



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 068**

51 Int. Cl.:
A61B 5/0478 (2006.01)
A61N 1/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08705224 .7**
96 Fecha de presentación : **23.01.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2117426**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.11.2009**

54 Título: **Matriz de electrodos.**

30 Prioridad: **23.01.2007 US 897034 P**
14.05.2007 SE 0701150

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.10.2011

73 Titular/es: **NEURONANO AB.**
Pirgatan 13
37435 Karlshamn, SE

72 Inventor/es: **Schouenborg, Jens**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 366 068 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Matriz de Electrodos

Campo de la Invención

5 La invención se relaciona con una matriz médica de electrodos para la inserción en tejido suave tal como el cerebro, la columna vertebral, los órganos endocrinos, músculos, y tejido conjuntivo, que comprende una multitud de electrodos alambrados.

Antecedentes de la invención

10 Los electrodos que se pueden implantar durante largo tiempo en el sistema nervioso central (snc) tienen un amplio campo de aplicación. En principio, todo el tejido del cerebro y la columna vertebral se pueden registrar o estimular mediante tales electrodos y sus funciones se pueden monitorear y controlar. La estimulación del cerebro o de la columna vertebral puede ser de particular valor en situaciones cuando los núcleos del cerebro se degeneran o dañan. Monitorear la actividad del cerebro puede ser útil si se enlaza al suministro de fármaco u otras medidas tales como la de estimulación eléctrica. Los electrodos también se pueden utilizar para lesionar sitios específicos en el tejido. Para registrar y estimular las estructuras cerebrales se han desarrollado e implantado varias formas de electrodos implantados en el pasado. Es deseable el uso de electrodos múltiples para tales propósitos en la forma de una matriz de electrodos. Una matriz o paquete adecuado de electrodo se conoce en la WO 2007/040442 A1. En relación con esta y otras matrices de electrodo conocidas es deseable mejorar la libertad de movimiento de los electrodos individuales y su ubicación en el tejido blando.

Objetos de la invención

20 Un objeto de la invención es suministrar una matriz de electrodos de la clase anteriormente mencionada, electrodos individuales los cuales ganan en libertad de movimiento con respecto al otro después de que se ha insertado la matriz de electrodos en el tejido blando.

Otro objeto de la invención es suministrar una matriz de electrodos de la clase anteriormente mencionada, que se puede ubicar fácilmente en un sitio deseado en tejido blando y anclado allí.

25 Un objeto adicional de la invención es suministrar una matriz de electrodos de la clase anteriormente mencionada que se retiene en un sitio seleccionado en el tejido blando durante un periodo prolongado de tiempo pero que no es fácilmente desplazado por los movimientos del cuerpo de la persona en la cual se ha implantado el electrodo.

Aun otro objeto de la invención es suministrar una matriz de electrodos de la clase anteriormente mencionada que es fácil de fabricar.

30 Objetos adicionales de la invención serán evidentes a partir de un estudio de una descripción corta de la invención, un número de realizaciones preferidas ilustradas en un dibujo y las reivindicaciones finales.

Resumen de la invención

El objeto y el problema técnico relacionado se resuelven mediante la invención como se definió en la reivindicación 1.

35 El concepto y los aspectos generales de la invención se explican adelante.

40 La matriz de electrodos de la invención comprende una multitud de electrodos eléctricamente conductores flexibles delgados, preferiblemente elásticamente flexibles en una matriz sólida que se disuelve y/o se puede degradar en un ambiente acuoso, tal como en un tejido vivo. La matriz de electrodos de la invención está destinada a la inserción en el tejido vivo blando, en particular el tejido del cerebro y la columna, pero también, por ejemplo, en el hígado, los riñones o el tejido conjuntivo. Una vez insertada, la matriz que soporta los electrodos se disuelve y/o degrada. La matriz actúa como una goma o un adhesivo que mantiene los electrodos en posiciones fijas con respecto uno al otro hasta que se disuelve y/o degrada luego de la inserción de la matriz de electrodos en el tejido. Esto hace que la matriz de electrodos sea transformada a una multitud de electrodos individuales, que ya no están restringidos por la matriz al movimiento de uno con respecto al otro. De otro lado, la matriz de electrodos en el tejido reflejará, al menos en alguna proporción, su relación espacial en la matriz de electrodos.

45 La matriz de electrodos de la invención es preferiblemente de manera general simétrica con respecto al eje central del mismo. La matriz oblonga de electrodos de la invención tiene un extremo distante y un extremo próximo. En esta

solicitud "distante" se refiere a una porción de la matriz de electrodos que está alejada de la persona que inserta la matriz de electrodos en un tejido de en una porción próxima del mismo, y también en una dirección de movimiento alejada de dicha persona. Al menos las porciones próximas de los electrodos están dispuestas en paralelo o aproximadamente en paralelo con el eje central. La matriz de electrodos de la invención puede ser de cualquier forma adecuada, tal como circular, elíptica o sustancialmente plana de una sección transversal con respecto del eje central. El eje central coincide de manera general con el eje de inserción de la matriz de electrodos del tejido. Las porciones terminales distantes (las porciones del extremo frontal) de todos o algunos electrodos en la matriz de electrodos se coloca en paralelo o en una configuración en la cual al menos algunos de los electrodos se abren en abanico desde el eje central o comprenden medios en abanico operativos luego de la disolución y/o de la degradación de la porción de matriz que los incluye mediante el desplazamiento de la matriz de electrodos del tejido en una dirección distante.

Los electrodos de la invención son preferiblemente aislados excepto en las porciones que se extienden desde los extremos próximos y distantes. Los extremos o puntas distantes de los electrodos, que no son aislados, pueden tener cualquier forma adecuada. En el extremo próximo, cada electrodo está en contacto eléctricamente conductivo con el equipo electrónico, preferiblemente a través de un cable flexible multiconductor. Este le permite a los electrodos individuales ser manejados separadamente o en grupos.

Los electrodos de la invención se pueden utilizar para registrar y/o con el propósito de estimular los nervios. Si se utiliza con propósitos de registros, un electrodo de la invención se puede equipar con un preamplificador miniaturizado para mejorar la proporción de señal a ruido, siendo el preamplificador conectado con alambre a un amplificador principal.

Los electrodos de la invención se suministran preferiblemente con medios de anclaje, tal como púas, porciones de superficies rugosas o porciones de superficies que tienen propiedades adhesivas con respecto al tejido circundante. Se prefiere que las púas funcionen como puntas de electrodo en cuyo caso ellas no están aisladas. También se prefiere que los electrodos de la invención tengan una longitud variada y estén dispuestos en una matriz de electrodos alrededor de un eje central del mismo con electrodos más largos a una distancia corta del eje, los electrodos más cortos a una distancia más larga del eje, y los electrodos de longitud intermedia a distancias intermedias del eje con el fin de hacer que sus puntas distantes definan una punta de matriz de electrodos mientras sus extremos próximos están preferiblemente dispuestos en un plano transversal al eje. Sin embargo esta también dentro del alcance de la invención disponer los electrodos de una manera que formen una punta de matriz de electrodos unilateralmente sesgada o de otra manera no simétrica.

De acuerdo con un aspecto preferido de la invención la matriz de electrodos comprende una o más fibras ópticas para suministrar estimulación de radiación del tejido o los componentes del mismo y/o para registrar la radiación que emana del tejido circundante. De una manera que corresponda a aquella de los electrodos se mantiene una o más fibras ópticas en una posición seleccionada en la matriz por medio de la misma.

De acuerdo con otra realización preferida la matriz de electrodos comprende uno o más elementos contráctiles bimetálicos que cambian su forma, por ejemplo se doblan como cuando pasa corriente eléctrica a través de ellos. Alternativamente uno o más elementos de polímero contráctiles comprendidos por la matriz de electrodos se pueden utilizar para controlar su senda de inserción.

De acuerdo con un tercer aspecto preferido de la invención la matriz de electrodos comprende una porción Terminal distante que se extiende en el extremo distante y una porción principal que se extiende en una dirección próxima desde la porción terminal distante. Se prefiere que la porción terminal distante sea cónica en una dirección distante con el fin de formar, por ejemplo, una porción distante terminal cónica o triangular plana. Para algunas aplicaciones, la porción distante terminal puede tener una forma roma para minimizar el riesgo de rupturas basculares durante la inserción de la matriz de electrodos.

De acuerdo con un cuarto aspecto preferido de la invención la matriz comprende dos o más secciones que difieren en sus tasas de disolución y/o de degradación en tejido blando, en particular una primera sección comprendida por la porción terminal distante y una segunda sección comprendida por la porción principal de la matriz de electrodos y que se extiende en la dirección del extremo próximo del mismo, opcionalmente al extremo próximo con el fin de incrustar el extremo próximo en esta. Opcionalmente una longitud corta de la porción de electrodo distante que incluye la punta del electrodo se puede extender de manera distante o en una dirección distante oblicua desde la primera sección de la matriz. Se prefiere para la tasa de disolución de la primera sección de la matriz que sea sustancialmente mayor que la tasa de disolución y/o degradación de la segunda sección de la matriz pero otras relaciones de tasas de solución/degradación de la primera y segunda secciones de la matriz también están comprendidas por la invención. A la inserción de la matriz de electrodos en el tejido objetivo, tal como tejido blando en el cerebro, la primera y segunda porciones de matriz entran en contacto con el fluido del cuerpo y posteriormente se disuelven y/o degradan mediante este contacto, la tasa de disolución/degradación de la primera porción son sustancialmente mayores que la tasa de disolución/degradación de la segunda porción. Se prefiere para una sección

de matriz que comprenda unos medios que mejoren la disolución/degradación tal como canales que se puedan infiltrar en el fluido del cuerpo. Se prefiere así que una sección de la matriz tenga una estructura porosa. Un electrodo que comprenda dos o tres secciones de matriz que se unen triaxialmente, en particular se prefieren dos secciones de matriz. Se prefiere para una sección de la matriz que comprenda o consista de un carbohidrato y/o una proteína.

Para la inserción de la matriz de electrodos en el tejido suave se une o es unible a una porción de extremo próxima un micromanipulador manualmente operado u otro del cual este se extiende en una dirección próxima.

La rigidez relativa de la combinación de los electrodos y la matriz de electrodos suministran su fácil inserción en el tejido. Luego de la inserción, la primera sección distante de la matriz es rápidamente disuelta. De esta manera la porción terminal distante de un electrodo se vuelve capaz de desplazamiento lateral con respecto a los electrodos vecinos. La inserción adicional de la matriz de electrodos en el tejido hace que la porción distante de un electrodo que comprende unos medios de abanicado se doblen en una dirección generalmente alejada del eje de la matriz de electrodos de una manera desdoblada. La disolución y/o degradación de la segunda porción de matriz libera la porción próxima de un electrodo de tal manera que este se vuelve capaz de desplazamiento lateral y/o axial en relación con los electrodos vecinos y asume una matriz flotante en el tejido; de esta manera su posición en el tejido se estabiliza y se evitan reacciones/daños del tejido que de otra manera habían ocurrido debido a su movimiento conjunto con otros electrodos.

De acuerdo con un quinto aspecto preferido de la invención la matriz de electrodos comprende un elemento de inserción, tal como un elemento de contacto comprendido por un micromanipulador, unido a su extremo próximo y que se extiende desde ese extremo en una dirección próxima. Se prefiere para los medios de inserción estar unidos a la matriz de electrodos por un adhesivo que es soluble en un ambiente acuoso. Se prefiere que el adhesivo se disuelva sustancialmente más rápido en el fluido corporal a diferencia del material de la segunda porción de matriz. De esta manera la matriz de electrodos se separa automáticamente del micromanipulador en un punto seleccionado en el tiempo luego de la inserción en el tejido, permitiendo que el micromanipulador sea retirado.

De acuerdo con un sexto aspecto preferido de la invención dos o más matrices de electrodos dispuestas en paralelo se pueden unir mediante una capa o capas de conexión que se pueden disolver dispuestas entre las superficies de case de las mismas.

De acuerdo con un séptimo aspecto preferido de la invención uno o más electrodos en la matriz de electrodos de la invención se pueden sustituir por un grupo de electrodos temporal o permanentemente mantenidos en una relación fija uno con respecto al otro, esto es, se mantienen en una relación fija uno con respecto al otro; los medios para mantenerlos en una relación fija pueden comprender o consistir de una o más matrices de la invención o ser independientes de los mismos. Si es independiente de una o más matrices los medios pueden ser aquellos que se disuelvan y/o desintegren en medio acuoso o permanente, tal como medios que mantengan el paquete de electrodos en una relación fija. De manera similar uno o más electrodos en la matriz de electrodos de la invención se puede sustituir por un (os) paquete (s) de electrodos como se describió en la técnica anterior.

La matriz de electrodos de la invención es adecuada para estimulación a largo plazo, registros multicanal de actividad neuronal eléctrica y niveles de sustancias transmisoras a través de mediciones de las reacciones redox y lesiones precisas del tejido con propósitos de cuidado científico, médico y animal.

Los materiales adecuados para las porciones de matriz de la invención son de naturaleza biocompatible, tal como materiales de carbohidratos y/o proteínicos. El material seleccionado de la primera sección de matriz tiene preferiblemente una tasa de disolución en un fluido corporal a una temperatura de aproximadamente 37°C que le permite a las porciones distantes de un electrodo volverse libres, esto es, flotar libres, en un corto tiempo, tal como en 1 a 3 minutos. El material seleccionado para la segunda sección de matriz es preferiblemente aquel que tenga una tasa de disolución o de degradación en un fluido del cuerpo a una temperatura de aproximadamente 37°C que le permita a las porciones principales de los electrodos resistir la separación durante al menos 5 min, más preferiblemente durante al menos 10 min, pero en cualquier caso durante un tiempo que sea sustancialmente mayor, tal como más de 1 a 20 minutos o aún más tiempo, que el tiempo requerido para que las porciones de extremo distante de los mismos electrodos pierdan restricción por la primera sección de matriz.

Con el fin de explicar adicionalmente la invención, también se describe un método para elaborar una matriz de electrodos al disponer los electrodos en paralelo en una cubierta o funda que tenga con un contorno de la porción de extremo distante de la porción principal de la matriz de electrodos y comprende una abertura próxima, aplicando consecutivamente soluciones o suspensiones del material, primeros y segundos materiales de la matriz a los electrodos, la funda, evaporando disolvente de la solución o suspensiones, respectivamente, en la funda, y removiendo la funda de la matriz de electrodos. Se prefiere que la funda sea hecha de un material que pueda ser fácilmente removido de la matriz de electrodos. Un material preferido para la funda es un material suave de baja

humectabilidad tal como un polímero de hidrocarburo polifluorinado o un caucho de silicio. También se prefiere que el material de la funda sea poroso, en partícula micro poroso, facilita la evaporación del solvente.

5 La invención es aplicable ventajosamente en el uso de la matriz de electrodos para una estimulación del nervio de larga duración, registros multicanal de la actividad neuronal eléctrica y niveles de la sustancia trasmisora a través de mediciones de la reacciones redox y lesiones del tejido para propósitos de cuidado científico, médico y animal.

La invención se explicará ahora con más detalle mediante referencia a las realizaciones preferidas ilustradas en un dibujo tosco que comprende un número de figuras, que sin embargo no están a escala.

Descripción de las figuras

Se ilustra en:

10 Figura 1 Una primera realización de una matriz de electrodos de la invención que comprende una multitud de electrodos incrustados en una matriz, en una vista en sección;

Figura 2 La realización de la Figura. 1, inmediatamente luego de la inserción en el tejido blando, en la misma vista;

15 Figura 3 La realización de la Figura. 1, insertada el tejido blando durante un tiempo suficiente para la disolución de una primera sección matriz, en la misma vista;

Figura 4 La realización de la Figura. 1, insertada en el tejido blando durante un tiempo suficiente para la disolución de una segunda sección de matriz, en la misma vista;

Figura 5 Una segunda realización de la matriz de electrodos de la invención en la misma vista como la realización de la Figura. 1;

20 Figura 6 Una tercera realización de la matriz de electrodos de la invención que comprende un elemento de guía de inserción, en la misma vista que la realización en la Figura. 1 (sección C-C Figura 9);

Figura 7 La realización de la Figura. 6, insertada en tejido blando durante un tiempo suficiente para la disolución de una primera sección de matriz, en la misma vista;

25 Figura 8 Una cuarta realización de la matriz de electrodos de la invención, en la misma vista que la realización de la Figura. 1;

Figura 9 Una sección transversal B-B a través de la realización de la Figura. 6;

Figura 10 La quinta realización de la invención, en una sección transversal que corresponde a aquella de la Figura. 9;

30 Figura 11 Una sexta realización de la invención, en una sección transversal que corresponde a aquella de la Figura. 9;

Figura 12 Una séptima realización de la invención, en una sección transversal que corresponde a aquella de la Figura 9;

Figura 13 Una octava realización de la invención, en una sección transversal que corresponde a aquella de la Figura 9;

35 Figura 14 Una novena realización de la invención, en una sección transversal que corresponde a aquella de la Figura 6;

Figura 15 Un electrodo en la técnica anterior (WO 2007/040442) incorporado en una matriz de electrodos de la invención, en una vista de sección axial parcial.

Descripción detallada de la invención

40 Materiales y dimensiones

5 Materiales y dimensiones de los electrodos. Los electrodos tienen un diámetro adecuado desde 10^{-4} a 10^{-7} m, en particular desde 0,5 a 25µm. Su diámetro puede cambiar en su longitud para facilitar la inserción en el tejido, en particular el electrodo puede ser ahusado hacia su extremo distante. Su extremo distante puede ser agudo o romo pero se prefiere una punta aguda. Su parte distante puede tener aún un diámetro más pequeño de 10^{-7} . Los electrodos comprenden un núcleo eléctricamente conductor de una clase metálica o de polímero, en particular una de metal noble tal como platino u oro o una aleación que comprende más de 30% en peso de metal noble, y un recubrimiento no conductor de, por ejemplo, un polifluoroalqueno, una laca, o vidrio. Para los núcleos del electrodo se pueden utilizar de manera ventajosa acero inoxidable, titanio y tungsteno. Los electrodos también se pueden hacer de un material de soporte no conductor tal como vidrio, cerámica, fibra natural o de polímero cubierta por o, en caso de un material de soporte tubiforme, relleno con un material eléctricamente conductor, tal como un metal, en particular un metal noble o una aleación de metal noble. Otros ejemplos de materiales de soporte útiles no conductores son fibras de proteína tal como seda o carbón tal como fibras de carbono que incluyen fibras que comprenden nanotubos de carbono, que también pueden ser utilizadas como un material de electrodo conductor. El material eléctricamente conductor se puede depositar sobre el material de apoyo mediante tal como técnicas de vaporización o evaporación convencionales.

10 La superficie de los electrodos puede ser lisa o no pareja. Una superficie no pareja o rugosa cerca a las puntas se prefiere para mejorar las propiedades de anclaje de las puntas. Sin embargo, a otras secciones de los electrodos también se le puede dar una superficie no pareja. Para mejorar adicionalmente las propiedades de anclaje de la matriz de electrodos, los electrodos pueden estar equipados con púas flexibles que detengan el retiro o su retiro en una dirección próxima. Si las púas se hacen de materiales eléctricamente conductores también funcionan como puntas de electrodo y, en tal caso no ser aisladas.

15 Materiales de matriz. Las porciones diferentes de los electrodos están incrustadas en dos o más materiales de matriz biocompatibles; un material de corta duración, adelante denominado como Goma 1, y otro material de larga duración, adelante denominado como Goma 2. Los materiales de goma adecuados incluyen carbohidratos y/o material proteínico. La Goma 1 utilizada para incrustar una porción de extremo distante de los electrodos tiene una tasa de disolución a una temperatura de 37°C en el fluido del cuerpo tal como plasma o fluido intersticial que le permite a un electrodo incrustado en este no ser restringido en relación con su desplazamiento con respecto de los electrodos vecinos en un corto periodo de tiempo, en particular en 0.5 a 3 minutos. La Goma 2 es aquella que tiene una disolución a una temperatura de 37°C en el fluido del cuerpo tal como plasma o fluido intersticial que le permite a un electrón incrustado en este no estar restringido en relación con su desplazamiento con respecto de los electrodos vecinos en 1 o 10 minutos o más pero en cualquier caso durante un periodo mayor de tiempo que el requerido para que la porción de extremos distante no quede restringida en su desplazamiento (lateral). Tiempos de disolución mayores para la Goma 1 tal como hasta 20 minutos y correspondientemente mayores tiempos de disolución para la Goma 2 se pueden utilizar en el contexto de un procedimiento de inserción lento como tal como una inserción que corresponde a una matriz de electrodos correspondiente en un tejido muy profundo.

20 Los materiales adecuados para la Goma 1. Incluyen disacáridos tales como sacarosa que se ha hervido en agua durante 10-30 minutos o más para producir tiempo de disolución de 1 a 3 minutos. El hervido para tiempos aún mayores produce una goma con un tiempo de solución mayor. Otras gomas que se pueden utilizar para la Goma 1 incluyen gelatina que se ha disuelto en agua de 40-50°C y luego se les permite secar.

25 Un material adecuado para uso como Goma 2. Se puede obtener por un hervido y enfriado repetidos en solución acuosa que contiene un azúcar o mezcla de azúcar seleccionados de sacarosa, lactosa, malosa, maltosa y un ácido orgánico seleccionado de ácido cítrico, ácido málico, ácido fosfórico, y ácido tartárico. Tales gomas tienen un tiempo de disolución en el rango de 13 a 60 min (Erhan et al., 2003, US patente no. 6,613,378).

30 Varias combinaciones de azúcares y ácidos orgánicos producen diferentes tiempos de disolución. Por lo tanto también es posible utilizar diferentes combinaciones que difieran en los tiempos de disolución como Goma 1 y Goma 2. Por ejemplo, una combinación de ácido cítrico con manosa puede dar como resultado un tiempo de disolución de 13 min, mientras que el ácido cítrico combinado con sacarosa puede dar como resultado un tiempo de disolución de aproximadamente 30 minutos (US 6,613,378 B1). De esta manera, estas dos combinaciones se pueden utilizar como Goma 1 y Goma 2, respectivamente.

35 También se puede utilizar gelatina tanto para la goma 1 como para la goma 2. Es bien sabido que diferentes tipos de gelatina tienen diferentes tiempos de disolución. De esta manera, al seleccionar una combinación adecuada de dos diferentes tipos de gelatina para la Goma 1 y Goma 2 es posible lograr un tiempo de solución mayor de la porción de matriz distante de la matriz de electrodos (Goma 1) a diferencia de la porción de matriz próxima de la matriz de electrodos (Goma 2). También es posible el uso de una goma basada en azúcar para la porción de matriz distante y de una goma basada en gelatina para la porción de matriz próxima o viceversa.

Opcionalmente, las gomas con unos tiempos de disolución sustancialmente mayores, tales como colágeno, derivados de celulosa, tales como colágeno modificado, derivados de celulosa, almidón modificado u otros

materiales biocompatibles tal como VICRYL™ también se pueden utilizar como Goma 1 y Goma 2 en aplicaciones con un procedimiento de inserción mayor. Por ejemplo, en casos cuando la línea de pista de la matriz de electrodos se evalúa repetitivamente durante la inserción, mediante, por ejemplo, imágenes de rayos X, y/o la línea de seguimiento se modifica al pasar la corriente a través de los filamentos contráctiles comprendidos por la matriz de electrodos, el tiempo para complementar el procedimiento de inserción puede tomar un tiempo relativamente mayor.

Si la matriz de electrodos se va a insertar en el tejido localizado inmediatamente por debajo de la piel o mucosa o cerca de la superficie del cerebro en la columna vertebral u otro tejido, tal como un tejido con una profundidad de menos de 2 mm, puede ser suficiente utilizar una goma única, en particular una Goma 1, en razón a que solamente la parte distante de la matriz de electrodos que está desdoblada estará dentro del tejido. En este caso una Goma 2 dispuesta entre los electrodos de la parte próxima de la matriz de electrodos no se disolverá debido a que esta retiene su estado seco.

Opcionalmente, la Goma 2 se puede utilizar para mantener las porciones de electrodos dispuestas de una sección central/o próxima de la matriz de electrodos, mientras que la Goma 1 se utiliza para mantener las porciones de electrodos dispuestas entre sus extremos distantes y la sección mantenida por la Goma 2. Configurar un agente dispuesto axialmente de manera central capaz de hincharse al contacto con el medio acuoso, que adicionalmente es capaz de actuar como una goma, tal como gelatina, suministra unos medios separados para mover/desdoblar los electrodos alejados del eje longitudinal de la matriz de electrodos al contacto con el fluido de cuerpo.

Opcionalmente la matriz de electrodos se puede cubrir por un agente deslizante para reducir la fricción de la matriz de electrodos durante la inserción en el tejido. El agente deslizante también puede retardar el acceso del fluido del cuerpo a él o las Gomas y de esta manera a la disolución de la misma.

Realizaciones Preferidas

La primer realización 1 de la matriz de electrodos en la invención de la Figura. 1 comprende un número de electrodos de oro delgado 2,2',2'' de longitud variable dispuestos en paralelo alrededor del eje central A. Aunque los extremos próximos de los electrodos 2,2',2'' están dispuestos en un plano transversal al eje A, sus extremos distantes están dispuestos para formar un cono por medio de un arreglo apropiado tomando su longitud variable en consideración. Las porciones distantes de los electrodos 2,2',2'' que se extienden desde sus puntas distantes cónicas 3,3',3'' en dirección próxima están incrustados en una primer matriz de Goma 5, que limita con una segunda matriz de Goma 6. La interfaz 9 entre las matrices 5,6 está dispuesta en un plano transversal al eje A. La punta del núcleo distante 7 está comprendida por una primera matriz de Goma 5. En su extremo próximo cada electrodo 2,2',2'' está conectado a unos cables delgados y flexibles eléctricamente conductores 4,4',4'' respectivamente. A una distancia corta de la matriz de electrodos los cables 4,4',4'' se ensamblan en una línea de cables de electrodo múltiple 8 conectadas a una unidad electrónica (no mostrada) para administrar estimulación eléctrica a través de los electrodos 2,4',2'' y/o para registrar señales eléctricas detectadas por los electrodos 2,2',2''. Excepto para una distancia corta que se extiende desde sus puntas distantes 3,3',3'', respectivamente, los electrodos 2,2',2'' y sus respectivos cables 4,4',4'' son aislados (no mostrados) con una capa delgada de laca de polímero. En contacto con el agua o un disolvente acuoso tal como un fluido del cuerpo la primera matriz de Goma 5 se disuelve sustancialmente más rápidamente que la segunda matriz de Goma 6. En la Figura. 2 la matriz de electrodos 1 se muestra insertada en el tejido blando 10, cuya superficie está designada mediante el número de referencia 11 a una profundidad que hace solamente que los cables 4,4',4'' y la línea conductora del electrodo múltiple 8 se extienda desde el tejido 10. El estado de la matriz de electrodos 1 en la Figura 2 es inmediato luego de la inserción. Después de un corto periodo de tiempo tal como aproximadamente un minuto, se alcanza el estado de la matriz de electrodos 1 mostrada en la Figura 3. La primer Goma 5 se ha disuelto en el fluido intersticial acuoso del tejido 10. Las porciones de extremo distante de los electrodos 2,2', etc. están ahora restringidas en su movimiento lateral, en particular en sus puntas 3,3'. Las porciones próximas de los electrodos 2,2' etc. Están sin embargo aún incrustadas en la segunda matriz de Goma 6, que solamente se disuelve tan lentamente que aún un electrodo dispuesto radialmente más externo 3 permanece incrustado en la segunda matriz de goma 6 hasta que la primera matriz de Goma 5 se ha disuelto completamente. La disolución de la segunda matriz de Goma 6 consume al menos 10 minutos; en su extremo se alcanza el estado mostrado en la Figura 4, en el cual cada electrodo 2,2', es capaz de movimiento axial o lateral en el tejido 10 no impedido por los electrodos vecinos 2' y 2, respectivamente.

La segunda realización de la matriz de electrodos 101 de la invención mostrado en la Figura 5 difiere de realización de la Figura 1 en que este comprende dos clases de electrodos, un electrodo centralmente dispuesto 102 con una punta distante cónica 103 alrededor de la cual los electrodos laterales 102a, 102a'; 102b, 102b' de longitudes variables tienen las puntas 103a, 103a'; 103b, 103b' en sus extremos distantes que se inclinan en una dirección radial están dispuesto simétricamente. En sus extremos próximos cada electrodo 102; 102a,102a'; 102b, 102b' está conectado a un cable flexible eléctricamente conductor 104; 104a, 104a'; 104b, 104b', respectivamente, que se combina a una distancia corta del extremo próximo de la matriz de electrodos 101 en una línea de cable eléctrico múltiple 108 de la misma función que la línea de cable del electrodo múltiple 8 de la primera realización. De nuevo, las porciones distantes de los electrodos 102; 102a, 102a'; 102b, 102b' se incrustan en una primera Goma de matriz

105 que se extiende a una interfaz formada por el cono 109 con una segunda goma de matriz 106 que se extiende a sus extremos próximos. La primera y segunda goma de matriz 105, 106 son de la misma clase que las gomas 5, 6 de la primera realización. En contraste con la primera realización de la punta de distante 103 del cono distante de la matriz de electrodos 101 se forma mediante una punta de un electrodo, que es, la punta 103 de electrodo central 102. La función de las puntas inclinadas 103a, 103a'; 103b, 103b' se explica adelante en relación con la tercera realización de la matriz de electrodos de la invención.

La tercera realización de la matriz de electrodos 101 de la invención mostrada en la Figura 6 y 9 difieren de realización de la Figura 9 en que el electrodo central 103 se ha intercambiado para la barra de inserción 214 que se extiende en un punta distante cónica 213. La barra de inserción 213 se extiende desde el extremo próximo de la matriz de electrodos 201 con una longitud adecuada para el manejo manual de la matriz de electrodos 201 durante la inserción en tejido suave. Los electrodos 202a, 202a'; 202b, 202b' de longitud variable que tienen las puntas 203a, 203a'; 203b, 203b' en sus extremos distantes que se inclinan en la dirección radial están dispuestos simétricamente alrededor de la barra de inserción 214. En sus extremos próximos cada electrodo 202a, 202a'; 202b, 202b' está conectado a un cable de conducción flexible eléctricamente delgado 204a, 204a'; 204b, 204b', respectivamente cuyos cables están combinados a una distancia corta del extremo próximo de la matriz de electrodos 201 en una línea de cable de electrodo múltiple 208 de la misma función que el cable 8 de la primera realización. De nuevo, las porciones distantes de los electrodos 202a, 202a'; 202b, 202b' están incrustadas en una primera Goma de matriz 205 que se extiende a una interfaz 209 con una segunda goma de matriz 206 que se extiende a sus extremos próximos. La primera y segunda goma de matriz 205, 206 son de la misma clase que las gomas 5, 6 de la primera realización. El cono distante de la matriz de electrodos 201 se forma mediante la punta 213 de la barra de inserción 214. La función de las puntas que se inclinan 203a, 203a'; 203b, 203b' es evidente en la Figura 7, en la cual se ha disuelto la primera goma de matriz de la matriz de electrodos 201, mientras que la segunda goma de matriz aún soporta las porciones próximas de los electrodos 202a, 202a'; 202b, 202b' incrustadas. Las porciones de extremo próximo de los electrodos 202a, 202a'; 202b, 202b' que comprende las puntas inclinadas 203a, 203a'; 203b, 203b' respectivamente están ahora no restringidas en su movimiento lateral. Empujando la matriz de electrodos 201 adicionalmente hacia el tejido blando (no mostrado en la Figura 7) de la dirección indicada por la flecha S se desviará por las puntas inclinadas 203a, 203a'; 203b, 203b' hacia afuera, esto es, en una dirección alejada de la barra de inserción central 214, como se indica por la flechas punteadas P_a, P_a' y P_b, P_b'. Las puntas inclinadas de electrodos 203a, 203a'; 203b, 203b' suministran así unos medios desdoblados para los electrodos respectivos 202a, 202a'; 202b, 202b' y unos medios de anclaje para la matriz de electrodos 201. Como anteriormente cada electrodo 202a, 202a'; 202b, 202b' está conectado a un cable eléctricamente conductor delgado 204a, 204a'; 204b, 204b' respectivamente, cuyos cables se combinan en una línea de cable de electrodo múltiple 208.

La cuarta realización de la matriz de electrodos 301 de la invención mostrada en la Figura 8 difiere de la realización de la Figura 2 en que los electrodos 302a, 302a'; 302b, 302b' de longitudes variables y suministrados con puntas cónicas 303a, 303a'; 303b, 303b' tienen secciones terminales distantes 316a, 316a'; 316b, 316b' doblados radialmente desde el eje central M de la matriz de electrodos 303. En su extremo próximo cada electrodo 302a, 302a'; 302b, 302b' se conecta a un cable delgado flexible eléctricamente conductor 304a, 304a'; 304b, 304b' respectivamente, cuyos cables son combinados a una distancia corta desde el extremo próximo del extremo de electrodos 301 en una línea de cable de electrodos múltiples 308 de la misma función que el cable 8 de la primera realización. De nuevo, las porciones distantes de los electrodos 302a, 302a'; 302b, 302b' están incrustadas en una primera sección de goma de matriz 305. Las funciones de los electrodos 302a, 302a'; 302b, 302b' que se extienden desde sus extremos próximos están incrustados en una segunda sección de goma de matriz 306, que sin embargo no se extiende a la primera sección de goma matriz 305. En su lugar, una tercera sección de goma de matriz 315 está dispuesta entre las secciones de goma 305 y 306. Las propiedades de disolución de la tercera sección de goma de matriz 315 son similares a aquella de la segunda sección de goma de matriz 306, pero, además, la tercera sección de goma de matriz 315 no se hincha antes de disolverse, empujando de esta manera las porciones distantes 316a, 316a'; 316b, 316b' de los electrodos 302a, 302a'; 302b, 302b' además radialmente hacia afuera. La primera y segunda gomas de matriz 305, 306 son de la misma clase que las Gomas 5, 6 de la primera realización. El cono distante de la matriz de electrodos 301 tiene una punta redondeada 313 comprendida de la primera porción de matriz 305. La configuración doblada de la sección de extremo distante de los electrodos 302a, 302a'; celda 302b, 302b' controlan su desdoblamiento a lo largo de las rutas Q_a, Q_a' y Q_b, Q_b' luego de la disolución de la primera matriz de Goma 306 y de empujar la matriz de electrodos 301 en una dirección próxima indicada por la flecha T. De nuevo, cada electrodo 302a, 302a'; 302b, 302b' está conectada a un cable delgado eléctricamente conductor 304a, 304a'; 304b, 304b' respectivamente, cuyos cables se combinan en una línea de cable de electrodo múltiple 308.

La secciones transversales a través de otras realizaciones preferidas se muestran en las Figuras 10 a 13.

La quinta realización de la matriz de electrodos 401 de la invención ilustrado en la Figura 10 es elíptica en sección transversal. Una multitud de electrodos flexibles delgados 402 se disponen alrededor de una fibra óptica central 417 mediante la cual se puede conducir radiación a un sitio de interés del tejido; opcionalmente la radiación reflejada del tejido se puede aducir a un instrumento que registra la radiación tal como un instrumento de IR (no mostrado). Los electrodos 402 están incrustados en una primera y segunda secciones de matriz de goma 406. Además la matriz de

electrodos 401 comparte características de diseño principales de las realizaciones anteriormente mencionadas de la invención.

La sexta realización de la matriz de electrodos 501 de la invención ilustrada en la Figura 11 es de diseño plano y similar a la realización de la Figura 1 en una sección axial. Esta comprende una barra de inserción central 514 desde la cual se extienden las alas que comprende los electrodos textiles delgados 502 incrustados en la primera y segunda matrices de gomas 506. Además la segunda matriz de electrodos 501 comparte las características de diseño principal de las realizaciones anteriormente mencionadas de la invención.

La séptima realización de la matriz de electrodos 601 de la invención ilustrada en la Figura 12 es de diseño similar que la quinta realización de la invención; a esta le falta sin embargo una barra de inserción central. Esta comprende electrodos flexibles delgados 602 incrustados en una primera y segunda matrices de goma 606. Además la matriz de electrodos 601 comparte características de diseño principales de las realizaciones anteriormente mencionadas de la invención.

La octava realización de la matriz de electrodos 701 de la invención ilustrada en la Figura 13 es una combinación de dos matrices de electrodos planas de forma idéntica, cada una corresponde a una matriz de electrodos de la séptima realización, con sus caras planas sobrepuestas y unidas por secciones de goma separadas 718. Sus electrodos tienen números de referencia 702a, 702b, y sus segundas secciones de goma en las cuales ellos se muestran incrustados tienen números de referencia 706a, 706b, respectivamente.

La novena realización de la matriz de electrodos 801 mostradas en la Figura 14 corresponde a la realización de la Figura 6 excepto por las puntas de electrodo 803a, 803a'; 803b, 803b' no estando incrustadas en una primera goma de matriz 805 (de la cual ella se extiende), y mediante la barra de intersección 814 que no se extiende a través de la matriz de electrodos completo a su extremo distante. En lugar de que la barra de inserción 814 esté montada en un bolsillo axial cilíndrico central en la cara próxima plana de la segunda sección de matriz de goma 806 la matriz de electrodos por medio de una Goma 818. La tasa de disolución de la goma 818 es en un ambiente acuoso es sustancialmente mayor que la tasa de disolución de la segunda sección de matriz de goma 806. Los electrodos 802a, 802a'; 802b, 802b' tienen puntas 803a, 803a'; 803b, 803b' que se inclinan en una dirección próxima hacia el eje central de la matriz de electrodos 801 (no indicado). Situaciones distantes están incrustadas en una primera sección de goma de matriz 805 de una tasa de disolución mayor en medio acuoso que aquella de la segunda sección de goma de matriz 806 en la cual sus porciones próximas están incrustadas. La interfaz 809 entre la primera y segunda secciones de matriz de goma están dispuestas próximas de la porción distante cónica de la matriz de electrodos 801. Al extremo próximo de cada electrodo 802a, 802a'; 802b, 802b' se une un cable delgado flexible eléctricamente conductor 804a, 804a'; 804b, 804b', respectivamente; a corta distancia del extremo próximo de la matriz de electrodos 801 los cables son 804a, 804a'; 804b, 804b' se combinan en una línea de cable de electrodo múltiple 808.

Un electrodo de la técnica anterior 902 (Figuras 15, 15a) incorporadas en una matriz de electrodos 901 de la invención comprenden una barba 920 que finaliza en una punta aguda 921 que se extiende en una dirección próxima desde la punta roma del electrodo 903. La barba 920 es integral con el electrodo 902, que se elabora de un alambre de metal muy delgado. Excepto para la barba 920 y su punto 921 (las secciones sombreadas con puntos en la figura 15, 15a) el electrodo 902 es aislado por una capa delgada de polímero (no mostrada). En la Figura 15 la barba curvada 209 se mantiene en el límite elástico con el electrodo 902 mediante inserción en una primera matriz de goma 905. La sección próxima del electrodo 902 incrustada en una segunda matriz de goma 906. A la porción terminal próxima corta del electrodo 902 que se extiende desde la segunda matriz de goma 906 se sonda un cable de alambre delgado 904 y 925. A una corta distancia del punto de soldadura 925 un micro señal amplificador 926 es integral con el cable 904. Luego de la disolución de la primera matriz de goma 905 la barba 902 ya no está restringida en su movimiento, y asume su configuración doblada físicamente no restringida mostrada en la Figura 15A. El extremo próximo del electrodo 902 sin embargo permanece aún incrustado en la segunda matriz de goma 906.

Aplicaciones de la matriz de electrodos de la invención

El EA de la invención está destinado principalmente a tratamiento de humanos con dolor, epilepsia, depresión, daños o degeneración en el cerebro y/o columna vertebral; como una interfaz en las comunicaciones cerebro-computadora que posibilitan el control de la prótesis o el control de los músculos del esqueleto; para control de la función de los órganos endocrinos y exocrinos; y como una herramienta de investigación en estudios de la función de la red neuronal, y la plasticidad, desarrollo y envejecimiento del sistema nervioso.

El uso clínico de la matriz de electrodos de la invención puede servir particularmente para ayudar pacientes con daño cerebral o de la columna de varias clases al registrar señales de las neuronas restantes en el caso de, por ejemplo, ataques o tejido degenerativo y/o estimular neuronas para compensar las funciones perdidas. Son posibles usos similares en animales. Por ejemplo, la matriz de electrodos se puede utilizar para aliviar el dolor mediante

estimulación de los centros de las células madres cerebrales de los centros analgésicos de las células madres cerebrales, tales como los núcleos en la sustancia gris periacueductal; para aliviar o disminuir el temor en la enfermedad de Parkinson, los movimientos coreicos y otros involuntarios mediante el estímulo dentro de los ganglios basales o los núcleos asociados; para reforzar la memoria mediante estimulación de los núcleos coliméricos y/o monoaminérgicos en caso de la enfermedad de Alzheimer u otras enfermedades degenerativas; para controlar el temperamento, agresión, depresión, ansiedad, fobia, afecto, sobre actividad sexual, impotencia, alteraciones en la comida mediante estímulos de los centros límbicos u otras áreas del cerebro; para rehabilitar pacientes después de ataques o daño del cerebro/columna vertebral mediante la estimulación de las conexiones restantes en cortes del cerebro o las sendas motoras descendentes; para restablecer el control de las funciones de la columna tales como la vejiga y el intestino que se vacía después del daño de la columna al estimular las partes relevantes en la columna vertebral; para controlar la espasticidad mediante la estimulación de los centros descendentes supra espinales inhibitorios o las áreas cerebrales apropiadas. El DMCE también se puede utilizar para inducir el sueño en pacientes que sufren de insomnio.

La matriz de electrodos de la invención se puede utilizar para lesiones electrolíticas de sitios de tejido específicos al pasar corrientes eléctricas a través del tejido. La corriente de una fuerza adecuada también se puede utilizar para calentar los filamentos del electrodo e incrementar de esta manera la temperatura a un nivel en el cual se mueran las células vecinas. En tal caso la intensidad de la corriente administrada por vía del paquete de electrodos se selecciona para ser adecuada para lograr la muerte celular en un volumen de tejido adyacente al extremo frontal del paquete de electrodos. Por ejemplo, la matriz de electrodos se puede utilizar para lesionar tumores o los sitios del SNC que desarrollen actividad anormal después de por ejemplo un traumatismo o una enfermedad degenerativa.

Ejemplos de registros combinados y estimulación incluye: monitorear los ataques epilépticos mediante electrodos implantados en el foco epiléptico acoplado con un sistema para la administración de fármacos antiepilépticos y/o pulsos eléctricos; que compensan por las conexiones perdidas en el sistema motor al registrar los comandos motores centrales, y estimular las partes ejecutoras del sistema motriz distante de las lesiones; seleccionando un sitio que produce actividad eléctrica anormal al registrar actividad neuronal en el sitio, seguido por lesiones del tejido en el sitio mediante la administración a través de paquetes de electrodos de una corriente de tensión adecuada durante un periodo de tiempo adecuado.

La matriz de electrodos de la invención también puede servir como una interferencia para comunicación con ordenadores y neuroprótesis. En pacientes con daños en el sistema nervioso periférico, puede ser útil para registrar señales de comando provenientes del SNC. Estas señales se pueden interpretar mediante programas de ordenador y utilizar para controlar neuroprótesis tales como manos o pies artificiales, y también para controlar la estimulación de músculos y órganos tales como la vejiga y el intestino.

Adicionalmente, la matriz de electrodos de la invención se puede utilizar para medir la actividad y para controlar la secreción de hormonas provenientes de órganos exocrinos o endocrinos, en pacientes con secreción o regulación de hormonas deficiente.

El uso de la matriz de electrodos de la invención para estudios de funciones normales así como también anormales del cerebro y la columna vertebral pueden incluir, por ejemplo, monitorear el dolor relacionado con la actividad neuronal, por ejemplo en el corteza somatosensorial primario o en el sistema límbico, posibilitando de esta manera la evaluación de la potencia de compuestos potencialmente analgésicos o tratamientos analgésicos. Otro ejemplo es el monitoreo de la actividad epiléptica en animales para probar la eficacia de compuestos o tratamientos antiepilépticos. Además los ejemplos incluyen registros de la actividad en los centros neuronales que regulan el sueño para estudiar los trastornos del sueño, y registrar los centros neuronales que regulan el apetito para estudiar problemas relacionados con la obesidad. En tales estudios es necesario registrar la actividad neuronal e interactuar simultáneamente con el sistema nervioso central no afectado. Para este propósito, la matriz de electrodos de la invención se implanta en el SNC durante largo tiempo. Este también se puede utilizar como un portador para biosensores que miden, por ejemplo, los niveles de concentración de varias moléculas en el tejido.

Si se equipa con fibras ópticas la matriz de electrodos de la invención se puede utilizar para mediar señales de fluóforos inducidos en las células mediante, por ejemplo, técnicas genéticas de "knock-in".

Una persona experta en la técnica apreciará que las realizaciones y usos de la matriz de electrodos de la invención descrita aquí son solo dadas como ejemplo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Matriz de electrodos (1) para la inserción en tejido blando de un animal que incluye el hombre que comprende una multitud de electrodos flexibles delgados (2, 2', 2'') cada una tiene una punta distante y un extremo próximo, en donde al menos las porciones de los electrodos que se extienden desde sus extremos próximos están dispuestos en paralelo, los electrodos están incrustados en una matriz (5, 6) que se puede disolver en un solvente acuoso tal como un fluido del cuerpo, en donde la matriz comprende dos o más secciones de diferentes materiales que difieren en sus tasas de disolución y dicho solvente acuoso incluye una primera sección que incluye una porción de los electrodos que se extienden en una dirección próxima desde una porción distante de la misma, en particular desde sus puntas distantes, y una segunda sección que incluye una porción de los electrodos que se extienden desde la primera sección hacia sus extremos próximos.
- 10 2. La matriz de electrodos de la reivindicación 1, en donde la tasa de disolución del material de la primera porción de matriz es mayor que la tasa de disolución de la segunda porción de matriz.
3. La matriz de electrodos de la reivindicación 1 o 2, en donde el cable flexible se une eléctricamente conduciendo al extremo distante de cada electrodo.
- 15 4. La matriz de electrodos de la reivindicación 1 a 3, en donde cada electrodo es eléctricamente aislado excepto para su extremo distante.
5. La matriz de electrodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde los electrodos son de diferente longitud.
- 20 6. La matriz de electrodos de la reivindicación 5, en donde los electrodos están dispuestos alrededor de un eje con sus extremos distantes en un plano transversal al eje y de una manera tal que su longitud se incremente hacia al eje.
7. La matriz de electrodos de la reivindicación 6, en donde las porciones distantes de los electrodos definen un cono o una sección de eje simétrico de un cono o una configuración similar.
8. La matriz de electrodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde las porciones distantes de los electrodos comprenden medios desdoblados.
- 25 9. La matriz de electrodos de la reivindicación 8, en donde las puntas distantes de los electrodos están unilateralmente inclinadas en dirección próxima hacia el eje del electrodo.
10. La matriz de electrodos de la reivindicación 8, en donde las secciones de electrodos que se extienden desde las puntas distantes están en una matriz doblada desde el eje central.
- 30 11. La matriz de electrodos de la reivindicación 8, en donde las secciones de electrodos que se extienden desde las puntas distantes están dispuestas en una primera sección de matriz o de una manera elásticamente restringida con el fin de permitirles desdoblarse desde el eje central sobre la disolución de la primera sección de matriz.
- 35 12. La matriz de electrodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la tasa de disolución del material de la primera porción de matriz es suficiente para hacerla sustancialmente disolver en un fluido del cuerpo antes de que la segunda porción de matriz se disuelva en una proporción suficiente para que los electrodos incrustados en esta pierdan su empotramiento.
13. La matriz de electrodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende una agente dispuesto entre electrodos de los mismos capaces de hincharse en un solvente acuoso.
14. La matriz de electrodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende una o más fibras ópticas.
- 40 15. La matriz de electrodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende uno o más elementos bimetálicos contráctiles que cambian su forma, por ejemplo doblarse, cuando pasa corriente eléctrica a través de ellos, para controlar su celda de inserción.
16. La matriz de electrodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende uno o más elementos de polímero contráctiles para controlar su senda de inserción.
- 45 17. La matriz de electrodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde el electrodo está conectado a un micro amplificador dispuesto en la densidad de su extremo próximo.

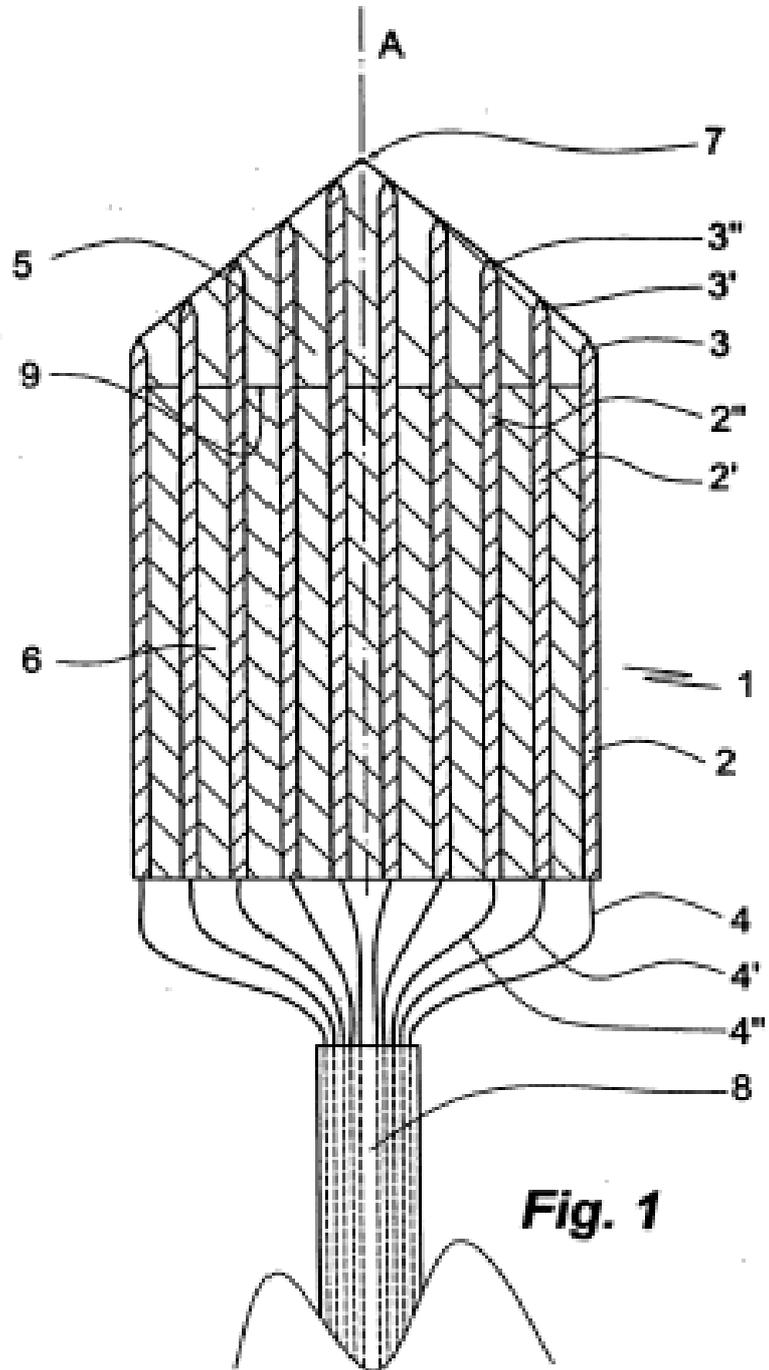


Fig. 1

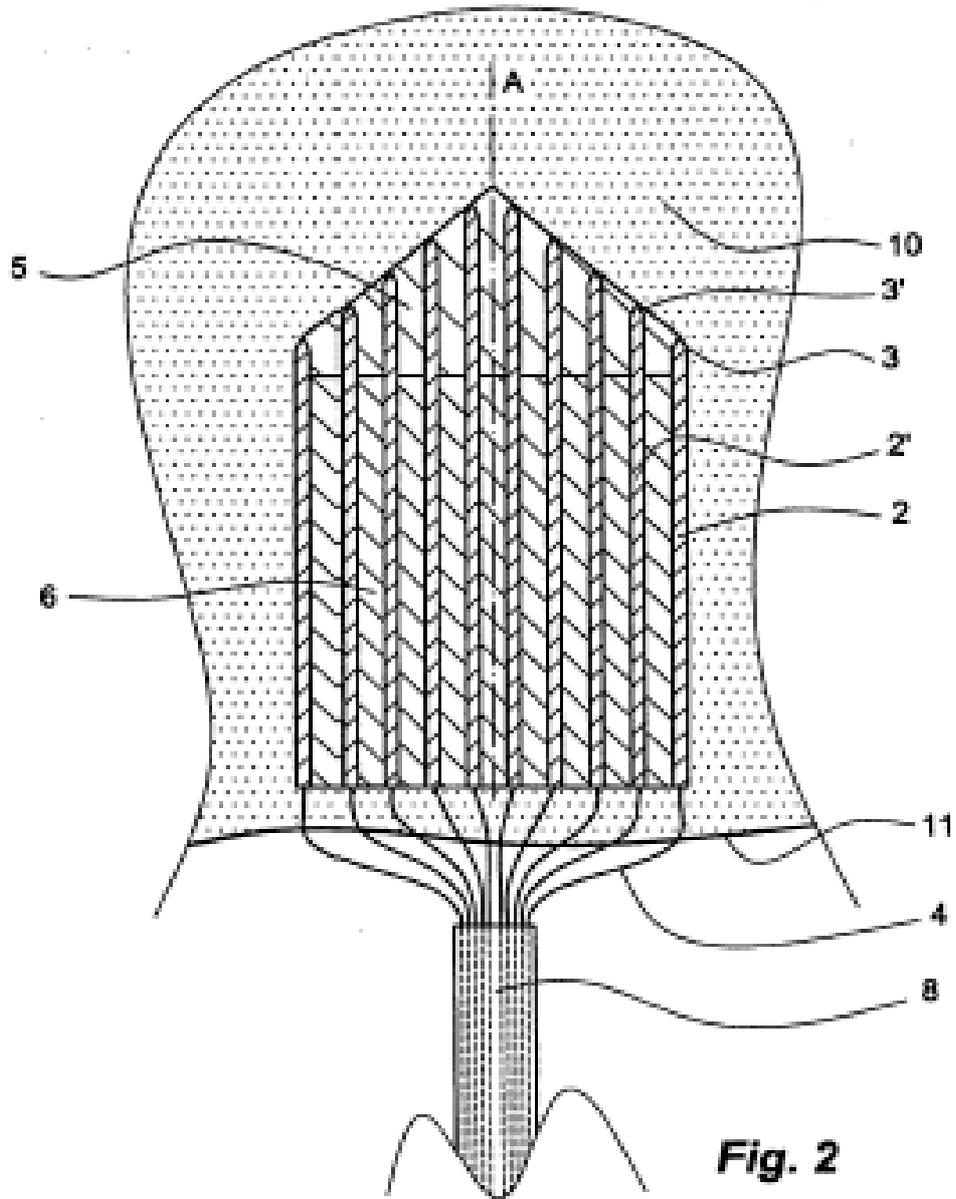


Fig. 2

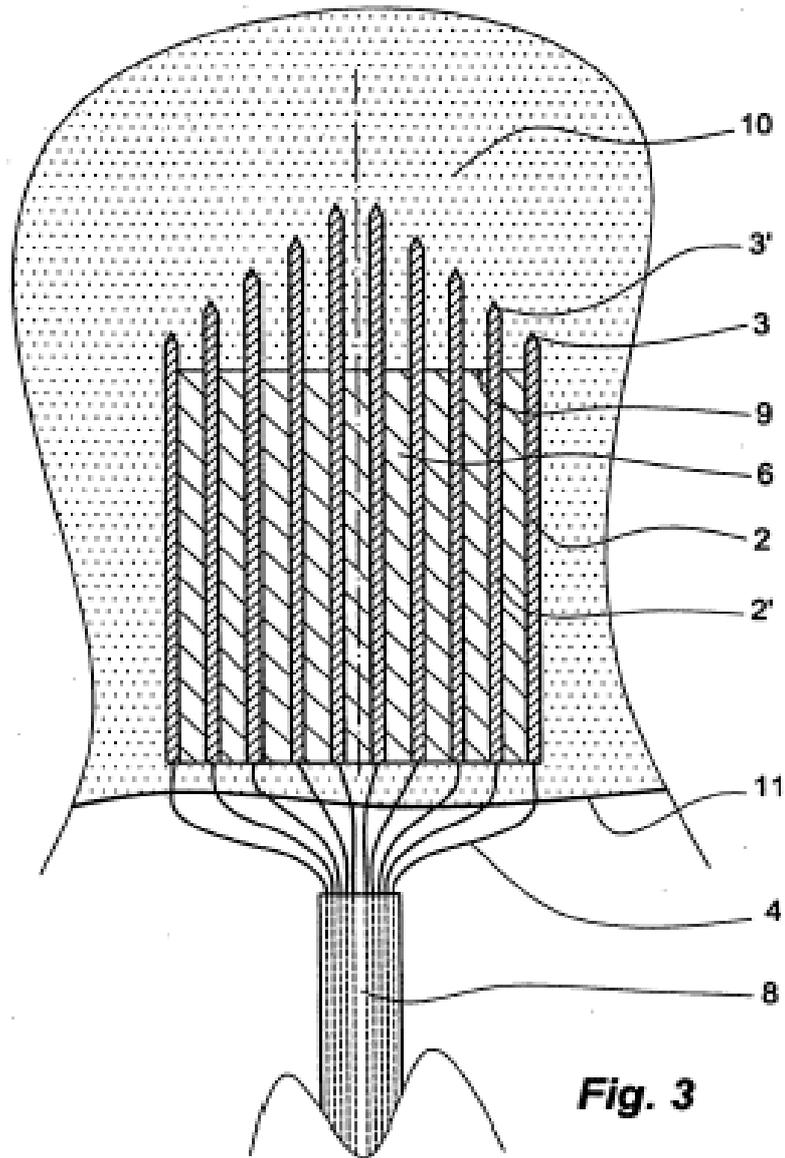
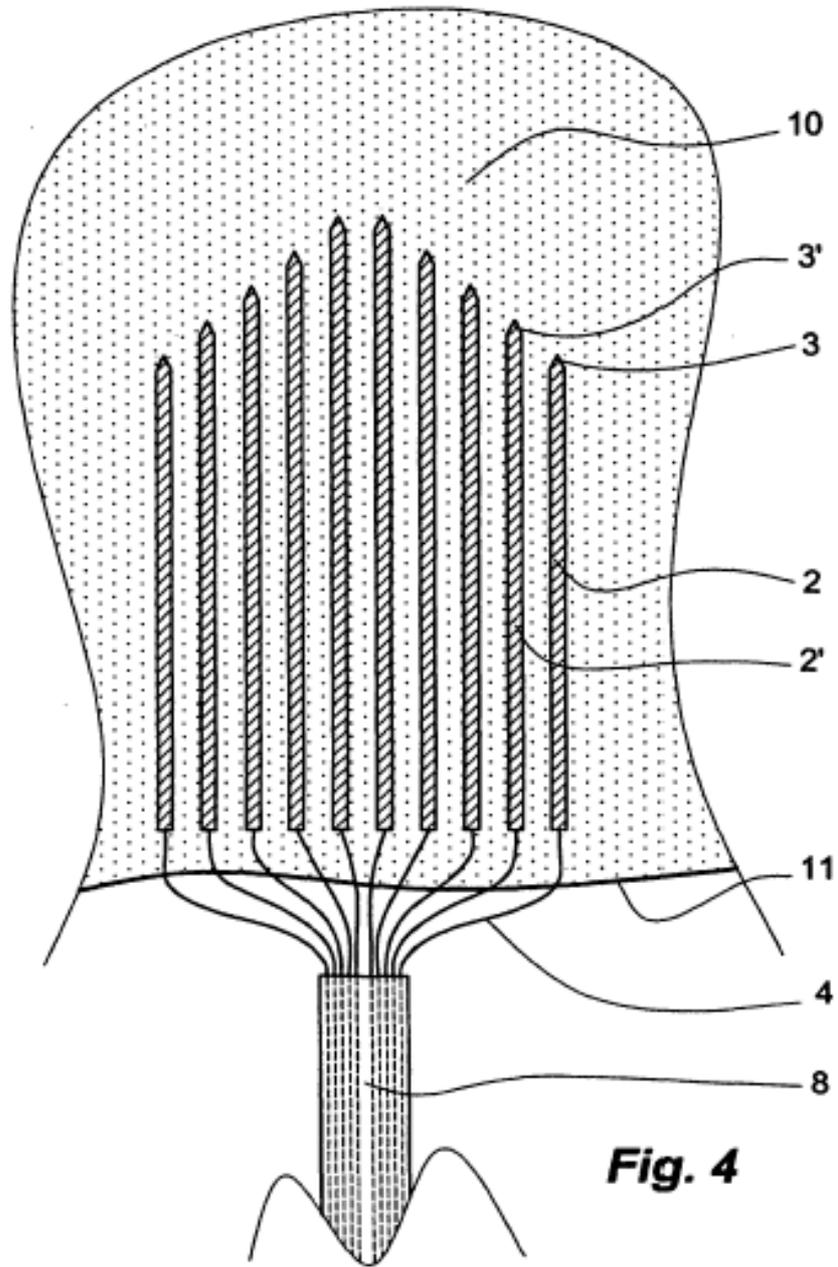
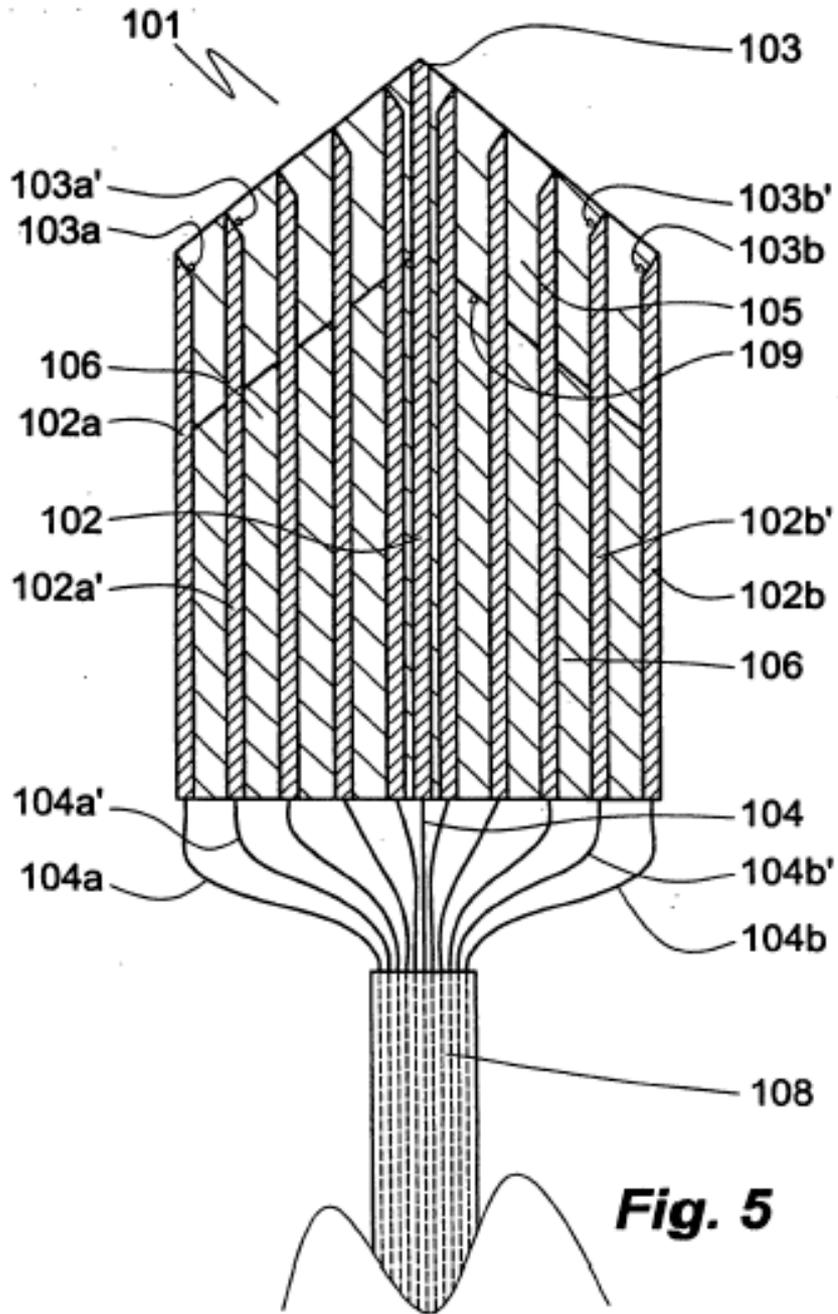


Fig. 3





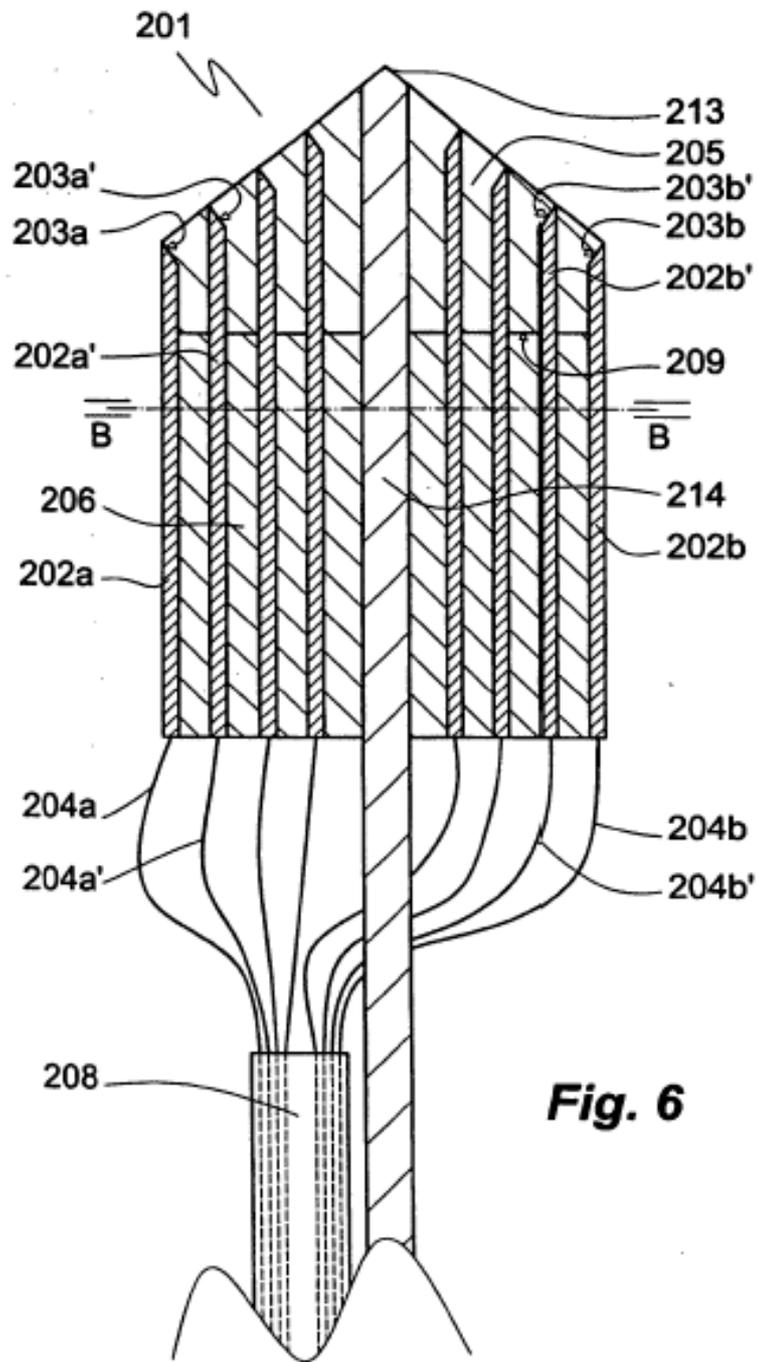


Fig. 6

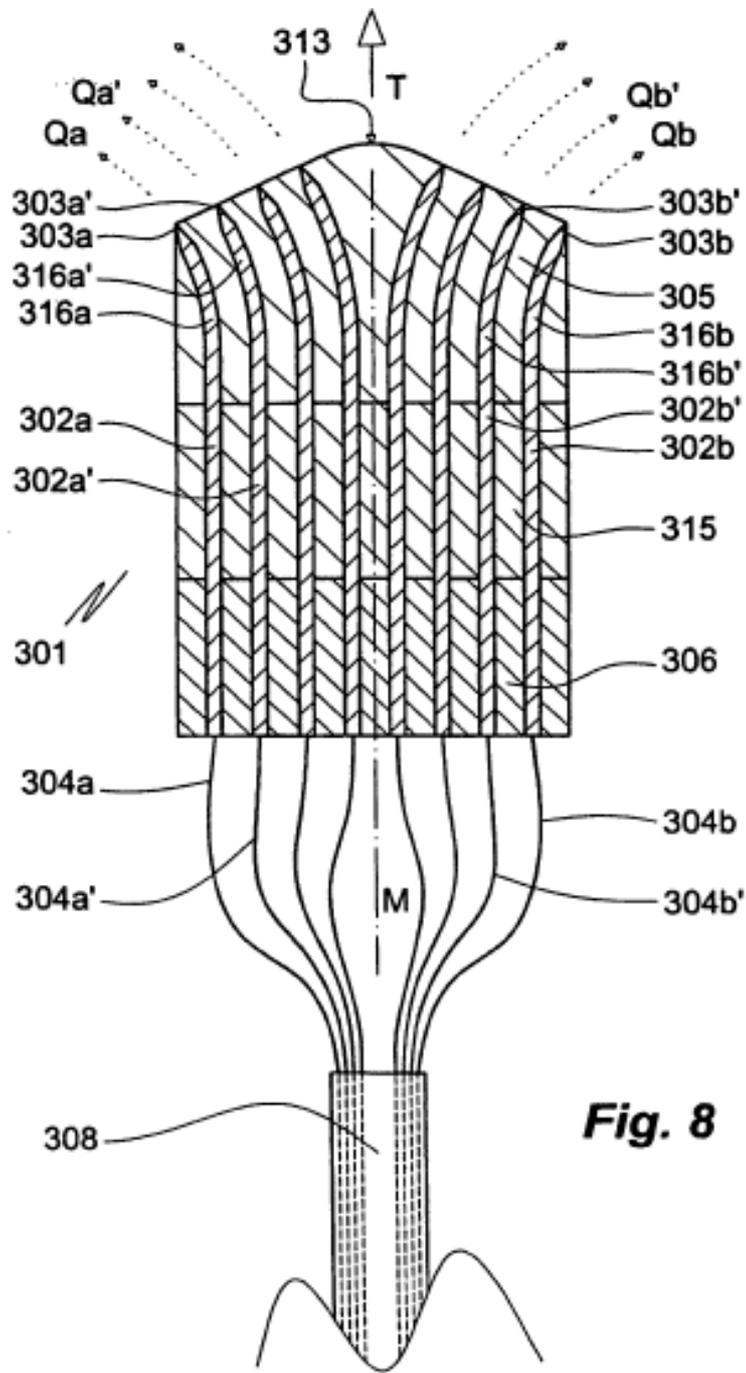


Fig. 8

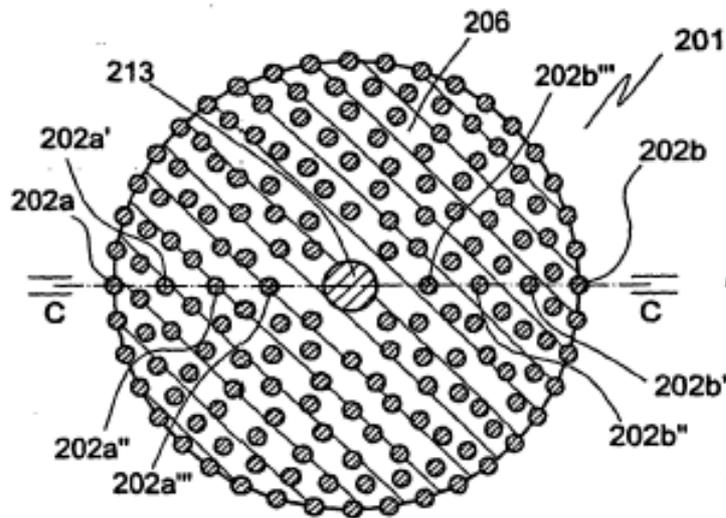


Fig. 9

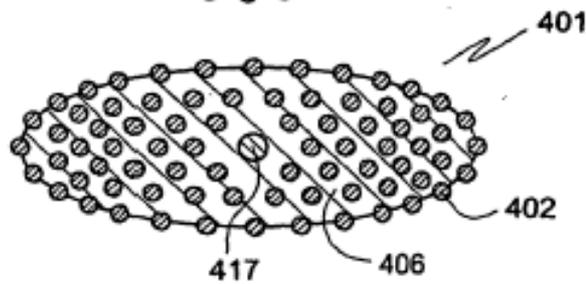


Fig. 10

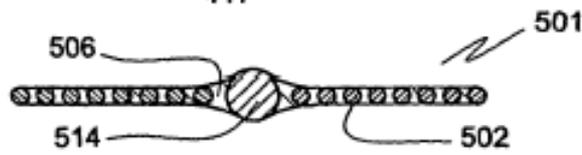


Fig. 11



Fig. 12

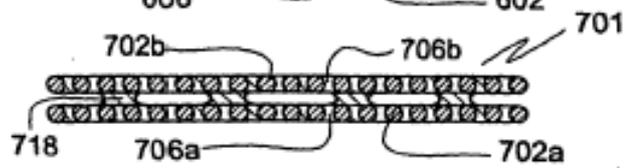


Fig. 13

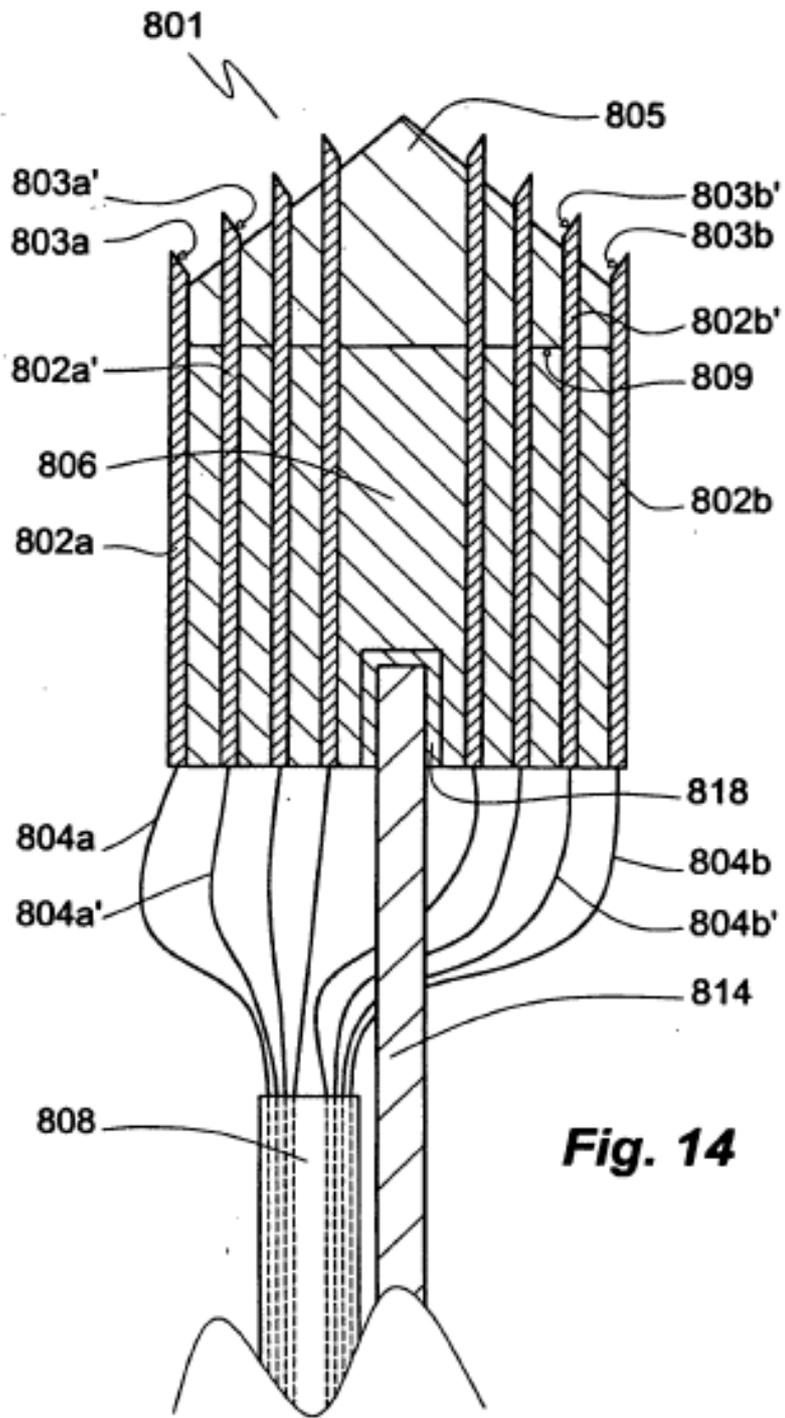


Fig. 14

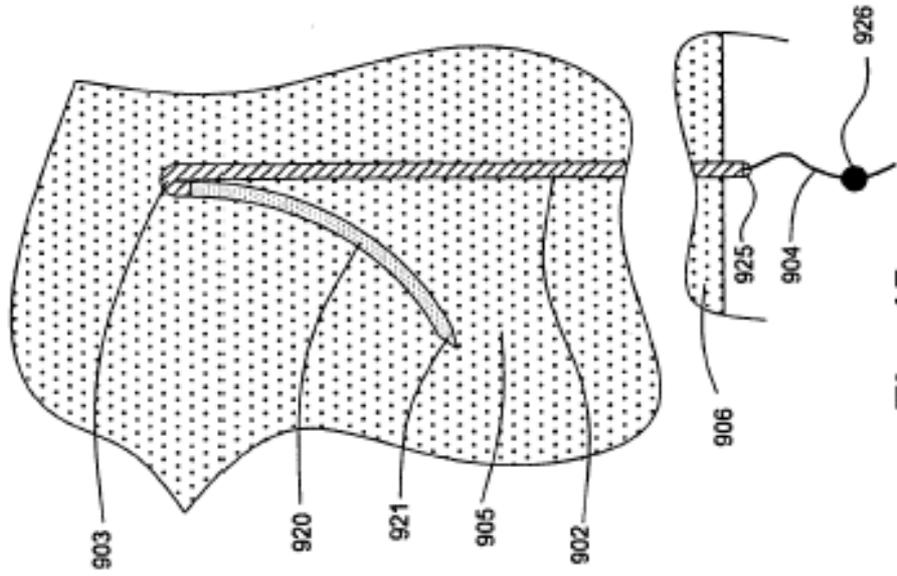


Fig. 15a

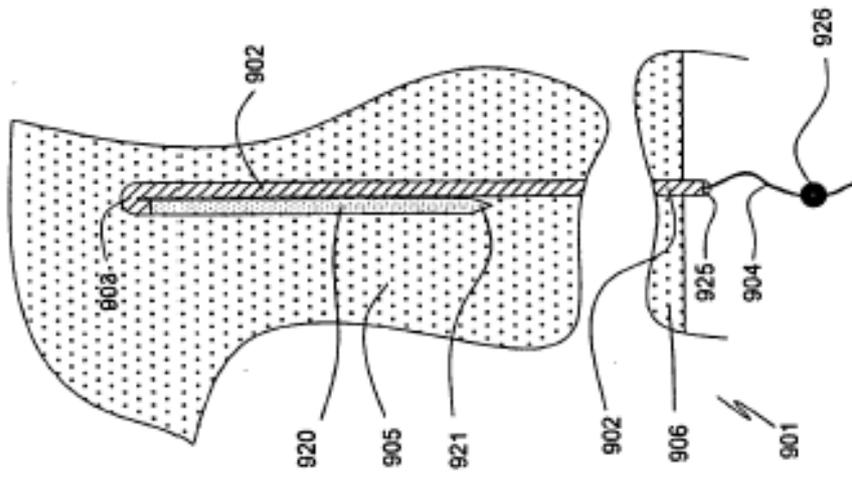


Fig. 15