner en flexibilité, il y a lieu de développer un nouveau procédé qui permette de s'affranchir des contraintes technologiques tout en garantissant la qualité du décor obtenu et la productivité.

Buts de l'invention

[0009] La présente invention a ainsi pour objet de fournir un nouveau procédé de décoration qui permette d'usiner différents décors sans devoir modifier l'équipement en conséquence. Plus précisément, la présente invention vise à développer un nouveau procédé permettant de changer le décor simplement en modifiant les consignes de programmation de la commande numérique.

[0010] La présente invention vise en outre à développer un procédé de décoration qui se réalise dans la foulée du procédé d'usinage de la pièce, cette dernière pouvant être entièrement usinée et décorée à partir de la même machine.

[0011] A ces fins, un procédé selon les revendications annexées est proposé.

Brève description des figures

[0012] La présente invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit, se référant, à titre d'exemple, aux fig. 1 à 8.

[0013] La fig. 1 représente schématiquement la machine d'usinage destinée à mettre en œuvre le procédé de décoration selon l'invention.

[0014] La fig. 2 illustre le procédé de décoration selon l'invention pour un décor en côtes de Genève droites avec des bandes orientées parallèlement à l'axe X. Le déplacement de l'outil selon les axes X et Y est représenté à droite. A gauche, la section résultante de la pièce usinée est représentée dans le plan Y-Z. La fig. 3 illustre pour ce même décor le déplacement Z_m selon l'axe Z synchronisé avec l'angle de rotation C de la broche. Dans les figures, les traits continus représentent les zones où il y a interaction entre la matière et la pointe de l'outil par opposition aux traits pointillés où il n'y a pas d'interaction.

[0015] Les fig. 4 et 5 présentent respectivement une variante des fig. 2 et 3 pour un décor en côtes de Genève droites avec des bandes orientées à 60° par rapport à l'axe X dans le plan X–Y.

[0016] La fig. 6 représente schématiquement l'orientation de l'arête de coupe par rapport à la trajectoire à usiner.

[0017] La fig. 7 représente dans le plan X–Y une bande du décor obtenue avec le procédé selon l'invention. Le paramètre variable C_0 est l'angle entre la tangente à la trajectoire de la bande et l'axe X.

[0018] La fig. 8 illustre le décor en côtes de Genève flammées obtenu à l'aide du procédé de décoration selon l'invention.

Légende

- (1) Machine 3 axes
 - (2) Pièce
 - (3) Porte-pièce
 - (4) Outil de coupe
 - (5) Broche
 - (6) Bâti
-

Description détaillée de l'invention

[0019] La présente invention se rapporte à un nouveau procédé de décoration d'une pièce d'horlogerie telle que, par exemple, une platine, un cadran ou un pont. Bien que plus particulièrement illustrée pour une pièce d'horlogerie, la présente invention n'exclut pas d'utiliser ce procédé pour décorer d'autres pièces telles que des pièces de bijouterie ou, de manière générale, tout objet pouvant être décoré (téléphone, etc.).

[0020] Le procédé selon l'invention peut être réalisé sur une machine 3 axes représentée à la fig. 1 avec la référence 1. Pour les différents axes, on se réfère à un repère XYZ attaché au bâti 6. La pièce 2 est fixée sur un porte-pièce 3 monté mobile dans le plan X–Y. Cette pièce 2 comporte une surface plane sensiblement parallèle au plan X–Y, qui est destinée à être décorée. La machine 1 est munie d'un outil de coupe 4 comportant à son extrémité une arête de coupe formant un rabot. L'outil de coupe 4 est fixé sur une broche 5 montée mobile selon un axe Z perpendiculaire au plan X–Y et montée en rotation autour d'un axe C parallèle à l'axe Z. Cette configuration est donnée à titre d'exemple. D'autres configurations avec l'outil qui se déplace selon les axes X et Y et la pièce selon l'axe Z sont également envisageables.

[0021] Le procédé selon l'invention est adapté pour réaliser de nombreux décors. Il est plus particulièrement illustré ici pour un décor en côtes de Genève qu'elles soient droites, circulaires ou flammées.

[0022] Le procédé de décoration selon l'invention s'articule autour de quatre actions:

- imposer un mouvement relatif selon les axes X et Y entre la pièce et l'outil pour définir une succession d'une même trajectoire fermée,
- mettre en rotation l'outil autour de l'axe C pour maintenir la surface de coupe de l'outil perpendiculaire à tout moment à la trajectoire fermée,
- moduler le déplacement selon l'axe Z entre la pièce et l'outil pour que ce dernier n'interagisse avec la matière que sur une portion de cette trajectoire fermée,
- synchroniser pour chaque trajectoire fermée le déplacement selon l'axe Z en fonction de la position angulaire de l'outil afin d'obtenir l'effet optique souhaité.

[0023] A la fig. 2, le procédé est illustré pour un décor en côtes de Genève droites avec des bandes orientées parallèlement à l'axe X. Le mouvement relatif selon les axes X et Y entre la pièce et l'outil permet de décrire un cercle et la translation selon l'axe X permet de décrire une succession de cercles s'étendant dans la direction X. L'outil de coupe est en rotation autour de l'axe C afin de maintenir l'arête de coupe perpendiculaire en tout point avec la tangente de la trajectoire comme schématisé à la fig. 6. La rotation selon l'axe C a ainsi pour seule fonction d'orienter la surface de coupe du rabot perpendiculairement à la trajectoire pour lui permettre d'enlever de la matière. Selon l'invention, le déplacement selon l'axe Z est contrôlé pour que l'outil de coupe n'interagisse avec la matière que sur une portion du cercle. A la fig. 2, la zone d'interaction entre l'outil de coupe et la pièce est représentée en traits continus alors que la portion du cercle où il n'y a pas de contact est représentée en traits pointillés. Sur toute la trajectoire du cercle, le déplacement selon l'axe Z varie pour, d'une part, garantir l'absence d'interaction entre la matière et l'outil sur une portion du cercle, et, d'autre part, moduler la profondeur du sillon dans la portion où il y a interaction afin de réaliser le plan incliné propre au décor en côtes de Genève (fig. 2 à gauche). Une caractéristique de l'invention est que le déplacement Z_m le long de l'axe Z est synchronisé avec la position angulaire C de la broche (fig. 3).

[0024] Dans l'exemple illustré à la fig. 3, la surface à décorer a une hauteur de 3 mm dans le repère XYZ. En trait continu est représentée la plage angulaire où l'outil interagit avec la matière. L'arête de coupe interagit avec la matière sur un

arc de cercle de 60° avec une arête de coupe initialement orientée à 0° par rapport à l'axe X pour réaliser les bandes droites de la fig. 2. Sur la plage 60–300°, l'arête de l'outil se positionne au-dessus de la surface de la pièce. Sur la plage 300–360°, l'outil revient à sa position de départ en se déplaçant au-dessus d'une région déjà creusée. Il n'y a dès lors pas d'interaction entre la matière et l'outil. La pointe de l'outil est ensuite translatée selon l'axe X pour décrire le cercle suivant et ainsi de suite jusqu'à former chaque bande du décor. Dans la zone d'interaction 0–60°, le sillon creusé a une profondeur qui varie continuellement avec une valeur maximum de 0,0045 mm. Ces valeurs numériques sont données à titre d'exemple. La profondeur du sillon de même que la longueur de l'arc de cercle peuvent être aisément modulées en jouant sur les paramètres des équations programmées comme explicité ci-dessous.

[0025] Les fig. 4 et 5 représentent une variante où le décor en côtes de Genève droites est formé de bandes orientées à 60° par rapport à l'axe X dans le plan X–Y. Dans ce cas, l'outil de coupe est orienté à 60° au début de l'usinage de chaque sillon. La fig. 8 représente une autre variante avec les différentes bandes formant un décor en côtes de Genève flammées. Dans ce cas, l'orientation de l'outil de coupe au début de l'usinage de chaque sillon doit être adaptée comme expliqué ci-dessous.

[0026] Pour optimiser la dynamique de la machine, les mouvements relatifs sont des fonctions sinusoïdales, ce qui évite les chocs dus aux accélérations. Par exemple, l'équation pour tout type de décor de Genève peut être la suivante.

$$Z_m = Z + \Delta Z + A \cdot \sin(C - C_0 - 90)$$

avec

Z_m = valeur de l'axe Z de la machine

Z = hauteur de la surface usinée de la pièce

ΔZ = décalage de l'axe Z pour définir la zone d'interaction

A = amplitude du mouvement de l'outil

C = angle de rotation de la broche/outil

C_0 = angle d'orientation de la bande du décor par rapport à l'axe X dans le plan X–Y qui va conditionner l'orientation de l'outil de coupe au début de l'usinage de chaque sillon.

[0027] Pour l'exemple de la fig. 5:

Z = 3.0

ΔZ = 0,0045

A = 0,008

C_0 = 60°.

[0028] Pour l'exemple des fig. 2 et 3, les valeurs sont les mêmes à l'exception du paramètre C_0 qui est égal à 0.

[0029] Le paramètre C_0 est un paramètre variable dans le cas d'une bande non rectiligne comme montré à la fig. 7. Il peut être calculé géométriquement selon la direction de la bande souhaitée ou plus simplement calculé en temps réel sur la commande numérique. Pour cela, il faut mémoriser au temps T–1 la position des axes X_0 – Y_0 et au temps T la nouvelle position X–Y. C_0 est alors calculé sur base de la relation suivante.

$$C_0 = \tan^{-1} \left(\frac{Y - Y_0}{X - X_0} \right)$$

[0030] Selon l'invention, d'autres équations qui lient le déplacement selon Z avec la position angulaire de la broche peuvent être programmées pour optimiser les effets du décor ou créer de nouveaux types de décor. L'opérateur peut ainsi programmer les trajectoires de son choix, qu'elles soient courbes, rectilignes ou encore courbes et rectilignes pour obtenir l'effet souhaité. A titre d'exemple, il est possible à la place de cercles de décrire d'autres formes géométriques fermées (ovales, carrés, etc.) avec l'outil de coupe n'interagissant avec la matière que sur une portion de la forme géométrique. De même, dans l'exemple illustré, la profondeur du sillon varie continuellement sur ladite portion. Cependant, la présente invention n'exclut pas de creuser un sillon de profondeur constante sur une partie de ladite portion.

[0031] De manière générale, l'objet de l'invention est de veiller à ce que l'outil soit dans la matière avec une arête de coupe perpendiculaire à la trajectoire afin d'usiner un sillon sur la portion de la trajectoire souhaitée et de moduler le déplacement de l'outil selon l'axe Z en fonction de la position angulaire de l'outil.

[0032] En termes de programmation, il est proposé de superposer au parcours de base (X–Y) qui définit l'orientation des bandes, à savoir le parcours représenté en pointillé à la fig. 7, un mouvement relatif en Z entre la pièce et l'outil en fonction de la position de la broche. Ainsi, l'opérateur programme le parcours de base des bandes du décor selon les codes ISO habituels ainsi que la vitesse de rotation de la broche et c'est la commande numérique qui superpose les mouvements Z en fonction de l'angle C afin d'obtenir l'effet souhaité.

[0033] Pour finir, on précisera que le procédé de décoration selon l'invention a été décrit pour l'usinage d'une surface plane à l'aide d'une machine 3 axes mais il est également d'application pour décorer une surface présentant un relief à l'aide d'une machine 4 ou 5 axes permettant respectivement d'orienter la pièce selon 1 ou 2 axes de rotation.

Avantages de l'invention

[0034] Par rapport aux procédés de l'état de l'art, le procédé selon l'invention permet de gagner en flexibilité. Ainsi, alors que sur une machine conventionnelle, la valeur du rayon du décor est fixe et donnée par la taille de l'outil, ce mouvement est obtenu selon l'invention par la décomposition du mouvement de rotation de l'outil autour de l'axe Z et des déplacements relatifs entre la pointe de l'outil et la pièce. Il est dès lors possible de moduler à souhait la valeur du rayon du décor en côtes de Genève, et, de manière générale, de dessiner tout type de décor. La présente invention s'affranchit ainsi des contraintes machines en réalisant un décor donné via la programmation plutôt que via l'orientation et les dimensions de l'outil de coupe.

[0035] Le procédé selon l'invention présente également comme avantage de pouvoir être mis en œuvre sur une machine 3 axes et, ce, tout en garantissant la productivité et la qualité du décor obtenu.

Revendications

1. Procédé pour décorer une pièce (2), notamment d'horlogerie, avec des bandes de motifs, le procédé étant réalisé à l'aide d'une machine (1) comprenant dans un plan X-Y un porte-pièce (3) pour fixer ladite pièce (2), un outil (4) monté mobile en rotation autour d'un axe C parallèle à un axe Z qui est perpendiculaire au plan X-Y, l'outil (4) comportant à une extrémité en regard de la pièce (2) une arête de coupe formant un rabot, caractérisé en ce que pour la réalisation de chaque bande de motifs:
 - on impose un mouvement relatif selon les axes X et Y entre la pièce (2) et l'outil (4) pour décrire une succession d'une même trajectoire fermée,
 - on module la position angulaire C de l'outil (4) autour de l'axe C pour maintenir l'arête de coupe perpendiculaire à la tangente de ladite trajectoire fermée en tout point,
 - on module le déplacement Z_m selon l'axe Z entre la pièce (2) et l'outil (4) pour que l'outil (4) n'interagisse avec la pièce (2) que sur une portion de ladite trajectoire fermée,
 - on synchronise ledit déplacement Z_m selon l'axe Z avec la position angulaire C de l'outil (4) sur ladite trajectoire fermée.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire fermée décrit une forme géométrique présentant des lignes courbes, rectilignes ou des lignes courbes et rectilignes.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la trajectoire fermée décrit un cercle.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lorsque l'interaction entre l'outil (4) et la pièce (2) débute sur la portion de ladite trajectoire fermée, l'arête de coupe a une orientation dans le plan X-Y correspondant à l'orientation de la bande de motifs.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le déplacement Z_m selon l'axe Z varie de manière continue sur la portion de ladite trajectoire fermée.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes pour la réalisation d'un décor en côtes de Genève, caractérisé en ce que le déplacement Z_m selon l'axe Z est une fonction sinusoïdale de la position angulaire C de l'outil (4).
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le déplacement Z_m selon l'axe Z en fonction de la position angulaire C de l'outil (4) répond à la relation:

$$Z_m = Z + \Delta Z + A \cdot \sin(C - C_0 - 90)$$

avec

Z = hauteur d'une surface à décorer de la pièce (2),

ΔZ = décalage de l'axe Z pour définir une zone d'interaction entre l'outil (4) et la pièce (2),

A = amplitude du mouvement de l'outil (4),

C = position angulaire de l'outil (4),

C_0 = angle d'orientation des bandes de motifs par rapport à l'axe X dans le plan X-Y.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, réalisé à l'aide d'une machine (1) trois axes pour une pièce (2) présentant une surface plane à décorer.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on génère un code ISO décrivant un parcours de base définissant l'orientation des bandes de motifs et la vitesse de rotation de l'outil (4) et qu'ensuite, au niveau d'une commande numérique, on superpose à ce parcours de base le mouvement relatif selon les axes X et Y entre la pièce (2) et l'outil (4) ainsi que le déplacement Z_m entre la pièce (2) et l'outil (4) qui est fonction de la position angulaire C de l'outil (4).
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le paramètre C_0 est variable et calculé en temps réel sur une commande numérique sur base de la relation:

$$C_0 = \tan^{-1} \left(\frac{Y - Y_0}{X - X_0} \right)$$

où X_0 – Y_0 est la position des axes X et Y au temps T–1 et X–Y est la position des axes X et Y au temps T.

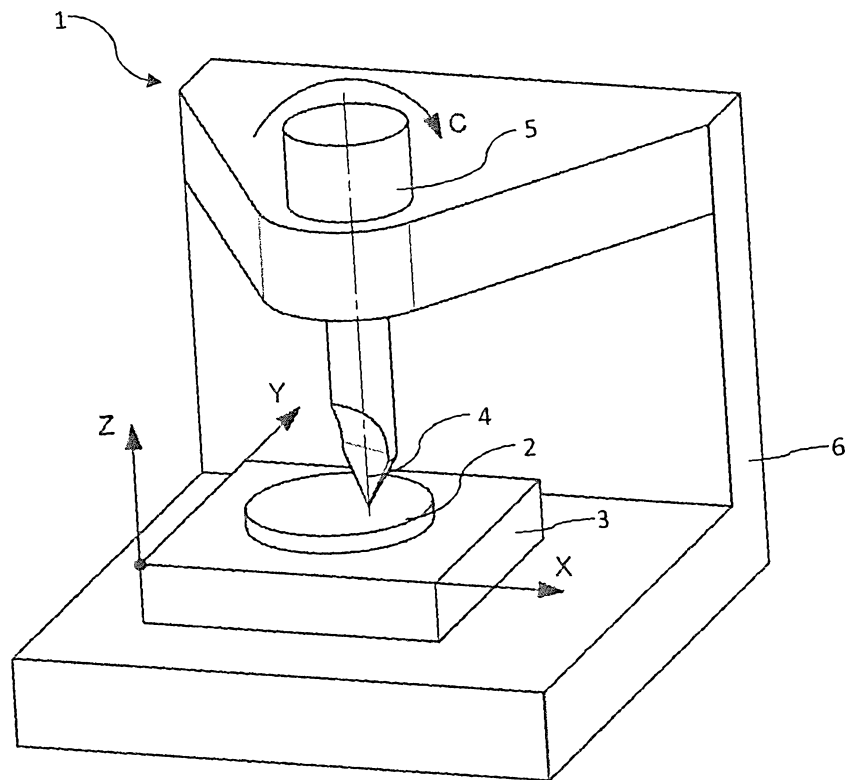


FIG. 1

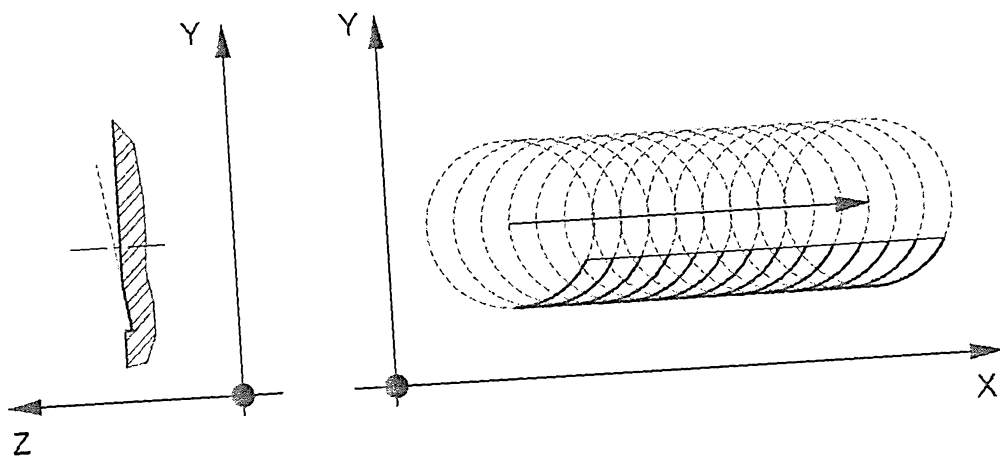


FIG. 2

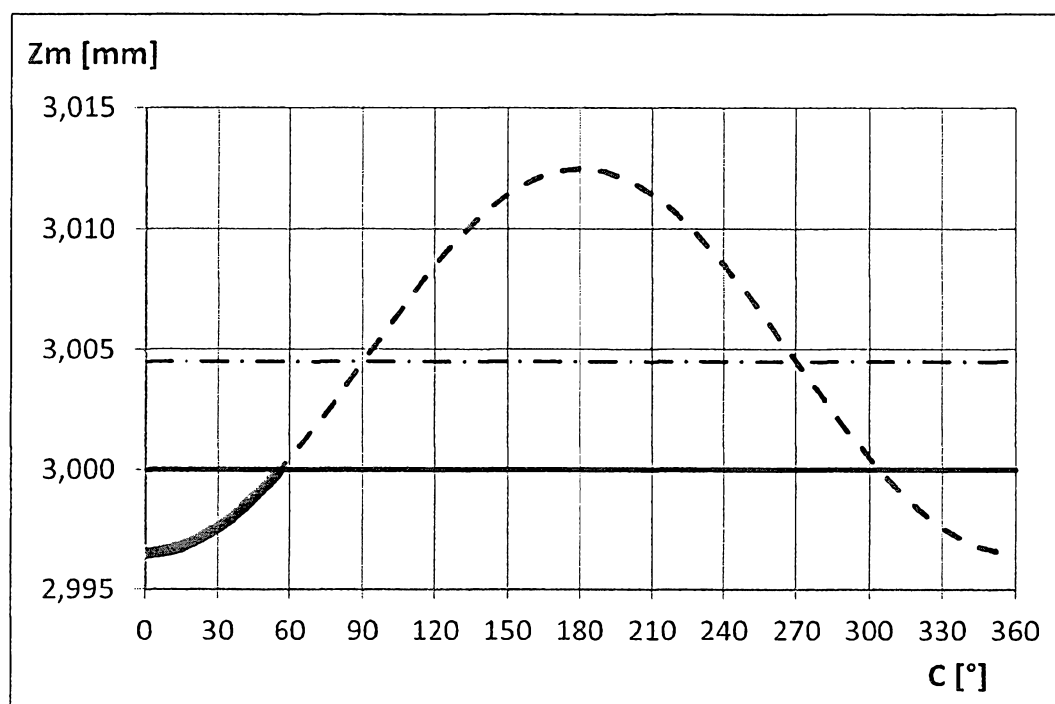


FIG.3

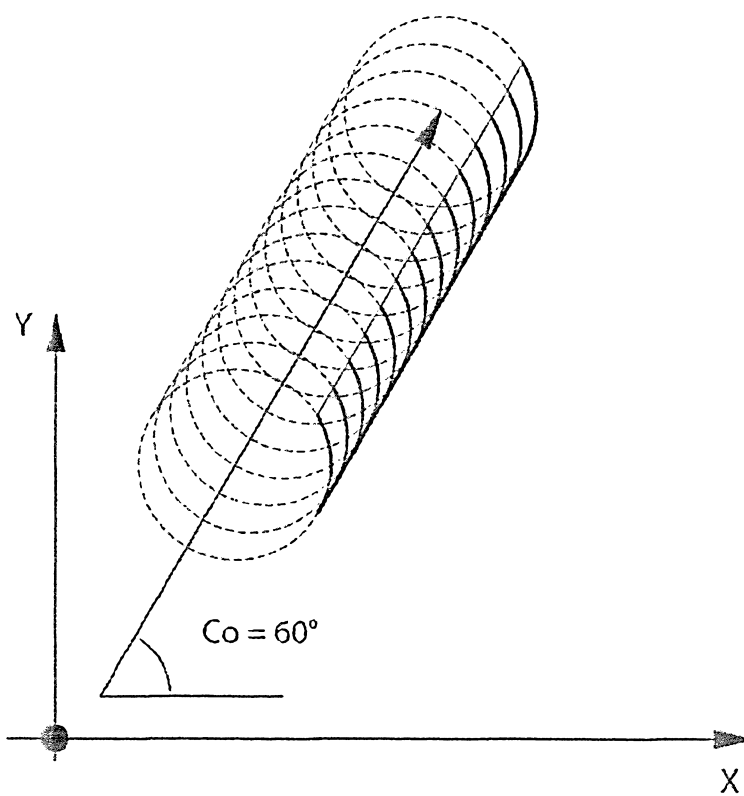


FIG.4

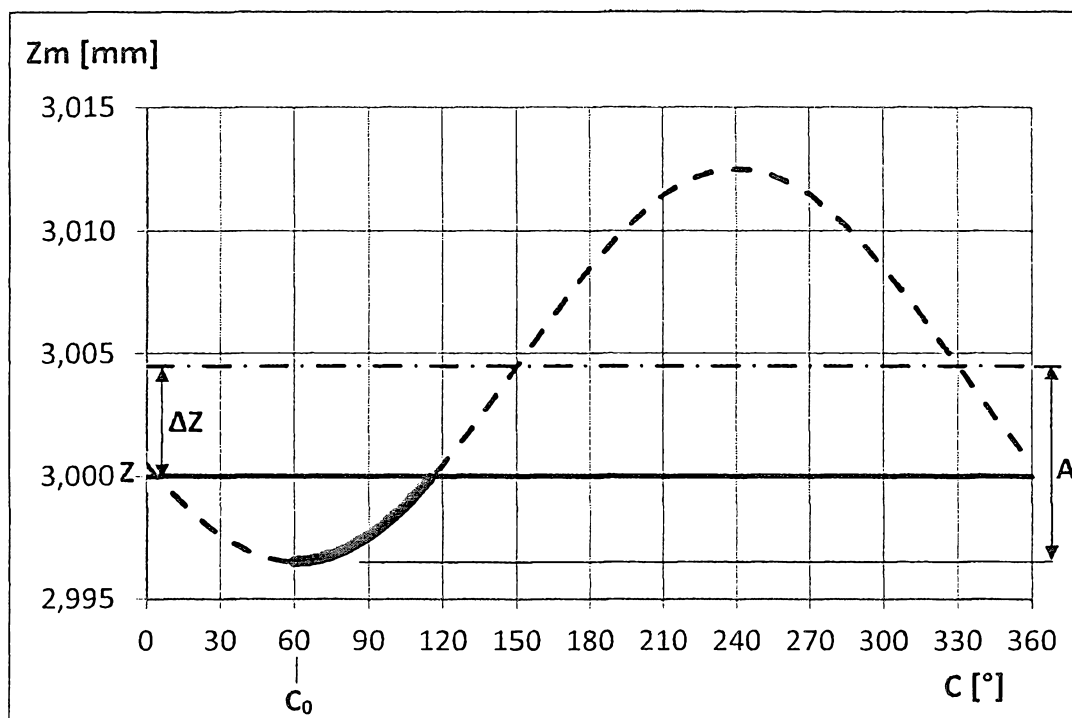


FIG.5

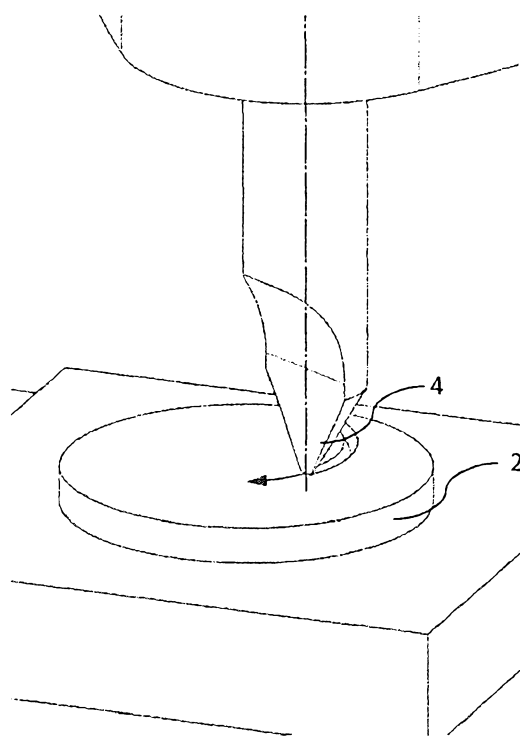


FIG.6

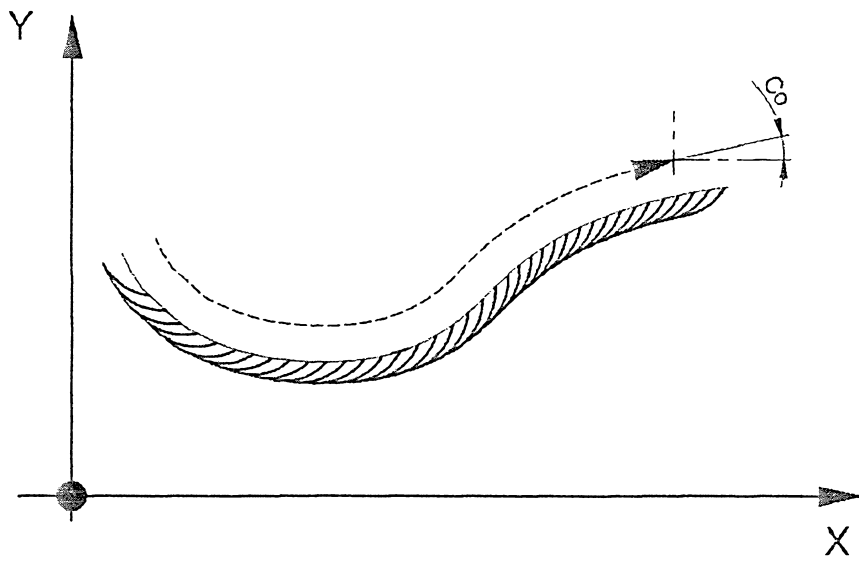


FIG. 7

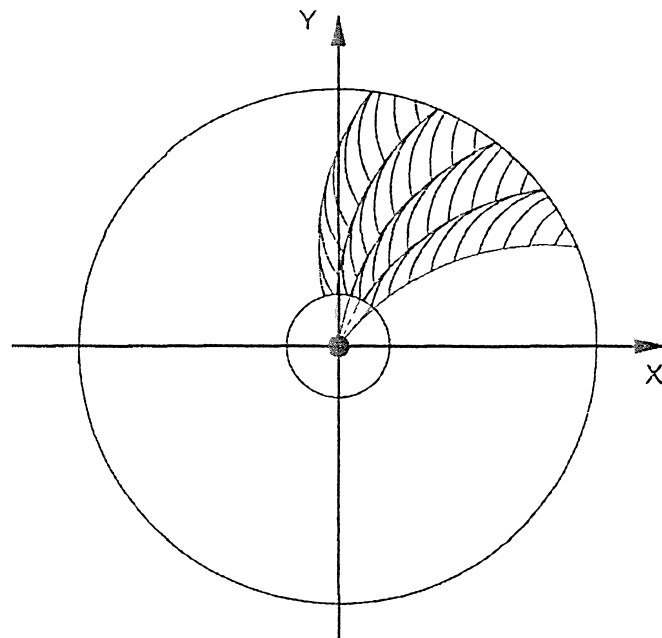


FIG. 8

**RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF À LA
DEMANDE DE BREVET SUISSE**

Numéro de la demande: CH01102/17

Classification de la demande (CIB):
G04D3/00, G04B45/00, B44C1/22**Domaines recherchés (CIB):**
B23B, B44B, B44C, G04B, G04D**DOCUMENTS PERTINENTS:**

(référence du document, catégorie, revendications concernées, indications des parties significatives (*))

1 **CH697657 B1** (ALMAC SA [CH]) 31.12.2008Catégorie: **A** Revendications: **1 - 6**

* [0011] - [0016]; [0023] - [0026]; [0034] - [0035]; Figure 1 *

2 **CH346182 A** (DASA S A [CH]) 30.04.1960Catégorie: **A** Revendications: **1 - 6**

* Page 1, ligne 30 - 50; Figure 1 *

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS:

X:	remettent en question, à eux seuls, la nouveauté et/ou l'activité inventive	D:	ont été fournis par le demandeur avec la demande de brevet
Y:	remettent en question, à l'appui d'un document de la même catégorie, l'activité inventive	T:	théories et principes sur lesquels se fonde l'invention
A:	définissent l'état général de la technique sans avoir de pertinence particulière pour la nouveauté et l'activité inventive	E:	documents de brevets dont la date de dépôt ou de priorité se situe avant la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche mais qui ont été publiés seulement après cette date
O:	divulgaration non écrite	L:	documents cités pour d'autres raisons
P:	ont été publiés entre la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche et la date de priorité revendiquée	&:	membre de la même famille de brevets; document correspondant

La recherche se base sur la version des revendications déposée initialement. Une nouvelle version des revendications déposée ultérieurement (art. 51 al. 2 OBI) n'est pas prise en considération.

Le présent rapport de recherche a été établi pour les revendications, pour lesquelles les taxes requises ont été payées.

Recherche effectuée par:	Fabien Compos
Autorité de recherche, lieu:	Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle, Berne
Fin de la recherche:	04.12.2017

TABLEAU DES FAMILLES DES BREVETS CITÉS

Les membres de la famille sont mentionnés conformément à la base de données de l'Office européen des brevets. L'Office européen des brevets et l'Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle ne garantissent pas ces données. Celles-ci sont fournies uniquement à titre d'information.

CH697657 B1	31.12.2008	CH697657 B1	31.12.2008
CH346182 A	30.04.1960	CH346182 A	30.04.1960