



(11) **EP 2 248 596 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.02.2012 Patentblatt 2012/09

(51) Int Cl.:
B05B 13/04 (2006.01) B05B 15/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09006151.6**

(22) Anmeldetag: **06.05.2009**

(54) **Anordnung zum Beschichten von Werkstücken**

Arrangement for coating workpieces

Dispositif de revêtement de pièces usinées

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.11.2010 Patentblatt 2010/45

(73) Patentinhaber: **ABB AG
68309 Mannheim (DE)**

(72) Erfinder: **Waldorf, Thorsten
61231 Bad Nauheim (DE)**

(74) Vertreter: **Partner, Lothar et al
ABB AG
GF IP
Wallstadter Straße 59
68526 Ladenburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 506 819 DE-U1- 9 001 451
GB-A- 706 600 US-A- 5 656 085
US-A1- 2002 023 586**

EP 2 248 596 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Beschichten von Werkstücken mit einer auf Schienen entlang einer Verfahrachse bewegbaren Lackierkabine, mit zwei einander gegenüberliegenden portalähnlichen Öffnungen und darin beiderseits der Verfahrachse angeordneten Sprühbeschichtungsvorrichtungen sowie Vorratsbehältern für Beschichtungsmaterial.

[0002] Ein Lackierroboter führt einen Lackzerstäuber während des Beschichtungsvorganges programmgemäß entlang eines vorgegebenen Bewegungspfad in einer vorgegebenen Geschwindigkeit um das zu beschichtende Werkstück, wobei dem Lackzerstäuber üblicherweise für die verschiedenen Abschnitte der Bewegungsbahn jeweilige Zerstäuberparameter vorgegeben sind.

[0003] Üblicherweise verfügt ein Lackierroboter über sechs Bewegungsfreiheitsgrade und ist in seinem Arbeitsbereich auf etwa einen Bereich von 2m bis 3m um seine Basis eingeschränkt. Mit einem derartigen Roboter sind beispielsweise kleinere Werkstücke wie Stossfänger von Automobilkarosserien ohne eine Relativbewegung von Roboterbasis zu Werkstück lackierbar. Es sind aber durchaus auch Lackierroboter mit einer geringeren Anzahl an Bewegungsfreiheitsgraden - beispielsweise drei - denkbar.

[0004] Zur Lackierung größerer Werkstücke, wie beispielsweise Automobilkarosserien, ist es üblich, einen derartigen Roboter mit einem siebenten Freiheitsgrad der Bewegung zu versehen, indem dieser auf einer ihm zugeordneten Verfahrachse befestigt wird, wobei zumeist alle sieben Bewegungsfreiheitsgrade komplett bei der Steuerung des Roboters berücksichtigt werden. Ein derartiger Roboter ist nun entlang seiner Verfahrachse, welche im automobilen Bereich typischerweise eine Länge von 4m bis 10m aufweist, längs des zu lackierenden Objektes verfahrbar.

[0005] Insbesondere bei langgestreckten Werkstücken resultiert eine entsprechende Länge einer Verfahrachse eines Roboters.

[0006] Bei der Beschichtung langgestreckter Werkstücke, wie beispielsweise Rotorblättern von Windkraftanlagen, ist eine Verfahrbewegung des sehr langen Werkstückes während des Beschichtungsvorganges möglichst zu vermeiden, um ansonsten auftretende Lackierfehler sicher zu vermeiden. Beim Fertigungsprozess ist das Rotorblatt nämlich zumeist in waagerechter Position einseitig am Rotorflansch befestigt, so dass jegliche Verfahrbewegung des Rotorblattes dieses in Schwingungen versetzen, beispielsweise mit einer Amplitude von mehr als +/- 250mm an dessen freiem nicht eingespannten Ende, was einen Beschichtungsprozess nahezu unmöglich macht.

[0007] Nachteilig an einer großen Länge einer Verfahrachse einer Lackiervorrichtung von beispielsweise 40m sind sowohl der hohe technische Aufwand zur Errichtung einer entsprechend langen Lackierkabine mit

Verfahrachse als auch der aus der Länge der Kabine resultierende Aufwand für ihre Belüftung. Bei einer allgemein üblichen Luftsinkgeschwindigkeit von 0,3m/s und einem Lackierkabinengrundriss von 50m x 6m ergibt sich beispielsweise ein Bedarf von ca. 320000m³ Luft pro Stunde, die zudem auch gefiltert und konditioniert werden muss.

[0008] Eine weitere Schwierigkeit bei der Lackierung von Rotorblättern besteht darin, dass diese in ihrem Flanschbereich eine Breite von 4-5m und mehr aufweisen. Eine Lackierung eines vorzugsweise waagerechten positionierten Rotorblattes erfolgt idealerweise quer zu dessen Längsrichtung - also senkrecht - in parallelen Lackierbahnen.

[0009] Inhomogenitäten der Schichtdickenverteilung sind bei Rotorblättern von Windkraftanlagen aus aerodynamischen Gründen unerwünscht. Zudem führen sie zu einem erhöhten Materialverbrauch, weil trotz eventueller Inhomogenitäten in der Schichtdicke zu Schutz Zwecken des Rotorblattes stets eine Mindestschichtdicke gewährleistet sein muss, also eine erhöhte mittlere Schichtdicke notwendig ist.

[0010] Bei einem Arbeitsradius eines Lackierroboters von 2,5 - 3m um seine Basis ist bei geeigneter Positionierung des Lackierroboters gegenüber dem Rotorblatt eine Lackierbahn, welche die Breite von 4-5m abdeckt, prinzipiell applizierbar, dies aber nur mit einem Absetzvorgang. In einem derartigen Absetzvorgang ist eine Lackierbahn zweigeteilt und der Zerstäuber wird nach Lackieren der ersten Lackierbahnhälfte an einer Unterbrechungsstelle abgeschaltet. Der Lackierroboter bewegt sich bei abgeschaltetem Zerstäuber in eine andere Position aus welcher der zweite Teil der Lackierbahn erreichbar ist, wobei der Zerstäuber nach diesem sogenannten Umorientierungsvorgang wieder an der Unterbrechungsstelle ansetzt. Dort wird der Zerstäuber wieder eingeschaltet und die Lackierung der zweiten Lackierbahnhälfte erfolgt.

[0011] Aus der US 5 656 085 A ist eine Farbsprühvorrichtung bekannt geworden, die für die Beschichtung eines Fahrzeugs in einer Farbsprühkabine mit einem Farbsprüharm, einer Pumpe und einem Motor und Getriebe zum Betrieb der Pumpe vorgesehen ist., wobei insbesondere der Antrieb einer ortsveränderlich angeordneten Farbmittelpumpe im Vordergrund steht.

[0012] Die Farbsprühvorrichtung besitzt einen innerhalb der Farbsprühkabine vertikal beweglich angeordneten Farbsprüharm, der an einem außerhalb der Farbsprühkabine befindlichen Gerüst befestigt ist. Er weist an seinem freien Ende eine Sprühdüse auf. Die Pumpe befindet sich auf dem horizontal oder vertikal bewegbaren Arm nahe einer Sprühdüse. Der Antriebsmotor für die Pumpe befindet sich außerhalb der Farbsprühkabine und treibt die Pumpe mittels eines mehrteiligen Triebstrang an.

[0013] Aus der GB 706 600 A ist eine verfahrbare Sprühkabine bekannt, die speziell für die Sprühbeschichtung von Eisenbahnwaggons vorgesehen ist. Dabei ist

kann die Sprühkabine auf beiderseits der Schienen für die Waggon angeordneten Schienen verfahren werden. Im Unterschied zu früheren Sprühkabinen für derartige Schienenfahrzeuge mit Längen von etwa 20 m bis etwa 50 m ist die darin offenbarte Sprühkabine mit einer Länge von etwa 2 bis 4 m deutlich kürzer gestaltet. Sie ist als Brückenportal ausgebildet, welches im geringen Abstand der üblichen Außenkontur von Waggon folgt, und mit vertikal anhebbaren Plattformen für das Beschichtungspersonal versehen, das heißt die Beschichtung der Waggon erfolgt ausschließlich manuell mittels Druckluft per Sprühpistole, welche das Beschichtungsmaterial aus auf der jeweiligen Plattform befindlichen Farbtanks entnimmt.

[0014] Nachteilig sind insbesondere eine Verschlechterung der Lackierqualität an der Unterbrechungsstelle gegenüber einer durchgezogenen Bahn ohne Unterbrechungsstelle sowie der erhöhte Materialverbrauch.

[0015] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung der eingangs genannten Art anzugeben, die die Beschichtung auch langgestreckter Werkstücke bei hoher Schichtdickenhomogenität auf möglichst einfache Weise gestattet.

[0016] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Anordnung der eingangs genannten Art. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass die Lackierkabine mit wenigstens einer darin angeordneten Sprühbeschichtungsvorrichtung die als Lackierroboter vorgesehen ist, ausgestattet ist, dass sie zusammen mit dem wenigstens einen Lackierroboter parallel zu einer Arbeitsfläche längs der gedachten Achse bewegbar ist, wobei der wenigstens eine Lackierroboter mittels wenigstens einer ersten Bewegungsvorrichtung relativ zur Lackierkabine senkrecht zur Arbeitsfläche bewegbar ist.

[0017] In der erfindungsgemäßen Anordnung ist der wenigstens eine Lackierroboter mittels wenigstens einer zweiten Bewegungsvorrichtung relativ zur Lackierkabine zusätzlich quer zur gedachten Achse bewegbar. Dies hat insbesondere den Vorteil, dass nicht für jede Seite des Rotorblattes ein separater Lackierroboter vorzusehen ist, resultiert aber auf der anderen Seite in einer sehr langen Lackierzeit, beispielsweise 60 - 80min, wobei das selbe Rotorblatt mit zwei gegenüberliegenden Lackierrobotern in etwa der halben Zeit zu lackieren ist. Daher ist diese Ausgestaltung insbesondere für Fabrikationsbetriebe mit geringem Produktionsdurchsatz geeignet.

[0018] Zudem ist der wenigstens eine Lackierroboter mittels wenigstens einer dritten Bewegungsvorrichtung relativ zur Lackierkabine zusätzlich längs der gedachten Achse bewegbar. Durch diesen zusätzlichen Bewegungsfreiheitsgrad des Lackierroboters sind komplexere Bewegungen möglich durch welche die Anzahl an Absetzvorgängen weiter reduzierbar ist. Zudem ist die Gestaltung des Bewegungsprogramms vereinfacht.

[0019] Das zu lackierende Werkstück bzw. Rotorblatt ist waagerecht gelagert. Beim Lackiervorgang wird die bewegbare Lackierkabine, welche kürzer ist als das Rotorblatt, längs der Erstreckung des Rotorblattes bewegt,

wobei das Rotorblatt - je nach aktueller Positionierung der Lackierkabine - auf der einen Seite der Lackierkabine durch die eine portalähnliche Öffnung hineinragt und aus der gegenüberliegenden portalähnliche Öffnung wieder hinausragt. Die gedachte Achse korreliert hierbei im Wesentlichen mit der Längserstreckung des zu lackierenden Rotorblattes.

[0020] Die Anordnung des bzw. der Lackierroboter auf einer jeweiligen Bewegungsvorrichtung, welche die kompletten Lackierroboter auf und bewegen kann, ermöglicht in günstiger Weise ein Durchziehen einer Lackierbahn über die gesamte Rotorblattbreite ohne Absetzvorgang bzw. reduziert zumindest die Anzahl der benötigten Absetzvorgänge. Bei einem Hub einer ersten Bewegungsvorrichtung von beispielsweise 2,5m und einem Arbeitsbereich des Lackierroboters von +/-2,5m um seine Roboterbasis ergibt sich beispielsweise eine Höhe des resultierenden Arbeitsbereiches von 7,5m längs der Drehachse der Roboterbasis und eine Höhe des Arbeitsbereiches von 2,5m in einem Radius von 2,5m um die Drehachse der Roboterbasis.

[0021] Somit umschließt die Lackierkabine das zu lackierende Rotorblatt nur abschnittsweise längs seiner Erstreckung, womit diese einerseits in vorteilhafter Weise kürzer und damit vereinfacht ist. Andererseits ermöglicht eine Hubvorrichtung für einen Lackierroboter eine effektive Vergrößerung von dessen Arbeitsbereich, womit Unterbrechungsstellen in den parallelen Lackierbahnen überwiegend vermeidbar sind und die Qualität der Lackierung gesteigert ist.

[0022] In einer Variante der Anordnung beträgt die Summe der Bewegungsfreiheitsgrade des wenigstens einen Lackierroboters und der Bewegungsvorrichtungen, durch welche der Lackierroboter relativ zur Lackierkabine bewegbar ist, wenigstens sechs. Dies ermöglicht den am Lackierroboter befestigten Zerstäuber innerhalb des Arbeitsbereiches in jeder beliebigen Orientierung zu bewegen.

[0023] In einer bevorzugten Anordnung weist der wenigstens eine Lackierroboter seinerseits wenigstens sechs Bewegungsfreiheitsgrade auf. Die Bewegungsfreiheit des vom Lackierroboter bewegten Zerstäubers wird dadurch in vorteilhafter Weise erhöht.

[0024] In einer weiteren Anordnung sind wenigstens zwei Lackierroboter mittels einer gemeinsamen Bewegungsvorrichtung relativ zur Lackierkabine bewegbar. Dies ist beispielsweise bei einer gemeinsamen ersten Bewegungsvorrichtung bzw. Hubvorrichtung für zwei auf derselben Kabinenseite angeordnete Lackierroboter der Fall. Der konstruktive Aufwand der Anordnung wird dadurch reduziert, was andererseits zu einer Einschränkung in der Bewegungsfreiheit der Lackierroboter führt. Je nach Anwendungsfall ist diese Einschränkung aber unerheblich.

[0025] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Anordnung ist innerhalb der Lackierkabine beiderseits der gedachten Achse jeweils wenigstens ein Lackierroboter angeordnet. Somit kann jede Seite von einem zu lackieren-

den Rotorblatt je einem Roboter zugeordnet werden. Der Aufbau der Anordnung sowie deren Programmierung wird dadurch vereinfacht.

[0026] In einer bevorzugten Variante der Anordnung ist die Lackierkabine auf wenigstens zwei parallel zueinander angeordneten Fahrgestellen abgestützt und mit diesen gemeinsam bewegbar. Dies ist beispielsweise mit durch auf Schienen geführten Metallrädern realisierbar. Ein Bewegen der Lackierkabine ist dadurch besonders vereinfacht.

[0027] Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Lackierkabine mit einer Vorrichtung zur Zu- und/oder Abführung und/oder Reinigung von Luft versehen. Die erzielbare Lackierqualität wird dadurch gesteigert sowie das Verschmutzungsrisiko innerhalb der Lackierkabine reduziert.

[0028] In einer bevorzugten Anordnungsvariante ist die wenigstens eine portalähnliche Öffnung durch Blendelemente in ihrem Öffnungsquerschnitt veränderbar. Idealerweise ist der Innenraum der Lackierkabine gegenüber dem Außenraum abgeschlossen um so Verschmutzungen vorzubeugen und auch um eine möglichst hohe Lackierqualität zu gewährleisten.

[0029] Ein Rotorblatt verjüngt sich in seinem Querschnitt von seinem Flansch bis zur Spitze, so dass die Öffnungsquerschnitte der portalähnlichen Öffnungen der Lackierkabine wenigstens dem maximalen Querschnitt des zu lackierenden Rotorblattes entsprechen müssen. Somit ergeben sich insbesondere bei Lackierung der Spitze eines Rotorblattes Bereiche, in denen der Innenraum der Lackierkabine nicht gegenüber dem Außenraum verschlossen ist. Durch Einsatz derartiger Blendelemente ist die Größe derartiger Bereiche bedarfsweise reduzierbar.

[0030] Ein ähnlicher Abdichtungseffekt ist erfindungsgemäß erzielbar indem ein Luftströmungsvorhang entlang des Öffnungsquerschnittes wenigstens einer portalähnlichen Öffnung erzeugbar ist.

[0031] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Anordnung sind die Bewegungsabläufe des wenigstens einen Lackierroboters und wenigstens einer Bewegungsvorrichtung von einer gemeinsamen Robotersteuerung vorgebbar. Eine Robotersteuerung ist eine Rechenvorrichtung, welche den programmgemäß gewünschten Bewegungsablauf des Roboters in Ansteuerungssignale der Antriebe der jeweiligen Bewegungsglieder des Roboters - z.B. Drehbewegung der Roboterbasis oder eines Handgelenks - umsetzt.

[0032] Die wenigstens eine erfindungsgemäße erste Bewegungsvorrichtung, welche den Lackierroboter selbst bewegt, wird entsprechend dieser Ausgestaltung zumindest teilweise ebenfalls in den Bewegungsablauf des Lackierroboters einbezogen. Dies ermöglicht beispielsweise eine koordinierte und kontinuierliche Bewegung der Bewegungsvorrichtung, welche zusammen mit der Bewegung des Lackierroboters selbst zur gewünschten und programmgemäßen Bewegung des am Roboter befestigten Zerstäubers führt. Der Bewegungsablauf ist

auf diese Weise flüssiger zu gestalten, was sowohl zu einer Zeitersparnis als auch zu einer verbesserten Lackierqualität führt.

[0033] In einer bevorzugten Variante der Anordnung ist die Lackierkabine mittels eines Antriebs - beispielsweise einem Elektromotor - bewegbar. Entsprechend einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Anordnung sind die Kabinenbewegung und die Bewegungsabläufe des wenigstens einen Lackierroboters von einer gemeinsamen Robotersteuerung vorgebbar, was ebenfalls einen flüssigeren Bewegungsablauf ermöglicht.

[0034] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten sind den weiteren abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0035] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

[0036] Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken,
- Fig. 2 eine zweite exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken,
- Fig. 3 eine dritte exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken und
- Fig. 4 eine vierte und fünfte Anordnung zum Beschichten von Werkstücken

[0037] Fig. 1 zeigt eine erste exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken in einer Schnittansicht. Ein erstes Werkstück 34, ein Rotorblatt einer Windkraftanlage, ragt durch eine erste portalähnliche Öffnung 14 in eine erste Lackierkabine 12. Diese ist über mehrere Fahrgestelle bzw. Räder 38 auf parallelen Schienen 39 geführt, welche sich auf einer Arbeitsfläche 20 befinden. Ein erster Lackierroboter 16, ein schematisch dargestellter 6-Achs Roboter, ist über eine erste an einer Seitenwand der Lackierkabine angebrachten Bewegungsvorrichtung 22 senkrecht bewegbar, wie mit dem Pfeil 26 angedeutet. Die Bewegung der ersten Bewegungsvorrichtung 22 und die des ersten Lackierroboters sind von einer gemeinsamen, nicht dargestellten, Robotersteuerung koordiniert. Am Ende des Roboterarms ist ein erster Zerstäuber 30 angebracht, welcher das Rotorblatt lackiert.

[0038] Der Zerstäuber 30 wird programmgemäß in parallelen mäanderförmigen senkrecht längs der Oberfläche des Rotorblattes verlaufenden Lackierbahnen beschichtet. Hierbei führt die erste Bewegungsvorrichtung periodische Auf- und Ab-Bewegungen durch, welche zusammen mit den Bewegungen des ersten Lackierroboters 16 zur programmgemäßen Führung des Zerstäubers 30 längs der Lackierbahn führt.

[0039] Der Lackierroboter 16 ist programmgemäß für die Beschichtung der in der Fig. 1 linken Seite des Rotorblattes 34 vorgesehen, während der spiegelbildlich auf der anderen Seite vorgesehene zweite Lackierrobo-

ter 18, welcher von einer weiteren ersten Bewegungsvorrichtung 24 in Richtung des Pfeils 28 auf- und abbewegbar ist, für die Beschichtung der im Bild dargestellten rechten Seite des Rotorblattes 34 vorgesehen ist. Zur Reduktion der Verschmutzung der jeweiligen Roboter 16, 18 bzw. der zugehörigen Zerstäuber 30, 32 ist eine gegenläufige Bewegung der Roboter vorteilhaft, d.h. wenn der erste Zerstäuber 30 gerade an der Oberkante des Rotorblattes 34 befindlich ist, so ist der zweite Zerstäuber 32 gerade an der Unterkante der gegenüberliegenden Seite des Rotorblattes 34.

[0040] Im oberen Bereich der Lackierkabine 12 sind Vorrichtungen zur Zuführung von Luft in die Lackierkabine vorgesehen, welche vorzugsweise gereinigt bzw. gefiltert ist, um eine hohe Lackierqualität zu gewährleisten. Durch den so entstehenden leichten Überdruck in der Lackierkabine 12 ist ein Einströmen von nicht gereinigter Luft in durch den Zwischenraum zwischen Rotorblatt und portalähnlicher Öffnung 14 vorwiegend reduziert.

[0041] Fig. 2 zeigt eine zweite exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken in einer Seitenansicht. Ein zweites zu lackierendes Werkstück 62, ebenfalls ein Rotorblatt für eine Windkraftanlage, ragt durch eine zweite portalähnliche Öffnung 44 einer zweiten Lackierkabine 42 in diese hinein und am gegenüberliegenden Ende durch die dritte portalähnliche Öffnung 46 wieder hinaus. Das Rotorblatt 62 hat seinen Flansch in der Fig. auf der linken Seite und ist dort mit einer Haltevorrichtung 70 befestigt. Das sich zur rechten Seite hin verjüngende Rotorblatt 62 ist somit längs seiner gesamten Erstreckung längs der gedachten Achse 60 waagrecht schwebend gehalten.

[0042] Die zweite Lackierkabine 42 ist auf Fahrgestellen bzw. Rädern 68 gelagert und parallel zur zweiten Arbeitsfläche 64 längs der gedachten Achse 60 bewegbar, wie mit dem Pfeil 66 angedeutet. Vorzugsweise erfolgt diese Bewegung über einen elektrischen Antrieb. Die Bewegung der Lackierkabine 42 ist sowohl kontinuierlich denkbar als auch in Intervallen. In diesem letzten Beispiel erfolgt die Bewegung der Lackierkabine 42 in Intervallschritten, welche in etwa der aktiven Länge einer dritten Bewegungsvorrichtung 56 entsprechen.

[0043] Mittels der dritten Bewegungsvorrichtung 56 ist eine Bewegung einer ersten Bewegungsvorrichtung 52 sowie eines auf dieser montierten dritten Roboters 48 ermöglicht, womit sich bei einem 6-achsigen dritten Lackierroboter 48 in der Summe acht Bewegungsfreiheitsgrade für den dritten Zerstäuber 50 ergeben. Somit ist es möglich, den Zerstäuber in verschiedensten Auslenkungsvarianten der Bewegungsvorrichtungen 52, 56 und des Roboters in jeder Orientierung in jeden gewünschten Punkt des Arbeitsbereiches relativ zur Lackierkabine 42 zu positionieren, wofür theoretisch minimal 6 Bewegungsfreiheitsgrade notwendig sind. Diese Überredundanz in der Bewegungsfreiheit ermöglicht eine höhere Freiheit in der Gestaltung des Bewegungsprogramms und ermöglicht letztendlich ein Vermeiden von Unterbre-

chungsstellen.

[0044] Die Bewegungsrichtung der ersten Bewegungsvorrichtung 52 erfolgt - vergleichbar zu Fig. 1 - in senkrechter Richtung 54, womit der Arbeitsbereich des auf ihr montierten dritten Roboters 48 mit drittem Zerstäuber 50 erhöht ist. Dies hat insbesondere zur Folge, dass Unterbrechungsstellen von senkrecht verlaufenden Lackierbahnen vermeidbar sind oder aber auch, dass höhere Werkstücke 62 lackierbar sind.

[0045] Die dritte Bewegungsvorrichtung 56 ermöglicht insbesondere, auf einen kontinuierlichen Vorschub der zweiten Lackierkabine 42 verzichten zu können, welcher in diesem Beispiel als neunter Freiheitsgrad in der Bewegung zu interpretieren wäre. Dies erleichtert die Steuerung des Antriebs der Lackierkabine 12, was aufgrund von deren Gewicht und Größe, beispielsweise einer Länge von 9m, eine Breite von 6m und eine Höhe von 5,5m, einen hohen Aufwand bedeutet. Die Lackierung des teilweise dargestellten Rotorblattes 62 erfolgt analog zu der Beschreibung von Fig. 1 in mäanderförmigen, Lackierbahnen längs der Oberfläche des Rotorblattes 62 und quer zu der ersten gedachten Achse 60.

[0046] Fig. 3 zeigt eine dritte exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken in einer Draufsicht. Eine dritte Lackierkabine 82 ist auf nicht gezeigten Fahrgestellen bzw. Rädern auf Schienen 104 geführt. Ein drittes Werkstück 102, ebenfalls ein Rotorblatt einer Windkraftanlage, ragt längs einer zweiten gedachten Achse 100 durch eine vierte portalähnliche Öffnung 110 in die dritte Lackierkabine 82 hinein und auf der gegenüberliegenden Seite durch die fünfte portalähnliche Öffnung 112 heraus. Eine zweite Bewegungsvorrichtung 96 erstreckt sich im oberen Bereich der dritten Lackierkabine brückenähnlich zwischen den beiden zur gedachten Achse parallel liegenden Seitenwänden der dritten Lackierkabine 82. Mit der zweiten Bewegungsvorrichtung ist längs einer Schwenkachse 92 ein Verfahren einer schwenkbaren Bewegungsvorrichtung 88 ermöglicht, welche einen vierten Lackierroboter 84 trägt.

[0047] Mittels einer Schwenkbewegung 94 ist somit eine kreissegmentähnliche Bewegung des vierten Lackierroboters 84 um die Schwenkachse 92 ermöglicht. Diese beinhaltet sowohl eine senkrechte als auch eine waagerechte Komponente. Die zweite Bewegungsvorrichtung 96 ist ihrerseits mittels einer nicht gezeigten Bewegungsvorrichtung in Richtung des Pfeils 98 längs der gedachten zweiten Achse 100 bewegbar. Der vierte Lackierroboter ist längs der Linie 108 quer zur gedachten Achse auf die andere Seite der dritten Lackierkabine verfahrbar, so dass in diesem Beispiel ein komplettes Rotorblatt beidseitig von ein und demselben Lackierroboter 88 lackierbar ist. Die Position des vierten Lackierroboters auf der anderen Kabinenseite bzw. die Position der den Roboter tragenden Schwenkvorrichtung ist gestrichelt mit den Bezugszeichen 86 und 90 angedeutet. Der Lackierroboter ist darüber hinaus mittels der Schwenkvorrichtung 88 auf die andere Seite der Schwenkachse bewegt worden, so dass sich spiegelbildliche Verhältnisse

zwischen Lackierroboter 88 und Rotorblatt 102 beiderseits des Rotorblattes einstellen. Dies ist für die Programmierung des Lackierroboters vorteilhaft.

[0048] Fig. 4 zeigt eine vierte und eine fünfte exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken in einer Schnittansicht. Ein viertes Werkstück 126 bzw. ein Rotorblatt ragt durch eine sechste portalähnliche Öffnung 124 in eine vierte Lackierkabine 122 hinein. Die Kabine befindet sich - aus der Fig. nicht ersichtlich - in der Mitte der länglichen Erstreckung des Rotorblattes so dass sich ein geringerer Rotorblattquerschnitt ergibt als am Rotorflansch. Um den Zwischenraum zwischen Rotorblatt und dem Querschnitt der sechsten portalähnlichen Öffnung 124 zu reduzieren sind zwei erste bewegliche Blendenelemente 128 vorgesehen.

[0049] In dem Bild rechts davon ist eine entsprechende fünfte Lackierkabine 132 gezeigt, in welche durch eine siebte Öffnung 134 ein flanschseitiges Stück eines fünften Werkstückes 136 bzw. eines Rotorblattes hineinragt. Aufgrund des an dieser Stelle größeren Querschnittes des Rotorblattes 136 sind die zwei zweiten beweglichen Blendenelemente weniger weit in die portalähnliche Öffnung 134 hinein gefahren.

Bezugszeichenliste

[0050]

10	erste exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken
12	erste Lackierkabine
14	erste portalähnliche Öffnung
16	erster Lackierroboter
18	zweiter Lackierroboter
20	Arbeitsfläche
22	erste Bewegungsvorrichtung
24	zweite erste Bewegungsvorrichtung
26	Bewegungsrichtung der ersten Bewegungsvorrichtung
28	Bewegungsrichtung der zweiten ersten Bewegungsvorrichtung
30	erster Zerstäuber
32	zweiter Zerstäuber
34	erstes Werkstück
36	Vorrichtung zur Zuführung von Luft
38	Fahrgestell mit Rad
39	Schiene
40	zweite exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken
42	zweite Lackierkabine
44	zweite portalähnliche Öffnung
46	dritte portalähnliche Öffnung
48	dritter Lackierroboter
50	dritter Zerstäuber
52	dritte erste Bewegungsvorrichtung
54	Bewegungsrichtung der dritten ersten Bewegungsvorrichtung
56	dritte Bewegungsvorrichtung

58	Bewegungsrichtung der dritten Bewegungsvorrichtung
60	erste gedachte Achse
62	zweites Werkstück
5 64	Arbeitsfläche
66	Bewegungsrichtung der Lackierkabine
68	Fahrgestell mit Rad
70	Haltevorrichtung für zweites Werkstück
80	dritte exemplarische Anordnung zum Beschichten von Werkstücken
10 82	dritte Lackierkabine
84	vierter Lackierroboter in erster Position
86	vierter Lackierroboter in zweiter Position
88	schwenkbare Bewegungsvorrichtung in erster Position
15 90	schwenkbare Bewegungsvorrichtung in zweiter Position
92	Schwenkachse
94	Schwenkrichtung
20 96	zweite Bewegungsvorrichtung
98	Bewegungsrichtung der zweiten Bewegungsvorrichtung
100	zweite gedachte Achse
102	drittes Werkstück
25 104	Schiene
106	Bewegungsrichtung der dritten Lackierkabine
108	Bewegungsrichtung der zweiten Bewegungsvorrichtung
110	vierte portalähnliche Öffnung
30 112	fünfte portalähnliche Öffnung
120	vierte und fünfte Anordnung zum Beschichten von Werkstücken
122	vierte Lackierkabine
124	sechste portalähnliche Öffnung
35 126	fünftes Werkstück
128	erste Blendenelemente
132	fünfte Lackierkabine
134	siebte portalähnliche Öffnung
136	sechstes Werkstück
40 138	zweite Blendenelemente

Patentansprüche

- 45 1. Anordnung zum Beschichten von Werkstücken (34, 62, 102, 126, 136) mit einer Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) welche zwei längs einer gedachten Achse (60, 100) einander gegenüberliegende portalähnliche Öffnungen (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134) aufweist, mit wenigstens einem darin angeordneten Lackierroboter (16, 18, 48, 84, 86), wobei die Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) zusammen mit dem wenigstens einen Lackierroboter (18, 18, 48, 84, 86) parallel zu einer Arbeitsfläche (20, 64) mittels eines Antriebs längs der gedachten Achse (60, 100) bewegbar (66, 108) ist und der wenigstens eine Lackierroboter (16, 18, 48, 84, 86) mittels wenigstens einer ersten Bewegungsvorrichtung (22, 24, 52, 88,

90) relativ zur Lackierkabine (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134) senkrecht zur Arbeitsfläche (20,64) bewegbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

der wenigstens eine Lackierroboter (16, 18, 48, 84, 86) mittels wenigstens einer zweiten Bewegungsvorrichtung (96) relativ zur Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) zusätzlich quer (108) zur gedachten Achse (60, 100) bewegbar ist und mittels wenigstens einer dritten Bewegungsvorrichtung (56, 88, 90) relativ zur Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) zusätzlich längs (58) der gedachten Achse (60, 100) bewegbar.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe der Bewegungsfreiheitsgrade des wenigstens einen Lackierroboters (16, 18, 48, 84, 86) und der Bewegungsvorrichtungen (22, 24, 52, 56, 88, 90), durch welche der Lackierroboter (16, 18, 48, 84, 86) relativ zur Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) bewegbar ist, wenigstens sechs beträgt.

3. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Lackierroboter (16, 18, 48, 84, 86) wenigstens sechs Bewegungsfreiheitsgrade aufweist.

4. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Lackierroboter (16, 18, 48, 84, 86) mittels einer gemeinsamen Bewegungsvorrichtung relativ zur Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) bewegbar sind.

5. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) beiderseits der gedachten Achse (60, 100) jeweils wenigstens ein Lackierroboter (16, 18, 48, 84, 86) angeordnet ist.

6. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) auf wenigstens zwei parallel zueinander angeordneten Fahrgestellen (38, 68) abgestützt und mit diesen gemeinsam bewegbar ist.

7. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) mit einer Vorrichtung zur Zu- und/oder Abführung und/oder Reinigung von Luft (36) versehen ist.

8. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Luftströmungsvorhang entlang des Öffnungsquerschnittes wenigstens einer portalähnlichen Öffnung (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134) erzeugbar ist.

9. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegungsabläufe des wenigstens einen Lackierroboters (16, 18, 48, 84, 86) und wenigstens einer Bewegungsvorrichtung (22, 24, 52, 56, 88, 90) von einer gemeinsamen Robotersteuerung vorgebar sind.

10. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegungsabläufe des wenigstens einen Lackierroboters (16, 18, 48, 84, 86) und die Bewegung der Lackierkabine (12, 42, 82, 122, 132) von einer gemeinsamen Robotersteuerung vorgebar sind.

11. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der portalähnlichen Öffnungen (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134) durch Blenden Elemente (128, 138) in ihrem Öffnungsquerschnitt veränderbar ist,

Claims

1. Arrangement for coating workpieces (34, 62, 102, 126, 136), comprising a lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) which has two porchway-like openings (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134) that lie opposite one another along an imaginary axis (60, 100), comprising at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) arranged therein, wherein a drive can be used to move (66, 108) the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) together with the at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) parallel to a work surface (20, 64) along the imaginary axis (60, 100), and the at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) can be moved by means of at least a first movement apparatus (22, 24, 52, 56, 88, 90) in relation to the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) perpendicular to the work surface (20, 64),

characterized in that

the at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) can additionally be moved by means of at least a second movement apparatus (96) in relation to the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) transversely (108) to the imaginary axis (60, 100), and can additionally be moved by means of at least a third movement apparatus (56, 88, 90) in relation to the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) along (58) the imaginary axis (60, 100).

2. Arrangement according to Claim 1, **characterized in that** the sum total of the degrees of freedom of movement of the at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) and of the movement apparatuses (22, 24, 52, 56, 88, 90) by which the lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) can be moved in relation to the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) is at least six.

3. Arrangement according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) has at least six degrees of freedom of movement.
4. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least two lacquering robots (16, 18, 48, 84, 86) can be moved by means of a common movement apparatus in relation to the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132).
5. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) is arranged within the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) on each side of the imaginary axis (60, 100).
6. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) is supported on at least two carriages (38, 68), which are arranged parallel to one another, and can be moved together therewith.
7. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) is provided with an apparatus for supplying and/or carrying away and/or cleaning air (36).
8. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** an air-flow curtain can be generated along the opening cross section of at least one porchway-like opening (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134).
9. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sequences of movement of the at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) and of at least one movement apparatus (22, 24, 52, 56, 88, 90) can be predefined by a common robot control system.
10. Arrangement according to Claim 1, **characterized in that** the sequences of movement of the at least one lacquering robot (16, 18, 48, 84, 86) and the movement of the lacquering cabin (12, 42, 82, 122, 132) can be predefined by a common robot control system.
11. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** the opening cross section of at least one of the porchway-like openings (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134) can be altered by shield elements (128, 138).

Revendications

1. Dispositif de revêtement de pièces usinées (34, 62, 102, 126, 136) avec une cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132) qui présente deux ouvertures en forme de portail (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134) opposées l'une à l'autre le long d'un axe virtuel (60, 100), avec au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) disposé dans celle-ci, dans lequel la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132) peut être déplacée (66, 108) de concert avec ledit au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86), au moyen d'un entraînement, le long de l'axe virtuel (60, 100) parallèlement à une surface de travail (20, 64), et ledit au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) peut être déplacé par rapport à la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132), perpendiculairement à la surface de travail (20, 64), au moyen d'au moins un premier dispositif de déplacement (22, 24, 52, 88, 90), **caractérisé en ce que** ledit au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) peut en plus être déplacé par rapport à la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132), transversalement (108) à l'axe virtuel (60, 100), au moyen d'au moins un deuxième dispositif de déplacement (96) et peut en outre être déplacé par rapport à la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132), le long (58) de l'axe virtuel (60, 100) au moyen d'au moins un troisième dispositif de déplacement (56, 88, 90).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la somme des degrés de liberté de déplacement dudit au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) et des dispositifs de déplacement (22, 24, 52, 56, 88, 90), au moyen desquels le robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) peut être déplacé par rapport à la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132), est au moins égale à six.
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) présente au moins six degrés de liberté de déplacement.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins deux robots de peinture (16, 18, 48, 84, 86) peuvent être déplacés par rapport à la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132) au moyen d'un dispositif de déplacement commun.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) est disposé respectivement de part et d'autre de l'axe virtuel (60, 100) à l'intérieur de la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132) est supportée sur au moins deux trains roulants (38, 68) disposés parallèlement l'un à l'autre et peut être déplacée en commun avec ceux-ci. 5
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132) est dotée d'un dispositif pour l'arrivée et/ou l'évacuation et/ou l'épuration de l'air (36). 10
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un rideau de circulation d'air peut être produit le long de la section transversale d'ouverture d'au moins une ouverture en forme de portail (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134). 15
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le déroulement des déplacements dudit au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) et d'au moins un dispositif de déplacement (22, 24, 52, 56, 88, 90) peut être prédéterminé par une commande de robot commune. 20 25
10. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le déroulement des déplacements dudit au moins un robot de peinture (16, 18, 48, 84, 86) et le déplacement de la cabine de peinture (12, 42, 82, 122, 132) peuvent être prédéterminés par une commande de robot commune. 30
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une des ouvertures en forme de portail (14, 44, 46, 110, 112, 124, 134) peut être modifiée au niveau de sa section transversale d'ouverture au moyen d'éléments d'écran (128, 138). 35 40

45

50

55

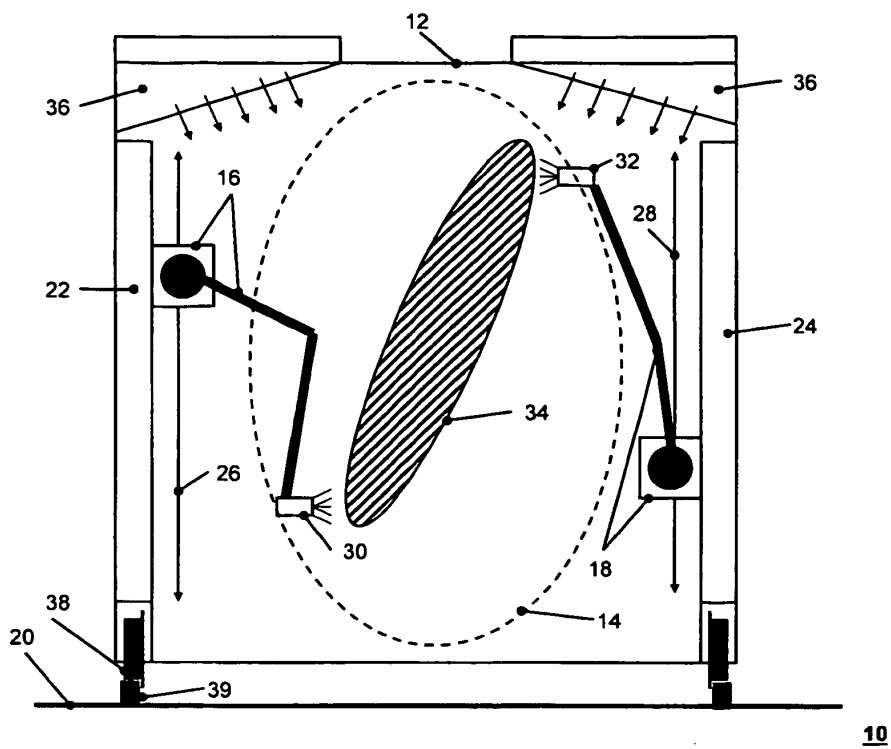


Fig. 1

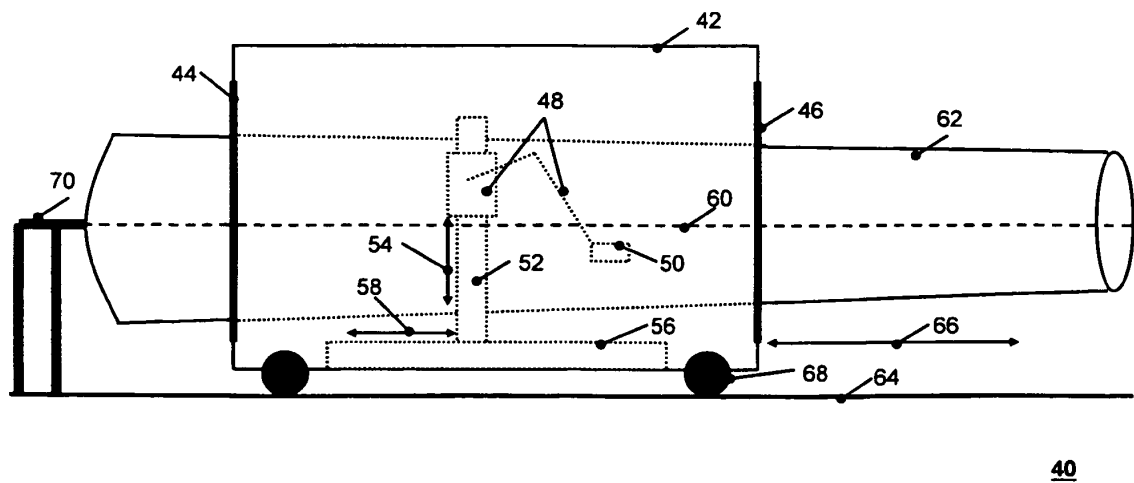


Fig. 2

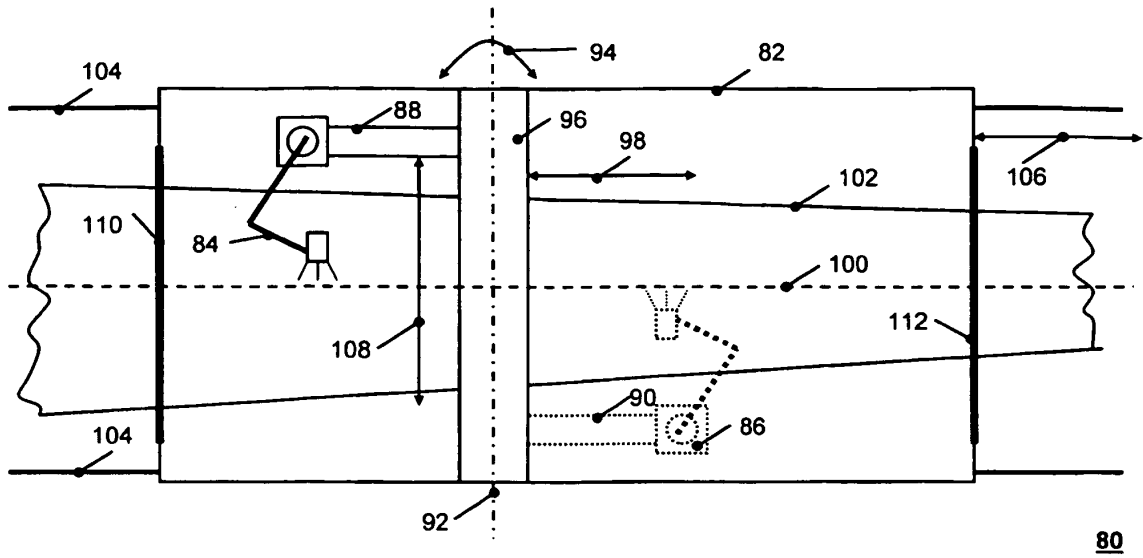


Fig. 3

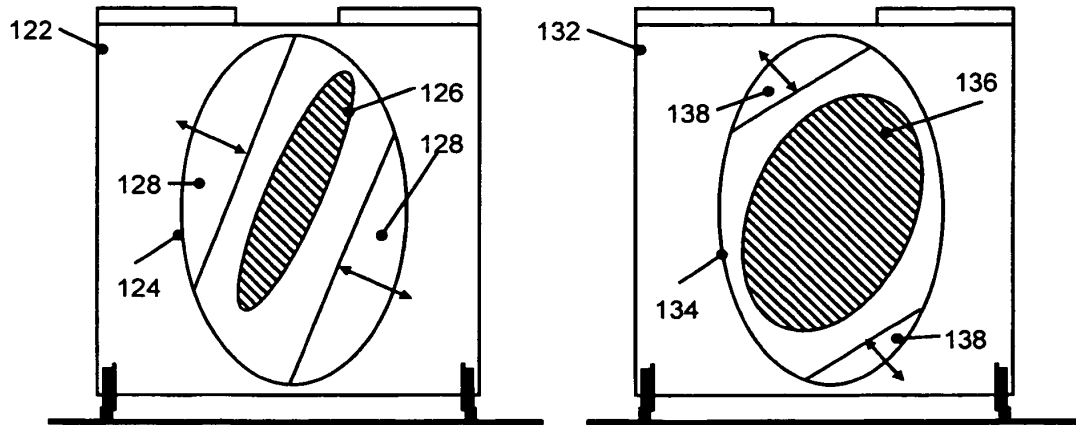


Fig. 4

120

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5656085 A [0011]
- GB 706600 A [0013]