

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Januar 2023 (12.01.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/280902 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61B 18/14 (2006.01) A61B 18/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/068701

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. Juli 2022 (06.07.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 117 566.6
07. Juli 2021 (07.07.2021) DE

(71) Anmelder: **KARL STORZ SE & CO. KG** [DE/DE]; Dr.-
Karl-Storz-Str. 34, 78532 Tuttlingen (DE).

(72) Erfinder: **HAHN, Martin**; c/o KARL STORZ SE & Co. KG Dr.-Karl-Storz-Str. 34, 78532 Tuttlingen (DE).
HERMLE, Rainer; c/o KARL STORZ SE & Co. KG Dr.-Karl-Storz-Str. 34, 78532 Tuttlingen (DE).
SCHINDLER, Laura; c/o KARL STORZ SE & Co. KG, Dr.-Karl-Storz-Str. 34, 78532 Tuttlingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

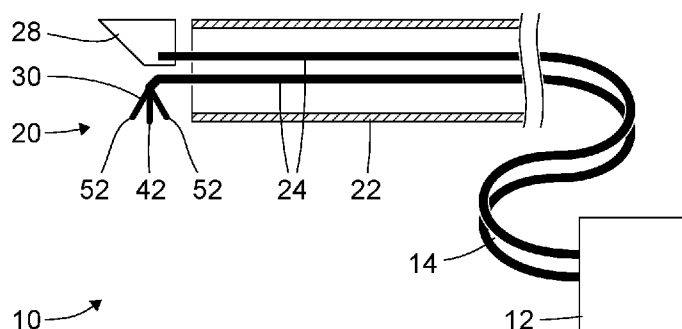
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)
— in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

(54) Title: ACTIVE ELECTRODE FOR AN ELECTRIC SURGICAL INSTRUMENT

(54) Bezeichnung: AKTIVELEKTRODE FÜR ELEKTROCHIRURGISCHES INSTRUMENT

Fig. 2



(57) Abstract: An active electrode (30) for an electrical surgical instrument (20) comprises a plurality of strand-type or cord-type structures (42, 52) that are disposed next to one another as well as an electrode area that comprises surface regions (48, 58) of each of the plurality of strand-type or cord-type structures (42, 52).

(57) Zusammenfassung: Eine Aktivelektrode (30) für ein elektrochirurgisches Instrument (20) umfasst mehrere nebeneinander angeordnete strangförmige oder wulstförmige Strukturen (42, 52) und eine Elektrodenfläche, die Oberflächenbereiche (48, 58) von jeder der mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (42, 52) umfasst.



WO 2023/280902 A1

Anmelder:

Karl Storz SE & Co. KG

Dr. Karl-Storz-Straße 34

78532 Tuttlingen

Deutschland

Aktivelektrode für elektrochirurgisches Instrument

Die vorliegende Erfindung ist auf ein elektrochirurgisches Instrument, insbesondere ein Resektoskop oder ein Hysteroskop für urologische bzw. gynäkologische Maßnahmen, auf eine Aktivelektrode für ein elektrochirurgisches Instrument und auf ein elektrochirurgisches System mit einem elektrochirurgischen Instrument bezogen.

Insbesondere in der Urologie und in der Gynäkologie werden Tumoren mit elektrochirurgischen Mitteln abgetragen. Dabei entsteht zunehmend der Wunsch, das abgetragene Gewebe unmittelbar zu vaporisieren. Ein dafür verwendetes bipolares Resektoskop weist in der Regel eine Neutralelektrode und eine Aktivelektrode auf. Die Neutralelektrode weist eine möglichst große Oberfläche auf, um dort möglichst geringe Stromdichten und somit möglichst keine elektrochirurgische Wirkung zu erzeugen. Die Aktivelektrode ist deutlich kleiner und wird wegen ihrer vor allem historisch oft kugelförmigen Gestalt auch als Kugelelektrode bezeichnet. Ein kleiner Teil der Oberfläche der Aktivelektrode, der beispielsweise der Innenwand des Harnleiters oder der Schleimhaut von Cervix oder Uterus zugewandt ist, ist elektrochirurgisch wirksam. Dort entsteht eine hohe

Stromdichte, die eine Elektrokauterisation oder eine Vaporisation von Gewebe bewirken kann.

In DE 698 36 640 T2 ist eine Vorrichtung zur Behandlung von Gewebe mit Mehrfach-Elektroden beschrieben. Aus einer Kanüle wird eine Vielzahl elastischer Elektroden nach distal herausgeschoben, die sich distal der Kanüle aufgrund eines Federgedächtnisses entlang bogenförmiger Bahnen krümmen.

In US 7,181,288 B1 ist eine ähnliche Anordnung beschrieben, jedoch nicht für die Elektrochirurgie, sondern für die Stimulation von Hirnarealen.

In DE 60 2005 004 630 T2 ist ein Instrument zur Behandlung von Hämorrhoidengewebe beschrieben, bei dem eine proximale bogenförmige Elektrodenanordnung gleitbar an Schienen angebracht und relativ zu einer distalen bogenförmigen Elektrodenanordnung bewegbar ist.

In EP 2 149 342 A1 ist ein mehrphasiges elektrochirurgisches System mit einem Array von Elektroden beschrieben.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes elektrochirurgisches Instrument, eine verbesserte Aktivelektrode für ein solches elektrochirurgisches Instrument, ein verbessertes elektrochirurgisches System mit einem solchen elektrochirurgischen Instrument und ein verbessertes Verfahren zum Herstellen einer Aktivelektrode zu schaffen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche.

Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Eine Aktivelektrode für ein elektrochirurgisches Instrument umfasst mehrere nebeneinander angeordnete strangförmige oder wulstförmigen Strukturen und eine Elektrodenfläche, die Oberflächenbereiche von jeder der mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen umfasst.

Die Aktivelektrode ist insbesondere für ein Resektoskop oder ein Hysteroskop vorgesehen und ausgebildet. Die Aktivelektrode kann mit einem elektrochirurgischen Instrument untrennbar oder nicht ohne Weiteres trennbar verbunden sein. Alternativ kann die

Aktivelektrode austauschbarer Bestandteil eines elektrochirurgischen Instruments oder austauschbares oder nicht austauschbares Bauteil für ein elektrochirurgisches Instrument sein.

Eine strangförmige Struktur ist insbesondere gerade oder gekrümmt stabförmig mit einem konstanten Querschnitt oder mit einem kontinuierlich oder abrupt variierenden Querschnitt.

Eine wulstförmige Struktur ist insbesondere eine linien- oder streifenförmig vorstehende konvexe Struktur mit einem konstanten oder kontinuierlich oder abrupt variierenden Querschnitt. Die mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen können untereinander gleich oder (im umgangssprachlichen Sinn oder im mathematischen Sinne) ähnlich sein.

Mehrere strangförmige oder wulstförmige Strukturen sind nebeneinander angeordnet, wenn jede der mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen mindestens einen Abschnitt aufweist, für den gilt, dass jede Ebene, die diese strangförmige oder wulstförmige Struktur innerhalb dieses Abschnitts orthogonal schneidet (genauer: orthogonal zu der Kurve, auf der die Flächenschwerpunkte der Querschnitte liegen), auch die weitere oder alle weiteren der mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen schneidet.

Die bei der vorgesehenen Verwendung wirksame Elektrodenfläche umfasst insbesondere ausschließlich Oberflächenbereiche strangförmiger oder wulstförmiger Strukturen. Bei einer vorgesehenen Verwendung entsprechen sowohl der Einbau der Aktivelektrode hinsichtlich Anordnung, Orientierung und Befestigung als auch Betriebsparameter wie Strom, Spannung, Frequenz, Impedanz der Hochfrequenzquelle als auch die Anwendung durch medizinisches Personal der medizingeräterechtlichen Zulassung und den Vorschriften des Herstellers.

Durch die Konzentration der wirksamen Elektrodenfläche auf die strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen können die wirksame Elektrodenfläche der Aktivelektrode klein und damit die Stromdichte hoch sein. Dies kann eine besonders zuverlässige elektrochirurgische Wirkung, insbesondere Elektrokauterisation oder sogar Vaporisation von Gewebe, ermöglichen. Gleichzeitig kann diese elektrochirurgische Wirkung den Gesamtabmessungen der Aktivelektrode entsprechend einen Wirkbereich schaffen, der vergleichbar ist dem von einer herkömmlichen Kugelelektrode erreichten Wirkbereich.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, sind insbesondere jeweils beide Enden von jeder der mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen mit einer oder mehreren anderen der mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen oder mit einer oder mehreren anderen Strukturen mechanisch starr verbunden.

Indem jeweils beide Enden von jeder der mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen mit einer oder mehreren anderen der mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen oder mit einer oder mehreren anderen Strukturen mechanisch starr verbunden sind, können die mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen ein mechanisch robustes Bauteil bilden. Dieses mechanisch robuste Bauteil weist insbesondere keine frei abstehenden Enden von strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen auf, die leicht beschädigt werden könnten oder leicht Schäden verursachen könnten, und an denen überdies besonders hohe elektrische Felder auftreten könnten.

Alternativ kann die Aktivelektrode zusätzlich zu den mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen, deren jeweils beide Enden mit anderen der mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen oder mit anderen Strukturen verbunden sind, weitere strangförmige oder wulstförmige Strukturen aufweisen. Enden dieser weiteren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen können frei oder offen angeordnet sein, also nicht mit anderen der mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen oder anderen Strukturen verbunden sein können.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, sind die strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen insbesondere jeweils bogenförmig ausgebildet.

Jede strangförmige oder wulstförmige Struktur ist insbesondere kreisbogenförmig ausgebildet oder weist die Gestalt eines Abschnitts einer Ellipse oder einer Parabel auf.

Eine bogenförmige Ausbildung der strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen ermöglicht eine Annäherung der Gestalt des Wirkbereichs der Aktivelektrode an die Gestalt des Wirkbereichs einer herkömmlichen Aktivelektrode mit einer gekrümmten Elektrodenfläche in der Form eines Ausschnitts einer Kugeloberfläche.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, sind die strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen insbesondere parallel zu einander oder wie Großkreise auf einer Kugeloberfläche angeordnet.

Diese Anordnung der strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen kann die erwähnte Annäherung des Wirkbereichs der Aktivelektrode an den einer herkömmlichen Aktivelektrode ermöglichen. Eine Anordnung ähnlich Großkreisen auf einer Kugeloberfläche kann eine mechanische Verbindung und Fassung und eine elektrische Kontaktierung von Enden von strangförmigen Strukturen an zwei von einander abgewandten „Polen“ (Schnittpunkte der Großkreise) ermöglichen und so eine mechanisch und elektrisch robuste Struktur ermöglichen.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, sind die nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen insbesondere durch weitere, quer dazu verlaufende strangförmige oder wulstförmige Strukturen netzartig verbunden.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, sind die nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen insbesondere durch weitere, quer dazu verlaufende strangförmige oder wulstförmige Strukturen netzartig und mechanisch starr verbunden.

Die mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen und die weiteren, quer dazu verlaufenden strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen sind insbesondere orthogonal oder im Wesentlichen orthogonal zu einander angeordnet. Die mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen und die weiteren, quer dazu verlaufenden strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen können einander schneiden oder durchdringen oder nur tangieren. Die mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen und die weiteren, quer dazu verlaufenden strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen können gleiche oder unterschiedliche Querschnitte aufweisen.

An Schnittpunkten oder Berührungspunkten sind die mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen einerseits und die weiteren, quer dazu verlaufenden strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen andererseits insbesondere jeweils

mechanisch starr verbunden, beispielsweise gefügt. Dadurch bilden die strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen und die weiteren, quer dazu verlaufenden strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen insbesondere eine mechanisch starre netzartige Struktur.

Die weiteren, quer verlaufenden strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen können die Aktivelektrode mechanisch versteifen und ihre mechanische Robustheit verbessern. Ferner können sie das Risiko, dass die Aktivelektrode in Gewebe eintaucht und dabei Gewebe zwischen den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen verbleibt ohne beispielsweise vaporisiert zu werden, verringern.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, ist zwischen den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen insbesondere eine Netzstruktur oder eine Lochblechstruktur oder eine flächige Struktur angeordnet ist.

Die Netzstruktur oder die Lochblechstruktur oder die flächige Struktur füllt die von den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen umschriebene Fläche weitgehend oder vollständig aus.

Eine Netzstruktur oder eine Lochblechstruktur oder eine flächige Struktur zwischen den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen kann die Aktivelektrode mechanisch versteifen und ihre mechanische Robustheit verbessern. Ferner kann eine Netzstruktur oder eine Lochblechstruktur oder eine flächige Struktur zwischen den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen verhindern, dass die Aktivelektrode in Gewebe eintaucht und dabei Gewebe zwischen den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen verbleibt ohne beispielsweise vaporisiert zu werden.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, ist die Netzstruktur oder die Lochblechstruktur oder die flächige Struktur insbesondere gegenüber den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen zurückversetzt.

Die zurückversetzte Anordnung der Netzstruktur oder der Lochblechstruktur oder der flächigen Struktur kann eine Konzentration der elektrochirurgischen Wirkung auf die strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen und damit auf eine verhältnismäßig kleine

wirksame Elektrodenfläche ermöglichen. Dies kann kleinere Ströme und eine bessere Regelungscharakteristik ermöglichen.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, weist insbesondere eine strangförmige oder wulstförmige Struktur einen kreisförmigen Querschnitt oder einen Querschnitt mit einem kreisbogenförmigen Randabschnitt auf.

Insbesondere weist jede einzelne strangförmige oder wulstförmige Struktur einen kreisförmigen Querschnitt oder einen Querschnitt mit einem kreisbogenförmigen Randabschnitt auf. Ein kreisförmiger Querschnitt ist beispielsweise erzielbar, wenn eine strangförmige Struktur aus einem Draht mit kreisförmigem Querschnitt gebildet ist. Ein kreisbogenförmiger Randabschnitt eines Querschnitts erstreckt sich insbesondere über einen Winkelbereich von mindestens 120 Grad oder mindestens 180 Grad.

Ein kreisförmiger Querschnitt oder ein Querschnitt mit kreisbogenförmigen Randabschnitten kann eine gleichförmige Feldstärke, eine gleichförmige Stromdichte und damit auch eine gleichförmige elektrochirurgische Wirkung ermöglichen.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, liegen die Radien der kreisförmigen Querschnitte oder der kreisbogenförmigen Randabschnitte der Querschnitte insbesondere im Bereich von 0,1 mm bis 0,3 mm oder im Bereich von 0,1 mm bis 0,5 mm.

Im Fall einer strangförmigen Struktur mit kreisförmigem Querschnitt liegt dessen Durchmesser also im Bereich von 0,2 mm bis 0,6 mm, insbesondere im Bereich von 0,3 mm bis 0,5 mm.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, weisen benachbarte strangförmige oder wulstförmige Strukturen insbesondere einen maximalen Abstand im Bereich von 0,1 mm bis 0,5 mm oder im Bereich von 0,1 mm bis 1 mm auf.

Im Fall einer Anordnung der strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen wie Großkreise auf einer Kugeloberfläche nehmen die Abstände der Strukturen zu den „Polen“ hin ab.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, ist insbesondere mindestens eine strangförmige Struktur durch ein additives Verfahren oder durch ein Spritzverfahren gebildet.

Mehrere oder alle strangförmige Strukturen können in einem, insbesondere im selben additiven Verfahren, also gleichzeitig oder unmittelbar nacheinander hergestellt sein. Additive Verfahren, oft auch als 3D-Druck bezeichnet, ermöglichen eine weitgehende Freiheit in der Formgebung. Durch Lasersintern oder Elektronenstrahlsintern können Strukturen aus Materialien mit sehr hohen Schmelztemperaturen additiv gefertigt werden.

Bei einer Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, ist insbesondere mindestens eine strangförmige Struktur aus einem Draht gebildet und mit den übrigen strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen gefügt.

Mehrere oder alle strangförmige Strukturen und gegebenenfalls auch die erwähnten weiteren, quer dazu angeordneten strangförmigen Strukturen können jeweils aus Draht gebildet sein. Der Draht wird dazu insbesondere auch plastisch verformt, nämlich gebogen. Die Strukturen können durch Formschluss verbunden werden, beispielsweise indem ein Draht mit einem kleineren Querschnitt in einer Bohrung entsprechenden Querschnitts in einem Draht mit einem größeren Querschnitt angeordnet wird. Alternativ oder zusätzlich können die Strukturen beispielsweise durch Laserschweißen gefügt werden.

Eine Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, umfasst insbesondere ein erstes Elektrodenbauteil, das eine strangförmige oder wulstförmige Struktur (52) und eine Ausnehmung, in der ein Abschnitt des Drahts als zweites Elektrodenbauteil angeordnet ist, aufweist.

Die Ausnehmung ist beispielsweise eine Bohrung, in die ein Ende des Drahts eingeführt ist, oder eine Durchgangsbohrung, durch die der Draht hindurch ragt. Der Draht bildet insbesondere eine oder mehrere der mehreren strangförmigen Strukturen und einen Teil der wirksamen Elektrodenfläche der Aktivelektrode. Das erste Elektrodenbauteil kann mehrere strangförmige oder wulstförmige Strukturen und/oder mehrere Ausnehmungen umfassen. Das erste Elektrodenbauteil ist beispielsweise mittels eines additiven Verfahrens hergestellt.

Eine Kombination von mittels verschiedener Herstellungsverfahren hergestellten Elektrodenbauteilen kann eine Kombination der Vorteile verschiedener Herstellungsverfahren ermöglichen. Beispielsweise kann das mittels eines additiven Verfahren hergestellte erste Elektrodenbauteil eine räumliche Gestalt aufweisen, die mit anderen Verfahren nicht oder nur

mit hohem Aufwand erzielbar ist, während der Draht eine höhere mechanische Robustheit und gleichzeitig eine elektrische Kontaktierung über eine größere Distanz ermöglichen kann.

Eine Aktivelektrode für ein elektrochirurgisches Instrument umfasst eine Netzstruktur oder eine Lochblechstruktur, die eine Elektrodenfläche der Aktivelektrode bildet.

Die Aktivelektrode weist insbesondere keine Strukturen auf, die über die durch die Netzstruktur oder Lochblechstruktur gebildete Elektrodenfläche vorstehen.

Die Elektrodenfläche wird insbesondere ausschließlich durch die Netzstruktur oder Lochblechstruktur gebildet. Alternativ könne beispielsweise die Ränder der Elektrodenfläche durch massive Strukturen ohne Maschen oder Löcher gebildet sein. Auch für diese massiven Strukturen gilt insbesondere, dass sie nicht über die durch die Netzstruktur oder Lochblechstruktur gebildete Elektrodenfläche vorstehen.

Im Fall einer Netzstruktur oder einer Lochblechstruktur ist die wirksame Elektrodenfläche kleiner als im Fall einer gleich großen vollflächigen Struktur. Dadurch können bei im Übrigen gleicher oder ähnlicher Geometrie und gleicher elektrischer Spannung höhere elektrische Felder erzeugt werden. Dadurch und durch die Konzentration des Stroms auf eine geringere Elektrodenfläche können größere Stromdichten erzeugt werden.

Die Netzstruktur oder die Lochblechstruktur ist insbesondere gebogen (das heißt, für die gaußsche Krümmung K einer an die Netzstruktur oder Lochblechstruktur angenäherten glatten Fläche gilt $K = 0$) oder gekrümmt (das heißt $K > 0$). Alternativ kann für die gaußsche Krümmung K einer an die Netzstruktur oder Lochblechstruktur angenäherten glatten Fläche gelten $K < 0$.

Eine Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, ist insbesondere aus Wolfram gebildet.

Wolfram hat vorteilhafte elektrische Eigenschaften, insbesondere auch die Zündung eines Plasmas betreffend. Ferner ist Wolfram nach derzeitigem Wissensstand physiologisch unbedenklich.

Ein elektrochirurgisches Instrument umfasst eine Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist.

Das elektrochirurgische Instrument ist insbesondere ein Resektoskop für urologische Anwendungen oder ein Hysteroskop für gynäkologische Anwendungen.

Ein elektrochirurgisches System umfasst einen Hochfrequenzgenerator zum Erzeugen einer hochfrequenten Wechselspannung und ein elektrochirurgisches Instrument, wie es hier beschrieben ist, wobei die Aktivelektrode des elektrochirurgischen Instruments und eine Neutralelektrode mit dem Hochfrequenzgenerator verbunden sind, um über den Körper eines Patienten einen Stromkreis zu schließen.

Ein elektrochirurgisches System umfasst einen Hochfrequenzgenerator zum Erzeugen einer hochfrequenten Wechselspannung und ein elektrochirurgisches Instrument, wie es hier beschrieben ist, wobei die Aktivelektrode des elektrochirurgischen Instruments und eine Neutralelektrode mit dem Hochfrequenzgenerator verbunden sind, um über den Körper eines Patienten einen Stromkreis zu schließen, wobei der Hochfrequenzgenerator und die Aktivelektrode insbesondere für eine Vaporisation von Gewebe ausgelegt sind.

Ein Verfahren zum Herstellen einer Aktivelektrode für ein elektrochirurgisches Instrument umfasst ein Bereitstellen eines elektrisch leitfähigen Drahts, ein mechanisches Verformen des elektrisch leitfähigen Drahts, um ein erstes Elektrodenbauteil mit einem bogenförmigen Abschnitt zu erzeugen, ein Erzeugen eines zweiten Elektrodenbauteils und ein Fügen des zweiten Elektrodenbauteils mit dem ersten Elektrodenbauteil im Bereich des bogenförmigen Abschnitts oder proximal des bogenförmigen Abschnitts, wobei sowohl ein Oberflächenbereich des ersten Elektrodenbauteils als auch ein Oberflächenbereich des zweiten Elektrodenbauteils des Drahts jeweils einen Teil einer Elektrodenfläche der Aktivelektrode bilden.

Mittels des Verfahrens ist insbesondere eine Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, herstellbar. Eine Aktivelektrode, wie sie hier beschrieben ist, ist insbesondere mittels eines Verfahrens, wie sie hier beschrieben ist, herstellbar.

Kurzbeschreibung der Figuren

Nachfolgend werden Ausführungsformen anhand der beigefügten Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines elektrochirurgischen Instruments;
- Figur 2 eine schematische Darstellung eines elektrochirurgischen Systems;
- Figur 3 eine schematische Darstellung einer Aktivelektrode;
- Figur 4 eine weitere schematische Darstellung der Aktivelektrode aus Figur 3;
- Figur 5 eine schematische Darstellung einer weiteren Aktivelektrode;
- Figur 6 eine weitere schematische Darstellung der Aktivelektrode aus Figur 5;
- Figur 7 eine schematische Darstellung einer weiteren Aktivelektrode;
- Figur 8 eine weitere schematische Darstellung der Aktivelektrode aus Figur 7;
- Figur 9 eine schematische Darstellung einer weiteren Aktivelektrode;
- Figur 10 eine weitere schematische Darstellung der Aktivelektrode aus Figur 9;
- Figur 11 eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Herstellen einer Aktivelektrode.

Beschreibung der Ausführungsformen

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung von Teilen eines distalen Endes eines elektrochirurgischen Instruments 20. Das elektrochirurgische Instrument 20 ist insbesondere ein Resektoskop oder ein Hysteroskop für urologische bzw. gynäkologische Anwendungen.

Das elektrochirurgische Instrument 20 umfasst elektrische Zuleitungen 24 in Form elektrisch isolierter Drähte aus elektrisch leitfähigen Materialien. Die elektrischen Zuleitungen verbinden insbesondere einen Steckverbinder an einem in Figur 1 nicht dargestellten proximalen Ende des elektrochirurgischen Instruments 20 mit einer Neutralelektrode 28 und

einer Aktivelektrode 30 an dem in Figur 1 dargestellten distalen Ende. Die elektrischen Zuleitungen 24 sind insbesondere in einem in Figur 1 nicht dargestellten Schaftrohr angeordnet. Die elektrischen Zuleitungen 24 können gleichzeitig für die mechanische Halterung und Positionierung der Neutralelektrode 28 und der Aktivelektrode 30 an vorgesehenen Positionen vorgesehen und ausgebildet sein.

Die Neutralelektrode 28 weist einen große Oberflächenbereich in der Gestalt eines Ausschnitts aus einer Mantelfläche eines Kreiszylinders auf. Die Aktivelektrode 30 weist bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform eine herkömmliche Gestalt auf.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung von Teilen eines elektrochirurgischen Systems 10. Das elektrochirurgische System 10 umfasst einen Hochfrequenzgenerator 12 zum Bereitstellen einer hochfrequenten Wechselspannung. Der Hochfrequenzgenerator 12 ist durch eine zweipolige elektrische Leitung 14 mit einem Steckverbinder an einem in Figur 2 nicht dargestellten proximalen Ende eines elektrochirurgischen Instruments 20 verbunden. In Figur 2 ist nur ein distaler Endbereich des elektrochirurgischen Instruments 20 dargestellt.

Das elektrochirurgische Instrument 20 des elektrochirurgischen Systems 10 ähnelt in einigen Merkmalen und Eigenschaften dem anhand der Figur 1 dargestellten elektrochirurgischen Instrument. Die elektrischen Zuleitungen 24 des elektrochirurgischen Instruments 20 sind in einem Schaftrohr 22 angeordnet. Nur das Schaftrohr 22 ist in Figur 2 in einem Schnitt entlang einer Ebene, die die Längs- und Symmetrieachse des Schaftrohrs 22 enthält, dargestellt.

Die Neutralelektrode 28 und die Aktivelektrode 30 sind distal des distalen Endes des Schaftrohrs 22 und damit außerhalb des Schaftrohrs 22 angeordnet. Der Querschnitt des Schaftrohrs 22 ist an die vorgesehene Verwendung, beispielsweise zum Einführen in Harnleiter oder Cervix, angepasst. Bei dem dargestellten Beispiel sind die Neutralelektrode 28 und die Aktivelektrode 30 so angeordnet, dass sie nicht über die äußere Kontur des Schaftrohrs 22 hinausragen, sondern mit der nach distal gerade fortgesetzten äußeren Mantelfläche des Schaftrohrs 22 bündig abschließen.

Alternativ und abweichend von der Darstellung in Figur 2 können die Neutralelektrode 28 und die Aktivelektrode 30 so ausgebildet und angeordnet sein, dass sie nicht über die innere Kontur des Schaftrohrs 22 hinausragen, sondern innerhalb der nach distal gerade fortgesetzten

inneren Mantelfläche des Schaftrohrs 22 angeordnet sind. Dies kann ermöglichen, dass die Neutralelektrode 28 und die Aktivelektrode 30 erst nach der Anordnung des Schaftrohrs in situ durch dieses hindurch eingeführt werden können.

Anders als bei der Aktivelektrode des in Figur 1 gezeigten elektrochirurgischen Instruments umfasst die Aktivelektrode 30 des in Figur 2 gezeigten elektrochirurgischen Instruments drei bogenförmige strangförmige Strukturen 42, 52, die die wirksame Elektrodenfläche der Aktivelektrode 30 bilden.

Der Hochfrequenzgenerator 12 erzeugt eine hochfrequente Wechselspannung. Die Frequenz und die Amplitude der Wechselspannung, der maximale Strom, die Impedanz des Leistungsausgangs des Hochfrequenzgenerators 12, seine Strom-Spannungs-Kennlinie und/oder weitere Parameter können vorbestimmt oder einstellbar sein. Der Hochfrequenzgenerator kann ferner vorgesehen und ausgebildet sein, um beispielsweise den Strom und dessen Zeitabhängigkeit zu erfassen und die bereitgestellte Spannung abhängig davon zu variieren.

Der Hochfrequenzgenerator 12 ist durch die zweipolige elektrische Leitung 14 und die elektrischen Zuleitungen 24 in dem Schaftrohr 22 mit der Neutralelektrode 28 und der Aktivelektrode 30 verbunden. Wenn die Neutralelektrode 28 beispielsweise an der Innenwand eines Hamleiter anliegt und die Aktivelektrode 30 ebenfalls an Gewebe des Körpers eines Patienten anliegt oder mit diesem beispielsweise durch ein elektrisch leitfähiges Plasma verbunden ist, kann ein Wechselstrom von dem Hochfrequenzgenerator 12 über einen Pol der zweipoligen elektrischen Leitung 14, eine der elektrischen Zuleitungen 24, die Aktivelektrode 30, den Körper des Patienten, die Neutralelektrode 28, die andere der elektrischen Zuleitungen 24 und den anderen Pol der zweipoligen elektrischen Leitung 14 zurück zu dem Hochfrequenzgenerator 12 fließen.

Die wirksame Elektrodenfläche der Aktivelektrode 30 ist deutlich kleiner als die Elektrodenfläche der Neutralelektrode 28. Dadurch sind die Stromdichte, das aufgrund des elektrischen Widerstands resultierende elektrische Feld und im Ergebnis die Leistungsdichte an der Aktivelektrode 30 deutlich größer als an der Neutralelektrode 28. Die von dem Hochfrequenzgenerator 12 abgegebene elektrische Leistung kann deshalb so eingestellt

werden, dass an der Neutralelektrode 28 keine physiologisch wirksame Erwärmung von Gewebe und damit keine elektrochirurgische Wirkung eintritt, während gleichzeitig an der Aktivelektrode 30 Gewebe stark erwärmt, koaguliert oder sogar vaporisiert wird.

Figur 3 zeigt eine gegenüber Figur 2 vergrößerte und schematische Darstellung der Aktivelektrode 30. Die Zeichenebene der Figur 3 entspricht derjenigen der Figur 2, ist also parallel zu der Längsachse des Schafts des elektrochirurgischen Instruments, für das die Aktivelektrode 30 vorgesehen ist.

Die Aktivelektrode 30 umfasst ein erstes Elektrodenbauteil 40 und ein zweites Elektrodenbauteil 50. Bei dem dargestellten Beispiel sind sowohl das erste Elektrodenbauteil 40 als auch das zweite Elektrodenbauteil 50 jeweils aus einem Wolfram-Draht gebildet und weisen den gleichen kreisförmigen Querschnitt auf.

Das erste Elektrodenbauteil 40 ist aus einem in einer Ebene orthogonal zu der Zeichenebene der Figur 3 im Wesentlichen U-förmig gebogenen Stück Draht gebildet. Der Bogen der U-Form bildet einen bogenförmigen Abschnitt 42 des ersten Elektrodenbauteils 40 und damit gleichzeitig eine bogenförmige strangförmige Struktur der Aktivelektrode 30.

Das zweite Elektrodenbauteil 50 weist eine kreisförmige Topologie auf. Zwei jeweils bogenförmige Abschnitte 52 des zweiten Elektrodenbauteils 50 bilden je eine weitere bogenförmige strangförmige Struktur der Aktivelektrode 30. Jeder der beiden bogenförmigen Abschnitte 52 des zweiten Elektrodenbauteils 50 liegt in eine Ebene orthogonal zu der Zeichenebene der Figur 3, wobei beide Ebenen einander in einer Geraden schneiden. Das zweite Elektrodenbauteil 50 weist deshalb zwischen den beiden bogenförmigen Abschnitten 52 zwei stark gekrümmte Übergangsbereiche auf.

Diese stark gekrümmten Übergangsbereiche zwischen den bogenförmigen Abschnitten 52 sind gleichzeitig Fügestellen 54, die mit korrespondierenden Fügestellen 45 an dem ersten Elektrodenbauteil 40 mechanischen verbunden sind. Insbesondere ist jede Fügestelle 45 an dem ersten Elektrodenbauteil 40 ähnlich wie ein Dehnungsbogen in einer Fernwärmeleitung ausgebildet, mit zwei 90-Grad-Bögen, zwischen denen ein 180-Grad-Bogen angeordnet ist. In die so entstehende Nische ist die Fügestelle 54 des zweiten Elektrodenbauteils 50 eingelegt.

Zusätzlich zu der resultierenden formschlüssigen Verbindung sind die Fügestellen 45, 54 insbesondere durch Laserschweißen verbunden.

Der bogenförmige Abschnitt 42 des ersten Elektrodenbauteils 40 und die bogenförmigen Abschnitte 52 des zweiten Elektrodenbauteils 50 stellen jeweils insbesondere Abschnitte von Kreisbögen dar, die wie Großkreise oder ähnlich Großkreisen auf einer Kugeloberfläche angeordnet sind. Alternativ können die bogenförmigen Abschnitte 42, 52 der Elektrodenbauteile 40, 50 jeweils beispielsweise als Abschnitte von Ellipsen ausgebildet sein.

Die in Figur 3 nach unten orientierten Oberflächenbereiche der bogenförmigen Abschnitte 42, 52 der Aktivelektrode 30 sind bei der vorgesehenen Verwendung der zu bearbeitenden Oberfläche zugewandt und bilden Elektrodenflächen 48, 58, die zusammen die wirksame Elektrodenfläche der Aktivelektrode 30 bilden.

Figur 4 zeigt eine weitere schematische Darstellung der Aktivelektrode 30 aus Figur 3. Die Zeichenebene der Figur 4 ist orthogonal zu der Zeichenebene der Figur 3 und ebenfalls parallel zu der Längsachse des Schafts des elektrochirurgischen Instruments, für das die Aktivelektrode 30 vorgesehen ist.

Die in Figur 4 dargestellten, der betrachtenden Person zugewandten Oberflächenbereiche der bogenförmigen Abschnitte 42, 52 sind weitgehend identisch mit den Elektrodenflächen 48, 58 der bogenförmigen Abschnitte 42, 52, die die aktive Elektrodenfläche der Arbeitselektrode 30 bilden.

Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Aktivelektrode 30, die in einigen Merkmalen, Eigenschaften und Funktionen der anhand der Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsform ähnelt. Die Art der Darstellung in Figur 5, insbesondere die Zeichenebene der Figur 5 entspricht derjenigen der Figur 3. Nachfolgend sind insbesondere Merkmale, Eigenschaften und Funktionen beschrieben, in denen die in Figur 5 gezeigte Aktivelektrode 30 sich von der anhand der Figuren 3 und 4 dargestellten Aktivelektrode unterscheidet.

Die in Figur 5 gezeigte Aktivelektrode 30 unterscheidet sich von der anhand der Figuren 3 und 4 dargestellten Aktivelektroden insbesondere durch weitere strangförmige Strukturen 62,

die quer zu den bogenförmigen Abschnitten 42, 52 angeordnet sind und diese mechanisch verbinden. Bei dem dargestellten Beispiel sind die Querschnitte der weiteren strangförmigen Strukturen 62 kleiner als die Querschnitte der bogenförmigen Abschnitte 42, 52. Die weiteren strangförmigen Strukturen 62 können ebenfalls aus Draht gefertigt sein. Ihre Enden können in Ausnehmungen in den bogenförmigen Abschnitten 42, 52 angeordnet und/oder mit diesen gefügt sein, beispielsweise durch Laserschweißen.

Die in Figur 5 gezeigte Aktivelektrode 30 unterscheidet sich von der anhand der Figuren 3 und 4 dargestellten Aktivelektrode ferner durch eine andere Ausgestaltung der Fügestellen 45, 54 der Elektrodenbauteile 40, 50. Die Fügestelle 45 an dem ersten Elektrodenbauteil 40 ist gerade ausgebildet. Die Fügestelle 54 an dem zweiten Elektrodenbauteil 50 weist einen vergrößerten Querschnitt und eine Durchgangsbohrung, in der die Fügestelle 45 des ersten Elektrodenbauteils angeordnet ist, auf. Am Rand der Durchgangsbohrung können die Elektrodenbauteile 40, 50 durch Laserschweißen verbunden sein.

Figur 6 zeigt eine weitere schematische Darstellung der Aktivelektrode 30 aus Figur 5. Die Art der Darstellung in Figur 6, insbesondere die Zeichenebene der Figur 6 entspricht derjenigen der Figur 4. Die Zeichenebene der Figur 6 ist also orthogonal zu der Zeichenebene der Figur 5 und ebenfalls parallel zu der Längsachse des Schafts des elektrochirurgischen Instruments, für das die Aktivelektrode 30 vorgesehen ist.

Bei dem dargestellten Beispiel schließen die bogenförmigen Abschnitte 42, 52 und die weiteren strangförmigen Strukturen näherungsweise quadratische Bereiche ein.

Beide Unterschiede zwischen den Ausführungsformen der Figuren 3, 4 und der Figuren 5, 6 sind unabhängig von einander. Auch die anhand der Figuren 3, 4 dargestellte Ausführungsform kann weitere strangförmige Strukturen 62 quer zu den bogenförmigen Abschnitten 43, 53 aufweisen. Alternativ können bei der anhand der Figuren 3, 4 dargestellten Ausführungsform die Fügestellen 45, 54 wie bei der anhand der Figuren 5, 6 dargestellten Ausführungsform ausgebildet sein.

Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Aktivelektrode 30, die in einigen Merkmalen, Eigenschaften und Funktionen den anhand der Figuren 3 bis 6 dargestellten Ausführungsformen ähnelt. Die Art der Darstellung in Figur 7,

insbesondere die Zeichenebene der Figur 7 entspricht derjenigen der Figuren 3 und 5. Nachfolgend sind insbesondere Merkmale, Eigenschaften und Funktionen beschrieben, in denen die in Figur 7 gezeigte Aktivelektrode 30 sich von den anhand der Figuren 3 bis 6 dargestellten Aktivelektroden unterscheidet.

Die in Figur 7 gezeigte Aktivelektrode 30 unterscheidet sich von der anhand der Figuren 5 und 6 dargestellten Aktivelektrode insbesondere dadurch, dass die weiteren strangförmigen Strukturen 62 den bogenförmigen Abschnitt 42 nicht schneiden und bei dem dargestellten Beispiel auch nicht berühren. Dies kann die Herstellung vereinfachen, wenn zunächst das erste Elektrodenbauteil – bezogen auf Figur 7: in einer Bewegung von unten nach oben – durch die Durchgangsbohrungen in den Fügestellen 54 in dem zweiten Elektrodenbauteil 50 hindurchgeführt und danach die weiteren strangförmigen Strukturen 62 positioniert und ihre Enden mit den bogenförmigen Abschnitten 52 mechanisch verbunden werden.

Abweichend von der Darstellung in Figur 7 können die weiteren strangförmigen Strukturen 62 mit dem bogenförmigen Abschnitt 42 gefügt sein, beispielsweise durch Laserschweißen.

Die Fügestellen 45, 54 der in Figur 7 gezeigten Aktivelektrode 30 können abweichend von der Darstellung in Figur 7 beispielsweise wie anhand der Figuren 3, 4 dargestellt ausgeführt sein.

Figur 8 zeigt eine weitere schematische Darstellung der Aktivelektrode 30 aus Figur 7. Die Art der Darstellung in Figur 8, insbesondere die Zeichenebene der Figur 8 entspricht derjenigen der Figuren 4 und 6. Die Zeichenebene der Figur 8 ist also orthogonal zu der Zeichenebene der Figur 7 und ebenfalls parallel zu der Längsachse des Schafts des elektrochirurgischen Instruments, für das die Aktivelektrode 30 vorgesehen ist.

Figur 9 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Aktivelektrode 30, die in einigen Merkmalen, Eigenschaften und Funktionen der anhand der Figuren 3, 4 dargestellten Ausführungsform und insbesondere den anhand der Figuren 5 bis 8 dargestellten Ausführungsformen ähnelt. Die Art der Darstellung in Figur 9, insbesondere die Zeichenebene der Figur 9 entspricht derjenigen der Figuren 3, 5 und 7. Nachfolgend sind insbesondere Merkmale, Eigenschaften und Funktionen beschrieben, in denen die in Figur 9 gezeigte Aktivelektrode 30 sich von den anhand den Figuren 3 bis 8 dargestellten Aktivelektroden unterscheidet.

Die in Figur 9 gezeigte Aktivelektrode 30 unterscheidet sich von den anhand der Figuren 3 bis 8 dargestellten Aktivelektroden insbesondere dadurch, dass zwischen den bogenförmigen Abschnitten 42, 52 Lochblechstrukturen 70 vorgesehen sind. Die Löcher oder Durchgangsbohrungen der Lochblechstruktur 70 können ein Abziehen von bei der Elektrokauterisation entstehenden Dämpfen vereinfachen.

Von den Löchern in der Lochblechstruktur 70 abgesehen weist die Aktivelektrode 30 eine Gestalt mit einer gekrümmten Fläche mit drei wulstförmigen Strukturen, die durch die bogenförmigen Abschnitte 42, 52 gebildet sind, auf. Die durch die bogenförmigen Abschnitte 42, 52 gebildeten wulstförmigen Strukturen weisen jeweils eine in Vergleich zu den Lochblechstrukturen 70 deutlich ausgeprägter konvexe Gestalt mit deutlich kleineren Krümmungsradien auf. Deshalb liegen in den Bereichen der wulstförmigen Strukturen deutlich größere elektrische Felder und entsprechend höhere Stromdichten und wesentlich höherer Leistungsdichten vor. Die elektrochirurgische Wirkung ist deshalb weitgehend auf diese durch die bogenförmigen Abschnitte 42, 52 gebildeten wulstförmigen Strukturen konzentriert. Entsprechend wird die bei der vorgesehenen Verwendung wirksame Elektrodenfläche 48, 58 im Wesentlichen durch die – bezogen auf die Figur 9 – nach unten orientierten Oberflächenbereiche der durch die bogenförmigen Abschnitte 42, 52 gebildeten wulstförmigen Strukturen gebildet.

Figur 10 zeigt eine weitere schematische Darstellung der Aktivelektrode 30 aus Figur 9. Die Art der Darstellung in Figur 10, insbesondere die Zeichenebene der Figur 10 entspricht derjenigen der Figuren 4, 6 und 8. Die Zeichenebene der Figur 10 ist also orthogonal zu der Zeichenebene der Figur 9 und ebenfalls parallel zu der Längsachse des Schafts des elektrochirurgischen Instruments, für das die Aktivelektrode 30 vorgesehen ist.

Bei jeder der anhand der Figuren 3 bis 10 dargestellten Aktivelektroden 30 können sowohl die ersten Elektrodenbauteile 40 als auch die zweiten Elektrodenbauteile 50 und bei den anhand der Figuren 5 bis 8 dargestellten Aktivelektroden auch die weiteren strangförmigen Strukturen 60 aus Draht gebildet sein. Bei der anhand der Figuren 9 und 10 dargestellten Aktivelektrode 30 können die Lochblechstrukturen 70 aus Blechen gefertigt sein. Die Verbindung der weiteren strangförmigen Strukturen 60 oder der Lochblechstrukturen 70 mit den

bogenförmigen Abschnitten 42, 52 kann optional durch Einsetzen von Enden der weiteren strangförmigen Strukturen 60 oder Rändern der Lochblechstrukturen 70 in korrespondierende Ausnehmungen in den bogenförmigen Abschnitten 42, 52 und vor allem stoffschlüssig erfolgen, beispielsweise durch Laserschweißen.

Alternativ kann jeweils die gesamte Aktivelektrode 30 durch ein additives Verfahren gebildet werden, beispielsweise durch Lasersintern oder Elektronenstrahlsintern.

Alternativ kann jede der anhand der Figuren 3 bis 10 dargestellten Aktivelektroden 30 durch ein hybrides Verfahren erzeugt werden, bei dem nur ein Teil der Aktivelektrode 30 durch ein additives Verfahren und ein anderer Teil auf andere Weise erzeugt wird. Beispielsweise kann jeweils das erste Elektrodenbauteil 40 durch Biegen eines Drahts gebildet werden, wohingegen das zweite Elektrodenbauteil – optional bereits umfassend die weiteren strangförmigen Strukturen 62 oder die Lochblechstrukturen 70 – mittels eines additiven Verfahrens hergestellt wird. Beide können danach mechanisch verbunden werden, beispielsweise durch Laserschweißen und optional zusätzlich formschlüssig, insbesondere durch Hindurchführen des ersten Elektrodenbauteils 40 durch Durchgangsbohrungen in dem zweiten Elektrodenbauteil 50 oder durch Einsetzen des ersten Elektrodenbauteils 40 in Ausnehmungen in dem zweiten Elektrodenbauteil 50 oder umgekehrt.

Figur 11 zeigt ein schematisches Flussdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen einer Aktivelektrode für ein elektrochirurgisches Instrument, insbesondere einer Aktivelektrode mit Merkmalen, Eigenschaften und Funktionen der anhand der Figuren 3 bis 10 dargestellten Aktivelektroden. Das Verfahren ist jedoch auch zur Herstellung von Aktivelektroden mit abweichenden Merkmalen, Eigenschaften und Funktionen verwendbar. Die nachfolgende Verwendung von Bezugszeichen aus den Figuren 3 bis 10 ist deshalb rein beispielhaft.

Bei einem ersten Schritt 101 wird ein Draht aus einem elektrisch leitfähigen Material, beispielsweise Wolfram, bereitgestellt. Bei einem zweiten Schritt 102 wird der Draht plastisch verformt, um ein – insbesondere U-förmiges – erstes Elektrodenbauteil 40 zu bilden.

Bei einem dritten Schritt 103 wird ein zweites Elektrodenbauteil 50 erzeugt, beispielsweise mittels eines additiven Verfahrens. Der dritte Schritt kann vor oder nach dem ersten Schritt

101 und dem zweiten Schritt 102 oder teilweise oder vollständig gleichzeitig mit diesen ausgeführt werden.

Bei einem vierten Schritt, der nach dem ersten Schritt 101 und dem zweiten Schritt 102 und nach dem dritten Schritt 103 ausgeführt wird, werden das erste Elektrodenbauteil 40 und das zweite Elektrodenbauteil 50 gefügt, beispielsweise durch Laserschweißen, optional zusätzlich durch Formschluss.

Bezugszeichen

- 10 Elektrochirurgisches System
- 12 Hochfrequenzgenerator des elektrochirurgischen Systems 10
- 14 elektrische Leitung zur Verbindung des elektrochirurgischen Instruments 20 mit dem Hochfrequenzgenerator 12
- 20 Elektrochirurgisches Instrument des elektrochirurgischen Systems 10
- 22 Schaftrohr des elektrochirurgischen Instruments 20
- 24 elektrische Zuleitungen des elektrochirurgischen Instruments 20
- 28 Neutralelektrode des elektrochirurgischen Instruments 20
- 30 Aktivelektrode des elektrochirurgischen Instruments 20
- 40 elektrisch leitfähiger Draht als erstes Elektrodenbauteil der Aktivelektrode 30
- 42 bogenförmiger Abschnitt des ersten Elektrodenbauteils 40
- 45 Fügestelle des ersten Elektrodenbauteils 40, gefügt mit der Fügestelle 54 des zweiten Elektrodenbauteils 50
- 48 Elektrodenfläche am bogenförmigen Abschnitt des ersten Elektrodenbauteils 40
- 50 zweites Elektrodenbauteil der Aktivelektrode 30
- 52 bogenförmiger Abschnitt des zweiten Elektrodenbauteils 50
- 54 Fügestelle des zweiten Elektrodenbauteils 50, gefügt mit der Fügestelle 45 des ersten Elektrodenbauteils 40
- 58 Elektrodenfläche am bogenförmigen Abschnitt des zweiten Elektrodenbauteils 50
- 62 weitere strangförmige oder wulstförmige Struktur der Aktivelektrode 30, quer zu den bogenförmigen Abschnitten 42, 52 der Elektrodenbauteile 40, 50
- 68 Elektrodenfläche an der weiteren strangförmigen oder wulstförmigen Struktur 60
- 70 Lochblechstruktur zwischen den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen 42, 52
- 101 erster Schritt (Bereitstellen eines elektrisch leitfähigen Drahts)
- 102 zweiter Schritt (mechanisches Verformen des elektrisch leitfähigen Drahts)
- 103 dritter Schritt (Erzeugen eines Elektrodenbauteils)
- 104 vierter Schritt (Fügen des Elektrodenbauteils mit dem Draht)

Ansprüche

1. **Aktivelektrode (30)** für ein elektrochirurgisches Instrument (20), mit:

mehreren nebeneinander angeordneten **strangförmigen** oder **wulstförmigen** Strukturen (42, 52);

einer **Elektrodenfläche**, die Oberflächenbereiche (48, 58) von jeder der mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (42, 52) umfasst.
2. Aktivelektrode (30) gemäß dem vorangehenden Anspruch, bei der

jeweils beide Enden von jeder der mehreren nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (42, 52) mit einer oder mehreren anderen der mehreren strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (42, 52) oder mit einer oder mehreren anderen Strukturen mechanisch starr verbunden sind.
3. Aktivelektrode (30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei der

die strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (42, 52) jeweils **bogenförmig** ausgebildet sind.
4. Aktivelektrode (30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei der

die strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (42, 52) **parallel** zu einander oder wie **Großkreise** auf einer Kugeloberfläche angeordnet sind.
5. Aktivelektrode (30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei der

die nebeneinander angeordneten strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (42, 52)

durch weitere, quer dazu verlaufende strangförmige oder wulstförmige Strukturen (62) **netzartig** und mechanisch starr verbunden sind.

6. Aktivelektrode (30) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der

zwischen den strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (42, 52) eine **Netzstruktur** oder eine **Lochblechstruktur** (70) oder eine **flächige Struktur** angeordnet ist.
7. Aktivelektrode (30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei der

eine strangförmige oder wulstförmige Struktur (42, 52, 62) einen kreisförmigen Querschnitt oder einen Querschnitt mit einem kreisbogenförmigen Randabschnitt aufweist.
8. Aktivelektrode (30) gemäß dem vorangehenden Anspruch, bei der

die **Radien** der kreisförmigen Querschnitte oder der kreisbogenförmigen Randabschnitte der Querschnitte im Bereich von **0,1 mm bis 0,3 mm** oder im Bereich von 0,1 mm bis 0,5 mm liegen.
9. Aktivelektrode (30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei der

benachbarte strangförmige oder wulstförmige Strukturen (42, 52) einen maximalen **Abstand** im Bereich von **0,1 mm bis 0,5 mm** oder im Bereich von 0,1 mm bis 1 mm aufweisen.
10. Aktivelektrode (30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei der

mindestens eine strangförmige Struktur (42, 52) durch ein **additives Verfahren** oder durch ein Spritzverfahren gebildet ist.

11. Aktivelektrode (30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei der

mindestens eine strangförmige Struktur (42) aus einem **Draht** gebildet und mit den übrigen strangförmigen oder wulstförmigen Strukturen (52) gefügt ist.
12. Aktivelektrode (30) gemäß dem vorangehenden Anspruch, ferner mit:

einem ersten **Elektrodenbauteil** (50), das mindestens eine strangförmige oder wulstförmige Struktur (52) und mindestens eine **Ausnehmung** (54), in der ein Abschnitt des Drahts (40) als zweites Elektrodenbauteil angeordnet ist, aufweist.
13. **Elektrochirurgisches Instrument** (20) mit einer Aktivelektrode (30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche.
14. **Elektrochirurgisches System** (10) mit:

einem Hochfrequenzgenerator (12) zum Erzeugen einer hochfrequenten Wechselspannung;

einem elektrochirurgischen Instrument (20) gemäß dem vorangehenden Anspruch,

wobei die Aktivelektrode (30) des elektrochirurgischen Instruments (20) und eine Neutralelektrode (28) mit dem Hochfrequenzgenerator (12) verbunden sind, um über den Körper eines Patienten einen Stromkreis zu schließen,

wobei der Hochfrequenzgenerator (12) und die Aktivelektrode (30) insbesondere für eine **Vaporisation** von Gewebe ausgelegt sind.
15. **Verfahren** zum Herstellen einer Aktivelektrode (30) für ein elektrochirurgisches Instrument (10), mit folgenden Schritten:

Bereitstellen (101) eines elektrisch leitfähigen **Drahts**;

mechanisches Verformen (102) des elektrisch leitfähigen Drahts, um ein erstes Elektrodenbauteil (40) mit einem **bogenförmigen** Abschnitt (42) zu erzeugen;

Erzeugen (103) eines **zweiten Elektrodenbauteils** (50);

Fügen des zweiten Elektrodenbauteils (50) mit dem ersten Elektrodenbauteil (40) im Bereich des bogenförmigen Abschnitts (42) oder proximal des bogenförmigen Abschnitts (42),

wobei sowohl ein Oberflächenbereich (48) des **ersten Elektrodenbauteils** (40) als auch ein Oberflächenbereich (58) des **zweiten Elektrodenbauteils** (50) des Drahts jeweils einen Teil einer Elektrodenfläche der **Aktivelektrode** (30) bilden.

1/3

Fig. 1

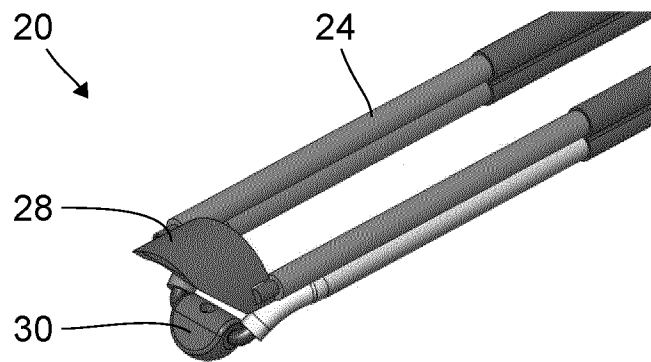


Fig. 2

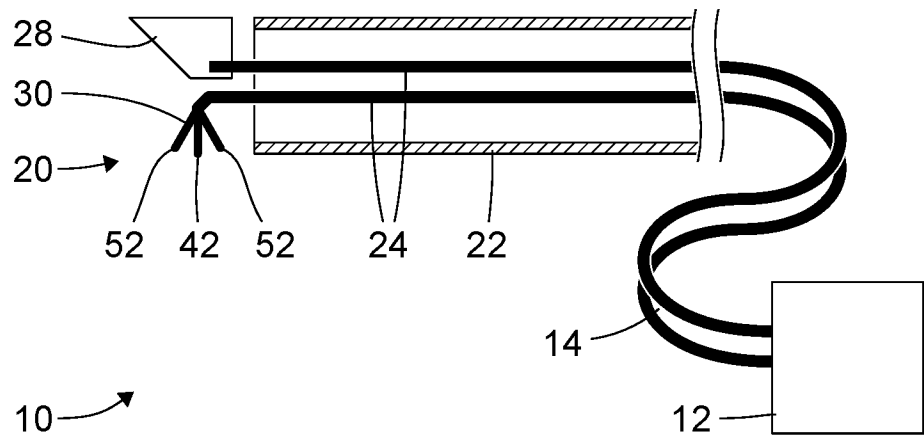


Fig. 3

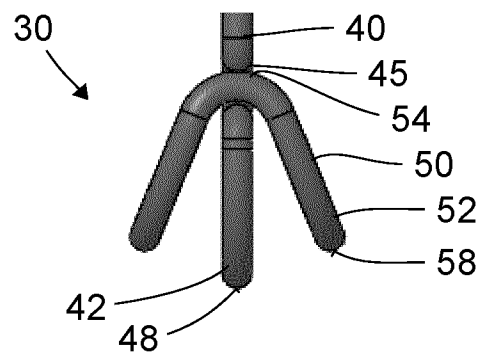
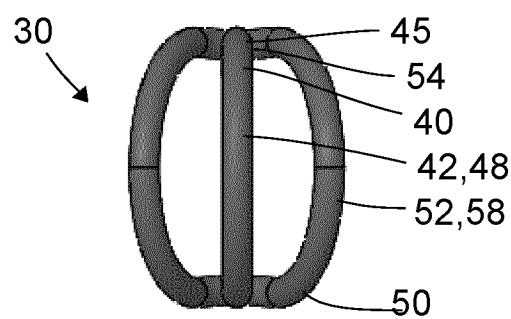


Fig. 4



2/3

Fig. 5

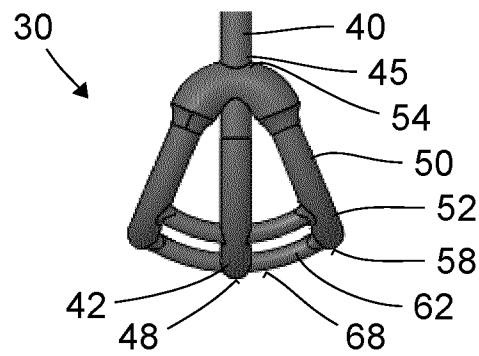


Fig. 6

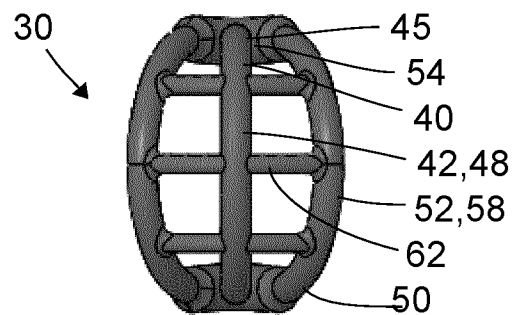


Fig. 7

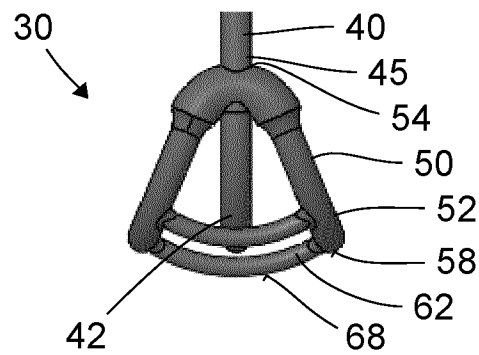
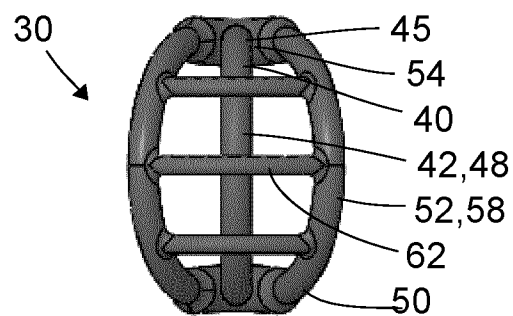


Fig. 8



3/3

Fig. 9

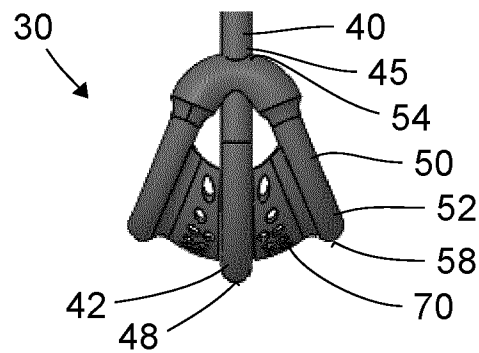


Fig. 10

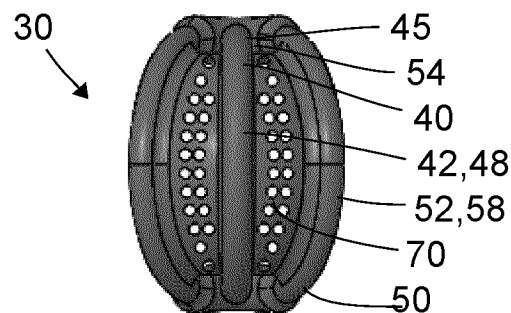
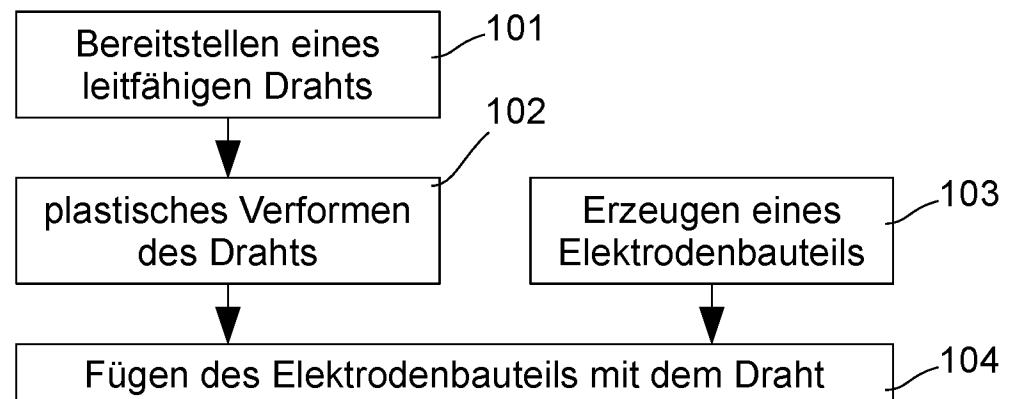


Fig. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/068701**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER***A61B 18/14*(2006.01)i; *A61B 18/10*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61N; A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015035249 A2 (PROCEPT BIOROBOTICS CORP [US]) 12 March 2015 (2015-03-12) paragraphs [0467] - [0472], [0503] - [0517]; figures 66,67	1-15
X	EP 3053517 A1 (BIOSENSE WEBSTER ISRAEL LTD [IL]) 10 August 2016 (2016-08-10) abstract; figures 2,3	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 October 2022

Date of mailing of the international search report

04 November 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Edward, Vinod

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/068701

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2015035249	A2	12 March 2015	BR	112016005036	A2	07 April 2020
				CN	105764436	A	13 July 2016
				CN	109965976	A	05 July 2019
				EP	3041422	A2	13 July 2016
				JP	6461971	B2	30 January 2019
				JP	6823639	B2	03 February 2021
				JP	2016530026	A	29 September 2016
				JP	2019055287	A	11 April 2019
				US	2018263647	A1	20 September 2018
				US	2019216485	A1	18 July 2019
				US	2022079613	A1	17 March 2022
				WO	2015035249	A2	12 March 2015
				EP	3053517	A1	10 August 2016
CA	2919643	A1	09 August 2016				
CN	105852843	A	17 August 2016				
EP	3053517	A1	10 August 2016				
ES	2763532	T3	29 May 2020				
JP	6903399	B2	14 July 2021				
JP	2016144642	A	12 August 2016				
US	2016228023	A1	11 August 2016				
US	2017172442	A1	22 June 2017				
US	2018344188	A1	06 December 2018				

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**INV. A61B18/14****ADD. A61B18/10**

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

A61N A61B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2015/035249 A2 (PROCEPT BIOROBOTICS CORP [US]) 12. März 2015 (2015-03-12) Absätze [0467] - [0472], [0503] - [0517]; Abbildungen 66, 67 -----	1-15
X	EP 3 053 517 A1 (BIOSENSE WEBSTER ISRAEL LTD [IL]) 10. August 2016 (2016-08-10) Zusammenfassung; Abbildungen 2, 3 -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Oktober 2022

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/11/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Edward, Vinod

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/068701

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015035249 A2	12-03-2015	BR 112016005036 A2	07-04-2020
		CN 105764436 A	13-07-2016
		CN 109965976 A	05-07-2019
		EP 3041422 A2	13-07-2016
		JP 6461971 B2	30-01-2019
		JP 6823639 B2	03-02-2021
		JP 2016530026 A	29-09-2016
		JP 2019055287 A	11-04-2019
		US 2018263647 A1	20-09-2018
		US 2019216485 A1	18-07-2019
		US 2022079613 A1	17-03-2022
		WO 2015035249 A2	12-03-2015

EP 3053517 A1	10-08-2016	AU 2016200548 A1	25-08-2016
		CA 2919643 A1	09-08-2016
		CN 105852843 A	17-08-2016
		EP 3053517 A1	10-08-2016
		ES 2763532 T3	29-05-2020
		JP 6903399 B2	14-07-2021
		JP 2016144642 A	12-08-2016
		US 2016228023 A1	11-08-2016
		US 2017172442 A1	22-06-2017
		US 2018344188 A1	06-12-2018
