



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 695 A5

⑤① Int. Cl.⁴: A 61 B 17/60

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 4051/85

⑫② Anmeldungsdatum: 18.09.1985

⑫④ Patent erteilt: 31.01.1989

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.01.1989

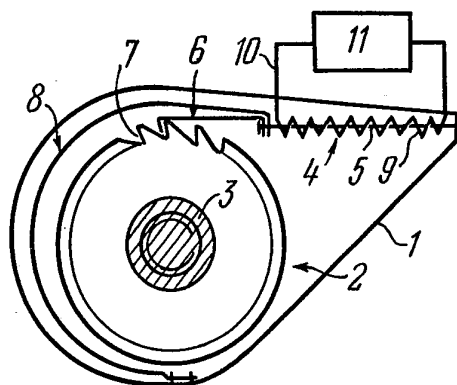
⑫③ Inhaber:
Kurgansky Nauchno- Issledovatel'sky Institut
Experimentalnoi i Klinicheskoi Ortopedii i
Travmatologii, Kurgan (SU)

⑫⑦ Erfinder:
Ilizarov, Gavril Abramovich, Kurgan (SU)
Predein, Alexandr Petrovich, Kurgan (SU)
Bykov, Vyacheslav Mikhailovich, Kurgan (SU)

⑫④ Vertreter:
Patentanwälte Schaad, Balass & Partner, Zürich

⑫⑤ **Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate.**

⑫⑦ Dieser Antrieb liegt als Schraubenspindel (3) vor, deren Gewinde mit der Bohrung eines Zahnkranz aufweisenden Sperrades (2) gekoppelt ist, das in einem Gehäuse (1) untergebracht ist, und eine mit den Zähnen (7) des Sperrades (2) zusammenwirkende Sperrklinke (6) enthält, die mit einem Kraftelement (4) in Verbindung steht, welches aus einer Legierung besteht, die einen Speichereffekt der Form besitzt. Das Kraftelement (4) hat eine geradlinige Form und stellt eine Zugstange (5) dar, deren ein Ende am Gehäuse (1) starr befestigt ist, während das andere mit einem elastischen Element (8) und der Sperrklinke (6) in Verbindung steht und mit einem Elektroerhitzer (9) versehen ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate, der eine Schraubenspindel (3), die mit einem in einem Gehäuse (1) untergebrachten Sperrad (2) mit Zahnkranz gekoppelt ist, sowie eine mit den Zähnen (7) des Rades (2) zusammenwirkende Sperrklinke (6) enthält, welche mit einem Kraftelement (4) in Verbindung steht, das aus einer einen Speichereffekt der Form aufweisenden Legierung gefertigt ist und einen Elektroerhitzer (9) besitzt, welcher mit dem Gehäuse (1) verbunden ist und mit einem elastischen Element (8) zusammenwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftelement (4) eine geradlinige Form hat und eine Zugstange darstellt, deren eines Ende am Gehäuse (1) starr befestigt ist, während das andere Ende mit dem elastischen Element (8) und der Sperrklinke (6) in Verbindung steht.

2. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elastische Element (8) aus einer Legierung besteht, die einen Effekt der Formspeicherung mit einer Temperatur der umgekehrten martensitischen Umwandlung ungefähr um 100–150 °C niedriger als das Material des Kraftelementes (4) besitzt.

3. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugstange (5) in Form von Draht (12) ausgeführt ist.

4. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrklinke (6) als dünnwandiges hohles Rohr (14) ausgebildet ist, während der Elektroerhitzer (9) innerhalb dieses Rohrs untergebracht ist.

5. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrklinke (6) in Form einer elastischen Klammer ausgebildet ist, deren Enden mit der Zugstange (5) starr verbunden sind, während der mittlere Klammerteil mit dem Zahn (7) des Sperrades (2) zusammenwirkt.

6. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das eine Ende der Zugstange (5) mit dem Gehäuse (1) mittels eines Regelteils (23) verbunden ist.

7. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das andere Ende der Zugstange (5) mit der Sperrklinke (6) mittels eines Hebels (21) in Verbindung steht, dessen kleinerer Arm mit der Zugstange (5) verbunden ist.

8. Antrieb nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Hebel (21) und die Zugstange (5) in einer Ebene liegen, die zur Ebene der Sperrades (2) senkrecht ist.

9. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuse (1) ein Kanal (29) zur Aufnahme der Zugstange (5) ausgeführt ist, der tangential an das Sperrad (2) mit der Aussenverzahnung liegt, und das elastische Element (8) eine Feder (34) darstellt, die in demselben Kanal untergebracht ist, wobei die Zugstange (5) innerhalb der Feder (34) gleichachsig mit ihr angeordnet und mit dem einen Ende in der Stirnwand des Kanals (29) befestigt ist und wobei die Feder (34) zwischen dieser Wand und einer Scheibe (30) zusammengedrückt ist, welche das andere Ende der Zugstange (5) mit der Sperrklinke (6) verbindet.

10. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das die Schraubenspindel (3) mit einer längsverlaufenden Abflachung (48) versehen ist, die mit einer Sicherungsschraube (49) zusammenwirkt, welche relativ zum Gehäuse (1) unbeweglich angeordnet ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf die Medizintechnik, die in der Orthopädie und Traumatologie bei der Behandlung verschiedener angeborener und erworbener Verkürzungen und anderer Defekte von Skelettsegmenten angewendet wird, ins-

besondere betrifft sie Antriebe für Kompressions-Distraktionsapparate.

Es ist ein Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate bekannt (siehe den UdSSR-Urheberschein Nr. 848011, A 61 B 17/18, veröff. im «Bulletin für Erfindungen», 1981, Nr. 27), enthaltend eine Schraubenspindel, ein auf dieser angeordnetes Zahnrad und mit diesem über ein Getriebe hintereinander verbundene: ein Sperrad, einen Hebel mit Sperrklinke und einen Elektromagneten, welcher mit einem der Hebelarme zusammenwirkt. Die genannte Einrichtung ist ausserdem mit einem Stromversorgungsblock versehen, der an den Elektromagneten angeschlossen ist.

Der beschriebene Antrieb ermöglicht es, eine dosierte atraumatische Mikroverschiebung von Knochenfragmenten sicherzustellen. Jedoch weist der erwähnte Antrieb eine zu grosse Masse und zu grosse Abmessungen auf, was den Einsatz desselben in der klinischen Praxis erschwert.

Dieser Nachteil hängt in erster Linie mit einer geringen spezifischen Kraft pro Gewichtseinheit zusammen, die vom beschriebenen Antrieb entwickelt wird.

Vollkommener ist ein anderer Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate (siehe den UdSSR-Urheberschein Nr. 865284, A 61 B 17/18, veröff. im «Bulletin für Erfindungen» 1981, Nr. 35), der ebenso wie der vorstehend beschriebene eine atraumatische, dem natürlichen physiologischen Wachstum nahekommende Verschiebung von Knochenfragmenten gewährleistet. Dieser Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate enthält eine Schraubenspindel, die mittels Gewinde mit der Bohrung eines in einem Gehäuse drehbar angeordneten Sperrades gekoppelt ist. Mit den Zähnen des Sperrades wirkt eine Sperrklinke zusammen, die mit einem Kraftelement in Verbindung steht, welches aus einer einen Speichereffekt der Form aufweisenden Legierung gefertigt ist und einen Elektroerhitzer besitzt. Das Sperrad des bekannten Antriebs hat eine Innenverzahnung, während die Sperrklinke an dem kleineren Arm eines Hebels angebracht ist, der sich innerhalb des Rades befindet und in der gleichen Ebene mit demselben liegt. Das Kraftelement ist in Form eines Bügels ausgebildet, der unterhalb des Hebels in einer zu diesem parallelen Ebene angeordnet ist und an dem einen Ende mit der Gehäusewand, an dem anderen Ende aber mit dem langen Hebelarm und einem elastischen Element verbunden ist, welches das Kraftelement im gebogenen Zustand hält. Der Elektroerhitzer, mit dem das Kraftelement versehen ist, ist mit dem Stromversorgungsblock verbunden.

Diese Einrichtung besitzt bei der gleichen Distraktionskraft wie beim vorbeschriebenen elektromagnetischen Antrieb beträchtlich kleinere Abmessungen und kleinere Gewicht. Jedoch haben Versuche, das Gebiet des klinischen Einsatzes dieser Einrichtung zu erweitern, gezeigt, dass die von ihr aufgebrachte Kraft für einen zuverlässigen Betrieb des Antriebs nicht ausreichend ist. So kommt es bei der Erhöhung der Distraktionskraft über 300–350 N zum Versagen des Antriebs, welches darauf zurückzuführen ist, dass das Kraftelement seine Grenzkraft erreicht. Reale Belastungen beim Betrieb des Antriebes können die vorgenannten Zahlen erheblich übersteigen, wenn man die funktionelle Belastung der Extremität berücksichtigt, die maximal die Grösse des Gewichts des Kranken erreicht. Deshalb hat die Lösung des Problems, eine hinreichende Distraktionskraft sicherzustellen, eine wichtige Bedeutung.

Die vom bekannten Antrieb entwickelte Distraktionskraft lässt sich durch Vergrösserung des Querschnitts und der Abmessungen des Kraftelementes erhöhen. Jedoch führt erstens die Vergrösserung seiner Abmessungen zur Zunahme des Sperraddurchmessers, des Gehäusedurchmessers und zur Erhöhung des Gesamtgewichtes des Antriebs. Zweitens hängt eine Vergrösserung des Querschnitts und der Abmes-

sungen des Kraftelementes mit der direkten Zunahme des Energieaufwandes zusammen, der zur Durchwärmung desselben auf die Ansprechtemperatur erforderlich ist, was die Reserve der unabhängigen Speisung des Antriebs erheblich verringert.

Somit kann eine für die klinische Anwendung ausreichende Distraktionskraft, die vom bekannten Antrieb entwickelt wird, nur bei einer beträchtlichen Vergrößerung der Abmessungen und Masse desselben erzielt werden. Dies begrenzt stark die Möglichkeiten des klinischen Einsatzes der Einrichtung und macht ihn in manchen Fällen, beispielsweise in Apparaten zur Verlängerung von kurzen Röhrenknochen (Phalangen, Mittelhandknochen) überhaupt problematisch. Ausserdem verringert eine Erhöhung der Energieintensität des Antriebs, die bei der Vergrößerung des Querschnitts und der Abmessungen des Kraftelementes entsteht, die Reserve der Unabhängigen Speisung des Antriebs und begrenzt zusätzlich die Möglichkeiten des klinischen Einsatzes der bekannten Einrichtung.

Aufgabe der Erfindung ist die Entwicklung eines solchen Antriebs für Kompressions-Distraktionsapparate zu entwickeln, welcher eine für alle klinischen Fälle ausreichende Distraktionskraft bei minimaler Energieintensität des Antriebs, dessen minimalen Abmessungen und Masse sicherstellen würde.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass im Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate, der eine Schraubenspindel, die mit einem in einem Gehäuse untergebrachten Sperrad gekoppelt ist, sowie eine mit den Zähnen des Rades zusammenwirkende Sperrklinke enthält, welche mit einem Kraftelement in Verbindung steht, das aus einer einen Speichereffekt der Form aufweisenden Legierung gefertigt ist und einen Elektroerhitzer besitzt, welcher mit dem Gehäuse verbunden ist und mit einem elastischen Element zusammenwirkt, erfindungsgemäss das Kraftelement eine geradlinige Form hat und eine Zugstange darstellt, deren eines Ende am Gehäuse starr befestigt ist, während das andere Ende mit dem elastischen Element und der Sperrklinke in Verbindung steht.

Eine solche Ausführung des Antriebs gewährleistet eine maximale Distraktionskraft bei minimaler Energieintensität, minimalen Abmessungen, Gewicht und Kompliziertheit des Antriebs.

Das mit dem Kraftelement in Verbindung stehende elastische Element ist zweckmässigerweise ebenfalls aus einem Material auszuführen, das einen Effekt der Formspeicherung mit einer Temperatur der umgekehrten martensitischen Umwandlung etwa um 100–150° niedriger als beim Material besitzt, aus welchem das Kraftelement besteht.

Dadurch kann der Widerstand gegen den Arbeitshub des Mechanismus vermindert werden.

Zur Vereinfachung der Konstruktion ist die Zugstange zweckmässigerweise in Form von Draht auszuführen.

Zur Verringerung von Wärmeverlusten bei der Erwärmung der Zugstange ist diese zweckmässigerweise als dünnwandiges hohles Rohr auszubilden, während der Erhitzer innerhalb dieses Rohrs unterzubringen ist.

Zweckmässig ist auch die Ausbildung der Sperrklinke in Form einer elastischen Drahtklammer, deren Enden mit der Zugstange starr verbunden sind, wobei der mittlere Teil der Klammer mit dem Sperrradzahn zusammenwirkt.

Dadurch kann die Konstruktion vereinfacht und in Miniaturbauweise ausgeführt werden.

Optimal ist die Verbindung des einen Endes der Zugstange mit dem Gehäuse mittels eines Regelteils, was es erlaubt, die beste Lage der Sperrklinke, die mit dem zweiten Ende der Zugstange in Verbindung steht, unabhängig von den Abweichungen seiner Länge einzustellen.

Überdies ist es in manchen Fällen vorteilhaft, das andere Ende der Zugstange mit der Sperrklinke mit Hilfe eines Hebels zu verbinden, dessen kleinerer Arm mit der Zugstange verbunden ist. Dies gibt die Möglichkeit, die für den Arbeitshub erforderliche Länge der Zugstange sowie den Energieaufwand für ihre Erwärmung zu verringern.

Hierbei ist die Anordnung des Hebels und der Zugstange in einer Ebene zweckmässig, die zur Ebene des Sperrades senkrecht ist. Dadurch kann das Quermass des Gehäuses verringert werden.

In anderen Fällen ist die Verringerung der Abmessung des Gehäuses längs der Achse der Schraubenspindel wichtiger. Dazu ist im Gehäuse ein Kanal zur Aufnahme der Zugstange ausgeführt, der tangential an das Sperrad liegt, welches eine Aussenzahnung besitzt, wobei das elastische Element eine Schraubenfeder darstellt, die in demselben Kanal untergebracht ist, und wobei die Zugstange innerhalb der Schraubenfeder gleichachsig mit ihr angeordnet und mit dem einen Ende in der Stirnwand des Kanals befestigt ist, während die Schraubenfeder zwischen dieser Wand und einer Scheibe zusammengedrückt ist, welche das andere Ende der Zugstange mit der Sperrklinke verbindet.

In einigen Anwendungsfällen des Antriebs ist es zweckmässig, an der Schraubenspindel eine längsverlaufende Abflachung vorzusehen, die mit einer Sicherungsschraube zusammenwirkt, welche relativ zum Gehäuse unbeweglich ist. Dies gestattet es, den Antrieb in verschiedenen Konstruktionen von Kompressions-Distraktionsapparaten zu verwenden, d. h. die Universalität desselben zu erhöhen.

Im folgenden wird der zu patentierende Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate durch konkrete Ausführungsbeispiele desselben und an Hand von beigefügten Zeichnungen erläutert, in denen es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen erfindungsgemässen Antrieb;

Fig. 2 eine Ausführungsform des Kraftelementes gemäss der Erfindung;

Fig. 3 eine andere Ausführungsform des Kraftelementes gemäss der Erfindung;

Fig. 4, 5, 6 Ausführungsformen der Sperrklinke des Klengkensperres gemäss der Erfindung;

Fig. 7 in schematischer Darstellung eine Ausführungsform des Antriebs gemäss der Erfindung;

Fig. 8 Ansicht einer anderen Ausführungsform des Antriebs gemäss der Erfindung (im Schnitt), welcher in einem bekannten Kompressions-Distraktionsapparat zur Verlängerung von Knochen eingebaut ist;

Fig. 9 eine Anwendungsvariante des erfindungsgemässen Antriebs in einem bekannten Apparat zur Ersetzung eines totalen Knochendefektes;

Fig. 10 einen Schnitt längs der Achse einer Gelenkplattform, an welcher das Gehäuse des erfindungsgemässen Antriebs montiert ist;

Fig. 11 eine Anwendungsvariante des erfindungsgemässen Antriebs in einem bekannten Apparat zur Verbreiterung von Knochen;

Fig. 12 eine Anwendungsvariante des erfindungsgemässen Antriebs in einem bekannten Apparat zur Verlängerung von kurzen Röhrenknochen, beispielsweise Stümpfen von Falangen, Mittelhandknochen u. a.

Der erfindungsgemässe Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate, gezeigt in Fig. 1, besteht aus einem an einer der (in Fig. nicht gezeigten) Halterungen des Apparates starr angebrachten Gehäuse 1 mit einem in diesem Gehäuse 1 angeordneten drehbaren Sperrad 2. Die Axialbohrung des Sperrades 2 ist mit einem Schraubengewinde versehen, mit dem eine Schraubenspindel 3 beweglich gekoppelt ist, die an der anderen Halterung des Kompressions-Distraktionsappa-

rates starr befestigt ist, welche mit einem zu verschiebenden Knochenfragment in Verbindung steht (in Fig. nicht gezeigt). Der Antrieb ist mit einem Kraftelement 4 versehen, das eine geradlinige Form hat und als Zugstange 5 ausgebildet ist, bei welcher eines der Enden am Gehäuse 1 starr befestigt ist, während das andere mit der Sperrklinke 6 starr verbunden ist, das an den Zahnkranz des Sperrades 2 elastisch angedrückt und über sein Ende mit einem der Zähne 7 desselben im Eingriff ist. Das mit der Sperrklinke 6 verbundene Ende der Zugstange 5 steht auch mit einem elastischen Element 8 in Verbindung, welches die Zugstange 5 stets im ausgedehnten Zustand aufrechterhält. Die Zugstange 5 ist mit einem Elektroerhitzer 9 versehen, der eine elektrische Verbindung 10 mit einem Stromversorgungsblock 11 hat, dessen Einschaltung sowohl von Hand als auch automatisch mit Hilfe einer (in Fig. nicht gezeigten) speziellen Steuereinheit erfolgen kann.

Das Kraftelement 4 (5) ist aus einer bekannten Legierung gefertigt, z. B. aus Nickel mit Titan, welche einen sogenannten «Speichereffekt der Form» oder einen Effekt der thermomechanischen Rückstellung, wie er noch bezeichnet wird, besitzt. Dieser Effekt kennzeichnet sich dadurch, dass die diesen Effekt besitzende Legierung bei einer Temperatur unterhalb der direkten martensitischen Umwandlung (Phasenveränderung der Struktur der Legierung) einen Elastizitätsmodul aufweist, der erheblich kleiner ist als bei einer Temperatur oberhalb des Punktes der umgekehrten martensitischen Umwandlung. Daher kann ein in kaltem Zustand verformter und dann auf eine Temperatur, die höher als die genannte liegt, erwärmter Körper aus solch einer Legierung, indem er auf seine früher (vor der Verformung) bestehende Form und Abmessungen zurückzukommen bestrebt ist, recht beträchtliche mechanische Spannungen aufgrund der erwähnten Differenz der Elastizitätsmoduln in kaltem und warmem Zustand entwickeln.

Das elastische Element 8 kann aus einer Legierung gefertigt sein, die einen Speichereffekt der Form besitzt, wobei aber die Temperatur der umgekehrten martensitischen Umwandlung um 100–150 °C niedriger liegt als beim Material des Kraftelementes 4. In diesem Fall befindet sich das Material des elastischen Elements 8 bei der Betriebstemperatur des Antriebs im Zustand der Superelastizität, der durch eine sehr flache Federkennlinie gekennzeichnet ist. Dies erlaubt es, den Arbeitshubwiderstand gegenüber der Variante herabzusetzen, bei welcher das elastische Element 8 aus einem Stahl gefertigt ist, aus dem man üblicherweise Federn herstellt.

Die Zugstange 5 kann aus Streifen, Draht, Band, aus Blech oder einem anderen Profil gefertigt sein. Im besonderen sieht eine ihrer Ausführungsformen, gezeigt in Fig. 2, die Herstellung der Zugstange 5 aus einem Drahtabschnitt 12 mit Verdickungen 13 an den Enden zur starren Befestigung derselben in den mit ihr zu koppelnden (nicht gezeichneten) Einzelteilen des Antriebs vor.

Der Elektroerhitzer 9 ist in diesem Fall in Form einer Wicklung aus Feindraht ausgeführt, der einen hohen ohmschen Widerstand besitzt und von der Zugstange 5 mittels eines thermostabilen dielektrischen Filmes (in Fig. nicht gezeigt) isoliert ist. Aussen ist der Elektroerhitzer 9 durch eine Wärmeisolierung verdeckt, die beispielsweise aus Glasfaserstoff besteht (in Fig. ist die Wärmeisolierung nicht gezeigt).

Die beschriebene Ausführungsform der Zugstange 5 ist am einfachsten und technologiegerechtesten.

In einer anderen Ausführungsform, die in Fig. 3 gezeigt ist, ist die Zugstange 5 in Form eines hohlen Rohrs 14 ausgebildet, in dessen Innerem der Elektroerhitzer 9 untergebracht ist, welcher von der Rohroberfläche elektrisch isoliert ist (die Isolation ist nicht gezeigt). Die Enden des hohlen Rohrs 14

können Verdickungen 13 aufweisen, die den vorstehend beschriebenen ähnlich sind und sowohl durch Auswalzen der Rohrenden als auch durch Stauchen erhalten werden können. Diese Ausführungsform des Kraftelementes gestattet es, die Wärmeverluste beträchtlich zu verringern und als Folge davon die Reserve der unabhängigen Speisung der zu patentierenden Einrichtung zusätzlich zu vergrössern.

Die mit den Zähnen 7 des Sperrades 2 zusammenwirkende Sperrklinke 6 kann ebenfalls auf verschiedene Weise ausgeführt werden. Am zweckmässigsten sind solche Ausführungsformen derselben in dem zu patentierenden Antrieb, bei denen die Möglichkeit ihres ständigen Kontaktes mit den Zähnen 4 des Sperrades 2 aufgrund der eigenen Elastizität der Sperrklinke 6 sichergestellt wird. Dies gewährleistet eine Verringerung der Aussenabmessungen und der Kompliziertheit des Antriebs im Vergleich mit anderen möglichen Ausführungsformen der Sperrklinke, in denen sie beispielsweise starr ausgebildet und mit einer Achse sowie einem besonderen elastischen Element zum Andrücken derselben an das Sperrad 2 versehen ist (diese Ausführungsformen sind in Fig. nicht gezeigt).

Die elastische Sperrklinke 6 kann im besonderen in Form einer in Fig. 4 gezeigten flachen Platte 15 ausgebildet sein, die am Ende eine Nut 16 zum Eingriff mit den Zähnen 7 des Sperrades 2 aufweist. An dem anderen, im geraden Winkel gebogenen Ende der Platte 15 ist eine Nut 17 vorgesehen, die eine Aussparung zur Verbindung der Sperrklinke 6 mit der Verdickung 13 am Ende der Zugstange 5 (4) bildet. Das Ende des elastischen Elementes 8, das die Zugstange 5 im gespannten Zustand aufrechterhält, fixiert die Verdickung 13 an ihrem Ende in der Nut 17.

In einer anderen Ausführungsform der elastischen Sperrklinke 6, die in Fig. 5 gezeigt ist, ist sie in Form einer Drahtklammer 18 ausgebildet. Ihre Enden haben eine zur Gewährleistung der erforderlichen Elastizität ausreichende Länge und sind in einer Scheibe 19 starr befestigt, die ähnlich wie vorbeschrieben eine Nut 17 aufweist, welche eine Aussparung zur Aufnahme der Verdickung 13 am Ende der Zugstange 5 bildet. In dem in Fig. 6 gezeigten Fall, wo das elastische Element 8 flach ausgebildet ist, können die Enden der Klammer 18 unmittelbar an seinem Ende befestigt sein, welches ebenfalls eine Nut 17 zur Befestigung der Verdickung 13 der Zugstange 5 aufweist. Zur Verminderung der Steifigkeit der Klammer 18 ist sie zweckmässigerweise in dem an der Befestigungsstelle der Enden anliegenden Abschnitt 20 (siehe Fig. 6) abzuplatten.

In einigen Fällen ist es wie in Fig. 7 gezeigt zweckmässig, das Ende der Zugstange 5 mit der Sperrklinke 6 mittels eines Hebels 21 zu verbinden, der im Gehäuse 1 auf einer Achse 22 angebracht ist. Hierbei ist mit der Zugstange 5 der kleinere Arm des Hebels 21 verbunden, was es erlaubt, die für die Gewährleistung des Arbeitshubs erforderliche Länge der Zugstange 5 zu verkleinern und dementsprechend die Abmessungen des Gehäuses 1 sowie den Energieaufwand für die Erwärmung der Zugstange 5 zu verringern. In diesem Fall können ausserdem der Hebel 21 und die Zugstange 5 in einer zur Achse des Sperrades 2 senkrechten Ebene angeordnet sein, was eine Verringerung des Quermasses des Antriebsgehäuses 1 gewährleistet. Das mit dem Gehäuse 1 in Verbindung stehende Ende der Zugstange 5 kann mit ihm mittels eines Regelteils 23 verbunden sein, das z. B. in Form einer Schraube ausgebildet ist, welche im Gehäuse 1 gleichachsig mit der Zugstange 5 angeordnet ist und in ihrem Körper eine (nicht gezeichnete) Aussparung zur Befestigung des Zugstangenendes besitzt. Das elastische Element 8 kann in diesem Fall in Form einer Zugfeder 24 ausgebildet sein, die mit dem Hebel 21 verbunden und bestrebt ist, ihn in einer

Richtung zu verschwenken, welche die Ausdehnung der Zugstange 5 gewährleistet.

Die Sperrklinke 6 kann in dieser Ausführungsform des Antriebs in Form einer elastischen Platte 25 ausgebildet sein, die in der Schwenkebene des Hebels 21 angeordnet ist und den grösseren Arm desselben darstellt. Die Platte 25 weist an ihrem Ende eine Biegung 26 auf, die mit den Zähnen 7 des Sperrades 2 zum Eingriff kommt. Zur Verhinderung einer Rückdrehung des Sperrades 2 beim Leerlauf der Sperrklinke 6 kann der Antrieb mit einer zusätzlichen Sperrklinke 27 versehen sein, die beispielsweise in Form einer elastischen Drahtklammer ähnlich wie oben beschrieben ausgebildet ist. Die Sperrklinke 27 ist dabei am Gehäuse 1 fest angebracht. Eine solche Sperrklinke kann bei der Arbeit des Mechanismus ohne Belastung erforderlich werden, wenn die Reibung der Sperrklinke 25 am Rücken des Zahns 7 des Sperrades 2 die Reibung des letzteren in der Kopplung mit dem Gehäuse 1 und der Schraubenspindel 3 übersteigen kann.

In einer ganzen Reihe von Anwendungsfällen des erfindungsgemässen Antriebs, die im besonderen in den Figuren 8, 9, 10, 11 und 12 gezeigt sind, kann sich dessen flache Ausführung als zweckmässig erweisen, bei der die Zugstange 5 in der gleichen Ebene mit dem Sperrad 2 liegt. Solch eine Anordnung verringert beträchtlich das axiale Mass des Gehäuses 1, d. h. dessen Abmessung entlang der Achse der Schraubenspindel 3, vermindert die Massivität des Gehäuses 1 und ermöglicht die Verwendung desselben in den verschiedensten Kompressions-Distraktionsapparaten.

In der Figur 8 ist die vorerwähnte Ausführungsform des Antriebs im Schnitt dargestellt, der in einem bekannten Kompressions-Distraktionsapparat zur Verlängerung eines Knochens eingebaut ist. Das mit einer Aussenverzahnung ausgeführte Sperrad 2 ist im Gehäuse 1 drehbar angeordnet, welches einen Stutzen 28 besitzt, der einen Kanal 29 zur Unterbringung der Zugstange 5 bildet. Der Kanal 29 und die mit diesem gleichachsige Zugstange 5 sind in bezug auf das Sperrad 2 tangential angeordnet. Die Zugstange 5 ist über ein Ende mit einer Scheibe 30 starr verbunden, an der die in Form der vorstehend beschriebenen Drahtklammer 18 ausgebildete elastische Sperrklinke 6 angebracht ist, die mit einem der Zähne 7 des Sperrades 2 im Eingriff steht. Die Scheibe 30 ist mit dem Kanal 29 beweglich gekoppelt. Das andere Ende der Zugstange 5 ist in einem Regelteil 31 starr befestigt, der in Form eines am Ende des Kanals befindlichen zylindrischen Stopfens ausgebildet ist. Dieser Stopfen weist eine keilförmige Abflachung 32 auf, die mit der Stirnfläche einer Sicherungsschraube 33 zusammenwirkt, die sich in der unmittelbaren Nähe des Stopfens in einer verstärkten Wand des Stutzens 28 befindet. Zwischen der Stirnfläche des Regelteils 31 und der Scheibe 30 ist ein in Form einer Druckfeder 34 ausgebildetes elastisches Element angeordnet, welches die Zugstange 5 im ausgedehnten Zustand aufrechterhält. Die Feder 34 ist ebenso wie die Scheibe 30 mit der Wand des Kanals 29 beweglich gekoppelt. Mit den Zähnen 7 des Sperrades 2 wirkt die zusätzliche Sperrklinke 27 zusammen, welche die Rückdrehung des Sperrades 2 verhindert. Der Elektroerhitzer 9 ist wie vorstehend beschrieben ausgeführt und ebenfalls mit dem Stromversorgungsblock 11 elektrisch verbunden. Das Gehäuse 1 des Antriebs ist mit Schrauben 35 zu dessen Befestigung im Kompressions-Distraktionsapparat versehen.

Im besonderen kann der erfindungsgemässe Antrieb in einem Apparat eingebaut sein, der zur Verlängerung eines Knochens 36 bestimmt ist. Dieser Apparat ist in Fig. 8 bedingt in Form von ring- oder bogenförmigen Halterungen 37 gezeigt, die über den Knochen hindurchgeführte Drahtspeichen 38 tragen, welche an diesen Halterungen gespannt und

an ihnen mittels Klemmstücken 39 befestigt sind. An einer der Halterungen 37, beispielsweise an der unteren, sind rohrförmige Stützen 40 angebracht (in Fig. ist eine von ihnen gezeigt). Am oberen Teil der Stütze 40 ist mittels Schrauben 35 das Gehäuse 1 des Antriebs unbeweglich befestigt. Die Schraubenspindel 3, die durch das Gehäuse 1 hindurchgreift, befindet sich zum Teil innerhalb der rohrförmigen Stütze 40. Ihr anderes, ausserhalb der Stütze 40 und des Gehäuses 1 befindliches Ende ist durch Muttern 41 mit der oberen Halterung 37 des Kompressions-Distraktionsapparates starr verbunden, welche in ähnlicher Weise mittels (nicht gezeichneter) Drahtspeichen mit dem proximalen Teil des Knochens 36 in Verbindung steht. Zwischen dem proximalen und distalen Teil des Knochens 36 ist ein sie verbindendes Knochenregenerat 42 vorhanden.

In einem anderen Apparat (siehe Fig. 9), der zur Substituierung eines totalen Defektes des Knochens 36 durch Niederführung seines Fragmentes 43 bestimmt ist, sind ähnliche Halterungen 37 vorhanden, die mittels Drahtspeichen 38 mit dem distalen und dem proximalen Teil des Knochens 36 starr verbunden sind, der ein ausgedehntes Defekt im mittleren Teil besitzt. Die Halterungen 37 stehen über Gewindestäbe 44 miteinander in Verbindung. An den entgegengesetzten Seiten der distalen Halterung 37 sind mit Hilfe von Kragstützen 45 und mit diesen mittels einer Achse 46 gelenkig verbundenen Plattformen 47 Antriebe angebracht, deren Gehäuse 1 mittels der Schrauben 35 an den erwähnten Plattformen 47 unbeweglich befestigt sind.

Die Schraubenspindel 3 jedes Antriebs besitzt eine ebene längsverlaufende Abflachung 48 und ist durch eine zur Achse 46 senkrechte Bohrung in der Plattform 47 hindurchgesteckt. Die ebene Abflachung 48 wirkt mit der Stirnfläche einer Sicherungsschraube 49 zusammen und erlaubt der Schraubenspindel 3 nicht, sich um die eigene Achse zu drehen. Die Schraube 49 kann auch im Gehäuse 1 des Antriebs angeordnet sein, besser ist es jedoch, sie in einem mit dem Gehäuse 1 fest gekoppelten Teil, insbesondere in der Plattform 47 anzuordnen. Die Schraube 49 ist mit einer Gegenmutter 50 versehen, welche die Lage derselben fixiert.

Durch das Knochenfragment 43, das von dem proximalen Teil des Knochens 36 abgeschnitten ist und mit ihm über das später gebildete Knochenregenerat 42 in Verbindung steht, sind Drahtspeichen 51 hindurchgeführt, die an den Enden Verdickungen 52 aufweisen, welche sich auf der Aussenseite des Knochenfragmentes 43 befinden. Die Drahtspeichen 51 sind in Richtung der Achsen der Schraubenspindeln 3, welche sich auf der in Bezug auf die Verdickungen 52 entgegengesetzten Seite des Knochens befinden, geführt und an den Enden dieser Schraubenspindeln mittels Muttern 53 starr befestigt.

In einer weiteren Ausführungsform des Apparates, die in Fig. 11 gezeigt und zur Verbreiterung des Knochens 36 bestimmt ist, sind zum Unterschied von dem vorstehend Beschriebenen die Antriebe mit Hilfe der Plattformen 47 an einem steifen Balken 54 angebracht, dessen Enden mit den Halterungen 37 mit Hilfe von ein Gewinde aufweisenden Endstücken 55 starr verbunden sind. Die Schraubenspindeln 3 sind quer zur Achse des Knochens 36 angeordnet und über ähnliche Drahtspeichen 51, die Verdickungen 52 an den Enden aufweisen, mit einem vom Knochen in Längsrichtung abgespaltenen Fragment 56 verbunden, welches mit diesem Knochen über ein Knochenregenerat 57 in Verbindung steht.

Und schliesslich gehört zu der letzten von den in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen Ausführungsvarianten des erfindungsgemässen Antriebs ein Beispiel seines Einsatzes in einem bekannten Apparat zur Verlängerung von kurzen Röhrenknochen, der in Fig. 12 dargestellt ist. Dieser Ap-

parat wird in denjenigen Fällen angewendet, wenn die anatomische Lage von Knochen, beispielsweise von Falangen oder Mittelhandknochen, die Möglichkeit der durchgehenden Durchführung von Drahtspeichen, wie dies in den vorhergehenden Figuren gezeigt wurde, erschwert oder ausschliesst.

Bei dem bekannten Apparat zur Verlängerung von kurzen Röhrenknochen wird ein Antrieb mit der Schraubenspindel 3 verwendet, die eine längsverlaufende ebene Abflachung 48 besitzt. Der Apparat stellt Nagelhalter 58 dar, in denen Nägel 59 einseitig befestigt sind, die sich in der Querebene von (in Fig. nicht gezeichneten) Knochenfragmenten kreuzen. Die Nagelhalter 58 stehen miteinander mit Hilfe der Schraubenspindel 3 mit der Abflachung 48 in Verbindung, welche in den in ihnen gebildeten glatten Bohrungen angeordnet ist, die zur Anordnungsebene der Nägel 59 senkrecht sind. Die Nagelhalter 58 sind ausserdem mit Sicherungsschrauben 49 versehen, die mit Sicherungsschrauben 49 versehen, die mit ihren Stirnflächen mit der Abflachung 48 zur Verhinderung der Nagelhalterdrehung um die Achse der Schraubenspindel 3 zusammenwirken. Einer der Nagelhalter 58 befindet sich am Ende der Schraubenspindel 3 und ist daran durch eine Schraube 49 befestigt. Der zweite Nagelhalter 58 ist an der Schraubenspindel 3 mit Möglichkeit einer fortschreitenden Verschiebung längs derselben angeordnet, was durch Einstellung der Schraube 49 erreicht wird, die einen zur Verschiebung erforderlichen minimalen Spalt in der Kopplung mit der Abflachung 48 gewährleistet.

Die infolge der Einstellung erzielte Lage der Schraube 49 wird mittels der Gegenmutter 50 fixiert. Der bewegliche Halter 58 weist Gewindebohrungen 60 auf, in denen die Schrauben 35 eingesetzt sind, welche das Gehäuse 1 des Antriebs an ihm starr befestigen.

Die elektrischen Verbindungen 10 und der Stromversorgungsblock 11 sind in den Figuren 9, 10, 11 und 12 nicht gezeigt.

Der erfindungsgemässe Antrieb für Kompressions-Distraktionsapparate arbeitet folgendermassen:

Vom Stromversorgungsblock 11 wird über die Leitungen 10 dem Elektroerhitzer 9 ein Stromimpuls zugeführt, dessen Dauer für die Erwärmung der Zugstange 5 bis auf eine Temperatur ausreicht, bei welcher die umgekehrte martensitische Umwandlung stattfindet. Der Elastizitätsmodul des Materials der Zugstange 5 nimmt beträchtlich zu, und die Zugstange verringert sich in der Länge, indem sie Reibungskräfte im Mechanismus und den Widerstand des elastischen Elementes 8 überwindet. Hierbei verschiebt die Zugstange 5 die Sperrklinke 6, die, indem sie mit ihrem Ende auf einen der Zähne 7 des Sperrades 2 trifft, den Arbeitshub vollführt und dieses Sperrad um die Achse der Schraubenspindel 3 dreht. Die letztere beginnt, da sie keine Möglichkeit zur Drehung hat, sich längs ihrer Achse zu bewegen, und verschiebt die Halterung des Kompressions-Distraktionsapparates zusammen mit dem Knochenfragment, welches mit der Halterung starr verbunden ist (in Fig. sind diese Einzelteile nicht gezeigt). Der Arbeitshub der Sperrklinke 6 dauert so lange, bis sich das Kraftelement 4 (Zugstange 5) auf ein Mass verringert, welches es vor dem Anlegen an ihm einer vom elastischen Element 8 herrührenden Zugkraft besessen hat. Die Länge des Kraftelementes 4 (der Zugstange 5) ist ausreichend für die Verschiebung seines mit der Sperrklinke 6 verbundenen Endes um einen Betrag a gewählt, welcher durch die Ungleichung $t < a < 2t$ bestimmt wird, worin t die Teilung der Zähne 7 des Sperrades 2 bedeutet.

Nach der Abschaltung der Speisung des Elektroerhitzers 9 beginnt das Kraftelement 4 (die Zugstange 5) abzukühlen. Bei einer Temperatur unterhalb der Temperatur der direkten martensitischen Umwandlung nimmt dabei der Elastizitäts-

modul seines Materials beträchtlich ab. Dies führt dazu, dass das elastische Element 8 das Kraftelement 4 (die Zugstange 5) bis zu einem Mass ausdehnt, welches es vor der Erwärmung besessen hat. Die Sperrklinke 6 vollzieht während der Dehnung des Kraftelementes 4 (5) den Leerlauf, indem sie mit ihrem Ende auf den flachen Rücken des Zahns 7 kriecht und sich hierbei elastisch verbiegt. Am Ende des Leerlaufs befindet sich das Ende der Sperrklinke 6 mit einem nächsten Zahn 7 im Eingriff. Das Sperrad 2 bleibt während des Leerlaufs unbeweglich, weil sich die Reibungskräfte in seiner Kopplung mit dem Gehäuse 1 und der Schraubenspindel 3 als unvergleichlich grösser als die Kraft der Reibung des Endes der Sperrklinke 6 am Rücken des Zahns 7 erweisen.

Bei der Zuführung eines nächstfolgenden Stromimpulses vom Stromversorgungsblock 11 aus zum Elektroerhitzer 9 wiederholt sich der beschriebene Prozess. Demnach geht die Arbeit des Antriebs bei der abwechselnden Erwärmungs-Abkühlung des Kraftelementes 4 (der Zugstange 5) vor sich. Das Tempo der axialen Verschiebung der Schraubenspindel 3 hängt von der Impulsfrequenz des Speisestroms des Elektroerhitzers 9 ab, die in Abhängigkeit von konkreten biologischen Bedingungen vorgegeben werden kann, welche die Optimalität dieses Tempos bestimmen. Die Steuerung des Antriebs kann automatisch mit Hilfe einer speziellen Steuereinheit erfolgen, dessen Wesen nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist.

Die Arbeitsweise der Ausführungsform des in Fig. 7 gezeigten erfindungsgemässen Antriebs ist im grossen und ganzen der vorstehend beschriebenen ähnlich, hat jedoch gewisse Unterschiede. Im besonderen vollführt die Sperrklinke 6 bei der abwechselnden Erwärmungs-Abkühlung eine hin- und hergehende Drehbewegung um die Achse 22 des Hebels 21. Der letztere schwenkt entgegen dem Uhrzeigersinn bei der Reduzierung der sich erwärmenden Zugstange 5 und im Uhrzeigersinn bei deren Abkühlung unter der Einwirkung der Zugfeder 24, die mit dem Hebel 21 in Verbindung steht. Bei der Schwenkung des Hebels 21 entgegen dem Uhrzeigersinn findet der Arbeitshub der Sperrklinke 6 statt, wodurch das abgebogene Ende 26 der Sperrklinke 6, welches auf den Zahn 7 des Sperrades 2 trifft, das letztere dreht und die axiale Verschiebung der Schraubenspindel 3 hervorruft, welche keine Drehungsmöglichkeit infolge der starren Befestigung an der Halterung des Kompressions-Distraktionsapparates (in Fig. nicht gezeigt) hat. Während des Arbeitshubes gestattet die zusätzliche Sperrklinke 27 dem Sperrad 2, sich zu drehen, indem sie auf den flachen Rücken des Zahns 7 kriecht und sich dabei elastisch verbiegt. Am Ende des Arbeitshubes gelangt sie in eine nächstfolgende Lücke zwischen den Zähnen 7. Bei der Schwenkung des Hebels 21 in der umgekehrten Richtung, welche infolge der Dehnung der abkühlenden Zugstange 5 durch die Feder 24 beginne, findet der Leerlauf der Sperrklinke 6 statt, welche auf den flachen Rücken eines nächstfolgenden Zahns 7 kriecht und sich dabei elastisch verbiegt. Die Sperrklinke 27, die in diesem Augenblick mit einem der Zähne 7 des Sperrades 2 im Eingriff steht, verhindert dessen Rückdrehung, welche infolge der Reibungskraft der Sperrklinke 6 am Rücken des Zahns 7 erfolgen könnte. Die gegenseitige Lage der Sperrklinken 27 und 6 wird mit Hilfe des als Schraube 23 ausgebildeten Regelteils eingestellt. Die axiale Verschiebung dieser Schraube 23 bewirkt eine Schwenkung des Hebels 21 und eine Lageänderung der Sperrklinke 6 in bezug auf die Sperrklinke 27, die am Gehäuse 1 unbeweglich befestigt ist.

Die Ausführungsform des erfindungsgemässen Antriebs, die im Schnitt in Fig. 8 dargestellt ist, arbeitet im Prinzip ähnlich wie oben beschrieben. Einige Unterschiede sind

durch eine andere konstruktive Ausführung des Antriebs bestimmt.

Im besonderen vollführt bei dieser Ausführungsform die Sperrklinke 6 zum Unterschied von der hin- und hergehenden Drehbewegung der Sperrklinke 6 in der vorbeschriebenen Variante eine hin- und hergehende Verschiebung entlang der Achse des Kanals 29. Bei der Erwärmung der Zugstange 5 wird ihre Länge kleiner, wobei sie die Feder 34 zusammendrückt und den Arbeitshub der Sperrklinke 6 ermöglicht, welche an der längs der Achse des Kanals 29 unbeweglichen Scheibe 30 angebracht ist. Bei der Abkühlung der Zugstange 5 dehnt die Feder 34 diese aus und gewährleistet den Leerlauf der Sperrklinke 6. Die zusätzliche Sperrklinke 27 arbeitet ähnlich wie in der vorstehend beschriebenen Variante.

Die Einstellung der gegenseitigen Lage der Sperrklinken 6 und 7 führt man durch, indem man die Schraube 33 löst, die das als Stopfen 31 ausgebildete Regelteil freigibt, und indem man dieses entlang der Achse des Kanals 29 verschiebt. Hiernach fixiert man die erzielte Lage durch dieselbe Schraube 33, die sich gegen die keilförmige Abflachung 32 abstützt, welche die Zuverlässigkeit der Befestigung gewährleistet.

Während der Arbeit des Antriebs rufen die Schraubenspindel 3, die sich entlang ihrer Achse synchron verschieben, die gegenseitige Verschiebung der proximalen und distalen Halterungen 37 sowie der mit diesen in Verbindung stehenden gleichnamigen Teile des Knochens 37 hervor, wobei infolgedessen eine Streckung des diese Teile verbindenden Knochenregenerats 42 geschieht.

Bei der Ersetzung eines totalen Knochendefektes, gezeigt in Fig. 9, ruft die axiale Verschiebung der Schraubenspindeln 3 eine Verschiebung des vermittels der Drahtspeichen 51 mit ihnen verbundenen Knochenfragmentes 43 sowie eine allmähliche Streckung des Knochenregenerats 42 hervor. Je nach der Verschiebung des Knochenfragmentes 43 verschieben sich die an den gelenkigen Plattformen angebrachten Gehäuse 1 der Antriebe so lange, bis das bewegte Fragment auf den unteren Teil des Knochens 36 trifft. Hiernach lässt man die Stossstelle derselben nach der allgemein bekannten Methodik zusammenwachsen.

Bei der in Fig. 11 gezeigten Anwendungsvariante des erfindungsgemässen Antriebs wird die Verschiebung des von dem Knochen 36 in Längsrichtung abgespaltenen Fragmentes 56, das mit dem Knochenregenerat 57 in Verbindung steht, in ähnlicher Weise ausgeführt. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass das Knochenfragment 56 unter der Wirkung der Schraubenspindeln 3 in der Querrichtung so lange verschoben wird, bis der Querschnitt des zu erweitern den Knochens 36 ausreichend wird. Hiernach hört man mit der Verschiebung des Fragmentes 56 auf und stabilisiert dieses nach einer der allgemein bekannten Methoden bis zur

vollständigen Umgestaltung des Knochenregenerates 57 in das Knochengewebe.

Bei der in Fig. 12 gezeigten Anwendungsvariante des erfindungsgemässen Antriebs findet bei der Drehung des Sperrades 2 eine fortschreitende Bewegung des Gehäuses 1 und des mittels der Schrauben 35 starr mit ihm verbundenen Nagelhalters 58 entlang der Achse der Schraubenspindel 3 relativ zum anderen, starr befestigten Nagelhalters 58 statt. Hierbei erfolgt die Verschiebung der (in Fig. nicht gezeigten) Knochenfragmente, die mit den Nagelhaltern 58 mittels der Nägel 59 starr verbunden sind, und eine Verlängerung des Knochens aufgrund des dabei wachsenden Regenerats, welches die vorerwähnten Knochenfragmente verbindet.

Die Verfahren der chirurgischen Operationen, die mit der Osteotomie, der Durchführung von Drahtspeichen und Nägel durch das lebende Gewebe sowie mit der Montage der Kompressions-Distraktionsapparate zusammenhängen, werden nach den allgemein bekannten Methodiken durchgeführt und werden in der vorliegenden Anmeldung nicht beschrieben.

Die erfindungsgemässe Konstruktion bietet zum Unterschied von den bekannten Bauarten die Möglichkeit, den Antrieb bei hinreichender Kraft dermassen klein auszubilden, dass dessen Anwendung bei der Verlängerung von kurzen Stümpfen der Falangen und Mittelhandknochen des Handgelenks möglich wird, wo die erforderlichen relativen Grössen der Knochenverlängerung 100% und mehr erreichen. Bei derartigen Verlängerungsgrössen ist die Effektivität des erfindungsgemässen Antriebes besonders hoch.

Die genannte Möglichkeit wird in erster Linie dadurch gewährleistet, dass die ausreichend einfache Konstruktion den Antrieb als Miniaturantrieb auszubilden erlaubt, während die hohen spezifischen Kräfte, welche vom Kraftelement des Antriebs entwickelt werden, es ermöglichen, eine für die zuverlässige Funktion des Antriebs ausreichende Reserve der Distraktionskraft zu erzielen.

Die einfache Konstruktion bestimmt ausser der Betriebssicherheit auch eine billige Herstellung und folglich eine weitgehende Verwendung des erfindungsgemässen Antriebs.

Es sei des weiteren bemerkt, dass neben der Verwendung des erfindungsgemässen Antriebs in der Heilpraxis der Einsatz desselben bei experimentellen Untersuchungen von biologischen Gesetzmässigkeiten der Geweberegeneration zweckmässig ist. Das geringe Gewicht und die kleinen Abmessungen des Antriebs gewährleisten dessen besondere Vorteile gegenüber den bekannten Antrieben, weil es möglich wird, für diesen Zweck kleine Versuchstiere zu benutzen, durch welche die Kosten der Untersuchungen herabgesetzt werden und zugleich ein höherer Grad der Normgerechtigkeit des biologischen Ausgangsmaterials sichergestellt wird, die die Zuverlässigkeit von erzielten Ergebnissen erhöht.

55

60

65

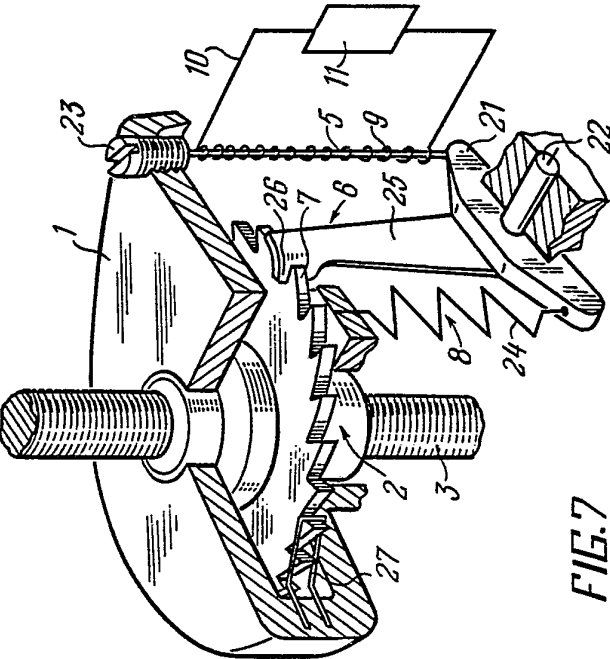


FIG. 7

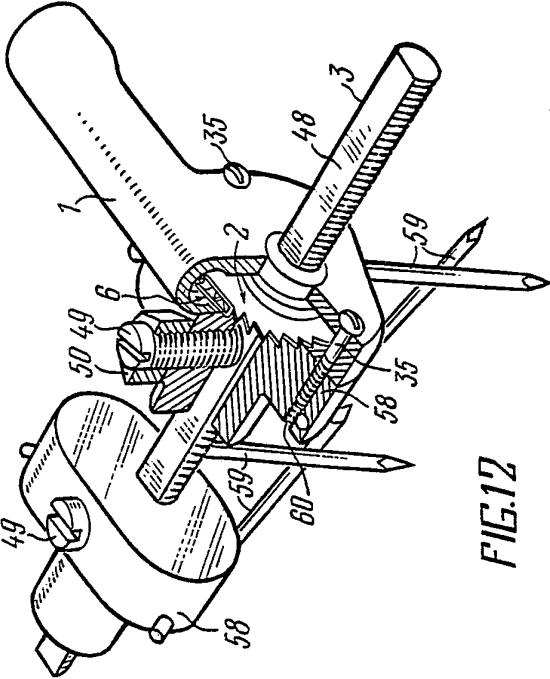


FIG. 12

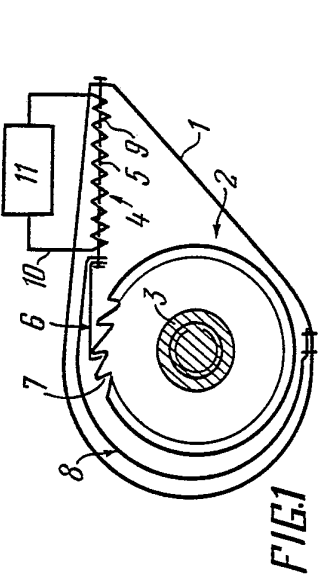


FIG. 1

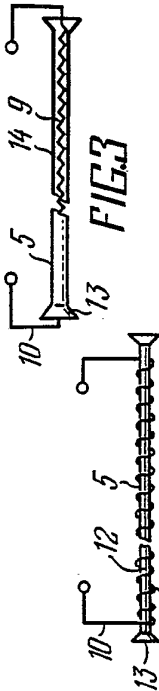


FIG. 2

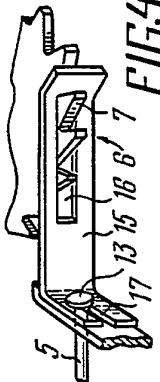


FIG. 3

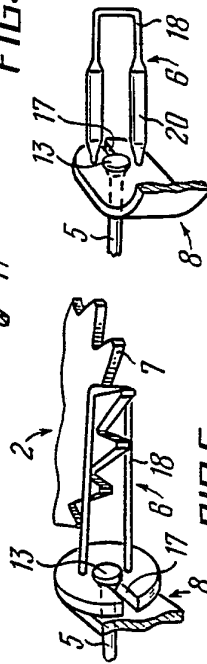


FIG. 4



FIG. 5



FIG. 6

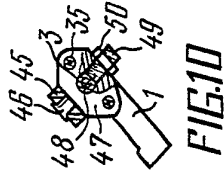


FIG. 10

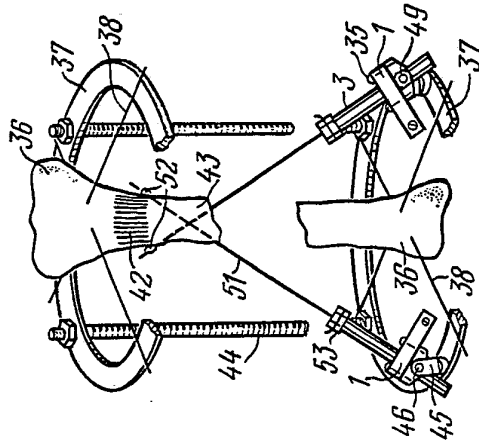


FIG. 9

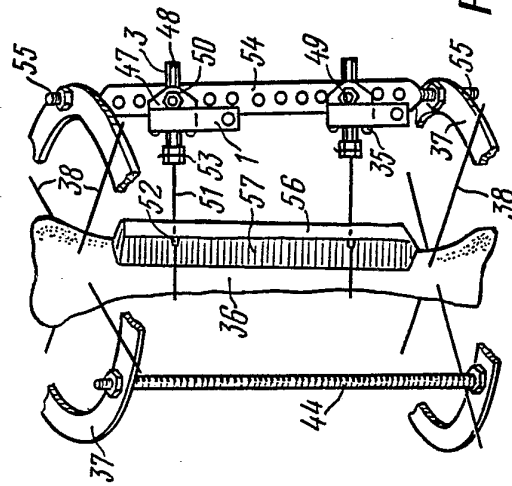


FIG. 11

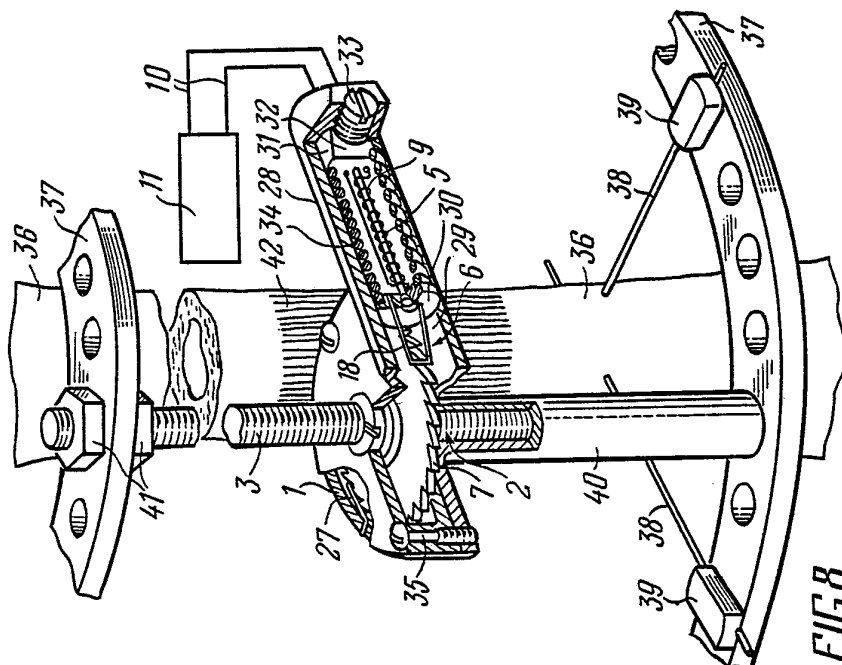


FIG. 8