

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 10657

(54) Machine pour usiner des surfaces courbes.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). B 24 B 13/00, 17/00.

(22) Date de dépôt 18 juin 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 51 du 23-12-1983.

(71) Déposant : ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE GENERALE D'OPTIQUE). — FR.

(72) Invention de : Alain Morel et Bruno Fadalti.

(73) Titulaire :

(74) Mandataire : Marc-Roger Hirsch, conseil en brevets,
34, rue de Bassano, 75008 Paris.

MACHINE POUR USINER DES SURFACES COURBES

La présente invention s'applique à une machine destinée à l'usinage de surfaces courbes, en particulier de surfaces toriques concaves ou convexes ou de surfaces asphériques de révolution sur une pièce en un matériau adapté à son usage et tel que des verres organiques ou minéraux, à l'aide d'un outil de coupe tel qu'une meule boisseau à bandeau abrasif ou une meule sphérique.

De nombreuses machines de ce type ont déjà été réalisées y compris en version automatisée ou semi-automatisée. Parmi ces réalisations, l'une des plus remarquables décrite dans le brevet français 2.204.987 prévoit une disposition de la pièce à usiner sur un support selon un axe vertical confondu avec l'axe optique de la lentille à usiner et un outil tournant dont la broche est disposée verticalement en face de la pièce. Au cours de l'usinage, cette broche effectue un mouvement de balancement pivotant autour d'un axe passant par le bandeau de la meule. Le support de pièce est soumis à un double mouvement selon deux directions orthogonales situées dans un plan perpendiculaire à l'axe de balancement de la meule.

Cette disposition de machine à usiner les surfaces toriques des verres optiques présente, à côté d'avantages indéniables de compacité et de fiabilité, divers inconvénients dans les conditions d'exploitation modernes des machines d'usinage, notamment en matière de vitesse et de précision d'usinage. Lors du changement de meule, il est nécessaire de régler la broche du porte meule pour placer l'axe de balancement sur le bandeau de la nouvelle meule et un tel réglage se révèle très délicat à réaliser.

Pour la réalisation des usinages des surfaces de lentilles à forte courbure, il est nécessaire de retourner de 180° le verre en cours d'usinage car la broche porte meule vient en butée sur le bord du verre dans le cas de l'usinage des surfaces concaves ou le bandeau de la meule vient en butée sur la broche porte verre dans le cas de l'usinage des surfaces

convexes.

Par ailleurs, cette machine exige une inversion de mouvement (montée puis descente) des pièces de guidage, ce qui provoque une addition des jeux mécaniques nuisible à la précision. Les machines de type connu
5 ne sont généralement pas équipées de moyens de chargement et de déchargement automatique de pièces qui seuls permettent un grand débit d'usinage. De plus, les dispositions des machines d'usinage existantes conduisent les particules enlevées par usinage et de nature abrasive à se déverser sur des équipements de pilotage fragiles et sensibles à l'abrasion.

10 L'un des buts de la présente invention est précisément de pallier ces difficultés et insuffisances des machines existantes tout en conservant les qualités de fiabilité et de compacité des équipements connus du même genre.

A cet effet, la machine pour usiner des surfaces courbes sur une
15 pièce, en particulier des surfaces de lentilles optiques où de moules pour lentilles, du type comportant dans un bâti un premier support d'un outil de coupe tournant qui présente un bord de coupe destiné à venir en contact avec la surface courbe à usiner, est caractérisée en ce que la broche de l'outil de coupe et ses moyens d'entraînement sont fixés rigide-
20 ment à un deuxième support entraîné au cours de l'usinage par un système à commande numérique (CNC) en rotation autour d'un axe de rotation qui est perpendiculaire à l'axe de rotation de l'outil de coupe, le second support étant lui-même porté par un troisième support qui, au cours de l'usinage, se déplace en commande numérique (CNC) selon deux axes orthogo-
25 naux entre eux et à l'axe de rotation du deuxième support pour positionner cet axe de rotation du deuxième support et de façon à faire engendrer la surface courbe de la pièce par le bord de coupe de l'outil de coupe et en ce que l'axe principal de l'outil de coupe et celui de la surface de la lentille en cours d'usinage sont disposés dans un même plan sensible-
30 ment horizontal de manière à permettre au cours de l'usinage un dégagement aisé des particules abrasives de l'outil de coupe et/ou du matériau de la pièce à usiner hors de la broche de support de l'outil de coupe et à assurer une grande rigidité à la broche de l'outil de coupe. Le troisième support est protégé des particules abrasives de l'outil de coupe
35 et/ou du matériau de la pièce à usiner par un carter à éléments télescopiques emboîtés l'un dans l'autre et aptes à déverser le liquide de refroidissement de l'outil de coupe et les particules abrasives qu'il charrie hors de la zone des mécanismes d'orientation et de rotation du deuxième support.

Selon un mode préféré de réalisation, l'axe de rotation du deuxième support est situé en avant de l'outil de coupe.

Selon un mode de réalisation utilisé pour l'usinage des surfaces toriques de révolution, la pièce à usiner est maintenue fixe sur la tête d'un support de pièce.

Pour l'usinage de surfaces asphériques de révolution, la pièce à usiner peut être entraînée en rotation autour de son axe optique et/ou de révolution alors que l'outil de coupe se déplace dans deux plans orthogonaux.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, la pièce à usiner, telle qu'un bloc de verre, est portée par une tête d'un support rotatif de type revolver à plusieurs positions successives et dont l'une des têtes est dans une première position correspondant à l'axe horizontal de la pièce en position d'usinage, tandis qu'au moins une autre tête est dans une deuxième position correspondant à un poste de chargement et/ou de contrôle et/ou de déchargement des pièces à usiner ou usinées.

En variante, le support rotatif est monté sur un axe solidaire du bâti et supportant des moyens de contrôle géométrique de la surface courbe à usiner. Le poste de contrôle comporte des moyens de contrôle géométrique qui sont, de préférence, des moyens optiques et/ou opto-électroniques visant la surface usinée et couplés électriquement et/ou électroniquement aux moyens de contrôle des déplacements des deuxième et troisième supports. Les moyens de contrôle géométrique peuvent être pointés sur la surface de la pièce usinée qui est portée par l'une des têtes du support rotatif amenée en position de contrôle. Selon un mode de réalisation plus complexe, lorsque les moyens de contrôle détectent un défaut de la surface après usinage de la pièce, des moyens de reprise déclenchent un nouveau passage de la pièce en position d'usinage.

La pièce à usiner peut être fixée en saillie sur l'une des têtes du support rotatif à l'aide d'un moyen de fixation unilatéral tel qu'une ventouse à dépression, couplée à un palpeur de repérage de sa position axiale.

Selon une forme de réalisation très automatisée de l'invention, l'axe du support rotatif solidaire du bâti ou la broche de l'outil de coupe est équipé de moyens de contrôle de la géométrie de l'outil de coupe tel qu'une meule et aptes à déclencher une phase de rectification du profil de l'outil de coupe lorsque ce profil s'avère dégradé. Les moyens de contrôle de la géométrie de l'outil de coupe sont couplés aux moyens de commande numérique (CNC) du deuxième et du troisième supports pour provoquer une correction du parcours du bord de coupe de l'outil en fonction de

l'usure de celui-ci.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description d'un mode de réalisation d'une machine selon l'invention pour l'usinage des verres de lunettes, faite
5 à titre non limitatif et en regard du dessin annexé où:

- la figure 1 est une vue en coupe de l'ensemble de la machine selon l'invention pour l'usinage des surfaces toriques des lentilles optiques;
- 10 - la figure 2 est une vue de dessus à plus grande échelle et capot supérieur enlevé du centre de la machine de la figure 1;
- la figure 3 est une vue en coupe selon le plan III de la figure 1, du mécanisme de rotation de la table de la machine, ce mécanisme étant représenté à plus grande échelle encore;
- 15 - les figures 4 et 5 représentent en vue de dessus et en coupe, les différentes positions de la meule de la machine au cours de l'usinage d'une surface concave et respectivement d'une surface convexe de lentille optique;
- 20 - la figure 6 représente de même en vue de dessus et en coupe deux positions limites théoriques de la meule de la machine au cours de l'usinage d'une surface concave de lentille à faible rayon de courbure;
- la figure 7 représente en vue de dessus et en coupe partielle une
25 passe d'usinage d'une surface asphérique de révolution à l'aide de la machine selon l'invention.

La machine pour l'usinage des surfaces toriques selon l'invention comporte un bâti rigide constitué d'un socle 1 sur lequel sont assemblés des montants 2 et 3 qui supportent latéralement des plaques d'étanchéité 4 et 5. Le socle 1 monté lui-même sur une embase posée sur le sol, sup-
30 porte des supports 6 et 7 de deux axes de guidage transversaux 8 et 9 d'un support de base 10 susceptible de se déplacer transversalement par l'intermédiaire de paliers 11 et 12 et sous l'action d'une vis de translation 13 vissée dans un écrou (non représenté) solidaire du support 10 et entraînée en rotation par l'intermédiaire d'une courroie ou d'une chaîne 14
35 couplée à un moteur électrique réversible d'entraînement 15 contrôlé par un système de commande numérique relié à un ordinateur ou à un centre de calcul et de pilotage (CNC) de la machine.

Le support de base 10 soutient, par des paliers, des barres de

guidage 16 sur lesquelles est monté à coulissement par des paliers 17, dont un seul est représenté, un support orientable (ou troisième support) 18 relativement rigide. Le support 18 peut se déplacer longitudinalement sur les barres 16 sous l'action d'une vis 19 vissée dans un écrou tubulaire 20 et susceptible d'être entraînée en rotation par l'intermédiaire d'un moteur électrique de translation longitudinale 21 auquel elle est couplée par une chaîne ou une courroie crantée 22. Comme le moteur 15, le moteur 21 est réversible et contrôlé par un système de commande numérique relié au centre de calcul et de pilotage de la machine.

10 Le support orientable 18 contient un arbre de rotation 23 de forte section et dont l'axe est représenté dans le plan de coupe de la figure 1.

Cet arbre 23 est guidé par de gros paliers à rouleaux 24 et porte la table d'usinage 25 de la machine qui constitue un deuxième support et se prolonge par des plaques d'étanchéité à rebord 26 et 27 emboîtées dans des rebords correspondants 28 et 29 d'autres plaques d'étanchéité 30 et 31 solidaires du support orientable 18. Pour compléter l'étanchéité des mécanismes portés par le support 18 à l'égard du liquide de coupe déversé par une pompe dans la zone d'usinage, des rebords 32 et 33 des plaques 30 et 31 viennent s'emboîter de façon télescopique sur des rebords conjugués des plaques 4 et 5. La table d'usinage 25 se prolonge par un support de broche 34 fortement nervuré et qui porte la broche rigide 35 d'une meule entraînée en rotation par un moteur de broche 36 (voir la figure 2) avec lequel elle est reliée de préférence par une courroie 36a. Le cône d'accouplement 37 de la broche 35 peut recevoir divers types de meules boisseau 38 dotées de bandeaux abrasifs de diamètres adaptés aux rayons R des surfaces de lentilles à usiner.

Selon l'invention, la broche 35 et son moteur d'entraînement 36 sont fixés rigidement sur le support 34 lui-même solidaire de la table d'usinage 25 susceptible de tourner sous l'action d'une vis 39 agissant sur une couronne dentée 39a solidaire de l'arbre 23. Si l'on se reporte à la figure 3, on voit que la vis 39 est reliée, par une chaîne ou une courroie crantée 40, à un moteur électrique réversible 41 d'entraînement en rotation flasqué sur le support orientable 18.

Selon un autre aspect important de l'invention, la pièce à usiner 35 constituée, dans le mode de réalisation décrit, d'un bloc de verre 42 est disposée avec son axe optique principal dans un plan horizontal sensiblement confondu avec le plan horizontal de l'axe de la broche 35. La pièce à usiner 42 est portée par l'une des têtes à plusieurs positions

43 d'un support rotatif revolver 44 monté sur un axe de guidage 45 fixé au montant 2 par un flasque de support 46.

Un poste 48 de chargement et de déchargement automatiques des pièces à usiner est prévu en regard de la tête 47 dans la position représentée sur la figure 1. Un poste 49 de contrôle géométrique des surfaces usinées est également prévue en regard de la tête 47 dans sa position représentée. Les moyens de contrôle géométrique peuvent être constitués par des moyens optiques et/ou opto-électroniques tels qu'une cellule photo-électrique couplée à un ou plusieurs capteurs reliés au centre de calcul et de pilotage de la commande numérique de la machine. De même, la broche 35 ou une autre partie de la machine, solidaire de la broche, peut être équipée de moyens de contrôle 51 de la géométrie de la partie active de la meule et particulièrement du diamètre de sa surface de bandeau.

La pièce à usiner 42 est fixée en saillie sur la tête 43 par tout moyen mais, de préférence, par une ventouse à dépression 52 et la position et/ou la présence de la pièce sur la face d'appui 53 de la tête 43 peut être repérée par un palpeur 54 relié mécaniquement, le cas échéant, à une surface de came (non représentée) de l'axe de guidage 45.

Selon une caractéristique importante de l'invention, l'axe de rotation 55 de l'arbre 23 (et donc de la table d'usinage 25 de la broche 35 et de la meule 38) est perpendiculaire à l'axe de rotation de la meule 38 et est, de préférence, situé en avant de la meule 38 par rapport à la broche 35, tel que représenté, quelle que soit la surface de lentille générée, concave ou convexe, l'axe de rotation 55 se déplaçant au cours de chaque passe d'usinage par rapport à la surface courbe à usiner 50.

Sur la figure 2, on a représenté en coupe avec arrachements divers types de meule boisseau de diamètres différents (38a, 38b, 38c) utilisées pour la génération des surfaces de lentilles suivant les rayons mini et maxi des surfaces toriques à usiner.

Pour expliquer le fonctionnement de la machine d'usinage de surfaces de lentilles représentée aux figures 1 à 3, on se référera d'abord aux figures 4 à 6 qui représentent à grande échelle différentes positions relatives entre la surface active d'une meule 38 et la surface de lentille 50 à usiner. Sur la figure 4, on a représenté dans le plan horizontal de l'axe de la broche 35 trois positions successives d'une meule 38b de diamètre moyen en train de meuler la surface concave 50 d'une lentille 42.

La surface de bandeau 56 de la meule 38b vient en contact avec la surface concave 50, par une ligne de tangente courbe représentée, en

projection sur la figure 4, par une droite 57. Cette ligne de tangente courbe doit être conservée identique à elle-même au cours de l'usinage pour former la surface torique 50 et pour cela l'angle β que fait l'axe de la meule avec la perpendiculaire à la surface 50 au point d'usinage doit être constant au cours de la passe d'usinage. Cette constance de l'angle β peut être aisément respectée par la commande numérique de rotation de l'arbre 23.

Sur la figure 5, on a représenté l'usinage de la face convexe 50 d'une lentille d'ouverture α et de plus grand rayon extérieur R, par une meule 38b de diamètre moyen. On voit que le verre de la lentille vient s'engager à l'intérieur du bandeau de la meule sans entrer en contact avec la face intérieure 58 du bandeau. L'usinage de la surface convexe 50 peut donc être réalisé en une passe et la surface de bandeau 56 enveloppe la ligne de tangente courbe 57 par l'intérieur du bandeau maintenu à un rayon r fixe.

Sur la figure 6, sont représentées deux positions de meules au cours de l'usinage de la surface intérieure 50 concave d'une lentille 42 de plus grand rayon de courbure R. La surface de bandeau 56 de la meule 38b enveloppe la surface 50 sur une longue ligne de tangente très courbée et l'on voit que la broche porte meule va venir en contact avec le bord supérieur de la lentille 42 si l'on poursuit le déplacement relatif de la meule 38b vers le bas de la figure. Il est donc nécessaire de réaliser l'usinage de la surface convexe 50 en deux passes séparées qui se raccordent de préférence au centre de la surface 50 en conservant toujours l'angle d'inclinaison β de l'axe de la meule avec la normale à la surface 50 au point d'usinage, de manière à conserver une ligne de tangente courbe constante.

La figure 7 représente schématiquement une passe d'usinage d'une surface asphérique convexe de révolution. Dans cette variante d'utilisation de la machine suivant l'invention, la pièce à usiner 42 fixée en bout de l'une des têtes (43, 47) est entraînée en rotation autour de son axe optique Y'X. Les moyens d'entraînement correspondants sont à la portée de l'homme de l'art et ne sont pas représentés en détail sur cette figure. L'usinage d'une telle surface peut être effectué au moyen de meules du type boisseau (38a, 38b, 38c) ou encore au moyen d'une meule à bandeau sphérique 38d tel que représenté. Pour une meule à bandeau sphérique 38d, l'axe de la broche porte meule sera horizontal et perpendiculaire au plan de la figure 1, en position de repos. La figure 7 représente

à titre d'exemple deux positions de la meule 38d pour lesquelles l'axe de rotation de la meule est perpendiculaire à la normale à la génératrice de la surface au point considéré.

Pour réaliser une opération d'usinage d'une surface torique sur
5 la machine selon l'invention, l'opérateur 48 dispose un verre brut à usiner 59 sur le joint de la tête de support 47 et, après mise en dépression de la chambre à dépression 52 correspondante, le verre brut 59 est rigidement maintenu sur la tête 47. Après l'achèvement de l'usinage de la pièce 42 en cours d'usinage sur la machine, le support rotatif 44 pivote et
10 amène la pièce usinée 42 au poste de déchargement et de contrôle et la pièce brute 59 en position d'usinage.

La table d'usinage 25 a été reculée dans la position représentée sur la figure 1. A la mise en route du cycle d'usinage, la meule 38 est déjà entraînée en rotation et le moteur 21 de translation longitudinale
15 est mis en route par le centre de calcul de la commande numérique, dans le sens de l'avance de la meule 38 vers la surface à usiner 50.

Le moteur 41 d'entraînement en rotation est également mis en marche pour faire tourner la table d'usinage 25 et orienter l'axe de la broche 35 de façon à respecter l'angle β d'attaque de la surface 50 par la surface de bandeau 56 de la meule 38. De même, le moteur 15 est mis en marche par le système de commande numérique de manière à amener l'arête d'usinage de la surface de bandeau 56 de la meule au bord de la surface 50 à usiner sur la pièce 42, ce bord d'attaque de l'usinage étant, par exemple, repéré par la cellule photo-électrique des moyens de contrôle géométrique 51.
25

Dès que la meule 38 est positionnée, le système de commande numérique de la machine déclenche des passes d'usinage successives de la surface de bandeau 56 de la meule 38 selon la ligne de tangente courbe 57 représentée sur les figures 4 et 5 par rotation simultanée des moteurs 15, 21 et 41 coordonnés par le système de commande numérique, jusqu'à l'obtention de la cote géométrique requise pour la surface 50. La table d'usinage 25 est ensuite ramenée dans la position de la figure 1 pour permettre la rotation du support révoluer 44 et la poursuite du processus d'usinage sur une autre pièce brute 59.
30

La machine pour l'usinage des surfaces de lentilles selon l'invention permet d'assurer un débit d'usinage beaucoup plus important et une plus grande fiabilité que les machines de type connu, principalement grâce au support révoluer 44, à la protection de ses mécanismes internes par le

carter à éléments télescopiques 4, 5, 30, 31, et à la plus grande rigidité de ses constituants.

5 L'usinage des surfaces de lentilles s'effectue par des passes successives exécutées en continu sans interruption jusqu'à l'obtention de la cote finale et définitive, même pour les surfaces de lentille à forte courbure pour lesquelles la reprise par changement du côté de l'attaque de la meule s'effectue automatiquement sous le contrôle de la commande numérique.

10 L'usinage de la surface 50 peut s'effectuer en deux passages après un contrôle dimensionnel précis en regard d'un poste de contrôle 49. La passe de finition peut s'effectuer, par exemple, après le dégrossissage de la surface d'une autre pièce 42. L'usinage d'une surface asphérique de révolution se fait suivant le même processus que celui de l'usinage d'une surface torique.

15 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés et elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art, sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention.

20 Ainsi la commande mécanique de déplacement par des moteurs électriques selon deux axes d'orientation et en rotation de la table d'usinage 25 pourrait être réalisée par tous moyens équivalents tels que des vérins hydrauliques ou autres couplés et coordonnés par un système de commande numérique.

REVENDICATIONS

1.- Machine pour usiner des surfaces courbes sur une pièce, en particulier, des surfaces de lentilles optiques ou de moules pour lentilles du type comportant dans un bâti: un premier support d'un outil de coupe
5 tournant qui présente un bord de coupe destiné à venir en contact avec la surface courbe à usiner, caractérisée en ce que la broche (35) de l'outil de coupe (38) et ses moyens d'entraînement (36) sont fixés rigidement à un deuxième support (25) entraîné au cours de l'usinage par un système à commande numérique (CNC), en rotation autour d'un axe de rotation (55)
10 qui est perpendiculaire à l'axe de rotation de l'outil de coupe (38), le second support (25) étant lui-même porté par un troisième support (18) qui, au cours de l'usinage se déplace en commande numérique (CNC) selon deux axes orthogonaux entre eux et à l'axe de rotation (55) pour positionner cet axe de rotation (55) du deuxième support (25) de façon à faire engendrer la surface courbe (50) de la pièce (42) par le bord de coupe de l'outil
15 et en ce que l'axe principal de l'outil de coupe (38) et celui de la surface (50) de la lentille (42) en cours d'usinage sont disposés dans un même plan sensiblement horizontal de manière à permettre, au cours de l'usinage, un dégagement aisé des particules abrasives de l'outil de coupe (38) et/ou du matériau de la pièce à usiner (42) hors de la broche de support (35) de l'outil de coupe et à assurer une grande rigidité de la broche (35) de l'outil de coupe (38).

2.- Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'axe de rotation (55) est situé en avant de l'outil de coupe (38).

25 3.- Machine selon la revendication 1 ou 2, en particulier pour l'usinage de surfaces toriques et comportant un outil de coupe en forme de cuvette tel qu'une meule boisseau, caractérisée en ce que pendant l'usinage, la pièce à usiner (42) est maintenue fixe sur la tête (43) d'un support de pièce (44).

30 4.- Machine selon l'une des revendications 1 ou 2, en particulier pour l'usinage de surfaces asphériques de révolution, caractérisée en ce que la pièce à usiner (42) est entraînée en rotation autour de son axe optique et/ou de révolution par la tête (43) d'un support de pièce (44).

35 5.- Machine selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le troisième support (18) est protégé des particules abrasives de l'outil de coupe et/ou du matériau de la pièce à usiner par un carter à éléments télescopiques emboîtés (4, 5, 30, 31) l'un dans l'autre et aptes à déverser le liquide de refroidissement de l'outil de coupe et les par-

ticules abrasives qu'il charrie hors de la zone des mécanismes d'orientation et de rotation du deuxième support (18).

6.- Machine selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la pièce à usiner (42), telle qu'un bloc de verre, est portée par une tête (43) d'un support rotatif (44) de type revolver à plusieurs positions successives et dont l'une (43) des têtes est dans une première position correspondant à l'axe horizontal de la pièce en position d'usinage, tandis qu'au moins une autre tête est dans une deuxième position correspondant à un poste de chargement, et/ou de contrôle et/ou de déchargement des pièces à usiner ou usinées.

7.- Machine selon la revendication 6, caractérisée en ce que le support rotatif (44) est monté sur un axe (45) solidaire du bâti et supportant des moyens (49) de contrôle géométrique de la surface courbe (50) à usiner.

8.- Machine selon la revendication 7, caractérisée en ce que les moyens de contrôle géométrique (49) sont des moyens optiques et/ou opto-électroniques visant la surface usinée (50) et couplés électriquement et/ou électroniquement aux moyens de contrôle des déplacements des deuxième (25) et troisième (18) supports.

9.- Machine selon la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens de contrôle géométrique (49) sont pointés sur la surface (50) de la pièce usinée qui est portée par l'une des têtes (43) du support rotatif (44) amenée en position de contrôle.

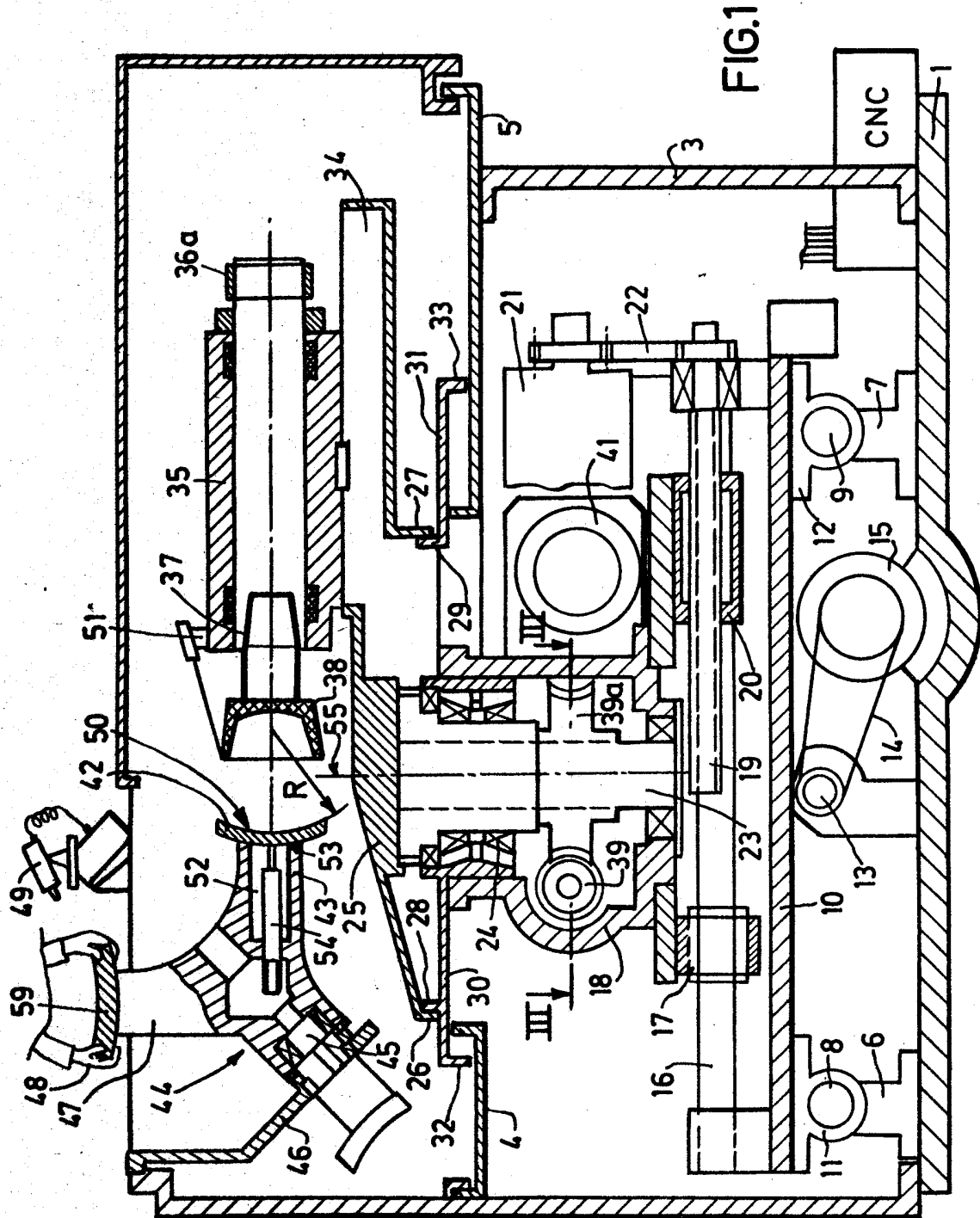
10.- Machine selon la revendication 9, caractérisée en ce que, lorsque les moyens de contrôle géométrique (49) détectent un défaut de la surface (50) après usinage de la pièce (42), des moyens de reprise déclenchent un nouveau passage de la pièce (42) en position d'usinage.

11.- Machine selon l'une des revendications 3 à 10, caractérisée en ce que la pièce à usiner (42), est fixée en saillie sur l'une des têtes (43) du support de pièce (44) à l'aide d'un moyen de fixation unilatéral tel qu'une ventouse à dépression (52), couplée à un palpeur de repérage (54) de sa position axiale.

12.- Machine selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que la broche (35) de l'outil de coupe est équipé de moyens de contrôle (51) de la géométrie de l'outil de coupe (38) tel qu'une meule et aptes à déclencher une phase de rectification du profil de l'outil de coupe (38) lorsque ce profil s'avère dégradé.

13.- Machine selon la revendication 12, caractérisée en ce que les moyens de contrôle (51) de la géométrie de l'outil de coupe sont couplés

aux moyens de commande numérique (CNC) du deuxième (25) et du troisième (18) supports pour provoquer une correction du parcours du bord de coupe (56) de l'outil (38) en fonction de l'usure de celui-ci.



2/5

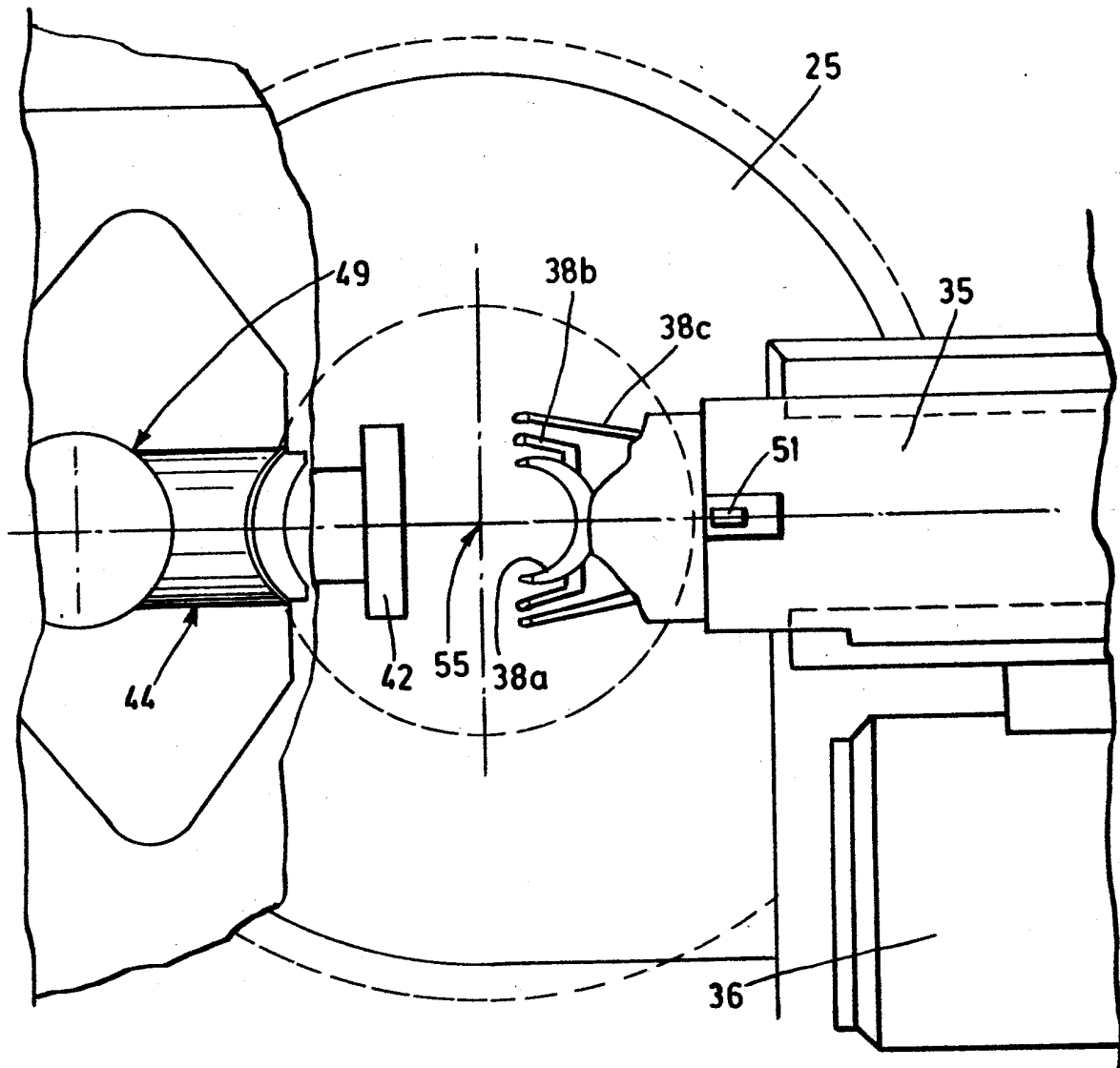


FIG. 2

3/5

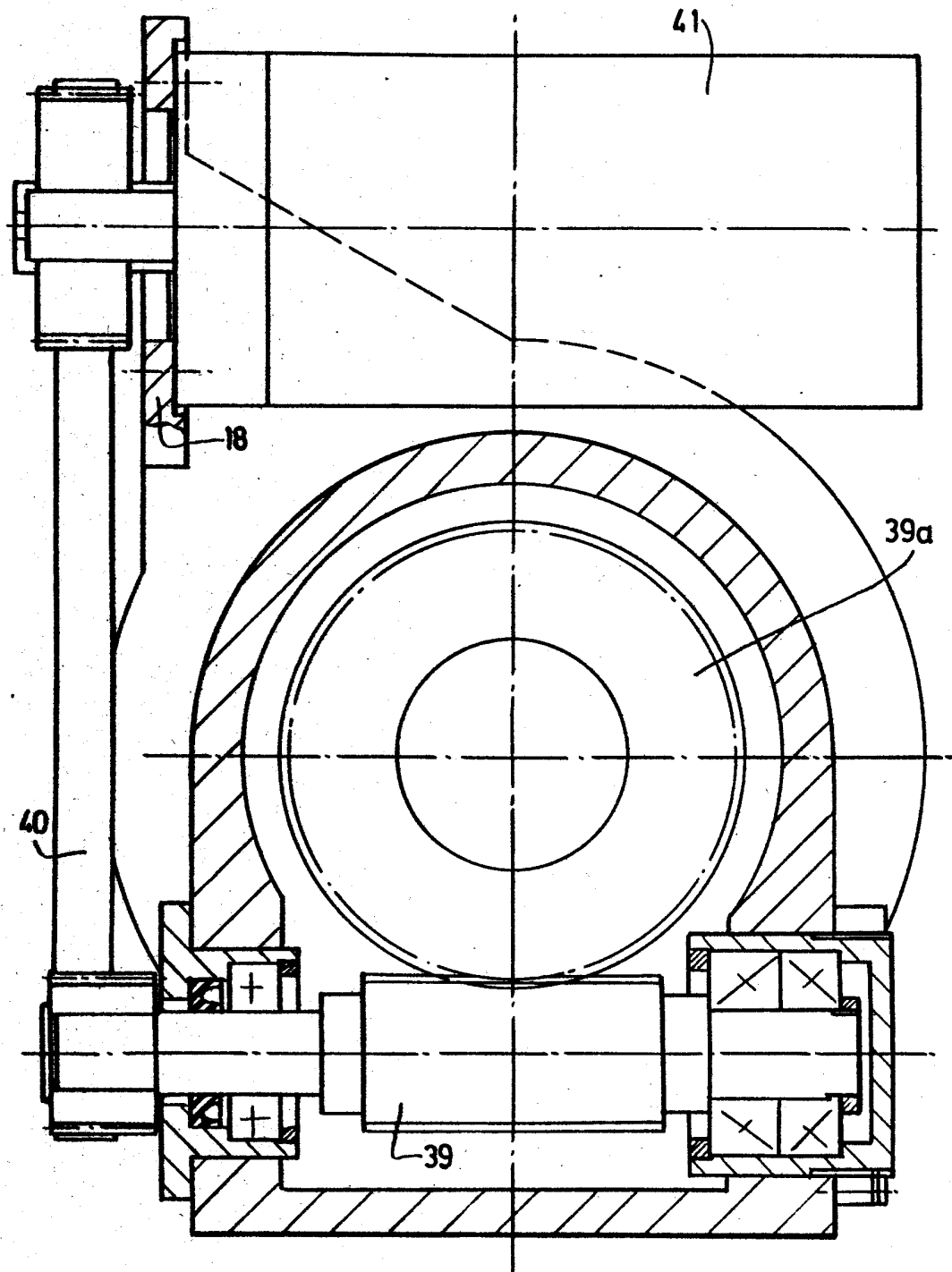


FIG. 3

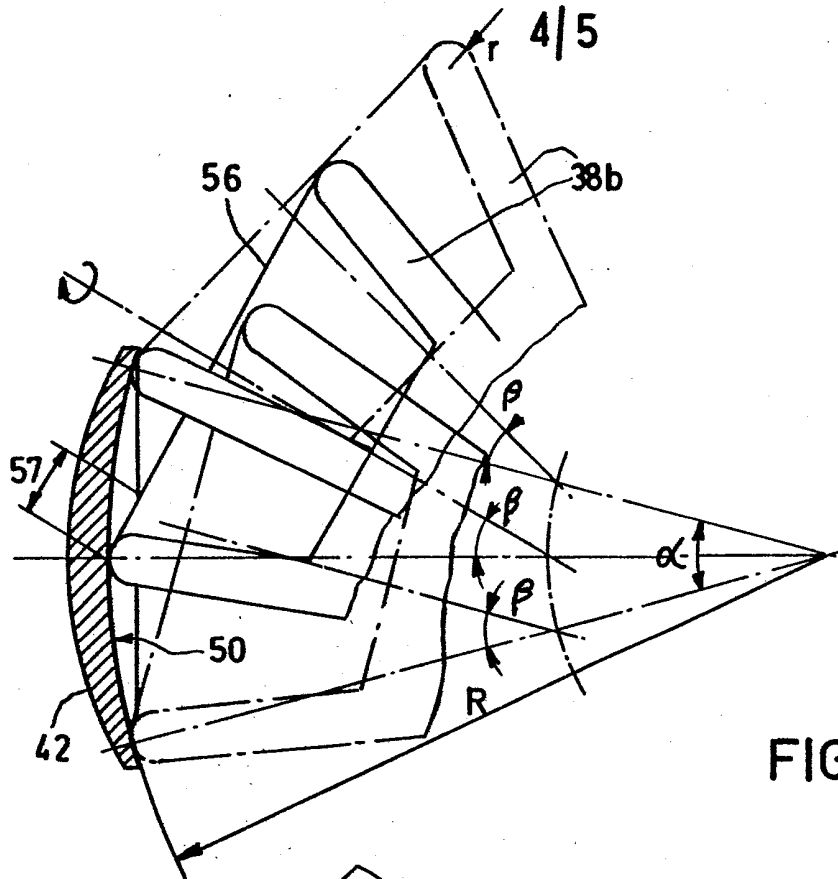


FIG. 4

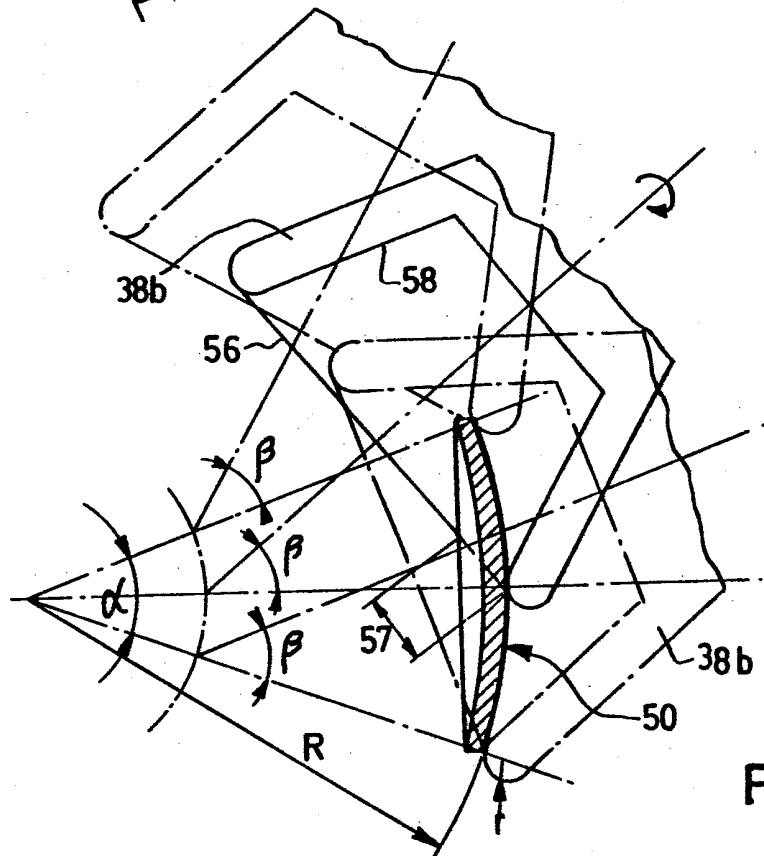


FIG. 5

5/5

