

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 697/2005**

(22) Anmeldetag: **26.04.2005**

(43) Veröffentlicht am: **15.11.2006**

(51) Int. Cl.⁸: **B08B 7/00** (2006.01),

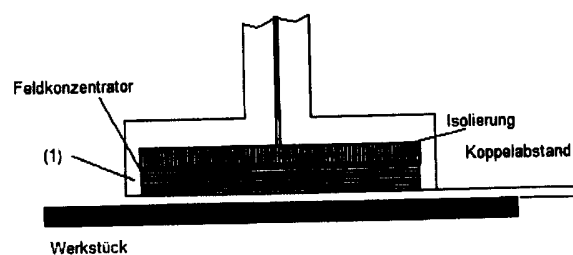
B44D 3/16 (2006.01)

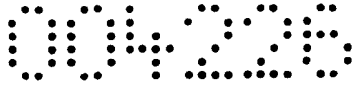
(73) Patentanmelder:

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

(54) **AUTOMATISCHES DELAMINATIONSWERKZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Werkzeug zur thermischen Delamination von Lack-schichten 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.





1

1 Titel der Erfindung:

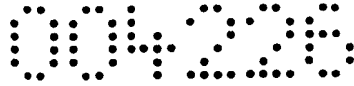
Automatisches Delaminationswerkzeug zur Korrosionsschutzsanierung von allgemein gekrümmten Flächen

2 Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein automatisches Werkzeug zur thermischen Delamination von Beschichtungen und zur Zerkleinerung der abgehobenen Beschichtung mit Hochdruckwasserstrahlen, wobei der Abstand des Induktors bzw. der Induktoren zu einer allgemein gekrümmten Werkstückoberfläche des Substrats berührungslos automatisch geregelt und eingestellt wird.

Der kompakte Induktor, ausgeführt als eine vertikal geschlossene Leiterschleife mit Feldkonzentrator (siehe Fig. 2) wird als starre Einheit mit dem Koaxialtransformator, relativ zum Werkstück so bewegt, dass der Normalabstand zwischen der Achse des Induktors und dem Werkstück entlang der Achse näherungsweise konstant ist. (siehe Fig. 4 u. Fig. 5) Folglich kann gezielt mit nur einem Wärmepuls pro Flächeninkrement thermisch delaminiert werden. Daher wird die thermische Belastung des Substrats minimiert.

Die Leistungsnachsteuerung der Induktionsanlage erfolgt entsprechend der Werkzeuggeschwindigkeit oder falls das nicht möglich ist durch die Messung der Oberflächentemperatur des Substrats.



3 Beschreibungseinleitung:

Für die Sanierung bzw. den Abtrag von schweren Korrosionsschichten werden konventionelle Sand- oder Hochdruckwasserstrahlwerkzeuge eingesetzt. Bei diesen Verfahren ist der Toleranzbereich des Abstands Werkstück – Düse ausreichend groß, so dass die automatische Bearbeitung von unebenen Flächen weitestgehend unproblematisch ist. Die Feinjustierung der Werkzeuganstellung ist nicht erforderlich.

Die ökologisch vorteilhafte thermische Delamination von Beschichtungen mittels induktiver Wärme ist prinzipiell bekannt (DE 38 38 214 (1990)), allerdings ist diese Verfahrenstechnik nicht gebräuchlich. Der automatisierte Einsatz der thermischen Delamination von Beschichtungen ist nicht ohne weiteres möglich. Für die induktive Erwärmung muss der Abstand Induktor - Werkstück ständig genau angepasst werden. Ein, in eine Kunstharzplatte (500 x 500 mm) eingelassener, Induktor kann nicht gleichmäßig an eine Oberfläche angepasst werden. (vgl. DE 38 38 214 (1990))

Die Automatisierung dieser Verfahrenstechnik erfordert die Regelung der Energieeinbringung bzw. die Temperaturmessung der Oberfläche des Substrats. Im Moment der induktiven Delamination ist das Werkstück durch die abgehobene Farbschicht abgedeckt. Daher versagen alle bekannten Messtechniken.

4 Stand der Technik:

Es ist bekannt, dass Beschichtungen mittels induktiver Wärme thermisch vom Substrat ablösbar sind. (vgl. DE 39 27 432 A1; DE 27 52 401) Die Patentschrift US 5,660,753 beschreibt eine Vorrichtung zum Entfernen von Eisbrecherbeschichtungen. Im Wesentlichen beschreibt diese Patentschrift eine manuell zu verwendende oder auch ferngesteuert zu betreibende Lafette, die einen rechteckig spiralförmigen Induktor trägt.

5 Aufgabe der Erfindung

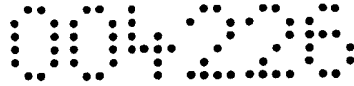
Die automatisierte induktive Delamination einer allgemein gekrümmten Fläche erfordert die ständige automatische Anpassung des Koppelabstands und die Steuerung der Leistung zur Regelung der Prozesstemperatur.

Kleine Krümmungsradien der Oberfläche des Substrats sind prinzipiell problematisch. Die Figur 1 zeigt die Anordnung mehrerer Induktoren bei unterschiedlich gekrümmten Oberflächen. Eine zufrieden stellende Anpassung der Koppeldistanz ist bei kleinen Krümmungsradien nicht möglich.

Bei größeren Krümmungsradien ist die Anpassung der Koppeldistanz technisch lösbar. Aufgabe der gegenständlichen Erfindung ist die technische Lösung der automatischen Anpassung des Abstands zwischen dem Induktor und dem Werkstück.

Diese automatische Justierung erfordert die Messung des Koppelabstands. Aufgrund der Verdeckung des Substrats durch die Beschichtung kann dieser Abstand weder optisch, berührend oder akustisch erfasst werden. Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Werkzeug so auszugestalten, dass die Messung der Koppeldistanz ermöglicht wird und die Anpassung dieser Distanz gleichmäßig entlang der Achse des Induktors erfolgen kann.

In der Regel erfolgt die Steuerung der Induktionsleistung über die Bahngeschwindigkeit. Bei der automatischen Anwendungen dieser Verfahrenstechnik kann das auch nachteilig sein; starke Schwingungen des übergeordneten Trägersystems können eine mehrfache Erwärmung eines Bereichs verursachen. Insofern ist die Prozessregelung anhand der



Oberflächentemperatur des Substrats gefordert. Konventionelle Messprinzipien scheiden für die thermische Delamination aus.

Die Permeabilität und die Leitfähigkeit von Stahl sind Funktionen der Temperatur; diese Abhängigkeiten können für eine berührungslose Messung der Temperatur prinzipiell genutzt werden.

6 Lösung der gestellten Aufgabe:

Ein nicht näher beschriebener Mittelfrequenzgenerator (50 kW, 10 – 30 kHz) versorgt einen außen liegenden Schwingkreis, bestehend aus einer Kondensatorbank, einem Koaxialtransformator und einer 8 cm langen vertikal geschlossene Leiterschleife (1) mit Starkstrom. Die Kondensatorbank ist über eine flexible wassergekühlte Leitung mit der Baugruppe Induktor Werkstück verbunden.

Teil 1.

Zur Justierung der Koppeldistanz muss die Baugruppe, bestehend aus dem Induktor (1) und einem starr verbundenen Transformator (2), relativ zum Werkstück bewegt werden. Für einen länglich, schmalen Induktor ist die Festlegung von zwei Freiheitsgraden ausreichend.

Dazu wird der Abstand von zwei Referenzpunkten dieser Baugruppe zum Werkstück automatisch minimiert. **Die Aufgabe wird durch die Einstellung des Normalabstands von zwei Referenzpunkten des Werkzeugs zum Werkstück ermöglicht.** Diese Justierung kann mit zwei kinematischen Varianten gelöst werden. (vgl. Fig. 3 u. Fig. 4)

Im ersten Konzept ist die Baugruppe Induktor – Transformator, entlang einer Achse in Längsrichtung beweglich und zusätzlich um einen Drehpunkt, der auf der Achse dieser Baugruppe liegt, drehbar gelagert. (siehe Fig. 3)

Die zweite Variante sieht vor, dass zwei starr verbundene Drehpunkte (3) der Baugruppe Induktor – Werkstück entlang von zwei Achsen bewegt werden. Die Verbindungslinie der beiden Drehpunkte liegt dabei zu jedem Zeitpunkt parallel zu Oberfläche des Werkstücks. (siehe Fig. 4)

Die konstruktive Ausführung (siehe Fig. 5) sieht vor, dass der Koaxialtransformator (2), der mit dem Induktor (1) starr verbunden ist, von einer Schelle (3) getragen wird. Diese Schelle hat zwei Gelenke, deren Mittelpunkte zu jedem Zeitpunkt im selben Abstand zur Oberfläche geführt werden. Die gedachte Verbindung dieser Drehpunkte ist also immer parallel zur Oberfläche. Die Schelle (4) ist mit zwei Gelenken mit zwei Spindelantrieben (5) verbunden.

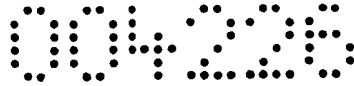
Teil 2

Die Temperaturabhängigkeit der Permeabilität und der Leitfähigkeit soll über das induktive Messprinzip erfasst werden und für die Messung der Temperatur des Substrats genutzt werden. Im Nahfeld eines induktiv erwärmten Werkstücks ist die Impedanz einer Spule eine Funktion der Werkstücktemperatur. Mit der Einbindung eines Solenoids in einen Schwingkreis kann die Erwärmung des Werkstücks durch die Änderung der Kennwerte des Schwingkreises beschrieben werden. Mit Änderungen der Temperatur sind Resonanzverschiebungen des Schwingkreises verbunden.

Mit jeweils einer Messwicklung an den Kopfenden des Induktors (vgl. Fig. 6) kann aus dem Vergleich der Kenndaten der Schwingkreise (6) eine Messgröße für die Temperatur abgeleitet werden.

7 Effekte der Erfindung:

Derzeit erfolgt die Sanierung von schweren Korrosionsschutzschichten mit ökologisch problematischen Verfahren, z. B. Strahlen mit Feststoffen oder Wasser. Der



Wiederaufbereitungsbedarf für die Strahlmittel ist enorm; zusätzlich ist die Belastung durch Emissionen zu verzeichnen.

Mit der gegenständlichen Erfindung soll die thermische Delamination im manuellen und im automatisierten Betrieb industriell einsetzbar werden. Insbesondere wird die gezielte, automatische Bearbeitung von unebenen, gekrümmten Flächen mit induktiver Wärme möglich.

8 Aufzählung und Kurzbeschreibung der vorhandenen Zeichnungsfiguren

- Figur 1: Grundproblem: Positive u. negative Krümmung des Substrats
- Figur 2: Form des Induktors: Vertikal geschlossene Leiterschleife
- Figur 3: Prinzipskizze Anpassung der Koppeldistanz: Version 1
- Figur 4: Prinzipskizze Anpassung der Koppeldistanz: Version 2
- Figur 5: Anpassung der Koppeldistanz: Ausführungsbeispiel Version 2
- Figur 6: Anordnung der Sensoren
- Figur 7: Verkettete Anordnung der Anpassung der Koppeldistanz
- Figur 8: Ausführungsbeispiel Trennen mit Hochdruckwasser

9 Figurenbeschreibung

Figur 1: Grundproblem: Positive u. negative Krümmung des Substrats

Die Figur 1 zeigt das Grundproblem der dynamischen induktiven Erwärmung einer unebenen Fläche. Entlang der Achse des aktiven Bereichs des Induktors, variiert der Normalabstand zum Werkstück.

Figur 2: Form des Induktors: Vertikal geschlossene Leiterschleife

Die Figur 1 zeigt einen Induktor, bestehend aus einer vertikal geschlossenen Leiterschleife, einer Isolierung zwischen den Leitern und einen Feldkonzentrator, der den aktiven Leiter dreiseitig abdeckt. Im Bereich des geringsten Abstands Induktor – Werkstück wird der Leiter als aktiv bezeichnet. Der wesentliche Anteil der Induktion erfolgt in diesem Bereich.

Mittels dieses Induktors kann im bewegten Betrieb ein Wärmepuls in das Werkstück eingebracht werden.

Figur 3: Prinzipskizze Anpassung der Koppeldistanz: Version 1

Diese Prinzipskizze zeigt eine Version der Abstandsanpassung. Die Baugruppe Koaxialtransformator - Induktor ist in einem axial verschiebbaren Drehgelenk gelagert. Im Bereich der Enden des aktiven Bereichs des Induktors sind Abstandssensoren angeordnet.

Figur 4: Prinzipskizze Anpassung der Koppeldistanz: Version 2

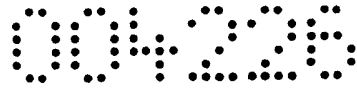
Diese Prinzipskizze zeigt die zweite Version der Abstandsanpassung. Die Baugruppe Koaxialtransformator – Induktor ist über zwei Drehgelenke gelagert, wobei die theoretische Verbindung der Drehmittelpunkte der Gelenke zu jederzeit parallel zur Oberfläche geführt werden soll. Die Drehgelenke sind wiederum axial verschiebbar gelagert.

Figur 5: Anpassung der Koppeldistanz: Ausführungsbeispiel Version 2

Die Figur Nr. 5 zeigt die konstruktive Ausführung der Abstandsanpassung nach der Version 2.

Figur 6: Anordnung der Sensoren

Die Figur Nr. 6 zeigt die Sensoren an den Kopfenenden des aktiven Bereichs eines Induktors.

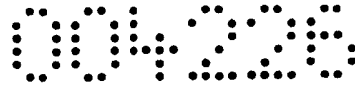


Figur 7: Verkettete Anordnung der Anpassung der Koppeldistanz

Dieses Ausführungsbeispiel zeigt einen Mechanismus zur Anpassung des Koppelabstands für mehrere baugleiche Einheiten Koaxialtransformator Induktor. Die Positionierung der Drehpunkte von zwei benachbarten Induktoren erfolgt teilweise mit nur einer Spindel.

Figur 8: Ausführungsbeispiel Trennen mit Hochdruckwasser

Die Figur 8 zeigt eine Ausführungsvariante der Hochdruckwassertrennvorrichtung. Der balkenförmige Düsenträger wird über einen Nockentrieb von einem Motor bewegt. So kann mit jeder Schneiddüse durch die Vorschubbewegung eine sinusförmige Bahn bearbeitet werden. Die zweireihige Anordnung der Düsen ergibt periodisch sich kreuzende Trennlinien.



1

10 (Patent)Ansprüche:

1.

Werkzeug zur thermischen Delamination von Lackschichten mittels induktiver Energie und anschließender Zerkleinerung des plattenförmig abgetragenen Materials, dadurch gekennzeichnet, dass dabei der Abstand Induktor – Werkstück berührungslos selbstständig an eine krumme Oberfläche angepasst wird und die Temperatur des Werkstücks gemessen und geregelt wird.

2.

Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass pro Induktor nur ein Leiter. Wirbelströme im Werkstück gezielt induziert und so zur induktiven Außenfelderwärmung bzw. zur thermischen Delamination eingesetzt wird.

3.

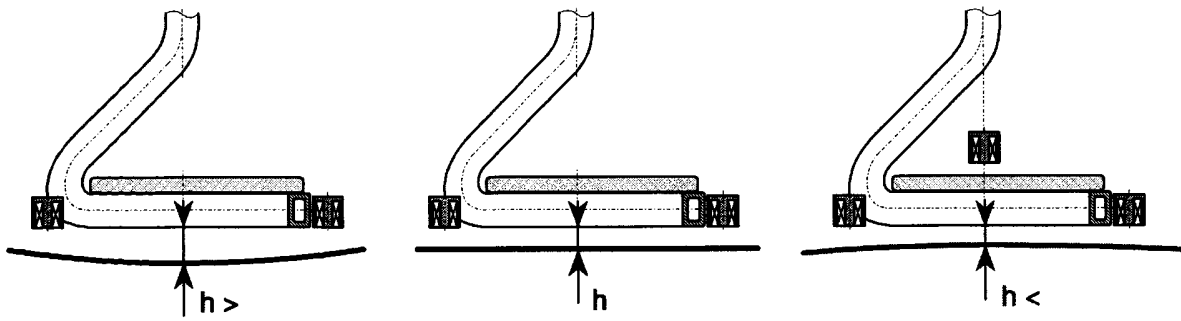
Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gruppe von Induktoren, die in unabhängigen Schwingkreisen verschaltet sind, eingesetzt wird.

4.

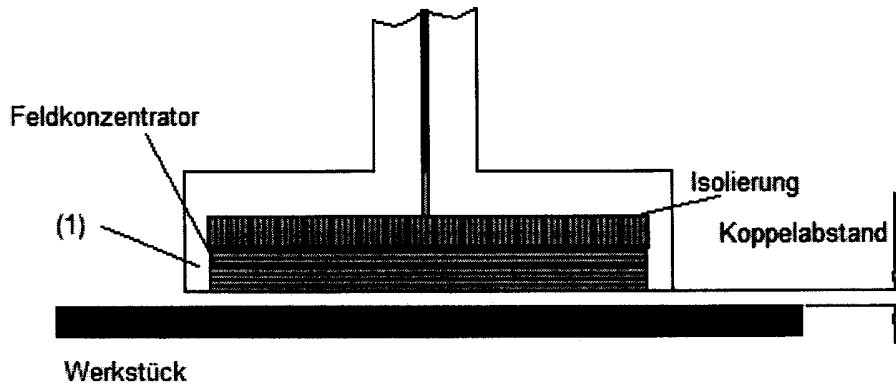
Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung der Oberflächentemperatur des Substrats bzw. der Prozesstemperatur indirekt über die Temperaturabhängigkeit der Permeabilität bzw. die Leitfähigkeit des Substrats erfolgt, wobei die temperaturabhängige Änderung der Impedanz einer Mess-Spule als Verstimmung eines Messschwingkreises detektiert wird und so auf die Substrattemperatur geschlossen werden kann.

5.

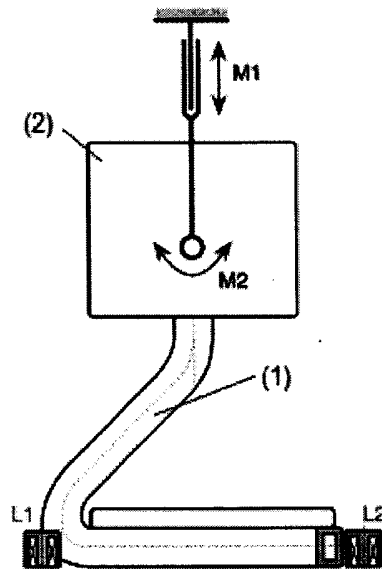
Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die plattenförmige abgehobene Beschichtung, mittels einer oder mehrerer Hochdruckwasserstrahlen zerkleinert wird.



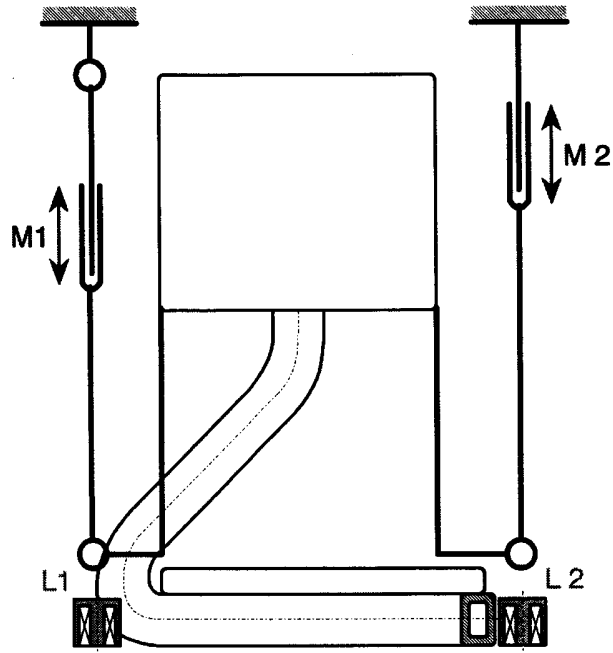
Figur 1: Grundproblem: Positive u. negative Krümmung des Substrats



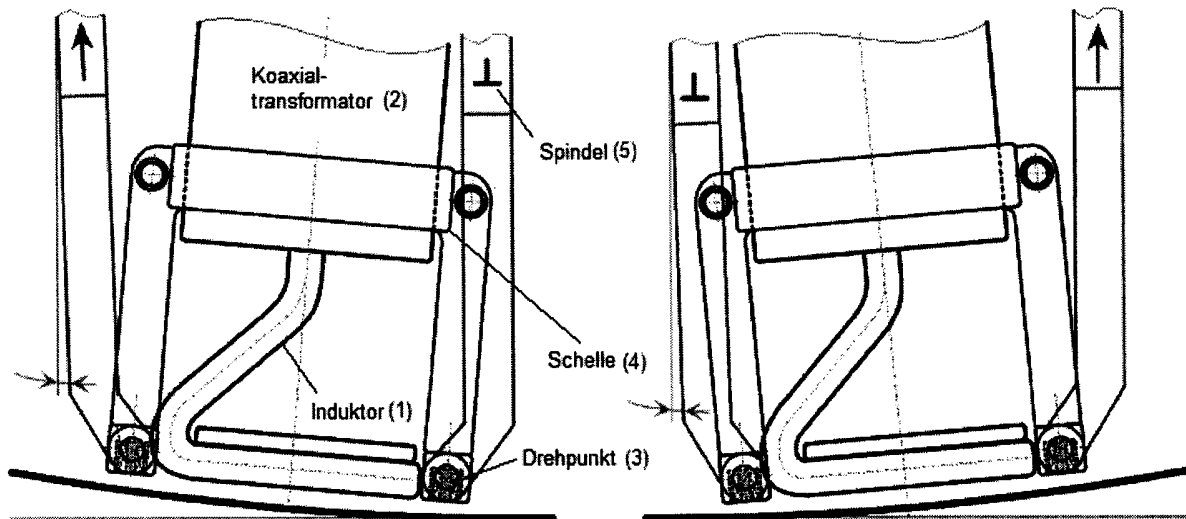
Figur 2: Form des Induktors: Vertikal geschlossene Leiterschleife:



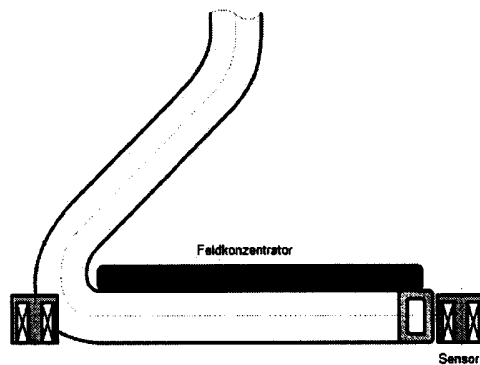
Figur 3: Prinzipskizze: Anpassung der Koppeldistanz: Version 1



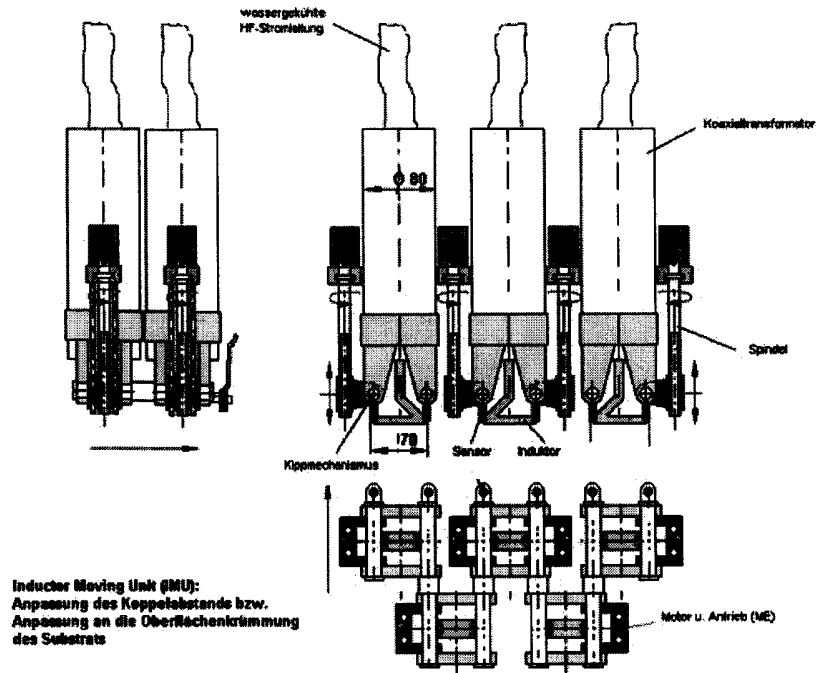
Figur 4: Prinzipskizze: Anpassung der Distanz: Version 2, Abstandssensoren L1, L2



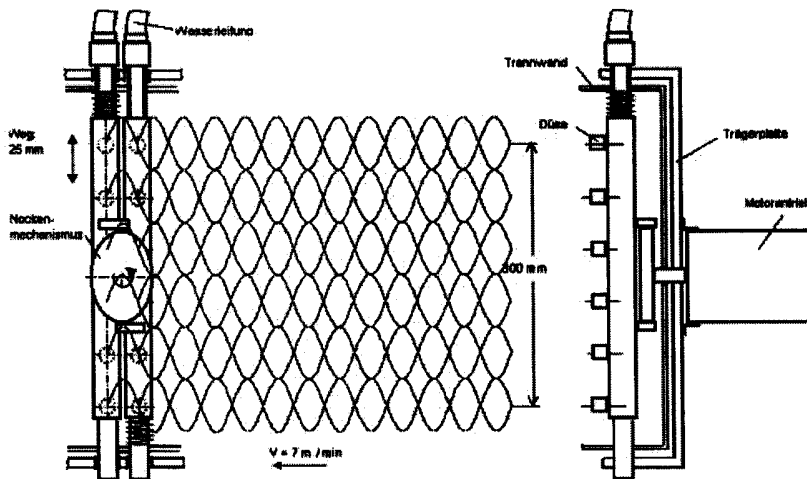
Figur 5 Anpassung der Koppeldistanz: Ausführungsbeispiel Version 2



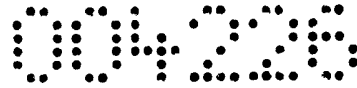
Figur 6 Anordnung der Sensoren



Figur 7 Ausführungsbeispiel: Verkettete Gruppe aus Mechanismen zur Anpassung der Koppeldistanz



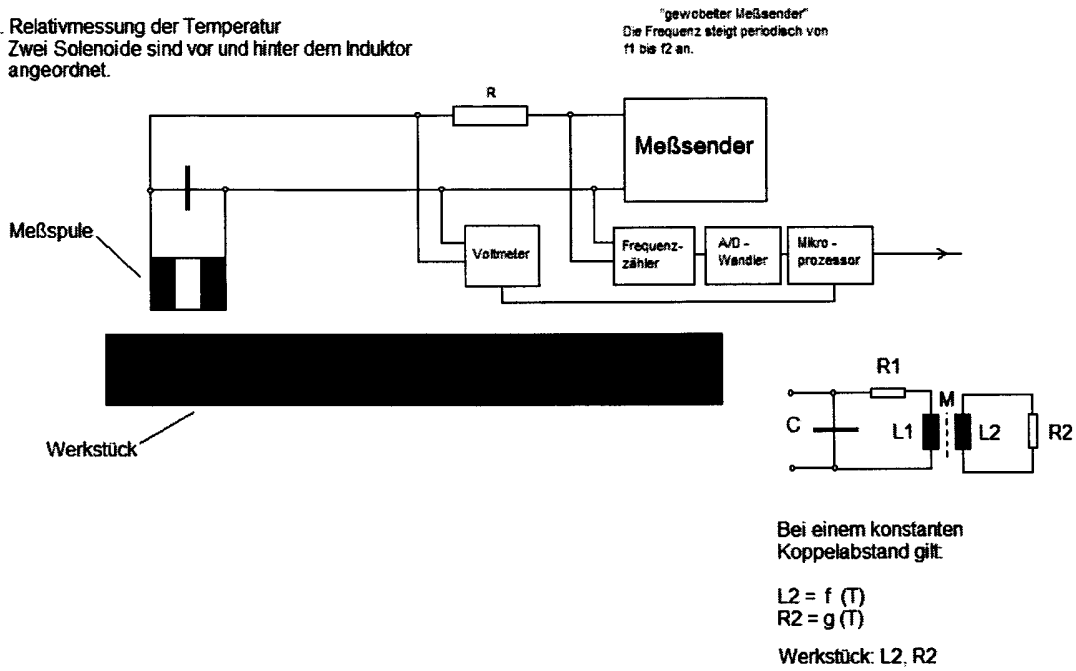
Figur 8 Ausführungsbeispiel Trennen mit Hochdruckwasser



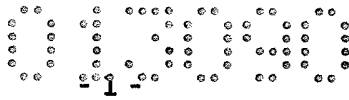
1

Blockschaltbild der Meßanordnung

1. Messungen von Absolutwerten der Temperatur
Der Solenoid ist nahezu zum Induktor angeordnet.
2. Relativmessung der Temperatur
Zwei Solenoide sind vor und hinter dem Induktor angeordnet.



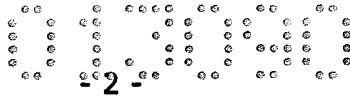
Figur 9 Blockschaltbild der Temperaturmessung mittels des induktiven Messprinzips



(neue) 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.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren in Bewegungsrichtung seitlich neben dem Induktor liegen.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren den Abstand induktiv messen.
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 Werkstücks durch Erfassung von Resonanzverschiebungen im Schwingkreis des Induktors durchgeführt wird.
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.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass unmittelbar nach der induktiven Erwärmung eine Behandlung der Oberflächenschichten mit Hochdruckwasserstrahlen erfolgt.
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.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren seitlich neben dem Induktor angeordnet sind.

NACHGEREICHT



10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren als induktive Sensoren ausgebildet sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halterung an einer Aufhängung berührungslos über das Werkstück geführt ist.
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.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellglied und das weitere Stellglied als Spindelantriebe ausgebildet sind.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das weitere Stellglied als Schwenkantrieb ausgebildet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass weiters mindestens eine Temperaturmesseinrichtung vorgesehen ist.
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.

2005 11 03

Ba

Patentanwalt

Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk

A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17

Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333

e-mail: patent@babeluk.at

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ^B : B08B 7/00; B44D 3/16		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B08B; B44D		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, PAJ		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 26. April 2005 eingereichten Ansprüchen 1-5 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2001/032443 A1 (JAK.J.ALVEBERG AS) 10. Mai 2001 (10.05.2001) <i>Figur 1, Patentansprüche</i> ---	1,2
Datum der Beendigung der Recherche: 16. August 2005		<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dipl.-Ing. WANKMÜLLER
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		