(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 398 457 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90250116.2**

(51) Int. Cl.5: **B24B 5/40**

(22) Anmeldetag: **04.05.90**

(30) Priorität: **16.05.89 DE 3916113**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **22.11.90 Patentblatt 90/47**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(71) Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Mannesmannufer 2
D-4000 Düsseldorf 1(DE)

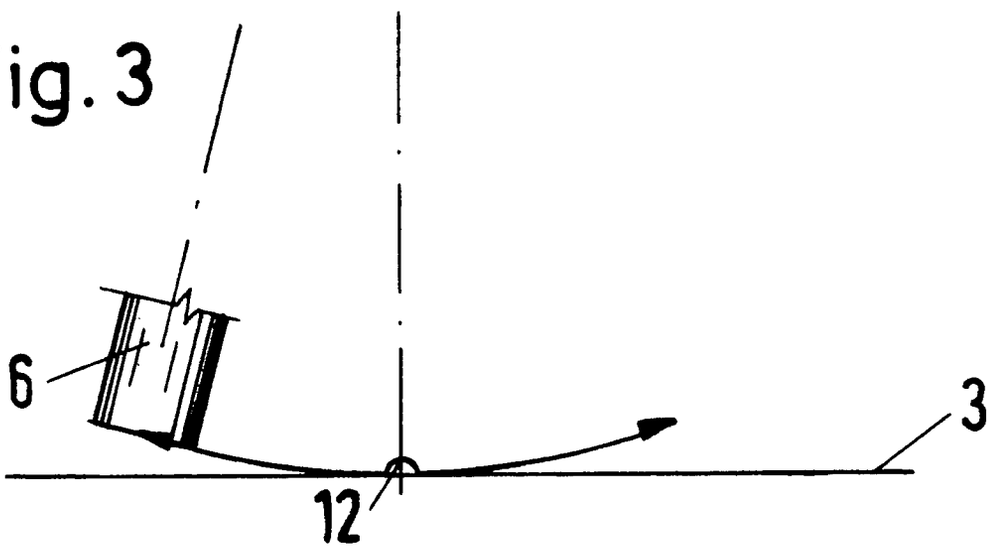
(72) Erfinder: **Lehmann, Peter, Dipl.-Ing.**
Richrather Strasse 84
D-4010 Hilden(DE)

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Patentanwaltsbüro Meissner & Meissner,
Herbertstrasse 22
D-1000 Berlin 33(DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur zerspanenden Bearbeitung der Innenoberflächen von Hohlkörpern.

(57) Verfahren und Vorrichtung zur zerspanenden Bearbeitung der Innenoberfläche von Rundschweißnähten in Rohren (3) und Behältern, unter Verwendung eines rotierenden Zerspanungswerkzeugs (6), das über die Innenoberfläche geführt wird. Das Zerspanungswerkzeug (6) führt während der Zerspannung um eine zur jeweiligen Vorschubrichtung parallele Pendelachse kreisbogenförmige Pendelbewegungen aus. Der senkrechte Abstand der Pendelachse (8) zur Innenoberfläche des Hohlkörpers wird während eines Umlaufs um den zu zerspanenden Bereich durch fortlaufende Abtastung der Innenoberfläche konstant gehalten.

Fig. 3



EP 0 398 457 A1

Verfahren und Vorrichtung zur zerspanenden Bearbeitung der Innenoberflächen von Hohlkörpern

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur zerspanenden Bearbeitung der Innenoberfläche von Hohlkörpern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung.

Aus der DE 34 46 055 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schleifen der Innenoberfläche von Rohren bekannt, mit deren Hilfe auch die Wurzellagen von Rundschweißnähten an bereits verlegten Rohrleitungen bearbeitbar sind. Diese Vorrichtung weist ein Fahrwerk aus über den Rohrumfang verteilten und um 120° gegeneinander versetzten Rädern auf, die hydraulisch oder pneumatisch in radialer Richtung gegen die Rohrinnenoberfläche anstellbar sind und eine Zentrierung der Vorrichtung bezüglich der Rohrachse ermöglichen. Außen an der Vorrichtung sind mehrere radial nach außen anstellbare motorisch angetriebene Schleifvorrichtungen mit radial gerichteten Drehachsen und topfförmigen Schleifkörpern angeordnet. Um z.B. für die Bearbeitung von Schweißnähten einen Vorschub in Umfangsrichtung des Rohres zu erzeugen, sind spezielle Antriebsräder vorgesehen, die sich auf der Rohrinnenoberfläche abstützen und die gesamte Vorrichtung in Rotation versetzen.

Dabei wird die Drehachse der Fahrwerksräder, die sonst die Bewegung in Richtung der Rohrachse ermöglichen, um 90° geschwenkt, so daß sie in Umfangsrichtung laufen können.

Nachteilig an dieser bekannten Vorrichtung ist es, daß eine blechebene Bearbeitung z.B. der Wurzellagen von Rundschweißnähten damit kaum möglich ist. Diese erfordert nämlich jederzeit eine exakte Anstellung des Schleifkörpers an die Rohrinnenoberfläche. Bei einer zu geringen Anstellung des Schleifkörpers bleibt ein Teil des abzutragenden Materials stehen, während im Falle einer zu starken radialen Anstellung nach außen eine nutförmige Ausnehmung auf der Rohrinnenoberfläche entsteht, die unerwünschte Kerbwirkung mit sich bringt und auch die strömungstechnischen Eigenschaften der Rohrleitung nachteilig beeinflußt. Abweichungen der Rohrquerschnittsgeometrie von der idealen Kreisform führen ebenfalls zu entsprechenden örtlich zu geringen oder zu starken Werkstoffabtragungen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, das gattungsgemäße Verfahren dahingehend zu verbessern, daß diese Nachteile nicht mehr auftreten, und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben.

Gelöst wird diese Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 2 gekennzeichnet und durch die Merkmale der Unteransprüche 2 bis 11 in vorteilhafter Weise ausgestaltbar.

Anhand der Prinzipdarstellungen in den Figuren 1 bis 3 wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Figur 1 einen axialen Querschnitt durch eine in einem Rohr befindliche erfindungsgemäße Vorrichtung,

Figur 2 einen axialen Längsschnitt durch die Rohrleitung gemäß Figur 1 und

Figur 3 einen axialen Längsschnitt im Bereich einer Rundschweißnaht.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist einen Geräteträger 1 auf, der mit Fahrwerken 13 ausgerüstet ist, so daß die Rohrleitung 3 in axialer Richtung bis zum Bearbeitungsort (z.B. Rundschweißnaht oder Einschweißstutzen) durchfahren werden kann. Das Erreichen des Bearbeitungsortes kann z.B. mit Hilfe einer nicht dargestellten Videokamera oder auch mit einem radioaktiven Positionierstrahler von außen überwacht werden. Durch eine Klemmvorrichtung, die vorzugsweise aus drei um 120° versetzten, hydraulisch oder pneumatisch betätigten radial nach außen verfahrbaren Preßstempeln 2 besteht, kann der Geräteträger 1 im Rohr 3 starr fixiert werden. Gleichzeitig ist damit auch eine weitgehende Zentrierung des Geräteträgers 1 bezüglich der Rohrachse verbunden, wenngleich diese Zentrierung keine Voraussetzung für eine zufriedenstellende Arbeitsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist. Es sollte lediglich sichergestellt sein, daß die Schwenkachse 7 des Schwenkantriebs 4 hinreichend parallel zur Rohrachse ausgerichtet ist. Dieser Schwenkantrieb 4 führt bei stillstehendem Geräteträger 1 die Vorschubbewegung des Zerspanungswerkzeugs 6, das z.B. ein Schleifkörper oder ein Fräser sein kann, in Form einer Rotation aus. An dem drehbaren Teil des Schwenkantriebs 4 ist eine Aufhängung 14 starr befestigt. In der Aufhängung 14 ist mit der Pendelachse 8 die Werkzeugaufnahme 5 mit ihrem Antriebsmotor drehbar gelagert. Die Pendelachse 8 steht senkrecht zur Schwenkachse 7.

Mit Hilfe des schematisch angedeuteten Pendelantriebs 9 kann die Werkzeugaufnahme 5 und damit das darin eingespannte Zerspanungswerkzeug 6 oszillierende kreisbogenförmige Bewegungen um die Pendelachse 8 ausführen. Diese Pendelbewegungen erfolgen somit quer zur Vorschubrichtung (Drehung um die Schwenkachse 7) des Zerspanungswerkzeugs 6, also im Falle der Bearbeitung einer Rundschweißnaht 12 quer zur Nahtrichtung (Figur 3). Um die Zerspanungstiefe des Zerspanungswerkzeugs 6 verändern zu können, ist

eine entsprechende Anstelivorrichtung 11 (schematisch in Figur 1 dargestellt) vorgesehen, die fernbetätigt einstellbar ist und vorzugsweise als pneumatisches oder hydraulisches Doppelkolbensystem ausgebildet ist. Der Abstandssensor 10, der vorzugsweise als Taststift mit Rad- oder Kugelkopf ausgebildet ist, ist mit der Aufhängung 14 verbunden und macht daher jede Schwenkbewegung der Werkzeugaufnahme 5 mit. Er stützt sich durch Federkraft gegen die Innenoberfläche des Rohres 3 ab. Bei einem Einfedern oder Ausfedern des Taststiftes 10 relativ zu einer definierten Nullposition wird z.B. durch Schließen elektrischer Kontakte oder unmittelbares Betätigen hydraulischer oder pneumatischer Ventile die Anstellvorrichtung 11 veranlaßt, die Werkzeugaufnahme 5 mit dem Zerspanungswerkzeug 6 in radialer Richtung ein- bzw. auszufahren, bis die Nullposition wieder erreicht ist. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, daß die Schwenkachse 7 stets einen gleichbleibenden senkrechten Abstand von der Rohrinnenoberfläche behält, daß damit also das Werkzeug 6 mit seiner Arbeitsfläche stets exakt auf die Rohrinnenoberfläche eingestellt bleibt. Damit kann das Zerspanungswerkzeug 6 auch dann noch exakt der Rohrinnenoberfläche folgen, wenn die Rohrgeometrie von der idealen Kreisform abweicht (z.B. bei Rohrabflachungen). Zur Anpassung an unterschiedliche Rohrdurchmesser und Einstellung der gewünschten Zerspanungstiefe ist der Taststift 10 längenveränderlich (z.B. als Drehspindel) ausgeführt.

Wesentliches Kennzeichen der Erfindung ist der Pendelantrieb für die Werkzeugaufnahme 5, der eine oszillierende Bewegung des Zerspanungswerkzeugs 6 z.B. während des Vorschubs entlang einer Rundschweißnaht erzeugt. Die Arbeitsfläche des Zerspanungswerkzeugs 6 nähert sich dadurch ständig auf einer Kreisbahn der Oberfläche des Rohres 3, "taucht" quasi in diese ein und entfernt sich wieder von ihr. Auf diese Weise wird stets ein sanfter Übergang zwischen der unbearbeiteten Rohrinnenoberfläche und dem bearbeiteten Bereich erzeugt und zwar auch dann, wenn das Zerspanungswerkzeug 6 einmal etwas zu tief an die Rohrinnenoberfläche angestellt werden sollte. Es kann also auch in solchen Fällen praktisch eine blechebene Abarbeitung von z.B. Schweißwülsten sichergestellt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung läßt sich aber nicht nur in der beschriebenen Weise zur Bearbeitung von Wurzellagen an Rundschweißnähten verwenden, sondern ist auch für andersartige Bearbeitungsaufgaben in Rohrleitungen und Behältern geeignet. So kann der Pendelantrieb 9 beispielsweise auch in einer gewünschten Winkelstellung fixiert werden, um mit einem entsprechend schräggestellten Fräswerkzeug eine schräge Fläche abfräsen zu können.

Es sind zahlreiche Abwandlungen der Erfindung von der in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführung möglich. So können beispielsweise anstelle einer Werkzeugaufnahme 5 auch mehrere an der Schwenkvorrichtung 4 vorgesehen sein, die voneinander unabhängige Anstell- und Pendelvorrichtungen aufweisen. Zur Bestimmung des Abstandes zwischen der Rohrinnenoberfläche und der Schwenkachse 7 können Sensoren eingesetzt werden, die nach anderen physikalischen Prinzipien arbeiten (z.B. Laser-Optik, Ultraschall, kapazitive oder induktive Wegaufnehmer usw.). Die Klemmvorrichtung kann auch elektrisch, magnetisch oder mechanisch betätigt werden.

Für die verschiedenen Antriebe kommen neben pneumatischen und hydraulischen insbesondere auch elektrische Antriebe in Frage. Für die Bewegung der Vorrichtung in einer Rohrleitung kann neben einem Eigenantrieb für das Fahrwerk 13 z.B. auch das Anhängen an eine selbstangetriebene Befahreinrichtung oder die Bewegung mittels Schiebestangen vorgesehen sein. In diesen Fällen können anstelle eines Fahrwerks auch Gleitkufen verwendet werden. Weitere Abwandlungen sind denkbar.

In ganz besonders vorteilhafter Weise läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren ausführen, wenn das im Ausführungsbeispiel dargestellte Gerät in seinen Funktionen mittels einer Rechnersteuerung weitgehend automatisch betrieben wird, wobei die einzelnen Antriebe in optimaler Weise aufeinander abgestimmt werden können.

Ansprüche

1. Verfahren zur zerspanenden Bearbeitung der Innenoberfläche von Hohlkörpern, insbesondere zur Bearbeitung der Wurzellagen von Rundschweißnähten in Rohren und Behältern, unter Verwendung mindestens eines rotierenden Schneidwerkzeugs, das über die Innenoberfläche geführt wird (Vorschubbewegung),
dadurch gekennzeichnet,
daß das Schneidwerkzeug während der Zerspanung um eine zur jeweiligen Vorschubrichtung parallele Pendelachse kreisbogenförmige Pendelbewegungen ausführt und daß der senkrechte Abstand der Pendelachse zur Innenoberfläche des Hohlkörpers während eines Umlaufs um den zu zerspanenden Bereich durch fortlaufende Abtastung der Innenoberfläche konstant gehalten wird.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Geräteträger, an dem mindestens eine mit motorischem Drehantrieb ausgerüstete Werkzeugaufnahme für ein Zerspanungswerkzeug befestigt ist, mit einer Vorrichtung zur Abstützung und axialen Ausrichtung des Gerä-

teträgers im Inneren eines Hohlkörpers, mit einer motorischen Antriebsvorrichtung zur Erzeugung einer Vorschubbewegung für die Werkzeugaufnahme und mit einer fernbetätigbaren Anstellvorrichtung zur radialen Verstellung der Werkzeugaufnahme bezüglich der Innenoberfläche des Hohlkörpers,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vorrichtung zur Abstützung und axialen Ausrichtung des Geräteträgers (1) als fernbetätigbare Klemmvorrichtung (2), mit der der Geräteträger (1) in dem Hohlkörper (3) starr fixiert werden kann, ausgebildet ist,
daß die Antriebsvorrichtung zur Erzeugung der Vorschubbewegung als in den Geräteträger (1) eingebauter Schwenkantrieb (4) ausgebildet ist, mit dessen drehbarem Teil die Werkzeugaufnahme(n) (5) verbunden ist (sind), daß die Werkzeugaufnahme (5) um eine zur Schwenkachse (7) des Schwenkantriebs (4) und zur Anstellrichtung (11) des Zerspanungswerkzeugs (6) senkrechte Pendelachse (8) mittels eines motorischen Pendelantriebs (9) in oszillierender Bewegung drehbar oder auf einen festen Winkel einstellbar ist und daß der senkrechte Abstand der Pendelachse (8) von der Innenoberfläche des Hohlkörpers (3) während der Schwenkbewegung mit Hilfe eines die Schwenkbewegung mitmachenden Abstandssensors (10), der auf die radiale Anstellvorrichtung (11) für das Zerspanungswerkzeug (6) wirkt, konstant haltbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die radiale Anstellvorrichtung (11) für das Zerspanungswerkzeug (6) als pneumatisches Doppelkolbensystem ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Abstandssensor als Taststift (10) ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Kopf des Taststiftes (10) als Rad- oder drehbarer Kugelkopf gestaltet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Länge des Taststiftes (10) fernbetätigt einstellbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Längeneinstellung des Taststiftes (10) als Drehspindel ausgeführt ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Grundkörper (1) in der Art eines Rohrmolchs ausgebildet ist und die Anklemmvorrichtung (2) fernbetätigbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Grundkörper (1) mit einem motorisch antreibbaren Fahrwerk (13) ausgerüstet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Drehachse des oder der Zerspanungswerkzeuge (6) jeweils koaxial zur Anstellrichtung (11) liegt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Rechnersteuerung vorgesehen ist, mit deren Hilfe in Abhängigkeit vom Werkstoff des Hohlkörpers (3), dessen Geometrie und von der Art des eingesetzten Zerspanungswerkzeugs (6) eine geeignete Kombination von Anstellwinkel bzw. Pendelfrequenz und -amplitude sowie von Antriebsdrehzahl des Zerspanungswerkzeugs (6), Vorschub der Schwenkvorrichtung (4) und Anstellung des Zerspanungswerkzeugs (6) an die Oberfläche des Hohlkörpers (3) (Schnittiefe) anhand vorgegebener Grenz- und Sollwerte ermittelbar und einstellbar ist.

Fig.1

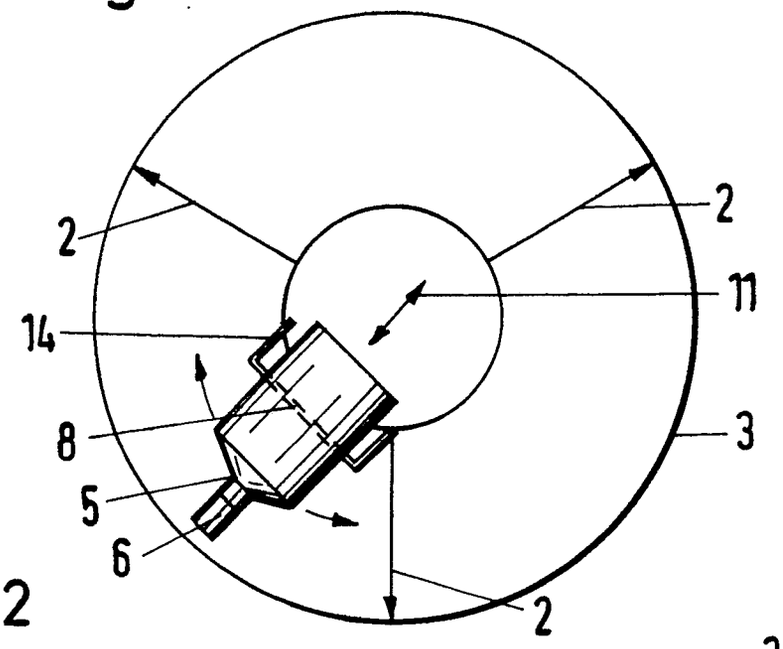


Fig.2

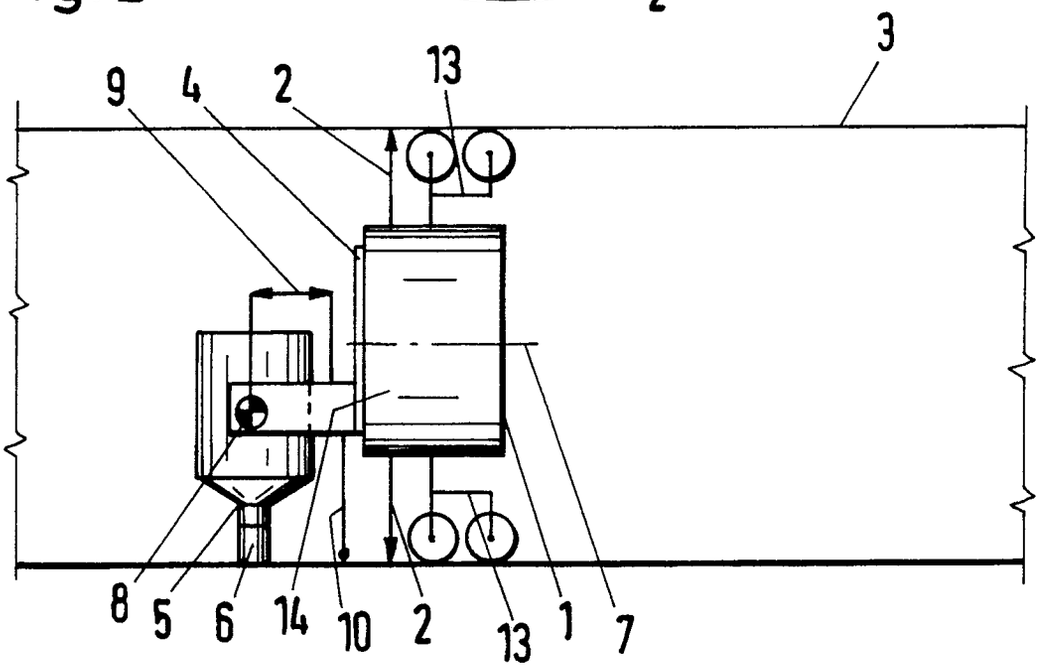
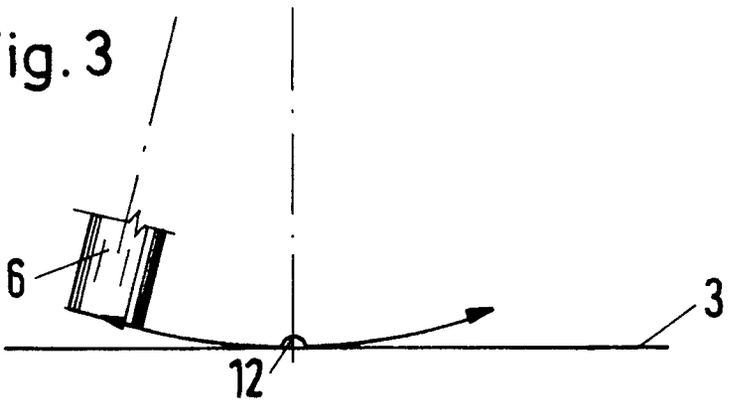


Fig.3



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90250116.2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int Cl 5)
Y	DE - A1 - 2 929 024 (MANNESMANN) * Fig. 3 * --	1,2,3	B 24 B 5/40
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, unexamined applications, M Sektion, Band 9, Nr. 135, 11. Juni 1985 THE PATENT OFFICE JAPANESE GOVERNMENT Seite 58 M 386 * Kokai-no. 60-16 310 (KANSAI) * --	1,2,3	
A	DE - A1 - 2 949 656 (VEREINIGTE) * Seite 12, Zeilen 1-9 * ----	1,2	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int Cl 5)

B 23 C
B 24 B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Rechercheort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
WIEN	27-08-1990	GLAUNACH

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur
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 andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument