



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer : **95100047.0**

⑥ Int. Cl.<sup>6</sup> : **B24B 39/04, B24B 5/42**

⑱ Anmeldetag : **03.01.95**

⑳ Priorität : **03.01.94 US 176792**

⑦② Erfinder : **Gottschalk, William P.**  
**8700 Rachel**  
**Davisburg Michigan 48350 (US)**  
 Erfinder : **Lauten, Hans Theo**  
**9661 Cooley Lake Road**  
**Commerce Township Michigan 48382 (US)**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**05.07.95 Patentblatt 95/27**

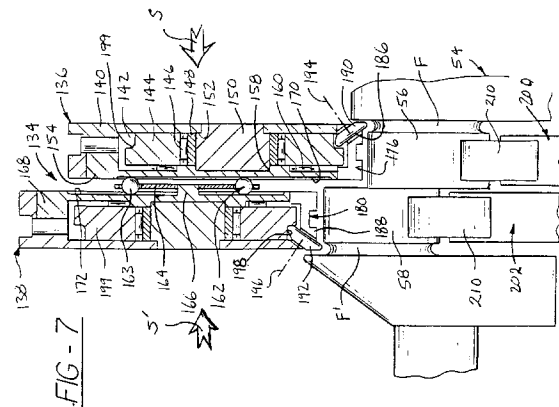
⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**DE FR GB IT**

⑦④ Vertreter : **Aubele, Karl B.**  
**Bavariastrasse 1**  
**D-80336 München (DE)**

⑦① Anmelder : **Wilhelm Hegenscheidt**  
**Gesellschaft mbH**  
**Bernhard-Schondorff-Platz**  
**D-41812 Erkelenz (DE)**

⑤④ **Gerät zum Walzen von Motorenkurbelzapfen, Walzwerkzeug und Verfahren zum Walzen von aneinanderliegenden und versetzten Kurbelzapfen.**

⑤⑦ Die Hohlkehlen von winklig versetzten Paaren von nebeneinander angeordneten Zapfensitzen einer Verbrennungsmotorkurbelwelle werden zum Dauerfestigen durch gegenüberstehende geneigte Walzen unter Druck gewalzt, die in Käfigen an den unteren Enden eines Paares von relativ zueinander drehbaren Werkzeuggehäusen nebeneinander durch ein Paar von Klauen eines pendelnden Klemmaufbaus gehalten werden. Dieser Aufbau ermöglicht es den Walzen, den Kurbelzapfensitzen zu folgen, wenn die Kurbelwelle gedreht wird, so daß die winklig versetzten Kurbelzapfenhohlkehlen gleichzeitig unter Druck bearbeitet und verfestigt werden können. Die gegeneinander gerichteten Gegenlasten der Walzen werden an lastaufnehmenden Lagern neutralisiert, die funktionsfähig zwischen dem Paar von Werkzeuggehäusen angeordnet sind.



**Hintergrund der Erfindung**

5 Diese Erfindung bezieht sich auf Festwalzen von Hohlkehlen von Motorenkurbelwellen oder anderen ringförmigen Bereichen von metallischen Werkstücken, die hohen Spannungsbelastungen ausgesetzt sind und insbesondere auf eine neue und verbesserte Maschine, ein Walzwerkzeug und ein Verfahren zum gleichzeitigen Festwalzen der Hohlkehlen von winkelig versetzten, nebeneinanderliegenden Kurbelzapfensitzen, um deren Dauerfestigkeit und Oberflächenhärte zu erhöhen.

**Beschreibung des Standes der Technik**

10 Bei Verbrennungsmotoren wie z.B. V6-Motoren, die in vielen modernen Automobilen angetroffen werden, ist die linke Zylinderreihe des Motorblocks in Bezug auf die rechte Reihe leicht nach vorne gesetzt. Diese Zylinderanordnung erlaubt es, die Pleuel der paarweise zusammengehörenden, in den Zylindern in gegenüberliegenden Reihen des Motors angeordneten Kolben nebeneinander mit benachbarten oder nebeneinanderliegenden Sitzabschnitten eines herkömmlichen Kurbelzapfens zu verbinden. Um eine gleichmäßige Zündung zu erzielen, bei der die Zylinder in einem Winkelintervall von 120° zünden, muß die Mittellinie jedes dieser von der Drehachse der Kurbelwelle wegzeigenden Sitzabschnitte winklig voneinander beabstandet sein und beispielsweise einen Winkel von 30° einschließen. Andere V-Motoren mit unterschiedlichen Zylinderanordnungen, beispielsweise V10-Motoren, können einen unterschiedlichen Kurbelzapfensitzversatz aufweisen.

20 Aufgrund der Ausbildung der Kurbelwelle und dieses Versatzes der Kurbelzapfensitze kann die Kurbelwelle im Betrieb an den Hohlkehlbereichen der Kurbelzapfensitze in einem solchen Maße belastet werden, daß die Hohlkehlen reißen und ein Verbiegen der Kurbelwelle während des Motorbetriebs auftreten kann, so daß die Lebensdauer der Kurbelwelle erheblich herabgesetzt wird. Um die Haltbarkeit zu verbessern kann die Kurbelwelle durch Vergrößern des Kurbelzapfensitzdurchmessers und durch Wärmebehandlung (Abschrecken und Vergüten) der Kurbelwelle, um deren Umform- und Dauerfestigkeit zu erhöhen, gestärkt werden. Die Dauerfestigkeit und die Haltbarkeit von Kurbelzapfen und Hauptlagersitzen kann durch Festwalzen von Druckspannungen in das Metall der ringförmigen Hohlkehlen zwischen den Zapfensitzen und den benachbarten Gegengewichten oder Lagerschalen bedeutend erhöht werden.

25 Da weiter die Automobile und deren Bauteile zur Gewichtsreduktion und zur Verbesserung des Brennstoffwirkungsgrades verkleinert werden, werden kleinere Motoren und Kurbelwellen benötigt. Um die Dauerfestigkeit und Haltbarkeit von verkleinerten Kurbelwellen zu verbessern, wird das Festwalzen von Hohlkehlen und anderen ringförmigen benachbarten Bereichen zunehmend wichtig, wobei die Verbesserungen der Dauerfestigkeit zwischen 20 und 150 % liegen.

30 Vor der vorliegenden Erfindung war das Hohlkehlwalzen von winklig versetzten Sitzen von Kurbelzapfen schwierig und zeitraubend, insbesondere da die Hohlkehlen von benachbarten und winkelig versetzten Kurbelzapfensitzen unabhängig voneinander mit Hochlast-Hohlkehlwalzmaschinen in einem zeitraubenden und langwierigen Verfahren gewalzt werden mußten. Die von dem unabhängigen Walzen herrührenden Seitenlasten konnten ein Selbstzentrieren des Walzwerkzeugs und ein Wegbewegen von der Hohlkehle bewirken, so daß die gewünschten Hohlkehldruckspannungen und Dauerfestigkeit herabgesetzt oder nicht erzielt wurden.

40 Beispiele von Geräten, Werkzeugen und Verfahren, die im allgemeinen Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung stehen, sind Patente aus dem Stand der Technik wie z.B. die US-Patente 5,138,859, veröffentlicht am 18. August 1992 für "Verfahren und Vorrichtung zum Glattwalzen und Festwalzen von mehrhübrigen Kurbelwellen"; 4,785,537, veröffentlicht am 14. Dezember 1984 für "Maschine zum maschinellen Bearbeiten von Kurbelwellen"; und 4,766,753, veröffentlicht am 30. August 1988 für "Walzvorrichtung zum Oberflächenhärten oder Glätten", Inhaber jeweils Wilhelm Hegenscheidt GmbH, Bernhard-Schondorff-Platz, D 41804 Erkelenz, Deutschland, die durch Bezugnahme hier eingearbeitet sind.

45 Im Gegensatz zu den oben genannten Patentoffenbarungen des Standes der Technik bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein neues und verbessertes Hohlkehlenwalzverfahren, Werkzeug und Gerät zum Walzen, die sich für das neue und verbesserte, gleichzeitige Festwalzen und Dauerverfestigen der Hohlkehlen von winkelig versetzten Kurbelzapfensitzen und anderen Ringräumen eignet.

50 Das obere Werkzeug dieser Erfindung umfaßt nebeneinanderliegende Hauptgehäuse, in welchen Stützwälzen befestigt sind. Am unteren oder Bearbeitungsende jedes Gehäuses befindet sich ein Käfig, der eine winklig oder geneigt angeordnete Bearbeitungswalze trägt, die im Rollkontakt mit einer Umfangsfläche der Stützwalze steht, so daß die auf die Gehäuse aufgebrachte Last über die Stützwalze auf die geneigte Metallbearbeitungswalze und von dort auf die körnige Struktur der metallischen Kurbelzapfenhohlkehlen, die zum Zwecke des Dauerverfestigens festgewalzt werden sollen, übertragen wird.

55 Die Kurbelwelle, deren Zapfenhohlkehlen gewalzt werden sollen, ist in einem Spannfutter oder einem anderen Werkstückhalter gehalten, und wird um ihre Drehachse durch einen Motor angetrieben, der zum Antrei-

ben mit dem Spannfutter so verbunden ist, daß die Bearbeitungswalzen die ringförmigen Hohlkehlen der Kurbelzapfen unter Druck walzen.

Eine funktionsfähig zwischen den Werkzeuggehäusen angeordnete, ringförmige Drucklagereinheit mit Käfig hält deren Ausrichtung in parallelen Ebenen, während sie relativ zueinander und um die Achse einer Motorkurbelwelle gedreht werden. Es ist sehr wichtig, daß diese Drucklagereinheit eine Einrichtung darstellt, die die gegeneinander gerichteten resultierenden Seitendruckkräfte, die durch die entgegengesetzten und nach außen geneigten Walzen während des Walzvorganges erzeugt werden, aufnimmt und aufhebt. Wenn die gegeneinander gerichteten Seitendrucklasten aufgehoben werden, verbleibt das Werkzeug selbst dann in der Mitte, wenn die Sitzabschnitte jedes Zapfens winklig zueinander versetzt sind.

Zusätzlich zu dem oberen Werkzeug ist ein Paar von unteren Stützwerkzeugen vorgesehen, die jeweils zwei Stützwalzen aufweisen, die die Zapfensitze halten, wenn die Arbeitswalzen des oberen Werkzeugs die Hohlkehlen der Kolbenzapfen festwalzen. Diese Stützwalzen sind zwischen den Zapfensitzen angeordnet, um die durch die Zapfensitze übermittelten Walzlasten aufzunehmen, so daß keine nennenswerten Biegelasten auf die zu walzende Kurbelwelle aufgebracht werden.

Die oberen und unteren Paare von Werkzeugen sind jeweils in Teilen von oberen und unteren Klauen mit pendelndem Klemmaufbau gehalten, die jeweils ein Paar von Hebeln umfassen, die durch einen Zwischendrehzapfen drehbar miteinander verbunden sind. Hydraulische Antriebszylinder, die die Endabschnitte der Klemmhebel miteinander verbinden, sind so betätigbar, daß sie durch die angetriebene Expansion der Zylinder die Bearbeitungskraft erzeugen, die über die Klauen auf die Hohlkehlwalzen übertragen wird. Um eine einzelne Bedienung jedes einzelnen Paares von Klauen zu ermöglichen, ist der Klemmaufbau für einen pendelnden Betrieb durch Halteschwingarme drehbar gehalten, die nach hinten und vorne schwingen oder nach Art eines Pendels während des Festwalzvorganges schwingen.

In dieser Erfindung wird ein neues und verbessertes Verfahren des Hohlkehlenwalzens eines metallischen Bauteils wie z.B. eines Zapfensitzes einer Kurbelwelle bereitgestellt, bei dem winklig versetzte, ringförmige Hohlkehlen von benachbarten Zapfensitzabschnitten gleichzeitig festgewalzt werden, um das Metall der Hohlkehlen einer Druckspannung auszusetzen und dadurch die Dauerfestigkeit des Bauteils zu erhöhen.

Ein anderes Merkmal, eine andere Aufgabe und ein anderer Vorteil der Erfindung ist es, eine neue und verbesserte Metallwalzmaschine bereitzustellen, die Paare von drehbar verbundenen Hebeln mit Metallbearbeitungswalzen in einem Werkzeug umfaßt, das in Klemmklauen der Hebel angeordnet ist, die um eine Achse einer Verbrennungsmotorkurbelwelle pendeln, um gleichzeitig Paare von versetzten, ringförmigen Hohlkehlen von versetzten Zapfen der Kurbelwelle festzuwalzen.

Ein weiteres Merkmal, eine weitere Aufgabe und ein weiterer Vorteil der Erfindung ist es, daß diese ein neues und verbessertes Werkzeug zum Walzen von ringförmigen und im Winkel versetzten Bearbeitungsbereichen wie z.B. Hohlkehlen von Kurbelwellenzapfensitzen bereitstellt, die nebeneinanderliegende, relativ zueinander drehbare Gehäuse umfaßt, die jeweils eine so darauf befestigte Hohlkehlenwalzeinrichtung umfassen, daß seitlich beabstandete und winklig versetzte Hohlkehlen gleichzeitig festgewalzt und metallbearbeitet werden können, um deren Dauerfestigkeiten zu verbessern.

Diese und andere Merkmale, Aufgaben und Vorteile dieser Erfindung werden deutlicher durch die folgende detaillierte Beschreibung und durch die Zeichnungsfiguren, die Folgendes zeigen:

### Beschreibung der Zeichnungsfiguren

- Figur 1 ist eine schematische Vorderansicht einer Hohlkehlenwalzmaschine, die einige in der vorliegenden Erfindung verwendete Grundprinzipien des Hohlkehlwalzens darstellt;
- Figur 1A ist eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts aus Figur 1, die zeigt, wie das Werkzeug die Hohlkehlen eines Kurbelzapfensitzes walzt;
- Figur 1B ist eine bildliche Ansicht eines Abschnitts einer Kurbelwelle mit nebeneinander auf benachbarten Zapfensitzen angebrachten Pleueln;
- Figur 2 ist eine schematische Ansicht eines Abschnitts der Maschine aus Figur 1, und zwar im wesentlichen geschnitten entlang der Linien 2-2 aus Figur 1;
- Figur 3 ist eine bildliche Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Hohlkehlenwalzmaschine gemäß der Erfindung;
- Figur 4 ist eine Seitenansicht der Hohlkehlenwalzmaschine aus Figur 3;
- Figur 4A ist eine bildliche Ansicht eines Abschnitts einer Kurbelwelle für einen Verbrennungsmotor, der winklig versetzte und nebeneinander angeordnete Kurbelzapfensitze aufweist;
- Figur 4B ist ein Diagramm des Winkelversatzes der Kurbelzapfensitze der Kurbelwelle aus Figur 4A;
- Figur 4C ist eine Schnittansicht entlang der Linien 4c-4c aus Figur 4;

- Figur 5 ist eine Endansicht mit weggebrochenen Teilen der Hohlkehlenwalzmaschine aus Figur 4, gesehen aus der Sicht des Pfeiles A aus Figur 4,
- Figur 6 ist eine vergrößerte Seitenansicht des in der Hohlkehlenwalzmaschine aus den Figuren 3, 4 und 5 verwendeten Werkzeugs;
- 5 Figur 7 ist eine Schnittansicht des Werkzeugs aus Figur 5 entlang der Linien 7-7 aus Figur 6, jedoch mit einem Teil der Motorkurbelwelle und des stützenden unteren Werkzeugs hinzugefügt;
- Figur 8 ist eine Seitenansicht des unteren Stützwerkzeugs, das für die Hohlkehlenwalzmaschine aus Figur 4 verwendet wird;
- 10 Figur 8A und 8B sind Schnittansichten des unteren Stützwerkzeugs, und zwar geschnitten entlang der Linien 8A-8A bzw. 8B-8B aus Figur 8;
- Figur 9 ist ein Diagramm, daß das Walzen von winklig versetzten Zapfenhohlkehlen gemäß dieser Erfindung darstellt.

15 **Beschreibung der Zeichnungsfiguren Detaillierte Beschreibung**

Es wird nun detaillierter auf die Zeichnung eingegangen. Figuren 1 und 2 zeigen diagrammartig Abschnitte einer Metallbearbeitungsmaschine 10, die einige Grundzüge des Festwalzverfestigens der Hohlkehlen von Kurbelzapfen 12 einer Kurbelwelle 14 für einen Verbrennungsmotor darstellen. Die Kurbelwelle hat ein Vorderende 16, das in einem Spannfutter 18 befestigt ist, und ein Flanschende 20, das von einem Zentrierdorn 22 der Maschine gehalten wird. Die Kurbelwelle kann wahlweise und drehbar um die horizontale Achse B von einem Antriebsmotor 24 angetrieben werden, der von einem Haltekranz 26 an dem Maschinengehäuse gehalten wird und mit dem Spannfutter durch die Antriebswelle 28 angetrieben verbunden ist. Jeder der Kurbelzapfen 12 hat seitlich angeordnete und koaxiale Sitzabschnitte 30 und 32 (Figur 1A), die zylindrische Lager für die Pleuel 34, 36 (Figur 1B) von gegenüberliegenden Kolben in den linken und rechten Zylindern eines V-Motorblocks bilden.

Angesichts der Tatsache, daß die Zapfensitzabschnitte 30, 32 während des Motorbetriebs hohen Spannungsbelastungen ausgesetzt sind, werden diese auf verschiedenen Wege verstärkt, wie z.B. durch Erhöhen des Zapfensitzdurchmessers und durch Festwalzhärten ihrer seitlich beabstandeten, ringförmigen Hohlkehlen F, F', wobei hohe und konzentrierte Walzkräfte auf die ringförmigen Hohlkehlenbereiche der Kurbelwelle gerichtet werden. Ein derartiges Walzen erzeugt verfestigende Druckspannungen in dem Metall der Kurbelwellenhohlkehlen, die beispielsweise bis in eine Tiefe von 4 mm reichen können.

Wie in Figur 2 dargestellt wird dies bei der Maschine 10 durch obere und untere Werkzeuge 40 und 41 erzielt, die funktionsfähig in den aufeinandergerichteten Klauen 42, 43 einer lastaufbringenden Klauenbaugruppe 44 angebracht sind, die einen Teil der Maschine bildet und für den Betrieb durch eine flexible Stütze 45 gestützt wird.

Das obere Werkzeug 40 weist ein Paar von Pendelwalzen 46, 46' aus gehärtetem Stahl oder anderem Material auf, die sich im wesentlichen um gegeneinander geneigte Achsen A und A' drehen, um mit den seitlich beabstandeten Hohlkehlen F, F', die die ringförmigen Berührungsflächen zwischen den Zapfen und den benachbarten Gegengewichten oder Lagerschalen der Kurbelwelle bilden, einzugreifen und zu walzen. Das untere Werkzeug 41 weist winklig beabstandete Stützwalzen 47 auf, die Lager und Stütze für die Kurbelzapfen bilden, während die Kurbelwelle 14 drehbar um ihre Achse B angetrieben und die Hohlkehlen gewalzt werden. Der Walzdruck wird hydraulisch durch die Expansionskraft eines Hydraulikzylinders 48 aufgebracht, der funktionsfähig zwischen den sich erstreckenden Enden 49, 50 des oberen und unteren Klauenarms 51, 52 verbunden ist, die in einer mittleren Lage der Klauenarmlängen durch einen in einem Gabelschuh gehaltenen Drehbolzen 53 drehbar angeordnet sind. Diese Anordnung stellt den mechanischen Vorteil bereit, der die Klauenschließkraft verstärkt, die durch die Expansionskraft des Hydraulikzylinders 48 auf die Klauenbaugruppe ausgeübt wird.

Bei einer automatischen Maschine und ermöglicht durch die flexible Stütze 45 werden die oberen und unteren Klauen und ihre Werkzeuge so gestützt, daß sie während des Walzens um die Achse der sich drehenden Kurbelzapfen pendeln. Die von den Walzen 46, 46' aufgebrachte Walzskraft kann durch den Zylinder 48 während des Antriebs der Kurbelwelle durch den Motor 24 erhöht und vermindert werden, um konzentrierte ringförmige Eigenspannungsmuster in das Metall der Hohlkehlen F, F' einzubringen, die während des Motorbetriebs zu den am höchsten belasteten Schnittflächen der Kurbelwelle gehören. Die Größe des Drucks wie auch die Zahl der Überwalzvorgänge der Hohlkehlen kann vorgewählt werden, um eine optimierte Dauerfestigkeit zu erzielen.

Derartige Walzverfahren, Werkzeuge und Maschinen, die zufriedenstellend für viele Kurbelwellenbauarten sind, genügen keinen höheren Standards hinsichtlich verbesserter Festigkeit und hinsichtlich eines höhe-

ren Produktionsvolumens von Kurbelwellen 54 mit Kurbelzapfen 55, die winklig versetzt sind und nebeneinanderliegende Kurbelzapfensitze 56, 58 (Figur 4A) aufweisen, wie sie in vielen modernen V-Motorblöcken verwendet werden. Um derartigen höheren Standards zu genügen, ist die vorliegende Erfindung entwickelt worden, die in einer ersten bevorzugten Ausführungsform in den Figuren 3 bis 9 beispielhaft ausgeführt ist.

5 Wie in der bildlichen Ansicht der Figur 3, der Seitenansicht der Figur 4 und der Stirnansicht der Figur 5 dargestellt, weist die Maschine 60 dieser Erfindung ein Paar von nebeneinander angeordneten Ständern 62 und 64 auf, die sich von einer Basis 66 nach oben erstrecken, die auf einer Stützplatte 70 einstellbar durch Nut und Feder oder eine andere Schienenkonstruktion befestigt ist. Diese Schienenkonstruktion und ein angeschlossener Antriebszylinder 72 ermöglicht es, die Maschine und ihre Werkzeuge leicht in Eingriff mit den  
10 winklig versetzten Zapfensitzen 56, 58 der Kurbelwelle 54 und wieder zurück zu bringen, wenn diese wie in Figur 1 in ein angetriebenes Spannfutter und einen Zentrierdorn eingespannt ist.

Am Kopf der Ständer 62 und 64 ist eine längliche, sich in Querrichtung erstreckende zylindrische Halterung 74 gehalten. Eine Drehwelle 76 erstreckt sich axial durch die zylindrische Halterung, 74 und weist ein Anschluß-  
15 ende auf, das die Enden von rechten und linken Paaren von Schwingarmen 78, 78' und 80, 80', die von diesem herabhängen, fest stützt. Die Anschlußenden der Schwingarme tragen Drehbolzen 82 und 84, die die oberen rechten und linken Klauenarme 88 und 90, die sich zwischen ihren entsprechenden Paaren von Schwingarmen erstrecken, drehbar miteinander verbindet. Der obere rechte Klauenarm 88 ist mit dem unteren rechten Klauen-  
20 arm 92 mit einem mittleren, sich in horizontaler Richtung erstreckenden Bolzen 93 drehbar verbunden. Dieser Bolzen wird durch einen Gabelschuh 94 gehalten, dessen Enden sich von dem unteren Klauenarm nach oben erstrecken, um den oberen Klauenarm zu umklammern. Diese Konstruktion stellt eine rechte Klemmklauen-  
25 baugruppe 95 bereit. Der obere linke Klauenarm 90 ist in ähnlicher Weise durch einen Gabelschuh und einen Drehbolzen 96 mit dem unteren linken Klauenarm 97 verbunden, um eine linke Klauenbaugruppe 98 bereitzustellen. Die rechten und linken Klauenarmgabelschuhe nehmen zwischen ihnen die sich nach unten erstreckenden unteren Abschnitte der oberen Klauenarme auf, so daß die oberen und unteren Klauenarme jedes  
30 Paares koplanar zueinander sind, wenn sie mit den Bolzen 93 bzw. 96 drehbar miteinander verbunden werden.

Die oberen und unteren Klauenarme jeder Klauenbaugruppe werden aus flachen Metallplatten hergestellt und weisen nach hinten sich erstreckende Abschnitte 100, 102 und 104, 106 auf, die Verbindungspunkte für  
35 die Gabelschuhe und die Bolzen 108, 110, 112 und 114 für die rechten und linken hydraulischen Antriebszylinder 116, 118 bilden. Jeder Antriebszylinder weist eine Zylinderröhre auf, in der ein Kolben 120 oder 122 funktional angeordnet ist. Steuerungen bzw. Regelungen 123 steuern bzw. regeln die Zufuhr und Abfuhr von Druck-  
40 fluid zu den Zylindern unterhalb und oberhalb der Kolben, um die Expansions- und Kontraktionshübe der Zylinder zu bewirken, so daß sich die nach vorne erstreckenden Klauen 124, 126 und 128, 130 der rechten und linken Paare von Klauenarme schließen oder öffnen. Beispielsweise ziehen sich durch Zuführen von Druckfluid  
45 zu den Druckkammern oberhalb der Kolben und durch Ausschleichen von Fluid aus den Kammern unterhalb der Kolben die Zylinder und die Kolben zurück und drehen so die Klauenarme um die Bolzen 93 und 96, so daß sich die Klauen zu einer geöffneten Position hin voneinander wegbewegen. Dies ermöglicht, daß das  
50 Werkzeug in eine Bearbeitungsposition mit den Kurbelzapfensitzen 56, 58 bewegt oder die Kurbelwelle aus dem Werkzeug entfernt werden kann.

Figur 4C stellt eine beabstandete Anordnung dar, die die relativ bewegbaren oberen Klauenarme 88, 90  
40 parallel und in einem seitlich beabstandeten Verhältnis zueinander hält. Diese Anordnung umfaßt ein zylindrisches Distanzstück 111 mit Kopf, das einen zylindrischen Schaft 111' aufweist, der sich axial durch eine entsprechende Feinpassungsbohrung 113 in dem oberen linken Arm 90 und durch eine groß dimensionierte Boh-  
55 rung 117 in dem rechten oberen Arm 88 erstreckt. An dem oberen Arm 88 sind um die Öffnung herum innere und äußere Messingschleifringe 121, 121' durch geschraubte Befestigungselemente gesichert.

Eine vergrößerte ringförmige Unterlegscheibe 125, die an dem äußeren Ende des Rückhalteschafts durch  
einen durchgehenden Bolzen 133 gesichert ist, steht seitlich im Kontakt mit dem äußeren Messingring.

Die obere Klaue 124, 128 jedes oberen Klauenarms 88, 90 stellt einen Sitz für eine Zapfenhohlkehlwalzwerkzeugbaugruppe 134 bereit, wie am besten in Figuren 6 und 7 gezeigt. Die  
50 Hohlkehlwalzwerkzeugbaugruppe 134 umfaßt ein Paar von Werkzeuggehäusen 136 und 138, die in einem seitlichen und relativ zueinander drehbaren Verhältnis angebracht sind. Sicherungsklammern wie unter Bezugs-  
55 ziffer 131 und 132 sichern die Gehäuse an den entsprechenden oberen Klauen 124 und 126.

Jedes der Gehäuse ist im großen und ganzen gleich, so daß nur das Gehäuse 136 im Detail beschrieben  
wird. Das Gehäuse 136 umfaßt einen äußeren rechteckigen Hauptkörper 140, der gefräst oder anderweitig  
bearbeitet worden ist, um eine ringförmige Aufnahme 142 bereitzustellen, die eine Stützwalze 144 aufnimmt,  
55 die durch in einer inneren zylindrischen Lauffläche 148 eingepaßte Nadellager 146 drehbar gehalten wird, wobei die Lauffläche 148 sich auf einer großen, sich in axialer Richtung erstreckenden Nabe 150 stützt, die bei  
152 abgestuft ist, um in die ringförmige Bohrung in der Außenseite des Hauptkörpers 140 zu passen. Das Ge-  
häuse 136 ist an seiner Innenseite mit einer ringförmigen Verschlussplatte 154 verschlossen, die an dem Ge-

häuse mit Schrauben 156 befestigt ist. Die Verschlussplatte 154 weist eine vergrößerte ringförmige Aufnahme 158 zur Aufnahme des inneren Endes der zylindrischen Nabe 150 auf.

Ein ringförmiger Käfig von Nadeldrucklagern 160 ist auf einem inneren Absatz der Verschlussplatte konzentrisch zu dem Nabensitz 150 zwischen den Stützwalzen und der Verschlussplatte angeordnet und dazu geeignet, die aus dem Walzen der Hohlkehlen resultierenden Seitenlasten auf eine ringförmige Kugellagereinheit 162 zu übertragen, die funktionsfähig zwischen den Werkzeuggehäusen 136 und 138 angeordnet ist. Die sphärischen Kugeln 163 dieser Kugellagereinheit werden für die Drehung in Käfigen gehalten, die funktionsfähig in einer Halteplatte 164 auf einer mittleren Nabe 166 angeordnet sind, die sich in axialer Richtung von der Verschlussplatte 168 des anliegenden Werkzeuggehäuses 138 erstreckt. Während des Betriebs durch die angetriebene Drehung der Kurbelwelle rollen die sphärischen Kugeln 163 in ringförmigen gekümpelten Lagerlauf-  
10 flächen 170, 172 der kombinierten Verschlussplatten 154 und 168.

Jedes Gehäuse 136, 138 weist ein Paar von L-förmigen Bearbeitungswalzenhalterungen 176, 178 und 180, 182 auf, die einstellbar an seinem unteren Ende durch Schrauben 184, 184' befestigt sind. Diese Halterungen weisen innere Enden auf, die ausgespart sind, um Käfige 186, 188 zu bilden. Wenn die Halterungen an ihren Gehäusen befestigt sind, stützen die Käfige die gehärteten Bearbeitungswalzen 190, 192 für pen-  
15 delnde Drehung um im wesentlichen nach oben und außen geneigte Achsen 194, 196, so daß sich der Bearbeitungsumfang der Walzen zu den zu walzenden Hohlkehlen F und F' der Kurbelzapfensitze 56, 58 erstreckt. Die Bearbeitungswalzen 190, 192 stehen durch die ringförmigen, gestuften Absätze 197, 198 der Stützrollen 144, 199 der Gehäuse 136, 138 in Kontakt, so daß die Klauen, wenn sie geklemmt werden, wie in Figur 7 dargestellt eine Walzkraft auf die Hohlkehlen F, F' übertragen.

Da die Lagereinheit 162 zwischen den zwei Gehäusen 136, 138 angeordnet ist, werden die aus dem Hohlkehlwalzvorgang resultierenden Seitenlasten S, S' wirksam neutralisiert. Dadurch wird sichergestellt, daß jede der Hohlkehlen in Übereinstimmung mit den Anforderungen festgewalzt wird und die Werkzeuge sich nicht von den Hohlkehlen wegbewegen.

Das feststehende Stützwerkzeug, das an der unteren Klaue jeder Klauenbaugruppe befestigt ist, wird durch erste und zweite feststehende Stützeinheiten 200 und 202 gebildet, die funktionsfähig z.B. durch ein-  
25 stellbare Klemmen 204, 206 an der unteren Klaue jedes unteren Klauenarms befestigt sind. Da diese Einheiten im großen und ganzen die gleiche Konstruktion aufweisen, wird nur die Einheit 200 detailliert beschrieben. Die Einheit 200 weist einen im wesentlichen geradlinigen Hauptkörper 203 mit äußeren Nuten 204, 206 auf, die die Kanten der Platte des unteren Klauenarms 92 aufnehmen. Klemmen 205 und 207 sichern die Einheit 200 in der Lage auf dem unteren Arm.

Das Werkzeug 200 weist ein Paar von beabstandeten Walzen 208 und 210 auf, die drehbar durch Nadel-  
30 lager 209, 211 auf Naben 212, 214 befestigt sind, die auf seitlich beabstandeten Seitenplatten 216, 218 gehalten sind. Schrauben 219 sichern die Seitenplatten an dem Hauptkörper 203.

Um die Paare von Klauenarme zu stabilisieren, werden durch Klammern 226 an der zylindrischen Halte-  
35 rung 74 befestigte pneumatische Zylinder 222, 224 verwendet. Die Zylinder 222 bzw. 224 weisen Kolben mit Pleueln 228, 230 auf, die sich nach unten erstrecken, und die drehbar mit den oberen Klauenarmen durch Klammern 230, 231 verbunden sind, um den Betrieb der Arme zu stabilisieren, wenn die Hohlkehlen gewalzt werden.

Element 232 ist ein auf der drehbaren Welle 76 befestigter Rotor, der mit dem Greifer 233 zusammenar-  
40 beitet und so eine Scheibenbremse 234 bildet, die wahlweise benutzt werden kann, um das Paar von Klauen in jeder vorbestimmten Lage anzuhalten.

Zum Walzen der Hohlkehlen der versetzten Zapfensitze wird die Kurbelwelle 54 in das Spannfutter und den Zentrierdorn wie in Figur 1 dargestellt eingesetzt. Dann wird das Werkzeug aus Figuren 3 bis 8 in eine  
45 Position bewegt, in der die Bearbeitungswalzen die Hohlkehlen F, F' der versetzten Zapfensitze 56, 58 wie in Figur 7 gezeigt berühren. Die Klauen werden unter der Last der Expansionszylinder geschlossen, so daß die Bearbeitungswalzen 190, 192 mit den Hohlkehlen F, F' mit einer vorgewählten Walzkraft eingreifen.

Der Antriebsmotor 24 wird dann angetrieben, so daß das Spannfutter die Kurbelwelle um ihre Drehachse, nämlich die Achse B, drehend antreibt. Diese Drehung bewirkt, daß sich die versetzten Zapfensitze 56, 58 auf einem ringförmigen Pfad oder Bahn im Uhrzeigersinn um die Achse B der Kurbelwelle bewegen, wenn die Wel-  
50 le gedreht wird (siehe Figur 9). Die Klemmklauen, die an die versetzten Zapfen geklemmt sind, folgen dem Drehpfad der Zapfen. Wenn sich die Zapfen um die Achse B der Kurbelwelle drehen, pendelt dementsprechend jede Klauenbaugruppe, und die Stützarme 78, 78', 80, 80' schwingen nach hinten und nach vorne wie ein diese Bewegung erlaubendes Pendel.

Die auf die Bearbeitungswalzen übermittelte Walzkraft der Klauen kann erhöht oder anderweitig variiert  
55 werden, um ein gleichzeitiges Festwalzen der Hohlkehlen und eine Verfestigungsbearbeitung des Metalls der Hohlkehlbereiche zu bewirken und hierdurch eine verbesserte Dauerfestigkeit der Hohlkehlen und der Kurbelwelle zu erzielen. Da die Kurbelzapfen gegeneinander versetzt sind, folgt jeder Satz von Armen seinen verbundenen Kurbelzapfen, so daß die Hohlkehlen des Kurbelzapfens selbst dann gleichzeitig gewalzt werden,

wenn diese winklig versetzt sind. Während des Walzens werden geeignete Schmiermittel auf die Hohlkehlbereiche aufgebracht, um die Reibung zu reduzieren und das Walzen zu verbessern.

Nachdem das Walzen der Hohlkehlen abgeschlossen ist, werden die Antriebszylinder zum Öffnen der Klauen zusammengezogen, so daß die fertige Kurbelwelle aus der Maschine entnommen werden kann.

5 Obwohl lediglich ein Paar von Walzklauen gezeigt und beschrieben worden ist, versteht es sich von selber, daß für einen 6-Zylinder-Motor mit drei versetzten Kurbelzapfen für gleichmäßiges Zünden des Motors entsprechend drei Paare von Klauenmechanismen zum Walzen der Hohlkehlen der Kurbelzapfen bei einer entsprechend den Figuren aufgebauten Maschine notwendig sind.

10 Da eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung gezeigt und beschrieben worden ist, werden andere Ausführungsformen für Fachleute offensichtlich werden. Dementsprechend ist diese Erfindung nicht auf dasjenige, was dargestellt und beschrieben worden ist, beschränkt, außer durch die nachfolgenden Patentansprüche.

## 15 Patentansprüche

1. Maschine zum Dauerverfestigen einer duktilen Eisenkurbelwelle für einen Verbrennungsmotor durch gleichzeitiges mechanisches Bearbeiten des Materials von aneinanderliegenden und aufeinandergerichteten Hohlkehlen von zylindrischen Kurbelzapfenlagern mit parallel zu der Drehachse der Kurbelwelle liegenden Mittelachsen, die umfaßt: Halterungen, Schwingarme, die Schwingarme und die Halterungen funktionsfähig verbindende Drehbolzen, erste und zweite Klemmklauensätze, wobei jeder Klauensatz eine untere Klaue und eine obere Klaue und einen Drehbolzen aufweist, der die untere Klaue und die obere Klaue drehbar aneinander befestigt, zusätzliche Drehbolzen zum Verbinden der unteren Klaue mit dem Schwingarm, wobei jeder der Klauensätze ein Paar von Klauen aufweist, die eine Werkzeughalterung zum Halten des Werkzeugs für die gleichzeitige Bearbeitung des Materials von aneinanderliegenden und aufeinandergerichteten Hohlkehlen der Kurbelzapfenlager durch Drehung der Kurbelwelle um die Drehachse aufweist, wodurch der den entsprechenden Klauensatz stützende Schwingarm auf dem Drehbolzen schwingt und in einem Winkel pendelt, während sich die Klauen jedes der Klauensätze um das entsprechende Kurbelzapfenlager herum bewegen.

2. Maschine zum Dauerverfestigen einer duktilen Eisenkurbelwelle für einen Verbrennungsmotor durch gleichzeitiges mechanisches Bearbeiten des Materials von aneinanderliegenden und aufeinandergerichteten Hohlkehlen von zylindrischen Kurbelzapfenlagern mit parallel zu der Drehachse der Kurbelwelle liegenden, zueinander versetzten Mittelachsen, die umfaßt: Halterungen, Schwingarme, die Schwingarme und die Halterungen funktionsfähig verbindende Drehbolzen, erste und zweite Klemmklauensätze, wobei jeder Klauensatz eine untere Klaue und eine obere Klaue und einen Drehbolzen aufweist, der die untere Klaue und die obere Klaue drehbar aneinander befestigt, zusätzliche Drehbolzen zum Verbinden der unteren Klaue mit dem Schwingarm, wobei jeder der Klauensätze ein Paar von Klauen aufweist, die eine Werkzeughalterung zum Halten des Werkzeugs für die gleichzeitige Bearbeitung des Materials von aneinanderliegenden und aufeinandergerichteten Hohlkehlen der Kurbelzapfenlager durch Drehung der Kurbelwelle um die Drehachse aufweist, wodurch sich der den entsprechenden Klauensatz stützende Schwingarm auf einem Bogen bewegt und sich die Klauen jedes der Klauensätze um das entsprechende Kurbelzapfenlager herum bewegen.

3. Maschine zum gleichzeitigen Bearbeiten von axial und winklig beabstandeten einzelnen ringförmigen Bereichen eines länglichen Werkstückes mit einer Drehachse, umfassend:  
einen Pendelwerkzeughalter, der aus ersten und zweiten Paaren von seitlich beabstandeten oberen und unteren Hebelarmen gebildet ist, wobei jeder dieser Hebelarme Vorder- und Anschlußendabschnitte aufweist,  
Drehbolzen, welche einen oberen Hebelarm und einen unteren Hebelarm jedes Paares von Hebelarmen zwischen dem Vorder- und Anschlußendabschnitt desselben drehbar verbindet, wobei die oberen und unteren Hebelarme jedes Paares von drehbar miteinander verbundenen Armen ein kraftaufnehmendes Ende in der Nähe seines Anschlußendabschnitts und kraftausübenden Klauen an seinem Vorderende aufweist,  
eine krafterzeugende Einrichtung, welche funktionsfähig mit den Anschlußendabschnitten jedes Paares von drehbar verbundenen Hebelarmen verbunden ist, und zum Öffnen und Schließen der kraftausübenden Klauen betätigbar ist, und  
mit den kraftausübenden Klauen verbundene Werkzeuge zum Bearbeiten des Materials der einzelnen

ringförmigen Bereiche des Werkstücks, während dieses Werkstück drehend um die Mittelachse angetrieben und die krafterzeugende Einrichtung betätigt wird, um auf das Werkzeug eine Arbeitslast aufzubringen, und zwar durch Beaufschlagen der Klauen mit der eine Schließkraft erzeugenden Einrichtung.

- 5     **4.** Maschine nach Anspruch 3, wobei die Maschine zum Tiefwalzen von Hohlkehlen von Kurbelzapfen einer Kurbelwelle für einen Verbrennungsmotor ausgelegt ist und wobei jeder Kurbelzapfen ringförmige Sitze mit Mittelpunkten aufweist, die winklig zueinander versetzt und die in radialer Richtung von der Drehachse der Kurbelwelle beabstandet sind.
- 10    **5.** Maschine nach Anspruch 3, welche weiter umfaßt eine Basis für diese Maschine und sich nach oben von dieser Basis erstreckende Stützeinrichtungen, weiter drehbar an diesen Stützeinrichtungen befestigte Schwingarme und Bolzenverbindungen, wobei jedes Paar Hebelarme drehbar miteinander verbunden ist, so daß die Paare von Armen pendeln können, wenn das Werkstück um die Drehachse gedreht wird.
- 15    **6.** Verfahren der Walzbehandlung von metallischen Hohlkehlen und Verbindungsflächen von aneinanderliegenden ringförmigen Lageroberflächen, die winklig zueinander versetzt sind und eine diese Bauteile miteinander verbindende Welle aufweisen, umfassend die Verfahrensschritte:  
Laden der Welle in eine Walzmaschine mit einem Paar von Armen, die um eine Drehachse parallel zu der Achse der Welle drehbar sind,  
20    Anordnen von Walzrädern an den Hohlkehlbereichen zwischen dem Schaft und den Bauteilen,  
Aufbringen einer Last auf diese Walzrädern,  
Drehen der Welle relativ zu den Walzrädern, so daß die Räder die Hohlkehlbereiche berühren und die ringförmigen Bereiche walzen, deren Mittelachsen zueinander versetzt sind.
- 25    **7.** Verfahren des Festwalzens von seitlich beabstandeten und aufeinander zu gerichteten Hohlkehlen von Paaren einstückig ausgebildeter Kurbelzapfen einer Kurbelwelle für einen Verbrennungsmotor, die nebeneinander und in einer radial versetzten Lage zueinander angeordnet sind, umfassend die Verfahrensschritte:  
a. Anordnen der Kurbelwelle in der Maschine, und zwar mit einem Ende in einem Triebstock und mit dem anderen Ende in einem Reitstock der Maschine,  
30    b. Anordnen eines pendelnden Werkzeugs auf den Hohlkehlen des Kurbelzapfens mit daran angebrachten Walzen, die einen Druck auf die Hohlkehlen ausüben, der ausreichend ist, das Werkzeug in einer Startposition zu halten,  
c. Drehen der Kurbelwelle mit der Maschine und Aufbringen eines Walzdrucks eines vorbestimmten Wertes,  
35    d. Fortführen des Walzens der Hohlkehlen zum Erzeugen von Druckspannungen in dem Hohlkehlradius, um das Hohlkehlmetall zum Zwecke des Erhöehens der Dauerfestigkeit der Kurbelwelle zu bearbeiten.
- 40    **8.** Verfahren des Festwalzens von seitlich beabstandeten und aufeinander zu gerichteten Hohlkehlen von Paaren einstückig ausgebildeter Kurbelzapfen einer Kurbelwelle für einen Verbrennungsmotor, die nebeneinander und in einer winklig versetzten Lage zueinander angeordnet sind, umfassend die Verfahrensschritte:  
a. Anordnen der Kurbelwelle in der Maschine, und zwar mit dem Vorderende in einem Triebstock und mit dem Flanschende in einem Reitstock der Maschine,  
45    b. Anordnen eines pendelnden Werkzeugs auf den Hohlkehlen des Kurbelzapfens mit daran angebrachten Walzen, die einen Druck auf die Hohlkehlen ausüben, der ausreichend ist, das Werkzeug in einer Startposition zu halten,  
c. Zuführen von Schmiermittel zu der Kurbelwelle und den darauf befindlichen Hohlkehlen,  
d. Drehen der Kurbelwelle mit der Maschine und stufenweises Erhöhen des Walzdrucks bis zu einem vorbestimmten Wert, um die zu walzenden Hohlkehlen nicht einzukerben oder einzudrücken,  
50    e. Fortführen des Walzens der Hohlkehlen zum Erzeugen von Druckspannungen in dem Hohlkehlradius, um das Hohlkehlmetall zum Zwecke der Verbesserung der Dauerfestigkeit der Kurbelwelle zu bearbeiten.
- 55    **9.** Walzwerkzeug zum gleichzeitigen Walzen von angrenzenden ringförmigen Bearbeitungsstellen von winklig zueinander versetzten zylindrischen Teilen, umfassend erste und zweite Gehäuse, wobei jedes der Gehäuse einen Käfig an seinem unteren Ende aufweist, mit einer gehärteten Bearbeitungswalze, welche funktionsfähig in diesem Käfig angeordnet ist, um gleichzeitig die benachbarten ringförmigen Arbeitsbe-

reiche zu walzen und dauerzuverfestigen, mit einem Lageraufbau, welcher funktionsfähig zwischen den Gehäusen angeordnet ist und es den Gehäusen ermöglicht, sich auf im wesentlichen parallelen Ebenen und relativ zueinander zu drehen und die gegeneinander gerichtete Seitenlasten aufzunehmen, die aus dem gleichzeitigen Walzen der zueinander versetzten Bearbeitungsstellen resultieren.

5

10. Walzwerkzeug zum gleichzeitigen Walzen und Druckwalzen von angrenzenden ringförmigen Bearbeitungsstellen von nebeneinanderliegenden, winklig versetzten Zapfensitzen von Kurbelwellen, umfassend erste und zweite Gehäuse, wobei jedes der Gehäuse einen Käfig an seinem unteren Ende aufweist, mit einer gehärteten Bearbeitungswalze, welche funktionsfähig in diesem Käfig angeordnet ist und sich nach außen neigt, um körperlich in die Hohlkehlen einzugreifen, mit einem Lageraufbau, welcher funktionsfähig zwischen den Gehäusen angeordnet ist und es den Gehäusen ermöglicht, auf im wesentlichen parallelen Ebenen zu kreisen und sich relativ zueinander zu drehen und die gegeneinander gerichtete Seitenlasten aufzunehmen, die aus dem gleichzeitigen Walzen der winklig versetzten Hohlkehlen resultieren.

10

15

11. Walzwerkzeug nach Anspruch 10, bei dem der Lageraufbau gegeneinander gerichtete Querlasten aufnimmt, die aus dem Druckwalzen der versetzten Hohlkehlen resultieren.

20

25

30

35

40

45

50

55

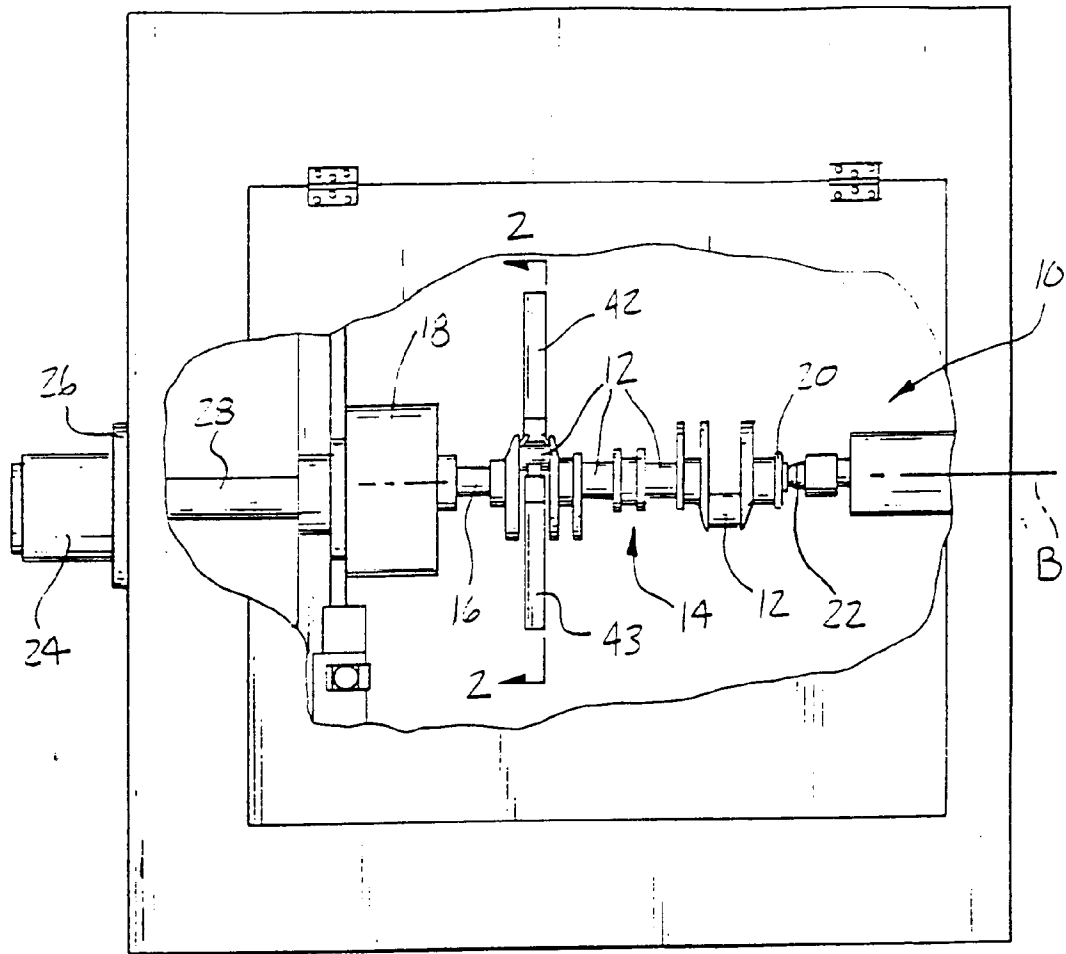


FIG - 1

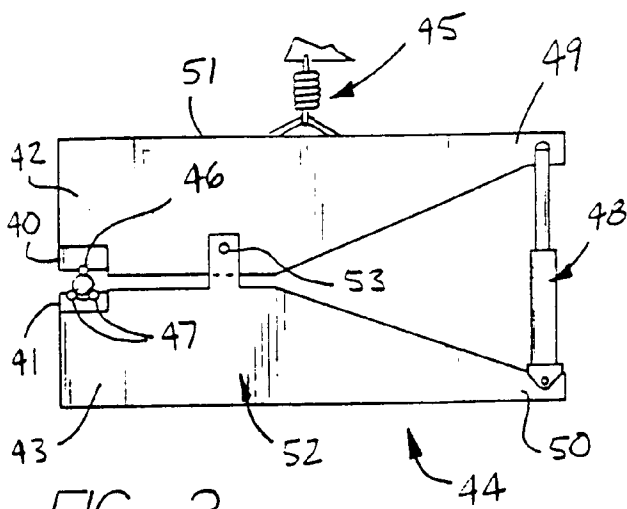


FIG - 2

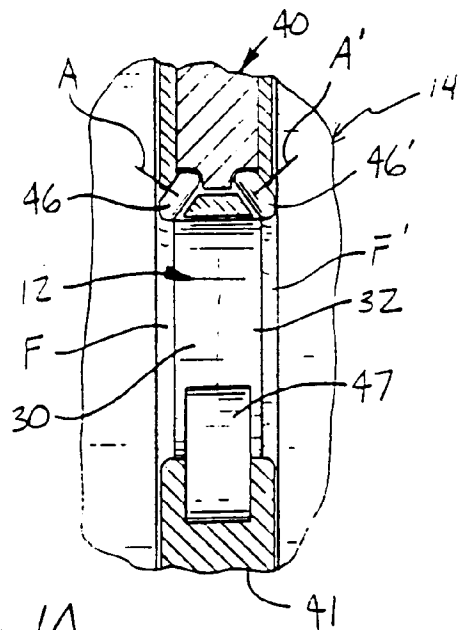
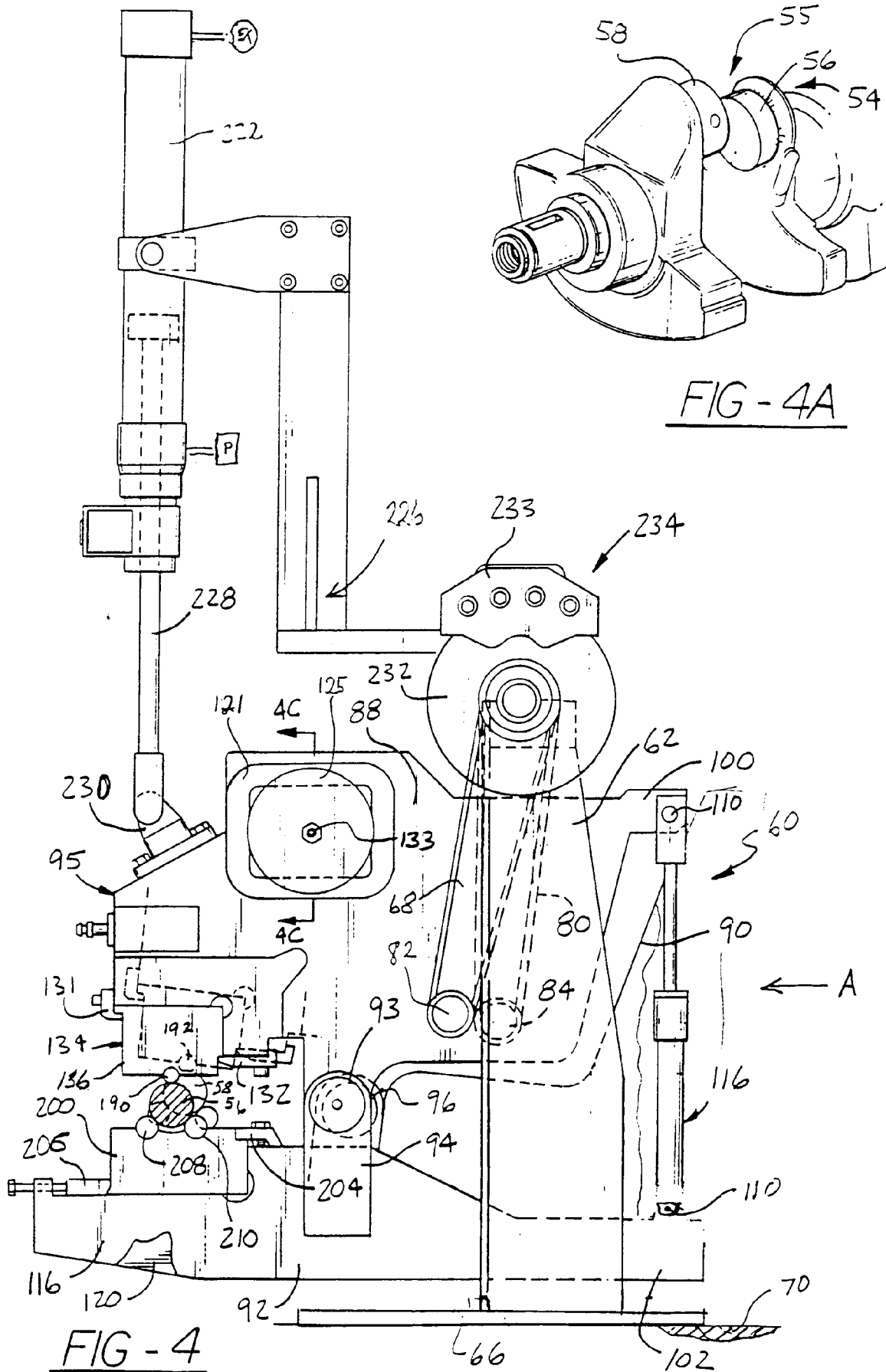


FIG - 1A





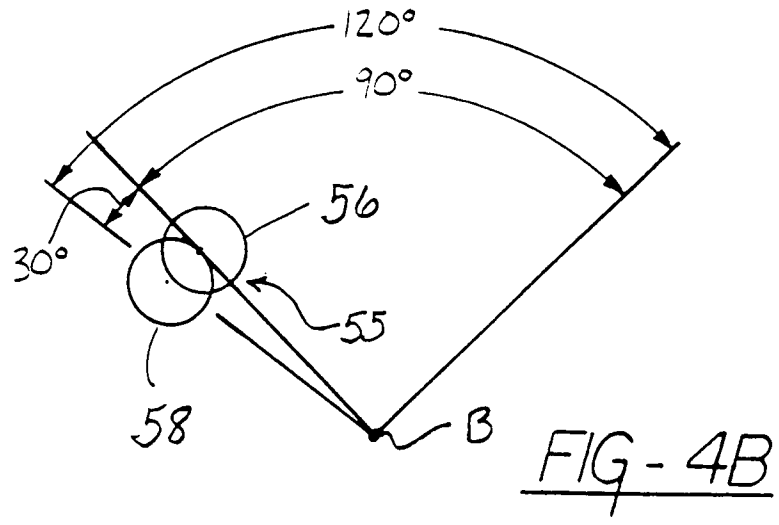
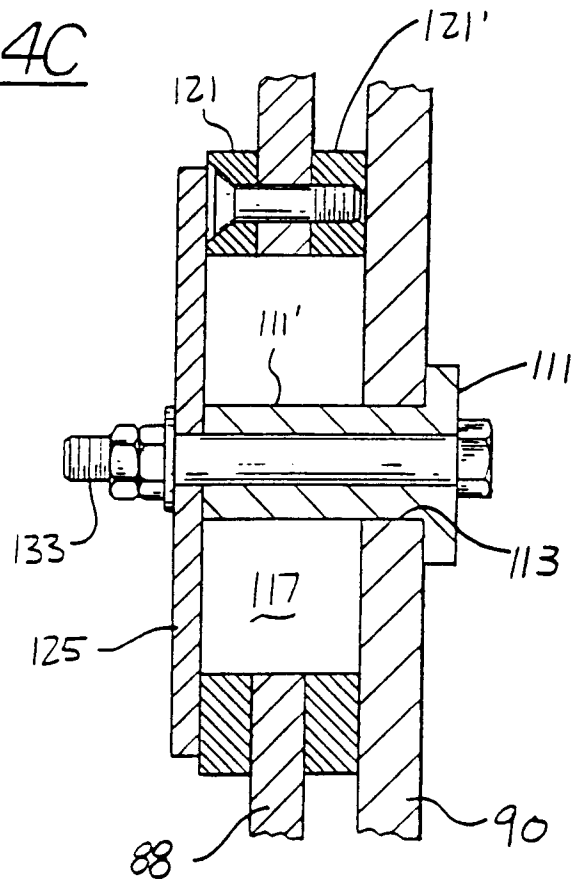


FIG-4C



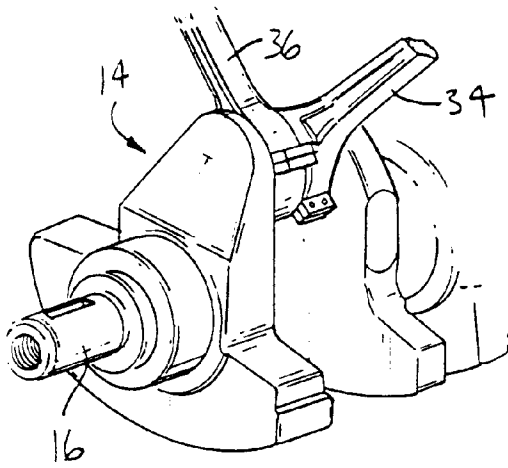


FIG - 1B

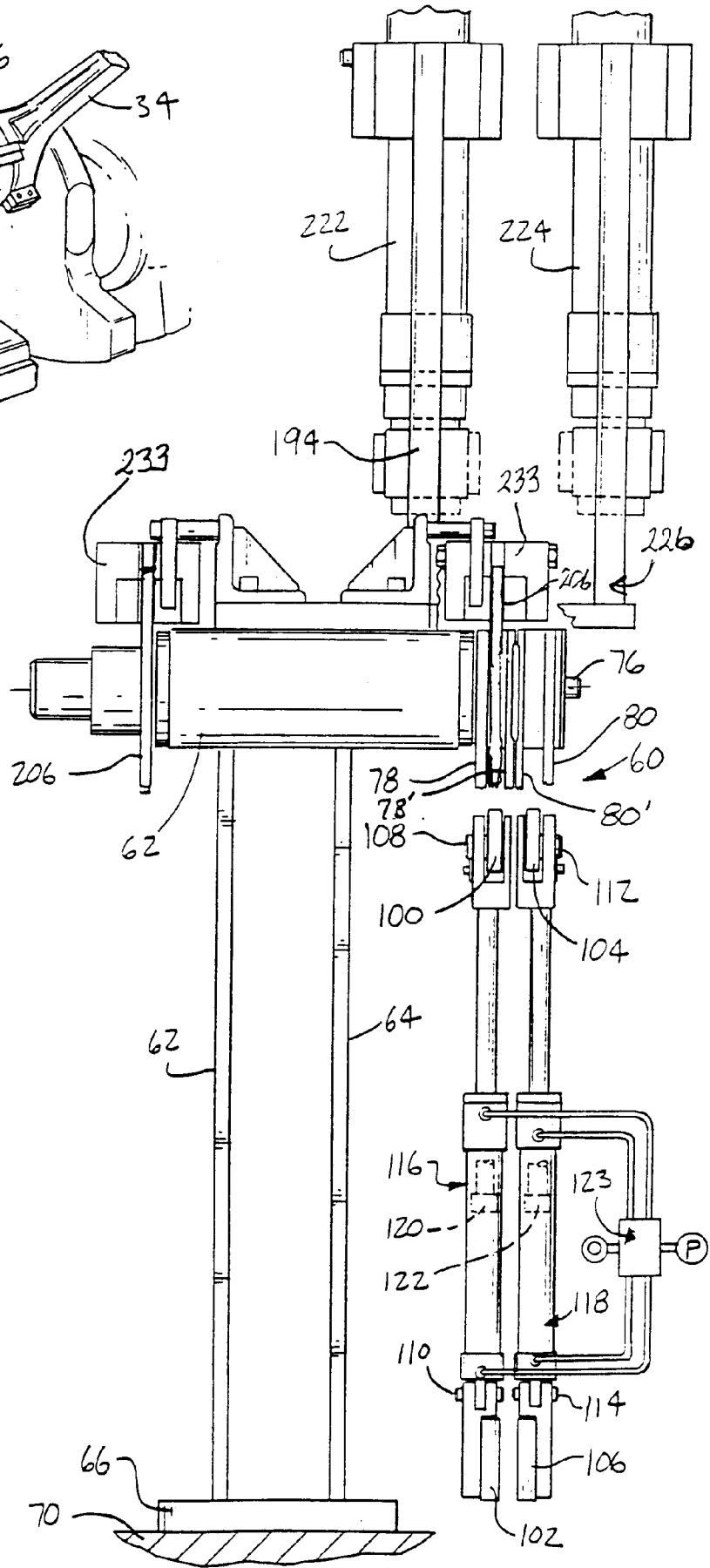
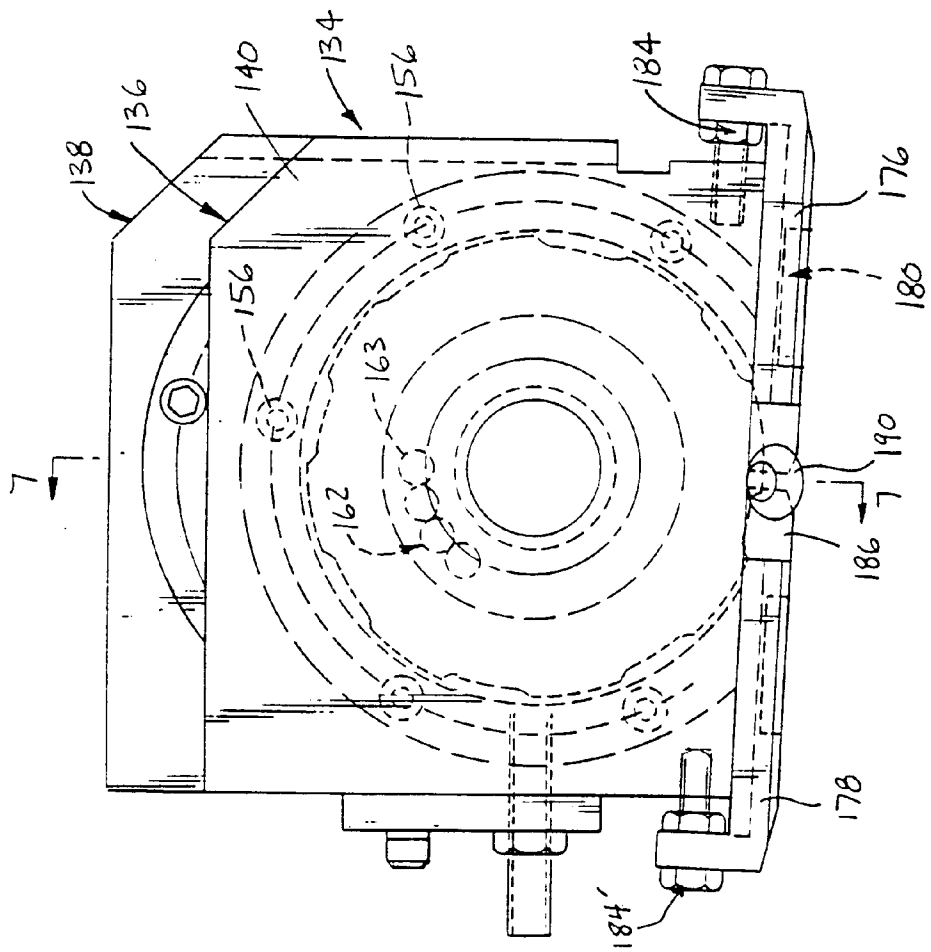
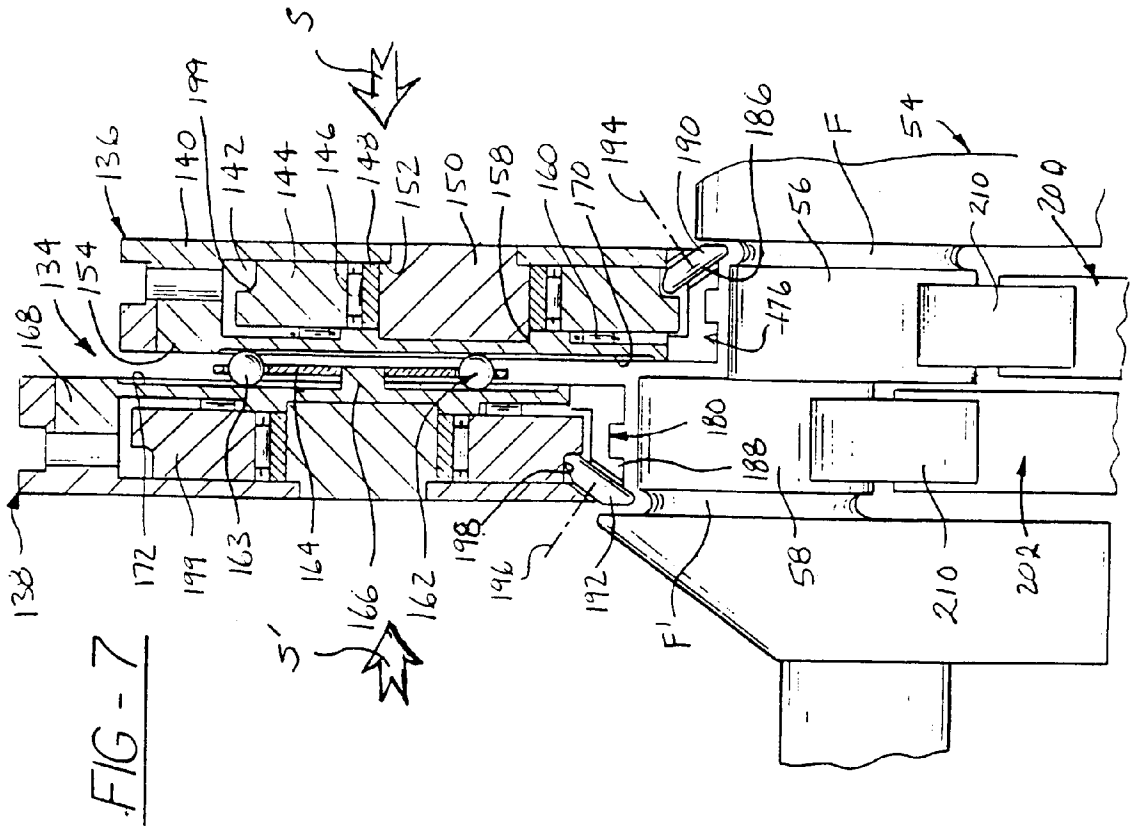


FIG - 5



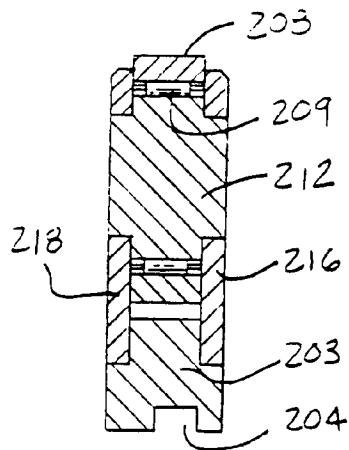


FIG-8A

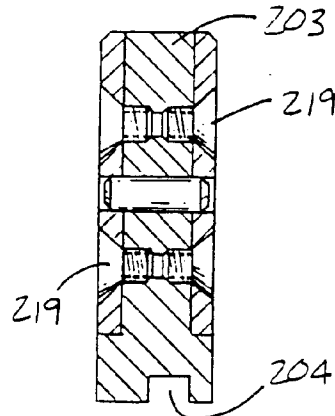


FIG-8B

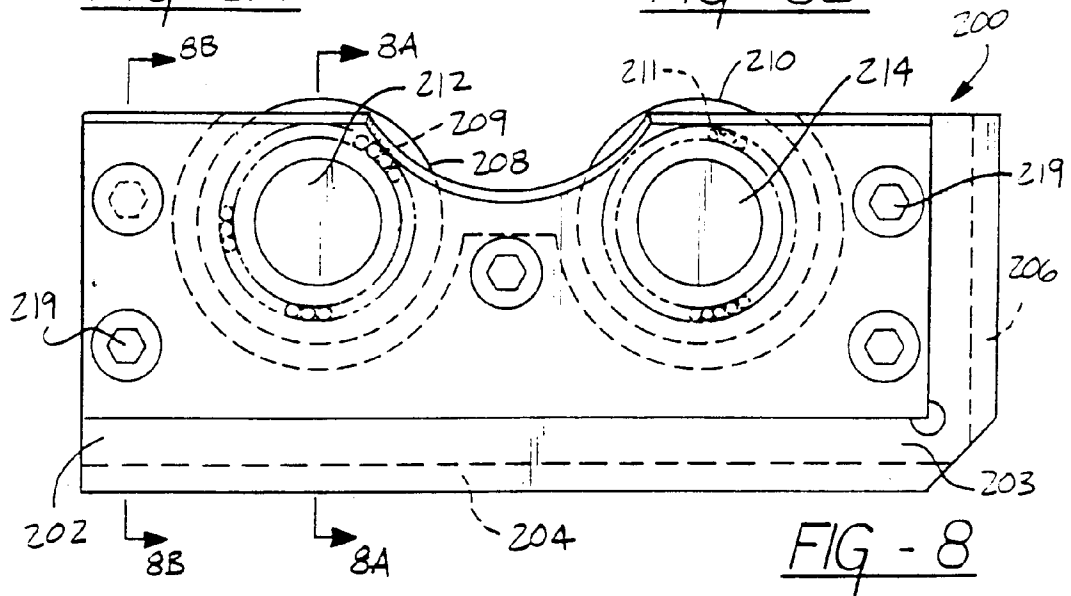


FIG-8

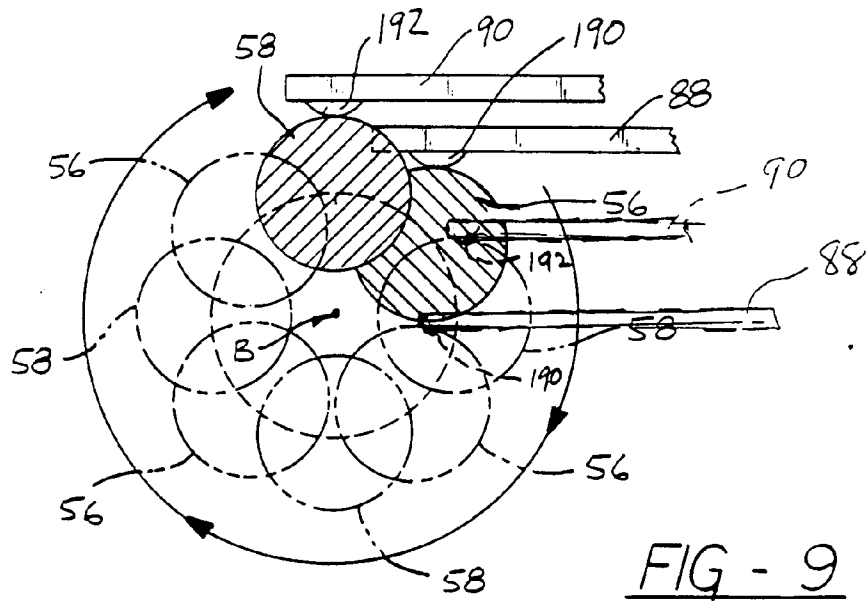


FIG-9



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 10 0047

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	EP-A-0 461 293 (HEGENSCHEIDT GMBH WILHELM) 18.Dezember 1991 * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1-3,6-10	B24B39/04 B24B5/42
A	EP-A-0 304 651 (DAIMLER BENZ AG) 1.März 1989 * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-3,6-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchewort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>10.April 1995</b>	Prüfer <b>Eschbach, D</b>
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 andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (POM/CO)