



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 036 094 A1** 2006.02.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 036 094.4**

(22) Anmeldetag: **24.07.2004**

(43) Offenlegungstag: **16.02.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F24J 2/46** (2006.01)  
**F24J 2/14** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
53175 Bonn, DE**

(72) Erfinder:

**Eickhoff, Martin, Dipl.-Ing., Pechina, ES**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,  
50667 Köln**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 100 28 093 A1**

**DE 27 38 666 A1**

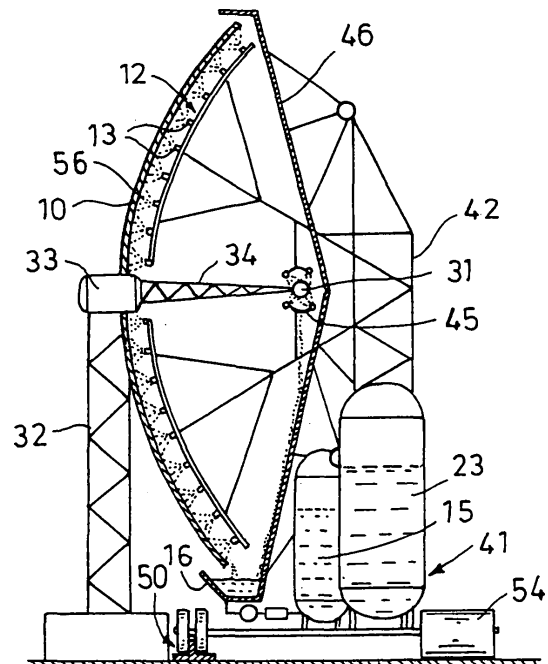
**WO 01/17 698 A1**

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

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Waschapparat für einen Parabolrinnenkollektor**

(57) Zusammenfassung: Der Waschapparat ist auf einem entlang eines Parabolrinnenkollektors verfahrbaren Waschfahrzeug (41) angeordnet, das mindestens einen Wassertank (15, 16) aufweist. Der Waschapparat ist mit einer Düsenanordnung (12) versehen, die der Form und Größe des Spiegels (10) entspricht und Wasserstrahlen (56) gegen den Spiegel richtet. An einer Rückwand (46) ist eine Auffangvorrichtung (16) zum Auffangen des von dem Spiegel (10) ablaufenden Wassers vorgesehen. Von der Auffangvorrichtung (16) führt eine Rücklaufleitung über eine Aufbereitungsvorrichtung in den Tank (15).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Waschapparat für einen Parabolrinnenkollektor, der ein Absorberrohr und einen rinnenförmigen Spiegel aufweist, mit einem entlang des Parabolrinnenkollektors verfahrbaren Waschfahrzeug, das mindestens einen Wassertank und eine der Spiegelkontur folgende Düsenanordnung aufweist.

### Stand der Technik

**[0002]** Solarkraftwerke mit Parabolrinnenkollektoren werden hauptsächlich in sonnenreichen Wüstengegenden errichtet. Die Parabolrinnenkollektoren weisen einen rinnenförmigen parabolischen Spiegel auf, in dessen Brennlinie ein Absorberrohr verläuft, das von einem flüssigen Wärmeübertragungsmedium durchströmt wird. Das Wärmeübertragungsmedium führt die aufgenommene Wärme zu einem Wärmeverbraucher ab, beispielsweise einer Turbine mit Generator zur Stromerzeugung. In Wüstengegenden, in denen starke Solarstrahlung vorhanden ist, existiert viel Staub und feiner Sand, die vom Wind durch die Luft geweht werden. Die für die solare Konzentration verwendeten Parabolspiegel und das Absorberrohr umgebende Glasfüllrohr verschmutzen sehr schnell, so dass ein regelmäßiges Waschen des Parabolrinnenkollektors trotz der dort oft herrschenden Wasserknappheit erforderlich ist. Allein in einer Woche kann der Wirkungsgrad eines Parabolrinnenkraftwerks je nach Wetterlage durch Verstaubung um 3-6% fallen.

**[0003]** Bisher erfolgt die Reinigung der Spiegel eines Parabolrinnenkraftwerks mithilfe eines Waschfahrzeugs, das Wasser gegen den Spiegel sprüht. Die Wäsche benötigt eine große Zahl an Arbeitskräften und hat einen hohen Wasserverbrauch. Die Reinigung muss bei Tageslicht durchgeführt werden, um den Kollektor nicht zu beschädigen. Durch eine solche Betriebsunterbrechung wird die Effektivität der Energiegewinnung zusätzlich vermindert.

**[0004]** Besonders starke Verschmutzungen treten auf, wenn bei Wind in den Morgenstunden die noch vom Tau behafteten Parabolspiegel und die Glasfüllrohre den Staub einfangen. Beim späteren Trocknen des Taus entsteht eine nur schwer zu beseitigende Schmutzschicht, die zu einer festen Kruste werden kann.

**[0005]** Aus der Praxis sind verschiedene Reinigungsmethoden bekannt. Eine Reinigungsmethode besteht darin, von einem Lastwagen aus mit Hochdruckdüsen gegen den Spiegel des Parabolrinnenkollektors zu sprühen. Diese Methode hat eine geringe Reinigungskapazität. Die anfangs stark beschleunigten Wassertröpfchen erreichen den Spiegel mit nur geringer Geschwindigkeit. Daher kann nur der

Staub abgespült werden. Die Gefahr, dass neuer Staub an den feucht zurückgelassenen Spiegeln hängen bleibt ist sehr groß. Ein weiterer Nachteil ist der hohe Wasserverbrauch, da ein hoher Anteil des versprühten Wassers die Kollektorspiegel nicht erreicht. Das abtropfende Wasser versickert im Boden.

**[0006]** Eine manuelle Methode sieht vor, einen Hochdruckwasserstrahl auf den Kollektorspiegel zu lenken. Der Nachteil dieser Methode ist der hohe Aufwand an Arbeitskräften und eine sehr geringe Waschgeschwindigkeit. Eine dritte Methode benutzt einen auf einem Traktor installierten Waschapparat, der die Kollektorwäsche durch rotierende Hochdruckdüsen vornimmt. Diese Methode liefert eine akzeptable Waschqualität, erfordert aber ebenfalls den Einsatz von viel Wasser. Ferner besteht die Gefahr von Beschädigungen des Parabolspiegels durch unachtsames Lenken des Waschfahrzeugs.

**[0007]** Ein allgemeiner Nachteil sämtlicher genannter Waschmethoden besteht darin, dass die Wäsche aus Sichtgründen bei Tageslicht durchgeführt werden muss. Dies hat zur Folge, dass jeder Kollektor für die Wäsche in die Waschposition gefahren und später wieder in die Arbeitsposition zurückgefahren werden muss. Allein dieses Verfahren der Kollektorspiegel dauert je nach Sonnenstand 5-20 Minuten. Hinzu kommt noch die Dauer des Waschvorgangs. Insgesamt ist der Kollektor bei einem mittleren Betriebstag von 12 Stunden für die Wäsche etwa eine halbe Stunde außer Betrieb. Dies bedeutet, dass der Kollektor durchschnittlich etwa 4,2% weniger Wärmeenergie liefern kann als ohne Wäsche. Zu berücksichtigen ist ferner, dass die beim Waschen defokussierten Kollektoren weiterhin von heißem Wärmeübertragungsmedium durchflossen werden und daher während des gesamten Waschvorgangs ihre thermischen Verluste beibehalten.

### Aufgabenstellung

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Waschapparat für einen Parabolrinnenkollektor zu schaffen, bei dem bei vergleichbarer Reinigungskapazität der Wasserverbrauch erheblich verringert ist.

**[0009]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Waschapparat zu schaffen, der weitgehend automatisch arbeitet und weniger manuelle Bedienung erfordert.

**[0010]** Eine weitere Aufgabe besteht darin, einen Waschapparat zu schaffen, der auch nachts arbeiten kann und somit den täglichen Betrieb nicht stört.

**[0011]** Zusammenfassend soll ein Waschapparat geschaffen werden, der einen hohen Wasch-Wirkungsgrad bei geringem Wasserverbrauch hat, mit

geringem Personalaufwand betrieben werden kann, einen Nachtbetrieb und eine schnelle Arbeitsweise ermöglicht.

**[0012]** Der Waschapparat nach der vorliegenden Erfindung weist die Merkmale des Patentanspruchs 1 auf. Hiernach ist an dem Waschfahrzeug eine Auffangrichtung zum Auffangen des von dem Spiegel ablaufenden Wassers und zum Zurückführen des Wassers in den Wassertank vorgesehen.

**[0013]** Erfindungsgemäß erfolgt ein Auffangen des Waschwassers direkt durch das Waschfahrzeug und ein erneutes strategisch gezieltes Einbringen dieses Wassers in den Waschprozess, wobei in der Rückführung eine Aufbereitungsvorrichtung vorgesehen sein kann, beispielsweise in Form eines Filters, eines Abscheiders oder einer Sedimentationsvorrichtung. Auf diese Weise kann das Waschwasser mehrere Waschzyklen durchlaufen. Erforderlichenfalls kann das abschließende Abspülen des Spiegels mit reinem Wasser erfolgen.

**[0014]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung, die jedoch selbständige Bedeutung hat, ist vorgesehen, dass das Waschfahrzeug an einer Schienenführung in konstantem Abstand zu dem Parabolrinnenkollektor geführt ist. Diese Schienenführung ermöglicht es, das Waschfahrzeug in engem Abstand entlang des Parabolspiegels zu bewegen, ohne dass ein manuelles Lenken während des Fahrvorganges erforderlich wäre. Die Düsenanordnung ist so angeordnet und geformt, dass sie der Kontur des Parabolspiegels folgt. Daher kann das Waschfahrzeug entlang der Schienenführung "blind" fahren, während der Waschvorgang mit hoher Intensität und Präzision ausgeführt wird. Der Schienenbetrieb ermöglicht einen Einsatz des Waschapparates auch in den Nachtstunden. Der Parabolspiegel muss lediglich in eine definierte Waschposition geschwenkt werden und die Düsenanordnung auf dem Waschfahrzeug muss so auf die Waschposition des Parabolspiegels abgestimmt sein, dass die Düsenanordnung der Spiegelkontur eng folgt.

**[0015]** Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, dass das Waschwasser bei der Kollektorwäsche immer an der unteren Spiegelkante abtropft, und dass sich die in Waschposition gefahrenen Kollektoren, die in einer Reihe angeordnet sind, immer in zueinander fluchtenden Positionen befinden. Dies ermöglicht eine Arbeitsweise mit einem Waschfahrzeug, das eine relativ schmale rinnenförmige Auffangvorrichtung hat, welche entlang der Unterkante des Spiegels bewegt wird.

**[0016]** Weitere Möglichkeiten der Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung und deren Vorteile sind der nachfolgenden Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

## Ausführungsbeispiel

**[0017]** Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Diese Ausführungsbeispiele dienen nicht der Beschränkung des Schutzbereichs der Erfindung. Dieser wird vielmehr durch die Patentansprüche bestimmt.

**[0018]** Es zeigen:

**[0019]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Waschapparates

**[0020]** [Fig. 2](#) eine Darstellung eines Parabolrinnenkollektors der Waschposition, mit Schienenführung

**[0021]** [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung des Waschfahrzeugs

**[0022]** [Fig. 4](#) eine Darstellung des Waschvorganges des Spiegels nach [Fig. 2](#) mit dem Waschfahrzeug nach [Fig. 3](#) während der Kollektorwäsche

**[0023]** [Fig. 5](#) ein Ausführungsbeispiel der Positionierung der Düsen

**[0024]** [Fig. 6](#) einen Querschnitt durch eine mögliche Ausführung der Schienenführung

**[0025]** [Fig. 7](#) eine Draufsicht auf eine Ausführungsform des Fahrgestells des Waschfahrzeugs

**[0026]** [Fig. 8](#) ein Ausführungsbeispiel einer Führungsradanordnung

**[0027]** [Fig. 9](#) ein Waschfahrzeug mit Anhänger

**[0028]** [Fig. 10](#) ein Beispiel einer Schienenführung in einem Parabolrinnenkraftwerk

**[0029]** [Fig. 11](#) ein Ausführungsbeispiel einer Schienen-Einfädelvorrichtung für das Waschfahrzeug und

**[0030]** [Fig. 12](#) ein Schaubild für eine Reinigung mit entmineralisiertem Wasser.

**[0031]** In [Fig. 1](#) ist der ortsfeste rinnenförmige Kollektorspiegel mit **10** bezeichnet. Die übrigen dargestellten Komponenten befinden sich auf einem (nicht gezeigten) Waschfahrzeug, das in Fahrtrichtung **11** an dem Kollektorspiegel **10** entlang fährt.

**[0032]** Das Fahrzeug weist eine Düsenanordnung **12** aus zahlreichen Düsen **13** auf, die auf den Spiegel **10** gerichtet sind, um Wasser mit Hochdruck auf die Spiegelfläche zu sprühen. Die Düsenanordnung **12** ist über eine Pumpe **14** mit einem Tank **15** verbunden, der das zu versprühende Wasser enthält. Der Tank **15** ist ein Trübwassertank.

**[0033]** Unter dem Spiegel **10** befindet sich eine rinnenförmige Auffangvorrichtung **16**, die das von der Unterkante **17** des Spiegels ablaufende und abtropfende Wasser auffängt. Die Auffangvorrichtung **16** hat Gefälle zu einem Sumpf **18**, von dem eine Rückführungsleitung **19**, welche eine Pumpe **20** enthält, in den Tank **15** zurückführt. In der Rückführungsleitung **19** befindet sich eine Aufbereitungsvorrichtung **21**, beispielsweise in Form eines Filters oder einer Absetzvorrichtung, mit einem Schlammauslass **22** zum Abführen des Schlammes.

**[0034]** Ferner ist ein zweiter Tank **23** vorgesehen, der über eine Pumpe **24** mit einer Düsenanordnung **25** verbunden ist. Die Düsenanordnung **25** folgt der ersten Düsenanordnung **12** in Fahrtrichtung nach. Der Tank **23** ist ein Reinwassertank. Die Auffangvorrichtung **16** hat eine solche Länge in Fahrzeuglängsrichtung, dass sie sowohl das von der Düsenanordnung **12** versprühte Wasser als auch das von der Düsenanordnung **25** versprühte Wasser auffängt. Das in dem Tank **23** enthaltene Reinwasser dient dem Nachspülen.

**[0035]** Zu der Reinigungsvorrichtung dienen rotierende Reinigungsbürsten **26**, die im Bereich der Düsenanordnung **12** vorgesehen sind.

**[0036]** Das Waschfahrzeug fährt an den in Waschposition gefahrenen Kollektorspiegeln **10** in konstantem Abstand vorbei und wäscht die Spiegel und das Glasfüllrohr in verschiedenen Reinigungsstufen:

1. Vorwäsche mit Hochdruckdüsen unter Verwendung des Trübwassers im Tank **15**
2. Mechanische Hauptreinigungsbürsten bzw. Putzrollen während des Besprühens mit der Düsenanordnung **12**
3. Hauptwäsche mit der Düsenanordnung **12** unter Verwendung des Trübwassers
4. Nachspülen mit den Mitteldruckdüsen der Düsenanordnung **25** unter minimaler Verwendung von Reinwasser.

**[0037]** Bei allen oben genannten Reinigungsstufen läuft das Waschwasser an dem Parabolspiegel herunter und tropft schließlich an der Unterkante **17** in die von dem Waschfahrzeug mitgeführte Auffangvorrichtung **16**. Das sich in der Auffangvorrichtung **16** ansammelnde Schmutzwasser wird mithilfe der Pumpe **20** durch die Aufbereitungsvorrichtung **21** in den Tank **15** gepumpt. Die Aufbereitungsvorrichtung hat die Aufgabe, die im Wasser löslichen Verunreinigungen mechanisch herauszufiltern, so dass das Waschwasser die Aufbereitungsvorrichtung als Trübwasser mit nur leicht gelösten Verunreinigungen verlässt. Das Trübwasser kann dann erneut dem Waschprozess in den ersten drei Reinigungsstufen zugeführt werden. Die letzte nachgeschaltete Nachspülstufe mit Reinwasser bewirkt bei minimalem Reinwasserverbrauch, dass die Trübwasserreste der zuvor

durchgeführten Vor- und Hauptwaschstufen abgespült werden.

**[0038]** [Fig. 2](#) zeigt eine Darstellung des Parabolrinnenkollektors **30**, dessen Spiegel **10** in die Waschposition gefahren wurde. In der Waschposition ist der paraboloid rinnenförmige Spiegel **10** im Wesentlichen senkrecht angeordnet. Längs der Brennnlinie des Spiegels **10** verläuft das Absorberrohr **31**. Das aus Glas bestehende Füllrohr ist hier aus Gründen der Übersichtlichkeit fortgelassen.

**[0039]** Der Spiegel **10** ist an einem Mast **32** befestigt. Der Mastkopf **33** ist um eine horizontale Achse schwenkbar, um den Spiegel auf die Sonne ausrichten zu können. Von dem Mastkopf **33** steht auslegerartig ein Absorberrohrträger **34** ab, an dessen Ende das Absorberrohr **31** befestigt ist. Die Absorberrohrträger **34** sind in regelmäßigen Abständen angeordnet, während das Absorberrohr **31** über die gesamte Länge des Parabolrinnenkollektors durchgeht.

**[0040]** [Fig. 3](#) zeigt die dem Parabolrinnenkollektor **30** nach [Fig. 2](#) zugehörigen Waschapparat **40**. Der Waschapparat ist auf einem Waschfahrzeug **41** montiert. Er weist ein aufragendes Gestell **42** auf, an dem die Düsenanordnung **12** befestigt ist. Die Düsenanordnung **12** hat eine Orientierung, die derjenigen des Spiegels **10** in der Reinigungsposition entspricht. Sie ist an einer konvexen Tragstruktur **43** derart befestigt, dass die Düsen **13** auf einem konvexen Bogen liegen, welcher dem konkaven Bogen des Spiegels **10** exakt folgt. Die Tragstruktur **43** weist in der Mitte ihrer Höhe eine Unterbrechung **44** auf für den Durchtritt des Absorberrohrträgers **34** ([Fig. 2](#)). Hinter der Unterbrechung **44** befindet sich ein Düsenkranz **45** aus mehreren Düsen, die das Absorberrohr **31** bzw. dessen Füllrohr umgeben und Waschflüssigkeit gegen das Füllrohr sprühen können.

**[0041]** Das Gestell **42** weist hinter der Düsenanordnung **12** eine geschlossene Rückwand **46** auf, die ein Spritzwasserleitblech bildet. Diese Rückwand besteht aus zwei Platten, welche einen Winkel von etwas weniger als  $180^\circ$  bilden. Am unteren Ende der Rückwand **46** befindet sich die Auffangvorrichtung **16**. Von der Auffangvorrichtung **16** geht die zum Tank **15** führende Rückführungsleitung **19** ab, welche die Pumpe **20** und die Wasseraufbereitungsvorrichtung **21** enthält. In [Fig. 3](#) sind auch die beiden Tanks **15** und **22** von [Fig. 1](#) dargestellt.

**[0042]** Das Waschfahrzeug **41** läuft entlang einer Schienenführung **50**, die auf dem Boden installiert ist, und in konstantem Abstand von dem Parabolrinnenkollektor verläuft. Die Schienenführung **50** weist einen von einer Platte **51** aufragenden Steg **52** auf. Ein Rad des Waschfahrzeugs **41** ist ein Führungsrad **53** aus zwei Scheiben, die einen Abstand voneinander haben und den Steg **52** zwischen sich einschließen.

Während das Führungsrad **53** das Waschfahrzeug entlang der Schienenführung führt, ist das auf derselben Achse gegenüberliegend angeordnete Laufrad **54** ein ungeführtes Antriebsrad.

[0043] **Fig. 4** zeigt den Waschapparat im Betriebszustand, in welchem das Waschfahrzeug **41** entlang der Schienenführung **50** fährt, wobei die Düsenanordnung **12** parallel und in konstantem Abstand zu dem Spiegel **10** verläuft. In **Fig. 4** sind die einzelnen gegen den Spiegel gerichteten Düsenstrahlen mit **56** bezeichnet. Man erkennt auch den Düsenring **45**, der das Absorberrohr **31** bzw. das entsprechende Glasfüllrohr mit geringem Abstand umgibt und Hochdruckstrahlen ausstößt. Bei dieser Ausführungsform können der Spiegel **10** und das Füllrohr des Absorberrohres gleichzeitig gereinigt werden. Die Rückwand **46** gewährleistet, dass der beim Hochdruckreinigen entstehende zurückkommende Wasserebel bzw. das Spritzwasser nicht verloren geht, sondern an der Rückwand herunter in die Auffangvorrichtung **16** läuft. Die Rückwand **46** erstreckt sich über die gesamte Länge der Düsenanordnung **12** und ggf. darüber hinaus.

[0044] Trotz Wasserrückgewinnung durch die Auffangvorrichtung **16** treten vor allem Schmutzwasserverluste in den ersten drei Waschstufen auf. Im Normalbetrieb sollte nur so viel Reinwasser in der Nachspülstufe verwendet werden, wie Schmutzwasser dem System verloren geht. Dann kann der Füllstand in dem Tank **15** für Trübwasser konstant gehalten und gleichzeitig ein minimaler Reinwasserverbrauch erzielt werden. Aus diesem Grunde braucht der Tank **15** nicht sehr groß ausgeführt zu sein. Ein größerer zweiter Tank **23** für Reinwasser gewährleistet eine große Reichweite des Waschfahrzeugs. Das Filtern des Schmutzwassers, der stetige Schmutzwasserverlust beim Vor- und Hauptwaschgang und ein stetiges Zuführen von Reinwasser in das System verhindern, dass das wiederverwendete Trübwasser immer stärker verunreinigt.

[0045] **Fig. 5** zeigt eine Düsenanordnung **25** für den Reinspülvorgang. Dabei sind die einzelnen Düsen **57** in der Höhe gestaffelt, wobei die Höhe der einzelnen Düsen in Bezug auf den Spiegel **10** entgegen der Fahrtrichtung **11** abnimmt. Bei dieser Staffelung wird berücksichtigt, dass das an der Oberseite des Spiegels verwendete Wasser längere Zeit benötigt, um nach unten zu gelangen. Es wird vermieden, dass verunreinigtes Spülwasser der oberen Düsen auf die zuvor von den unteren Düsen gereinigten Flächen nachfließen kann. Außerdem kann der Wasserstrom durch die Düsen von oben nach unten reduziert werden, da das Ablaufwasser der oberen Düsen schon eine Vorreinigung der von den unteren Düsen zu reinigenden Flächen bewirkt.

[0046] In **Fig. 6** ist die Schienenführung **50** darge-

stellt. Aus Platzgründen und wegen günstiger Verwendung der Füße des Parabolrinnenkollektors als Referenzpunkte für den Schienenverlauf sollte die Schienenführung **50** unter dem Kollektor dicht neben dem Fundament verlaufen. Auf diese Weise können Baustahlbügel **59** in verschiedenen Abständen bis auf die durch die Kollektorfüße vorgegebene Referenzhöhe in den Boden geschlagen werden, auf dem dann ein umgedrehter T-Träger als Schiene geschweißt wird. Die gesamte Struktur wird anschließend gemäß **Fig. 6** in Beton **60** eingegossen.

[0047] **Fig. 7** zeigt das Fahrgestell des Waschfahrzeugs **41** mit auf der linken Seite vorgesehenen Führungsradern **53** und auf der rechten Seite vorgesehenen Laufrädern **54**. Die Laufräder **54** sind vorzugsweise als Gummiräder ausgebildet. Da die schweren Wassertanks den Schwerpunkt des Waschfahrzeugs auf die der Schienenführung **50** abgewandte Seite verlagern, sollten die Räder auf dieser Seite möglichst breit ausgeführt werden, um die Bodenbelastung zu minimieren. Außerdem sollte der Schwerpunkt des Fahrzeugs möglichst hinten liegen, da die Antriebsachse des Fahrzeugs die Hinterachse ist. Das vordere Schienenrad ist doppelt ausgeführt, um eine sichere Steuerung des durch das Hinterrad angetriebenen Fahrzeugs zu gewährleisten.

[0048] Das Problem der verschiedenen Raddrehzahlen aufgrund unterschiedlicher Raddurchmesser kann durch ein geeignetes Differential mit Getriebe **55** überwunden werden. Alternativ ist auch ein einrädriger Antrieb durch das rechte oder linke Hinterrad möglich.

[0049] **Fig. 8** zeigt eine Ausführungsform, bei der das vordere Führungsrad **53** doppelt ausgeführt ist, wobei jedes dieser Führungsrad ein den Steg **52** von zwei Seiten umschließendes Doppelrad ist.

[0050] Um starke Bodenbelastungen zu vermeiden oder größere Reichweiten ohne Nachfüllung zu erzielen, kann das Fahrzeug einen oder mehrere Anhänger **61** aufweisen, wie in **Fig. 9** dargestellt.

[0051] **Fig. 10** zeigt den Verlauf einer Schienenführung **50**, die mäanderförmig zwischen Reihen von Parabolrinnenkollektoren **30** verläuft. Die Schienenführung **50** verläuft durch eine Waschfahrzeuggarage **62** und in ihrem Verlauf sind Nachfüllpunkte **63** angeordnet, die von einem Reinwasserreservoir **64** gespeichert werden. Bei dieser Anlage ist der Waschprozess automatisiert. Das Waschfahrzeug fährt automatisch das gesamte Kollektorfeld ab. Vor dem Waschvorgang befindet sich das mit Reinwasser aufgefüllte Waschfahrzeug in der Waschfahrzeuggarage. Von dort führt es schienengeführt zu den in Waschposition gefahrenen Kollektoren und beginnt mit der Spiegelreinigung. Nach längeren Distanzen erreicht das Waschfahrzeug einen der Nachfüllpunkt-

te, an denen die Reinwassertanks nachgefüllt werden. Außerdem kann während des Nachfüllvorganges eine Filterreinigung im Gegenstrom vorgenommen werden. Das dabei entstehende Schlammwasser wird entsorgt.

**[0052]** Sollte das Waschfahrzeug von einem Fahrer gelenkt werden, ist es nicht nötig, eine ununterbrochene Schienenführung zu verwenden. Vielmehr reicht eine Schienenführung vor jeder Kollektorreihe. Die Schienenführung kann die in [Fig. 11](#) dargestellte Einfädeltvorrichtung **65** aufweisen. Diese hat zwei in Fahrtrichtung konvergierende Wende **66**, die in einen Parallelbereich **67** münden, in welchem der Steg **52** der Schienenführung **50** endet. Auf diese Weise werden die Führungsräder des Waschfahrzeugs automatisch auf die Schienenführung **50** überführt. Der Vorteil dieser bemannten Lösung ist der Wegfall kontinuierlicher Schienenkurven und die Möglichkeit einer direkten Überwachung des Waschprozesses durch den Fahrer.

**[0053]** Es besteht auch die Möglichkeit, eine elektronische Fernsteuerung des Fahrzeugs vorzunehmen. Hierfür können beispielsweise im Boden verlegte Induktionsdrähte oder ein satellitengesteuertes Navigationssystem verwendet werden. Auch die Anzahl und Art der Reinigungsstufen kann verändert werden.

**[0054]** Der Begriff Reinwasser ist im Rahmen der vorliegenden Beschreibung nicht speziell definiert. Unter diesem Begriff kann sauberes Brunnenwasser verstanden werden oder auch entmineralisiertes Wasser. Sollte höchste Reinigungsqualität mit entmineralisiertem Wasser verlangt werden, so kann gemäß [Fig. 12](#) zusätzlich zu der ersten Nachspülstufe **70** eine zweite Nachspülstufe **71** vorgesehen werden. Die erste Nachspülstufe **70** arbeitet mit sauberem Brunnenwasser und die zweite Nachspülstufe **71** mit entmineralisiertem Wasser. Im Übrigen entspricht die Vorrichtung derjenigen von [Fig. 1](#).

### Patentansprüche

1. Waschapparat für einen Parabolrinnenkollektor (**3**), der ein Absorberrohr (**31**) und einen rinnenförmigen Spiegel (**10**) aufweist, mit einem entlang des Parabolrinnenkollektors verfahrbaren Waschfahrzeug (**41**), das mindestens einen Wassertank (**15**) und eine der Spiegelkontur folgende Düsenanordnung (**12**) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Waschfahrzeug (**41**) eine Auffangvorrichtung (**16**) zum Auffangen des von dem Spiegel (**10**) ablaufenden Wassers und zum Zurückführen des Wassers in den Wassertank (**15**) vorgesehen ist.

2. Waschapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Waschfahrzeug (**41**) an einer Schienenführung (**50**) in konstantem Abstand zu dem

Spiegel (**10**) geführt ist.

3. Waschapparat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schienenführung (**50**) eine einzige Führungsschiene aufweist, welche mit einem an einer Seite des Waschfahrzeugs angeordneten Führungsräder (**53**) zusammengreift, und dass das Waschfahrzeug (**41**) an der gegenüberliegenden Seite mit nicht-schienengeführten Laufrädern (**54**) versehen ist.

4. Waschapparat nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schienenführung (**50**) einen einzigen senkrechten Steg (**52**) aufweist und das Führungsräder (**53**) ein den Steg von zwei Seiten einschließendes Doppelrad ist.

5. Waschapparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Verlauf der Schienenführung (**50**) mindestens ein Nachfüllpunkt (**63**) zum Nachfüllen von Wasser in das Waschfahrzeug vorgesehen ist.

6. Waschapparat nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schienenführung (**50**) mäanderförmig zwischen Reihen von Parabolrinnenkollektoren (**30**) verläuft.

7. Waschapparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einem Ende der Schienenführung (**50**) eine Einfädeltvorrichtung (**65**) vorgesehen ist.

8. Waschapparat nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Auffangvorrichtung (**16**) und dem Wassertank (**15**) eine Aufbereitungsvorrichtung (**21**) vorgesehen ist.

9. Waschapparat nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein weiterer Wassertank (**23**) für eine Nachspülung mit reinem Wasser vorgesehen ist, welcher mit einer weiteren Düsenanordnung (**25**) verbunden ist, wobei die weitere Düsenanordnung in Fahrtrichtung des Fahrzeugs hinter der ersten Düsenanordnung (**12**) angeordnet ist.

10. Waschapparat nach einem der Ansprüche 1-9, gekennzeichnet durch eine Düsenanordnung (**25**), bei der die Düsen (**57**) derart in Fahrtrichtung des Waschfahrzeugs hintereinander angeordnet sind, dass sie mit abnehmender Höhe über der Auffangvorrichtung (**16**) weiter zurückliegend positioniert sind.

11. Waschapparat nach einem der Ansprüche 1-10, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenanordnung an einer konvexen Tragstruktur (**43**) befestigt ist, deren Krümmung der inversen Krümmung des Spiegels (**10**) entspricht.

12. Waschapparat nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragstruktur (43) eine längslaufende Unterbrechung (44) für den Durchtritt von Absorberrohrträgern (34) des Parabolrinnenkollektors (30) aufweist.

13. Waschapparat nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragstruktur (43) hinter der Düsenanordnung (12) eine Rückwand (46) aufweist, die zusammen mit dem Spiegel (10) eine Kammer umfangsmäßig begrenzt.

14. Waschapparat nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Auffangvorrichtung (16) am unteren Ende der Rückwand (46) befestigt ist.

15. Waschapparat nach einem der Ansprüche 1-14, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Waschfahrzeug (41) zusätzlich zu der Düsenanordnung (12) Reinigungsbürsten (26) vorgesehen sind, die entsprechend der Spiegelkontur angeordnet sind.

16. Waschapparat nach einem der Ansprüche 1-15, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragstruktur (43) für die Düsenanordnung (12) einen zusätzlichen Düsenkranz (45) aufweist, dessen Düsen das Absorberrohr (31) umgeben, während die Düsenanordnung (12) gegen den Spiegel (10) gerichtet ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

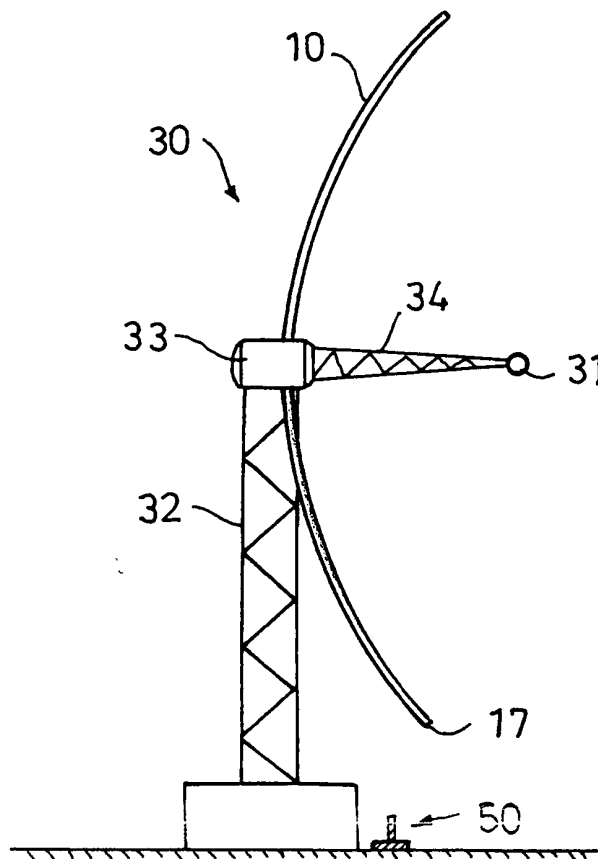
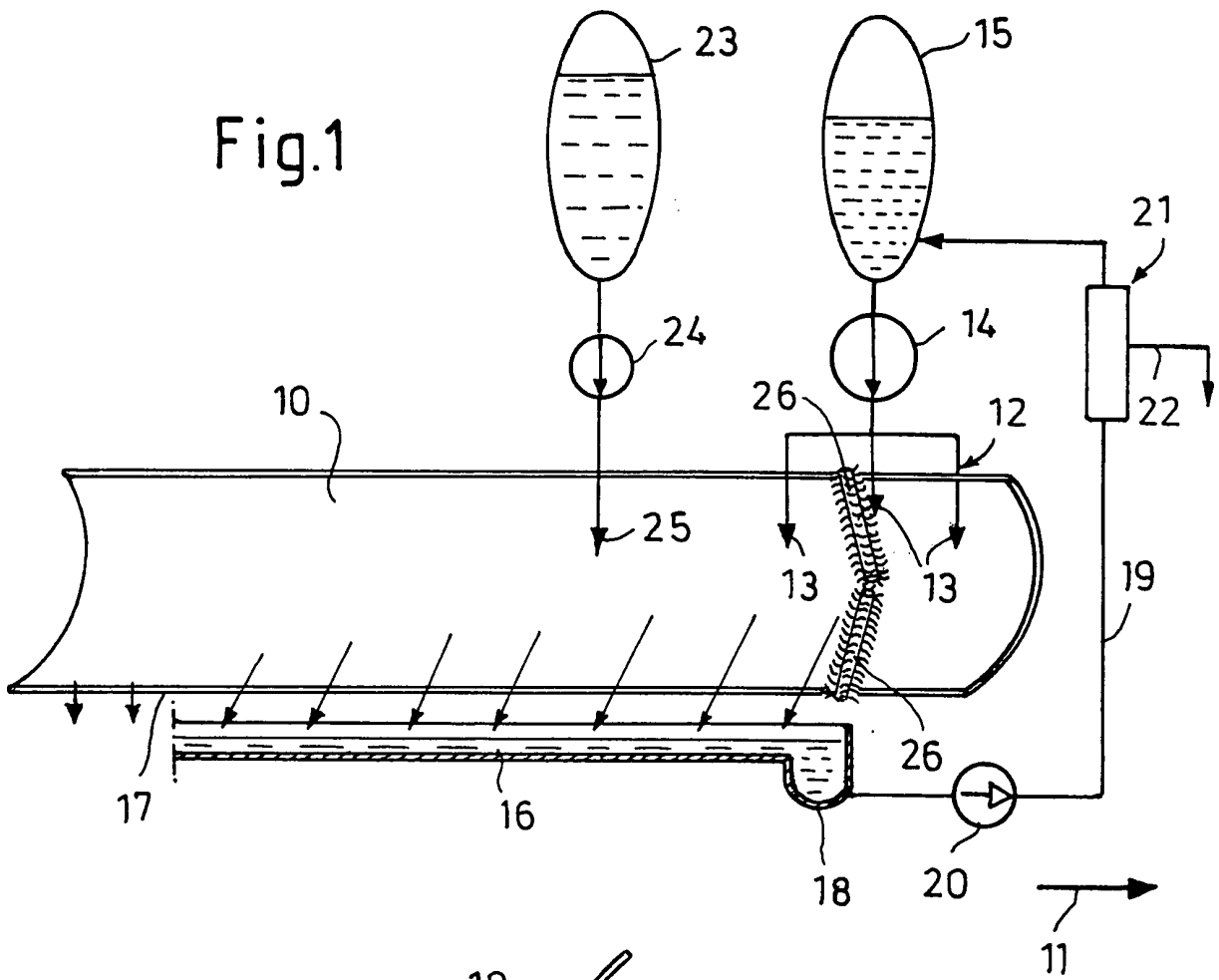




Fig.3

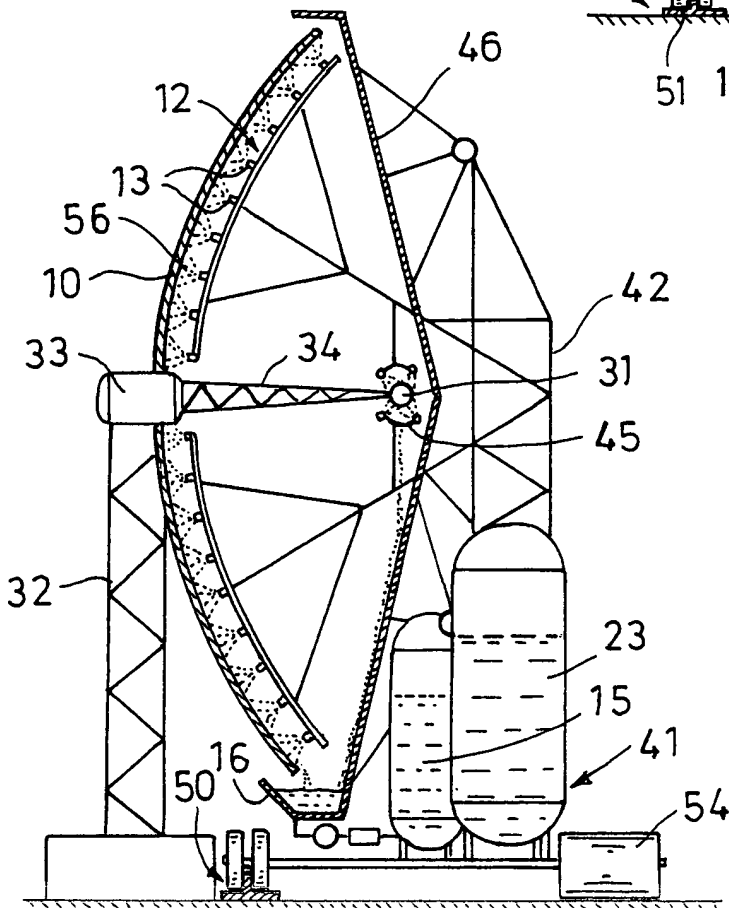
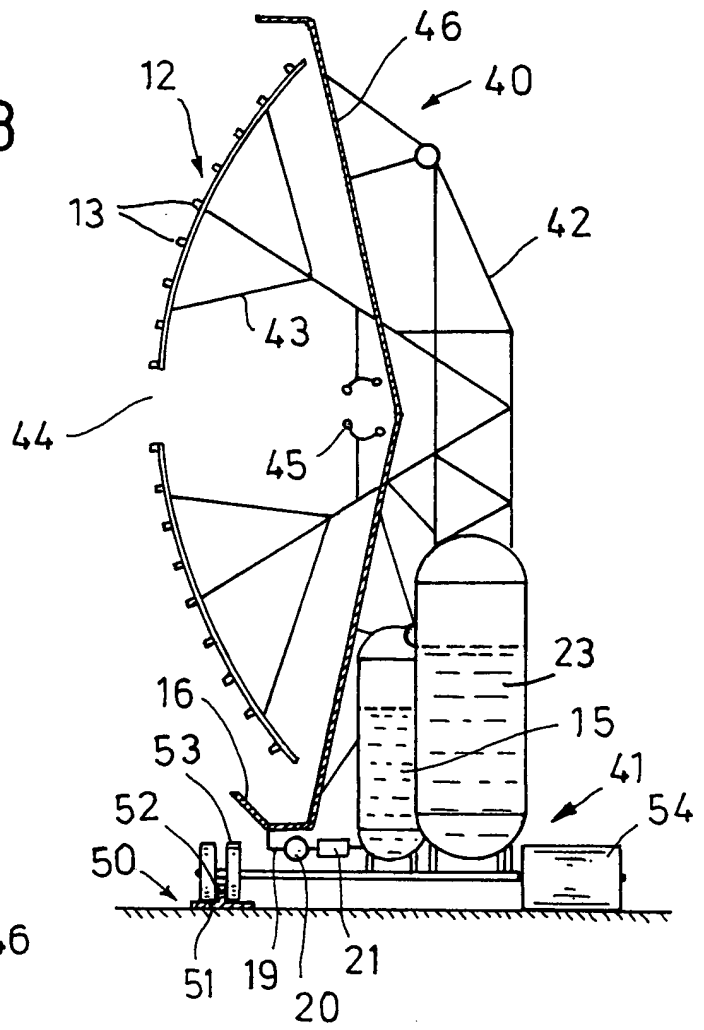


Fig.4

Fig.5

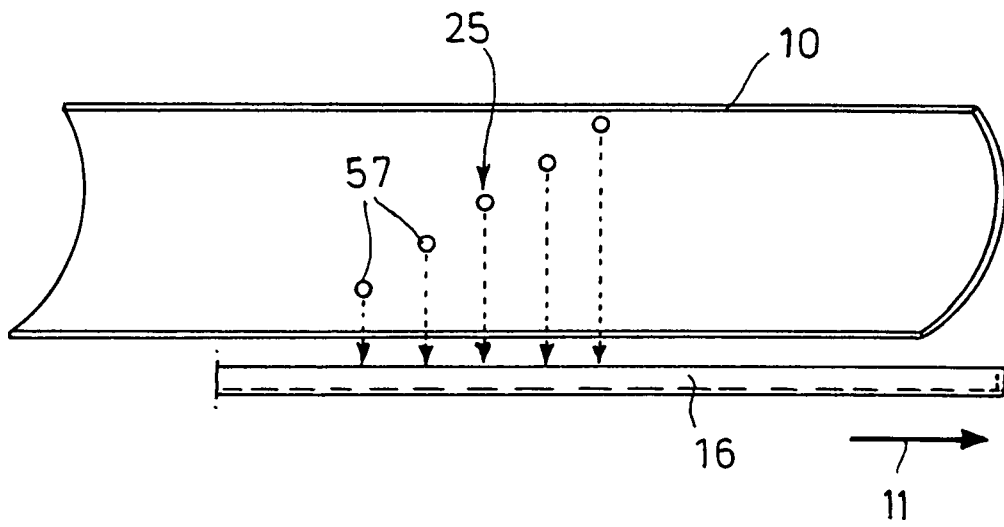
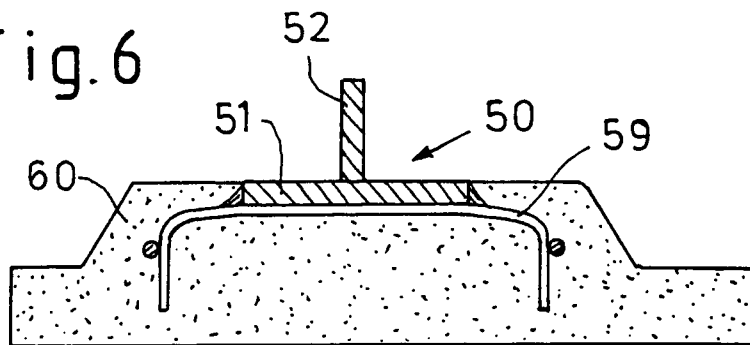


Fig.6



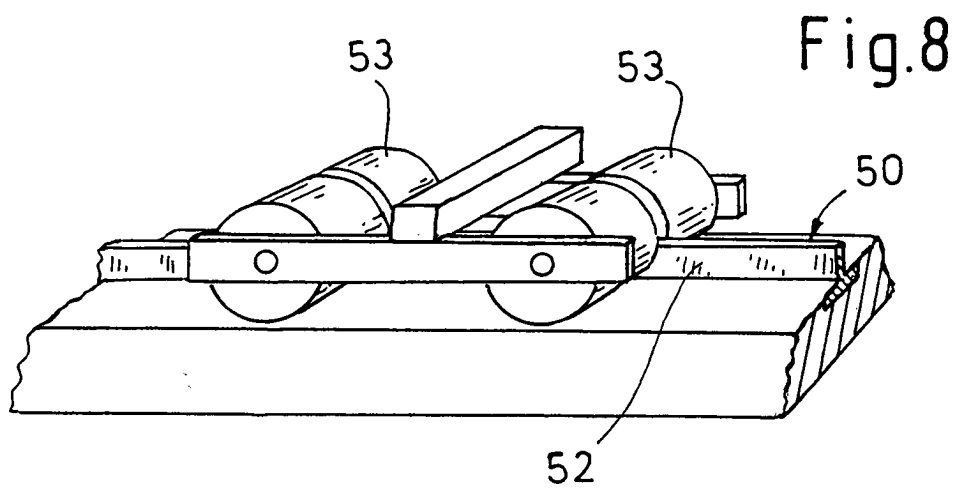
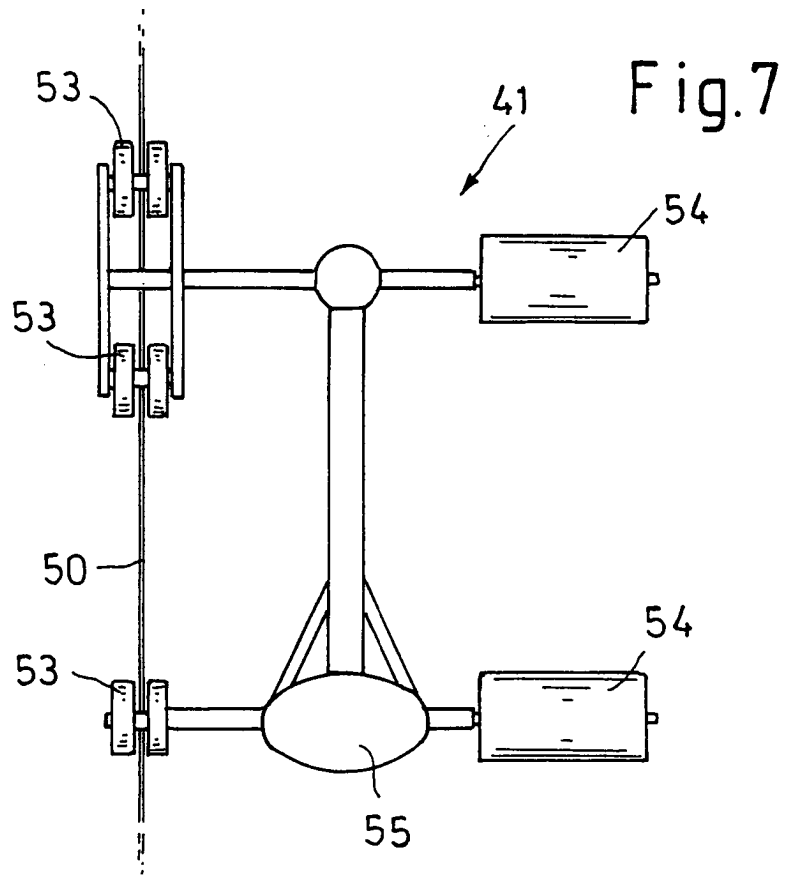


Fig.9

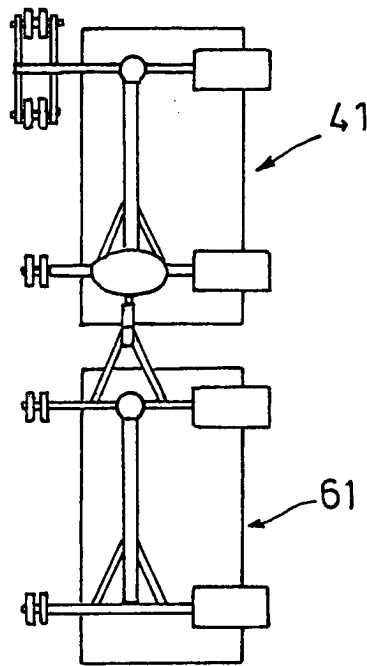


Fig.10

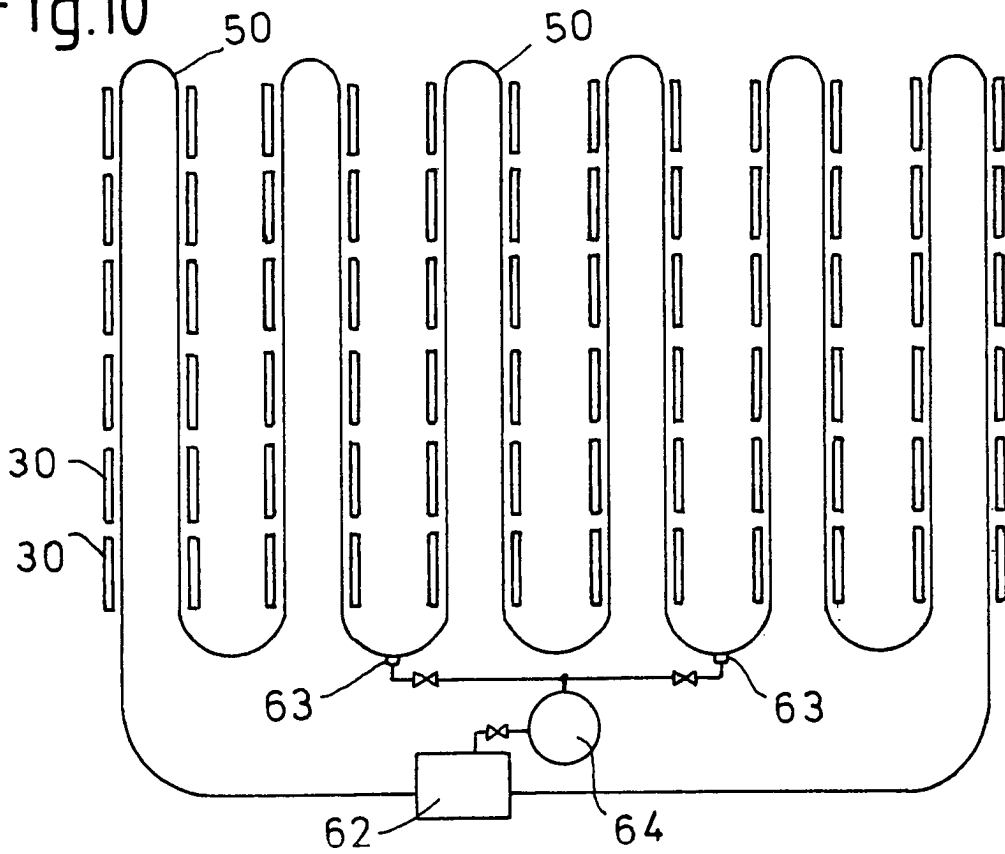


Fig.11

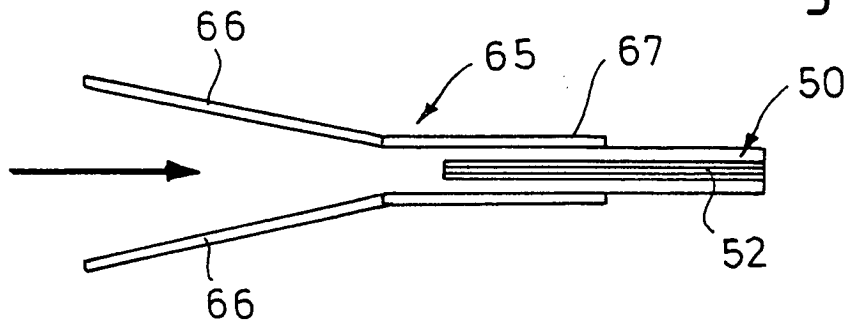


Fig.12

