(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

Wirtschaftspatent

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461 (11) **203 229**

Int.Cl.³ 3(51) **A 61 B 17/32**

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP A 61 B/ 2368 353 (22) 19.01.82 (44) 19.10.83

(71) siehe (72)
(72) FRITZSCH, GERNOD,DIPL.-ING.;MUELLER, THOMAS,DR. MED.;MUELLER, WOLFGANG,DR.; NEUMANN, ALEXIS,PROF. DR. HABIL.;DD; WEHNER, WILFRIED,OMR PROF. DR. SC. MED.;DD;
(73) siehe (72)
(74) TECHN. HOCHSCHULE KARL-MARX-STADT BFN/S 9010 KARL-MARX-STADT PSF 964

(54) ULTRASCHALLSKALPELL

(57) Die Erfindung betrifft ein Ultraschallskalpell, bei dem neben der Handkraft des Chirurgen eine zusätzliche Wirkenergie (Ultraschallfestkörperschwingung) zum Schneiden weicher biologischer Gewebe genutzt wird. Das Instrument schwingt als Halbwellenresonator in seiner Resonanzfrequenz. Es besteht aus einem zur Amplitudenverstärkung speziell gestaltetem rotationssymmetrischen Schaft und einem daran angearbeiteten Arbeitssegment, das durch seine spezielle Gestaltung im ziehenden Schnitt besonders kraftarm schneidet. Das Arbeitssegment weist im Gegensatz zu üblichen Ultraschallskalpellen einen konvex, vorzugsweise parabelförmigen gekrümmten Messerrücken und eine Schneide auf, die in ihrem vorderen Teil parallel zur Resonatorachse verläuft und in ihrem hinteren Teil leicht konkav gekrümmt ist. Das Ultraschallskalpell ist für ausgewählte Indikationsgebiete der Chirurgie, bei denen ein präzises, kraftarmes, und blutarmes Schneiden angestrebt wird, anwendbar.

(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

Wirtschaftspatent

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461 (11) **203 229**

Int.Cl.³ 3(51) **A 61 B 17/32**

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP A 61 B/ 2368 353 (22) 19.01.82 (44) 19.10.83

(71) siehe (72)
(72) FRITZSCH, GERNOD,DIPL.-ING.;MUELLER, THOMAS,DR. MED.;MUELLER, WOLFGANG,DR.;
NEUMANN, ALEXIS,PROF. DR. HABIL.;DD;
WEHNER, WILFRIED,OMR PROF. DR. SC. MED.;DD;
(73) siehe (72)
(74) TECHN. HOCHSCHULE KARL-MARX-STADT BFN/S 9010 KARL-MARX-STADT PSF 964

(54) ULTRASCHALLSKALPELL

(57) Die Erfindung betrifft ein Ultraschallskalpell, bei dem neben der Handkraft des Chirurgen eine zusätzliche Wirkenergie (Ultraschallfestkörperschwingung) zum Schneiden weicher biologischer Gewebe genutzt wird. Das Instrument schwingt als Halbwellenresonator in seiner Resonanzfrequenz. Es besteht aus einem zur Amplitudenverstärkung speziell gestaltetem rotationssymmetrischen Schaft und einem daran angearbeiteten Arbeitssegment, das durch seine spezielle Gestaltung im ziehenden Schnitt besonders kraftarm schneidet. Das Arbeitssegment weist im Gegensatz zu üblichen Ultraschallskalpellen einen konvex, vorzugsweise parabelförmigen gekrümmten Messerrücken und eine Schneide auf, die in ihrem vorderen Teil parallel zur Resonatorachse verläuft und in ihrem hinteren Teil leicht konkav gekrümmt ist. Das Ultraschallskalpell ist für ausgewählte Indikationsgebiete der Chirurgie, bei denen ein präzises, kraftarmes, und blutarmes Schneiden angestrebt wird, anwendbar.

Zur PS Nr. 203 229
ist eine Zweitschrift erschienen.
(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs. 1 d. Änd.Ges.z. Pat.Ges.)

236835 3

Ultraschallskalpell

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Ultraschallskalpell, das als Festkörperresonator im Ultraschallbereich schwingt und mit seinem speziell gestalteten messerförmigen Arbeitssegment zum Trennen weicher biologischer Gewebe dient. Das Arbeitssegment ist so geformt, daß es bei allen Schnitten, die in ziehender Bewegung ausgeführt werden, vorteilhaft einsetzbar ist. Das Ultraschallskalpell ist für bestimmte Operationen in der Chirurgie anwendbar, bei denen ein präzises, kraftarmes Schneiden und Präparieren sowie blutarme Läsionen angestrebt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Neben dem konventionellen Skalpell, das durch die Handkraft des Chirurgen beim Schnitt geführt wird und das für spezielle Operationen sehr vielgestaltig weiterentwickelt wurde, gibt es in den letzten Jahren Entwicklungen chirurgischer Schneidinstrumente, die neben der Handkraft des Chirurgen eine zweite Wirkenergie zum Schnitt nutzen, wie z. B. in der Kryo,- Hochfrequenz- und Ultraschallchirurgie oder beim Hamer-Skalpell gemäß DEOS 2611720.

Diese Einrichtungen werden für spezielle Operationen der allgemeinen Chirurgie, aber auch in chirurgischen Spezialdisziplinen angewendet, z. B. in der Neurologie, Augenchirurgie, Urologie usw.. Die aufgebrachte Wirkenergie ermöglicht neben

13 JAN 1982 * 984763

der Erleichterung des Schneidens meist die Nutzung weiterer Effekte, wie z. B. eine damit verbundene Blutstillung.

Bekannt sind Ultraschallskalpelle für die allgemeine Chirurgie, wie auch für Spezialgebiete, wie z. B. für die Neurochirurgie nach DEOS 2605986, sowie die Augenchirurgie nach DDWP 109 296 und DEOS 2626 373.

Weitere Ultraschallskalpelle sind in den sowjetischen Urheberscheinen UHS 344 851 und UHS 797 677 beschrieben. In den meisten Fällen ähnelt die Form des Arbeitssegmentes (Klinge) der von konventionellen Skalpellen, deren Schneide zum geraden Messerrücken hin unter verschiedenen Radien gekrümmt ist, wobei die Größe des Radius sich nach dem Einsatzgebiet richtet. Der Messerrücken verläuft dabei parallel zur Resonatorachse. Messungen der Schwingungsamplitude an Ultraschallskalpellen haben gezeigt, daß die größte Amplitude an der Instrumentenspitze auftritt und sie sich entlang der gekrümmten Schneide in dem Maße verkleinert, wie der Winkel zwischen der Tangente am betrachteten Schneidenpunkt und der Resonatorachse kleiner wird. Das heißt, liegt die Schneide parallel zur Resonatorachse, erfolgt eine Hin- und Herbewegung der Schneidenpunkte, während senkrecht zur Schneide keine Schwingungsamplitude feststellbar ist. Deshalb haben diese Ultraschallskalpelle den entscheidenden Nachteil, daß die größte Schwingungsamplitude, die an der Instrumentenspitze auftritt, beim ziehenden Schnitt nicht ausgenutzt werden kann, so daß die mögliche Schnittkrafterniedrigung der Handkraft des Chirurgen nicht voll wirksam wird.

Der rotationssymmetrische Teil von Ultraschallresonatoren zum Verrichten mechanischer Arbeit verjüngt sich meist nach bestimmten mathematischen Funktionen von einem großen Anfangs- zu einem kleineren Endquerschnitt, an dem ein Arbeitssegment angebracht ist. Bekannt sind Exponential- und Hyperboloidresonatoren, abgesetzte Zylinderresonatoren, Kegelstumpfresonatoren sowie Resonatoren mit kombinierten Formsegmenten. Die Qualität dieser Resonatoren hängt ab vom Verhältnis der Amplitudentransformation zur entstehenden maximalen Werk-

stoffspannung, vom Fertigungsaufwand, von der notwendigen Geometrie für eine bestimmte Transformation und von der Abstimmbarkeit auf die Resonanzfrequenz des Schallwandlers.

Alle Resonatorgeometrien besitzen nach obigen Kriterien Vor- und Nachteile und stellen generell Kompromißlösungen dar.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, mittels eines im ziehenden Schnitt zu handhabenden Ultraschallskalpells die notwendige Handkraft des Chirurgen maximal herabzusetzen, die Qualität und Präzision des Schnittes zu erhöhen und somit die Operationstechnik zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ultraschallskalpell zu schaffen, bei dem die Schwingungsenergie im Schneidenbereich konzentriert ist, das im ziehenden Schnitt sehr kraftarm und präzise schneidet und vom Chirurgen bequem zu handhaben ist, wobei der Resonator geringe Masse aufweist und gut auf die Resonanzfrequenz des Schallwandlers abstimmbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Ultraschallskalpell, das als Festkörperresonator im Ultraschallbereich schwingt und mit einem speziell gestalteten, angearbeiteten, messerförmigen Arbeitssegment zum Trennen weicher biologischer Gewebe in der Human- und Veterinärmedizin ausgerüstet ist, dadurch gelöst, daß es im wesentlichen einen rotationssymmetrischen Schaft, der aus einem Zylindersegment und einem sich nach einer Radiusfunktion stetig konkav verjüngenden Rotationskörper besteht, sowie ein angearbeitetes Arbeitssegment enthält. Das Arbeitssegment weist einen konvex, vorzugsweise parabelförmig gekrümmten Messerrücken, eine abgerundete Messerspitze und eine Schneide auf, die in ihrem vorderen Schneidenteil annähernd parallel zur Resona-

torachse verläuft und in ihrem hinteren Schneidenteil leicht konkav gekrümmt ist.

Der Abstand der Messerspitze von der Resonatorachse ist eindeutig größer als der Abstand der Schaftunterkante am Übergang zum Arbeitssegment zur Resonatorachse. Dadurch, sowie durch den parabelförmig gekrümmten Messerrücken ergibt sich eine größere Seitenfläche des Arbeitssegmentes unterhalb der Resonatorachse zur Schneide hin, als oberhalb der Resonatorachse zum Messerrücken hin. Die Krümmung des Messerrückens ergibt sich nach der Parabelscheitelgleichung $y^2=2px$, wobei die x-Achse parallel zur Resonatorachse verläuft und der Koordinatennullpunkt in der Messerspitze liegt. Der parabelförmige Messerrücken geht vor dem Rotationskörper in einen Radius über. Der Messerrücken kann erfindungsgemäß auch beliebig konvex gekrümmt sein, wobei die Krümmung groß gegenüber der Höhe des Arbeitssegmentes ist und die Tangente, die in Höhe der Resonatorachse an die Krümmung gelegt wird, mit dieser einen Winkel kleiner als 50° bildet.

Untersuchungen des Ultraschallschneidvorganges haben gezeigt, daß die Schnittkrafterniedrigung beim Trennen biologischer Gewebe durch verschiedene Effekte zustande kommt: Die Längsschwingungen bewirken hochfrequente mechanische Schläge auf das Gewebe, die auftretenden Querschwingungen führen zu einer Reibungsverminderung des Gewebes an den Seitenflächen des Arbeitssegmentes und zur Vergrößerung der durch die Keilform des Arbeitssegmentes entstehenden Trennkräfte. Die schnelle Hin- und Herbewegung der, mikroskopisch gesehen, schartigen Schneide bewirkt einen Sägeeffekt und durch große Schallintensität tritt an der Grenzfläche zwischen Arbeitssegment und Gewebe in der Gewebeflüssigkeit Kavitation auf. Das beschriebene Ultraschallskalpell ist so gestaltet, daß alle diese Effekte im ziehenden Schnitt gut ausgenutzt werden.

Dadurch, daß sich die Messerspitze an der geraden Schneide befindet, wird die größte Längsschwingungsamplitude, die an der Spitze auftritt, gut für die Schnittkrafterniedrigung ausgenutzt. Die am erfindungsgemäßen Messerrücken reflektier-

ten Wellenanteile werden in den Bereich der Schneide gelenkt. Dabei entstehen an den Stellen, bei denen der Einfallswinkel der ankommenden Wellen 60 - 70° beträgt, hauptsächlich Transversalwellen, die durch verstärkte Querschwingungen im Schneidenbereich eine zusätzliche Schnittkrafterniedrigung bewirken.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend durch ein Ausführungsbeispiel anhand von drei Zeichnungen erläutert werden.
Es zeigen:
Fig. 1: das Ultraschallskalpell in der Seitenansicht
Fig. 2: das Arbeitssegment des Ultraschallskalpells mit vergrößert eingezeichneter Längsschwingungsamplitude
Fig 3 : die Konstruktion des parabelförmigen Teiles des Messerrückens.

Das erfindungsgemäße Ultraschallskalpell ist aus einer Titanlegierung hergestellt. Es setzt sich zusammen aus einem Zylindersegment 8 mit beispielsweise 18 mm Durchmesser, einem konkav verjüngten Rotationskörper 7 und einem Arbeitssegment 3, wobei der Rotationskörper 7 am Übergang zum Arbeitssegment 3 einen Durchmesser von 5 mm hat. Für die Dimensionierung eines parabelförmig gekrümmten Messerrückens 1 wurde ein Parabelparameter p = 4 mm gewählt. Der Koordinatennullpunkt zur Parabelkonstruktion wurde in eine Messerspitze 2 gelegt. Dadurch hat der Parabelbrennpunkt 11 einen Abstand von 2 mm von der Messerspitze 2.

An einem vorderen Schneidenteil 4, der parallel zur Achse des Rotationskörpers 7 liegt, die gleichzeitig die Resonatorachse 6 darstellt, schließt sich ein konkav gekrümmter hinterer Schneidenteil 5 an, durch dessen Neigung gegenüber der Resonatorachse 6 an ihm eine Längsschwingungsamplitude 10 auftritt. Die Tangente 13, die in Höhe der Resonatorachse 6 an den Messerrücken 1 gelegt wird, schließt mit der Resonatorachse 6 einen Winkel α von ca. 40° ein.

Das dargestellte Ultraschallskalpell, dessen Schwingungsrichtung 9 parallel zur Resonatorachse 6 liegt, stellt einen Halbwellenresonator dar, dessen Resonanzfrequenz 27 kHz beträgt. Das Zylindersegment 8 ist stirnseitig mit einem Anschlußgewinde 12 zur Befestigung am elektrisch-mechanischen Leistungsschallwandler versehen.

Erfindungsanspruch

1. Ultraschallskalpell, das als Festkörperresonator im Ultraschallbereich schwingt und mit einem angearbeiteten messerförmigen Arbeitssegment versehen ist zum Trennen weicher biologischer Gewebe in der Human- und Veterinärmedizin, dadurch gekennzeichnet, daß es im wesentlichen einen Schaft, der aus einem Zylindersegment (8) und einem sich nach einer Radiusfunktion stetig konkav verjüngenden Rotationskörper (7) besteht sowie ein angearbeitetes Arbeitssegment (3) enthält, das einen konvex gekrümmten Messerrücken (1), eine abgerundete Messerspitze (2) und eine, in ihrem vorderen Schneidenteil (4) annähernd parallel zur Resonatorachse (6) verlaufende und in ihrem hinteren Schneidenteil (5) leicht konkav gekrümmte Schneide aufweist, und daß der Abstand der Messerspitze (2) von der Resonatorachse (6) eindeutig größer ist, als der Abstand der Schaftunterkante am Übergang zum Arbeitssegment (3) zur Resonatorachse (6).

2. Ultraschallskalpell nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Arbeitssegment (3) unterhalb der Resonatorachse (6) eine wesentlich größere Seitenfläche aufweist, als oberhalb der Resonatorachse (6) zum Messerrücken (1) hin.

3. Ultraschallskalpell nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmung des Messerrückens (1) entsprechend der bekannten Parabelscheitelgleichung $y^2 = 2\,px$ verläuft, wobei die x-Achse parallel zur Resonatorachse (6) sowie der Parabel-Koordinatennullpunkt in der Messerspitze (2) liegt, und der parabelförmige Messerrücken (1) vor dem Rotationskörper (7) in einen Radius übergeht.

4. Ultraschallskalpell nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Messerrücken (1) derart konvex gekrümmt ist, daß die Tangente (13), die in der Resonatorachse (6) an den Messerrücken (1) gelegt wird, mit ihr einen Winkel $\alpha \leq 50°$ einschließt und die Krümmung groß gegenüber der Höhe des Arbeitssegmentes (3) ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

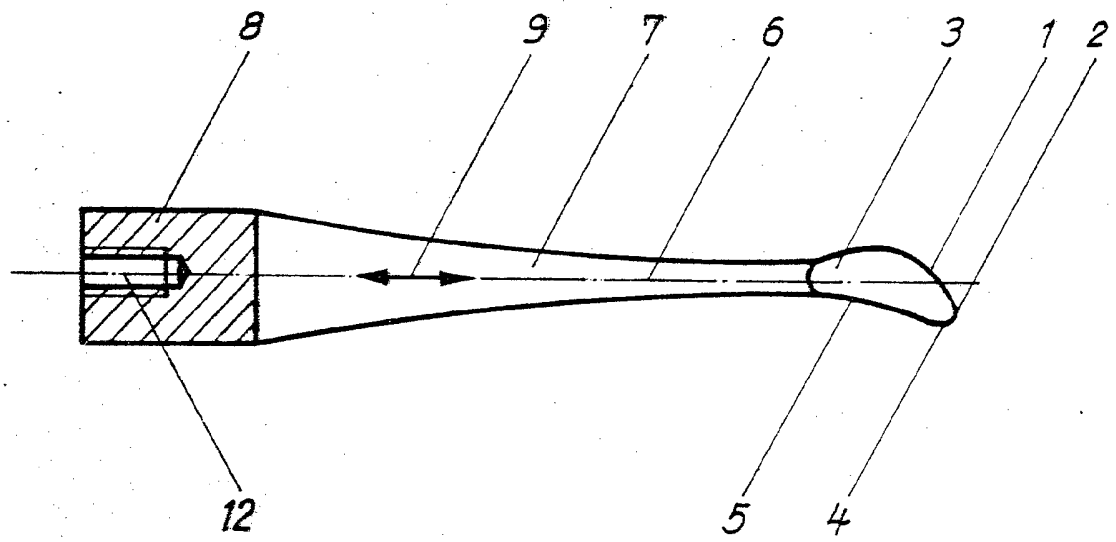

Fig. 1

2368325 3

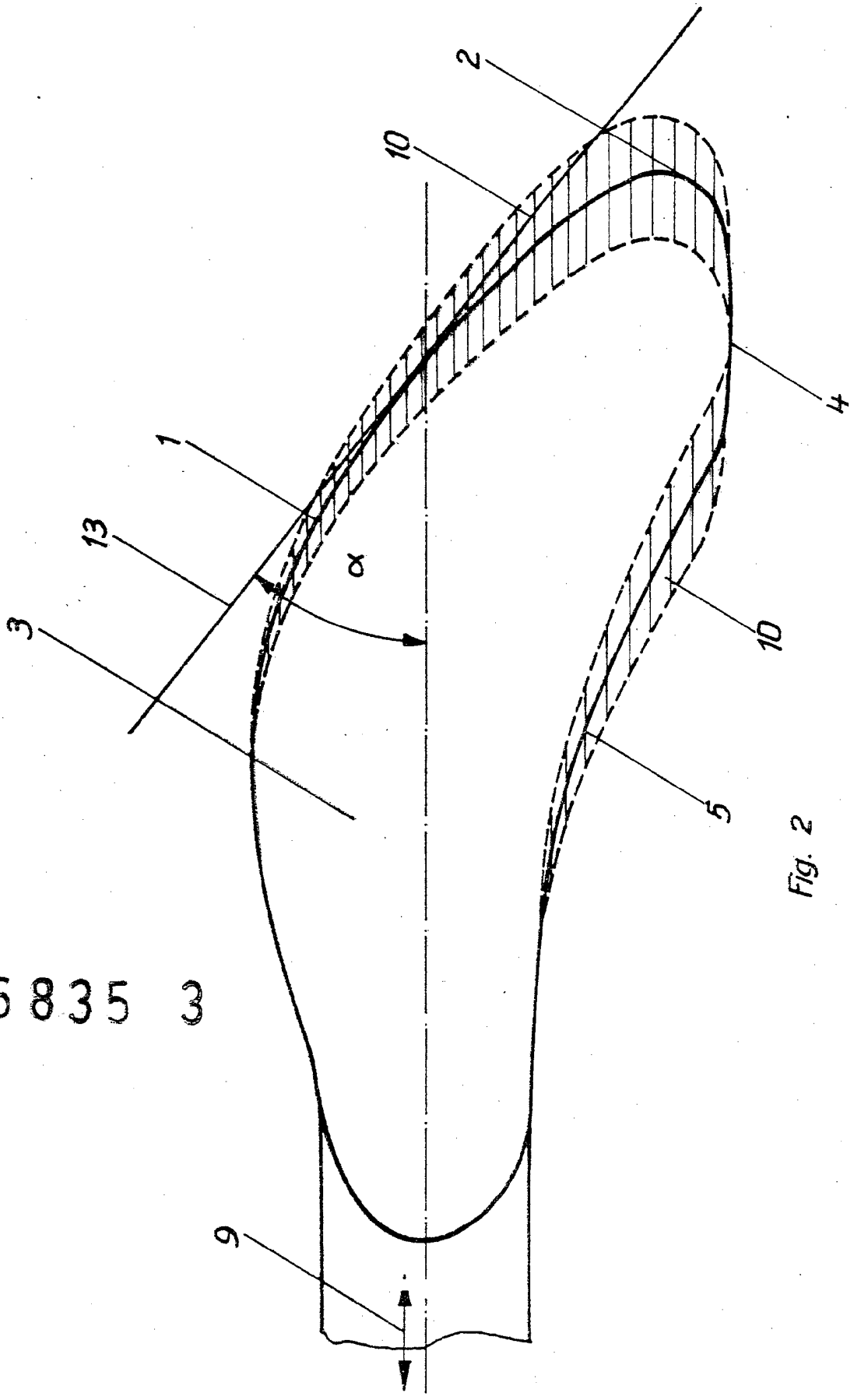

Fig. 2

236835 3

984763

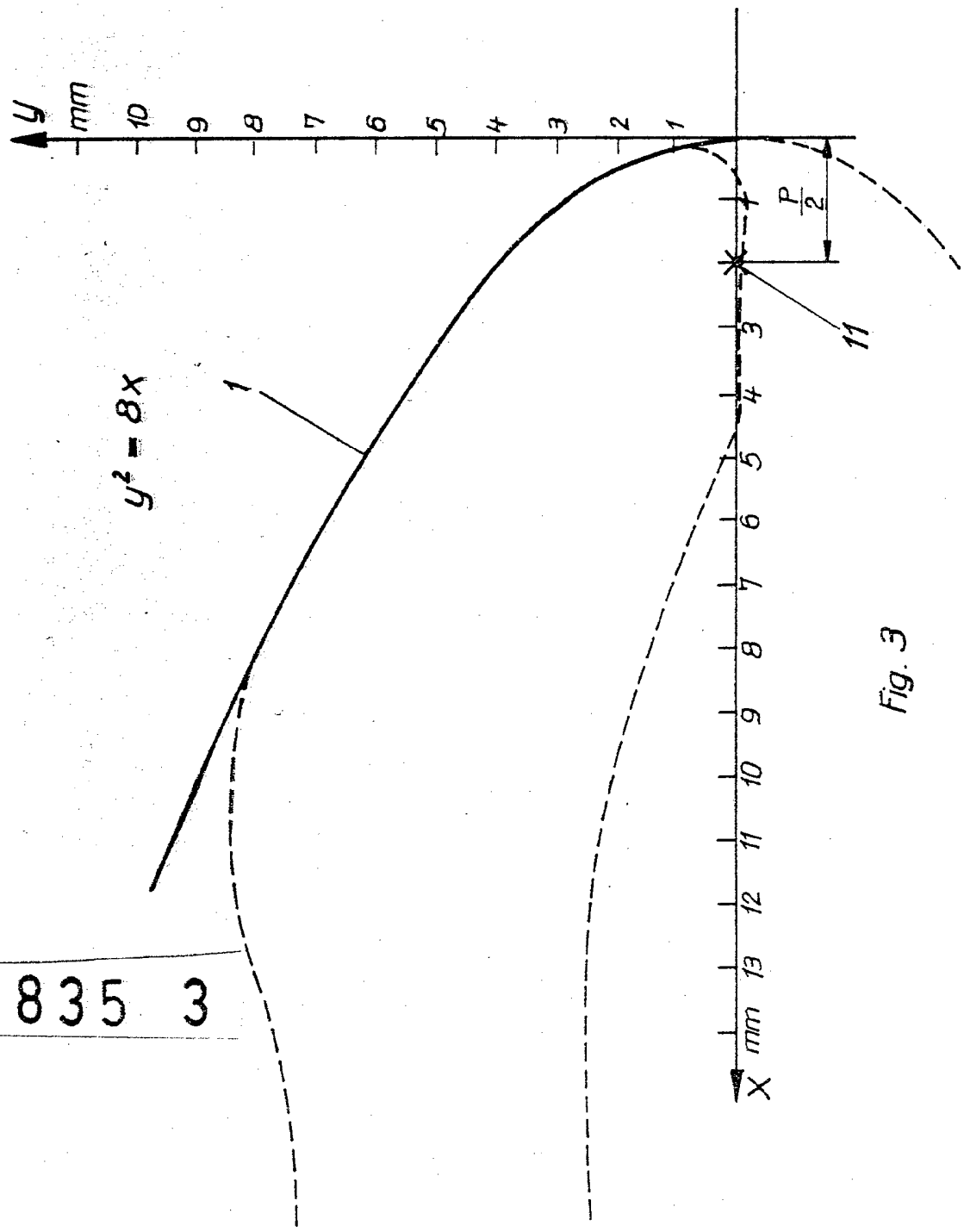

Fig. 3

236835 3