

(19) österreichisches
patentamt

(10) AT 501 821 B1 2007-01-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 697/2005

(51) Int. Cl.⁸: **B08B 7/00** (2006.01)
B44D 03/16 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 2005-04-26

(43) Veröffentlicht am: 2007-01-15

(56) Entgegenhaltungen:

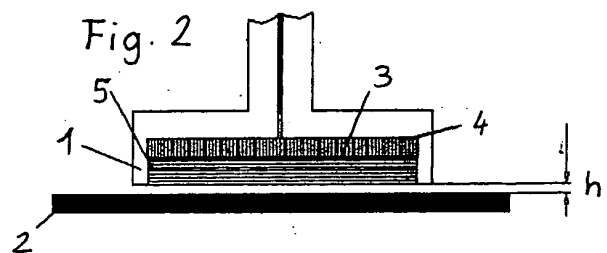
DE 3838214A DE 3927432A
DE 2752401A WO 01/32443A
US 5660753A

(73) Patentanmelder:

HTC SYSTEMS GMBH & CO KG
A-5020 SALZBURG (AT)

(54) AUTOMATISCHES DELAMINATIONSWERKZEUG

(57) Die Erfindung betrifft ein Werkzeug zur thermischen Delamination von Lackschichten mittels induktiver Energie und anschließender Zerkleinerung des plattenförmig abgetragenen Materials. Eine weitgehend automatisierbare Delamination kann dadurch erreicht werden, dass dabei der Abstand Induktor-Werkstück berührungslos selbständig an eine krumme Oberfläche angepasst wird und die Temperatur des Werkstücks gemessen und geregelt wird.



AT 501 821 B1 2007-01-15

DVR 0078018

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Delamination von Lackschichten mittels induktiver Energie, bei dem ein Induktor über das zu bearbeitende Werkstück bewegt wird, um dieses induktiv zu erwärmen, wobei die Erwärmung über die Einstellung des Abstands zwischen Induktor und Werkstück und/oder über die Vorschubgeschwindigkeit des Induktors geregelt wird.

Zur Sanierung, bzw. dem Abtrag von schweren Korrosionsschichten werden üblicherweise Sand- oder Hochdruckwasserstrahlwerkzeuge eingesetzt. Bei diesen Verfahren ist der Toleranzbereich des Abstandes vom Werkstück zur Düse ausreichend groß, so dass auch eine automatische Bearbeitung von unebenen Flächen weitestgehend unproblematisch ist. Eine Feinadjustierung der Werkzeugeinstellung ist dabei in der Regel nicht erforderlich.

Es ist weiters bekannt, Beschichtungen einer thermischen Delamination mittels induktiver Energie zu unterziehen. Eine solche Lösung ist beispielsweise in der DE 38 38 214 A beschrieben. Dabei ist eine Induktionsschleife in einer Platte angeordnet, die an die zu delaminierende Fläche angelegt wird. Im Fall von gekrümmten Oberflächen führt ein solches Verfahren zu unbefriedigenden Ergebnissen.

Für eine optimale Delaminierung ist der Energieeintrag pro Flächeneinheit und bezogen auf die Einwirkungsdauer wesentlich und muss innerhalb relativ enger Grenzen geregelt werden. Zur Lösung dieses Problems schlägt die WO 01/32443 A vor, einen Induktor mit einem Rad über die zu behandelnde Oberfläche zu bewegen, wobei der Energieeintrag von der Drehzahl des Rades abhängig gemacht wird. Auf diese Weise ist es möglich, die Energie, die pro Flächeneinheit aufgewendet wird, weitgehend unabhängig von der Vorschubgeschwindigkeit des Induktors zu machen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass diese Lösung mechanisch aufwändig und fehleranfällig ist. Insbesondere ist es schwierig, die Bewegungsrichtung mit der aktuellen Laufrichtung des Rades stets in Einklang zu bringen und gleichzeitig die Möglichkeit zu haben, eventuelle Hindernisse an dem bearbeiteten Werkstück zu umgehen. Weitere bekannte Lösungen sind in der DE 39 27 432 A, der DE 27 52 401 A oder der US 5,660,753 A beschrieben. Keine der bekannten Lösungen ermöglicht es, auf einfache Weise einen konstanten Energieeintrag und damit eine reproduzierbare Erwärmung des Werkstückes zu gewährleisten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und eine weitgehend automatisierte, bzw. automatisierbare Delamination zu erreichen, wobei der Abstand zwischen Werkstück und Induktor und damit auch der Wärmeeintrag fein regelbar ist und innerhalb enger Grenzen konstant gehalten werden kann. Dabei soll es möglich sein, auch gekrümmte Flächen, wie etwa Schiffsrümpfe, entsprechend zu bearbeiten.

Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben dadurch gelöst, dass der Abstand zwischen Induktor und Werkstück über mindestens zwei im Bereich des Induktors angebrachte Sensoren laufend berührungslos erfasst wird. Durch die erfindungsgemäße Lösung ist es möglich, bei der Bewegung des Induktors über das Werkstück, beispielsweise mittels eines Krans, sämtliche Freiheitsgrade zu erhalten. Es muss keine Rücksicht auf mechanische Abstandhalter oder dergleichen genommen werden.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Sensoren in Bewegungsrichtung seitlich neben dem Induktor liegen. An sich ist es möglich, den Wärmeeintrag auch über die Bewegungsgeschwindigkeit des Induktors zu steuern. Hier kann es jedoch zu Problemen kommen, wenn starke Schwingungen des übergeordneten Trägersystems zu einer mehrfachen Erwärmung eines bestimmten Bereiches führen. Daher ist es besonders bevorzugt, wenn die Erwärmung des Werkstückes überwacht wird, um eine zusätzliche Regelgröße zu gewinnen. Besonders bevorzugt ist es in diesem Zusammenhang, wenn zusätzlich in Bewegungsrichtung vor dem Induktor eine Temperaturmessung durchgeführt wird. Die Temperaturmessung selbst wird bevorzugter Weise durch Erfassung von Resonanzverschiebungen im Schwingkreis des Induktors durchgeführt. Es können auch mehrere Messungen in mehreren Induktoren, die in unabhängigen

Schwingkreisen verbunden sind, durchgeführt werden.

Eine besonders effiziente Abtragung der Lackschichten ist dadurch erreichbar, dass unmittelbar nach der induktiven Erwärmung eine Behandlung der Oberflächenschichten mit Hochdruckwasserstrahl erfolgt.

Weiters betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur thermischen Delamination von Lackschichten mittels induktiver Energie, mit einem Induktor, der auf einer beweglichen Halterung angebracht ist, um das Werkstück induktiv zu erwärmen. Diese Vorrichtung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei im Bereich des Induktors angebrachte Sensoren vorgesehen sind, die dazu ausgebildet sind, den Abstand zwischen Induktor und Werkstück laufend berührungslos zu erfassen.

In der Folge wird die vorliegende Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1a, 1b und 1c schematisch einen Induktor auf unterschiedlich gekrümmten Oberflächen; Fig. 2 den Aufbau eines Induktors im Schnitt; Fig. 3 eine erste Ausführungsvariante der Erfindung in einer seitlichen Darstellung; Fig. 4 eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung in einer Darstellung entsprechend Fig. 3; Fig. 5a und 5b schematisch die Wirkungsweise der Ausführungsvariante von Fig. 4; Fig. 6 eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung; Fig. 7a, 7b und 7c eine gekoppelte Ausführungsvariante mit mehreren Induktoren in einer seitlichen Ansicht, einer Ansicht von vorne, bzw. einer Ansicht von oben; Fig. 8 eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung in einer schematischen Darstellung; und Fig. 9 ein Blockschaltbild, das die Temperaturmessung erklärt.

In Fig. 1a ist eine Situation eines Induktors 1 dargestellt, der über ein Werkstück 2 mit einer konkaven Oberfläche bewegt wird. Es ist ersichtlich, dass der Abstand h zwischen dem Induktor 1 und dem Werkstück 2 in der Mitte des Induktors 1 größer ist als an seinem Rand.

Fig. 1b zeigt eine analoge Darstellung mit ebenem Werkstück 2 und Fig. 1c zeigt die Situation bei einem konvexen Werkstück 2, bei der der Abstand h in der Mitte des Induktors 1 kleiner ist als am Rand.

In Fig. 2 ist ein Induktor 1 im größeren Detail dargestellt. Eine vertikal geschlossene Leiter schleife 3 ist durch eine Isolierung 4 geschützt und durch einen Feldkonzentrator 5 dreiseitig abgedeckt. Im Bereich des geringsten Abstandes zwischen Induktor 1 und Werkstück 2 wird der Leiter als aktiv bezeichnet. Der wesentliche Anteil der Induktion erfolgt in diesem Bereich. Mittels dieses Induktors 1 wird im bewegten Betrieb ein Wärmepuls in das Werkstück eingebracht werden.

Fig. 3 zeigt eine erste Ausführungsvariante der Anlenkung eines Induktors 1 an einer schematisch mit 9 bezeichneten Aufhängung. Der Induktor 1 ist über ein erste Drehgelenk 8 an einem Koaxial-Transformator 6 schwenkbar aufgehängt. Der Koaxial-Transformator 6 ist seinerseits über ein Teleskopgelenk 7 mit der Aufhängung 9 verbunden. Durch die Möglichkeit der Verstellung in Richtung des Doppelpfeils M1 im Teleskopgelenk 7 und der Schwenkbewegung in Richtung des Doppelpfeils M2 im Gelenk 8 stehen ausreichend Freiheitsgrade zur optimalen Anpassung des Abstandes h zur Verfügung. Mit L1 und L2 sind Sensoren bezeichnet, die den Abstand des Induktors 1 von hier nicht dargestellten Werkstück 2 erfassen und die seitlich neben dem Induktor 1 angeordnet sind.

Die Ausführungsvariante von Fig. 4 zeigt einen Induktor 1 der über zwei Teleskopgelenke 7a, 7b, die seitlich neben dem Koaxial-Transformator 6 angeordnet sind, aufgehängt ist.

In den Fig. 5a und 5b ist gezeigt, wie durch entsprechende Betätigung der Teleskopgelenke 7a, 7b in Richtung der Doppelpfeile M1, M2 eine Schwenkbewegung mit gleichzeitiger Anpassung der mittleren Höhe hervorgerufen werden kann. Mit 10 ist ein kleiner Winkel bezeichnet, um den

eine der beiden Aufhängungen verschwenkt, um die geometrischen Randbedingungen zu erfüllen.

Fig. 6 ist im Wesentlichen ein Detail der Ausführungsvariante von Fig. 3.

5

Fig. 7a, 7b und 7c zeigen eine Ausführungsvariante, die speziell für Werkstücke mit kleineren Krümmungsradien geeignet ist. Solche kleineren Krümmungsradien der Oberfläche eines Substrates sind prinzipiell problematisch. In den Fig. 7a, 7b und 7c sind mehrere Induktoren 1 über Spindelantriebe 11 selektiv höhenverstellbar, so dass eine optimale Anpassung an die Werkstückgeometrie erreicht werden kann.

10

Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine zusätzliche Abtrennung der induktiv gelösten Schichten durch Hochdruckwasser erfolgt. Dabei werden zwei Düsenbalken 20, 21 verwendet, die über Wasserzuführungen 21, 22, 23 angespeist werden und die über einen Motor 24 in Richtung des Doppelpfeils 25 gegensinnig hin und her bewegt werden. Auf diese Weise erfolgt eine gegenläufige etwa sinusförmige Beaufschlagung des Werkstückes mit Wasserstrahlen, die dies durch die Kurven 26, 27 angedeutet ist. Die Düsen aus denen das Hochdruckwasser austritt, sind allgemein mit 28 bezeichnet. Die Vorrichtung von Fig. 8 ist unmittelbar an einen hier nicht dargestellten Induktor angekoppelt.

15

20

Fig. 9 zeigt ein Blockschaltbild einer Messanordnung zur Erfassung der Temperatur des Werkstückes 2. Eine Messspule 30 wird über das Werkstück 2 bewegt und von einem Messsender 31 versorgt. Über ein Voltmeter 32 und einen Vorschaltwiderstand 33 wird ein Signal erfasst, das einen Mikroprozessor 33 zugeführt wird, der über einen Frequenzzähler 34 und einen Analog-Digital-Wandler 35 mit dem Messsender 31 in Verbindung steht. Aus dem schematischen Schaltungsdiagramm ist das Ersatzschaltbild ersichtlich, wobei bei konstantem Kopelabstand gilt, dass die Induktivität L2 und der Widerstand R2 Funktionen der Temperatur des Werkstückes sind, das diese Induktivität L2, bzw. Widerstand R2 ausbildet.

25

30

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen auf hocheffiziente Weise eine induktive Delamination von Werkstücken mit unebenen Oberflächen durchgeführt werden kann.

35

Patentansprüche:

1. Verfahren zur thermischen Delamination von Lackschichten mittels induktiver Energie, bei dem ein Induktor über das zu bearbeitende Werkstück bewegt wird, um dieses induktiv zu erwärmen, wobei die Erwärmung über die Einstellung des Abstands zwischen Induktor und Werkstück und/oder über die Vorschubgeschwindigkeit des Induktors geregelt wird, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Abstand zwischen Induktor und Werkstück über mindestens zwei im Bereich des Induktors angebrachte Sensoren laufend berührungslos erfasst wird.

40

2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Sensoren in Bewegungsrichtung seitlich neben dem Induktor liegen.

45

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Sensoren den Abstand induktiv messen.

50

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass zusätzlich in Bewegungsrichtung vor dem Induktor eine Temperaturmessung durchgeführt wird.

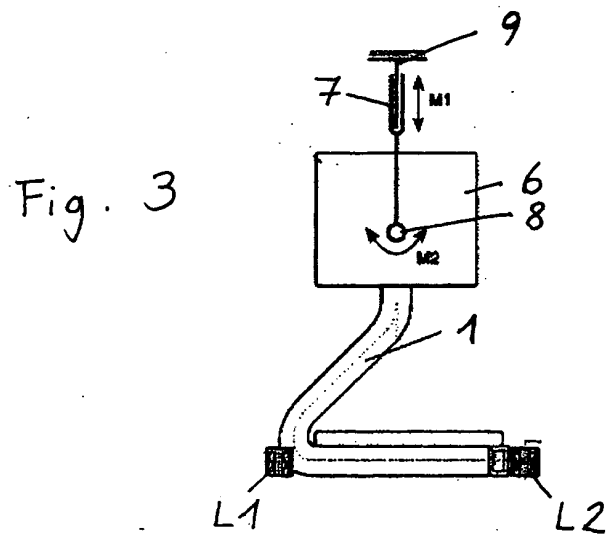
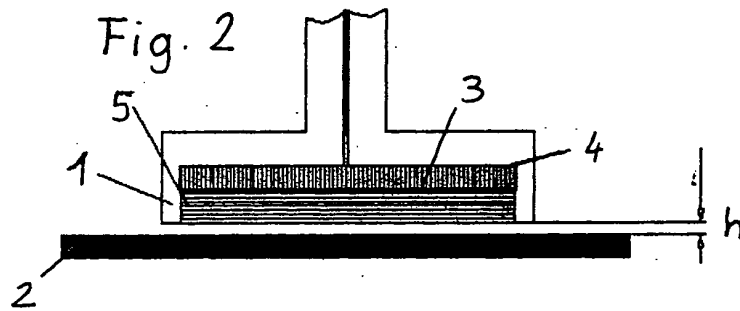
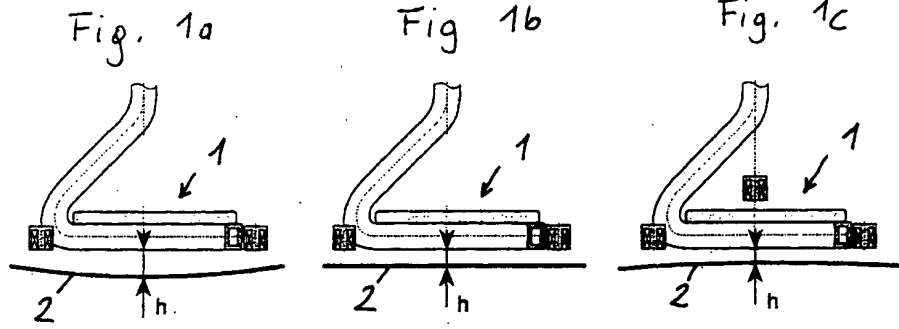
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Temperaturmessung des Werkstückes durch Erfassung von Resonanzverschiebungen im

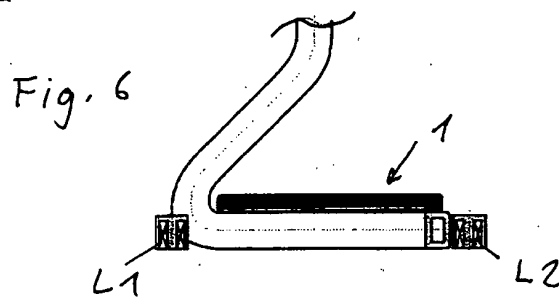
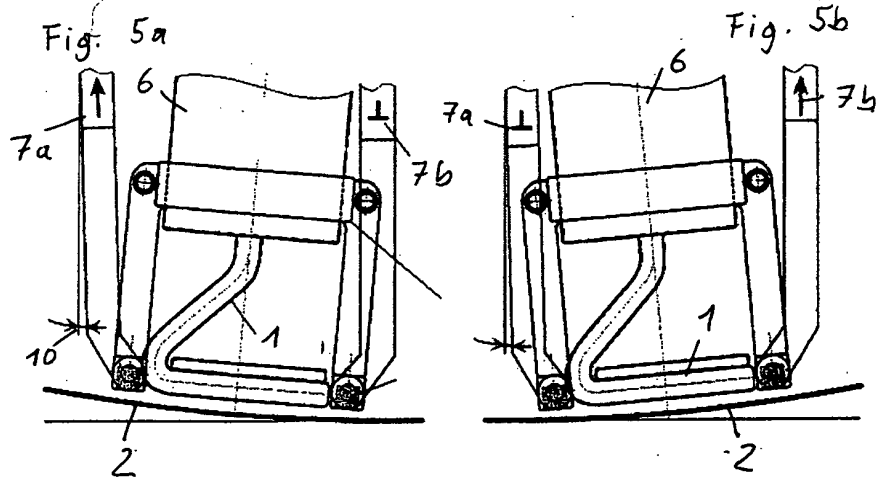
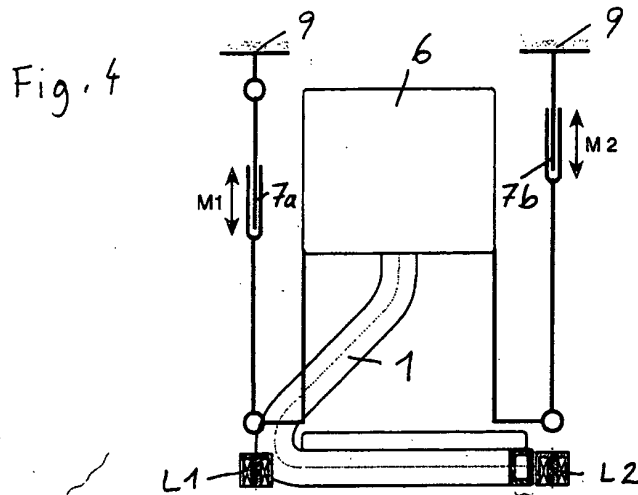
55

Schwingkreis des Induktors durchgeführt wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Erwärmung durch mehrere Induktoren, die in unabhängigen Schwingkreisen verschaltet sind, durchgeführt wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass unmittelbar nach der induktiven Erwärmung eine Behandlung der Oberflächenschichten mit Hochdruckwasserstrahlen erfolgt.
- 15 8. Vorrichtung zur thermischen Delamination von Lackschichten mittels induktiver Energie, mit einem Induktor, der auf einer beweglichen Halterung angebracht ist, um das Werkstück induktiv zu erwärmen, *dadurch gekennzeichnet*, dass mindestens zwei im Bereich des Induktors angebrachte Sensoren vorgesehen sind, die dazu ausgebildet sind, den Abstand zwischen Induktor und Werkstück laufend berührungslos zu erfassen.
- 20 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Sensoren seitlich neben dem Induktor angeordnet sind.
- 25 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Sensoren als induktive Sensoren ausgebildet sind.
- 30 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Halterung an einer Aufhängung berührungslos über das Werkstück geführt ist.
- 35 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Aufhängung Mindestens ein Stellglied zur Einstellung des Abstands zwischen Induktor und Werkstück, sowie ein weiteres Stellglied zur Verschwenkung des Induktors aufweist.
- 40 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Stellglied und das weitere Stellglied als Spindelantriebe ausgebildet sind.
- 45 14. Vorrichtung nach Anspruch 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass das weitere Stellglied als Schwenkantrieb ausgebildet ist.
- 50 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, *dadurch gekennzeichnet*, dass weiters mindestens eine Temperaturmesseinrichtung vorgesehen ist.
- 55 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Temperaturmesseinrichtung als Messspule ausgebildet ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, *dadurch gekennzeichnet*, dass mehrere Induktoren, die in unabhängigen Schwingkreisen verschaltet sind, vorgesehen sind.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 17, *dadurch gekennzeichnet*, dass im Bereich des Induktors eine Einrichtung zur Behandlung der Oberflächenschichten mit Hochdruckwasserstrahlen vorgesehen ist.

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen





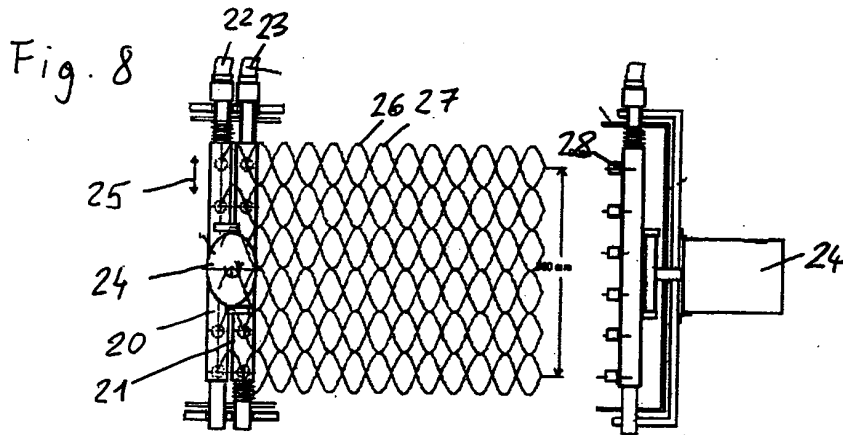
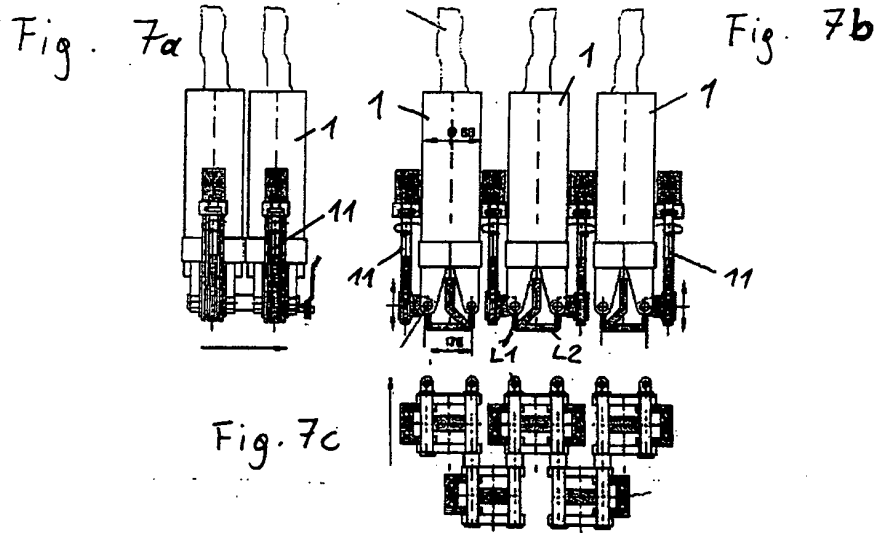




Fig. 9

