



(11) **EP 1 946 887 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
04.03.2009 Bulletin 2009/10

(51) Int Cl.:
B24B 21/16 (2006.01) **B24B 21/18** (2006.01)
B24B 49/10 (2006.01) **B24B 9/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07291631.5**

(22) Date de dépôt: **27.12.2007**

(54) **Outil robotisé d'usinage à bande travaillante sans fin**

Robotisiertes Bearbeitungswerkzeug für Endlosförderbänder

Robotic machining tool with continuous work belt

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

(30) Priorité: **18.01.2007 FR 0700322**

(43) Date de publication de la demande:
23.07.2008 Bulletin 2008/30

(73) Titulaire: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **L'Helgoualch, Carole Denise Marthe**
78000 Versailles (FR)

• **Pereira, Paul Alexandre**
91260 Juvisy (FR)

(74) Mandataire: **Ramey, Daniel et al**
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud S.A.S.
3, rue Auber
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
DE-A1- 3 525 505 **DE-A1- 3 711 278**
US-A- 4 178 723 **US-A- 4 392 333**

EP 1 946 887 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un outil d'usinage à bande travaillante sans fin destiné à être monté sur un bras robot pour effectuer des opérations de polissage, meulage, ébavurage, arasage, brossage, etc, sur une pièce quelconque telle que par exemple un carter d'échappement d'une turbomachine, selon le préambule de la revendication 1.

[0002] Un tel outil est décrit par exemple dans le document DE 37 11 278 A.

[0003] Le carter d'échappement d'une turbomachine est formé de plusieurs éléments assemblés les uns aux autres par des cordons de soudure qui doivent être usinés pour obtenir un profil régulier le long du cordon de soudure et entre les éléments assemblés.

[0004] On connaît un outil d'usinage à bande abrasive sans fin guidé sur une poulie menée et une poulie motrice ayant des axes parallèles de rotation, la poulie menée étant montée sur une tige de piston d'un vérin permettant d'écarter les poulies l'une de l'autre et ainsi de tendre la bande abrasive entre les poulies.

[0005] Lorsque les pièces à usiner sont relativement complexes, cet outil doit être manipulé et guidé manuellement par un opérateur, ce qui rend les opérations d'usinage longues et coûteuses et relativement dangereuses pour l'opérateur.

[0006] L'utilisation manuelle de l'outil d'usinage par un opérateur présente de nombreux autres inconvénients. Il n'est pas possible de définir une côte précise d'usinage, c'est-à-dire une épaisseur de matière restante après usinage, si bien que la régularité des cordons de soudure après usinage dépend uniquement de l'habileté de l'opérateur. Par ailleurs, lors de la manipulation de l'outil, la bande abrasive peut s'échapper des poulies, ce qui nécessite l'arrêt de l'outil et l'intervention de l'opérateur pour remettre la bande abrasive en place.

[0007] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et économique aux problèmes de la technique antérieure.

[0008] Elle propose à cet effet un outil robotisé d'usinage à bande travaillante sans fin, comprenant deux poulies, l'une avant et l'autre arrière, de guidage de la bande travaillante, des moyens moteurs d'entraînement en rotation de la poulie arrière, la poulie avant étant libre en rotation autour d'un axe porté par un support guidé en translation sur le corps de l'outil, et des moyens à vérin pour tendre la bande entre les deux poulies, dans lequel la poulie avant est encadrée par deux roulettes montées libres en rotation sur l'axe de la poulie avant, ces deux roulettes ayant un diamètre externe supérieur à celui de la poulie avant pour rouler sur une surface à usiner et pour définir une côte d'usinage entre la bande travaillante guidée sur la poulie avant et la surface à usiner, et sont réalisées dans un matériau électriquement conducteur et sont chacune reliée par un élément conducteur à une borne d'une source d'énergie électrique dont l'autre borne est destinée à être reliée à la pièce à usiner, l'outil

comprenant de plus des moyens de détection du passage d'un courant électrique entre chaque roulette et la pièce à usiner, reliés à des moyens de commande de position et de trajectoire de l'outil.

[0009] La côte d'usinage est définie par la distance entre la surface externe travaillante de la bande et les surfaces périphériques extérieures des roulettes.

[0010] Dans le cas de l'usinage d'un cordon de soudure sur une surface d'une pièce, l'outil d'usinage est déplacé le long du cordon de soudure avec les roulettes situées de chaque côté du cordon et en permanence en contact avec la surface de la pièce de sorte que l'épaisseur du cordon de soudure en saillie sur la pièce, après usinage, est déterminée et constante le long du cordon de soudure.

[0011] Dans le cas où le cordon de soudure relie deux surfaces non alignées d'une pièce, chaque roulette est mise en contact avec une surface de la pièce, et la bande travaillante peut usiner le cordon de soudure entre les deux surfaces décalées.

[0012] Par ailleurs, la bande travaillante est empêchée de s'échapper de la poulie avant par butée sur les roulettes montées de chaque côté de la poulie, ce qui évite l'arrêt brusque de l'opération d'usinage et l'intervention d'un opérateur pour remettre en place la bande sur les poulies.

[0013] Préférentiellement, les roulettes sont fixées de manière amovible sur l'axe de rotation de la poulie avant. La côte d'usinage peut ainsi être changée de façon simple en remplaçant les roulettes montées sur l'outil par d'autres roulettes de diamètre externe différent.

[0014] Selon l'invention telle que définie dans la revendication 1, les roulettes sont réalisées dans un matériau électriquement conducteur et sont chacune reliée par un élément conducteur à une borne d'une source d'énergie électrique dont l'autre borne est destinée à être reliée à la pièce à usiner.

[0015] Lorsqu'une roulette est en contact avec une surface à usiner d'une pièce conductrice de l'électricité, et roule par exemple le long d'un cordon de soudure, un courant électrique passe entre la roulette et cette surface et est détecté par des moyens appropriés prévus sur l'outil, et qui transmettent des signaux correspondants à des moyens de commande de l'outil. Dès qu'une des roulettes n'est plus en contact avec la surface à usiner, les moyens de commande modifient la position et la trajectoire de l'outil de manière à ce que les deux roulettes soient à nouveau en contact avec la surface à usiner.

[0016] Les roulettes peuvent être réalisées dans un matériau métallique résistant à l'usure, et sont isolées électriquement l'une de l'autre et du reste de l'outil.

[0017] Avantageusement, le support de la poulie avant est mobile en rotation autour d'un axe sensiblement parallèle à l'axe longitudinal du vérin. Lorsque les moyens précités ne détectent pas de passage de courant entre une des roulettes et la surface à usiner, le support de la poulie avant peut être entraîné en rotation autour de l'axe longitudinal du vérin, jusqu'à ce que cette roulette soit

en contact avec la surface et que les moyens détectent à nouveau le passage de courant entre la roulotte et la surface à usiner.

[0018] L'outil comprend des capteurs de position du piston du vérin, tels que par exemple deux capteurs de position de fin de course du piston du vérin (positions rétractée et déployée maximales), et un capteur de position intermédiaire dans laquelle une bande travaillante est tendue entre les poulies de l'outil.

[0019] L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique de face de l'outil d'usinage selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique partielle de face de l'outil d'usinage de la figure 1, à plus grande échelle ;
- la figure 3 est une vue schématique partielle de profil de l'outil d'usinage de la figure 1, à plus grande échelle ;
- les figures 4 à 6 sont des vues très schématiques partielles en perspective de la partie avant de l'outil d'usinage selon l'invention, et représentent des étapes d'un procédé d'usinage d'un cordon de soudure reliant deux parois alignées d'une pièce ;
- la figure 7 est une vue schématique partielle de l'outil d'usinage selon l'invention, vu de l'avant, et représente une étape d'un procédé d'usinage d'un cordon de soudure reliant deux parois décalées d'une pièce.

[0020] On se réfère d'abord à la figure 1 qui représente schématiquement un outil d'usinage 10 selon l'invention comprenant à son extrémité avant une poulie menée 12 et à son extrémité arrière une poulie motrice 14, ces poulies 12, 14 ayant des axes de rotation parallèles et permettant d'entraîner et de guider une bande travaillante sans fin 15 telle qu'une bande abrasive. L'outil 10 est destiné à être porté par un bras robot 16 pour effectuer des opérations de polissage, meulage, ébavurage, arasage, broyage, etc, sur une pièce quelconque telle que par exemple un carter d'échappement d'une turbomachine.

[0021] Comme cela sera décrit plus en détail dans ce qui suit, l'outil 10 est déplacé par le bras robot 16 d'avant en arrière ou d'arrière en avant, de manière à ce que la bande travaillante 15 entraînée et guidée par les poulies 12, 14 soit appliquée par la poulie avant 12 sur une surface d'une pièce pour usiner cette surface par abrasion.

[0022] L'outil 10 a ici une forme allongée et comprend à l'arrière une base 18 fixée sur une extrémité du bras robot 16, et à l'avant un corps 20 qui est guidé en translation sur la base 18 le long de l'axe longitudinal de l'outil (double flèche 21).

[0023] La base 18 porte des moyens moteurs 22 d'entraînement en rotation d'un axe 24 sur lequel est montée

la poulie motrice 14. La poulie menée 12 est montée libre en rotation sur un axe 26 qui est parallèle à l'axe 24 de la poulie motrice 14 et qui est monté à l'extrémité avant du corps 20 de l'outil.

[0024] L'outil 10 comprend également un vérin 30 dont le cylindre 32 est fixé sur la base 18 de l'outil et dont une tige de piston 34 est reliée à l'extrémité arrière du corps 20 de l'outil pour le déplacement en translation du corps 20. Le corps 20 porte à son extrémité arrière une glissière 36 coopérant avec un rail 38 fixé sur la base 18 de l'outil pour assurer le guidage en translation du corps de l'outil.

[0025] Lorsque les poulies 12 et 14 sont engagées aux extrémités d'une bande travaillante 15, la tige de piston 34 du vérin est déployée jusqu'à ce que la bande 15 soit tendue entre les poulies 12, 14.

[0026] L'outil comprend trois capteurs 40, 42 et 44 de détection de la position de la tige de piston 34 du vérin, qui sont reliés à une unité de commande de l'outil 10. Les capteurs 40 et 42 transmettent des signaux à l'unité de commande lorsque la tige de piston 34 du vérin est respectivement dans une position entièrement déployée et dans une position complètement rétractée. Le capteur 44 émet un signal lorsque la tige de piston du vérin est partiellement déployée et que les poulies 12, 14 de l'outil sont écartées l'une de l'autre d'une distance suffisante pour tendre une bande entre les poulies de l'outil, comme c'est le cas en figure 1.

[0027] Le corps 20 de l'outil est relié à son extrémité avant à une chape 46 en U comportant deux branches 48 parallèles et distantes l'une de l'autre, sur lesquelles sont tourillonnées les extrémités de l'axe 26 de rotation de la poulie avant 12. Cette chape 46 est montée mobile en rotation à l'extrémité avant du corps 20, autour d'un axe sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de l'outil. Dans l'exemple représenté, la chape 46 est portée par un axe 50 qui est centré et guidé en rotation dans un alésage correspondant du corps 20 de l'outil et qui est entraîné en rotation par des moyens moteurs portés par l'outil.

[0028] L'outil 10 comprend en outre deux roulettes 60 identiques montées libres en rotation sur l'axe 26 de la poulie avant 12, de part et d'autre de cette poulie 12. Les roulettes 60 s'étendent entre la poulie 12 et les branches 48 de la chape 46, parallèlement aux branches 48 de la chape, et sont écartées de ces branches et de la poulie avant.

[0029] Les roulettes 60 ont un diamètre externe supérieur à celui de la poulie avant 12 et sont destinées à rouler sur une surface à usiner lors du déplacement de l'outil sur cette surface. Par ailleurs, lorsqu'une bande travaillante 15 est montée sur l'outil, elle est empêchée de s'échapper de la poulie 12 par butée sur les roulettes 60 montées de chaque côté de la poulie 12.

[0030] La distance radiale par rapport à l'axe 26 de rotation de la poulie 12, entre la surface travaillante extérieure de la bande 15 et les surfaces périphériques extérieures des roulettes 60, définit une côte d'usinage C, correspondant à une épaisseur de matière en saillie sur une surface, après usinage de cette surface (figures

2 et 3). Ainsi, lorsque les roulettes 60 sont maintenues en permanence en contact avec une pièce comportant un cordon de soudure 62 à usiner, ce cordon de soudure aura, une fois l'usinage terminé, une épaisseur e théoriquement égale à cette côte d'usinage. Le cordon de soudure 62 à usiner a une largeur inférieure à celle de la bande 15 et de la poulie 12 de sorte que les roulettes 60 peuvent rouler le long du cordon de soudure, de part et d'autre de celui-ci, sans venir en contact avec ce cordon.

[0031] La côte d'usinage C peut être modifiée en remplaçant les roulettes 60 montées sur l'outil par d'autres roulettes ayant un diamètre externe différent. Les roulettes sont donc montées de manière amovible sur l'outil 10.

[0032] Pour s'assurer que les roulettes 60 sont toujours en contact avec la pièce à usiner, l'outil comprend des moyens 70 de génération et de détection d'un courant électrique entre les roulettes 60 et la pièce à usiner, qui sont reliés à l'unité 74 de commande de l'outil 10 et du bras robot.

[0033] Les roulettes 60 sont réalisées dans un matériau électriquement conducteur et sont chacune reliées par des éléments conducteurs 64 à une borne d'une source d'énergie électrique dont l'autre borne est reliée à la pièce à usiner, qui est elle-même en matériau électroconducteur (figure 2). La source d'énergie électrique est reliée aux éléments conducteurs 64 et à la pièce à usiner par des moyens appropriés tels que des fils électriques 66.

[0034] Les éléments conducteurs 64 sont fixés sur la chape 46 et sont appliqués chacun sur la surface périphérique extérieure d'une roulette 60, de préférence avec une sollicitation élastique par ressort. Les roulettes 60 sont en contact de frottement avec les éléments conducteurs 64 et sont préférentiellement réalisées dans un matériau métallique résistant à l'usure tel que par exemple un matériau composite à base de tungstène. Les roulettes 60 sont isolées électriquement les unes des autres ainsi que des autres composants de l'outil 10. Les éléments conducteurs 64 sont également isolés électriquement les uns des autres et du reste de l'outil 10. Un isolant électrique 68 est en outre monté entre la chape 46 et le corps 20 de l'outil.

[0035] Les moyens 70 détectent le passage d'un courant électrique entre chacune des roulettes 60 et la pièce à usiner et transmettent des signaux 72 correspondants à l'unité 74 de commande de l'outil 10 et du bras robot 16 pour adapter la position et la trajectoire de l'outil en conséquence.

[0036] On a représenté aux figures 4 à 6 des étapes d'un procédé d'usinage d'un cordon 80 de soudure de deux parois 82, 84 alignées d'une pièce.

[0037] La poulie avant 12 de l'outil est approchée du cordon de soudure 80 (figure 4) jusqu'à ce qu'au moins une des roulettes 60 de l'outil vienne en contact avec une paroi 84 de la pièce, ce contact entraîne le passage d'un courant entre la roulette 60 et la pièce qui est détecté par les moyens 70.

[0038] Si une seule des roulettes 60 est en contact

avec une paroi 84 de la pièce, comme c'est le cas en figure 5, l'unité 74 commande le pivotement de la chape 46 jusqu'à ce que l'autre roulette 60 vienne en contact à son tour avec l'autre paroi 82 de la pièce, ce contact provoquant le passage d'un courant entre la roulette et la paroi 82 qui est détecté par les moyens 70 (figure 6). L'outil est alors en position d'usinage du cordon de soudure 80, avec les roulettes situées de part et d'autre du cordon de soudure 80 et l'axe 26 de rotation de la poulie avant 12 sensiblement parallèle aux parois 82, 84 de la pièce. L'outil 10 est alors déplacé d'avant en arrière ou d'arrière en avant le long du cordon de soudure de manière à ce que la bande 15 soit appliquée sur le cordon de soudure 80 par la poulie 12 et enlève par abrasion un excédent de matière du cordon, c'est-à-dire une surépaisseur par rapport à la côte d'usinage préalablement déterminée. L'outil 10 peut également comporter des moyens d'alignement de la trajectoire de l'outil 10 sur le cordon de soudure 80.

[0039] Dans l'exemple de la figure 7, l'outil 10 est utilisé pour usiner un cordon 80' de soudure de deux parois 82', 84' décalées l'une par rapport à l'autre, c'est-à-dire formant un décrochement ou un dénivèlement. L'unité 74 commande alors le pivotement de la chape 46 de sorte que chacune des roulettes 60 soit en contact avec une paroi 82', 84' de la pièce. Dans ce cas, l'axe 26 de rotation de la poulie avant 12 est incliné par rapport à chacune des parois 82', 84'.

[0040] Dans les exemples précités, la chape 46 peut être libre de pivoter autour de l'axe longitudinal de l'outil sur un faible débattement angulaire, sans nécessiter l'intervention de l'unité de commande 74 ni même le changement de la position et de la trajectoire de l'outil. Cela permet à l'outil de suivre au mieux les dénivellations entre les parois d'une pièce et/ou des éventuelles imperfections de ces parois.

Revendications

1. Outil robotisé d'usinage à bande travaillante sans fin, comprenant deux poulies (12, 14), l'une avant et l'autre arrière, de guidage de la bande travaillante, des moyens moteurs (22) d'entraînement en rotation de la poulie arrière (14), la poulie avant (12) étant libre en rotation autour d'un axe (26) porté par un support (46) guidé en translation sur le corps de l'outil, et des moyens à vérin (30) pour tendre la bande entre les deux poulies, **caractérisé en ce que** la poulie avant (12) est encadrée par deux roulettes (60) montées libres en rotation sur l'axe (26) de la poulie avant, ces deux roulettes (60) ayant un diamètre externe supérieur à celui de la poulie avant (12) pour rouler sur une surface à usiner et pour définir une côte d'usinage (C) entre la bande travaillante guidée sur la poulie avant et la surface à usiner, et sont réalisées dans un matériau électriquement conducteur et sont chacune reliée par un élément

conducteur (64) à une borne d'une source d'énergie électrique dont l'autre borne est destinée à être reliée à la pièce à usiner, l'outil comprenant de plus des moyens (70) de détection du passage d'un courant électrique entre chaque roulette (60) et la pièce à usiner, reliés à des moyens (74) de commande de position et de trajectoire de l'outil (10).

2. Outil selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le support (46) de la poulie avant (12) est mobile en rotation autour d'un axe (50) sensiblement parallèle à l'axe longitudinal du vérin (30).
3. Outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend trois capteurs (40, 42, 44) de position du piston du vérin (30).
4. Outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est monté sur un bras robot (16).
5. Outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les roulettes (60) sont fixées de manière amovible sur l'axe (26) de rotation de la poulie avant (12).
6. Outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les roulettes (60) sont réalisées dans un matériau métallique résistant à l'usure.
7. Outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les roulettes (60) sont isolées électriquement l'une, de l'autre et du reste de l'outil.

Claims

1. A robotic machining tool, employing an endless machining belt, comprising two pulleys (12, 14), one at the front and the other at the rear, to guide the machining belt, drive means (22) for rotating the rear pulley (14), while the front pulley (12) rotates idly on a spindle (26) carried by a support (46) guided in translation on the body of the tool, and ram means (30) for tensioning the belt between the two pulleys, wherein the front pulley (12) is flanked by two wheels (60) rotating idly on the spindle (26) of the front pulley, **characterized in that** said two wheels (60) have an outside diameter greater than that of the front pulley (12) in order to roll over a surface to be machined and in order to define a machine distance (c) between the machining belt guided around the front pulley and the surface to be machined, said two wheels (60) being made of an electrically conducting material and being each connected by a conducting element (64) to a terminal of an electrical energy source whose other terminal is intended to be connected to the workpiece, the tool further comprising,

connected to means (70) for controlling the position and path of the tool, means for detecting the passage of an electric current between each wheel (60) and the workpiece, connected to means (74) for controlling the position and the path of the tool (10).

2. The tool as claimed in claim 1, **characterized in that** the support (46) of the front pulley (12) is rotatable about an axis (50) approximately parallel to the longitudinal axis of the ram (30).
3. The tool as claimed in any one of preceding claims, **characterized in that** it comprises three sensors (40, 42, 44) for sensing the position of the piston of the ram (30).
4. The tool as claimed in any one of preceding claims, **characterized in that** it is mounted on a robot arm (16).
5. The tool as claimed in any one of preceding claims, **characterized in that** the wheels (60) are removably attached to the spindle (26) of the front pulley (12).
6. The tool as claimed in any one of preceding claims, **characterized in that** the wheels (60) are made of a wear-resistant metallic material.
7. The tool as claimed in any one of preceding claims, **characterized in that** the wheels (60) are electrically insulated from each other and from the rest of the tool.

Patentansprüche

1. Automatisiertes Bearbeitungswerkzeug mit Endlos-Bearbeitungsband, welches zwei Rollen (12, 14) zur Führung des Bearbeitungsbandes aufweist, die eine vorn und die andere hinten, sowie Antriebsmittel (22), um die hintere Rolle (14) in Drehbewegung zu versetzen, aufweist, wobei die vordere Rolle (12) drehfrei um eine Achse (26) gelagert ist, die von einer Halterung (46) gehalten wird, die in Vorschubrichtung auf dem Körper des Werkzeugs geführt wird, sowie Zylindermittel (30) aufweist, um das Band zwischen den beiden Rollen zu spannen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vordere Rolle (12) von zwei Scheiben (60) eingerahmt ist, die drehfrei auf der Achse (26) der vorderen Rolle gelagert sind, wobei diese beiden Scheiben (60) einen Außendurchmesser aufweisen, der größer ist als der der vorderen Rolle (12), um auf einer zu bearbeitenden Oberfläche zu rollen und einen Bearbeitungsstreifen (C) zwischen dem auf der vorderen Rolle geführten Bearbeitungsband und der zu bearbeitenden Oberfläche zu bestimmen, wobei die Scheiben (60) aus einem

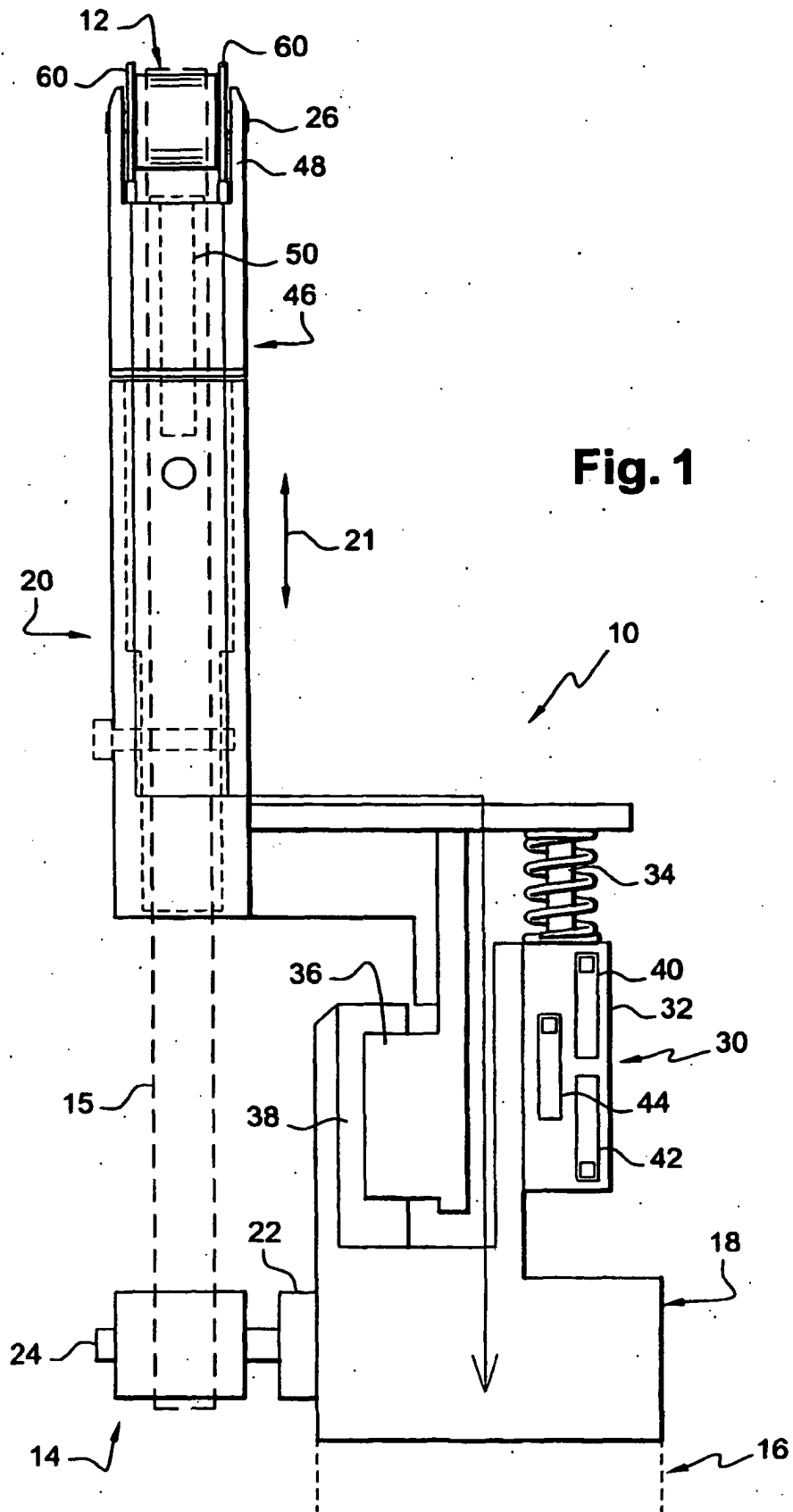
elektrisch leitenden Material hergestellt sind und jeweils durch ein Leiter-Element (64) mit einer Anschluss einer elektrischen Energiequelle verbunden sind, wobei der andere Anschluss dazu bestimmt ist, mit dem zu bearbeitenden Werkstück verbunden zu werden, wobei das Werkzeug außerdem Mittel (70) zur Erkennung eines elektrischen Stromflusses zwischen jeder Scheibe (60) und dem zu bearbeitenden Werkstück aufweist, welche mit Mitteln (74) zur Positions- und Wegesteuerung des Werkzeugs (10) verbunden sind. 5 10

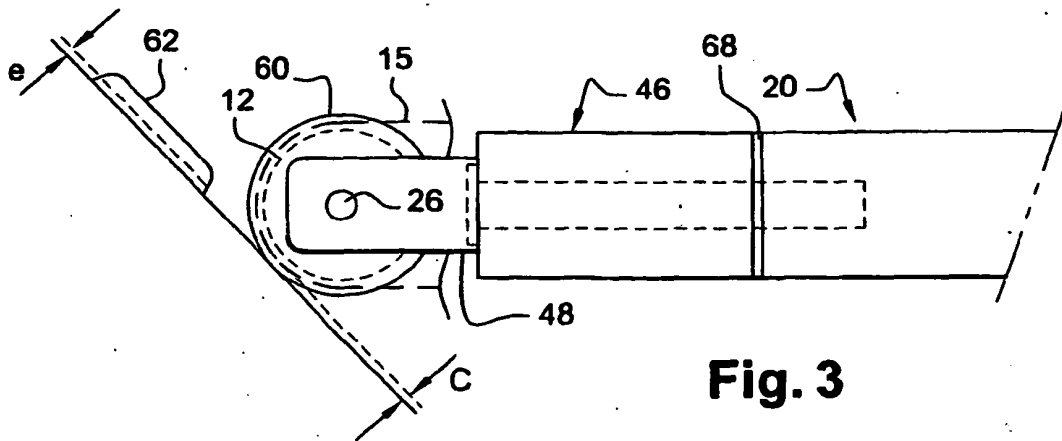
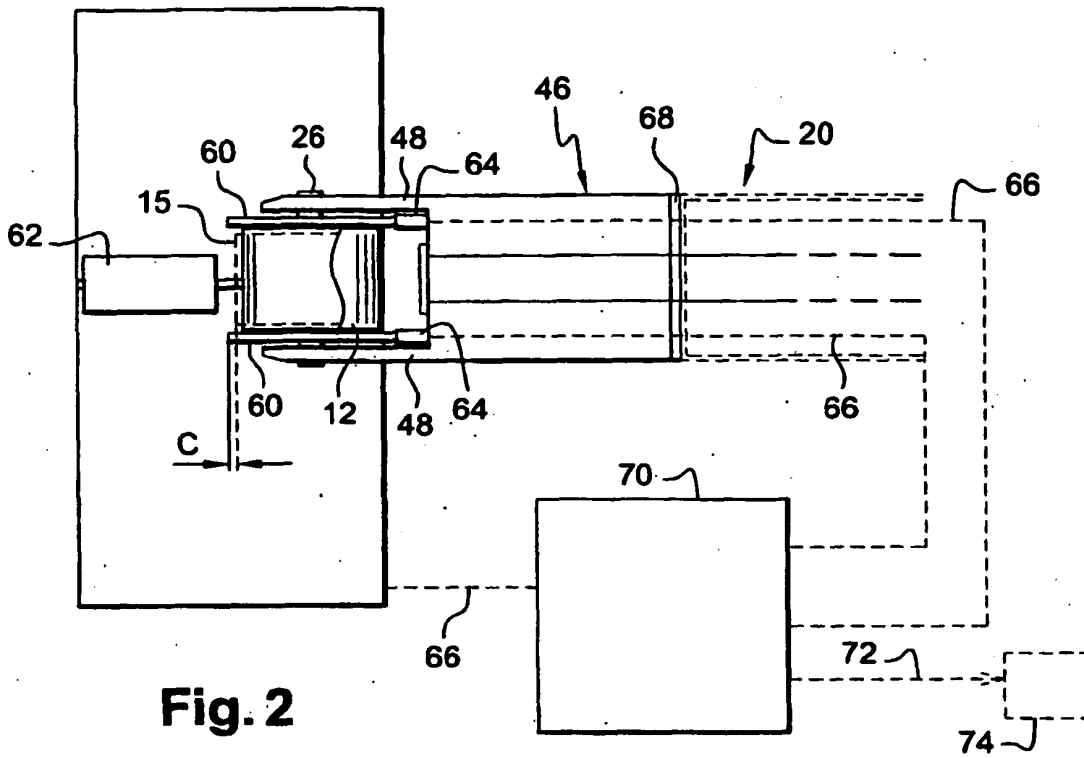
2. Werkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterung (46) der vorderen Rolle (12) drehbar um eine Achse (50) gelagert ist, die im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Zylinders (30) verläuft. 15
3. Werkzeug nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es drei Positionsfühler (40, 42, 44) des Kolbens des Zylinders (30) aufweist. 20
4. Werkzeug nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es an einem Roboterarm (16) angebracht ist. 25
5. Werkzeug nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheiben (60) abnehmbar auf der Drehachse (26) der vorderen Rolle (12) befestigt sind. 30
6. Werkzeug nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheiben (60) aus einem verschleißfesten Metallwerkstoff hergestellt sind. 35
7. Werkzeug nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheiben (60) gegeneinander und gegenüber dem übrigen Werkzeug elektrisch isoliert sind. 40

45

50

55





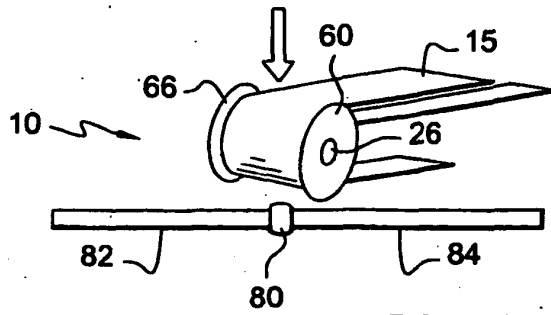


Fig. 4

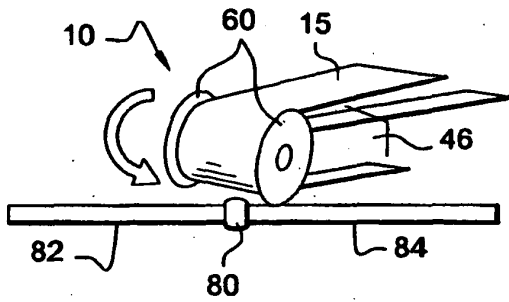


Fig. 5

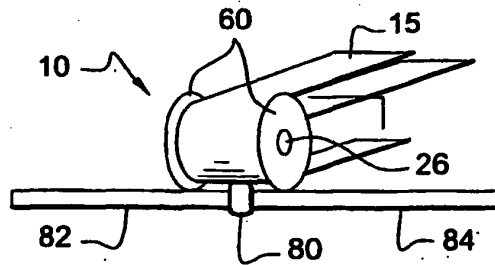


Fig. 6

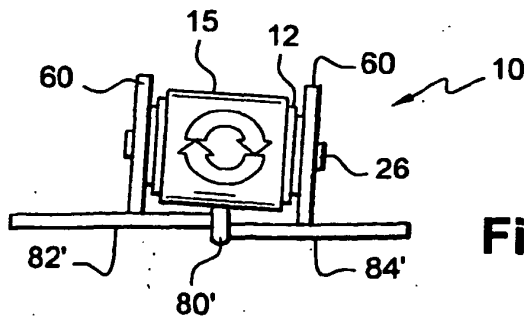


Fig. 7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- DE 3711278 A [0002]