



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 170 066 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.01.2002 Patentblatt 2002/02**

(51) Int Cl.7: **B08B 7/00, B41F 35/00**

(21) Anmeldenummer: **01109824.1**

(22) Anmeldetag: **21.04.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Förnsel, Peter**  
**32139 Spenge (DE)**  
• **Buske, Christian**  
**33803 Steinhagen (DE)**

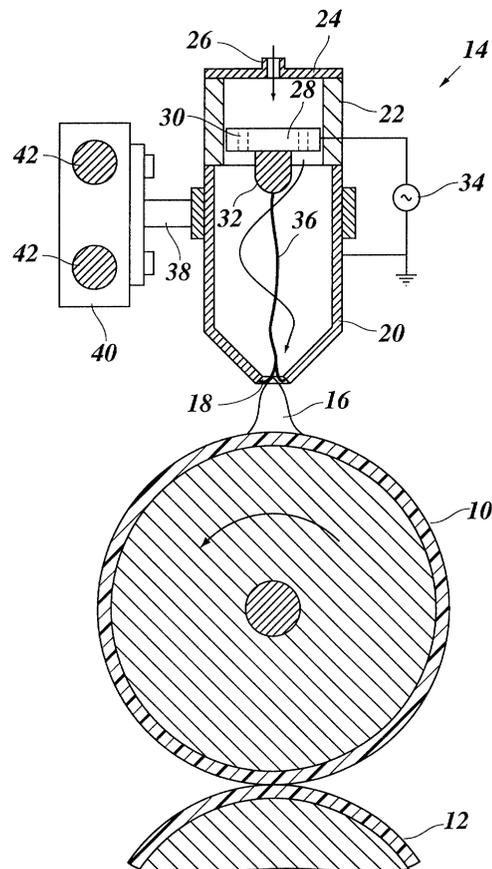
(30) Priorität: **05.07.2000 DE 10032753**

(74) Vertreter:  
**TER MEER STEINMEISTER & PARTNER GbR**  
**Artur-Ladebeck-Strasse 51**  
**33617 Bielefeld (DE)**

(71) Anmelder:  
• **Förnsel, Peter**  
**32139 Spenge (DE)**  
• **Buske, Christian**  
**33803 Steinhagen (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen von Walzen oder Bändern**

(57) 1. Verfahren zum Entfernen von organischen Verunreinigungen von der Oberfläche von Walzen (10) oder Bändern, dadurch gekennzeichnet, daß man einen Strahl (16) eines atmosphärischen Plasmas auf die Oberfläche richtet.



EP 1 170 066 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entfernen von organischen Verunreinigungen von der Oberfläche von Walzen oder Bändern.

**[0002]** Bei Walzen (einschließlich Rollen) oder Endlosbändern, die für den Transport oder die Behandlung von Bahnmaterialien wie Papier, Textilien oder Folien eingesetzt werden, besteht häufig das Problem, daß die Oberfläche der Walze beziehungsweise des Bandes durch organische Verbindungen verunreinigt wird, die aus den behandelten Bahnmaterialien ausdiffundieren. Beispielsweise ist es bei der Behandlung von Papier in Druckmaschinen und dergleichen bekannt, daß Transportwalzen Druckwalzen und dergleichen durch Wachs verunreinigt werden, das aus dem Papier austritt. Entsprechendes gilt auch für Fotoleiter, Fixierwalzen oder Zwischenbildträger in Kopiergeräten, die mittelbar oder unmittelbar mit dem Kopierpapier in Berührung kommen. Auch bei der Herstellung oder Verarbeitung von Kunststoffolien, insbesondere bei der Folienextrusion aus Breitschlitzdüsen können Transportwalzen oder Kühlwalzen (Chill-Rolls) leicht durch organische Verbindungen verunreinigt werden, die aus den frisch extrudierten Kunststoffmaterialien austreten. Da sich solche Verunreinigungen auf der Walzenoberfläche ansammeln, ist es für einen dauerhaften störungsfreien Betrieb der Anlagen erforderlich, diese Verunreinigungen ständig oder in bestimmten Intervallen zu entfernen.

**[0003]** Bisher werden zu diesem Zweck mechanische Reinigungsverfahren, chemische Verfahren, etwa das Waschen mit Lösungsmitteln, sowie Kontakttransferverfahren oder Kombinationen dieser Verfahren eingesetzt.

**[0004]** Beim Kontakttransferverfahren läßt man auf der zu reinigenden Oberfläche eine Reinigungswalze abrollen, und das Oberflächenmaterial der Reinigungswalze und die Temperaturbedingungen werden in Abhängigkeit von den zu entfernenden Verunreinigungen und in Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit des zu reinigenden Substrats so gewählt, daß die Verunreinigungen durch Adhäsion auf die Oberfläche der Reinigungswalze übergehen. Diese Verfahren sind jedoch jeweils nur für ein eng begrenztes Spektrum von Verunreinigungen und Substraten geeignet und haben außerdem den Nachteil, daß es relativ schwierig ist, die Verunreinigungen wieder von der Oberfläche der Reinigungswalze zu entfernen. Bei einer anderen Form des Kontakttransferverfahrens wird anstelle einer Reinigungswalze ein Reinigungsband verwendet. Hier treten jedoch dieselben Nachteile auf. Zwar läßt sich in diesem Fall das Problem, die Verunreinigungen wieder vom Reinigungsband zu entfernen, durch die Verwendung von Einweg-Reinigungsbändern oder Wischtüchern umgehen, doch entstehen in diesem Fall hohe Kosten für die Beschaffung und Entsorgung des Verbrauchsmaterials.

**[0005]** Mechanische Reinigungsverfahren sind oft relativ aufwendig und wenig effizient und können leicht zu einer Beschädigung oder Abnutzung der zu reinigenden Oberfläche führen.

5 **[0006]** Auch chemische Verfahren sind in der Regel verhältnismäßig aufwendig und außerdem wegen der entstehenden Lösungsmitteldämpfe unter Umweltsichtspunkten bedenklich.

10 **[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches, effizientes und vielseitig anwendbares Verfahren zu schaffen, mit dem sich organische Verunreinigungen von der Oberfläche von Walzen oder Bändern entfernen lassen.

15 **[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man einen Strahl eines atmosphärischen Plasmas auf die Oberfläche richtet.

20 **[0009]** Aus DE 195 32 412 C2 ist eine Plasmadüse bekannt, mit der ein Strahl eines verhältnismäßig kühlen atmosphärischen Plasmas erzeugt werden kann. Diese Plasmadüse dient vor allem dazu, Kunststoffoberflächen vor dem Belegen, Bedrucken oder Lackieren so vorzubehandeln, daß die Benetzbarkeit der Oberfläche für Flüssigkeiten erhöht wird. Dieser Vorbehandlungseffekt beruht darauf, daß das atmosphärische Plasma eine hohe Konzentration an chemisch hoch reaktiven Ionen, Radikalen und angeregten Atomen und Molekülen enthält, die die Oberflächenspannung des behandelten Substrats herabsetzen. Der Erfindung liegt nun die Entdeckung zugrunde, daß ein solches atmosphärisches Plasma aufgrund seiner Reaktionsfreudigkeit auch dazu geeignet ist, organische Verunreinigungen chemisch zu zerstören und somit in leichtflüchtige Verbindungen umzuwandeln, die dann von der behandelten Oberfläche abdampfen. Da das atmosphärische Plasma eine verhältnismäßig niedrige Temperatur aufweist, etwa vergleichbar der Temperatur einer Kerzenflamme, und es für die Zerstörung der organischen Verbindungen ausreicht, wenn der Plasmastrahl die behandelte Oberfläche nur kurzzeitig überstreicht, läßt sich das Verfahren bei einer Vielzahl von zu reinigenden Substraten einsetzen, ohne daß die Oberfläche des Substrats selbst beschädigt wird. Der oben erwähnte Effekt, daß die Oberflächenspannung des Substrats durch die Plasmabehandlung herabgesetzt wird, ist bei bestimmten Anwendungen ein durchaus erwünschter Nebeneffekt.

35 **[0010]** Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist mindestens eine Plasmadüse auf, die einen auf die Oberfläche der Walze oder des Bandes gerichteten Strahl eines atmosphärischen Plasmas erzeugt und die, im Fall einer Walze, in Axialrichtung über die Oberfläche der Walze bewegbar ist und im Fall eines Bandes quer zur Transportrichtung des Bandes bewegbar ist, so daß die zu reinigende Oberfläche oder zumindest der zu reinigende Teil der Oberfläche der Walze oder des Bandes auf der gesamten Breite von dem Plasmastrahl überstrichen wird.

55 **[0011]** Bei einer verhältnismäßig schnell rotierenden

Walze kann die Plasmadüse mit niedriger Geschwindigkeit oder intervallweise in Axialrichtung der Walze bewegt werden, so daß bei jedem Walzenumlauf eine ringförmige oder schraubenförmige Spur auf der Walzenoberfläche gereinigt wird.

**[0012]** Bei einer relativ langsam umlaufenden oder nur intervallweise angetriebenen Walze und bei einem Band kann die Plasmadüse mit relativ hoher Geschwindigkeit hin und hergehend bewegt werden, so daß die Oberfläche der Walze oder des Bandes in Breitenrichtung von dem Plasmastrahl überstrichen wird.

**[0013]** In beiden Fällen ist es möglich, durch Verwendung mehrerer gemeinsam bewegter Plasmadüsen den Weg, den die einzelnen Düsen zurücklegen müssen, auf einen Bruchteil der gesamten Arbeitsbreite zu verringern.

**[0014]** Die Plasmadüse kann auch so gestaltet sein, daß sie einen konisch oder fächerförmig aufgeweiteten Plasmastrahl erzeugt, der einen größeren Bereich der zu reinigenden Oberfläche überstreicht. Beispiele für geeignete Plasmadüsen werden in DE 299 21 694 U1 und DE 299 19 142 U1 beschrieben.

**[0015]** Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

**[0016]** Die einzige Zeichnungsfigur zeigt einen Querschnitt einer zu reinigenden Walze und einen axialen Schnitt durch eine Plasmadüse zur Reinigung der Oberfläche dieser Walze.

**[0017]** In der Zeichnung ist eine Walze 10 dargestellt, die zusammen mit einer weiteren Walze 12 einen Spalt bildet, durch den beispielsweise eine Papierbahn transportiert wird. Wachs und andere niedermolekulare Verbindungen, die aus dem Papier austreten, können sich daher auf der Oberfläche der Walze 10 ansammeln und müssen von Zeit zu Zeit oder fortlaufend entfernt werden. Zu diesem Zweck ist am Umfang der Walze 10 eine Plasmadüse 14 angeordnet, mit der ein Strahl 16 eines atmosphärischen Plasmas auf die Oberfläche der Walze 10 gerichtet wird.

**[0018]** Die Plasmadüse 14 weist eine rohrförmige, zur Mündung 18 hin verjüngte und elektrisch geerdete Außenelektrode 20 auf, an die sich am rückwärtigen Ende ein rohrförmiges Gehäuse 22 aus elektrisch isolierendem Material, beispielsweise aus Keramik anschließt. Ein Deckel 24 des Gehäuses 22 bildet einen Einlaß 26, über den mit Hilfe eines Schlauches ein Arbeitsgas, beispielsweise Luft, in die Plasmadüse eingeleitet werden kann. Im Inneren des Gehäuses 22 ist eine Dralleinrichtung 28 angeordnet, die die Form einer den Querschnitt des Gehäuses ausfüllenden Scheibe mit einem Kranz schräg in Umfangsrichtung angestellten Kanälen 30 hat und in der Mitte eine koaxial in die Außenelektrode 20 ragende Stiftelektrode 32 trägt.

**[0019]** Im Betrieb wird die Plasmadüse 14 von dem Arbeitsgas durchströmt, das durch die Dralleinrichtung 28 verdrallt wird und somit wirbelförmig durch die verhältnismäßig lange Außenelektrode 20 zur Mündung 18 strömt und dabei auf der Mittelachse der Außenelektro-

de 20 einen Wirbelkern bildet. An die Stiftelektrode 32 wird mit Hilfe eines Hochfrequenz-Hochspannungsgenerators 34 eine Spannung in der Größenordnung von 5 bis 30 kV angelegt, deren Frequenz beispielsweise 10 bis 20 kHz beträgt.

**[0020]** Die aus Keramikmaterial bestehende Wand des Gehäuses 22 bildet ein Dielektrikum, so daß es durch die an die Stiftelektrode 32 und die aus leitendem Material bestehende Dralleinrichtung 28 angelegte Spannung zunächst zu einer Koronaentladung kommt, durch die dann eine Bogenentladung zwischen der Stiftelektrode 32 und der Außenelektrode 20 gezündet wird. Der Lichtbogen 36 dieser Bogenentladung wird durch die verdrallte Strömung des Arbeitsgases mitgerissen und so daran gehindert, unmittelbar auf die Wand der Außenelektrode 20 überzuschlagen. Statt dessen wird der Lichtbogen im Wirbelkern der drallförmigen Strömung kanalisiert, so daß er sich erst in der Mündung 18 zur Außenelektrode verzweigt. Da der Abstand zwischen der Spitze der Stiftelektrode 32 und der Mündung 18 der Plasmadüse deutlich größer ist als der Durchmesser der Mündung 18, wird eine verhältnismäßig lange Entladungsstrecke gebildet, in der das mit hoher Geschwindigkeit im Wirbelkern rotierende Arbeitsgas in innige Berührung mit dem Lichtbogen kommt. Auf diese Weise wird außerhalb des thermischen Plasmas des Lichtbogens ein Sekundärplasma erzeugt, das stark mit Ionen, angeregten Atomen und Molekülen und hochreaktiven Radikalen angereichert ist. Dieses Sekundärplasma wird durch die Mündung 18 ausgeblasen und bildet den Plasmastrahl 16, der sich aufgrund der Verdrallung gut an die Oberfläche der Walze 10 anschmiegt. Die auf der Walzenoberfläche haftenden Verunreinigungen werden durch die chemisch aktiven Komponenten des Plasmas chemisch zersetzt und in leichtflüchtige Substanzen umgewandelt, die trotz der relativ niedrigen Temperatur des Plasmastrahls 16 von der Oberfläche der Walze 10 abdampfen. Auf diese Weise können organische Verunreinigungen wirksam von der Oberfläche der Walze 10 entfernt werden.

**[0021]** Die Plasmadüse 14 ist mit einem Arm 38 höhenverstellbar an einem Schlitten 40 gehalten, so daß sich der Abstand der Plasmadüse 14 zur Oberfläche der Walze 10 nach Bedarf einstellen läßt. Der Schlitten 40 ist auf zwei Führungsstangen 42 geführt und mit Hilfe eines nicht gezeigten Antriebs hin und hergehend in Axialrichtung der Walze 10 bewegbar.

**[0022]** Wenn die Walze 10 mit mäßiger Geschwindigkeit rotiert oder nur intervallweise gedreht wird, so wird die Plasmadüse 14 mit relativ hoher Geschwindigkeit hin und hergehend in Axialrichtung der Walze bewegt, so daß der Plasmastrahl 16 die Walzenoberfläche in Axialrichtung überstreicht. Während eines vollen Zyklus der hin und hergehenden Bewegung der Plasmadüse 14 dreht sich die Walze 10 um einen Winkel, der kleiner ist als der von dem Plasmastrahl 16 überstrichene Umfangswinkel, so daß die Oberfläche der Walze 10 lückenlos gereinigt wird.

**[0023]** Wenn sich die Walze 10 schneller dreht, wird die Plasmadüse 14 stetig oder schrittweise bewegt, und die mittlere Geschwindigkeit wird so gewählt, daß der während einer Walzenumdrehung zurückgelegte Weg kleiner ist als die Breite des Plasmastrahls 16.

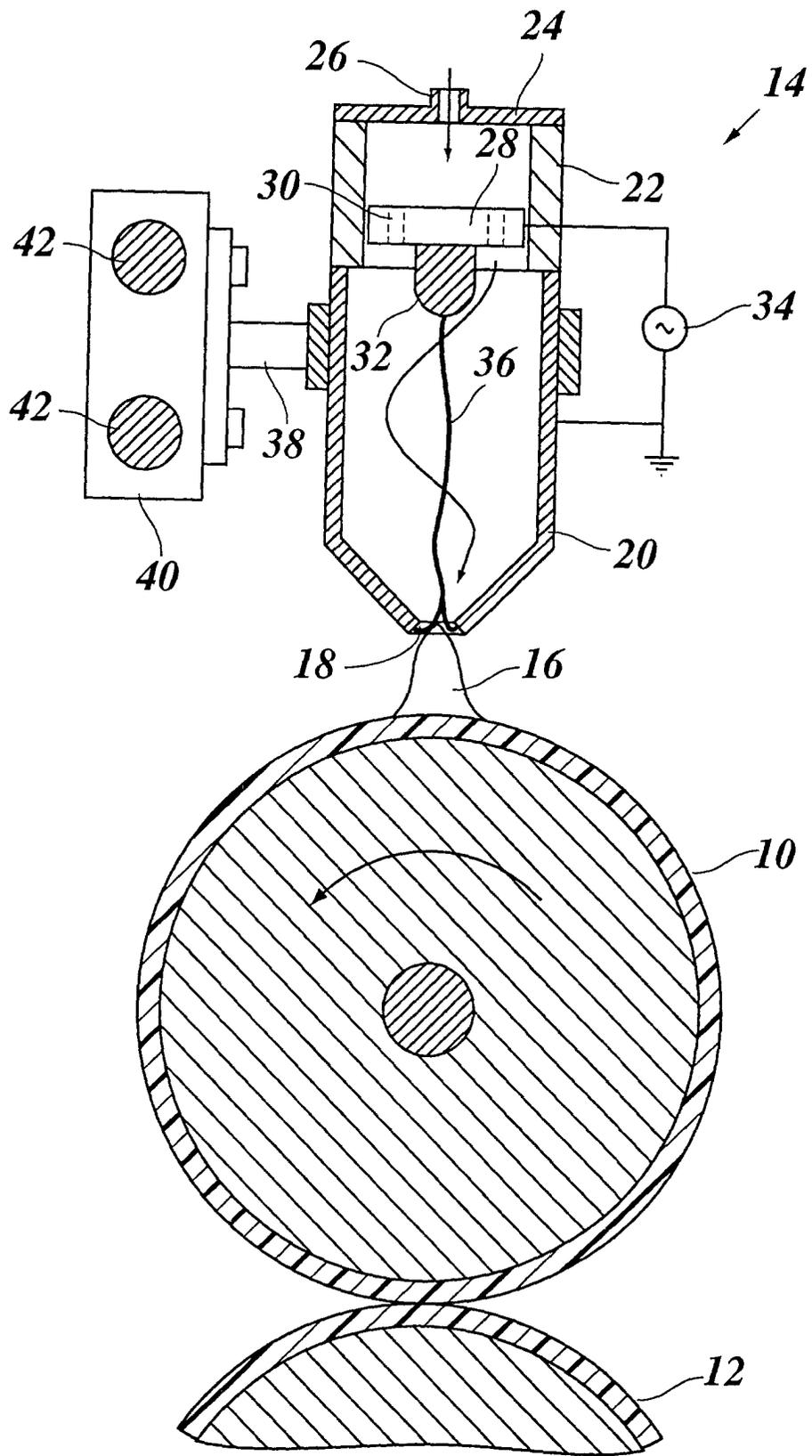
5

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Entfernen von organischen Verunreinigungen von der Oberfläche von Walzen (10) oder Bändern, **dadurch gekennzeichnet, daß** man einen Strahl (16) eines atmosphärischen Plasmas auf die Oberfläche richtet. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, zum Reinigen von Walzen (10), die mit mäßiger Geschwindigkeit rotieren, **dadurch gekennzeichnet, daß** man mindestens eine Plasmadüse (14) zur Erzeugung des Plasmastrahls (16) hin und hergehend in Axialrichtung der Walze (10) bewegt. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1, zum Reinigen von schnell rotierenden Walzen (10), **dadurch gekennzeichnet, daß** man mindestens eine Plasmadüse (14) zur Erzeugung des Plasmastrahls (16) stetig oder schrittweise in Axialrichtung der Walze (10) bewegt und die Geschwindigkeit oder Schrittweite der Plasmadüse (14) so wählt, daß sie während eines vollständigen Umlaufs der Walze (10) um weniger als die Breite des Plasmastrahls (16) versetzt wird. 20
4. Verfahren nach Anspruch 1, zum Reinigen der Oberfläche von in einer Transportrichtung laufenden Bändern, **dadurch gekennzeichnet, daß** man mindestens eine Plasmadüse (14) zur Erzeugung des Plasmastrahls (16) quer zur Transportrichtung über das Band bewegt. 25
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Plasmastrahl (16) durch eine Hochfrequenzentladung in einer verdrallten Strömung eines Arbeitsgases erzeugt wird. 30
6. Vorrichtung zum Entfernen von organischen Verunreinigungen von der Oberfläche von Walzen (10), **gekennzeichnet durch** mindestens eine in Axialrichtung der Walze (10) bewegliche Plasmadüse (14), die einen Strahl (16) eines atmosphärischen Plasmas erzeugt und deren Mündung (18) auf die Oberfläche der Walze (10) gerichtet ist. 35
7. Vorrichtung zum Entfernen von organischen Verunreinigungen von der Oberfläche eines in einer Transportrichtung bewegten Endlosbandes, **gekennzeichnet durch** mindestens eine quer zur 40

Transportrichtung des Bandes bewegliche Plasmadüse (14), die einen Strahl (16) eines atmosphärischen Plasmas erzeugt und mit ihrer Mündung (18) auf die Oberfläche des Endlosbandes gerichtet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Plasmadüse (14) einen konisch oder fächerförmig aufgeweiteten potentialfreien Plasmastrahl (16) erzeugt. 45





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 10 9824

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 43 38 866 C (WOLF GMBH RICHARD) 14. Juni 1995 (1995-06-14) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2B * * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 17 *	1	B08B7/00 B41F35/00
Y	* Spalte 5, Zeile 26 - Zeile 49 * ---	2,4,6,7	
D,X	DE 195 32 412 A (AGRODYN HOCHSPANNUNGSTECHNIK G) 6. März 1997 (1997-03-06) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 13 * * Spalte 1, Zeile 51 - Spalte 5, Zeile 30 * ---	1,5	
D,Y	EP 0 995 504 A (BWG BERGWERK WALZWERK ;THYSSEN KRUPP STAHL AG (DE)) 26. April 2000 (2000-04-26) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 17 *	2,4,6	
A	---	3	
Y	DE 295 03 752 U (VOITH SULZER PAPIERMASCH GMBH) 27. April 1995 (1995-04-27) * Seite 1, Absätze 1,2 * * Seite 2, Absatz 5 - Seite 6, Absatz 1 * * Abbildung 1 *	4,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B08B B21B B41F
A	---	8	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 03, 31. März 1999 (1999-03-31) & JP 10 321677 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 4. Dezember 1998 (1998-12-04) * Zusammenfassung * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	5. Oktober 2001	Plontz, N	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 B2 (P04G03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 10 9824

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-10-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4338866 C	14-06-1995	FR 2712171 A GB 2283681 A, B US 5620440 A	19-05-1995 17-05-1995 15-04-1997
DE 19532412 A	06-03-1997	EP 0761415 A US 5837958 A	12-03-1997 17-11-1998
EP 0995504 A	26-04-2000	DE 19848174 A BR 9904741 A JP 2000117317 A	04-05-2000 15-08-2000 25-04-2000
DE 29503752 U	27-04-1995	KEINE	
JP 10321677 A	04-12-1998	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82