

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50984/2023 (51) Int. Cl.: **G01N 29/265** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 06.12.2023 **B25J 9/08** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2025 **B25J 19/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2021302391 A1
CN 115805587 A
CN 114789437 A
CN 113866271 A
EP 2132560 B1

(71) Patentanmelder:
Fill Gesellschaft m.b.H.
4942 Gurten (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

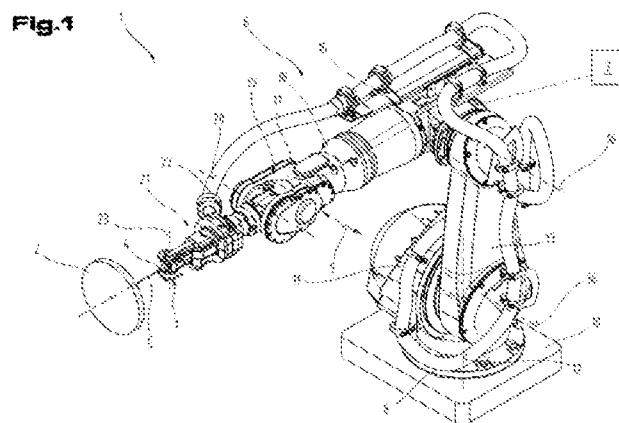
(54) **Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils, sowie eine Ultraschall-Prüfanlage zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils (2), umfassend die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer Ultraschall-Prüfanlage (1) mit einem Ultraschallprüfkopf (3) und mit einer Handhabungsvorrichtung (6) zum Bewegen des Ultraschallprüfkopfes (3), die Handhabungsvorrichtung (6) umfassend:

- eine Basis (8);
- ein Karussell (11);
- eine Schwinde (13);
- ein Arm (15);
- eine Hand (17);
- ein Finger (19);
- ein Prüfkopfträger (21,

- Bereitstellen des Bauteiles (2);
- Prüfen des Bauteiles (2) mittels der Ultraschall-Prüfanlage (1), wobei der Ultraschallprüfkopf (3) während des Prüfvorganges relativ zum Bauteil (2) bewegt wird, wobei die Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) durch den Digitalrechner (7) gesteuert wird. Bei der Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) während des Prüfvorganges ist zumindest eine der Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) gesperrt und diese gesperrte Bewegungsmöglichkeit wird durch die restlichen Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) und/oder Linearachse (9) ausgeglichen.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils (2), umfassend die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer Ultraschall-Prüfanlage (1) mit einem Ultraschallprüfkopf (3) und mit einer Handhabungsvorrichtung (6) zum Bewegen des Ultraschallprüfkopfes (3) und einem Digitalrechner (7), wobei der Digitalrechner (7) mit der Handhabungsvorrichtung (6) gekoppelt ist, die Handhabungsvorrichtung (6) umfassend:
 - eine Basis (8);
 - ein Karussell (11);
 - eine Schwinge (13);
 - ein Arm (15);
 - eine Hand (17);
 - ein Finger (19);
 - ein Prüfkopfträger (21,
- Bereitstellen eines Digitalrechners (7), wobei der Digitalrechner (7) mit der Ultraschall-Prüfanlage (1) gekoppelt ist und zum Steuern der Ultraschall-Prüfanlage (1) dient;
- Bereitstellen des Bauteiles (2), welches mit der Ultraschall-Prüfanlage (1) zu prüfen ist;
- Prüfen des Bauteiles (2) mittels der Ultraschall-Prüfanlage (1), wobei der Ultraschallprüfkopf (3) während des Prüfvorganges relativ zum Bauteil (2) bewegt wird, wobei die Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) durch den Digitalrechner (7) gesteuert wird.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils, sowie eine Ultraschall-Prüfanlage zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils.

Die EP4256318A1 offenbart eine Ultraschall-Prüfvorrichtung zum Zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils, aufweisend: einen Ultraschallprüfkopf, eine Flüssigkeitsdüse mit einem Flüssigkeitseinlass, mit einem Flüssigkeitsauslass und mit einer sich zum Flüssigkeitsauslass hin verjüngenden Innenfläche.

Die EP4256318A1 weist den Nachteil auf, dass komplexe Bauteile nur eingeschränkt geprüft werden können.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils, sowie eine Ultraschall-Prüfanlage zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils zur Verfügung zu stellen, mittels derer Bauteile verbessert geprüft werden können.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den Ansprüchen gelöst.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer Ultraschall-Prüfanlage mit einem Ultraschallprüfkopf mit einer Flüssigkeitsdüse und mit einer Handhabungsvorrichtung zum Bewegen des Ultraschallprüfkopfes und einem Digitalrechner, wobei der Digitalrechner mit der Handhabungsvorrichtung gekoppelt ist und zum Steuern und/oder Regeln der Handhabungsvorrichtung dient, die Handhabungsvorrichtung umfassend:

→ eine Basis;

- ein Karussell, welches um eine erste Rotationsachse drehbar an der Basis gelagert ist;
- eine Schwinge, welche um eine zweite Rotationsachse schwenkbar am Karussell gelagert ist, wobei die zweite Rotationsachse orthogonal zur ersten Rotationsachse angeordnet ist;
- ein Arm, welcher um eine dritte Rotationsachse schwenkbar an der Schwinge gelagert ist, wobei die dritte Rotationsachse parallel zur zweiten Rotationsachse ausgebildet ist;
- eine Hand, welche um eine vierte Rotationsachse drehbar am Arm gelagert ist, wobei die vierte Rotationsachse in Längsrichtung des Armes verläuft und orthogonal zur dritten Rotationsachse angeordnet ist;
- ein Finger, welcher um eine fünfte Rotationsachse schwenkbar an der Hand gelagert ist, wobei die fünfte Rotationsachse orthogonal zur vierten Rotationsachse angeordnet ist;
- ein Prüfkopfträger, welche um eine sechste Rotationsachse drehbar am Finger gelagert ist, wobei die sechste Rotationsachse in Längsrichtung des Fingers verläuft und orthogonal zur fünften Rotationsachse angeordnet ist, wobei der Ultraschallprüfkopf um eine siebte Rotationsachse schwenkbar am Prüfkopfträger gelagert ist, wobei die siebte Rotationsachse orthogonal zur sechsten Rotationsachse angeordnet ist,
- Bereitstellen eines Digitalrechners, wobei der Digitalrechner mit der Ultraschall-Prüfanlage gekoppelt ist und zum Steuern und/oder Regeln der Ultraschall-Prüfanlage dient;
- Bereitstellen des Bauteiles, welches mit der Ultraschall-Prüfanlage zu prüfen ist;
- Prüfen des Bauteiles mittels der Ultraschall-Prüfanlage, wobei der Ultraschallprüfkopf während des Prüfvorganges relativ zum Bauteil bewegt wird, wobei die Bewegung des Ultraschallprüfkopfes durch den Digitalrechner gesteuert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren bringt den Vorteil mit sich, dass durch die vielfältigen Positionierungsmöglichkeiten der Ultraschallprüfanlage auch komplexe Bauteile geprüft werden können. Insbesondere durch die Schwenkbarkeit des Ultraschallprüfkopfes um die siebte Rotationsachse kann erreicht werden, dass auch

in beengten Platzverhältnissen eine entsprechende Prüfung von Bauteilen erreicht werden kann.

Als Prüfungsvorgang im Sinne dieses Dokumentes wird eine Unterbrechungsfrei durchgängige Prüfung des Bauteiles gesehen. Die Prüfung des Bauteiles kann sich aus mehreren Prüfungsvorgängen zusammensetzen.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Bauteil mittels einer Haltevorrichtung in der Ultraschall-Prüfanlage in Position gehalten wird.

Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn bei der Bewegung des Ultraschallprüfkopfes während des Prüfungsvorganges zumindest eine der Rotationsachsen gesperrt ist und diese gesperrte Bewegungsmöglichkeit durch die restlichen Rotationsachsen und/oder Linearachse ausgeglichen wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die benötigte Rechenleistung beim Durchführen der Verfahrensbewegung während des Prüfungsvorganges reduziert werden kann. Hierbei können in der Steuerung jene beiden Roboterbauteile deren Rotationsmöglichkeit zueinander gesperrt ist, als einzelnes Roboterbauteil betrachtet werden. Je nach Sperrstellung können hierbei die geometrischen Verhältnisse dieses einzelnen Roboterbauteils verändert werden. Insbesondere kann die geometrische Struktur des Roboterbauteils an die geometrischen Verhältnisse im zu prüfenden Bauteil angepasst werden, um eine gute Erreichbarkeit aller zu prüfenden Oberflächen innerhalb des zu prüfenden Bauteils zu gewährleisten.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die vierte Rotationsachse und/oder die fünfte Rotationsachse gesperrt ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass besonders ein Sperren dieser Rotationsachsen wenig Einschränkungen während des Prüfungsvorganges mit sich bringt und somit einfach handzuhaben ist.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die während des Prüfungsvorganges gesperrte Rotationsachse vor dem Start des Prüfungsvorganges derart positioniert wird, dass die zur Bewegung verbleibenden Rotationsachsen, die für den Prüfungsvorgang notwendigen Bewegungen übernehmen können. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass trotz Sperren der Rotationsachsen der Ultraschallprüfkopf im richtigen Winkel

an die Oberfläche des zu prüfenden Bauteils herangeführt werden kann um eine gute Prüfbarkeit und Zugänglichkeit des zu prüfenden Bauteils zu erreichen.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass zwischen einzelnen Prüfvorgängen die während des Prüfvorganges gesperrte Rotationsachse umpositioniert wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Geometrie des Roboterbauteils, welches aus zwei zueinander gesperrten Robotererelementen besteht, angepasst werden kann, um eine gute Prüfbarkeit des zu prüfenden Bauteils zu erreichen.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass während des Prüfvorganges die vierte Rotationsachse und die fünfte Rotationsachse gesperrt sind, wobei im Digitalrechner die Hand als starrer Teil des Armes berechnet wird und der Finger als starrer Teil der Hand berechnet wird, wobei die sechste Rotationsachse im Digitalrechner als vierte Rotationsachse behandelt wird und die siebte Rotationsachse im Digitalrechner als fünfte Rotationsachse behandelt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Ultraschallprüfanlage insgesamt ausreichend Freiheitsgrade aufweist, um viele komplexe Bauteile prüfen zu können.

Durch die Verlagerung der entsprechenden Rotationsachsen kann die komplexe siebenachsige Ultraschallprüfanlage durch eine vergleichsweise einfache Programmlogik bzw. einen einfachen Digitalrechner gesteuert werden, welcher während dem Prüfvorgang nur fünf Bewegungsachsen ansteuern muss. Insbesondere das Steuern und/oder Regeln der einzelnen Winkelstellungen der Roboterbauteile bezüglich der Rotationsachsen zueinander während des Prüfvorganges erfordert eine hohe Rechenleistung.

Durch die obig genannten Maßnahmen hat der Gesamtaufbau der Ultraschall-Prüfanlage während des Prüfvorganges nur fünf Rotationsachsen zur Verfügung. Da die Flüssigkeitsdüse einen kreisrunden Querschnitt aufweist und der austretende Wasserstrahl somit rotationssymmetrisch ist, kann eine sechste Rotationsachse entfallen, was zur weiteren Verringerung von Rechenleistung führt.

Ferner kann es zweckmäßig sein, dass die Ultraschall-Prüfanlage einen zweiten Ultraschallprüfkopf mit einer zweiten Flüssigkeitsdüse und mit einer zweiten Handhabungsvorrichtung zum Bewegen des zweiten Ultraschallprüfkopfes aufweist, wobei das Bauteil während dem Prüfvorgang zwischen dem Ultraschallprüfkopf und dem zweiten Ultraschallprüfkopf positioniert ist und wobei der Ultraschallprüfkopf und der zweite Ultraschallprüfkopf gemeinsam bewegt werden, sodass ein Wasserstrahl des Ultraschallprüfkopfes und ein zweiter Wasserstrahl des zweiten Ultraschallprüfkopfes aneinander unmittelbar gegenüberliegenden Seiten des Bauteiles auftreffen, wobei die Bewegung des zweiten Ultraschallprüfkopfes durch den Digitalrechner vorgegeben wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass das zu prüfende Bauteil in einem sogenannten Durchschallverfahren geprüft werden kann. Hierbei kann ein Ultraschallprüfkopf als Sender verwendet werden und der zweite Ultraschallprüfkopf als Empfänger verwendet werden. Durch die beschriebenen Verfahrensschritte ist es möglich, eine möglichst exakte Prüfung des Bauteils vorzunehmen.

Unmittelbar gegenüberliegend im Sinne dieses Dokumentes bedeutet im kürzesten Abstand eines ersten Auftreffpunktes an einer ersten Seite des Bauteiles zu einem zweiten Auftreffpunkt an einer zweiten Seite des Bauteiles.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass während des Prüfvorganges der Ultraschallprüfkopf in einem konstanten ersten Abstand zu einer ersten Seite des Bauteiles geführt wird und der zweite Ultraschallprüfkopf in einem konstanten zweiten Abstand zu einer zweiten Seite des Bauteiles geführt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme ein exaktes Prüfergebnis der Ultraschallprüfung erreicht werden kann.

Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn während des Prüfvorganges der Ultraschallprüfkopf und der zweite Ultraschallprüfkopf bei Bauteilen mit variabler Dicke in einem variablen Abstand zueinander geführt werden. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass auch bei Bauteilen mit variabler Dicke die beiden Ultraschallprüfköpfe in einem konstanten Abstand zur jeweiligen Seite des Bauteils geführt werden können. Somit können auch Bauteile mit variabler Dicke mit einer hohen Genauigkeit geprüft werden.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Flüssigkeitsdüse des Ultraschallprüfkopfes und die zweite Flüssigkeitsdüse des zweiten Ultraschallprüfkopfes während des Prüfvorganges nicht unmittelbar aufeinander gerichtet sind, sondern eine schwerkraftbedingte Ablenkung des Wasserstrahles und des zweiten Wasserstrahles bei der Führung des Ultraschallprüfkopfes und des zweiten Ultraschallprüfkopfes in der Steuerung der Bewegung des Ultraschallprüfkopfes und des zweiten Ultraschallprüfkopfes berücksichtigt wird.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Basis entlang einer Linearachse verschiebbar an einem Unterbau aufgenommen ist und während des Prüfvorganges die Basis entlang der Linearachse relativ zum Unterbau verschoben wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass besonders bei langen Bauteilen mit einer hohen Längserstreckung der zu prüfenden Oberfläche die komplette Bauteilgeometrie einfach geprüft werden kann.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass der Ultraschallprüfkopf während des Prüfvorganges in einer Bewegung entlang einer Bewegungslinie relativ zum Bauteil bewegt wird, wobei die Bewegung während des Prüfvorganges ausschließlich durch Verschieben der Basis entlang der Linearachse relativ zum Unterbau erfolgt, wobei die Bewegungslinie parallel zur Linearachse liegt. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass während des Prüfvorganges ausschließlich die Linearachse bewegt werden muss und somit die benötigte Rechenleistung möglichst gering gehalten werden kann. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass das zu prüfende Bauteil dementsprechend positioniert wird, um eine derartige Bewegung entlang der Bewegungslinie zu ermöglichen.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Ultraschall-Prüfanlage zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils umfassend:

- einen Ultraschallprüfkopf mit einer Flüssigkeitsdüse;
 - eine Handhabungsvorrichtung zum Bewegen des Ultraschallprüfkopfes,
 - ein Digitalrechner, wobei der Digitalrechner mit der Handhabungsvorrichtung gekoppelt ist und zum Steuern und/oder Regeln der Handhabungsvorrichtung dient
- die Handhabungsvorrichtung umfassend:

→ eine Basis;

→ ein Karussell, welches um eine erste Rotationsachse drehbar an der Basis gelagert ist;

→ eine Schwinge, welche um eine zweite Rotationsachse schwenkbar am Karussell gelagert ist, wobei die zweite Rotationsachse orthogonal zur ersten Rotationsachse angeordnet ist;

→ ein Arm, welcher um eine dritte Rotationsachse schwenkbar an der Schwinge gelagert ist, wobei die dritte Rotationsachse parallel zur zweiten Rotationsachse ausgebildet ist;

→ eine Hand, welche um eine vierte Rotationsachse drehbar am Arm gelagert ist, wobei die vierte Rotationsachse in Längsrichtung des Armes verläuft und orthogonal zur dritten Rotationsachse angeordnet ist;

→ ein Finger, welcher um eine fünfte Rotationsachse schwenkbar an der Hand gelagert ist, wobei die fünfte Rotationsachse orthogonal zur vierten Rotationsachse angeordnet ist;

→ ein Prüfkopfträger, welche um eine sechste Rotationsachse drehbar am Finger gelagert ist, wobei die sechste Rotationsachse in Längsrichtung des Fingers verläuft und orthogonal zur fünften Rotationsachse angeordnet ist,

wobei der Ultraschallprüfkopf um eine siebte Rotationsachse schwenkbar am Prüfkopfträger gelagert ist, wobei die siebte Rotationsachse orthogonal zur sechsten Rotationsachse angeordnet ist,

wobei der Digitalrechner Befehle umfasst, die die Ultraschall-Prüfanlage zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche veranlassen.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn ein zweiter Ultraschallprüfkopf mit einer zweiten Flüssigkeitsdüse und mit einer zweiten Handhabungsvorrichtung zum Bewegen des zweiten Ultraschallprüfkopfes ausgebildet ist, wobei der zweite Ultraschallprüfkopf derart positioniert ist, dass das Bauteil während dem Prüfvorgang zwischen dem Ultraschallprüfkopf und dem zweiten Ultraschallprüfkopf positionierbar ist und wobei der Ultraschallprüfkopf und der zweite Ultraschallprüfkopf gemeinsam bewegbar sind und mit dem Digitalrechner gekoppelt sind. Dies bringt

den Vorteil mit sich, dass das zu prüfende Bauteil in einem sogenannten Durchschallverfahren geprüft werden kann. Durch die beschriebenen Verfahrensschritte ist es möglich, eine möglichst exakte Prüfung des Bauteils vorzunehmen.

Erfindungsgemäß kann ein Computerimplementiertes Verfahren zur Optimierung der Positionierung der Handhabungsvorrichtung und des Bauteiles während dem Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils nach Anspruch 1 vorgesehen sein. Mittels des Digitalrechners kann

- die erforderliche Lage und Orientierung des Bauteiles vorberechnet und optimiert werden, sodass die Handhabungsvorrichtung während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils möglichst wenig komplexe Bewegungen durchführen muss und/oder,
- die erforderliche Ausrichtung von gesperrten Rotationsachsen der Handhabungsvorrichtung vorberechnet und optimiert wird, sodass die gesperrten Rotationsachsen der Handhabungsvorrichtung während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils möglichst wenig umpositioniert werden müssen oder die Handhabungsvorrichtung während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils möglichst wenig komplexe Bewegungen durchführen muss.

Die Ultraschall-Prüfanlage kann folgendermaßen für die Funktion zweckmäßig sein: Ein Ultraschall-Transducer des Ultraschallprüfkopfes sendet Ultraschallwellen aus, die durch einen Flüssigkeitsstrahl der Flüssigkeitsdüse auf das Bauteil übertragen werden. Der Flüssigkeitsstrahl wird durch die Flüssigkeitsdüse geformt, wobei die Flüssigkeitsdüse vor dem Transducer am Gehäuse des Ultraschallprüfkopfes befestigt ist. In einer ersten Ausführung können die reflektierten Ultraschallwellen an demselben Ultraschall-Transducer wieder empfangen werden. Dies kann als „puls echo mode“ bezeichnet werden.

In einer zweiten Ausführung treten die Ultraschallwellen durch das Bauteil durch und werden über den zweiten Flüssigkeitsstrahl einem Empfänger-Transducer des zweiten Ultraschallprüfkopfes zugeführt. Dies kann als „through transmission mode“ bezeichnet werden.

Die eintreffenden Ultraschallwellen werden am Ultraschall-Transducer oder am Empfänger-Transducer in ein elektrisches Signal umgewandelt, das im Digitalrechner ausgewertet wird.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Ultraschall-Prüfanlage in einer perspektivischen Ansicht;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung des ersten Ausführungsbeispiels der Ultraschall-Prüfanlage mit gesperrten Achsen in einer perspektivischen Ansicht;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Ultraschall-Prüfanlage mit zwei Ultraschallprüfköpfen in einer perspektivischen Ansicht;
- Fig. 4 ein Detail des zweiten Ausführungsbeispiels der Ultraschall-Prüfanlage mit zwei Ultraschallprüfköpfen in einer Seitenansicht.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Ultraschall-Prüfanlage 1. Die Ultraschall-Prüfanlage 1 dient zum zerstörungsfreien Prüfen eines zu prüfenden Bauteils 2.

Die Ultraschall-Prüfanlage 1 kann einen Ultraschallprüfkopf 3 umfassen. Der Ultraschallprüfkopf 3 kann eine Flüssigkeitsdüse 4 aufweisen. Die Flüssigkeitsdüse 4 kann zum Abgeben eines Wasserstrahles 5 dienen. Insbesondere kann hier spezielles Prüfwasser, wie Osmose-Wasser bzw. destilliertes Wasser verwendet werden. Der Wasserstrahl 5 kann zum Ankoppeln des Ultraschallprüfkopfes 3 mit dem zu prüfenden Bauteil 2, insbesondere zur Schallübertragung dienen.

Weiters kann vorgesehen sein, dass der Ultraschallprüfkopf 3 an einer Handhabungsvorrichtung 6 angeordnet ist. Die Handhabungsvorrichtung 6 kann zum Führen des Ultraschallprüfkopfes 3 dienen. Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Digitalrechner 7 ausgebildet ist, welcher mit der Handhabungsvorrichtung 6 gekoppelt sein kann und zum Steuern und/oder Regeln der Handhabungsvorrichtung 6 dienen kann. Weiters kann auch vorgesehen sein, dass der Digitalrechner 7 mit dem Ultraschallprüfkopf 3 gekoppelt ist und zum Auswerten der Messergebnisse des Ultraschallprüfkopfes 3 dient.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Handhabungsvorrichtung 6 eine Basis 8 aufweist. Die Basis 8 kann um eine Linearachse 9 an einem Unterbau 10 verschiebbar aufgenommen sein. Natürlich können entsprechende nicht dargestellte Führungen ausgebildet sein, mittels welcher die Basis 8 am Unterbau 10 entlang der Linearachse 9 verschiebbar aufgenommen ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Karussell 11 ausgebildet ist, wobei das Karussell 11 um eine erste Rotationsachse 12 drehbar an der Basis 8 aufgenommen sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die erste Rotationsachse 12 vertikal ausgebildet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Schwinge 13 ausgebildet ist, welche um eine zweite Rotationsachse 14 schwenkbar am Karussell 11 angeordnet sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die zweite Rotationsachse 14 orthogonal zur ersten Rotationsachse 12 angeordnet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Rotationsachse 14 horizontal ausgerichtet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass an der Schwinge 13 ein Arm 15 angeordnet ist, wobei der Arm 15 um eine dritte Rotationsachse 16 schwenkbar an der Schwinge 13 aufgenommen sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Schwinge an einem ersten Längsende mit dem Karussell 11 gekoppelt ist und an einem zweiten Längsende mit dem Arm 15 gekoppelt ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Rotationsachse 14 und die dritte Rotationsachse 16 in einem Abstand zueinander angeordnet sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die zweite Rotationsachse 14 und die dritte Rotationsachse 16 parallel zueinander angeordnet sind. Weiters kann vorgesehen sein, dass die dritte Rotationsachse 16 horizontal angeordnet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Hand 17 ausgebildet ist, welche um eine vierte Rotationsachse 18 drehbar am Arm 15 angeordnet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die vierte Rotationsachse 18 orthogonal zur dritten Rotationsachse 16 angeordnet ist. Die vierte Rotationsachse 18 kann sich entlang einer Längserstreckung des Armes 15 erstrecken. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass ein erstes Längsende des Armes 15 mit der Schwinge 13 gekoppelt ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass ein zweites Längsende des Armes 15 mit der Hand 17 gekoppelt ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Hand 17 als Fortsatz des Armes 15 ausgebildet ist und um die vierte Rotationsachse 18 drehbar ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Finger 19 ausgebildet ist, welcher um eine fünfte Rotationsachse 20 schwenkbar mit der Hand 17 gekoppelt sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die fünfte Rotationsachse 20 orthogonal zur vierten Rotationsachse 18 angeordnet ist. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Hand 17 U-förmig bzw. in Form einer Gabel ausgebildet ist und der Finger 19 zwischen den beiden Schenkeln angeordnet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Prüfkopfträger 21 ausgebildet ist, welcher um eine sechste Rotationsachse 22 drehbar am Finger 19 angeordnet sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Prüfkopfträger 21 lösbar mit dem Finger 19 gekoppelt ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass zwischen dem

Prüfkopfträger 21 und dem Finger 19 eine Schnellwechselkupplung ausgebildet ist.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich die sechste Rotationsachse 22 in Längsrichtung des Fingers 19 erstreckt.

Weiters kann vorgesehen sein, dass der Ultraschallprüfkopf 3 um eine siebte Rotationsachse 23 schwenkbar am Prüfkopfträger 21 angeordnet ist.

Fig. 2 zeigt die Ultraschall-Prüfanlage 1 des ersten Ausführungsbeispiels nach Fig. 1 in einem weiteren Betriebszustand. Im Betriebszustand nach Fig. 2 können während des Prüfvorganges die vierte Rotationsachse 18 und die fünfte Rotationsachse 20 gesperrt sein. In der Steuerung können die Hand 17 und der Finger 19 somit starr mit dem Arm 15 verbunden angenommen werden. Aus Betrachtungsweise der Steuerung kann der Arm 15 somit eine größere Erstreckung aufweisen, wobei je nach Stellung der Hand 17 und des Fingers 19 die geometrischen Verhältnisse des Armes 15 eingestellt sind.

Aus Steuerungssicht kann hierbei die sechste Rotationsachse 22 so behandelt werden als wäre sie in einem herkömmlichen Schwenkarmroboter die vierte Rotationsachse. Die siebte Rotationsachse 23 kann hierbei so behandelt werden, als wäre sie in einem herkömmlichen Schwenkarmroboter die fünfte Rotationsachse. Bei dieser Betrachtungsweise kann die sechste Rotationsachse eines herkömmlichen Schwenkarmroboters entfallen, da eine Drehung der Flüssigkeitsdüse 4 um ihre eigene Achse nicht notwendig ist.

Das Ausführungsbeispiel der Ultraschall-Prüfanlage 1 kann derart ausgebildet sein, dass die reflektierten Ultraschallwellen an demselben Ultraschallprüfkopf 3 an welchem sie ausgesandt werden, auch wieder empfangen werden. Dies kann beispielsweise als Pulsechomode bezeichnet werden.

In der Fig. 3 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Ultraschall-Prüfanlage 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegan-

genen Fig. 1 und 2 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Fig. 1 und 2 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Ultraschall-Prüfanlage 1 den Ultraschallprüfkopf 3 bzw. die Handhabungsvorrichtung 6, wie sie bereits in Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben wurde, aufweist.

Zusätzlich kann ein zweiter Ultraschallprüfkopf 24 vorgesehen sein, welcher eine zweite Flüssigkeitsdüse 25 aufweist. Der zweite Ultraschallprüfkopf 24 kann mittels einer zweiten Handhabungsvorrichtung 26 bewegt bzw. gesteuert werden. Die zweite Handhabungsvorrichtung 26 kann einen ähnlichen Aufbau wie die Handhabungsvorrichtung 6 aufweisen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Handhabungsvorrichtung 6 und die zweite Handhabungsvorrichtung 26 baugleich ausgeführt sind. Aus diesem Grund wird auf eine detaillierte Beschreibung der zweiten Handhabungsvorrichtung 26 verzichtet, sondern wird auf die Beschreibung der Handhabungsvorrichtung 6 verwiesen. Der zweite Ultraschallprüfkopf 24 kann ebenfalls gleich ausgeführt sein oder baugleich ausgeführt sein wie der Ultraschallprüfkopf 3.

Auch ein Sperren der Achsen, wie dies in Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben wurde, ist für die Handhabungsvorrichtung 6 als auch für die zweite Handhabungsvorrichtung 26 möglich.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die zweite Flüssigkeitsdüse 25 zum Abgeben eines zweiten Wasserstrahles 27 ausgebildet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass der Wasserstrahl 5 auf eine erste Seite 28 des zu prüfenden Bauteiles 2 trifft. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der zweite Wasserstrahl 27 auf eine zweite Seite 29 des zu prüfenden Bauteiles 2 abgegeben wird.

Fig. 4 zeigt in einer Seitenansicht das zu prüfende Bauteil 2 mit dem Ultraschallprüfkopf 3 und der Flüssigkeitsdüse 4 sowie dem zweiten Ultraschallprüfkopf 24 und der zweiten Flüssigkeitsdüse 25. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Flüssigkeitsdüse 4 in einem ersten Abstand 30 zur ersten Seite 28

des Bauteiles 2 geführt wird. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Flüssigkeitsdüse 25 in einem zweiten Abstand 31 zur zweiten Seite 29 des Bauteiles 2 geführt wird. Der erste Abstand 30 und der zweite Abstand 31 können gleich groß sein. Das Bauteil 2 kann hierbei eine Dicke 32 aufweisen. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Flüssigkeitsdüse 4 und die zweite Flüssigkeitsdüse 25 derart positioniert sind, dass der Wasserstrahl 5 und der zweite Wasserstrahl 27 an einander direkt gegenüber liegenden Punkten des Bauteiles 2 auftreffen. Besonders wenn die erste Seite 28 und die zweite Seite 29 des Bauteils 2 nicht vertikal angeordnet sind, können hierbei die Flüssigkeitsdüse 4 zur ersten Seite 28 des Bauteiles 2 und die zweite Flüssigkeitsdüse 25 zur zweiten Seite 29 des Bauteiles 2 unterschiedliche Winkelstellungen aufweisen, sodass die unterschiedlichen Schwerkrafteinflüsse der nach oben spritzenden Düse und der nach unten spritzenden Düse entsprechend ausgeglichen werden.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden

bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenliste

1	Ultraschall-Prüfanlage	30	erster Abstand
2	Bauteil	31	zweiter Abstand
3	Ultraschallprüfkopf	32	Dicke
4	Flüssigkeitsdüse		
5	Wasserstrahl		
6	Handhabungsvorrichtung		
7	Digitalrechner		
8	Basis		
9	Linearachse		
10	Unterbau		
11	Karussell		
12	erste Rotationsachse		
13	Schwinge		
14	zweite Rotationsachse		
15	Arm		
16	dritte Rotationsachse		
17	Hand		
18	vierte Rotationsachse		
19	Finger		
20	fünfte Rotationsachse		
21	Prüfkopfträger		
22	sechste Rotationsachse		
23	siebte Rotationsachse		
24	zweiter Ultraschallprüfkopf		
25	zweite Flüssigkeitsdüse		
26	zweite Handhabungsvorrichtung		
27	zweiter Wasserstrahl		
28	erste Seite		
29	zweite Seite		

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils (2), umfassend die Verfahrensschritte:
 - Bereitstellen einer Ultraschall-Prüfanlage (1) mit einem Ultraschallprüfkopf (3) mit einer Flüssigkeitsdüse (4) und mit einer Handhabungsvorrichtung (6) zum Bewegen des Ultraschallprüfkopfes (3) und einem Digitalrechner (7), wobei der Digitalrechner (7) mit der Handhabungsvorrichtung (6) gekoppelt ist und zum Steuern der Handhabungsvorrichtung (6) dient, die Handhabungsvorrichtung (6) umfassend:
 - eine Basis (8);
 - ein Karussell (11), welches um eine erste Rotationsachse (12) drehbar an der Basis (8) gelagert ist;
 - eine Schwinge (13), welche um eine zweite Rotationsachse (14) schwenkbar am Karussell (11) gelagert ist, wobei die zweite Rotationsachse (14) orthogonal zur ersten Rotationsachse (12) angeordnet ist;
 - ein Arm (15), welcher um eine dritte Rotationsachse (16) schwenkbar an der Schwinge (13) gelagert ist, wobei die dritte Rotationsachse (16) parallel zur zweiten Rotationsachse (14) ausgebildet ist;
 - eine Hand (17), welche um eine vierte Rotationsachse (18) drehbar am Arm (15) gelagert ist, wobei die vierte Rotationsachse (18) in Längsrichtung des Armes (15) verläuft und orthogonal zur dritten Rotationsachse (16) angeordnet ist;
 - ein Finger (19), welcher um eine fünfte Rotationsachse (20) schwenkbar an der Hand (17) gelagert ist, wobei die fünfte Rotationsachse (20) orthogonal zur vierten Rotationsachse (18) angeordnet ist;
 - ein Prüfkopfträger (21), welcher um eine sechste Rotationsachse (22) drehbar am Finger (19) gelagert ist, wobei die sechste Rotationsachse (22) in Längsrichtung des Fingers (19) verläuft und orthogonal zur fünften Rotationsachse (20) angeordnet ist,
- wobei der Ultraschallprüfkopf (3) um eine siebte Rotationsachse (23) schwenkbar am Prüfkopfträger (21) gelagert ist, wobei die siebte Rotationsachse (23) orthogonal zur sechsten Rotationsachse (22) angeordnet ist,

- Bereitstellen eines Digitalrechners (7), wobei der Digitalrechner (7) mit der Ultraschall-Prüfanlage (1) gekoppelt ist und zum Steuern der Ultraschall-Prüfanlage (1) dient;
- Bereitstellen des Bauteiles (2), welches mit der Ultraschall-Prüfanlage (1) zu prüfen ist;
- Prüfen des Bauteiles (2) mittels der Ultraschall-Prüfanlage (1), wobei der Ultraschallprüfkopf (3) während des Prüfvorganges relativ zum Bauteil (2) bewegt wird, wobei die Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) durch den Digitalrechner (7) gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) während des Prüfvorganges zumindest eine der Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) gesperrt ist und diese gesperrte Bewegungsmöglichkeit durch die restlichen Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) und/oder Linearachse (9) ausgeglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vierte Rotationsachse (18) und/oder die fünfte Rotationsachse (20) gesperrt ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die während des Prüfvorganges gesperrte Rotationsachse (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) vor dem Start des Prüfvorganges derart positioniert wird, dass die zur Bewegung verbleibenden Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23), die für den Prüfvorgang notwendigen Bewegungen übernehmen können.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einzelnen Prüfvorgängen die während des Prüfvorganges gesperrte Rotationsachse (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) umpositioniert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass während des Prüfvorganges die vierte Rotationsachse (18) und die fünfte

Rotationsachse (20) gesperrt sind, wobei im Digitalrechner (7) die Hand (17) als starrer Teil des Armes (15) berechnet wird und der Finger (19) als starrer Teil der Hand (17) berechnet wird, wobei die sechste Rotationsachse (22) im Digitalrechner (7) als vierte Rotationsachse (18) behandelt wird und die siebte Rotationsachse (23) im Digitalrechner (7) als fünfte Rotationsachse (20) behandelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschall-Prüfanlage (1) einen zweiten Ultraschallprüfkopf (24) mit einer zweiten Flüssigkeitsdüse (25) und mit einer zweiten Handhabungsvorrichtung (26) zum Bewegen des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) aufweist, wobei das Bauteil (2) während dem Prüfvorgang zwischen dem Ultraschallprüfkopf (3) und dem zweiten Ultraschallprüfkopf (24) positioniert ist und wobei der Ultraschallprüfkopf (3) und der zweite Ultraschallprüfkopf (24) gemeinsam bewegt werden, sodass ein Wasserstrahl (5) des Ultraschallprüfkopfes (3) und ein zweiter Wasserstrahl (27) des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) aneinander unmittelbar gegenüberliegenden Seiten (28, 29) des Bauteiles (2) auftreffen, wobei die Bewegung des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) durch den Digitalrechner (7) vorgegeben wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass während des Prüfvorganges der Ultraschallprüfkopf (3) in einem konstanten ersten Abstand (30) zu einer ersten Seite (28) des Bauteiles (2) geführt wird und der zweite Ultraschallprüfkopf (24) in einem konstanten zweiten Abstand (31) zu einer zweiten Seite (29) des Bauteiles (2) geführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass während des Prüfvorganges der Ultraschallprüfkopf (3) und der zweite Ultraschallprüfkopf (24) bei Bauteilen (2) mit variabler Dicke (32) in einem variablen Abstand (31) zueinander geführt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeitsdüse (4) des Ultraschallprüfkopfes (3) und die zweite Flüssigkeitsdüse (25) des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) während des Prüfvorganges nicht unmittelbar aufeinander gerichtet sind, sondern eine schwerkraftbedingte Ablenkung des Wasserstrahles (5) und des zweiten Wasserstrahles (27) bei der Führung des Ultraschallprüfkopfes (3) und des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) in der Steuerung der Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) und des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) berücksichtigt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis (8) entlang einer Linearachse (9) verschiebbar an einem Unterbau (10) aufgenommen ist und während des Prüfvorganges die Basis (8) entlang der Linearachse (9) relativ zum Unterbau (10) verschoben wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschallprüfkopf (3) während des Prüfvorganges in einer Bewegung entlang einer Bewegungslinie relativ zum Bauteil (2) bewegt wird, wobei die Bewegung während des Prüfvorganges ausschließlich durch Verschieben der Basis (8) entlang der Linearachse (9) relativ zum Unterbau (10) erfolgt, wobei die Bewegungslinie parallel zur Linearachse (9) liegt.

13. Ultraschall-Prüfanlage (1) zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils (2) umfassend:

- einen Ultraschallprüfkopf (3) mit einer Flüssigkeitsdüse (4);
 - eine Handhabungsvorrichtung (6) zum Bewegen des Ultraschallprüfkopfes (3),
 - ein Digitalrechner (7), wobei der Digitalrechner (7) mit der Handhabungsvorrichtung (6) gekoppelt ist und zum Steuern der Handhabungsvorrichtung (6) dient
- die Handhabungsvorrichtung (6) umfassend:

- eine Basis (8);
- ein Karussell (11), welches um eine erste Rotationsachse (12) drehbar an der Basis (8) gelagert ist;
- eine Schwinge (13), welche um eine zweite Rotationsachse (14) schwenkbar

am Karussell (11) gelagert ist, wobei die zweite Rotationsachse (14) orthogonal zur ersten Rotationsachse angeordnet ist;

→ ein Arm (15), welcher um eine dritte Rotationsachse (16) schwenkbar an der Schwinge (13) gelagert ist, wobei die dritte Rotationsachse (16) parallel zur zweiten Rotationsachse ausgebildet ist;

→ eine Hand (17), welche um eine vierte Rotationsachse (18) drehbar am Arm (15) gelagert ist, wobei die vierte Rotationsachse (18) in Längsrichtung des Armes (15) verläuft und orthogonal zur dritten Rotationsachse angeordnet ist;

→ ein Finger (19), welcher um eine fünfte Rotationsachse (20) schwenkbar an der Hand (17) gelagert ist, wobei die fünfte Rotationsachse (20) orthogonal zur vierten Rotationsachse angeordnet ist;

→ ein Prüfkopfträger (21), welcher um eine sechste Rotationsachse (22) drehbar am Finger (19) gelagert ist, wobei die sechste Rotationsachse (22) in Längsrichtung des Fingers (19) verläuft und orthogonal zur fünften Rotationsachse angeordnet ist,

wobei der Ultraschallprüfkopf (3) um eine siebte Rotationsachse (23) schwenkbar am Prüfkopfträger (21) gelagert ist, wobei die siebte Rotationsachse (23) orthogonal zur sechsten Rotationsachse angeordnet ist,

wobei der Digitalrechner (7) Befehle umfasst, die die Ultraschall-Prüfanlage (1) zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche veranlassen.

14. Ultraschall-Prüfanlage (1) nach Anspruch 13 dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Ultraschallprüfkopf (24) mit einer zweiten Flüssigkeitsdüse (25) und mit einer zweiten Handhabungsvorrichtung (26) zum Bewegen des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) ausgebildet ist, wobei der zweite Ultraschallprüfkopf (24) derart positioniert ist, dass das Bauteil (2) während dem Prüfvorgang zwischen dem Ultraschallprüfkopf (3) und dem zweiten Ultraschallprüfkopf (24) positionierbar ist und wobei der Ultraschallprüfkopf (3) und der zweite Ultraschallprüfkopf (24) gemeinsam bewegbar sind und mit dem Digitalrechner (7) gekoppelt sind.

15. Computerimplementiertes Verfahren zur Optimierung der Positionierung der Handhabungsvorrichtung (6) und des Bauteiles (2) während dem Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Digitalrechners (7)

- die erforderliche Lage und Orientierung des Bauteiles (2) vorberechnet und optimiert wird, sodass die Handhabungsvorrichtung (6) während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils (2) möglichst wenig komplexe Bewegungen durchführen muss und/oder,

- die erforderliche Ausrichtung von gesperrten Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) der Handhabungsvorrichtung (6) vorberechnet und optimiert wird, sodass die gesperrten Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) der Handhabungsvorrichtung (6) während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils (2) möglichst wenig umpositioniert werden müssen oder die Handhabungsvorrichtung (6) während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils (2) möglichst wenig komplexe Bewegungen durchführen muss.

Fig.1

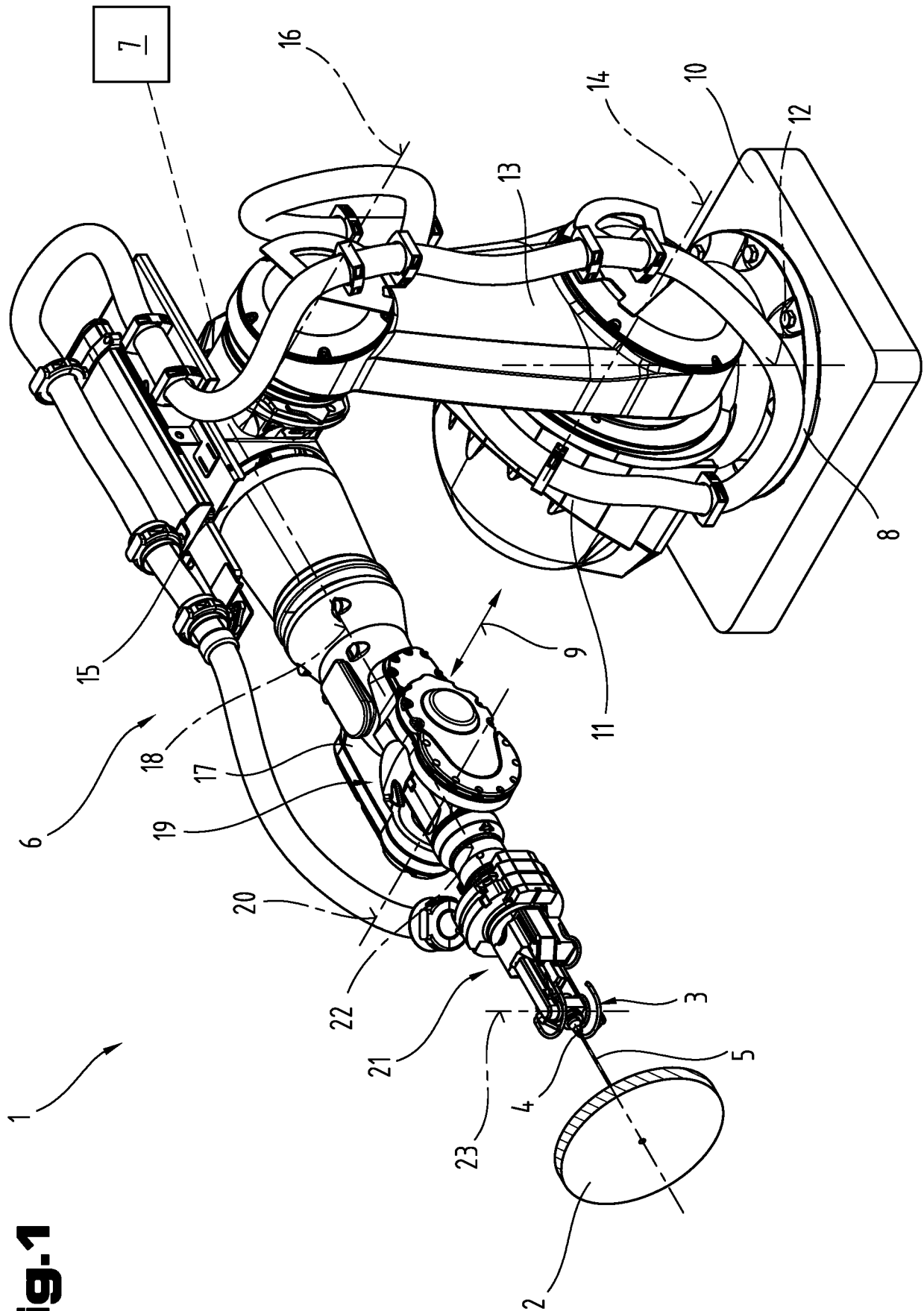


Fig.2

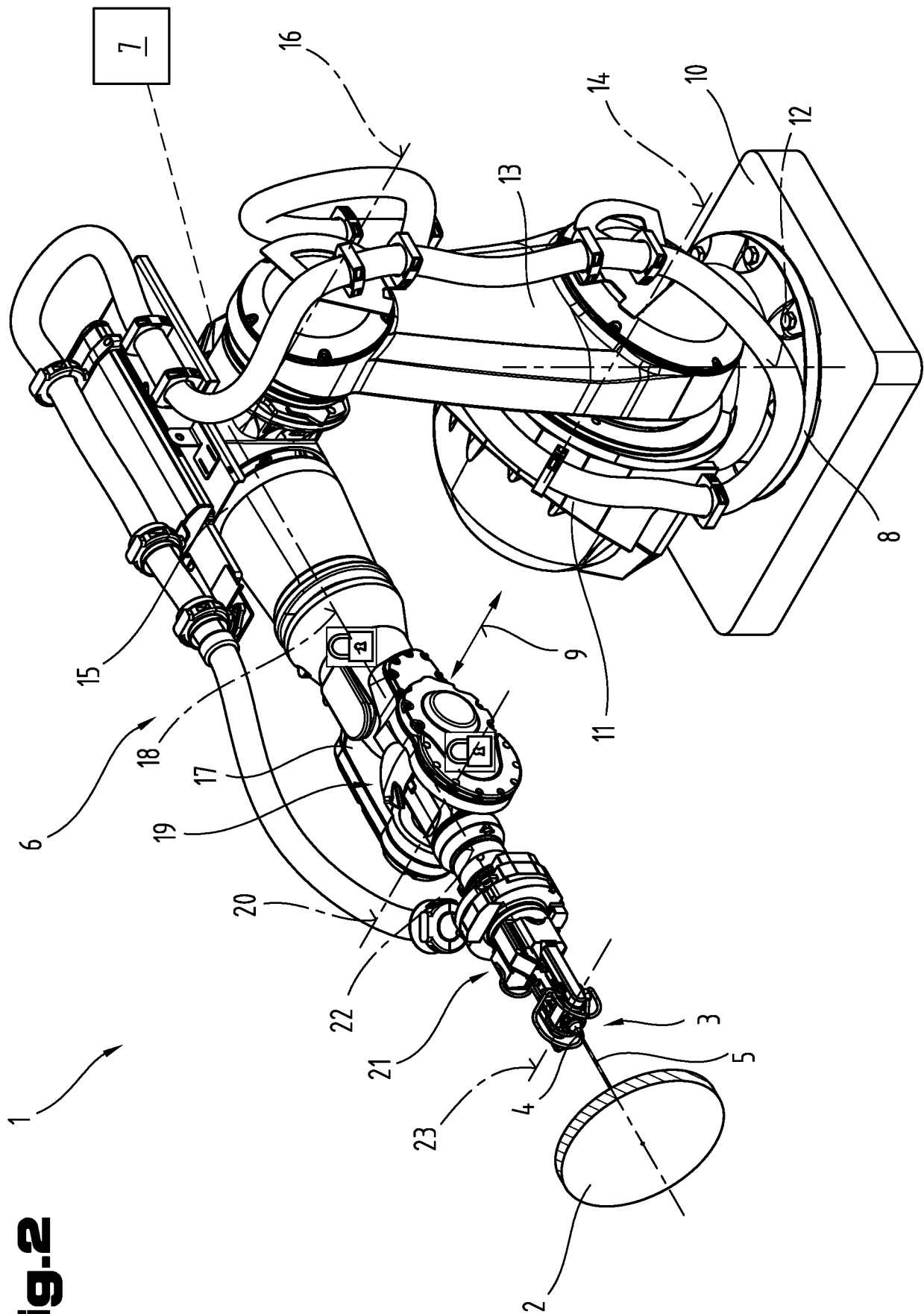
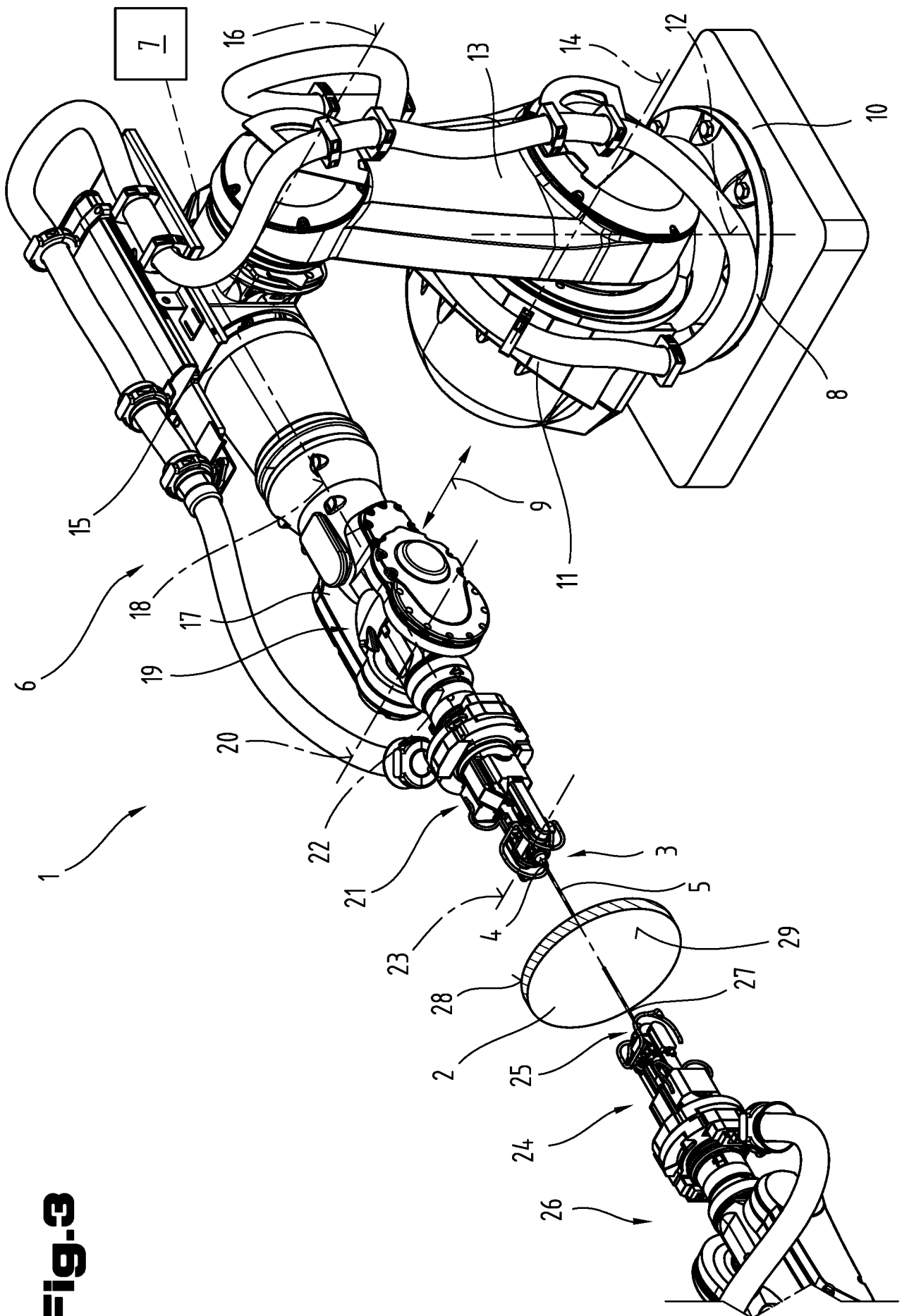
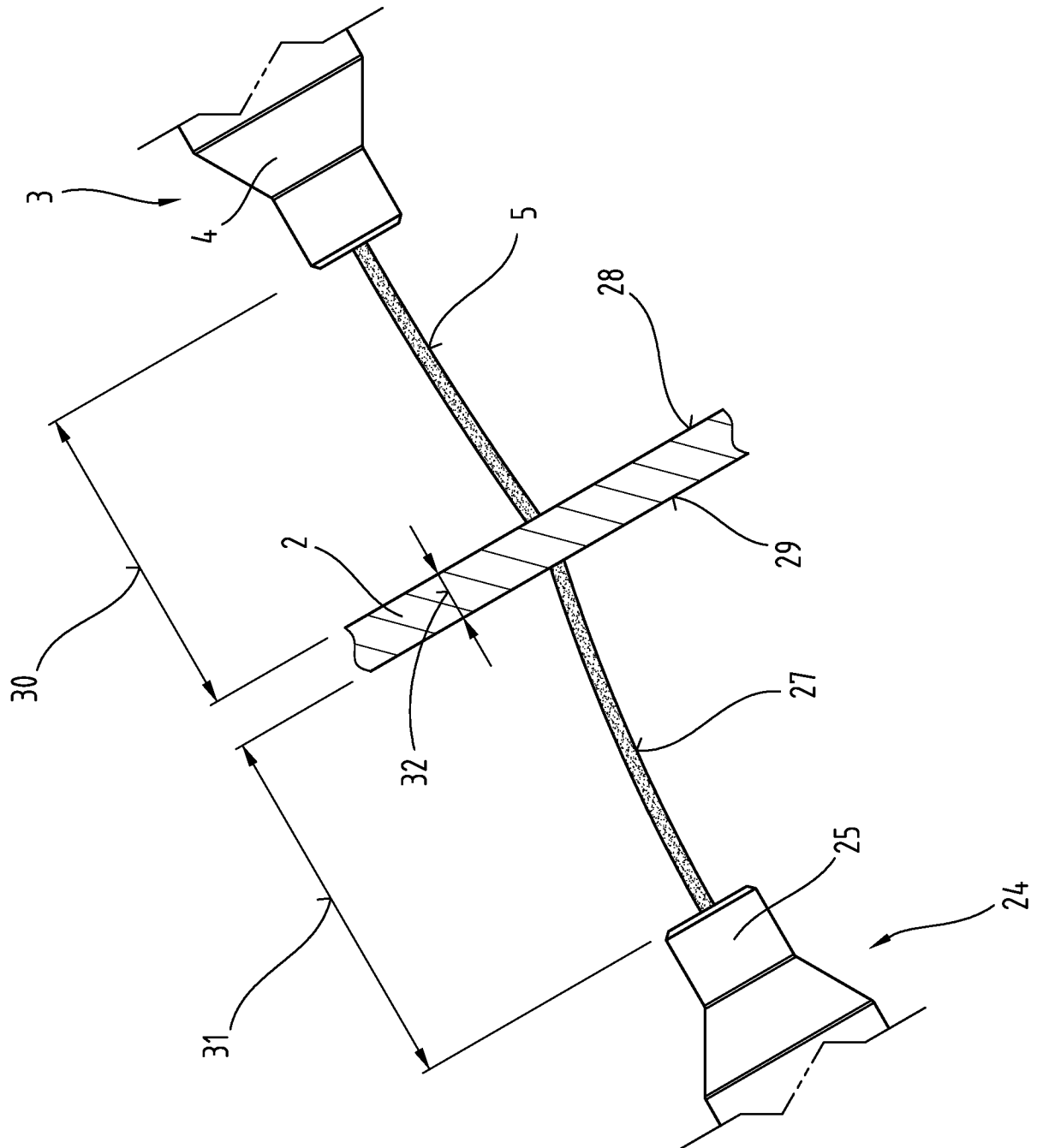


Fig. 3



Fill Gesellschaft m.b.H.

Fig.4



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
G01N 29/265 (2006.01); B25J 9/08 (2006.01); B25J 19/02 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
G01N 29/265 (2013.01); B25J 9/08 (2013.01); B25J 19/02 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
G01N, B25J

Konsultierte Online-Datenbank:
KIME

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 06.12.2023 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2021302391 A1 (FRANZEN ANDREAS) 30. September 2021 (30.09.2021) Gesamtes Dokument. Insbesondere Figur 1 und die Absätze [0047]-[0052] und [0070]	1, 7-15
Y		2-6
Y	CN 115805587 A (CHENGDU KANUOPU ROBOT TECH CO LTD) 17. März 2023 (17.03.2023) Figur 3 und Abschnitt "Background Technique" auf Seite 1. (übersetzt) [online] [abgerufen am 21.08.2024]. Abgerufen von AbS: KIME	2-6
A	CN 114789437 A (SHANGHAI QINGYUN ROBOT CO LTD) 26. Juli 2022 (26.07.2022) Gesamtes Dokument. Insbesondere Figuren 1-3 samt jeweiligen Figurenbeschreibungen. (übersetzt) [online] [abgerufen am 21.08.2024]. Abgerufen von AbS: KIME	1, 13
A	CN 113866271 A (AVIC COMPOSITE CORP LTD) 31. Dezember 2021 (31.12.2021) Gesamtes Dokument. Insbesondere Figuren 1 und 2 samt den jeweiligen Figurenbeschreibungen. (übersetzt) [online] [abgerufen am DD.MM.YYYY]. Abgerufen von AbS: KIME	1, 13
A	EP 2132560 B1 (LOCKHEED CORP) 27. November 2013 (27.11.2013) Gesamtes Dokument. Insbesondere Figur 1 samt zugehöriger Beschreibung.	1, 13

Datum der Beendigung der Recherche:
21.08.2024

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

LEHNER Johanna

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P** Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils (2), umfassend die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer Ultraschall-Prüfanlage (1) mit einem Ultraschallprüfkopf (3) mit einer Flüssigkeitsdüse (4) und mit einer Handhabungsvorrichtung (6) zum Bewegen des Ultraschallprüfkopfes (3) und einem Digitalrechner (7), wobei der Digitalrechner (7) mit der Handhabungsvorrichtung (6) gekoppelt ist und zum Steuern der Handhabungsvorrichtung (6) dient, die Handhabungsvorrichtung (6) umfassend:

- eine Basis (8);
 - ein Karussell (11), welches um eine erste Rotationsachse (12) drehbar an der Basis (8) gelagert ist;
 - eine Schwinge (13), welche um eine zweite Rotationsachse (14) schwenkbar am Karussell (11) gelagert ist, wobei die zweite Rotationsachse (14) orthogonal zur ersten Rotationsachse (12) angeordnet ist;
 - ein Arm (15), welcher um eine dritte Rotationsachse (16) schwenkbar an der Schwinge (13) gelagert ist, wobei die dritte Rotationsachse (16) parallel zur zweiten Rotationsachse (14) ausgebildet ist;
 - eine Hand (17), welche um eine vierte Rotationsachse (18) drehbar am Arm (15) gelagert ist, wobei die vierte Rotationsachse (18) in Längsrichtung des Armes (15) verläuft und orthogonal zur dritten Rotationsachse (16) angeordnet ist;
 - ein Finger (19), welcher um eine fünfte Rotationsachse (20) schwenkbar an der Hand (17) gelagert ist, wobei die fünfte Rotationsachse (20) orthogonal zur vierten Rotationsachse (18) angeordnet ist;
 - ein Prüfkopfträger (21), welcher um eine sechste Rotationsachse (22) drehbar am Finger (19) gelagert ist, wobei die sechste Rotationsachse (22) in Längsrichtung des Fingers (19) verläuft und orthogonal zur fünften Rotationsachse (20) angeordnet ist,
- wobei der Ultraschallprüfkopf (3) um eine siebte Rotationsachse (23) schwenkbar am Prüfkopfträger (21) gelagert ist, wobei die siebte Rotationsachse (23) orthogonal zur sechsten Rotationsachse (22) angeordnet ist,

- Bereitstellen des Digitalrechners (7), wobei der Digitalrechner (7) mit der Ultraschall-Prüfanlage (1) gekoppelt ist und zum Steuern der Ultraschall-Prüfanlage (1) dient;
 - Bereitstellen des Bauteiles (2), welches mit der Ultraschall-Prüfanlage (1) zu prüfen ist;
 - Prüfen des Bauteiles (2) mittels der Ultraschall-Prüfanlage (1), wobei der Ultraschallprüfkopf (3) während des Prüfvorganges relativ zum Bauteil (2) bewegt wird, wobei die Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) durch den Digitalrechner (7) gesteuert wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- bei der Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) während des Prüfvorganges zumindest eine der Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) gesperrt ist und diese gesperrte Bewegungsmöglichkeit durch die restlichen Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) und/oder Linearachse (9) ausgeglichen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die vierte Rotationsachse (18) und/oder die fünfte Rotationsachse (20) gesperrt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die während des Prüfvorganges gesperrte Rotationsachse (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) vor dem Start des Prüfvorganges derart positioniert wird, dass die zur Bewegung verbleibenden Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23), die für den Prüfvorgang notwendigen Bewegungen übernehmen können.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einzelnen Prüfvorgängen die während des Prüfvorganges gesperrte Rotationsachse (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) umpositioniert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass während des Prüfvorganges die vierte Rotationsachse (18) und die fünfte Rotationsachse (20) gesperrt sind, wobei im Digitalrechner (7) die Hand (17) als starrer Teil des Armes (15) berechnet wird und der Finger (19) als starrer Teil der

Hand (17) berechnet wird, wobei die sechste Rotationsachse (22) im Digitalrechner (7) als vierte Rotationsachse (18) behandelt wird und die siebte Rotationsachse (23) im Digitalrechner (7) als fünfte Rotationsachse (20) behandelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschall-Prüfanlage (1) einen zweiten Ultraschallprüfkopf (24) mit einer zweiten Flüssigkeitsdüse (25) und mit einer zweiten Handhabungsvorrichtung (26) zum Bewegen des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) aufweist, wobei das Bauteil (2) während dem Prüfvorgang zwischen dem Ultraschallprüfkopf (3) und dem zweiten Ultraschallprüfkopf (24) positioniert ist und wobei der Ultraschallprüfkopf (3) und der zweite Ultraschallprüfkopf (24) gemeinsam bewegt werden, sodass ein Wasserstrahl (5) des Ultraschallprüfkopfes (3) und ein zweiter Wasserstrahl (27) des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) aneinander unmittelbar gegenüberliegenden Seiten (28, 29) des Bauteiles (2) auftreffen, wobei die Bewegung des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) durch den Digitalrechner (7) vorgegeben wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass während des Prüfvorganges der Ultraschallprüfkopf (3) in einem konstanten ersten Abstand (30) zu einer ersten Seite (28) des Bauteiles (2) geführt wird und der zweite Ultraschallprüfkopf (24) in einem konstanten zweiten Abstand (31) zu einer zweiten Seite (29) des Bauteiles (2) geführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass während des Prüfvorganges der Ultraschallprüfkopf (3) und der zweite Ultraschallprüfkopf (24) bei Bauteilen (2) mit variabler Dicke (32) in einem variablen Abstand (31) zueinander geführt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeitsdüse (4) des Ultraschallprüfkopfes (3) und die zweite Flüssigkeitsdüse (25) des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) während des Prüfvorganges

nicht unmittelbar aufeinander gerichtet sind, sondern eine schwerkraftbedingte Ablenkung des Wasserstrahles (5) und des zweiten Wasserstrahles (27) bei der Führung des Ultraschallprüfkopfes (3) und des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) in der Steuerung der Bewegung des Ultraschallprüfkopfes (3) und des zweiten Ultraschallprüfkopfes (24) berücksichtigt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis (8) entlang einer Linearachse (9) verschiebbar an einem Unterbau (10) aufgenommen ist und während des Prüfvorganges die Basis (8) entlang der Linearachse (9) relativ zum Unterbau (10) verschoben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschallprüfkopf (3) während des Prüfvorganges in einer Bewegung entlang einer Bewegungslinie relativ zum Bauteil (2) bewegt wird, wobei die Bewegung während des Prüfvorganges ausschließlich durch Verschieben der Basis (8) entlang der Linearachse (9) relativ zum Unterbau (10) erfolgt, wobei die Bewegungslinie parallel zur Linearachse (9) liegt.

12. Ultraschall-Prüfanlage (1) zum zerstörungsfreien Prüfen eines Bauteils (2) umfassend:

- einen Ultraschallprüfkopf (3) mit einer Flüssigkeitsdüse (4);
- eine Handhabungsvorrichtung (6) zum Bewegen des Ultraschallprüfkopfes (3),
- ein Digitalrechner (7), wobei der Digitalrechner (7) mit der Handhabungsvorrichtung (6) gekoppelt ist und zum Steuern der Handhabungsvorrichtung (6) dient

die Handhabungsvorrichtung (6) umfassend:

- eine Basis (8);
- ein Karussell (11), welches um eine erste Rotationsachse (12) drehbar an der Basis (8) gelagert ist;
- eine Schwinge (13), welche um eine zweite Rotationsachse (14) schwenkbar am Karussell (11) gelagert ist, wobei die zweite Rotationsachse (14) orthogonal zur ersten Rotationsachse angeordnet ist;
- ein Arm (15), welcher um eine dritte Rotationsachse (16) schwenkbar an der

Schwinge (13) gelagert ist, wobei die dritte Rotationsachse (16) parallel zur zweiten Rotationsachse ausgebildet ist;

→ eine Hand (17), welche um eine vierte Rotationsachse (18) drehbar am Arm (15) gelagert ist, wobei die vierte Rotationsachse (18) in Längsrichtung des Armes (15) verläuft und orthogonal zur dritten Rotationsachse angeordnet ist;

→ ein Finger (19), welcher um eine fünfte Rotationsachse (20) schwenkbar an der Hand (17) gelagert ist, wobei die fünfte Rotationsachse (20) orthogonal zur vierten Rotationsachse angeordnet ist;

→ ein Prüfkopfträger (21), welcher um eine sechste Rotationsachse (22) drehbar am Finger (19) gelagert ist, wobei die sechste Rotationsachse (22) in Längsrichtung des Fingers (19) verläuft und orthogonal zur fünften Rotationsachse angeordnet ist,

wobei der Ultraschallprüfkopf (3) um eine siebte Rotationsachse (23) schwenkbar am Prüfkopfträger (21) gelagert ist, wobei die siebte Rotationsachse (23) orthogonal zur sechsten Rotationsachse angeordnet ist,

wobei der Digitalrechner (7) Befehle umfasst, die die Ultraschall-Prüfanlage (1) zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche veranlassen.

13. Ultraschall-Prüfanlage (1) nach Anspruch 12 dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Ultraschallprüfkopf (24) mit einer zweiten Flüssigkeitsdüse (25) und mit einer zweiten Handhabungsvorrichtung (26) zum Bewegen des zweiten Ultraschallprükfes (24) ausgebildet ist, wobei der zweite Ultraschallprüfkopf (24) derart positioniert ist, dass das Bauteil (2) während dem Prüfvorgang zwischen dem Ultraschallprüfkopf (3) und dem zweiten Ultraschallprüfkopf (24) positionierbar ist und wobei der Ultraschallprüfkopf (3) und der zweite Ultraschallprüfkopf (24) gemeinsam bewegbar sind und mit dem Digitalrechner (7) gekoppelt sind.

14. Computerimplementiertes Verfahren zur Optimierung der Positionierung der Handhabungsvorrichtung (6) und des Bauteiles (2) während dem Verfahren

zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Digitalrechners (7)

- die erforderliche Lage und Orientierung des Bauteiles (2) vorberechnet und optimiert wird, sodass die Handhabungsvorrichtung (6) während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils (2) möglichst wenig komplexe Bewegungen durchführen muss und/oder,

- die erforderliche Ausrichtung von gesperrten Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) der Handhabungsvorrichtung (6) vorberechnet und optimiert wird, sodass die gesperrten Rotationsachsen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 23) der Handhabungsvorrichtung (6) während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils (2) möglichst wenig umpositioniert werden müssen oder die Handhabungsvorrichtung (6) während des Verfahrens zum zerstörungsfreien Prüfen des Bauteils (2) möglichst wenig komplexe Bewegungen durchführen muss.