



(10) **DE 10 2015 002 197 A1** 2016.08.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 002 197.4**

(22) Anmeldetag: **20.02.2015**

(43) Offenlegungstag: **25.08.2016**

(51) Int Cl.: **B23P 21/00** (2006.01)

**B23Q 17/24** (2006.01)

**B23Q 11/00** (2006.01)

**B25J 13/08** (2006.01)

**F16P 1/00** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**AUDI AG, 85045 Ingolstadt, DE**

(72) Erfinder:  
**Ranzinger, Roman, 85080 Gaimersheim, DE;**  
**Schneider, Christoph, 85290 Geisenfeld, DE**

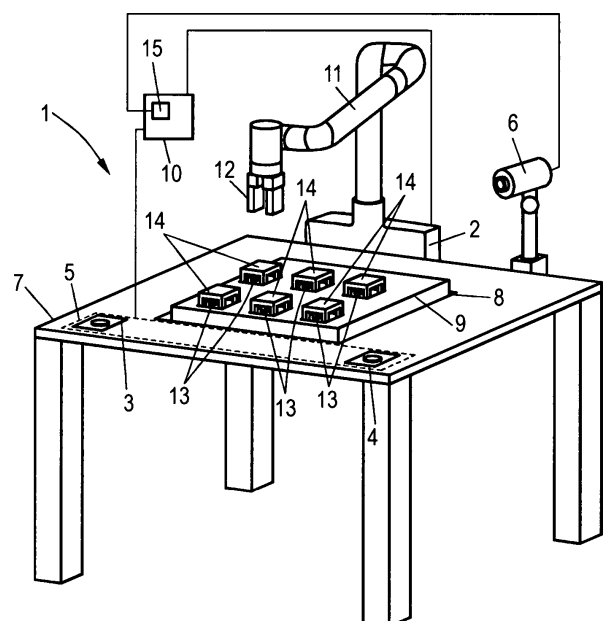
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betrieb eines Roboters und Werkleinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betrieb eines ein Werkzeug zum Bewegen von Gegenständen aufweisenden Roboters (2) zur Unterstützung einer Person bei manuellen Verrichtungen an wenigstens einem Teil von spannungsführenden Elementen (13) eines Werkstücks, welche durch jeweils wenigstens eine Abdeckung (14) vor Berührung geschützt sind, umfassend folgende Schritte:

– Aufnehmen von wenigstens zwei spannungsführende Elemente (13), die für die Verrichtung benötigt werden, abdeckenden Abdeckungen (14) mittels des Werkzeugs; und  
– sobald ein den Abschluss der Verrichtung anzeigendes Triggerereignis eingetreten ist, Aufsetzen der wenigstens zwei Abdeckungen (14) mittels des Werkzeugs.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines ein Werkzeug zum Bewegen von Gegenständen aufweisenden Roboters zur Unterstützung einer Person bei manuellen Verrichtungen an wenigstens einem Teil von spannungsführenden Elementen eines Werkstücks, welche durch jeweils wenigstens eine Abdeckung vor Berührung geschützt sind. Daneben betrifft die Erfindung eine Werkeinrichtung.

**[0002]** Der Schutz von Personen bei manuellen Verrichtungen an Werkstücken, die berührbare spannungsführende Elemente aufweisen, ist ein zentraler Punkt von Arbeitssicherheitsmaßnahmen in der Industrie. Dabei sollen die Personen vor den schädlichen physiologischen Wirkungen elektrischer Energie, wie Körperdurchströmungen und Verbrennung durch das Auftreten eines Lichtbogens, geschützt werden. Im Bereich der Automobilindustrie hat dieses Themengebiet durch den Einsatz von für den Antrieb elektrischer Fahrzeuge vorgesehenen Traktionsbatterien an Wichtigkeit gewonnen. Solche Batterien können an ihren spannungsführenden Elementen gegenseitige Potentialdifferenzen von bis zu mehreren hundert Volt aufweisen. Ihre Herstellung erfordert jedoch nicht automatisierbare Fertigungsschritte, die manuell von Personen zu verrichten sind.

**[0003]** Es ist dazu bekannt, persönliche Arbeitsschutzmaßnahmen vorzusehen, wobei die Person eine Schutzausrüstung, wie beispielsweise Handschuhe aus einem elektrisch isolierenden Material, während ihrer Verrichtungen trägt. Ebenso ist es bekannt, vor Berührung schützende Abdeckungen an den spannungsführenden Elementen vorzusehen, welche nur von jenen spannungsführenden Elementen entfernt werden, an denen die jeweilige manuelle Verrichtung durchgeführt wird. Da die Anordnung der Abdeckungen durch die Person selbst vorgenommen wird, handelt es sich hierbei um eine organisatorische Arbeitsschutzmaßnahme.

**[0004]** Solche persönlichen bzw. organisatorischen Arbeitsschutzmaßnahmen werden in der klassischen Maßnahmenhierarchie des Arbeitsschutzes jedoch als ungünstig und nur als nachrangig empfehlenswerte Maßnahmen angesehen. Dies ist darin begründet, dass ihr Schutz im Falle menschlichen Versagens, wie ein fehlerhaftes Anbringen der Abdeckung infolge einer Unachtsamkeit oder Nachlässigkeit, versagt. Darüber hinaus schränkt persönliche Schutzkleidung die manuelle Bewegbarkeit gerade bei filigranen Montagevorgängen stark ein.

**[0005]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine technische Arbeitsschutzmaßnahme vorzuschlagen, die einen verbesserten Schutz der an spannungsführenden Elementen eines Werkstücks

arbeitenden Personen erzielt und die Durchführung manueller Verrichtungen erleichtert.

**[0006]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein Verfahren der eingangs genannten Art vorgesehen, umfassend folgende Schritte: Aufnehmen von wenigstens zwei spannungsführende Elemente, die für die Verrichtung benötigt werden, abdeckenden Abdeckungen mittels des Werkzeugs; und sobald ein den Abschluss der Verrichtung anzeigendes Triggerereignis eingetreten ist, Aufsetzen der wenigstens zwei Abdeckungen mittels des Werkzeugs.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, zur Unterstützung der Person einen Roboter einzusetzen, welcher dazu ausgebildet ist, die Abdeckungen mittels eines geeigneten Effektors zu bewegen. Der Roboter wird dabei so betrieben, dass er nur jene zwei spannungsführenden Elemente, die im Rahmen der erforderlichen Verrichtung durch die Person berührt werden, mittels des Werkzeugs aufnimmt und diese anschließend wieder auf die wenigstens zwei Abdeckungen aufsetzt. Dies geschieht jedoch erst, wenn ein Triggerereignis eintritt, das indiziert, dass die Person die an den spannungsführenden Elementen vorgesehenen Verrichtungen beendet hat. Handelt es sich bei dem Werkstück beispielsweise um eine Batterie, kann so sichergestellt werden, dass nur solche spannungsführenden Elemente aufgedeckt werden, zwischen denen keine gefährliche Spannung anliegt. Ein elektrisches Verbinden wie auch ein gleichzeitiges Berühren dieser Potentiale ist daher gefahrlos möglich. Darüber hinaus ist es von besonderem Vorteil, wenn der Roboter speziell für eine Mensch-Maschine-Interaktion ausgebildet ist, insbesondere eine Eigensensorik zum Erfassen einer Berührung mit einem Körperteil der Person aufweist und in diesem Fall angehalten wird. Es ist also von besonderem Vorteil, dass keine persönlichen und/oder organisatorischen Arbeitsschutzmaßnahmen mehr vorgesehen werden, sondern technische Maßnahmen ergriffen werden, um die Person vor gefährdenden Einwirkungen elektrischer Energie zu schützen. So wird insbesondere die Gefahrenquelle des menschlichen Versagens eliminiert. Da sichergestellt ist, dass keine unzulässigen Berührspannungen zwischen nicht abgedeckten spannungsführenden Elementen des Werkstücks anliegen, kann gleichsam auf Schutzkleidung verzichtet werden, die die Bewegungsfreiheit der Person beim Durchführen der manuellen Verrichtungen einschränkt. Vorteilhafterweise kann so bei einem verbesserten Arbeitsschutzniveau eine erhöhte Effizienz beim Durchführen der manuellen Verrichtungen erreicht werden.

**[0008]** Es ist im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens von besonderem Vorteil, wenn als Triggerereignis ein mittels einer Eingabeeinrichtung eingegebenes Bedienkommando der Person verwendet wird. Es ist dabei vorgesehen, dass die Person

den Abschluss der Verrichtung selbst durch ein Bedienkommando eingibt und damit den Roboter veranlasst, die Abdeckungen wieder auf die spannungsführenden Elemente aufzusetzen. Die Person übermittelt dazu dieses als Triggerereignis dienende Bedienkommando, indem sie die Eingabeeinrichtung bedient. Als solche kann beispielsweise ein Druckknopf vorgesehen werden, welcher manuell betätigt wird oder als Fußtaster ausgebildet ist. Es wird dabei besonders sinnvoll, wenn die Eingabeeinrichtung so ausgebildet ist, dass bei der Eingabe des Bedienkommandos sichergestellt ist, dass keine Körperteile der Person im Aktionsbereich des Werkzeugs des Roboters gelegen sind. Dies kann beispielsweise durch eine Eingabeeinrichtung erzielt werden, die nur beidhändig bedienbar ist, also beispielsweise zwei räumlich getrennte für die Bedienung per Hand vorgesehene Druckknöpfe umfasst.

**[0009]** Alternativ oder zusätzlich kann es im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass das Werkstück und/oder Tätigkeiten der Person mittels eines Sensors erfasst werden und als Triggerereignis das Erreichen eines durch den Sensor erfassten Zielzustands des Werkstücks und/oder der Person verwendet wird. Es kann also beispielsweise vorgesehen sein, dass der Sensor so gewählt wird, dass er erkennt, dass die vorgesehene manuelle Verrichtung vollständig erfolgt ist, also beispielsweise festgestellt wird, dass zwei spannungsführende Elemente des Werkstücks miteinander elektrisch leitend verbunden sind. Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass der Sensor, beispielsweise eine Kamera, erfasst, ob sich weiterhin Körperteile, also insbesondere die Hände, der Person im Aktionsbereich des Roboters befinden, was so interpretiert wird, dass die Verrichtungen noch nicht abgeschlossen sind. Dies kann dadurch verbessert werden, dass der Sensor zum Erkennen, ob durch die von der Person durchgeführten Tätigkeiten die manuelle Verrichtung vollständig abgeschlossen ist, ausgebildet ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, das Vorliegen des Triggerereignisses sowohl mit einem Sensor als auch mit einer zusätzlichen Eingabeeinrichtung zu erkennen.

**[0010]** Zweckmäßigerweise kann vorgesehen sein, dass die Abdeckungen beim Aufsetzen kraftschlüssig und/oder formschlüssig arretiert werden. Der Roboter wird mithin so angesteuert, dass das Werkzeug beim Aufsetzen eine ausreichende Kraft aufbringt, um die entsprechend ausgebildeten Abdeckungen am Werkstück zu befestigen. So wird vermieden, dass die Person durch eine Bewegung ungewollt die Abdeckungen bewegt und so spannungsführende Elemente wieder freigelegt werden. Dies könnte nicht nur Störungen beim Betrieb des Roboters verursachen, sondern auch neue Gefahrenquellen für die Person schaffen.

**[0011]** Es wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders bevorzugt, wenn die Schritte bezüglich weiterer spannungsführender Elemente wiederholt werden, bis eine vorgegebene Menge von Verrichtungen abgeschlossen ist. Da an einem Werkstück in der Regel eine Vielzahl von manuellen Verrichtungen vorzunehmen sind, bietet es sich an, soweit benötigt die beschriebenen Verfahrensschritte mehrfach an weiteren spannungsführenden Elementen auszuführen und das Verfahren dadurch zu beenden, dass eine vorgegebene Menge von Verrichtungen durchgeführt wurde. Vorteilhafterweise lässt sich das Verfahren dann auch bei komplexeren Montage-tätigkeiten einsetzen.

**[0012]** Es ist dabei besonders vorteilhaft, wenn die Menge der Verrichtungen in einem Ablaufplan bezüglich unterschiedlicher Elemente am selben Werkstück in einer Reihenfolge vorgegeben werden. So kann bereits vor Durchführung der Verrichtungen eine unter Arbeitsschutzaspekten optimale Folge der Verrichtungen vorgegeben werden, welche durch den Ablaufplan abgebildet ist. Die Fehlerquelle des menschlichen Versagens wird so auch bei umfangreichen Verrichtungen am Werkstück effektiv ausgeschaltet. Dies betrifft insbesondere die Gefahr eines einen Lichtbogen erzeugenden Kurzschlusses, wenn zwei aktive, also eine Potentialdifferenz zwischen ihnen aufweisende, Elemente des Werkstücks versehentlich verbunden werden.

**[0013]** Darüber hinaus kann es vorgesehen sein, dass nach der letzten Wiederholung der Schritte alle Abdeckungen aufgenommen und entfernt werden. Dies bietet sich insbesondere dann an, wenn die Abdeckungen lediglich Zwecken des Arbeitsschutzes dienen und nach Durchführung der Verrichtungen keine weitere Aufgabe für das Werkstück mehr haben. In diesem Fall kann zweckmäßigerweise der Roboter alle Abdeckungen nach Abschluss der Verrichtungen entfernen. Vorteilhafterweise kann so auch darauf verzichtet werden, dass die Abdeckungen manuell entfernt werden müssen, wodurch eine erneute Gefahrenquelle entstehen würde.

**[0014]** Schließlich wird es bei einem erfindungsgemäßen Verfahren besonders bevorzugt, wenn als Werkstück eine Batterie mit mehreren Batteriemodulen verwendet wird, wobei es sich bei den Verrichtungen um ein Kontaktieren zwischen unterschiedlichen Batteriemodulen zugeordneten Elementen handelt. Wie bereits eingangs erwähnt, ist der Arbeitsschutz bei Verrichtungen an Batterien ein besonders sinnvolles Einsatzgebiet des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dies betrifft insbesondere Batterien, die mehrere Batteriemodule umfassen, um besonders hohe Spannungen zu erzeugen, wie sie beispielsweise für Traktionszwecke im Bereich der Automobilindustrie benötigt werden. Die erforderlichen Verrichtungen bestehen dort zumeist im Kontaktieren span-

nungsführender Elemente unterschiedlicher Batteriemodule. Gerade hier treten besonders hohe Spannungen auf, die eine gefährliche Körperdurchströmung erzeugen können. Ferner ist bei elektrochemischen Batterien mit ihren typischerweise sehr hohen Kurzschlussströmen insbesondere die Gefahr eines Verbrennungen verursachenden Lichtbogens besonders prominent. Daher ist der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens im Rahmen des Fertigungsprozesses von Batterien mit mehreren Batteriemodulen von besonderem Vorteil.

**[0015]** Daneben betrifft die Erfindung eine Werkeinrichtung zur Unterstützung einer Person bei manuellen Verrichtungen an wenigstens einem Teil von spannungsführenden Elementen eines Werkstücks, welche durch jeweils wenigstens eine Abdeckung vor Berührungen geschützt sind, umfassend wenigstens einen ein Werkzeug zum Befestigen von Gegenständen aufweisenden Roboter, ein Positionierungsmittel für wenigstens ein Werkstück und eine den Roboter steuernde Steuerungseinrichtung, welche zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist. Eine erfindungsgemäße Werkeinrichtung ist dabei insbesondere so ausgebildet, dass sie der Person einen Arbeitsplatz zur Durchführung ihrer Verrichtungen bietet, also insbesondere ein entsprechend hergerichteter Fertigungsplatz. Sie umfasst dabei zunächst den Roboter und eine Steuerungseinrichtung, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist. Dabei kann es sich insbesondere um eine speicherprogrammierbare Steuerung, einen Mikrokontroller oder einen anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreis (ASIC) handeln. Die Werkeinrichtung weist darüber hinaus ein Positionierungsmittel auf, in das das Werkstück aufnehmbar ist. Dabei kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Positionsmittel eine Aufnahme ist oder umfasst, in die ein Werkstück einlegbar ist und für einen Effektor des Roboters erreichbar ist. Im Falle einer vorgesehenen Fließbandfertigung wird es dabei besonders bevorzugt, dass das Positionierungsmittel ein Fördermittel umfasst oder als Teil eines Fördermittels ausgebildet ist, so dass der Werkeinrichtung fortlaufend Werkstücke zuführbar sind, an denen die vorgesehenen Verrichtungen durchzuführen sind.

**[0016]** Es wird dabei besonders bevorzugt, wenn das Werkzeug als Greifer ausgebildet ist. Hierbei kommen grundsätzlich alle aus dem Stand der Technik an sich bekannten greifenden Effektoren in Betracht, wobei insbesondere mechanische oder pneumatische Greifer bevorzugt sind. Dieser ist dabei so zu wählen, dass er die Aufgaben des Aufnehmens und des Aufsetzens der Abdeckungen zuverlässig durchführen kann, also insbesondere in der Lage ist, die Abdeckungen beim Aufsetzen zuverlässig am Werkstück zu arretieren.

**[0017]** Es wird darüber hinaus besonders bevorzugt, wenn die Werkeinrichtung eine Eingabeeinrichtung umfasst, welche zur Erfassen eines Bedienkommandos der Person ausgebildet ist und mit der Steuerungseinrichtung verbunden ist. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Werkeinrichtung einen Sensor umfasst, welche zum Erfassen des Werkstücks und/oder der Tätigkeiten der Person ausgebildet und mit der Steuerungseinrichtung verbunden ist. Es wird mithin vorgeschlagen, den Sensor bzw. die Eingabeeinrichtung, welche bereits zuvor im Rahmen des Verfahrens beschrieben wurden, mit der Steuerungseinrichtung zu verbinden, welche dann so ausgebildet ist, mittels durch den Sensor erfasster Sensordaten und/oder eines mittels der Eingabeeinrichtung eingegebenen Bedienkommandos ein Triggerereignis zu erkennen.

**[0018]** Bei einer erfindungsgemäßen Werkeinrichtung mit einem Sensor wird es darüber hinaus besonders bevorzugt, wenn als Sensor eine Kamera vorgesehen ist, und die Steuerungseinrichtung eine Bildverarbeitungseinheit umfasst, welche zur Auswertung von der Kamera erfasster Daten zum Erkennen eines Zielzustands des Werkstücks und/oder der Person ausgebildet ist. Mittels der Kamera kann so erkannt werden, dass eine Verrichtung abgeschlossen ist, wobei die Bildverarbeitungseinheit beispielsweise von der Kamera erfasste Daten dahingehend analysiert, ob eine vorgesehene Verbindung zwischen zwei spannungsführenden Elementen korrekt realisiert wurde und/oder ob sich Körperteile, insbesondere die Hände, der Person im Aktionsbereich des Effektors des Roboters befinden.

**[0019]** Im Übrigen lassen sich sämtliche Ausführungen zum erfindungsgemäßen Verfahren analog auf die erfindungsgemäße Werkeinrichtung übertragen, so dass auch mit diesem die bereits genannten Vorteile erzielt werden können.

**[0020]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

**[0021]** Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Werkeinrichtung;

**[0022]** Fig. 2 eine Detailansicht der in Fig. 1 gezeigten Werkeinrichtung im Bereich zweier spannungsführender Elemente beim Aufnehmen einer Abdeckung;

**[0023]** Fig. 3 die in Fig. 2 gezeigte Detaildarstellung nach dem Abschluss der manuellen Verrichtung;

**[0024]** Fig. 4 die in Fig. 2 gezeigte Detaildarstellung nach Aufsetzen der Abdeckungen; und

**[0025]** Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0026]** Fig. 1 zeigt eine Werkeinrichtung 1, umfassend einen Roboter 2, eine zwei Druckknöpfe 3, 4 aufweisende Eingabeeinrichtung 5 und eine Kamera 6 als Sensor, welche an einer Werkbank 7 angeordnet sind. In diese ist ein Positionierungsmittel 8 zur Aufnahme einer Batterie 9 als Werkstück eingelassen. Daneben weist die Werkeinrichtung 1 eine schematisch gezeigte Steuerungseinrichtung 10 auf.

**[0027]** Der Roboter 2 umfasst einen Roboterarm 11 und einen Greifer 12 als Werkzeug, der als Endeffektor dient. Die Batterie 9 weist mehrere nicht näher dargestellte Batteriemodule auf, die mit mehreren spannungsführenden Elementen 13 am Äußeren der Batterie 9 verbunden sind. Die spannungsführenden Elemente 13 sind jeweils mittels einer Abdeckung 14 gegen ein Berühren gesichert. Schließlich ist die Steuerungseinrichtung 10 mit dem Roboter 2 so verbunden, dass sie seinen Bewegungen und insbesondere auch die Aktionen des Greifers 12 steuert. Sie weist ferner einen Eingang für die Bedienungseinrichtung 5 auf, so dass Bedienkommandos von ihr verarbeitet werden können. Darüber hinaus umfasst die Steuerungseinrichtung 10 eine Bildverarbeitungseinheit 15, welche Bildsignale der Kamera 6 empfängt und verarbeitet.

**[0028]** Die Fig. 2 bis Fig. 4 zeigen eine Detaildarstellung der Werkeinrichtung 1 im Bereich zweier spannungsführenden Elemente 13 der Batterie 9 in verschiedenen Zuständen. Dabei zeigt Fig. 2 den Greifer 12, welcher von dem rechten spannungsführenden Element 13 dessen Abdeckung 14 aufgenommen hat, wobei das linke spannungsführende Element 13 weiterhin durch seine Abdeckung 14 gegen Berühren gesichert ist. In Fig. 3 sind beide Abdeckungen abgenommen. Die spannungsführenden Elemente 13 wurden mittels eines Kontaktelementes 16 durch eine nicht näher gezeigte die Werkeinrichtung 1 benutzende Person verbunden. Fig. 4 zeigt einen anschließenden Zustand, in dem bereits wieder das linke spannungsführende Element 13 durch seine Abdeckung 14 gegen ein Berühren gesichert ist, wobei das rechte spannungsführende Element 13 gerade wieder durch Aufsetzen seiner Abdeckung 14 durch den Greifer 12 gesichert wird.

**[0029]** Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Betrieb des das Werkzeug zum Bewegen von Gegenständen aufweisenden Roboters 2 zur Unterstützung der Person bei manuellen Verrichtungen an den spannungsführenden Elementen 13 des Werkstücks, welches durch die Abdeckungen 14 vor Berührung geschützt sind. Nach dem Beginn des Verfahrens in Schritt S1 werden in einem Schritt S2 zunächst sämtliche Abdeckungen 14 auf alle spannungsführenden Elemente 1 aufgesetzt, so

dass sämtliche spannungsführende Elemente 13 gegen eine Berührung der Person geschützt sind und so der in Fig. 1 gezeigte Zustand erreicht ist. Alternativ kann selbstverständlich auch eine bereits mit Abdeckungen gesicherte Batterie Ausgangspunkt des Verfahrens sein.

**[0030]** Im anschließenden Schritt S3 werden, wie in Fig. 2 gezeigt, jeweils zwei Abdeckungen 14 von den spannungsführenden Elementen 13 entfernt. Dazu bewegt der Roboter 2 den Greifer 12 mittels des Roboterarms 11 jeweils zu einer Abdeckungen 14, wobei der Greifer 12 diese greift, aufnimmt und an einer nicht näher gezeigten Verwahrungsposition im Bereich der Werkbank 7 ablegt.

**[0031]** Sind beide Abdeckungen 14 abgenommen, wird in einem Schritt S4 fortlaufend abgefragt, ob ein den Abschluss von Verrichtungen der Person anzeigendes Triggerereignis eingetreten ist. Während dieses Schritts hat die Person die Möglichkeit, die spannungsführenden Elemente 13 mittels des Kontaktelementes 16 zu verbinden. Dieser Vorgang wird von der Kamera 6 überwacht, welche den Bereich der Verrichtung erfasst und überprüft, ob das Kontaktelement 16 korrekt angebracht ist. Ist dies der Fall und hat die Person die Druckknöpfe 3 und 4 der Eingabeeinrichtung 5, welche so voneinander beabstandet an der Werkbank 7 angeordnet sind, dass die Person sie mit beiden Händen betätigen muss, betätigt, so wird dies als Bedienkommando gewertet und ein Eintritt des Triggerereignisses festgestellt, so dass das Verfahren fortgesetzt wird.

**[0032]** Dies geschieht in einem Schritt S5 in dem nunmehr der Greifer die Abdeckung 14 wieder auf die spannungsführenden Elemente 13 aufsetzt. Diese werden dabei so zur Batterie 9 geführt, dass sie kraft- und formschlüssig mit dieser verbunden sind. So wird ein versehentliches Bewegen der Abdeckungen 14 durch die Person verhindert.

**[0033]** In einem anschließenden Schritt S6 wird überprüft, ob ein zuvor festgelegter Ablaufplan, welcher sämtliche an der Batterie 9 vorzunehmenden Verrichtungen in ihrer Reihenfolge beinhaltet, abgearbeitet ist. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt ein Rücksprung zum Schritt S3 und das Verfahren wird von diesem Schritt bezüglich weiterer nicht mit Bezugszeichen versehener Abdeckungen der Batterie 9 fortgeführt. Sind sämtliche im Ablaufplan vorgesehenen Verrichtungen abgeschlossen, so erfolgt kein weiterer Rücksprung, sondern eine Fortsetzung des Verfahrens.

**[0034]** In einem Schritt S7 entfernt der Roboter 2 mittels des Greifers 12 sämtliche Abdeckungen 14 von der Batterie 9, welche lediglich den Zweck haben, während der Verrichtungen eine Berührung durch die Person zu verhindern, für anschließende Fertigungs-

maßnahmen jedoch nicht benötigt werden. Die Abdeckungen **14** werden entfernt, der Roboter **2** fährt in eine Ruhestellung zurück und das Verfahren ist in seinem Schritt S8 beendet.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines ein Werkzeug zum Bewegen von Gegenständen aufweisenden Roboters (**2**) zur Unterstützung einer Person bei manuellen Verrichtungen an wenigstens einem Teil von spannungsführenden Elementen (**13**) eines Werkstücks, welche durch jeweils wenigstens eine Abdeckung (**14**) vor Berührung geschützt sind, umfassend folgende Schritte:

- Aufnehmen von wenigstens zwei spannungsführende Elemente (**13**), die für die Verrichtung benötigt werden, abdeckenden Abdeckungen (**14**) mittels des Werkzeugs; und
- sobald ein den Abschluss der Verrichtung anzeigendes Triggerereignis eingetreten ist, Aufsetzen der wenigstens zwei Abdeckungen (**14**) mittels des Werkzeugs.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Triggerereignis ein mittels einer Eingabeeinrichtung (**5**) eingegebenes Bedienkommando der Person verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück und/oder Tätigkeiten der Person mittels eines Sensors erfasst werden und als Triggerereignis das Erreichen eines durch den Sensor erfassten Zielzustands des Werkstücks und/oder der Person verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckungen (**14**) beim Aufsetzen kraftschlüssig und/oder formschlüssig arretiert werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schritte bezüglich weiterer spannungsführender Elemente (**13**) wiederholt werden, bis eine vorgegebene Menge von Verrichtungen abgeschlossen ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge der Verrichtungen in einem Ablaufplan bezüglich unterschiedlicher Elemente (**13**) am selben Werkstück in einer Reihenfolge vorgegeben werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach der letzten Wiederholung der Schritte alle Abdeckungen (**14**) aufgenommen und entfernt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Werk-

stück eine Batterie (**9**) mit mehreren Batteriemodulen verwendet wird, wobei es sich bei den Verrichtungen um ein Kontaktieren zwischen unterschiedlichen Batteriemodulen zugeordneten Elementen (**13**) handelt.

9. Werkeinrichtung (**1**) zur Unterstützung einer Person bei manuellen Verrichtungen an wenigstens einem Teil von spannungsführenden Elementen (**13**) eines Werkstücks, welche durch jeweils wenigstens eine Abdeckung (**14**) vor Berührung geschützt sind, umfassend wenigstens einen ein Werkzeug zum Bewegen von Gegenständen aufweisenden Roboter (**2**), ein Positionierungsmittel (**8**) für wenigstens ein Werkstück und eine den Roboter (**2**) steuernde Steuerungseinrichtung (**10**), welche zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

10. Werkeinrichtung (**1**) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug als Greifer (**12**) ausgebildet ist.

11. Werkeinrichtung (**1**) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Eingabeeinrichtung (**5**) umfasst, welche zum Erfassen eines Bedienkommandos der Person ausgebildet ist und mit der Steuerungseinrichtung (**10**) verbunden ist.

12. Werkeinrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Sensor umfasst, welcher zum Erfassen des Werkstücks und/oder der Tätigkeiten der Person ausgebildet und mit der Steuerungseinrichtung (**10**) verbunden ist.

13. Werkeinrichtung (**1**) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Sensor eine Kamera (**6**) vorgesehen ist und die Steuerungseinrichtung (**10**) eine Bildverarbeitungseinheit (**15**) umfasst, welche zur Auswertung von der Kamera (**6**) erfasster Daten zum Erkennen eines Zielzustands des Werkstücks und/oder der Person ausgebildet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

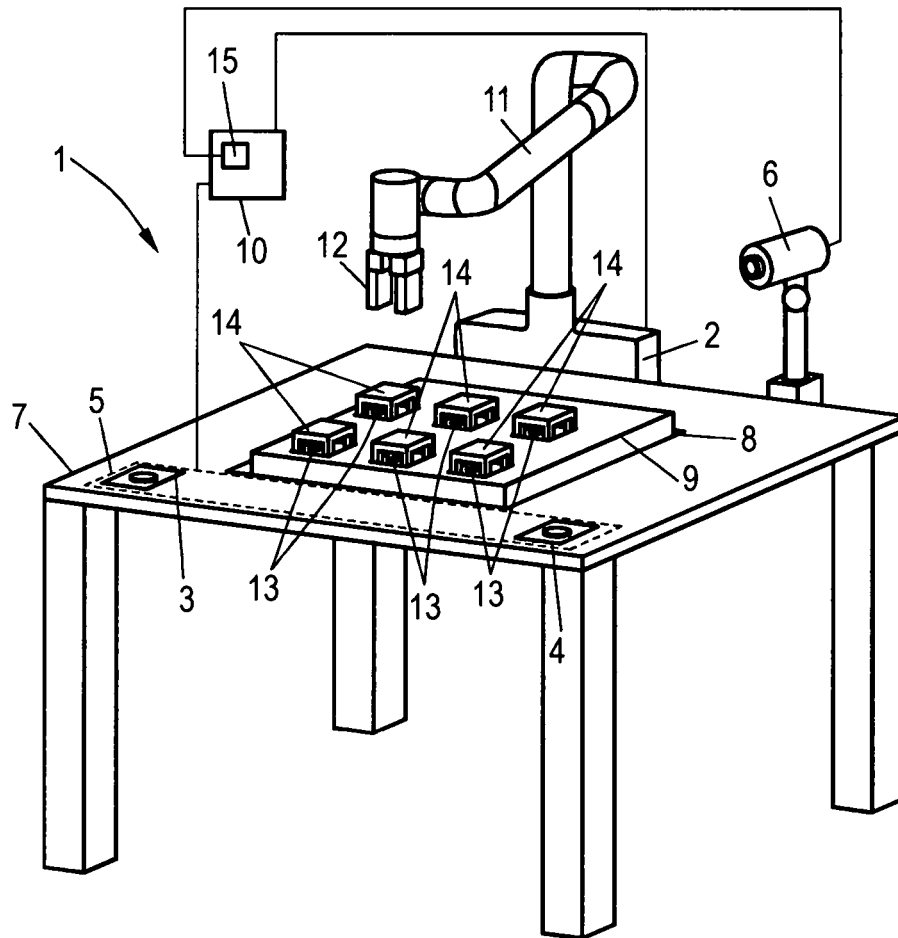


FIG. 2

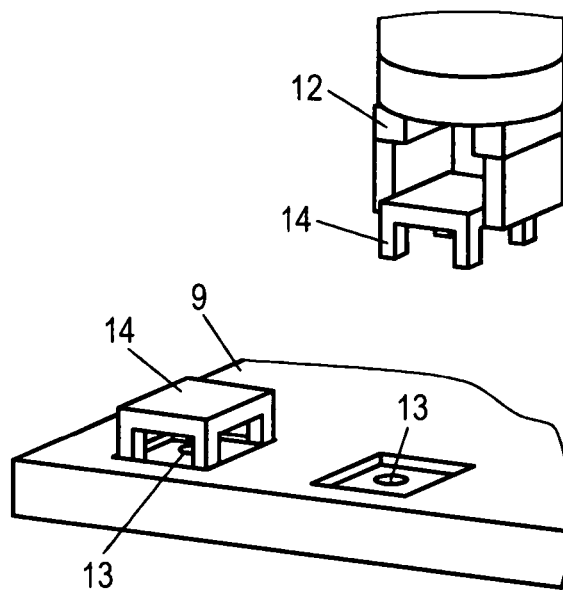


FIG. 3

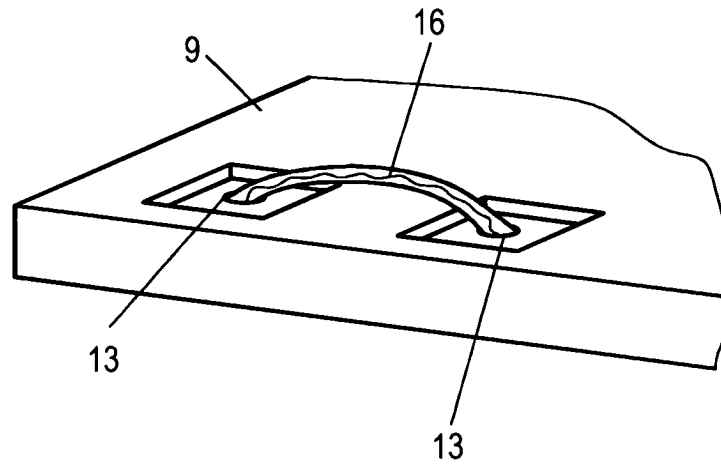


FIG. 4

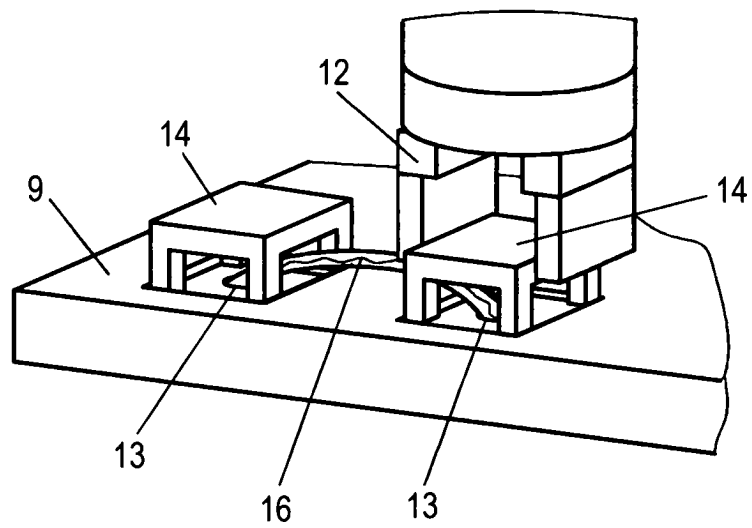




FIG. 5

