



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 15 282 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
A 61 B 17/22
G 01 S 15/88

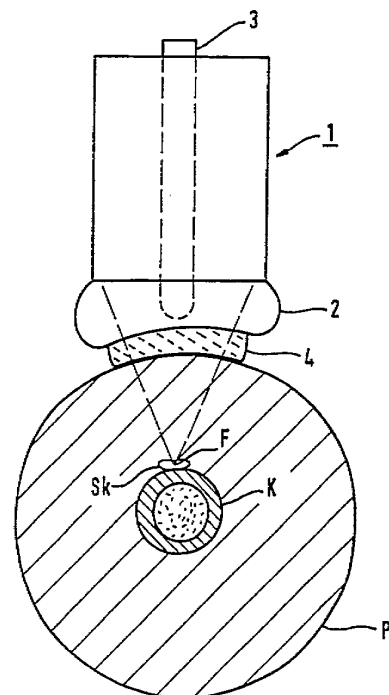
②1 Aktenzeichen: P 43 15 282.1
②2 Anmeldetag: 7. 5. 93
④3 Offenlegungstag: 17. 11. 94

DE 43 15 282 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Dahmen, Georg P., Dr.med., 22339 Hamburg, DE;
Krause, Hartmut, Dipl.-Ing., 91056 Erlangen, DE;
Meiss, Ludwig, Prof., 22609 Hamburg, DE

- ⑤4 Verwendung einer akustischen Druckimpulsquelle
- ⑤7 Die Erfindung betrifft die Verwendung einer akustischen Druckimpulsquelle (1), insbesondere einer fokussierte akustische Stoßwellen abgebenden Druckimpulsquelle, zur Schmerzbehandlung.



DE 43 15 282 A 1

Die Erfindung betrifft die Verwendung einer akustischen Druckimpulsquelle.

Seit Anfang der 80iger Jahre werden akustische Druckimpulsquellen bei der Behandlung von Nieren-, Gallen und Speichelsteinen erfolgreich eingesetzt. Seit kurzem ist auch die Verwendung im Knochenbereich, z. B. bei verzögerter Knochenbruchheilung, bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neue Verwendung für akustische Druckimpulsquellen anzugeben.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Verwendung einer akustischen Druckimpulsquelle zur Schmerzbehandlung gelöst. Dies betrifft alle Schmerzen im Weichteilbereich und Knochenbereich. Hierzu sind Schmerzen in der Haut, im Fettgewebe, in Fascien und Apneurosen, in Sehnen und Bändern, in Muskeln und Gelenkkapseln, an Knorpel und Knochenhaut sowie in den Knochen zu zählen. Daß diese Schmerzen durch Beaufschlagung mit mittels der Druckimpulsquelle erzeugter Druckimpulse möglich ist, ist um so überraschender, als bei den eingangs genannten Therapieverfahren durch die akustischen Druckimpulse Schmerzempfinden ausgelöst wird. Es wird davon ausgegangen, daß die Schmerzrezeptoren durch die Beaufschlagung mit akustischen Druckimpulsen sozusagen gesättigt sind, so daß eine Weiterleitung des Schmerzempfindens nicht mehr stattfindet. Als besonders vorteilhaft ist anzusehen, daß im Gegensatz zu der Gabe von Analgetika, Antirheumatika oder Cortikosteroide keine nennenswerten Nebenwirkungen auftreten. Lediglich lokale Reizungen der Haut, die zwei bis drei Minuten nach der Behandlung wieder verschwinden, sind zu nennen.

Die Behandlung erfolgt beispielsweise derart, daß nach Lokalisation der schmerzhaften Körperstelle und Zuordnung zu einer anatomischen Struktur dieses Bereichs mittels Ultraschallund/oder Röntgenortung eingestellt, also in den Wirkungsbereich der Druckimpulsquelle gebracht wird. Danach werden beginnend mit der jeweils geringsten Energiedichte der Druckimpulse z. B. $0,05 \text{ mJ/mm}^2$, Druckimpulse appliziert. Je nach Toleranz des Patienten kann die Energiedichte der Druckimpulse gesteigert werden. Die Schmerzfremheit setzt gewöhnlich nach kurzer Zeit ein. Eine Wiederholung der Behandlung kann zweckmäßig sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Verwendung einer fokussierte akustische Druckimpulse abstrahlenden Druckimpulsquelle vorgesehen. Hierdurch ist es möglich, die Behandlung auf denjenigen Körperbereich zu begrenzen, der Ursprungsort der Schmerzen ist.

Als besonders zweckmäßig hat sich erwiesen, eine Druckimpulsquelle zu verwenden, die die Druckimpulse als akustische Stoßwellen abstrahlt. Unter Stoßwellen sind positive akustische Druckimpulse (Überdruck) zu verstehen, die eine extrem steile Anstiegsfront aufweisen. Die Verwendung einer derartigen Druckimpulsquelle gestattet es, die erforderliche akustische Energie in den Körper des Patienten einzuleiten, ohne daß es zu einer schädlichen Überhitzung der behandelten Weichteilbereiche kommen kann. Bisherige Versuche haben ergeben, daß Energiedichten in der Größenordnung von $0,05$ bis $0,6 \text{ mJ/mm}^2$ zweckmäßig sind. Als besonders vorteilhaft haben sich Energiedichten in der Größenordnung von $0,5 \text{ mJ/mm}^2$ erwiesen. Die Spitzendrücke der akustischen Druckimpulse sollten zweckmäßigerweise in der Größenordnung von 200 bis 700 bar, vor-

zugsweise in der Größenordnung von 500 bar liegen. In der Regel umfaßt eine Behandlung mehrere Sitzungen, z. B. fünf Sitzungen). Dabei sollte die dem Patienten zugeführte gesamte akustische Energie pro Sitzung $1,5 \text{ J}$ nicht wesentlich überschreiten. Im Falle der Verwendung einer fokussierte Stoßwellen abstrahlenden Stoßwelle sollte die Anzahl der pro Sitzung verabreichten Stoßwellen 800 bis 2000 nicht wesentlich überschreiten. Als günstiger Wert wurden 1200 Impulse gefunden.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung einer elektromagnetischen Druckimpulsquelle, wie sie beispielsweise in dem US-Patent 4 674 505 beschrieben ist, erwiesen, da sich bei derartigen Druckimpulsquellen die Energiedichte bzw. der Spitzendruck der Druckimpulse gut regeln läßt.

Um sicherstellen zu können, daß der jeweils zu behandelnde Bereich auch tatsächlich von den akustischen Druckimpulsen beaufschlagt wird, ist es zweckmäßig, eine Druckimpulsquelle zu verwenden, die eine Ortungseinrichtung, insbesondere eine Ultraschall- und/oder Röntgenortungseinrichtung, zur Ortung des therapeutischen relevanten Bereiches enthält.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Patienten mit applizierter akustischer Druckimpulsquelle, und

Fig. 2 ebenfalls in schematischer Darstellung einen Längsschnitt durch die Druckimpulsquelle gemäß **Fig. 1**.

In der **Fig. 1** ist ein Patient dargestellt, an den eine elektromagnetische akustische Druckimpulsquelle 1 appliziert ist, die fokussierte akustische Druckimpulse in Form von Stoßwellen aussendet. Diese wird unter Zuhilfenahme einer Ultraschall-Ortungseinrichtung, deren in die Druckimpulsquelle integrierter Ultraschallkopf 3 in der **Fig. 1** angedeutet ist, derart mittels ihrer elastischen Koppelmembran 2 an die Körperoberfläche des Patienten P appliziert, daß eine innerhalb des im Querschnitt dargestellten Körpers des Patienten P befindliche schmerzhaft Körperstelle SK mit den Stoßwellen behandelt werden kann. Der Patient wird nun in mehreren, beispielsweise fünf Sitzungen, vorzugsweise findet pro Tag eine Sitzung statt, behandelt, wobei ihm pro Einzelsitzung 800 bis 2000 Stoßwellen verabreicht werden. Vorzugsweise liegt der Spitzendruck der stoßwellen in der Größenordnung von 500 bar. Die Energiedichte der stoßwellen liegt vorzugsweise in der Größenordnung von $0,1 \text{ mJ/mm}^2$. In Anpassung an den jeweiligen Behandlungsfall können abweichende spitzendrücke (200 bis 700 bar) und abweichende Energiedichten ($0,08$ bis $0,6 \text{ mJ/mm}^2$) zweckmäßig sein. Spitzendruck und Energiedichte der Stoßwellen können in den genannten Bereichen eingestellt werden.

Der Aufbau geeigneter elektromagnetischer Druckimpulsquellen ist beispielsweise in der US-PS 4 697 588, der US-PS 4 764 505 und der EP-A-0 301 360 näher beschrieben.

Der Aufbau der Druckimpulsquelle 1 wird im folgenden anhand der **Fig. 2** beispielhaft näher erläutert.

Die Druckimpulsquelle 1 weist ein etwa topfförmiges Gehäuse 5 auf, im Bereich von dessen einem Ende ein insgesamt mit 6 bezeichneter Stoßwellengenerator vorgesehen ist. An seinem offenen Ende ist das Gehäuse 5 der übrigen im wesentlichen rotationssymmetrisch zur Mittelachse M ausgebildeten Druckimpulsquelle 1 mittels der flexiblen Koppelmembran 2 verschlossen. Mittels dieser wird die Druckimpulsquelle 1 zur akustischen Koppelung in der in **Fig. 1** gezeigten Weise an den Kör-

per des Patienten P angepreßt. Das Gehäuse 5 ist mit Wasser gefüllt, das als akustisches Ausbreitungsmedium für die von dem Stoßwellengenerator 6 ausgehenden Stoßwellen vorgesehen ist.

Dem Stoßwellengenerator 6 ist eine akustische Sammellinse 7 vorgelagert, die zur Fokussierung der von dem Stoßwellengenerator ausgehenden ebenen Stoßwellen dient, die dann wie in den Fig. 1 und 2 strichliert angedeutet, in der auf der Mittelachse M liegenden Fokuszone F zusammenlaufen. Der Stoßwellengenerator 6 und die Sammellinse 7 sind mit miteinander fluchtenden zentralen Öffnungen versehen, durch die sich der in einem Rohr aufgenommene Ultraschallkopf 3 erstreckt, der es gestattet, mit einer schematisch angedeuteten elektronischen Einrichtung 8 Ultraschall-B-Bilder einer die Mittelachse M und die Fokuszone F der Stoßwellen enthaltenden Schicht des Körpers des Patienten P zu erzeugen.

Mittels der durch den Ultraschallkopf 3 und die elektronische Einrichtung 8 gebildeten Ultraschall-Ortungseinrichtung und/oder einer nicht dargestellten Röntgen-Ortungseinrichtung ist es nach Lokalisation der schmerzhaften Körperstelle SK und ihrer Zuordnung zu einer anatomischen Struktur, im Falle der Fig. 1 dem Knochen K, in an sich bekannter Weise möglich, die Druckimpulsquelle 1 relativ zum Körper des Patienten P so auszurichten, daß sich die jeweilige schmerzhaft Körperstelle SK so wie in Fig. 1 dargestellt in der Fokuszone F der Stoßwellen befindet. Dies geschieht mit Hilfe einer die Lage der Fokuszone F kennzeichnenden Marke F', die in das auf einem Monitor 9 angezeigte Ultraschall-B-Bild in an sich bekannter Weise eingeblendet ist. Die Randstrahlen der Stoßwellen sind in den Figuren strichliert angedeutet.

Um die Druckimpulsquelle 1 in der beschriebenen Weise relativ zu dem Patienten P ausrichten zu können, ist sie mittels einer nicht dargestellten, an sich bekannten Verstelleinrichtung räumlich verstellbar.

Gemäß Fig. 2 weist der Stoßwellengenerator 6 eine elektrisch leitfähiges Material, beispielsweise Kupfer oder Aluminium, enthaltende ebene Membran 10 auf, deren eine Seite an das in dem Gehäuse 5 befindliche Wasser angrenzt. Die andere Seite der Membran 10 liegt unter Zwischenfügung einer Isolierfolie 11 an einer spiralförmig gewickelten Flächenspule 12 an, die beispielsweise durch Kleben auf einem Spulenträger 13 angebracht ist. Die Flächenspule 12 steht über zwei Anschlüsse mit einem Hochspannungsimpulsgenerator 14 in Verbindung, mittels dessen die Flächenspule 12 mit Hochspannungsimpulsen hoher Stromstärke (kV- und kA-Bereich) beaufschlagbar ist.

Bei Beaufschlagung der Flächenspule 12 mit einem Hochspannungsimpuls bewegt sich die Membran 10 schlagartig von der Flächenspule 12 weg. Hierdurch bildet sich in dem in dem Gehäuse 5 befindlichen Wasser eine Stoßwelle aus, die mittels der akustischen Sammellinse 7 fokussiert wird.

Übrigens kann, so wie dies in der Fig. 1 dargestellt ist, eine zusätzliche Koppelvorrückung 4 in Form eines Wassersackes oder einer Hydrogelscheibe zwischen der Körperoberfläche des Patienten P und der Koppelmembran 2 angeordnet sein.

Obwohl es besonders vorteilhaft ist, elektromagnetische Druckimpulsquellen der beschriebenen Art zu verwenden, da diese gut regelbar sind, können auch andere Druckimpulsquellen, beispielsweise piezoelektrische (US-PS 4 526 168), elektrohydraulische (DE-OS 23 51 247) oder magnetostruktive Druckimpulsquel-

len, erfindungsgemäß verwendet werden. Auch muß es sich bei den erfindungsgemäß verwendeten Druckimpulsquellen nicht um Druckimpulsquellen handeln. Auch akustische Druckimpulsquellen, die nicht als Stoßwellen einzuordnende akustische Druckimpulse erzeugen, können Verwendung finden. Als Beispiel sei nur auf solche Druckimpulsquellen verwiesen, die akustische Unterdruckimpulse erzeugen.

Patentansprüche

1. Verwendung einer akustischen Druckimpulsquelle (1) zur Schmerzbehandlung.
2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei eine fokussierte akustische Druckimpulse abstrahlenden Druckimpulsquelle (1) verwendet wird.
3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Druckimpulsquelle (1) verwendet wird, die die Druckimpulse als akustische Stoßwellen abstrahlt.
4. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Druckimpulsquelle (1) verwendet wird, die Druckimpulse mit einer Energiedichte in der Größenordnung von 0,05 bis 0,6 mJ/mm², vorzugsweise in der Größenordnung von 0,5 mJ/mm², abstrahlt.
5. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine Druckimpulsquelle (1) verwendet wird, die Druckimpulse mit einem Spitzendruck in der Größenordnung von 200 bis 700 bar, vorzugsweise in der Größenordnung von 500 bar, abstrahlt.
6. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei eine elektromagnetische Druckimpulsquelle (1) verwendet wird.
7. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei eine Druckimpulsquelle (1) verwendet wird, die eine Ortungseinrichtung, insbesondere eine Ultraschall-Ortungseinrichtung (3, 8, 9), zur Ortung des therapeutischen relevanten Bereiches (SK) enthält.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

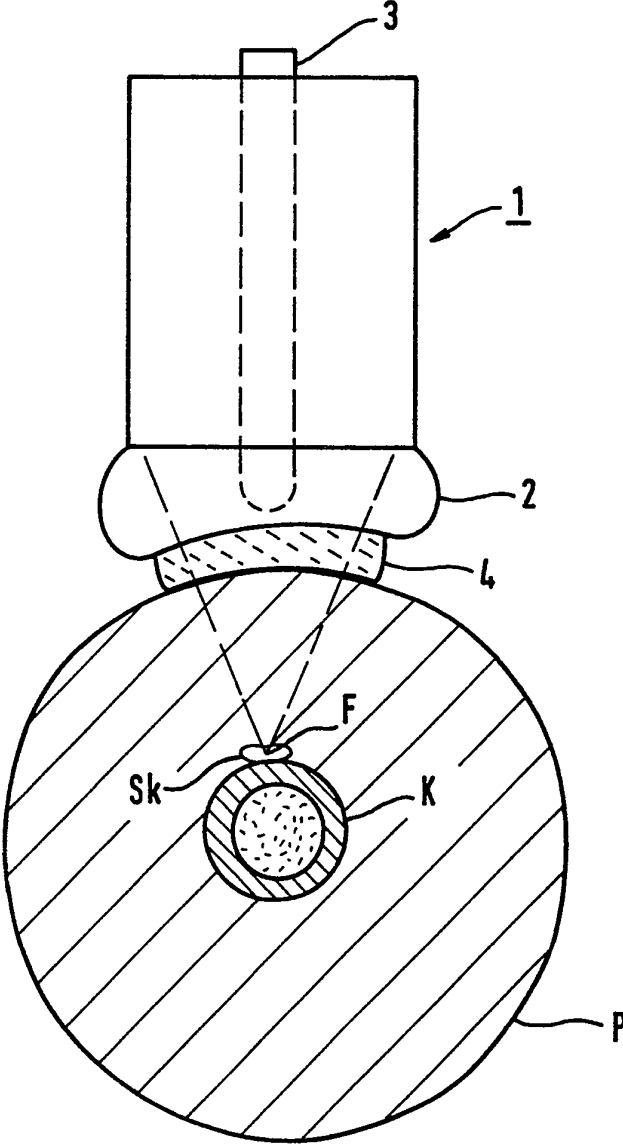


FIG 1

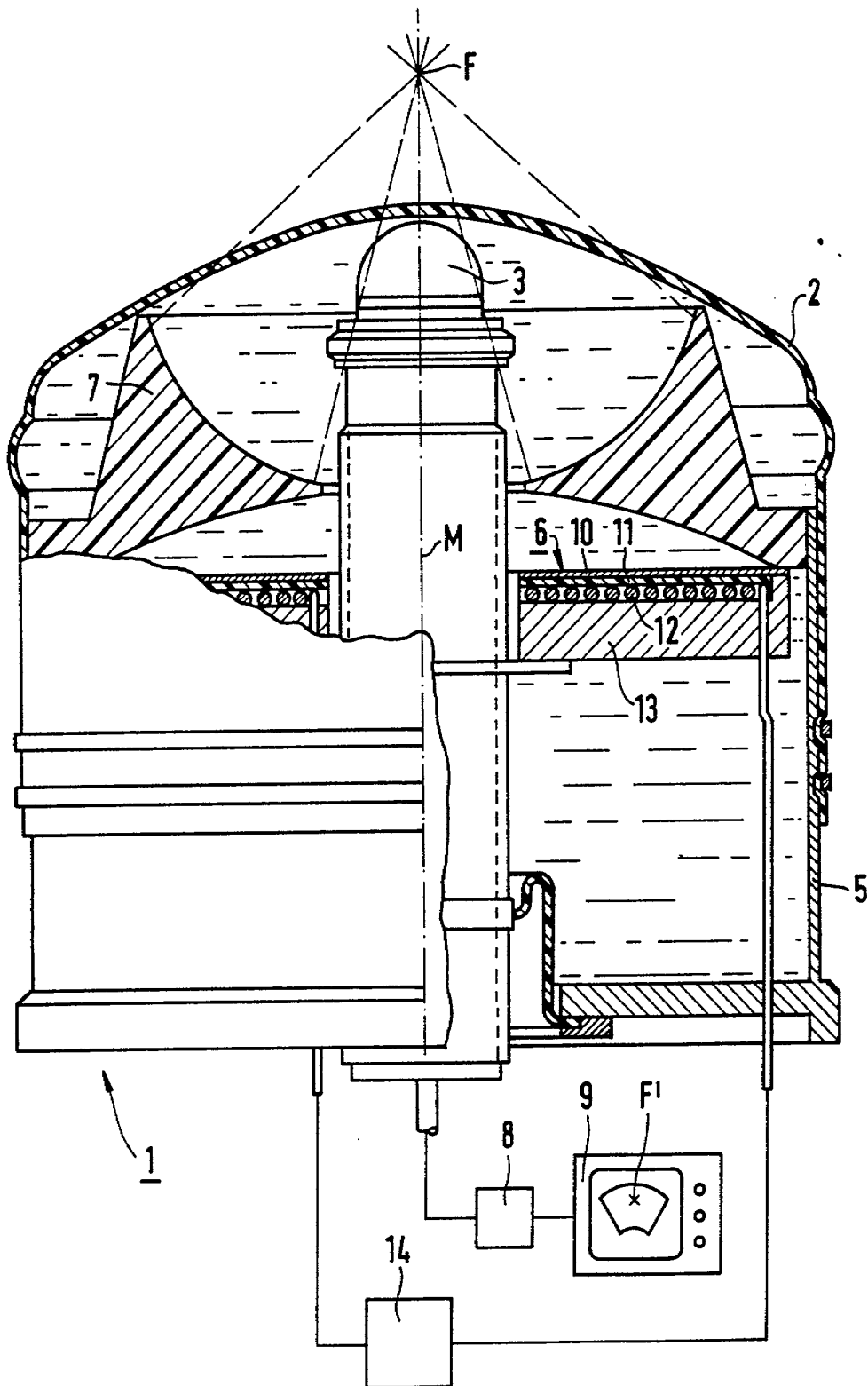


FIG 2