



## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP H 01 R / 267 653 2	(22)	27.09.84	(44)	22.05.85
(31)	P3335254.2-34	(32)	29.09.83	(33)	DE

(71) siehe (73)  
 (72) Knapp, Herbert, DE  
 (73) Schunk Ultraschalltechnik GmbH, 8750 Aschaffenburg, Feldchenstraße 65, DE

## (54) Vorrichtung zum Verbinden bzw. Verdichten elektrischer Leiter

(57) Um elektrische Leiter (22) wie Litzen mittels Ultraschall zu verdichten und/oder zu einem Knotenpunkt zu verschweißen, wird vorgeschlagen, daß die Sonotrode (10) einer Ultraschallschweißvorrichtung vorzugsweise zentral ober- oder unterhalb der Sonotrodenlängsachse (14) eine Fläche (18) aufweist, der eine Fläche (20) eines Ambosses (12) zur oberen und unteren Begrenzung eines für die Leiter (22) bestimmten Verdichtungsraums (24) zugeordnet ist. Der Verdichtungsraum (24) wird seitlich durch Backen begrenzt, von denen eine zumindest verschiebbar ausgebildet ist. Fig. 1

100 100 100

-1-

SCHUNK  
Ultraschalltechnik GmbH

Vorrichtung zum Verbinden bzw. Verdichten elektrischer Leiter

Anwendungsbereich der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Verbinden bzw. Verdichten elektrischer Leiter vorzugsweise in Form von Litzen umfassend eine Schallschwingungen erzeugende Sonotrode mit dieser zugeordneter als Amboß dienender Gegenelektrode sowie zwischen Abschnitten der Sonotrode und des Ambosses vorhandenen zur Aufnahme der Leiter bestimmtem Verdichtungsraum, wobei Sonotrode und Amboß relativ zueinander bewegbar sind.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Eine entsprechende stationär ausgebildete Vorrichtung ist der DE-A-31 51 151 zu entnehmen. Mit Hilfe dieser mit Ultraschall betriebenen Anlage ist es erstmals möglich gewesen, elektrische Leiter wie zum Beispiel Litzen in der Art zu verbinden, daß auf die bisher üblichen die Knotenstelle umgebenden Hülsen verzichtet werden kann, wobei gleichzeitig eine hohe Festigkeit der Verbindung erzielt wird. Dabei werden die Litzen so innig miteinander verbunden, daß die Übergangswiderstände nicht durch Oxidation beeinflußt werden. Bei der in der DE-A-31 51 151 beschriebenen Vorrichtung befinden sich die Verdichtungsräume in Bezug auf die Sonotrodenlängsachse außermittig und im Randbereich. Dadurch bedingt wirken beim Schweißvorgang auf die Sonotrode Seitenkräfte, die es erforderlich machen, daß die Sonotrode so gelagert wird, daß sie diesen Kräften standhält.

Ziel der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß bei einfacherem Aufbau und leichter Handhabbarkeit sichergestellt ist, daß zwischen Sonotrode und Amboß ein die Leiter im erforderlichen Umfang aufnehmender Verdichtungsraum ausgebildet wird, wobei eine problemlose Anpassung an unterschiedliche Leiterabmessungen erfolgen soll. Dabei soll der Verdichtungsraum sicherstellen, daß die zu verbindenden bzw. zu verdichtenden Leiter nicht unkontrolliert während der Schalleinwirkung aus dem Verdichtungsraum rutschen können.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß gegenüberliegende Begrenzungsflächen des Verdichtungsraums von jeweils zumindest einer Fläche der Sonotrode und des Ambosses und die verbleibenden Begrenzungsflächen von Begrenzungselementen gebildet sind, von denen zumindest eines beweglich ausgebildet ist. In Ausgestaltung weist die Sonotrode zumindest einen Vorsprung oder eine Ausnehmung auf, dem bzw. der ein Vorsprung des Ambosses zugeordnet ist, wobei die einander zugewandten Flächen des Vorsprungs oder der Ausnehmung der Sonotrode und des Vorsprungs des Ambosses die oberen und unteren Begrenzungswände bzw. -flächen des Verdichtungsraums bilden, der vorzugsweise zentral ober- oder unterhalb der Sonotrodenlängsachse angeordnet ist.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Vorrichtung ist sichergestellt, daß beim Verbinden bzw. Verdichten ein Verdichtungsraum zur Verfügung gestellt wird, der die Leiter vollständig aufnimmt, wobei eine Anpassung an unterschiedliche Leiterdimensionierungen möglich ist. Ferner wirken auf die Sonotrode während des Verbindens bzw. Verdichtens der elektrischen Leiter im wesentlichen keine Querkräfte, die nach dem Stand der Technik nur durch Gegenlager oder einer anderwertigen besonderen Festlegung der Sonotrode ausgeglichen werden können. Durch die vorzugsweise zentrische Ausrichtung in Bezug auf die Sonotrodenlängsachse ergibt sich auch ein einfacher Aufbau des Verdichtungsraumes, wobei dessen seitliche Begrenzung durch die Begrenzungselemente vorzugsweise in Form von Backen

erfolgt. Von den Begrenzungselementen ist in Ausgestaltung zumindest eines vorzugsweise senkrecht zur Sonotrodenlängsachse verschiebbar angeordnet. Dabei brauchen der Amboß und die Sonotrode nicht entlang einander zugeordneter Flächen verschoben werden, wodurch eine besondere passgenaue Ausrichtung der Elemente zueinander erforderlich ist. Vielmehr wird nach der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Amboß in Richtung auf die Sonotrode im wesentlichen mittig zu der Sonotrodenlängsachse verschoben oder umgekehrt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstand zwischen den durch die Begrenzungselemente gebildeten Flächen in Abhängigkeit von der Stärke der zu verbindenden bzw. zu verdichtenden Leiter einstellbar, wobei erwähntermaßen nur eine Backe von verschiebbar bzw. wegkippbar ausgebildet ist. Backen mit Amboß und Sonotrode bilden den umlaufend verschlossenen Verdichtungsraum, dessen Stirnwände offen sind, um durch diese die Enden der zu verbindenden elektrischen Leiter vorzugsweise in Form von Litzen führen zu können.

In weiterer hervorzuhebender Ausgestaltung der Erfindung braucht die Längsachse des Verdichtungsraums, die parallel zu den verbindenden Leitern verläuft, nicht parallel zur Sonotrodenlängsachse -wie es nach dem Stand der Technik angeregt ist- verlaufen. Vielmehr besteht die Möglichkeit, aufgrund der einfachen Ausbildung der Verdichtungsräume deren Längsachsen auch senkrecht zur Sonotrodenlängsachse anzurichten. Dies hat insbesondere zum Einbringen bzw. Entfernen der elektrischen Leiter Vorteile.

Schließlich kann sich die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, daß sie mobil ausgebildet ist. Demzufolge kann die Vorrichtung als Handgerät ausgebildet sein, das zum Beispiel in der Automobilindustrie einzusetzen ist. Dabei brauchen die von einem Kabelbrett stammenden Litzen nur noch in den Verdichtungsraum

eingebraucht werden, um dann durch Erregung der Sonotrode vorzugsweise im Ultraschallbereich ein Verschweißen zu ermöglichen. Bei einem solchen Verfahrensschritt entfällt demzufolge das bekannte Crimpen. Durch die mobile Ausbildung der Vorrichtung, also der Zuverfügungstellung des Handgerätes ergibt sich ferner der Vorteil, daß mehrere Handgeräte von einer einzigen Steuerung bzw. von einem einzigen Generator versorgt werden können, so daß dadurch eine kostenmäßige Einsparung gegeben ist. Bei einer mobilen Ausbildung kann die Sonotrode und der Booster, die eine ineinanderübergehende Einheit bilden können, vorzugsweise in einem Abschnitt von einer vorzugsweise als Hohlzylinder ausgebildeten Halterung umgeben und von dieser an vorzugsweise zwei Punkten festgelegt sein. Von dieser Halterung geht sodann ein Handgriff aus, mit dem die Vorrichtung erfaßt und gehalten wird. Zu der Sonotrode kann dann der Amboß mittig ober- oder unterhalb der Sonotrodenlängsachse angeordnet und parallel zu der Sonotrode verschoben werden.

#### Ausführungsbeispiele

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, sondern auch aus den aus der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Vorderansicht,

Fig. 2 die Vorrichtung nach Fig. 1 in Seitenansicht,

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im Ausschnitt und in Vorderansicht,

Fig. 4 die Vorrichtung nach Fig. 3 in Seitenansicht,

Fig. 5 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im Ausschnitt und in Vorderansicht,

Fig. 6 die Vorrichtung nach Fig. 5 in Seitenansicht,

Fig. 7 eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Vorderansicht und

Fig. 8 die Vorrichtung nach Fig. 7 in Seitenansicht.

In Fig. 1 ist im Ausschnitt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verbinden bzw. Verdichten von elektrischen Leitern wie Litzen dargestellt. Die Vorrichtung umfaßt eine Sonotrode 10 eines Ultraschallgerätes, das in bekannter Weise betrieben wird und wie es auch zum Beispiel in der DE-A-31 51 151 dem Prinzip nach beschrieben worden ist. Der Sonotrode 10 ist ein Amboß 12 zugeordnet. Dabei ist der Amboß 12 oberhalb der Sonotrode 10 angeordnet. Die Sonotrode 10 selbst ist zumindest bezüglich ihres Kopfes 16 vorzugsweise sternförmig ausgebildet und weist im Ausführungsbeispiel insgesamt acht Vorsprünge, von denen ein Vorsprung beispielhaft mit dem Bezugszeichen 18 versehen ist, auf. Diesem Vorsprung 18 ist ein Vorsprung 20 des Ambosses 12 zugeordnet. Der Vorsprung 18 befindet sich im Ausführungsbeispiel zentral oberhalb der Längsachse 14 der Sonotrode 10, kann aber auch außermittig angeordnet sein. Dabei sind die Vorsprünge 18 und 20 derart einander zugeordnet, daß sie die zu verbindenden elektrischen Leiter 22 eng umgeben können, damit bei erregter Sonotrode 10 ein Verschweißen bzw. Verdichten der Litzen 22 erfolgen kann. Um Leiter unterschiedlicher Dimensionierungen mit ein und demselben Gerät verbinden bzw. verdichten zu können, sind die Vorsprünge der Sternsonotrode unterschiedlich bemessen. Gleiches gilt für den zugeordneten Amboß. Damit bei diesem Schweißvorgang die Litzen 22 nicht seitlich aus dem Verdichtungsraum 24 entweichen können, wird im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und 2 der Verdichtungsraum 24 zusätzlich seitlich von Fixier- oder Begrenzungselementen 26 und 28 umgeben, die auch als Backen zu bezeichnen sind.

Demzufolge bilden die einander zugeordneten Vorsprünge 18 und 20 sowie Backen 26 und 28 die seitlichen Begrenzungsflächen für den Verdichtungsraum 24, dessen stirnseitigen Öffnungen dazu bestimmt sind, die Litzen einzubringen bzw. zu entfernen.

Dabei verläuft die parallel zu den zu verschweißenden bzw. verdichtenden Litzen 22 verlaufende Längsachse des Verdichtungsraums 24 parallel zur Längsachse 14 der Sonotrode 10. Damit nach dem Verschweißen bzw. Verdichten der elektrischen Leiter 22 problemlos entfernt werden kann, wird zum einen der Amboß 12 von der Sonotrode 10 durch Anheben entfernt. Gleichzeitig kann zum Beispiel die rechte Backe bzw. das rechte Fixierungselement 28 entfernt werden (durch Pfeile angedeutet), um so den Verdichtungsraum 24 weiter zu öffnen.

Ist im Ausführungsbeispiel der Arbeitshub entlang einer Führung 28 zum Öffnen bzw. Verschließen des Verdichtungsraums 12 durch Pfeile im Bereich des Ambosses 12 angedeutet, so kann jener selbstverständlich auch von der Sonotrode 10 ausgeführt werden. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß bei verschweißten Litzen 22 ein Entfernen aus dem Verdichtungsraum 24 dadurch erleichtert wird, daß die Sonotrode durch einen Nachimpuls erneut in Schwingung versetzt wird, wodurch ein gegebenenfalls Verkleben mit dem Sonotrodenvorsprung 18 gelöst wird.

Schließlich ist hervorzuheben, daß der Abstand zwischen den Begrenzungsflächen der Backen 26, 28 in Abhängigkeit von den Stärken der Leiter einstellbar ist, um so Verdichtungsräume unterschiedlichen Querschnitts zur Verfügung zu stellen. Selbstverständlich muß diesem dann die wirksame Sonotroden- und Amboßfläche angepasst werden.

In den Fig. 3 und 4 ist eine andere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wiedergegeben, bei der der durch einander zugeordnete Abschnitte einer Sonotrode bzw. eines Sonotrodenkopfs 32 und eines Ambosses 34 ein Verdichtungsraum 36 gebildet ist, der zentrisch auf die Sonotrodenlängsachse 38 ausgerichtet ist. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 ist dabei der Amboß 34 und damit

der Verdichtungsraum 36 unterhalb der Längsachse der Sonotrode 32 angeordnet. Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit, den Verdichtungsraum 36 oberhalb anzuordnen. Wie insbesondere der Fig. 3 zu entnehmen ist, weist der Sonotrodenkopf 32 auf seiner Umfangsfläche Ausnehmungen auf, von denen eine beispielhaft mit dem Bezugszeichen 40 versehen ist. Dieser Ausnehmung 40 ist ein Vorsprung 42 des Ambosses 34 zugeordnet. Dabei ist der Vorsprung 40 in seiner Dimensionierung in Bezug auf die Geometrie des Vorsprungs 42 des Amboß 34 so gewählt, daß der Vorsprung 42 zumindest teilweise in die Ausnehmung 40 der Sonotrode 32 einbringbar ist. Demzufolge bilden Vorsprung 42 und Ausnehmung 40 allein den Verdichtungsraum 36. Um elektrische Leiter wie Litzen in den Verdichtungsraum 36 einzubringen bzw. von diesem zu entfernen, muß die Sonotrode 32 oder der Amboß 34 einen Arbeitshub ausüben, um so den Verdichtungsraum 36 zu schließen bzw. zu öffnen. Das Entfernen nach dem Verschweiß- bzw. Verdichtungsvorgangs kann ebenfalls dadurch erleichtert werden, daß nach dem Öffnen des Verdichtungsraum 36 die Sonotrode durch einen Nachimpuls erneut in Schwingung gesetzt wird.

Ist in den Fig. 1 bis 4 die Längsachse der Verdichtungsräume 24 bzw. 36 parallel zu den Längsachsen 14 bzw. 38 der Sonotrode 10 bzw. 32 angeordnet, so ist in den Ausgestaltungen nach den Fig. 5 und 6 eine um  $90^{\circ}$  gedrehte Ausrichtung vorgesehen. Mit anderen Worten verlaufen die kanalartig ausgebildeten Verdichtungsräume senkrecht der Längsachsen der Sonotroden, wobei jedoch die Verdichtungsräume selbst im wesentlichen wieder zentrisch ober- oder unterhalb der Längsachsen der Sonotroden angeordnet sind.

In Fig. 5 ist einer Sonotrode 46 ein Amboß 48 zugeordnet, der einen Arbeitshub entlang einer Führung 50 ausübt (selbstverständlich kann auch der Arbeitshub von der Sonotrode 46 erfolgen). Die Sonotrode 46 bzw. der Sonotrodenkopf weist an seiner Umfangsfläche Vorsprünge auf, von denen einer beispielsweise mit dem Bezugszeichen 52 vorgesehen ist. Dem Vorsprung 52 ist ein Vorsprung 54 des Ambosses 48 zugeordnet. Beide Vorsprünge 52 und 54, deren einander zugewandte Flächen rinnenartig ausgebildet sind, werden nun so einander zuge-

ordnet, daß sie die oberen und unteren Begrenzungsflächen eines Verdichtungsraums 56 bilden. Dieser kann seitlich von Begrenzungselementen bzw. Backen 58 und 60 vollkommen geschlossen werden. Demzufolge ist der Kanal 56 nur noch über Öffnungen zugänglich, deren Verbindung senkrecht zur Sonotrodenlängsachse 62 verläuft. Durch die Öffnungen werden die zu verbindenden elektrischen Leiter wie zum Beispiel Litzen 64 geführt.

Sobald die Litzen zu einem Knotenpunkt durch von der Sonotrode 62 hervorgerufene Ultraschallschwingungen verschweißt sind, der Litzenknoten also quer zur Sonotrodenachse 62 verläuft, kann der Amboß 68 entlang der Führung 50 angehoben werden. Gleichzeitig können die Backen 58 und 60 von dem Verdichtungsraum 56 entfernt werden. Dabei kann die Backe 58 von dem Verdichtungsraum 56 weggezogen und die Backe 60 in Richtung des Ambosses angehoben werden. Dies ist in der Fig. 6 durch Pfeile angedeutet. Umgekehrt erfolgt die Bewegung der einzelnen Elemente, wenn der Verdichtungsraum 56 geschlossen werden soll.

Schließlich ist in den Fig. 7 und 8 eine Ausführungsform wiedergegeben, die der den Fig. 3 und 4 entspricht, wobei jedoch gleichfalls der Verdichtungsraum quer zu Längsachse der Sonotrodenachse verläuft. Mit anderen Worten ist der Sonotrode 66 bzw. dem Sonotrodenkopf ein Amboß 68 zugeordnet, der einen Vorsprung 70 aufweist, der zumindest in einen im Sonotrodenkopf 66 vorhandenen Vorsprung 72 zur Bildung eines Verdichtungsraums 74 einbringbar ist. Dabei ist die Längsachse des Verdichtungsraum 44 senkrecht zur Längsachse 76 der Sonotrode 66 angeordnet. Nach dem Ausführungsbeispiel der Fig. 7 und 8 brauchen demzufolge seitliche Begrenzungselemente wie in Fig. 5 und 6 dargestellt, nicht eingesetzt werden, um einen geschlossenen Verdichtungsraum 74 zur Verfügung zu stellen. Um den Verdichtungsraum 74 zu schließen bzw. zu öffnen, muß der Amboß 68 oder die Sonotrode 66 einen Arbeitshub durchführen. Ebenfalls sollte vorzugsweise nach Herstellung eines Verbindungsknotens der verbundene Leiter 78 einen Nachimpuls zur erneuten Erregung der Sonotrode 66 erfolgen, um ein einfaches Entfernen des Litzenknotens zu erreichen.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die einander zugewandten Flächen der Vorsprünge bzw. Ausnehmungen der Sonotrode und/oder des Ambosses konkav ausgebildet sind und vorzugsweise strukturiert sein können, um so dem jeweiligen Litzenknotenpunkt eine noch bessere innige Verbindung zu geben.

Schunk Ultraschalltechnik GmbH

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Verbinden bzw. Verdichten elektrischer Leiter vorzugsweise in Form von Litzen umfassend, eine Schallschwingungen erzeugende Sonotrode mit dieser zugeordneter als Amboß dienender Gegenelektrode sowie zwischen Abschnitten der Sonotrode und des Ambosses vorhandenem zur Aufnahme der Leiter bestimmten Verdichtungsraum, wobei Sonotrode und Amboß relativ zueinander bewegbar sind,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß gegenüberliegende Begrenzungsflächen des Verdichtungsraums (24, 36, 56, 74) von jeweils zumindest einer Fläche der Sonotrode (10, 32, 62, 66) und des Ambosses (12, 34, 48, 68) und die verbleibenden Begrenzungsflächen von Begrenzungselementen (26, 28, 58, 60) gebildet sind, von denen zumindest eines beweglich ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Sonotrode (10, 32, 62, 66) einen Vorsprung (18, 52) oder eine Ausnehmung (40, 72) aufweist, dem bzw. der ein Vorsprung (20, 42, 54, 70) des Ambosses (12, 34, 48, 68) zugeordnet ist, und daß die einander zugewandten Flächen des Vorsprungs oder der Ausnehmung der Sonotrode und des Vorsprungs des Ambosses die oberen und unteren

Begrenzungsfächen des Verdichtungsraums (24, 36, 56, 74) bilden, der vorzugsweise zentral ober- oder unterhalb der Sonotrodenlängsachse (14, 38, 62, 76) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, durch gekennzeichnet, daß die Begrenzungselemente vorzugsweise in Form von Backen (26, 28, 58, 60) den Verdichtungsraum (24, 56) seitlich begrenzen, wobei zumindest ein Begrenzungselement vorzugsweise senkrecht zur Sonotrodenlängsachse (14, 38, 62, 76) verschiebbar angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, durch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den durch die Begrenzungselemente (26, 28, 58, 60) gebildeten Flächen in Abhängigkeit von der Stärke der zu verbindenden bzw. zu verdichtenden Leiter (22, 64) einstellbar ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, durch gekennzeichnet, daß die parallel zu den zu verbindenden Leitern (64, 78) verlaufende Längsachse des kanalartig ausgebildeten Verdichtungsraums (56, 74) senkrecht zur Längsachse der Sonotrode (62, 76) verläuft.
6. Vorrichtung nach zumindest Anspruch 1, durch gekennzeichnet, daß die einander zugewandten Flächen der Sonotrode (10, 46, 32, 66) und des Ambosses (12, 34, 48, 68) konkav bzw. rinnenförmig und eine Struktur aufweisend ausgebildet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Vorrichtung mobil ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die die Schallschwingungen erzeugende mit einem  
Booster amplitudenverstärkend arbeitende Sonotrode und  
der Booster ineinanderübergehend eine Einheit bilden.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mehrere mobil ausgebildete Vorrichtungen von einem  
einzigem Generator versorgbar sind.

Hierzu 4 Selten Zeichnungen

Fig.1

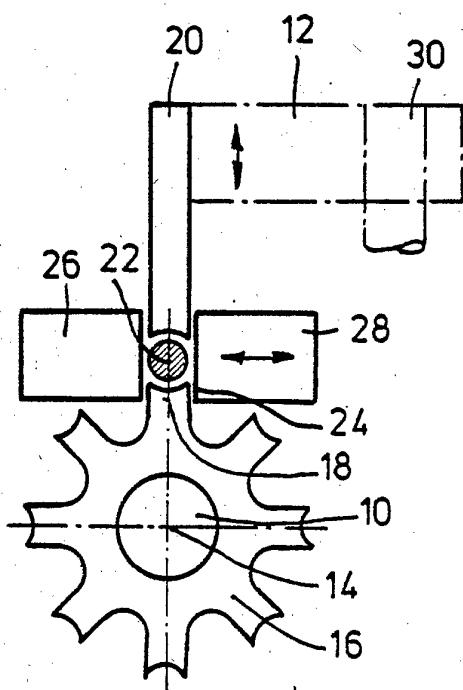


Fig.2

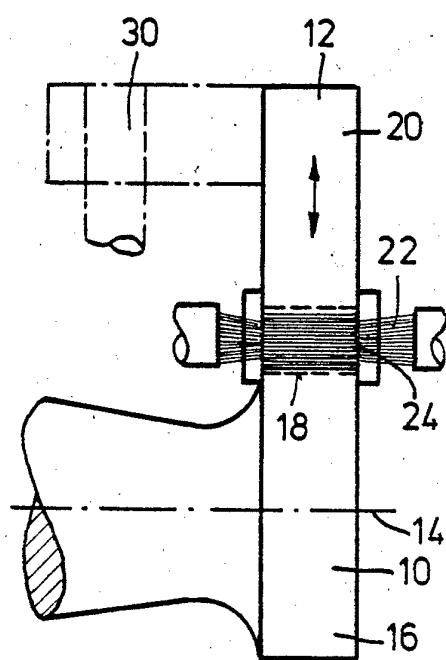


Fig.3

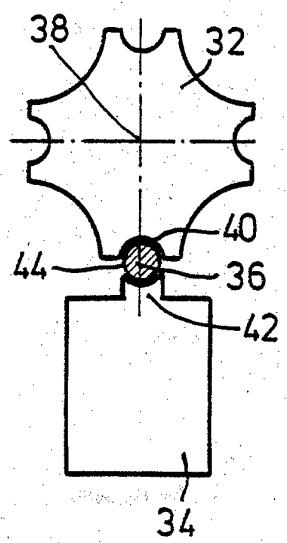


Fig.4

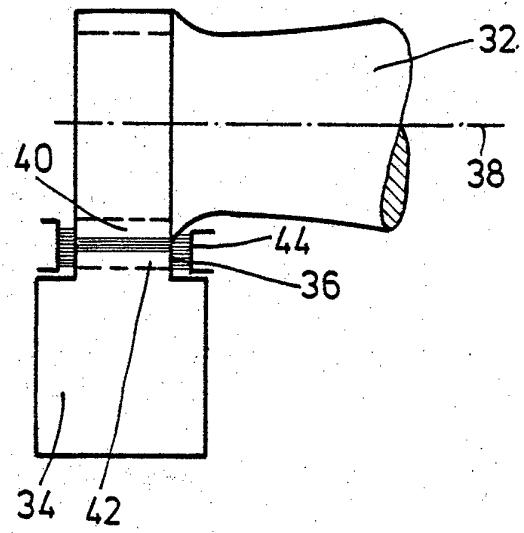


Fig.5

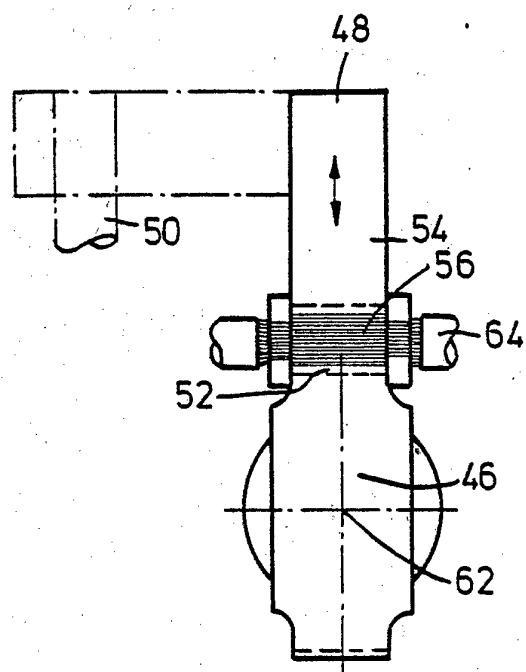


Fig.6

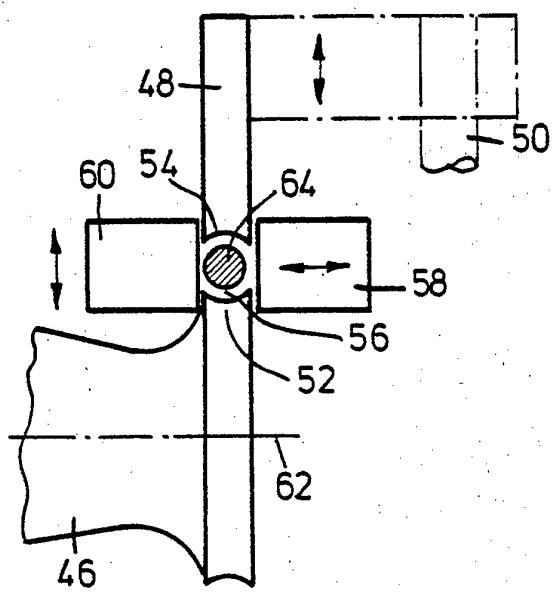


Fig.7

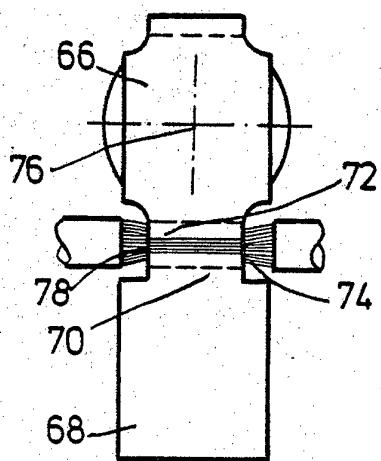


Fig.8

