

(19)



Octrooi centrum
Nederland

(11)

2024933

(12) B1 OCTROOI

(21)

Aanvraagnummer: **2024933**

(51)

Int. Cl.:

B24B 27/00 (2020.01) **B24B 49/10** (2021.01) **B25J 11/00** (2021.01)

(22)

Aanvraag ingediend: **18 februari 2020**

(30)

Voorrang:

-

(41)

Aanvraag ingeschreven:
16 september 2021

(43)

Aanvraag gepubliceerd:

-

(47)

Octrooi verleend:
16 september 2021

(45)

Octrooischrift uitgegeven:
11 oktober 2021

(73)

Octrooihouder(s):

Tollenaar Industries B.V. te Zwolle

(72)

Uitvinder(s):

Roland Wilhelm Anton Tollenaar te Zwolle

(74)

Gemachtigde:

ir. F.A. Geurts c.s. te Den Haag

(54)

Grinding or polishing device and method for treating of a workpiece

(57)

The invention relates to a grinding or polishing device and a method for treating a workpiece, wherein the grinding or polishing device comprises a tool holder for holding a grinding or polishing tool and a mounting head for mounting the tool holder to a multi-axis manipulator, wherein the tool holder is rotatable with respect to the mounting head about a pivot axis, wherein the grinding or polishing device further comprises a sensor for converting at least one parameter indicative of an angular position of the tool holder about the pivot axis into an output signal that can be used for determining a control signal for controlling the multi-axis manipulator.

P137984NL00

5 Grinding or polishing device and method for treating of a
workpiece

10 BACKGROUND

The invention relates to a grinding or polishing device and a method for treating a workpiece.

Grinding processes can be very labor intensive.
15 Hence, attempts have been made to automate the grinding process, i.e. by mounting a grinding tool to a robotic manipulator and closely following the contour of a workpiece. This has proven difficult, as the exact position of the workpiece is unknown and, even if the position is
20 known, the surface of the workpiece may have irregularities, i.e. as a result of burrs, that make it notoriously difficult to know the exact position of a surface. The known robotic manipulators are provided with complex impedance control means, i.e. vision, force
25 sensors, torque sensors, etc.) to achieve a certain level of active compliance, i.e. the ability of the robotic manipulator to actively and adaptively control the path of the grinding tool relative to the workpiece.

30

SUMMARY OF THE INVENTION

A disadvantage of the known grinding device is that the active impedance control is relatively complex and
35 costly. Moreover, the active impedance control requires complex programming to obtain a reasonable level of compliance.

It is an object of the present invention to provide a grinding or polishing device and a method for grinding a contour of a workpiece, wherein the complexity and/or cost of the grinding or polishing device can be
5 reduced.

According to a first aspect, the invention provides a grinding or polishing device for treating a workpiece, wherein the grinding or polishing device comprises a tool holder for holding a grinding or polishing
10 tool and a mounting head for mounting the tool holder to a multi-axis manipulator, wherein the tool holder is rotatable with respect to the mounting head about a pivot axis, wherein the grinding or polishing device further comprises a sensor for converting at least one parameter
15 indicative of an angular position of the tool holder about the pivot axis into an output signal that can be used for determining a control signal for controlling the multi-axis manipulator.

The output signal can be used to directly or
20 indirectly determine the angular position of the tool holder, and the grinding or polishing tool held by said tool holder, relative to the mounting head. If the shape or contour of the workpiece is known, i.e. by vision technology, the information about the angular position of
25 the tool holder for a certain position along the shape or contour of the workpiece can be used to determine the grinding or polishing angle of the grinding or polishing tool with respect to a particular surface of the workpiece and/or the relationship between the position of the multi-
30 axis manipulator, the grinding or polishing angle and/or the angular position of the tool holder with respect to the workpiece or the mounting head. The output signal can be used to control the multi-axis manipulator to adjust the position of the grinding or polishing device as a whole
35 relative to the workpiece, and thereby adjust or correct the grinding or polishing angle to a desired range or value.

In one embodiment the sensor is a rotary encoder for measuring the angular position of the tool holder about the pivot axis, wherein the output signal is representative of said angular position. By measuring the angular position
5 of the tool holder directly, there is no need for other input, parameters and/or calculations to determine said angular position.

In an alternative embodiment the sensor is a proximity sensor for measuring a proximity of the tool
10 holder with respect to the mounting head and/or the workpiece, wherein the output signal is representative of said proximity. The proximity sensor can act as a switch to indicate a zero position of the tool holder relative to the mounting head and/or to determine a relationship between
15 the measured proximity and the angular position of the tool holder relative to the mounting head and/or the workpiece.

In a further alternative embodiment the sensor is an imaging device for capturing an image of the tool holder and/or the workpiece, wherein the output signal is
20 representative of said image. The captured image can be used to determine the position of the workpiece relative to the multi-axis manipulator, the mounting head and/or the tool holder or the position of the tool holder relative to the multi-axis manipulator, the mounting head and/or the
25 workpiece. This information can be used to indirectly determine a relationship between the relative position(s) and the angular position of the tool holder relative to the mounting head and/or the workpiece.

In an embodiment the grinding or polishing tool
30 comprises a tool body and a grinding or polishing member that is rotatable with respect to the tool body about a rotation axis, wherein tool holder is arranged for holding the grinding or polishing tool such that the pivot axis extends perpendicular to the rotation axis. Hence, the
35 rotation axis of the grinding or polishing member can be pivoted or tilted about the pivot axis to passively follow the contour of the workpiece at a certain grinding or

polishing angle depending on the relative position of the grinding or polishing device as whole relative to the workpiece.

In a further embodiment the grinding or polishing device comprises a control unit that is operationally connected to the sensor for receiving the output signal from said sensor, wherein the control unit is arranged for sending the control signal to the multi-axis manipulator in response to the output signal from the sensor. Hence, the multi-axis manipulator can be controlled based on the output signal of the sensor.

Preferably, the multi-axis manipulator is arranged for positioning the grinding or polishing device as a whole with respect to the workpiece, wherein the control unit is arranged for sending the control signal to the multi-axis manipulator in response to the output signal from the sensor to adjust the position of the grinding or polishing device relative to the contour of the workpiece. By adjusting the position of the grinding or polishing device relative to the contour, the tool holder, and thus the grinding or polishing tool held by said tool holder, will automatically and/or passively be rotated or pivoted about the pivot axis, thus effectively changing, correcting and/or controlling the grinding or polishing angle.

More preferably, the control unit is arranged for controlling the position of the grinding or polishing device relative to the workpiece such that the grinding or polishing tool remains at a constant or substantially constant grinding or polishing angle to the workpiece. In other words, when the output signal of the sensor indicates that the angular position of the tool holder is changing relative to the mounting head along a part of the contour or during a stage of the grinding process where it should not change, i.e. due to unexpected or small variations in said contour, the position of the grinding or polishing device relative to the contour of the workpiece can be adjusted accordingly to compensate.

In a further embodiment the control unit is arranged for sending a control signal to the multi-axis manipulator to move said multi-axis manipulator in a translation relative to the workpiece, wherein the control
5 unit is further arranged for determining, based on the output signal from the sensor, a relationship between translation of the multi-axis manipulator and the parameter indicative of the angular position of the tool holder about the pivot axis. Said relationship can be used to determine
10 the appropriate control signal for the multi-axis manipulator to position the tool holder in a position that corresponds to a certain angular position in accordance with said relationship.

Preferably, the determination of the relationship
15 comprises the use of a goniometric function with the angular position as one of the parameters. A goniometric function, in particular a trigonometric function, can be used to easily calculate the relationship between a translation of the multi-axis manipulator and the resulting
20 angular position.

Additionally or alternatively, the determination of the relationship comprises the use of a computer model representative of the mounting head, the tool holder and/or the grinding or polishing tool. The computer model can be
25 an accurate representation of the mounting head, the tool holder and/or the grinding or polishing tool, including, but not limited to, dimensions, shape and/or mechanical properties, such as joints, hinges and the degrees of freedom thereof.

30 In another embodiment the tool holder is freely or passively rotatable with respect to the mounting head about the pivot axis. Hence, the tool holder is able to passively follow the contour of the workpiece when allowed to do so by the positioning of the grinding or polishing
35 device relative to the workpiece.

In another embodiment the pivot axis is horizontal or substantially horizontal. Hence, the tool

holder can be pivoted in a vertical plane, perpendicular to said pivot axis.

In another embodiment the tool holder further comprises one or more biasing members for biasing the grinding or polishing tool to rotate about the pivot axis in a bias direction. The biasing can ensure that the grinding or polishing tool is pressed onto the workpiece with sufficient force.

In one particular embodiment thereof the grinding or polishing tool comprises a tool body and a grinding or polishing member that is rotatable with respect to the tool body about a rotation axis, wherein the one or more biasing members comprise one or more counter-weights, wherein the tool holder is arranged for holding the grinding or polishing tool such that the one or more counter-weights are at an opposite side of the pivot axis with respect to the rotation axis. The tool holder can thus be biased to tilt upwards with its grinding or polishing member towards the workpiece, i.e. when grinding or polishing a side surface of the workpiece.

In an alternative embodiment thereof the grinding or polishing tool comprises a tool body and a grinding or polishing member that is rotatable with respect to the tool body about a rotation axis, wherein the one or more biasing members comprise one or more weights, wherein the tool holder is arranged for holding the grinding or polishing tool such that the one or more weights are at the same side of the pivot axis as the rotation axis. The tool holder can thus be biased to tilt downwards with its grinding or polishing member towards the workpiece, i.e. when grinding or polishing a top surface of the workpiece or an edge of the workpiece at the transition from the side surface to the top surface.

In another embodiment the grinding or polishing device comprises the grinding or polishing tool. Preferably, the grinding or polishing tool is a right-angle grinder.

According to a second aspect, the invention provides a method for treating a workpiece using the grinding or polishing device according to any one of the aforementioned embodiments, wherein the method comprises
5 the steps of converting at least one parameter indicative of the angular position of the tool holder about the pivot axis into the output signal and using said output signal for determining a control signal for controlling the multi-axis manipulator.

10 The method relates to the practical implementation of the grinding or polishing device according to the first aspect of the invention and therefore has the same technical advantages, which will not be repeated hereafter.

15 In one embodiment the output signal is representative of the angular position of the tool holder about the pivot axis.

In an alternative embodiment the output signal is representative of a proximity of the tool holder with
20 respect to the mounting head and/or the workpiece.

In a further alternative embodiment the output signal is representative of an image of the tool holder and/or the workpiece.

In an embodiment the grinding or polishing tool
25 comprises a tool body and a grinding or polishing member that is rotatable with respect to the tool body about a rotation axis, wherein the grinding or polishing tool is held by the tool holder such that the pivot axis extends perpendicular to the rotation axis.

30 In a further embodiment the method further comprises the step of controlling the multi-axis manipulator in response to the output signal from the sensor.

In another embodiment the method further
35 comprises the step of controlling the multi-axis manipulator in response to the output signal from the sensor to adjust the position of the grinding or polishing

device as a whole relative to the workpiece.

In another embodiment the method further comprises the step of controlling the position of the grinding or polishing device relative to the workpiece such
5 that the grinding or polishing tool remains at a constant or substantially constant grinding or polishing angle to the workpiece.

In one particular embodiment thereof the workpiece has a side surface, wherein the grinding or
10 polishing angle is kept constant at zero or substantially zero degrees when grinding or polishing the side surface. Hence, the grinding surface of the grinding or polishing member can be kept parallel or substantially parallel to the side surface.

15 In an alternative embodiment thereof the workpiece has a side surface, a top surface and an edge at the transition from the side surface to the top surface, wherein the grinding or polishing angle is kept in a range of zero to ten degrees, preferably zero to five degrees,
20 when grinding or polishing the edge and/or the top surface. Hence, the grinding or polishing member can be made to contact the edge and/or the top surface with its outer tip only.

In a further embodiment the multi-axis
25 manipulator is moved in a translation relative to the workpiece, wherein, based on the output signal from the sensor, a relationship is determined between translation of the multi-axis manipulator and the parameter indicative of the angular position of the tool holder about the pivot
30 axis.

Preferably, the determination of the relationship comprises the use of a goniometric function with the angular position as one of the parameters.

35 Additionally or alternatively, the determination of the relationship comprises the use of a computer model representative of the mounting head, the tool holder and/or the grinding or polishing tool.

In another embodiment the tool holder is freely or passively rotated with respect to the mounting head about the pivot axis.

In another embodiment the pivot axis is
5 horizontal or substantially horizontal during the step(s) of the method.

In another embodiment the grinding or polishing tool is biased to rotate about the pivot axis in a bias direction.

10 In one particular embodiment thereof the grinding or polishing tool comprises a tool body and a grinding or polishing member that is rotatable with respect to the tool body about a rotation axis, wherein the grinding or polishing tool is biased to move in an upward rotation
15 about the pivot axis at the same side of the pivot axis as the rotation axis.

In an alternative embodiment thereof the grinding or polishing tool comprises a tool body and a grinding or polishing member that is rotatable with respect to the tool
20 body about a rotation axis, wherein the grinding or polishing tool is biased to move in an upward rotation about the pivot axis at an opposite side of the pivot axis with respect to the rotation axis.

In another embodiment the grinding or polishing
25 tool is a right-angle grinder.

The various aspects and features described and shown in the specification can be applied, individually, wherever possible. These individual aspects, in particular the aspects and features described in the attached
30 dependent claims, can be made subject of divisional patent applications.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

35

The invention will be elucidated on the basis of an exemplary embodiment shown in the attached schematic

drawings, in which:

figure 1 shows a side view of a grinding device according to a first exemplary embodiment of the invention;

figure 2 shows a side view of an alternative grinding device according to a second exemplary embodiment of the invention;

figure 3 shows a side view of a further alternative grinding device according to a third exemplary embodiment of the invention;

figures 4-6 show side views of the grinding device according to figure 1 during the steps of a method for grinding a side surface of a workpiece;

figures 7 and 8 show side views of the grinding device according to figure 1 during the steps of a method for grinding an edge and/or a top surface of a workpiece;

figure 9 shows a side view of a further alternative grinding device according to a fourth exemplary embodiment of the invention; and

figure 10 shows a side view of a further alternative grinding device according to a fifth exemplary embodiment of the invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

25

Figure 1 shows a surface treatment device, in particular a grinding device 1, according to a first exemplary embodiment of the invention. The grinding device 1 is used for grinding a contour or along a contour of a workpiece W, as shown in figures 4-6.

The grinding device 1 comprises a tool holder 2 for holding a grinding tool 3. The grinding tool 3 comprises a tool body 30 and a grinding member 31 that is rotatable with respect to the tool body 30 about a rotation axis R. In this exemplary embodiment, the grinding tool 3 is a right-angle grinder. The grinding member 31 is a grinding roller, i.e. a cylindrical grinding member with a

relatively long circumferential grinding surface 32 considered in a direction parallel to the rotation axis R. Different grinding tools 3, 103, 203 and/or grinding members 31, 131, 231 may be fitted, as shown by way of
5 example in figures 1, 2 and 3. The alternative grinding tools 103, 203 and their application will be discussed later in this description.

The grinding device 1 further comprises a mounting head 5 for mounting the holder 2 to a multi-axis
10 manipulator 8. The multi-axis manipulator 8 may for example be a robotic manipulator or a robot arm. In this exemplary embodiment, the multi-axis manipulator 8 has at least three degrees of freedom; a lateral translation X, a vertical translation Z and a yaw Y about a vertical axis.
15 Preferably, the multi-axis manipulator 8 has more than three degrees of freedom.

The mounting head 5 comprises a mounting plate or a mounting flange 50 for connection to the tool holder 2, a housing 51 for accommodating various types of electronic
20 equipment, like sensors, processors, memory, connectors and the like, and a gripper member 52 for releasable connection to a corresponding gripper member 80 of the multi-axis manipulator 8.

The tool holder 2 is rotatable with respect to
25 the mounting head 5 about a pivot axis E. In particular, the tool holder 2 is freely or passively rotatable with respect to the mounting head 5 about the pivot axis E, as shown schematically in figure 1 with arrow P. During the grinding of the contour of the workpiece W, said pivot axis
30 E extends horizontally or substantially horizontally. Consequently, the tool holder 2 and the grinding tool 3 held by said tool holder 2 can be pivoted or tilted about the pivot axis E in a vertical or substantially vertical plane. Preferably, the rotation axis R of the grinding
35 member 31 extends within or parallel to said vertical plane.

As shown in figure 1, the tool holder 2 is

arranged for holding the grinding tool 3 such that the pivot axis E extends perpendicular to the rotation axis R. In particular, the tool holder 2 comprises a first frame member 20 for holding the tool body 30 at a position
5 relatively close to the grinding member 31 and/or the pivot axis E and a second frame member 21 that extends towards the rear end of the tool body 30 with respect to the grinding member 31 for holding the tool body 30 at or near said rear end. The grinding tool 3 is connected to the
10 frame members 20, 21 through suitable fasteners or clamps. Hence, the grinding tool 3 can be held reliably and/or securely by said tool holder 2.

It will be clear that the tool holder 2 may be used for holding another surface treatment tool, i.e. a
15 polishing tool, a sanding tool or the like (not shown) with a corresponding polishing member. Hence, the grinding device could be renamed as a polishing device, or a surface treatment device in general.

As shown in figure 1, the tool holder 2 further
20 comprises one or more biasing members 4 for biasing the tool holder 2 and/or the grinding tool 3 to rotate about the pivot axis E in a first bias direction B1. In this exemplary embodiment, the one or more biasing members 4 are formed by one or more counter-weights 40 that exert or
25 generate a gravitational force G on the tool holder 2 and/or the grinding tool 3. The tool holder 2 is arranged for holding the grinding tool 3 such that the one or more counter-weights 40 are at an opposite side of the pivot axis E with respect to the rotation axis R. Hence, the
30 grinding tool 3 is biased to tilt or pivot downwards at the rear end of its tool body 30, in other words biasing the grinding member 31 at the front to tilt upwards about the pivot axis E.

The grinding device 1 further comprises a sensor,
35 in particular a rotary encoder 6, for converting at least one parameter indicative of an angular position of the tool holder 2 about the pivot axis E into an output signal that

can be used for determining a control signal for controlling the multi-axis manipulator 8. In this particular example, the rotary encoder 6 is arranged for directly converting an angular position of the tool holder 5 2 about the pivot axis E into an output signal representative of said angular position. The grinding device 1 comprises a control unit 7 that is operationally connected to the rotary encoder 6 for receiving the output signal from said rotary encoder 6. The control unit 7 may 10 be accommodated on or in the housing 51 of the mounting head 5. Alternatively, the control unit 7 may be provided in or on the multi-axis manipulator 8 or even remotely, i.e. in a control room spaced apart from the grinding device 1 and the multi-axis manipulator 8. For the purpose 15 of this invention, such a control unit 7 is still considered a part of the grinding device 1, either directly or indirectly.

The control unit 7 is arranged for sending a control signal to the multi-axis manipulator 8 in response 20 to the output signal received from the rotary encoder 6. In other words, the control unit 7 is able to receive and store the output signal from the rotary encoder 6, and then convert said output signal into a control signal for the multi-axis manipulator 8.

25 As shown in figures 4-6, the multi-axis manipulator 8 is arranged for positioning the grinding device 1 as a whole with respect to the contour of the workpiece W. In this exemplary embodiment, the workpiece W has a side surface 91, a top surface 93 and an edge 92 at 30 the transition from the side surface 91 to the top surface 93. The side surface 91, the edge 92 and the top surface 93 together form the contour of the workpiece W. In this particular case, the side surface 91 extends vertically or substantially vertically and the top surface 93 extends 35 horizontally or substantially horizontally.

The control unit 7 is arranged for sending the control signal to the multi-axis manipulator 8 in response

to the output signal from the rotary encoder 6 to adjust the position of the grinding device 1 relative to the contour of the workpiece W. In particular, the position of the grinding device 1 is controlled in such a way that, once the grinding tool 1 is positioned correctly with respect to the workpiece W, the grinding tool 1 remains at a constant or substantially constant grinding angle H1 to the workpiece W when following the contour of the workpiece W.

10 In the example as shown in figures 4-6, the grinding tool 3 is made to approach the workpiece W to perform a grinding operation or process on the side surface 91. In the situation as shown in figure 4, the grinding device 1 is still in a position in which the grinding tool 3 is spaced apart from the workpiece W. Hence, the grinding tool 3 is biased by the counter-weights 40 in the first bias direction B1 until it arrives in an equilibrium position, tilted with its grinding member 31 upwards with respect to the workpiece W. Note that in this position, the grinding angle H1, defined as the angle between the grinding surface 32 of the grinding member 31 and the side surface 91 of the workpiece W, is considerable. As the grinding device 1 is moved closer to the workpiece W by the multi-axis manipulator 8, the grinding member 31 will contact or abut the side surface 91 of the workpiece W and - as a result of said contact - will start to tilt or pivot about the pivot axis E in a direction against the bias of the counter-weights 40. The grinding angle H1 decreases and the grinding surface 32 starts to become aligned, or parallel, with the side surface 91 of the workpiece W.

Figure 5 may represent a situation in which the multi-axis manipulator 8 has reached a position in which the grinding tool 31 should be in the correct position relative to the side surface 91 of the workpiece W, at least based on the knowledge of the contour of the workpiece W. However, it can be observed that in figure 5, the grinding surface 32 is still at a small grinding angle

H1 to the side surface 91. The output signal from the rotary encoder 6 will reflect this position. Hence, the control unit 7 may send a control signal to the multi-axis manipulator 8 to further adjust or correct the position of the grinding device 1 relative to workpiece W until the output signal from the rotary encoder 6 indicates that the grinding angle H1 is correct, as shown in figure 6 in dashed lines (incorrect position) and solid lines (corrected or adjusted position).

The rotary encoder 6, the control unit 7 and the multi-axis manipulator 8 may continue to operate in the aforementioned feedback loop during the grinding operation or process to ensure that - as long as the grinding tool 3 is grinding the side surface 92 of the workpiece W - the grinding angle H1 remains constant or substantially constant. Hence, the relative position of the grinding device 1 with respect to the workpiece W can be continuously corrected to compensate for irregularities or deviations of the contour of the workpiece W from the expected contour. Consequently, an effective compliance between the multi-axis manipulator 8 and the workpiece W can be obtained.

Figure 2 shows an alternative grinding device 101 according to a second exemplary embodiment of the invention, that differs from the previously discussed grinding device 1 in that its tool holder 102 is arranged for holding a grinding tool 103 with a disc-shaped grinding member 131. Said grinding tool 103 is used to grind the edge 92 or the top surface 93 of a workpiece W at a relatively small, oblique grinding angle H2, as shown by way of example in figures 7 and 8.

In the situation as shown in figure 7, the planar grinding surface 132 of the grinding member 103 is at a relatively large oblique grinding angle H2 to the top surface 93 of the workpiece W. This is reflected in the output signal of the rotary encoder 6. As shown in figure 8, an appropriate control signal is sent by the control

unit 7 to the multi-axis manipulator 8 to cause the alternative grinding device 101 to move further down towards or onto the top surface 93, thereby reducing the grinding angle H2 to a value or a range that is within the
5 desired range for grinding the top surface 93.

The alternative grinding device 101 further differs from the previously discussed grinding device 1 in that the one or more biasing members 104 are located at the same side of the pivot axis E as the rotation axis R of the
10 grinding member 131. Hence, the one or more biasing members 104 contribute to the downward tilt or pivot of the grinding tool 103 at the side of the grinding member 131. In this exemplary embodiment, the one or more biasing members 104 are formed as weights 140.

15 Figure 3 shows a further alternative grinding device 201 according to a third exemplary embodiment of the invention that differs from the aforementioned grinding devices 1, 101 in that its tool holder 202 is arranged for holding a grinding tool 203 with a relatively small
20 cylindrical grinding stone 231. Typically, said grinding tool 203 is used to manually grind hard to reach places, such as cavities, ridges and corners in the workpiece W. Note that the grinding tool 203 is mounted in the tool holder 203 in sideways orientation, i.e. with the rotation
25 axis R of the grinding member 231 parallel or substantially parallel to the pivot axis E. Although in this embodiment, a pivoting movement or rotation P about the pivot axis E has no effect on the grinding angle, the feedback from the rotary encoder 6 can still be used to determine whether the
30 grinding stone 231 is in the correct or expected position relative to the contour of the workpiece W.

Figure 9 shows a further alternative grinding device 301 according to a fourth exemplary embodiment of the invention that differs from the previously discussed
35 grinding devices 1, 101, 201 in that its sensor is a proximity sensor 306 for measuring a proximity of the tool holder 2 with respect to the mounting head 5 and/or the

workpiece W. Hence, the output signal is representative of said proximity. The proximity sensor 306 can act as a switch to indicate a zero position of the tool holder 2 relative to the mounting head 5 and/or to determine a relationship between the measured proximity and the angular position of the tool holder 2 relative to the mounting head 5 and/or the workpiece W.

Figure 10 shows a further alternative grinding device 401 according to a fifth exemplary embodiment of the invention that differs from the previously discussed grinding devices 1, 101, 201, 301 in that its sensor is an imaging device 406 for capturing an image of the tool holder 2 and/or the workpiece W. Hence, the output signal is representative of said image. The captured image can be used to determine the position of the workpiece W relative to the multi-axis manipulator 8, the mounting head 5 and/or the tool holder 2 or the position of the tool holder 2 relative to the multi-axis manipulator 8, the mounting head 3 and/or the workpiece W. This information can be used to indirectly determine a relationship between the relative position(s) and the angular position of the tool holder 2 relative to the mounting head 5 and/or the workpiece W.

In both of these embodiment, the control unit 7 is arranged for determining, based on the output signal from the sensor 306, 406, a relationship between translation of the multi-axis manipulator 8 and the parameter directly or indirectly indicative of the angular position of the tool holder 2 about the pivot axis E. Said relationship can be used to determine the appropriate control signal for the multi-axis manipulator 8 to position the tool holder 2 in a position that corresponds to a certain angular position in accordance with said relationship.

Preferably, the determination of the relationship comprises the use of a goniometric function with the angular position as one of the parameters. A goniometric function, in particular a trigonometric function, can be

used to easily calculate the relationship between a translation of the multi-axis manipulator 8 and the resulting angular position.

As shown in figure 10, the determination of the
5 relationship may additionally or alternatively comprise the use of a computer model representative of the mounting head 5, the tool holder 2 and/or the grinding tool 3. The computer model can be an accurate representation of the mounting head 5, the tool holder 2 and/or the grinding tool
10 3, including, but not limited to, dimensions, shape and/or mechanical properties, such as joints, hinges and the degrees of freedom thereof.

It is to be understood that the above description is included to illustrate the operation of the preferred
15 embodiments and is not meant to limit the scope of the invention. From the above discussion, many variations will be apparent to one skilled in the art that would yet be encompassed by the scope of the present invention.

C O N C L U S I E S

1. Slijp of polijstinrichting voor het behandelen van een werkstuk, waarbij de slijp of polijstinrichting een gereedschapshouder omvat voor het vasthouden van een slijp of polijstgereedschap en een bevestigingskop voor het
5 monteren van de gereedschapshouder op een manipulator met meerdere assen, waarbij de gereedschapshouder roteerbaar is ten opzichte van de bevestigingskop rondom een zwenkhartlijn, waarbij de slijp of polijstinrichting verder een sensor omvat voor het omzetten van ten minste één parameter die indicatief
10 is voor een hoekpositie van de gereedschapshouder rondom de zwenkhartlijn in een outputsignaal dat gebruikt kan worden voor het bepalen van een regelsignaal voor het regelen van de manipulator met meerdere assen.

2. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie
15 1, waarbij de sensor een rotatie encoder is voor het meten van de hoekpositie van de gereedschapshouder rondom de zwenkhartlijn, waarbij het outputsignaal representatief is voor de hoekpositie.

3. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie
20 1, waarbij de sensor een nabijheidsensor is voor het meten van een nabijheid van de gereedschapshouder ten opzichte van de bevestigingskop en/of het werkstuk, waarbij het outputsignaal representatief is voor de nabijheid.

4. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie
25 1, waarbij de sensor een in-beeld-brenginrichting is voor het opnemen van een beeld van de gereedschapshouder en/of het werkstuk, waarbij het outputsignaal representatief is voor het beeld.

5. Slijp of polijstinrichting volgens een der
30 voorgaande conclusies, waarbij de slijp of polijstgereedschap een gereedschapslichaam omvat en een slijp of polijstdeel dat roteerbaar is ten opzichte van het gereedschapslichaam rondom een rotatiehartlijn, waarbij de gereedschapshouder is ingericht voor het vasthouden van het slijp of

polijstgereedschap zodanig dat de zwenkheartlijn zich loodrecht op de rotatieheartlijn uitstrekt.

6. Slijp of polijstinrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de slijp of polijstinrichting
5 een regeleenheid omvat die operationeel verbonden is met de sensor voor het ontvangen van het outputsignaal van de sensor, waarbij de regeleenheid is ingericht voor het verzenden van het regelsignaal aan de manipulator met meerdere assen in reactie op het outputsignaal van de sensor.

10 7. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie 6, waarbij de manipulator met meerdere assen is ingericht voor het positioneren van de slijp of polijstinrichting als geheel ten opzichte van het werkstuk, waarbij de regeleenheid is ingericht voor het versturen van het regelsignaal aan de
15 manipulator met meerdere assen in reactie op het outputsignaal van de sensor ten einde de positie van de slijp of polijstinrichting ten opzichte van het werkstuk aan te passen.

8. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie
20 7, waarbij de regeleenheid is ingericht voor het regelen van de positie van de slijp of polijstinrichting ten opzichte van het werkstuk zodanig de het slijp of polijstgereedschap onder een constante of in hoofdzaak constante slijp of polijsthoeck ten opzichte van het werkstuk blijft.

25 9. Slijp of polijstinrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de regeleenheid is ingericht voor het versturen van een regelsignaal aan de manipulator met meerdere assen ten einde de manipulator met meerdere assen in een translatie te bewegen ten opzichte van het werkstuk,
30 waarbij de regeleenheid verder is ingericht voor het bepalen, gebaseerd op het outputsignaal van de sensor, van een relatie tussen de translatie van de manipulator met meerdere assen en de parameter die indicatief is voor de hoeckpositie van de gereedschapshouder rondom de zwenkheartlijn.

35 10. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie 9, waarbij het vaststellen van de relatie het gebruik omvat van een goniometrische functie met de hoeckpositie als een van

de parameters.

11. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie 9, waarbij het vaststellen van de relatie het gebruik omvat van een computermodel dat representatief is voor de vestigingskop, de gereedschapshouder en/of het slijp of polijstgereedschap.

12. Slijp of polijstinrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de gereedschapshouder vrij of passief roteerbaar is ten opzichte van de vestigingskop rondom de zwenkhartlijn.

13. Slijp of polijstinrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de zwenkhartlijn horizontaal of in hoofdzaak horizontaal is.

14. Slijp of polijstinrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de gereedschapshouder verder één of meer voorblastdelen omvat voor het voorblasten van het slijp of polijstgereedschap ten einde te roteren rondom de zwenkhartlijn in een voorblastrichting.

15. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie 14, waarbij de slijp of polijstgereedschap een gereedschapslichaam omvat en een slijp of polijstdeel dat roteerbaar is ten opzichte van het gereedschapslichaam rondom een rotatiehartlijn, waarbij de één of meer voorblastdelen één of meer tegengewichten omvat, waarbij de gereedschapshouder is ingericht voor het vasthouden van het slijp of polijstgereedschap zodanig dat de één of meer tegengewichten aan een tegengestelde zijde van de zwenkhartlijn gelegen zijn ten opzichte van de rotatiehartlijn.

16. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie 14, waarbij het slijp of polijstgereedschap een gereedschapslichaam omvat en een slijp of polijstdeel dat roteerbaar is ten opzichte van het gereedschapslichaam rondom een rotatiehartlijn, waarbij de één of meer voorblastdelen één of meer gewichten omvatten, waarbij de gereedschapshouder is ingericht voor het vasthouden van de slijp of polijstgereedschap zodanig dat de één of meer gewichten

gelegen zijn aan dezelfde zijden van de zwenkhartlijn als de rotatiehartlijn.

17. Slijp of polijstinrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de slijp of polijstinrichting
5 het slijp of polijstgereedschap omvat.

18. Slijp of polijstinrichting volgens conclusie 17, waarbij het slijp of polijstgereedschap een haakse slijper is.

19. Werkwijze voor het behandelen van een werkstuk
10 met gebruikmaking van de slijp of polijstinrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de werkwijze de stappen omvat van het omzetten van ten minste één parameter die indicatief is voor de hoekpositie van de gereedschapshouder rondom de zwenkhartlijn in een
15 outputsignaal en het gebruiken van het outputsignaal voor het bepalen van een regelsignaal voor het regelen van de manipulator met meerdere assen.

20. Werkwijze volgens conclusie 19, waarbij het outputsignaal representatief is voor de hoekpositie van de gereedschapshouder rondom de zwenkhartlijn.
20

21. Werkwijze volgens conclusie 19, waarbij de outputsignaal representatief is voor een nabijheid van de gereedschapshouder ten opzichte van de bevestigingskop en/of het werkstuk.

22. Werkwijze volgens conclusie 19, waarbij het outputsignaal representatief is voor een beeld van de gereedschapshouder en/of het werkstuk.
25

23. Werkwijze volgens een der conclusies 19-22, waarbij het slijp of polijstgereedschap een gereedschapslichaam omvat en een slijp of polijstdeel dat roteerbaar is ten opzichte van het gereedschapslichaam rondom een rotatiehartlijn, waarbij het slijp of polijstgereedschap vastgehouden wordt door de gereedschapshouder zodanig dat de zwenkhartlijn zich loodrecht op de rotatiehartlijn uitstrekt.
30

24. Werkwijze volgens een der conclusies 19-23, waarbij de werkwijze verder de stap omvat van het regelen van de manipulator met meerdere assen in reactie op het
35

outputsignaal van de sensor.

25. Werkwijze volgens een der conclusies 19-24, waarbij de werkwijze verder de stap omvat van het regelen van een manipulator met meerdere assen in reactie op het
5 outputsignaal van de sensor ten einde de positie van het slijp of polijstgereedschap als geheel ten opzichte van het werkstuk aan te passen.

26. Werkwijze volgens een der conclusies 19-25, waarbij de werkwijze verder de stap omvat van het regelen van
10 de positie van de slijp of polijstinrichting ten opzichte van het werkstuk zodanig dat het slijp of polijstgereedschap op een constante of in hoofdzaak constante slijp of polijsthoek blijft ten opzichte van het werkstuk.

27. Werkwijze volgens conclusie 26, waarbij het
15 werkstuk een zijvlak heeft, waarbij de slijp of polijsthoek constant op nul of in hoofdzaak nul graden wordt gehouden wanneer het zijvlak geslepen of gepolijst wordt.

28. Werkwijze volgens conclusie 26, waarbij het
20 werkstuk een zijvlak, een bovenzvlak en een rand bij de overgang van het zijvlak naar het bovenzvlak heeft, waarbij de slijp of polijsthoek gehouden wordt in een bereik van nul tot tien graden, bij voorkeur nul tot vijf graden, wanneer de rand en/of het bovenzvlak geslepen of gepolijst worden.

29. Werkwijze volgens een der conclusies 19-28,
25 waarbij de manipulator met meerdere assen bewogen wordt in een translatie ten opzichte van het werkstuk, waarbij, gebaseerd op het outputsignaal van de sensor, een relatie bepaald wordt tussen de translatie van de manipulator met meerdere assen en de parameter indicatief voor de hoekpositie
30 van de gereedschapshouder rondom de zwenkhardtlijn.

30. Werkwijze volgens conclusie 29, waarbij de bepaling van de relatie het gebruik omvat van een goniometrische functie met de hoekpositie als een van de parameters.

31. werkwijze volgens conclusie 29, waarbij de
35 bepaling van de relatie het gebruik omvat van een computermodel die representatief is voor de bevestigingskop,

de gereedschapshouder en/of het slijp en of polijstgereedschap.

32. Werkwijze volgens een der conclusies 19-31, waarbij de gereedschapshouder vrij of passief roteert ten opzichte van de bevestigingskop rondom de zwenkhartlijn.

33. Werkwijze volgens een der conclusies 19-32, waarbij de zwenkhartlijn horizontaal of in hoofdzaak horizontaal is gedurende de stap(pen) van de werkwijze.

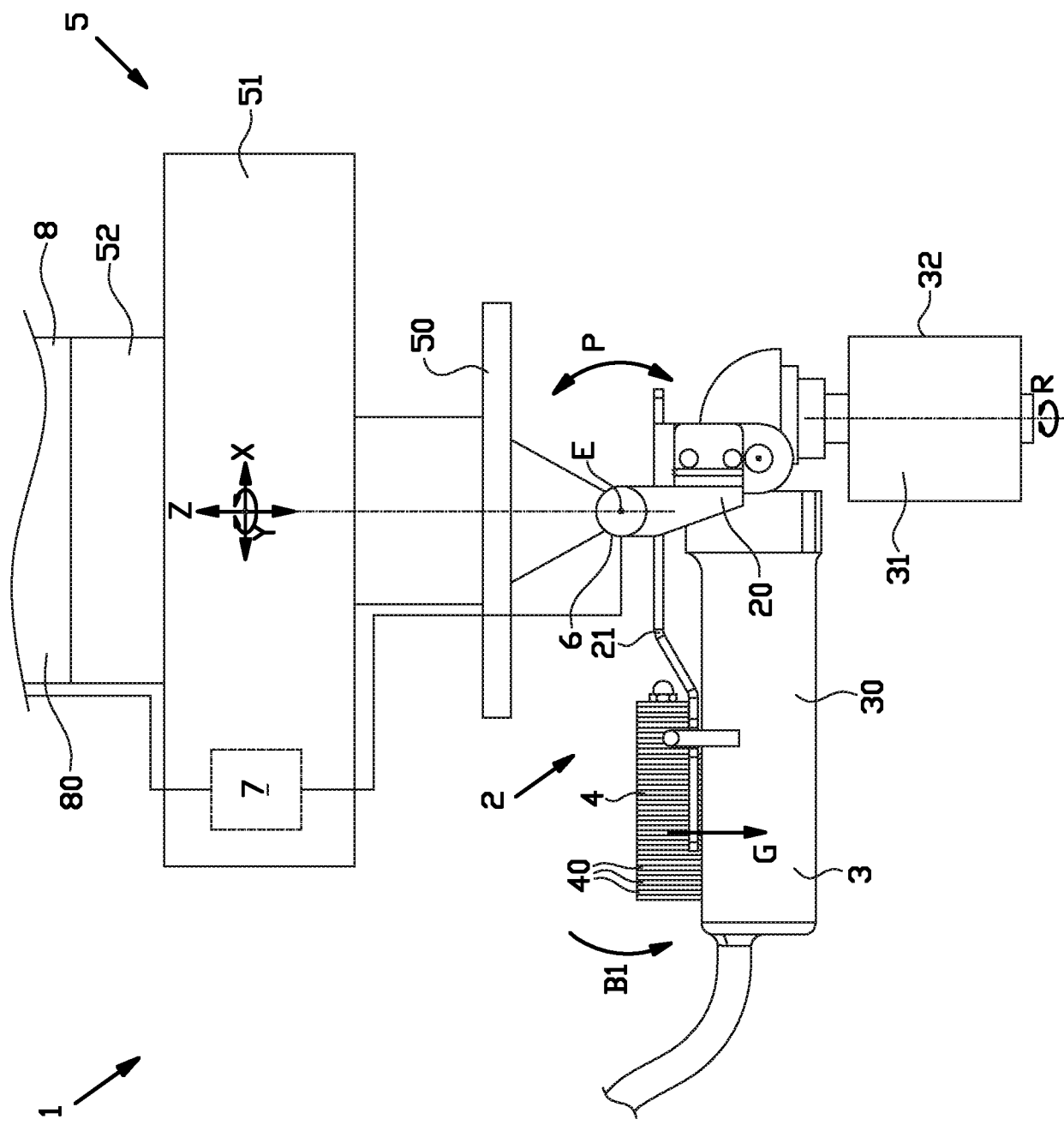
34. Werkwijze volgens een der conclusies 19-33, waarbij het slijp en of polijstgereedschap voorblast in ten einde te roteren rondom de zwenkhartlijn in een voorblastrichting.

35. Werkwijze volgens conclusie 34, waarbij het slijp of polijstgereedschap een gereedschapslichaam omvat en een slijp of polijstdeel dat roteerbaar is ten opzichte van het gereedschapslichaam rondom een rotatiehartlijn, waarbij het slijp of polijstgereedschap voorblast wordt ten einde te bewegen in een opwaartse rotatie rondom de zwenkhartlijn aan dezelfde zijde van de zwenkhartlijn als de rotatiehartlijn.

36. Werkwijze volgens conclusie 34, waarbij het slijp of polijstgereedschap een gereedschapslichaam omvat en een slijp of polijstdeel dat roteerbaar is ten opzichte van het gereedschapslichaam rondom een rotatiehartlijn, waarbij het slijp of polijstgereedschap voorblast wordt ten einde te bewegen in een opwaartse rotatie rondom de zwenkhartlijn aan een tegengestelde zijde van de zwenkhartlijn ten opzichte van de rotatiehartlijn.

37. Werkwijze volgens een der conclusies 19-36, waarbij het slijp of polijstgereedschap een haakse slijper is.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-



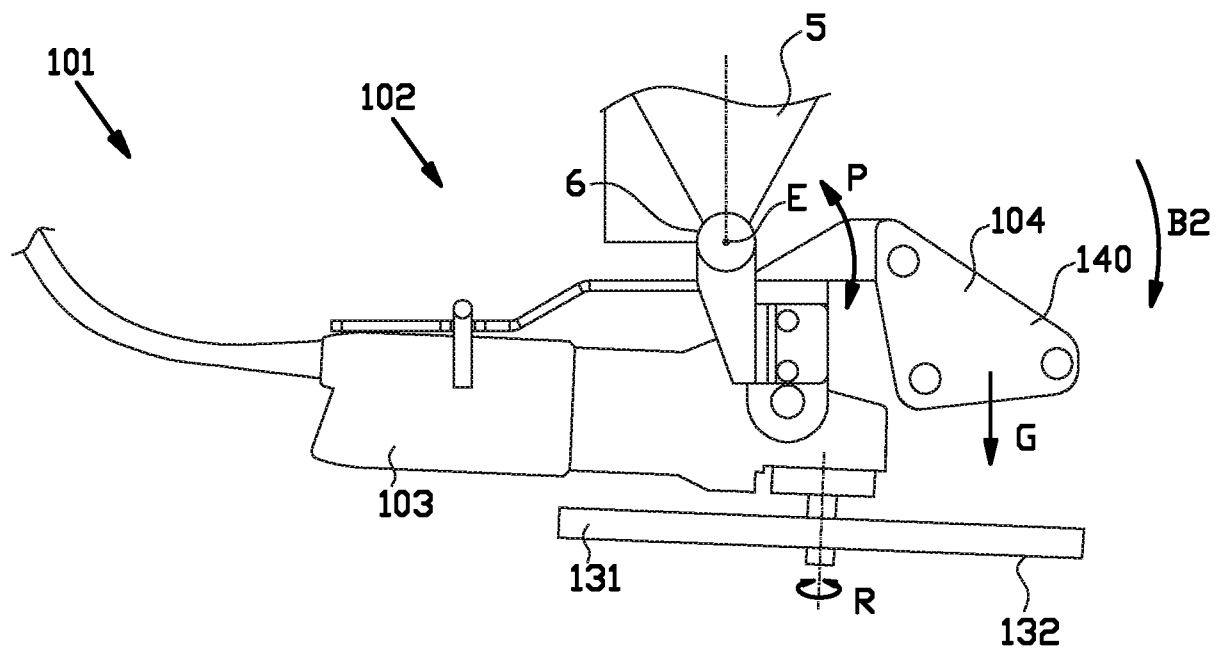


FIG. 2

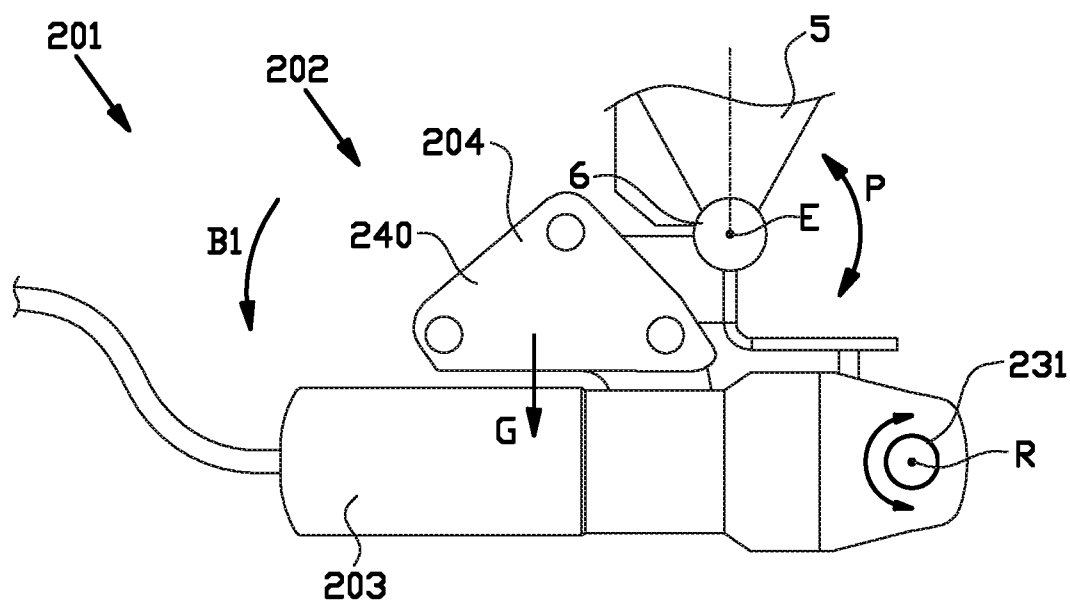


FIG. 3

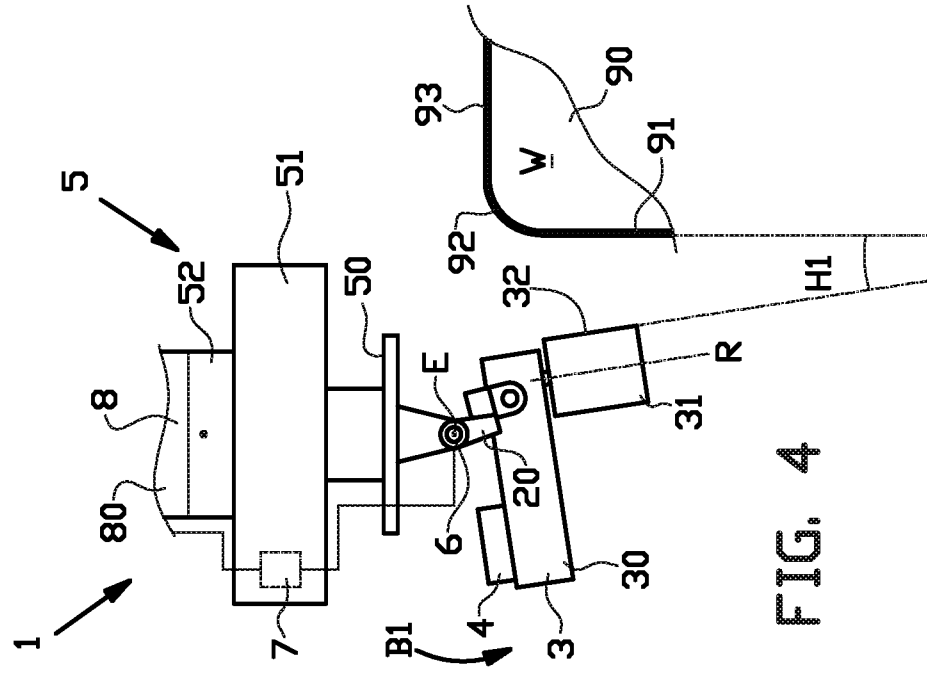


FIG. 4

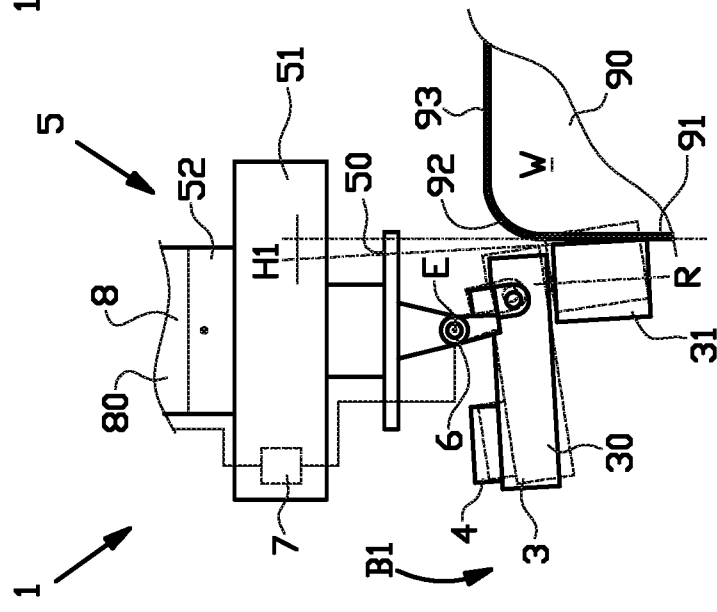


FIG. 5

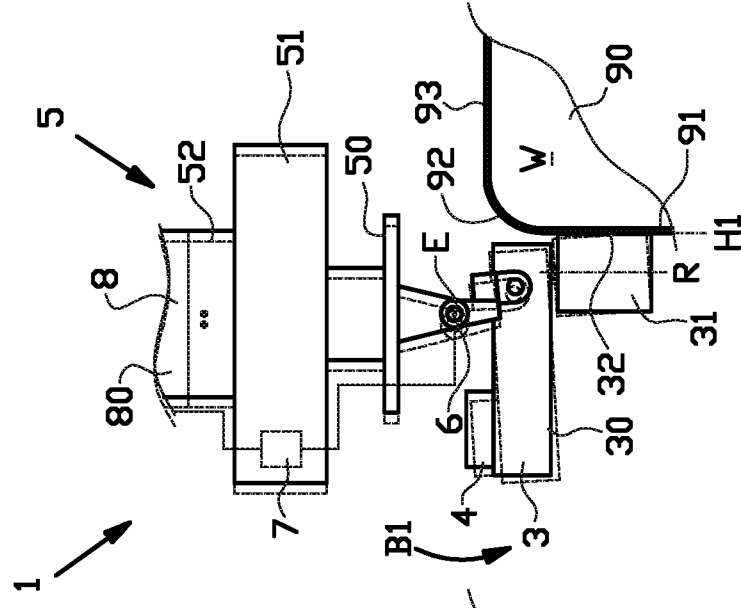
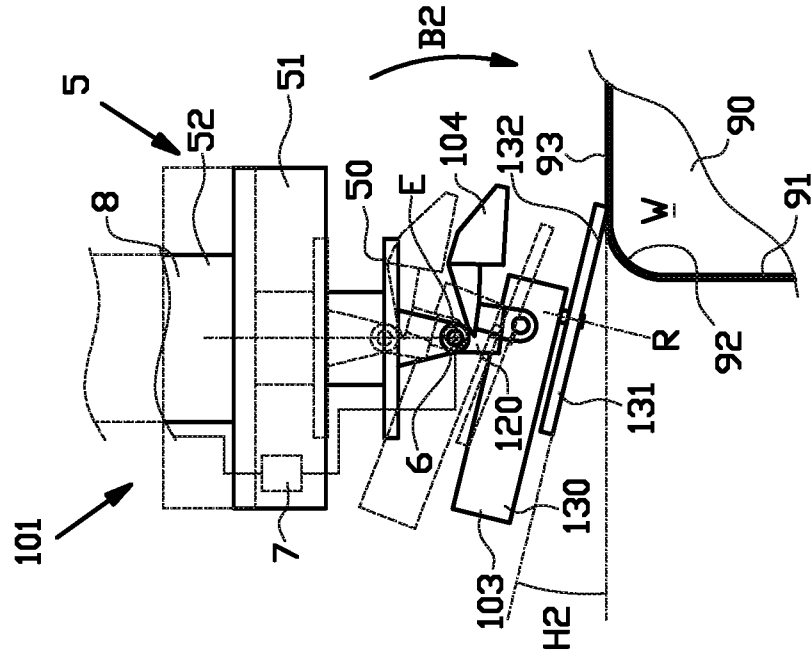
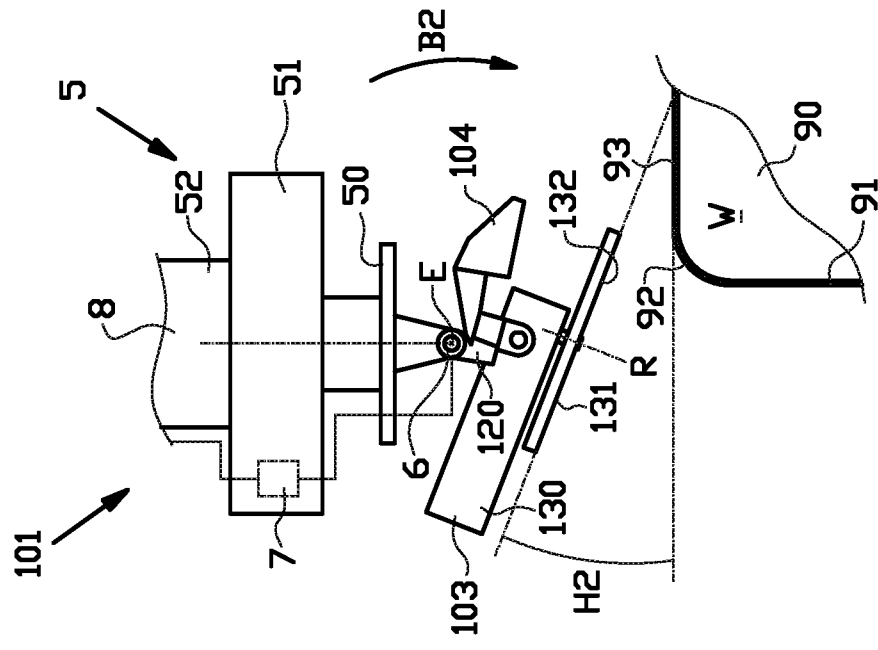


FIG. 6



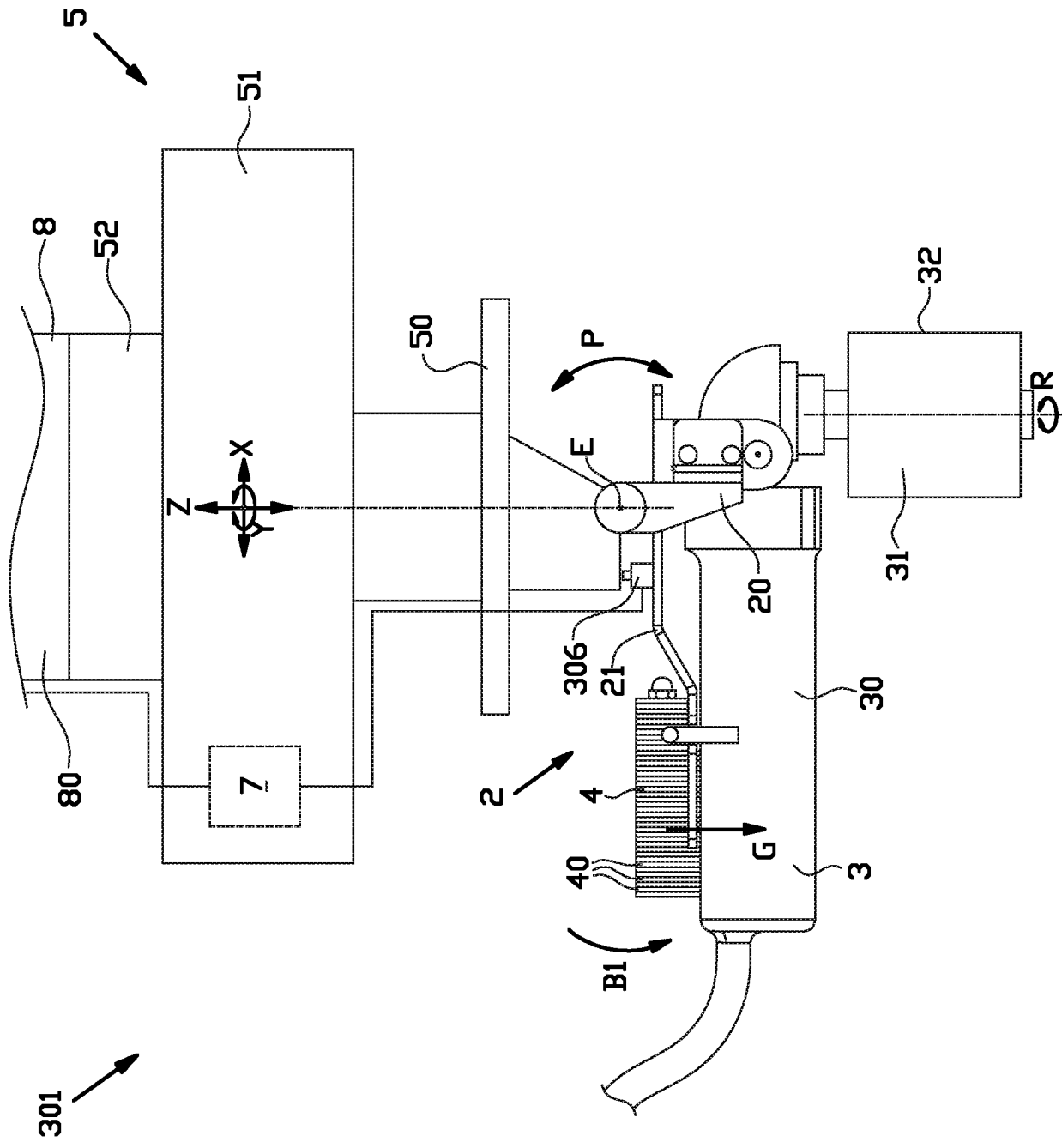


FIG. 9

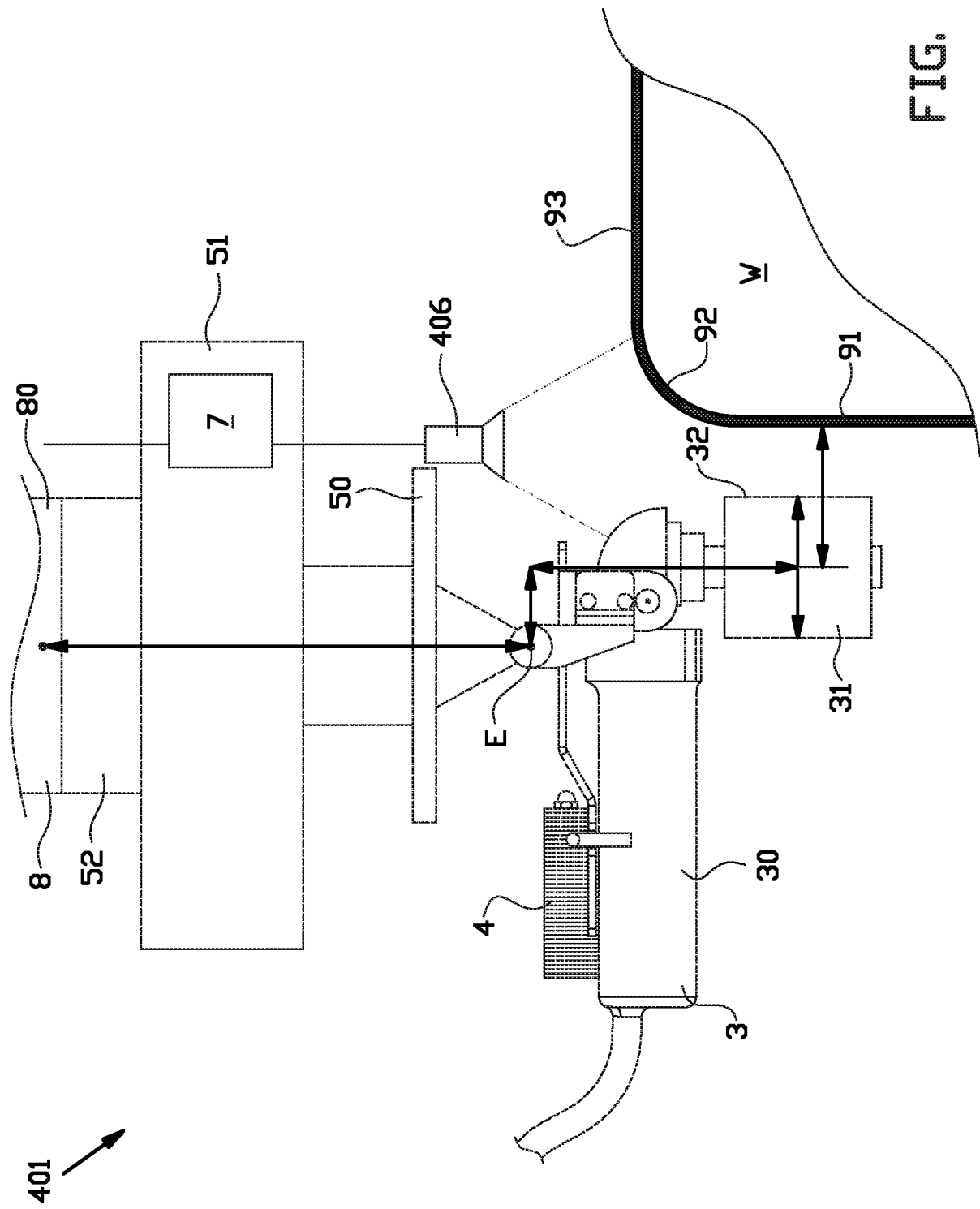


FIG. 10



ONDERZOEKSRAPPORT

BETREFFENDE HET RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

RELEVANTE LITERATUUR			
Categorie ¹	Literatuur met, voor zover nodig, aanduiding van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of figuren.	Van belang voor conclusie(s) nr:	Classificatie (IPC)
A	US 2019/054615 A1 (ULLIMAN MATTHEW S [US] ET AL) 21 februari 2019 (2019-02-21) * alinea [0038] - alinea [0044] * * alinea [0061] - alinea [0099]; figuren 4-10 *	1-37	INV. B24B27/00 B25J11/00 B24B49/10
A	US 2019/232502 A1 (NADERER RONALD [AT]) 1 augustus 2019 (2019-08-01) * alinea [0015] - alinea [0031]; figuren 1-4 *	1-37	
A	JP S61 76265 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 18 april 1986 (1986-04-18) * samenvatting; figuren 1-3 *	1-37	
A	WO 02/064323 A1 (QUEBEC CENTRE RECH IND [CA]; FORTIN YVES [CA]) 22 augustus 2002 (2002-08-22) * bladzijde 12, regel 14 - regel 27; figuur 8 *	1-37	
Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op:			Onderzochte gebieden van de techniek
Plaats van onderzoek: München			B24B B24D B25J
Datum waarop het onderzoek werd voltooid: 2 november 2020		Bevoegd ambtenaar: De Backer, Tom	

¹ CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR

X: de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur
Y: de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geïciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht
A: niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft
O: niet-schriftelijke stand van de techniek
P: tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

T: na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding
E: eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven
D: in de octrooiaanvraag vermeld
L: om andere redenen vermelde literatuur
&: lid van dezelfde octrooifamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

**AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE
HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK,
UITGEVOERD IN DE OCTROOIAANVRAGE NR.**

NO 140708
NL 2024933

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen of octrooien (zogenaamde leden van dezelfde octrooifamilie), die overeenkomen met octrooischriften genoemd in het rapport.

De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per
De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door het Bureau voor de Industriële eigendom gegarandeerd; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

02-11-2020

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 2019054615 A1	21-02-2019	GEEN	
US 2019232502 A1	01-08-2019	CN 109789528 A	21-05-2019
		DE 102016118173 A1	29-03-2018
		DE 112017003503 A5	09-05-2019
		EP 3325214 A1	30-05-2018
		JP 2019534165 A	28-11-2019
		KR 20190060992 A	04-06-2019
		US 2019232502 A1	01-08-2019
		WO 2018055189 A1	29-03-2018
JP S6176265 A	18-04-1986	GEEN	
WO 02064323 A1	22-08-2002	CA 2335396 A1	13-08-2002
		WO 02064323 A1	22-08-2002

SCHRIFTELIJKE OPINIE

DOSSIER NUMMER NO140708	INDIENINGSDATUM 18.02.2020	VOORRANGSDATUM	AANVRAAGNUMMER NL2024933
CLASSIFICATIE INV. B24B27/00 B25J11/00 B24B49/10			
AANVRAGER Tollenaar Industries B.V.			

Deze schriftelijke opinie bevat een toelichting op de volgende onderdelen:

- ☒ Onderdeel I Basis van de schriftelijke opinie
- ☐ Onderdeel II Voorrang
- ☐ Onderdeel III Vaststelling nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid niet mogelijk
- ☐ Onderdeel IV De aanvraag heeft betrekking op meer dan één uitvinding
- ☒ Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid
- ☐ Onderdeel VI Andere geciteerde documenten
- ☒ Onderdeel VII Overige gebreken
- ☐ Onderdeel VIII Overige opmerkingen

	DE BEVOEGDE AMBTENAAR De Backer, Tom
--	---

Onderdeel I Basis van de Schriftelijke Opinie

1. Deze schriftelijke opinie is opgesteld op basis van de meest recente conclusies ingediend voor aanvang van het onderzoek.
2. Met betrekking tot **nucleotide en/of aminozuur sequenties** die genoemd worden in de aanvraag en relevant zijn voor de uitvinding zoals beschreven in de conclusies, is dit onderzoek gedaan op basis van:
 - a. type materiaal:
 - ☐ sequentie opsomming
 - ☐ tabel met betrekking tot de sequentie lijst
 - b. vorm van het materiaal:
 - ☐ op papier
 - ☐ in elektronische vorm
 - c. moment van indiening/aanlevering:
 - ☐ opgenomen in de aanvraag zoals ingediend
 - ☐ samen met de aanvraag elektronisch ingediend
 - ☐ later aangeleverd voor het onderzoek
3. ☐ In geval er meer dan één versie of kopie van een sequentie opsomming of tabel met betrekking op een sequentie is ingediend of aangeleverd, zijn de benodigde verklaringen ingediend dat de informatie in de latere of additionele kopieën identiek is aan de aanvraag zoals ingediend of niet meer informatie bevatten dan de aanvraag zoals oorspronkelijk werd ingediend.
4. Overige opmerkingen:

Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid

1. Verklaring

Nieuwheid	Ja: Conclusies 1-37 Nee: Conclusies
Inventiviteit	Ja: Conclusies 1-37 Nee: Conclusies
Industriële toepasbaarheid	Ja: Conclusies 1-37 Nee: Conclusies

2. Citaties en toelichting:

Zie aparte bladzijde

Onderdeel VII Overige gebreken

De volgende gebreken in de vorm of inhoud van de aanvraag zijn opgemerkt:

Zie aparte bladzijde

Re Item V

Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

Reference is made to the following documents:

- D1 US 2019/054615 A1 (ULLIMAN MATTHEW S [US] ET AL) 21 februari 2019 (2019-02-21)
- D2 US 2019/232502 A1 (NADERER RONALD [AT]) 1 augustus 2019 (2019-08-01)
- D3 JP S61 76265 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 18 april 1986 (1986-04-18)
- D4 WO 02/064323 A1 (QUEBEC CENTRE RECH IND [CA]; FORTIN YVES [CA]) 22 augustus 2002 (2002-08-22)

- 1 D1 (alinea [0038] - alinea [0044]; alinea [0061] - alinea [0099]; figuren 4-10) is regarded as being the prior art closest to the subject-matter of claim 1, and discloses:

A grinding or polishing device (106) for treating a workpiece, wherein the grinding or polishing device comprises a tool holder (116) for holding a grinding or polishing tool and a mounting head (114) for mounting the tool holder to a multi-axis manipulator, wherein the tool holder is rotatable with respect to the mounting head about a pivot axis (paragraph [0069]).

- 2 The subject-matter of claim 1 therefore differs from this known device in that
- the grinding or polishing device further comprises a sensor for converting at least one parameter indicative of an angular position of the tool holder about the pivot axis into an output signal that can be used for determining a control signal for controlling the multi-axis manipulator
- and is therefore new.

- 3 The problem to be solved by the present invention may be regarded as to improve the cooperation between the device and the manipulator. The differing features result in an improved polishing or grinding of the workpiece.
- 4 The solution to this problem proposed in claim 1 of the present application is considered as involving an inventive step for the following reasons:
- None of the cited documents disclose a sensor for converting at least one parameter indicative of an angular position of the tool holder about the pivot axis into an output signal that can be used for determining a control signal for controlling the multi-axis manipulator.
- 5 Claims 2 bis 37 are dependent on claim 1 and as such also meet the requirements of novelty and inventive step.

Re Item VII

Certain defects in the application

- 6 The features of the claims are not provided with reference signs placed in parentheses.
- 7 The relevant background art disclosed in D1 is not mentioned in the description, nor are these documents identified therein.
- 8 Independent claim 1 is not in the two-part form, which in the present case would be appropriate, with those features known in combination from the prior art being placed in the preamble and the remaining features being included in the characterising part.