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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 009 563**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 79102743.6

(22) Anmeldetag: 01.08.79

(51) Int. Cl.³: C 21 D 9/30
C 21 D 1/06

(30) Priorität: 14.09.78 DE 2839990

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.04.80 Patentblatt 80/8

(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT SE

(71) Anmelder: AUDI NSU AUTO UNION Aktiengesellschaft
Postfach 220 Ettingerstrasse
D-8070 Ingolstadt(DE)

(72) Erfinder: Riedl, Volker
U.-Haunstädter Weg 28
D-8070 Ingolstadt(DE)

(74) Vertreter: Barske, Heiko, Dr.
AUDI NSU AUTO UNION Postfach 220 Ettingerstrasse
D-8070 Ingolstadt(DE)

(54) Verfahren zum Umschmelzhärten der Oberfläche eines um seine Drehachse rotierenden Werkstückes, welche Oberfläche unterschiedlichen Abstand von der Drehachse hat.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umschmelzhärten der Oberfläche eines um eine Drehachse (22) rotierenden Werkstücks, welche Oberfläche unterschiedlichen Abstand von der Drehachse (22) hat, wie beispielsweise der Nocken (20) einer Nockenwelle, bei dem die Oberfläche durch Bewegen relativ zu einer Energiequelle (15) längs einer schlangenlinienförmigen Schmelzbahn (21) aufgeschmolzen wird. Um eine gleichbleibende Härtequalität über dem Umschmelzbereich zu erzielen, wird die Relativegeschwindigkeit zwischen der Energiequelle (15) und der zu härtenden Oberfläche derart gesteuert, daß von Scheitel zu Scheitel der Schmelzbahn (21) zumindest annähernd gleiche Abstände (a) erzielt werden. Die Steuerung der Relativgeschwindigkeit kann beispielsweise durch Verändern der Drehgeschwindigkeit des Werkstücks bei konstanter oszillierender Bewegung der Energiequelle (15) oder durch Verändern der Frequenz der Oszillation der Energiequelle (15) bei konstanter Drehgeschwindigkeit des Werkstücks erfolgen. Die Veränderung der Relativgeschwindigkeit kann kontinuierlich oder stufenweise erfolgen.

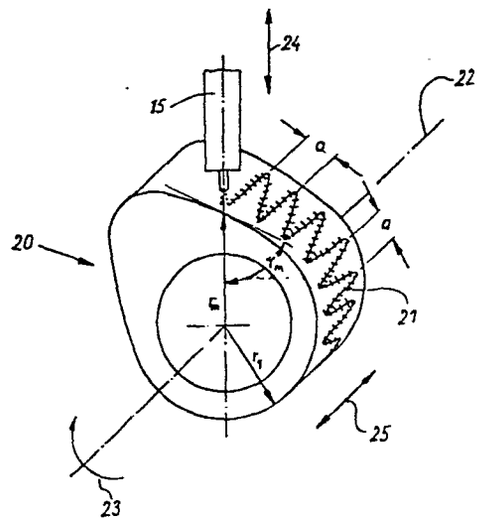


Fig. 3

EP 0 009 563 A1

AUDI NSU AUTO UNION
Aktiengesellschaft

Ingolstadt, den 23. Juli 1979
IP 1548 Za/Dö

Verfahren zum Umschmelzhärten der Oberfläche eines um seine Drehachse rotierenden Werkstückes, welche Oberfläche unterschiedlichen Abstand von der Drehachse hat

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Umschmelzhärten der Oberfläche eines um seine Drehachse rotierenden Werkstückes, gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

Bei einer bekannten Einrichtung (DE-GM 77 02 409) zum Härten der Nockenlauffläche von Nockenwellen von Brennkraftmaschinen nach dem WIG-Umschmelz-Härteverfahren wird die Nockenlauffläche in stets gleichem Abstand an einem Brenner vorbeigeführt, wobei durch den zwischen Nocken und Brenner überspringenden Lichtbogen die Oberfläche bahnenartig aufgeschmolzen und durch die sofort einsetzende Kühlung gehärtet wird. Anstelle des Lichtbogens kann auch mit Elektronenstrahlen oder Laserstrahlen umgeschmolzen werden. Dabei wird das Werkstück bzw. die Nockenwelle während des Umschmelzens mit einer konstanten Drehwinkelgeschwindigkeit gegenüber dem einen radialen Hub ausführenden Brenner angetrieben und erfährt zugleich in seiner Längsachse eine oszillierende Bewegung mit einer etwa der Breite des Nockens entsprechenden Amplitude und einer definierten Frequenz, so daß eine schlangenlinienförmige Schmelzbahn bzw. Härtebahn entsteht. Wie sich in der Praxis herausgestellt hat, kann dies wegen der unterschiedlichen Relativgeschwindigkeit zwischen Nockenoberfläche und Brenner zu längs des Umfangs unterschiedlichen Härtequalitäten führen, was die Verschleißfestigkeit der Oberfläche vermindert.

Aufgabe der Erfindung ist es, das gattungsgemäße Verfahren derart zu verbessern, daß eine etwa gleichmäßige Härtung der zu härtenden Oberflächen erzielt wird.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Mit der Erfindung werden folgende, beim Umschmelzhärten von Nocken auftretende Schwierigkeiten beseitigt:

Bei einer mit konstanter Winkelgeschwindigkeit angetriebenen Nockenwelle ändert sich abhängig von den sich verändernden Momentanradien ständig die Umfangsgeschwindigkeit in dem gerade umzuschmelzenden Bereich der Nockenoberfläche, so daß sich die Scheitelabstände der schlangenlinienförmigen Schmelzbahn entsprechend ändern. Eine weitere Veränderung der Relativgeschwindigkeit zwischen der Nockenoberfläche und der Energiequelle resultiert aus den unterschiedlichen Nockensteigungen, die durch den Winkel einer im momentanen Umschmelzbereich angelegten Tangente an der Nockenoberfläche und einer zwischen der Drehachse der Nockenwelle und dem Mittelpunkt der Energiequelle gebildeten Geraden definiert ist. Da die Umfangsgeschwindigkeit im Bereich der Nockenspitze (größter Momentanradius) am größten ist, werden die Scheitelabstände der schlangenlinienförmigen Schmelzbahn gerade in dem Bereich am weitesten auseinandergezogen, in dem die Nocke durch die Betätigung der Gaswechselventile der Brennkraftmaschine hohen Belastungen ausgesetzt ist. Um in diesem Bereich sowie im Bereich der Nockenrampen dennoch eine ausreichende Verschleißfestigkeit zu erzielen, wurde bei dem bisherigen Verfahren, bei dem die Nockenwelle mit konstanter Drehzahl dreht und die Oszillation relativ zur Energiequelle mit konstanter Frequenz erfolgt, in weniger beanspruchten Oberflächenbereichen die Schmelzbahn mit unnötiger Überlappung aufgebracht. Durch die erfindungsgemäße Steuerung der Relativgeschwindigkeit zwischen der Energiequelle und der zu härtenden Oberfläche kann nun eine gleichmäßige, schlangenlinienförmige Schmelzbahn hergestellt werden, deren Scheitelabstand und Überlappung an die Erfordernisse angepaßt ist. Das Verfahren ist wirtschaftlich und zeitsparend durchführbar, weil die Form der Schmelzbahn an die Leistung

der verbundenen Energiequelle optimal anpaßbar ist, die Schmelzbahn also nicht länger ist als notwendig. Es kann sowohl bei konstanter Drehgeschwindigkeit der Nocke die Frequenz einer oszillierenden Relativbewegung zwischen Nocke und Energiequelle als auch umgekehrt bei konstanter Frequenz die Drehzahl als auch beides verändert werden. Besonders vorteilhafte Durchführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist anhand mehrerer schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 eine Einrichtung zum Umschmelzhärten der Nocken von Nockenwellen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einer stufenlosen Steuerung der Drehwinkelgeschwindigkeit der Nockenwelle, im Schnitt gemäß der Linie I-I der Fig. 2,

Fig. 2 die gleiche Einrichtung in der Ansicht S der Fig. 1,

Fig. 3 einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gehärteten Nocken in raumbildlicher Darstellung und

Fig. 4 die Einrichtung gemäß Fig. 1, jedoch mit einer stufenweise erfolgenden Steuerung der Drehwinkelgeschwindigkeit der Nockenwelle.

In den Figuren 1 und 2 ist eine Vorrichtung zum Umschmelzhärten nach dem WIG-Umschmelz-Härteverfahren dargestellt. Sie weist einen Maschinensockel 1 auf, auf dem eine Platte 2 verschiebbar gelagert ist. Auf der Platte 2 ist eine Einspannvorrichtung für eine zu härtende Nockenwelle 3 angeordnet. Die Einspannvorrichtung besteht einerseits aus einem Reitstock 4 mit einer Spitzenaufnahme 5 und andererseits aus

einem Lagerbock 6, in dem eine Kegelhülse 7 drehbar gelagert ist. Die Kegelhülse 7 sitzt auf einer gemeinsamen Welle mit einem Antriebsrad 8, welches über einen Zahnriemen 9 von einem Elektromotor 10 angetrieben wird. Der Zahnriemen 9 umspannt zugleich ein weiteres Antriebsrad 11, welches mit einer parallel zur Nockenwelle 3 drehbar angeordneten Meisternockenwelle 12 verbunden ist. In der Kegelhülse 7 ist ein Mitnehmer (nicht dargestellt) vorgesehen, der in eine entsprechende Nut der Nockenwelle 3 eingreift und somit eine stets definierte Lage der Nockenwelle 3 zum Antriebsrad 8 sicherstellt. Die Antriebsräder 8 und 11 weisen die gleiche Zähnezahl auf und sind derart zueinander eingestellt, daß die Nocken der Nockenwelle 3 und der Meisternockenwelle 12 synchron zueinander rotieren.

Mit dem Maschinensockel 1 sind entsprechend der Anzahl der zu härtenden Nocken im oberen Bereich 30° abgewinkelte Führungen 13 verbunden, auf denen Schlitten 14 gelagert sind. An den Schlitten 14 sind Lichtbogen-Brenner 15 und die Meisternockenwelle 12 abtastende und dabei den radialen Hub der Schlitten 14 bzw. Brenner 15 bewirkende Stößel 16 befestigt. In der Fig. 2 sind nur zwei Brenner 15, 15' bzw. Schlitten 14, 14' dargestellt, während die restlichen durch Mittellinien angedeutet sind.

An der einen Stirnseite des Maschinensockels 1 ist ein Exzenter 17 gelagert, der von einem Elektromotor 18 angetrieben wird und an der Stirnseite der Platte 2 derart anläuft, daß diese mit einer etwa der Breite der Nocken entsprechenden Amplitude oszilliert. Während die Nockenwelle 3 beim Umschmelzen eines oder mehrerer Nocken mit einer definierten Drehwinkelgeschwindigkeit um ihre Längsachse rotierend angetrieben wird, erfährt die Platte 2, angetrieben durch den Elektromotor 18 und den Exzenter 17, eine oszillierende Bewegung mit einer definierten Frequenz und Amplitude, so daß auf dem umgeschmolzenen Nocken eine schlangenlinienförmige Schmelzbahn 21, wie in Fig. 3 an einem einzelnen Nocken 20 dargestellt, geschaffen wird.

In der Fig. 3 sind die Bewegungsvorgänge während des Umschmelzhärtens des Nockens 20 nochmals verdeutlicht. Zum Herstellen der schlangenlinienförmigen Schmelzbahn 21 wird der Nocken 20 um seine Drehachse 22 mit einer definierten Winkelgeschwindigkeit (Pfeil 23) an einer Energiequelle, im beschriebenen Ausführungsbeispiel an dem Lichtbogen-Brenner 15, vorbeigeführt, wobei der Brenner 15 durch radiales Nachführen (Pfeil 24) zur Kontur des Nockens einen gleichmäßigen Abstand hält. Zugleich wird der Nocken 20 einer parallel zu seiner Drehachse 22 gerichteten Oszillationsbewegung (Pfeil 25) in einer etwa drei Viertel seiner Breite entsprechenden Amplitude und einer definierten Frequenz f ausgesetzt. Um annähernd gleiche Scheitelabstände a der Schmelzbahn 21 zu erzielen, wird ausgehend von einer definierten Winkelgeschwindigkeit W_1 am Nockengrundkreis mit einem Radius r_1 die Momentanwinkelgeschwindigkeit W_m umgekehrt proportional zu dem Abstand r_m zwischen der Drehachse und dem momentan aufgeschmolzenen Bereich der Nockenoberfläche und proportional zu $\sin \varphi_m$ gesteuert, wobei φ_m der Winkel zwischen der Tangentialebene an die Nockenoberfläche und der Ebene durch die Drehachse 22, jeweils durch den momentan aufgeschmolzenen Oberflächenbereich, ist.

Es gilt also:

$$W_m = \frac{r_1}{r_m} \; W_1 \; \sin \varphi_m .$$

r_m und φ_m sind durch die Nockenform gegeben und können beispielsweise in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Nockenwelle angegeben werden. Zur Steuerung eignet sich beispielsweise der radiale Hub des Brenners 15 bzw. des den Brenner 15 tragenden Schlittens 14, da der jeweilige Hub gleich dem Wert $r_m - r_1$ ist und in einem definierten funktionellen Zusammenhang mit φ_m steht.

Der Scheitelabstand a der Schmelzbahn 21 kann auch dadurch konstant gehalten werden, daß bei konstanter Drehwinkelgeschwindigkeit der Nocke 20 die Frequenz der Oszillationsbe-

wegung gesteuert wird. Dabei beträgt die Momentanfrequenz f_m:

$$f_m = \frac{r_m}{r_1} \; f_1 \; \frac{1}{\sin \varphi_m}$$

wobei f_1 die Frequenz am Nockengrundkreis ist.

Die Steuerung der Winkelgeschwindigkeit oder der Frequenz kann auch in Stufen erfolgen, wobei jeweils ein Intervall von r_m z.B. $r_m < 40$ mm = W_1; $r_m > 40$ mm = W_2, einer grob angenäherten Winkelgeschwindigkeit (je nach Anzahl der Stufen W_1, W_2, W_3 usw.) entspricht, so daß etwa gleiche Scheitelabstände a erzielt werden.

Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darauf zu achten, daß die Relativlage zwischen Nocken 20 und Brenner 15 für alle Nocken gleich ist. Nur dann können in einfacher Weise sämtliche Nocken gleichzeitig mit Schmelzbahnen mit konstantem Scheitelabstand umgeschmolzen werden. Sind beispielsweise die den Brennern 15 und 15' der Fig. 2 zugeordneten Nocken um 30° verdreht, so sind die Brenner 15 und 15' entsprechend um 30° relativ zur Drehachse der Nockenwelle 3 verdreht angeordnet.

An einem der Schlitten 14 ist ein Schleifkontakt 26 angeordnet, der einen mit dem Maschinensockel 1 über einen Halter 27 fest verbundenen Widerstand 28 abtastet. Dementsprechend wird der über die Leitungen 29 und 30 dem Elektromotor 10 zugeführte Strom abhängig vom Hub des Schlittens 40 verändert. Der Widerstand 28 ist derart ausgelegt, daß beim Überfahren des Nockengrundkreises die Nockenwelle mit der Winkelgeschwindigkeit W_1 dreht. Die durch die Geometrie des Nockens gegebene Größe $\sin \varphi_m$ wird durch entsprechende Auslegung des Widerstandes 28 berücksichtigt, so daß sich für die Drehzahl des Elektromotors in Abhängigkeit vom Hub des Schlittens 40 bzw. dem Drehwinkel der Nockenwelle 3, die vorne angegebene Beziehung

$$W_m = \frac{r_1}{r_m} W_1 \sin \varphi_m$$

ergibt.

Die gleiche Steuerung kann auch für die Veränderung der Frequenz f_m der Oszillationsbewegung der Nockenwelle 3 angewandt werden, indem in die Stromzufuhr zum Elektromotor 18 für den Antrieb des Exzenters 17 (siehe Fig. 2) der Schleifkontakt 26 und der Widerstand 28 eingeschaltet werden. Es ist jedoch zu beachten, daß dann der Widerstand 28 so anzuordnen ist, daß der Widerstand bei einem radialen Hub des Schlittens 14 in Richtung zur Nockenspitze abnimmt, so daß die Frequenz f_m proportional dazu zunimmt.

Die Fig. 4 zeigt schematisch eine stufenweise Steuerung der Winkelgeschwindigkeit der Nockenwelle 3. Obwohl zur einfacheren Darstellung nur eine zweistufige Steuerung gezeigt ist, versteht es sich, daß entsprechend der Größe des Nockens oder der geforderten Härtequalität auch mehr als zwei Stufen vorgesehen sein können. Am Schlitten 14 ist ein Schaltmagnet 32 befestigt, welcher bei einer Brennerstellung im Bereich des Nockengrundkreises und etwa bis zu ein Drittel der Nockenrampen der zu härtenden Nocke einen am Maschinengestell 1 befestigten Reed-Kontakt 33 schließt, so daß über eine Leitung 34 und eine Anzugswicklung 35 eines Relais 36 Strom fließt. Dadurch werden die Kontakte des Relais 36 geschlossen und die Leitung 37 überbrückt, so daß über die Leitungen 38, 37 und 39 der Elektromotor 10 an Spannung liegt und die Nockenwelle 3 mit einer definierten Winkelgeschwindigkeit W_1 antreibt. Nach einem vorbestimmten Hub des Schlittens 14 (in der Zeichnung, Fig. 4 nach oben) in Richtung zur Nockenspitze fährt der Schaltmagnet 33 von dem ortsfesten Reed-Kontakt weg, so daß dieser öffnet. Dementsprechend öffnet das Relais 36 und unterbricht die Leitung 37, so daß der Strom für den Elektromotor 10 nunmehr über die Leitung 40 und einen Widerstand 41 fließt. Durch den Spannungsabfall wird die Drehzahl des

Elektromotors 10 bzw. die Winkelgeschwindigkeit der Nockenwelle 3 auf einen Wert W_2 vermindert. Selbstverständlich ist die gezeichnete Schaltung wiederum auf eine Steuerung der Oszillationsfrequenz anwendbar, indem an Stelle des im Ruhezustand offenen Relais 36 ein sogenanntes Ruhekontaktrelais verwendet wird, dessen Kontakte im Ruhezustand geschlossen sind. Selbstverständlich ist die gesamte Schaltung dann in der Stromzuleitung für den Elektromotor 18 anzuordnen.

Obwohl die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben ist, bei dem sowohl die Drehbewegung als auch die Oszillationsbewegung von der Nockenwelle ausgeführt ist, so ist sie auch auf Ausführungen anwendbar, bei denen eine oder beide Bewegungen von der Energiequelle, beispielsweise den Brennern 15 ausgeführt werden. Die Ansteuerung des Elektromotors 10 oder des Elektromotors 18 kann auch abhängig von der Drehwinkellage der Nockenwelle 3 durch Abtasten einer mit der Nockenwelle 3 synchron laufenden Steuerscheibe erfolgen.

0009563

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umschmelzhärten der Oberfläche eines um eine Drehachse rotierenden Werkstücks, welche Oberfläche unterschiedlichen Abstand von der Drehachse hat, wie beispielsweise die Nocke einer Nockenwelle, bei dem die Oberfläche durch Bewegungen relativ zu einer Energiequelle längs einer schlangenlinienförmigen Schmelzbahn lokal aufgeschmolzen wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Relativgeschwindigkeit zwischen der zu härtenden Oberfläche und der Energiequelle derart gesteuert wird, daß von Scheitel zu Scheitel der Schmelzbahn zumindest annähernd gleiche Abstände erzielt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine Nockenwelle um ihre Drehachse gedreht wird und sich in Richtung der Drehachse relativ zur Energiequelle mit konstanter Amplitude und Frequenz oszillierend bewegt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Winkelgeschwindigkeit W_m der Nockenwelle entsprechend

$$W_m = \frac{r_1}{r_m} W_1 \sin \varphi_m$$

gesteuert wird, wobei W_1 die Winkelgeschwindigkeit beim Aufschmelzen des Nockengrundkreises, r_1 der Radius des Nockengrundkreises, r_m der Abstand zwischen Drehachse und momentan aufgeschmolzenem Bereich der Nockenoberfläche und φ_m der Winkel zwischen der Tangentialebene an die Nockenoberfläche und der Ebene durch die Drehachse, jeweils durch den momentan aufgeschmolzenen Oberflächenbereich ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine Nockenwelle um ihre Drehachse mit konstanter Winkelgeschwindigkeit gedreht wird und in Richtung der Drehachse eine oszillie-

rende Bewegung konstanter Amplitude relativ zur Energiequelle ausführt, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz f_m der Oszillationsbewegung entsprechend

$$f_m = \frac{r_m}{r_1} \; f_1 \; \frac{1}{\sin \gamma_m}$$

gesteuert wird, wobei f_1 die Frequenz beim Aufschmelzen der Nockenoberfläche am Nockengrundkreis, r_1 der Radius des Nockengrundkreises, r_m der Abstand zwischen Drehachse und momentan aufgeschmolzenem Bereich der Nockenoberfläche und γ_m der Winkel zwischen der Tangentialebene an die Nockenoberfläche und der Ebene durch die Drehachse, jeweils durch den momentan aufgeschmolzenen Oberflächenbereich, ist.

Fig. 1

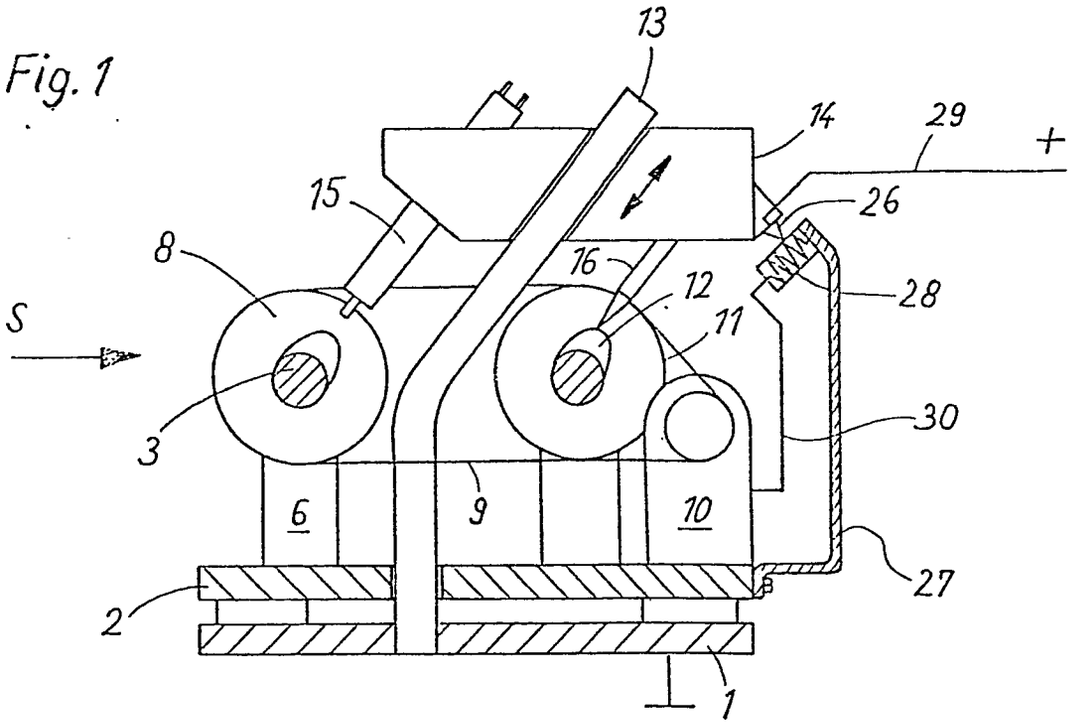

13
14
29
+
15
26
8
16
12
28
S
11
3
30
6
9
10
27
2
1

Fig. 4

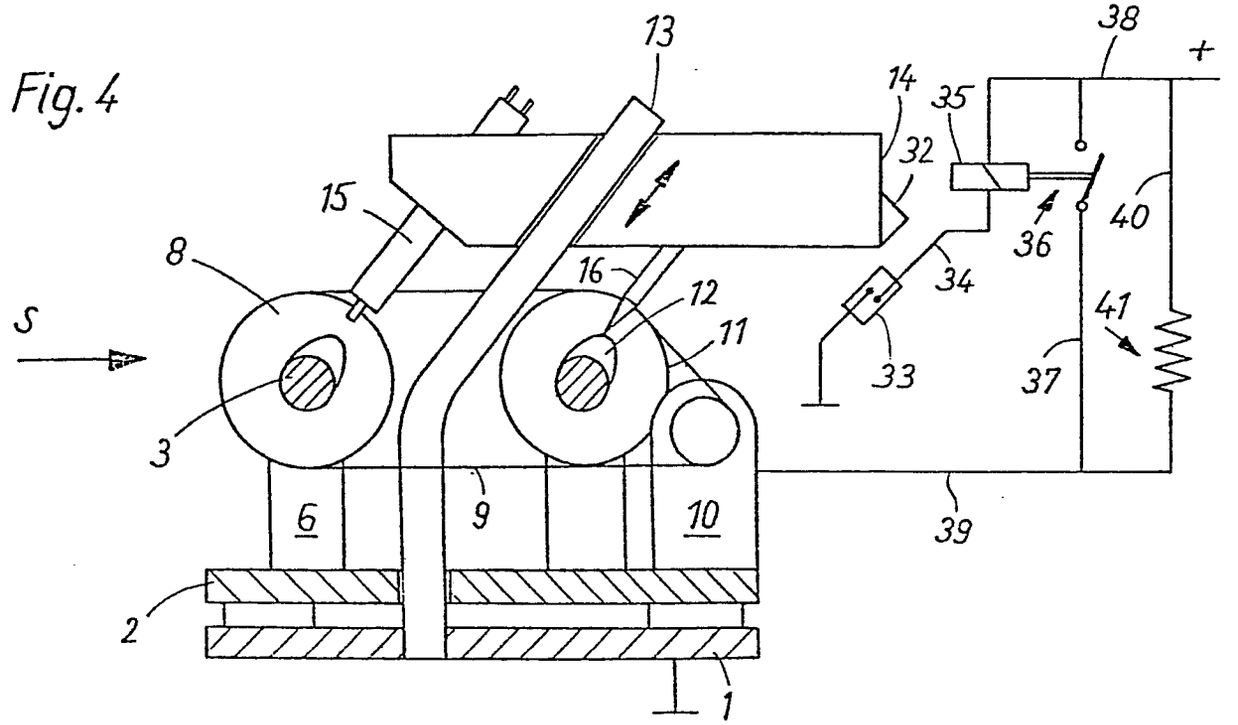
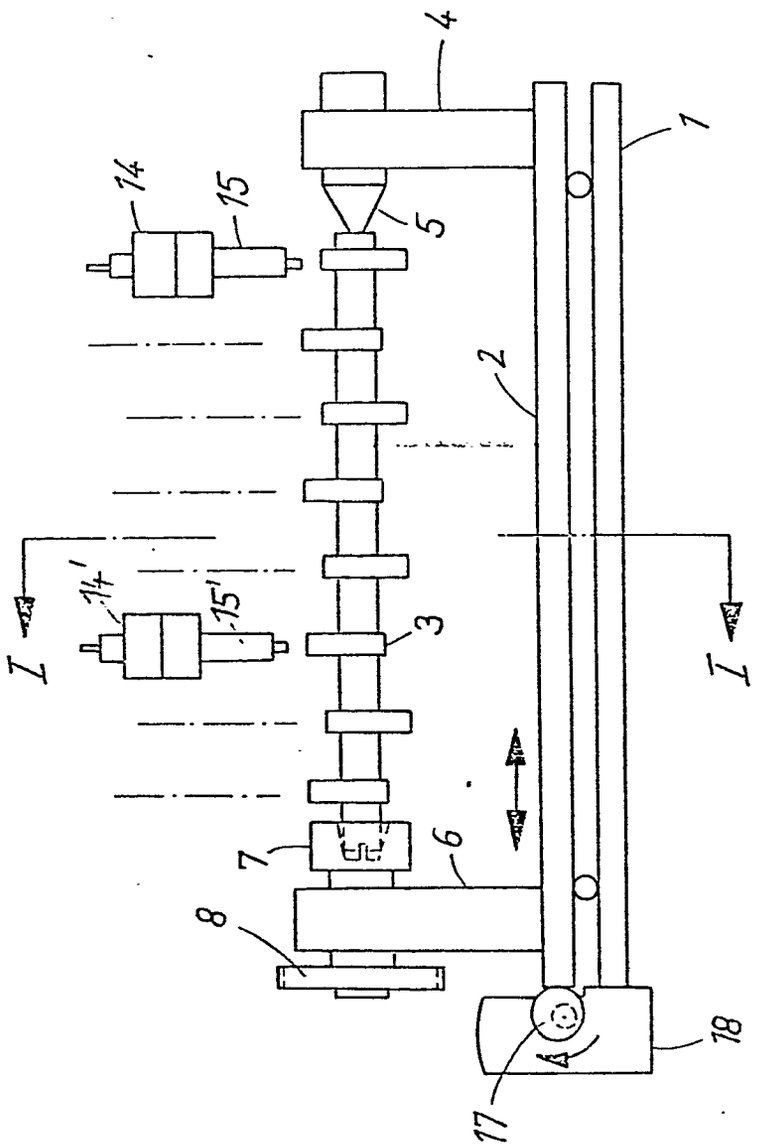

38
+
13
14
35
32
15
40
36
8
16
34
12
41
S
11
33
37
3
6
9
10
39
2
1

Fig. 2



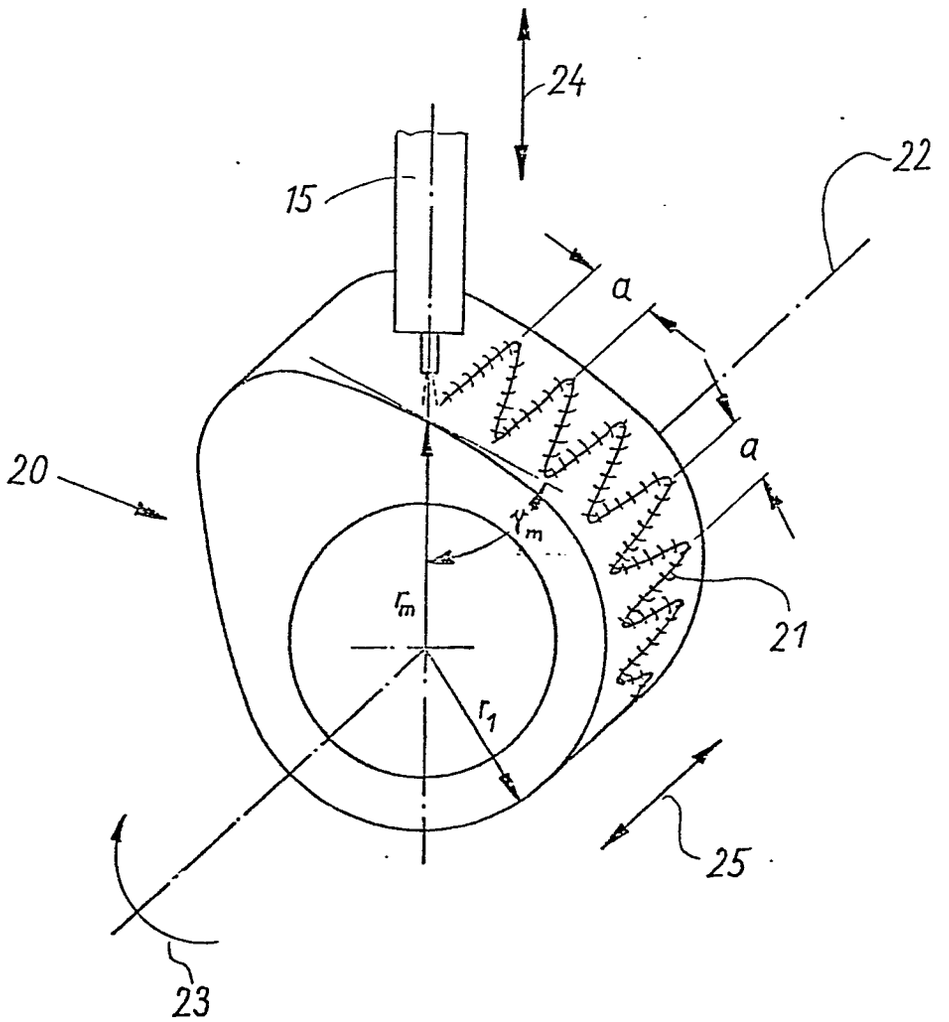


Fig. 3

0009563
Nummer der Anmeldung

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

EP 79 102 743.6

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch
A	DE - A1 - 2 344 270 (AUDI NSU)	
A	DE - A1 - 2 703 469 (AUDI NSU)	
D	& DE - U - 7 702 409	

KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.³)

C 21 D 9/30
C 21 D 1/06

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.³)

C 21 D 1/06
C 21 D 1/09
C 21 D 9/30

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X: von besonderer Bedeutung
A: technologischer Hintergrund
O: nichtschriftliche Offenbarung
P: Zwischenliteratur
T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E: kollidierende Anmeldung
D: in der Anmeldung angeführtes Dokument
L: aus andern Gründen angeführtes Dokument
&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

X Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Berlin	19-12-1979	SUTOR