



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 23 739 T2** 2006.07.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 237 503 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 23 739.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IL00/00831**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 981 584.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/043792**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.12.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **21.06.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.09.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.11.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.07.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61F 2/06** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
465115 **16.12.1999** **US**

(73) Patentinhaber:
Israel Aircraft Industries, Ltd., Lod, IL

(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:
**BAUM, Abraham, 53332 Givataim, IL; HOCH,
Elisha, 76349 Rehovot, IL; SCHNITZER, Israel,
69051 Tel Aviv, IL; KACIR, Lior, 76300 Rehovot, IL;
RABINOVICH, Felix, 75482 Rishon Lezion, IL; ILIA,
Reuben, 84465 Beer Sheva, IL**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR DIE HERSTELLUNG VON MEDIZINISCHEN STÜTZVOR-
RICHTUNGEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von medizinischen Vorrichtungen und im Besonderen ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von medizinischen Stützvorrichtungen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Medizinische Stützvorrichtungen sind an sich bekannt. Eine Arterienstützvorrichtung wird auch Stent genannt. Verfahren zum Herstellen von Stents sind an sich bekannt. Das US-Patent Nr. 5 767 480 für Anglin et al. ist auf eine Löchererzeugung und Bildung von Anschlussleitungen für Leiterraum mit integrierten Schaltkreisen mittels Laserbearbeitung gerichtet.

[0003] Das US-Patent Nr. 5 073 694 für Tessier et al. ist auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Laserschneiden eines hohlen Metallwerkstücks gerichtet. Das Verfahren sieht das Schneiden des hohlen Metallwerkstücks vor, während das Anhaften von Rückständen am inneren Umfang des Werkstücks auf ein Minimum zurückgeführt oder ausgeschlossen wird. Durch die Vorrichtung wird ein Kühlmittel gepumpt, um mit dem Innenbereich des Werkstückes vor und während des Laserschneidens in Berührung zu kommen.

[0004] Das US-Patent Nr. 5 345 057 für Muller ist auf ein Verfahren zum Schneiden einer Öffnung in einer Vorrichtung mit Hilfe eines Laserstrahls gerichtet.

[0005] Das US-Patent Nr. 5 780 807 für Saunders ist auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum direkten Laserschneiden von Stents aus Metall gerichtet. Der erweiterungsfähige Stent besteht aus einer einzelnen Länge aus Röhrenmaterial, bei dem direktes Laserschneiden aus einem einzelnen Metallrohr mit einem fein fokussierten Laserstrahl genutzt wird. Der Stent kann in vielfältiger Weise hergestellt werden, jedoch bewirkt das bevorzugte Verfahren das Schneiden eines dünnwandigen, röhrenförmigen Elements aus Werkstoffen wie rostfreier Stahl, um Abschnitte des Röhrenmaterials zu entfernen und ein gewünschtes Muster zu erhalten. Dies wird bewirkt, indem ein Laserstrahl eingesetzt wird.

[0006] Das US Patent Nr. 5 707 385 für Williams ist auf eine mit einem Medikament beladene, elastische Membran gerichtet, die eine dehnbare Ummantelung umfasst, um ein therapeutisches Medikament in einen Körperhohlraum zuzuführen. Die dehnbare Membran weist eine erste Schicht und eine zweite Schicht auf, die längs ihren Kanten verbunden sind, um eine flüssigkeitsdichte Abdichtung zu bilden. Vor

dem Verbinden der Schichten wird in der ersten Schicht eine Vielzahl von Öffnungen durch bekannte Verfahren wie zum Beispiel die Verwendung eines Lasers ausgebildet.

[0007] Das US-Patent Nr. 5 843 117 für Alt et al. ist auf einen implantierbaren, vaskulären und endoluminalen Stent und auf das Verfahren zur Herstellung desselben gerichtet. Ein röhrenförmiger Stent wird aus einem Röhrenmaterial mit in Längsrichtung ausgerichteten Spreizen, die durch Stäbe oder Brücken miteinander verbunden sind und in der Wand der Röhre eine Vielzahl von Durchgangslöchern bilden, hergestellt. Diese Vielzahl von Durchgangslöchern wird durch einen Laserstrahl geschnitten.

[0008] Das US-Patent Nr. 5 531 741 für Barbacci ist auf beleuchtete Stents gerichtet, die wie eine verbesserte Licht aussendende Vorrichtung ausgelegt sind. Der Stent wird dadurch gebildet, dass eine Länge von Röhrenmaterial extrudiert wird, dem Pressen und Formen folgen. In einem Schritt des Verfahrens werden Abflussöffnungen ausgebildet. Diese Löcher können hergestellt werden, indem die Wand des Röhrenmaterials durch Verwendung eines geschärften Schneidewerkzeugs oder durch Verwendung eines Lasers durchbohrt wird.

[0009] Die Druckschrift US-A-4 863 460 offenbart einen Ring aus Nahtmaterial für eine Herzklappe, der einen elektromagnetisch geformten Druckring umfasst.

[0010] Elektromagnetisches Formen (EMF) gehört zum Stande der Technik. Im Allgemeinen wird dieses Verfahren verwendet, um Metalle mit relativ hoher elektrischer Leitfähigkeit wie zum Beispiel Kupfer, eine Flusslegierung, Aluminium, kohlenstoffarmer Stahl, Messing und Molybdän zu formen, zu schneiden, zu durchstechen und zu verbinden. Das EMF-Verfahren nutzt eine Kondensatorbatterie, eine Formungsspule, einen Bereichsformer (Dorn) und ein elektrisch leitendes Werkstück, um intensive magnetische Felder zu erzeugen, die eingesetzt werden, um nützliche Arbeit zu leisten. Dieses intensive Magnetfeld, das durch die Entladung einer Kondensatorbatterie in eine Formungsspule erzeugt wird, dauert nur wenige Mikrosekunden. Die resultierenden Wirbelströme, die in einem elektrisch leitfähigen Werkstück induziert werden, das in der Nähe der Spule angeordnet ist, wirken dann mit dem magnetischen Feld zusammen, um wechselseitige Abstoßung zwischen dem Werkstück und der Formungsspule zu bewirken. Die Kraft dieser Abstoßung ist ausreichend, um das Metall des Werkstücks über seine Streckgrenze hinaus zu beanspruchen, was zu einer dauerhaften Verformung führt. Das magnetische Feld beschleunigt das Werkstück schnell gegen den Dorn, wo es so zu der gewünschten Form geformt wird. Weil das tatsächliche Formen eigentlich in we-

nigen Mikrosekunden stattfindet, beeinflusst das Hochgeschwindigkeitsumformen die Werkstoffeigenschaften nicht in nachteiliger Weise. Der auf das Werkstück verursachte Druck ist vergleichbar mit dem, der beim mechanischen Formen von ähnlichen Teilen herrscht.

[0011] EMF (elektromechanisches Formen) kann normalerweise auf fünf Formverfahren angewandt werden: Pressen, Dehnung, Profilbildung, Stanzen und Verbinden. Es wird eingesetzt, um röhrenförmige Formen zu dehnen, zu pressen oder zu formen, um eine flache dünne Platte zu bilden und um verschiedene Form- und Montagevorgänge zu einem einzigen Schritt zu kombinieren. Es wird bei einer Einzelschritt-Montage von Metallteilen miteinander oder an anderen Bauteilen, wie in Elektrokabeln, und zum Verbinden von Aluminium und Kupfer eingesetzt. Metalle mit hohem Widerstand wie Titan, benötigen eine spezielle EMF-Ausrüstung, die bei höheren Frequenzen im Bereich von 20 bis 100 kHz arbeitet.

[0012] Weil der Werkstoff bis in seinen plastischen Bereich hinein belastet wird, fehlt scheinbar die oft mit mechanischem Formen verbundene Rückfederung in den elektromechanisch geformten Teilen. Durch ein EMF-Verfahren hergestellte Verbindungen sind normalerweise stärker als der Grundwerkstoff und im Vergleich zu anderen Verbindungsverfahren wie zum Beispiel Laserschweißen. Es sind auch Montagen mit Metallteilen üblich, die auf Kunststoff, Verbundwerkstoffen, Gummi und Keramik ausgebildet werden.

[0013] Mehr das EMF betreffende Informationen können in den folgenden Verweisen gefunden werden: V. S. Balanethiram, Xiaoyu Hu, Marina Altynova und Glenn S. Daehn, High Velocity forming: Is it Time to Rediscover this Technology" („Hochgeschwindigkeitsumformen: Ist es Zeit, diese Technologie wieder zu entdecken ?") Engineering Research Center Report ERC/NSM-S-94-15, The Ohio State University, Columbus OH, 1994, S. 36–37, V. S. Balanethiram, Xiaoyu Hu, Marina Altynova und Glenn S. Daehn, "Hyperplasticity: Enhanced Formability at High Rates" (Hyperplastizität: Verbesserte Bearbeitbarkeit mit hohen Geschwindigkeiten", Journal of Materials Processing Technology, Bd. 45, 1994, S. 595–600, G. S. Daehn, M. Altynova, V. S. Balanethiram, G. Fenton, M. Padmanabhan, A. Tamhane und E. Winnard, „High-Velocity Metal Forming – An Old Technology Adresses New Problems" („Hochgeschwindigkeits-Metallformen – eine alte Technologie wendet sich neuen Problemen zu"), JOM, Bd. 7, Juli 1995, S. 42–45, und Metals Handbook, 9. Ausgabe, Band 14, Forming & Forging, ASM Electromagnetic Forming International, Metals Park, OH, S. 644–653.

ABRISS DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG

[0014] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines neuartigen Verfahrens zum Herstellen von medizinischen Stützvorrichtungen, mit denen die Nachteile des Standes der Technik überwunden werden.

[0015] Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines neuartigen Verfahrens zum Herstellen von medizinischen Vorrichtungen aus Metall, während ihre ursprünglichen Eigenschaften beibehalten werden, welches die Nachteile im Stand der Technik überwindet.

[0016] Nach der vorliegenden Erfindung ist somit ein Verfahren zum Herstellen einer medizinischen Stützvorrichtung aus mindestens einem Objekt vorgesehen, indem ein elektromagnetischer Feldgenerator eingesetzt wird. Dieses Verfahren umfasst die Schritte des Aufsetzens einer Dornstange mit Dorn auf das mindestens eine Objekt in der Nähe eines vorgegebenen Formbereichs und Anlegens mindestens eines elektromagnetischen Feldes an den Formbereich, wodurch die Form des mindestens einen Objekts gebildet wird.

[0017] Das Verfahren kann des Weiteren die Schritte des Bestimmens des Formbereichs auf dem Objekt und Wiederholens von dem Schritt Bestimmen umfassen, so dass zusätzliche Formbereiche eine endgültige Form für das Objekt bilden, wobei die endgültige Form im Allgemeinen zylindrisch ist.

[0018] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist das Objekt eine röhrenförmige Gestalt auf. In diesem Fall umfasst die Dornstange mit Dorn zumindest eine Öffnung, wobei der Schritt des Bestimmens das Positionieren einer ausgewählten der Öffnungen unterhalb eines ausgewählten der Formbereiche umfasst. Damit ist das Ergebnis des Schrittes des Anlegens eines elektromagnetischen Feldes das Stanzen von Material innerhalb des ausgewählten Formbereichs.

[0019] Nach einer anderen Ausführung der Erfindung ist das röhrenförmige Objekt aus einem Werkstoff hergestellt, der aus Familien von Werkstoffen mit Formgedächtnis, überelastischen Werkstoffen, rostfreiem Stahl, Legierungen, Polymerwerkstoffen, biokompatiblen Werkstoffen und dergleichen ausgewählt sein kann. Folglich kann das Verfahren des Weiteren einen vorbereitenden Schritt umfassen, in dem dem röhrenförmigen Objekt Formgedächtnis-Eigenschaften verliehen werden. Alternativ dazu kann das Verfahren auch einen abschließenden Schritt umfassen, in dem dem röhrenförmigen Objekt Formgedächtnis-Eigenschaften verliehen werden.

[0020] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführ-

rung der vorliegenden Erfindung ist somit ein Verfahren zum Herstellen einer medizinischen Stützvorrichtung aus einem röhrenförmigen, hohlen Objekt vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Schritte des Aufsetzens eines vorgegebenen Dorns auf jeden von einer Vielzahl von Formbereichen und Anlegens zumindest eines elektromagnetischen Feldes an jeden der Formbereiche, wodurch das röhrenförmige Objekt an jedem der Formbereiche ausgebildet wird.

[0021] Das Verfahren kann des Weiteren einen Schritt des Bestimmens des Formbereiches auf dem Objekt umfassen. Der Dorn kann mindestens eine Öffnung enthalten, wobei in diesem Fall der Schritt des Aufsetzens das Positionieren einer ausgewählten der Öffnungen unter einen ausgewählten der Formbereiche einschließt. Damit bewirkt der Schritt des Anlegens des elektromagnetischen Feldes das Stanzen von Material innerhalb des ausgewählten Formbereichs.

[0022] Das röhrenförmige Objekt kann aus einem Werkstoff mit Formgedächtnis hergestellt werden. Das Verfahren kann des Weiteren einen vorbereitenden Schritt umfassen, in dem dem röhrenförmigen Objekt Eigenschaften mit Formgedächtnis verliehen werden. Alternativ dazu kann das Verfahren des Weiteren einen abschließenden Schritt umfassen, in dem dem röhrenförmigen Objekt Eigenschaften mit Formgedächtnis verliehen werden.

[0023] Nach einer weiteren Ausführung der Erfindung kann das oben erwähnte Objekt eine Vielzahl von Drähten enthalten. Somit ist der Formbereich durch eine Überschneidung von mindestens zwei Drähten definiert. Zum Beispiel kann das Verfahren des Weiteren einen Schritt des Anordnens der Drähte in einer kreuzweisen Struktur umfassen.

[0024] Es wird angemerkt, dass ausgewählte der Drähte gerade oder gebogen sein können. Diese Drähte können aus einem beliebigen der oben genannten Liste von Werkstoffen hergestellt und folglich vor oder nach einer Formung behandelt werden.

[0025] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung wird eine medizinische Stützvorrichtung bereitgestellt, die ein röhrenförmiges Objekt umfasst. Das röhrenförmige Objekt enthält eine Vielzahl von Öffnungen, wobei ausgewählte der Öffnungen elektromagnetisch gebildet wurden. Dieses röhrenförmige Objekt kann aus einem beliebigen der oben erwähnten Liste von Werkstoffen hergestellt werden.

[0026] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung ist eine medizinische Stützvorrichtung vorgesehen, die eine dünne Platte aus elektrisch leitfähigem Material enthält. Die dünne Platte aus elektrisch leitfähigem Material wird

gefaltet, um ein röhrenförmiges Objekt bereitzustellen, bei dem eine Kante der dünnen Platte aus dem elektrisch leitfähigen Material mit der anderen überlappt, wodurch ein überlappender Abschnitt gebildet wird. Die überlappenden Kanten werden durch elektromechanisches Formen verbunden. Diese medizinische Stützvorrichtung kann des Weiteren eine Vielzahl von Öffnungen enthalten, wobei zumindest einige davon nach dem EMF oder nach herkömmlichen Formungsverfahren wie Bohren, Laserschneiden, chemische Ätzung, Lochen mit Fluid, elektro-erosive Bearbeitung, chemische Bearbeitung, photochemisches Ausschneiden, Bearbeitung mit Schleifmittelfluss, Ultraschallbearbeitung, hydrodynamische Bearbeitung, Stanzen und dergleichen gebildet wurden.

[0027] Die dünne Platte aus elektrisch leitfähigem Material kann aus einem beliebigen der oben angeführten Werkstoffe hergestellt werden. Das Verfahren kann einen vorbereitenden oder einen abschließenden Schritt umfassen, in dem der dünnen Platte aus elektrisch leitfähigem Material Eigenschaften mit Formgedächtnis verliehen werden.

[0028] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung ist eine medizinische Stützvorrichtung vorgesehen, die eine dünne Platte aus elektrisch leitfähigem Material umfasst. Die dünne Platte aus elektrisch leitfähigem Material enthält eine Vielzahl von Öffnungen, die durch elektromagnetisches Formen ausgebildet werden. Die dünne Platte aus elektrisch leitfähigem Material wird gefaltet, so dass ein röhrenförmiges Objekt zur Verfügung gestellt wird, wobei eine Kante der dünnen Platte aus elektrisch leitfähigem Material sich mit der anderen überschneidet, wodurch ein überlappender Abschnitt gebildet wird.

[0029] Das Verbinden der sich überschneidenden Kanten im Überlappungsabschnitts kann mittels EMF oder durch herkömmliche Verfahren wie Lichtbogenschweißen, Gasschweißen Widerstandsschweißen, Löten, Hartlöten, Elektronenstrahlschweißen, Laserstrahlschweißen, Reibschweißen, Diffusionsbonden, Schockschweißen, Adhäsionsklebung und dergleichen vorgenommen werden.

[0030] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen einer medizinischen Stützvorrichtung aus einer dünnen Platte aus bearbeitbarem Material vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Schritte des Aufsetzens eines vorgegebenen Dorns auf eine Vielzahl von Formbereichen und des Anlegens mindestens eines elektromagnetischen Feldes an jeden der Formbereiche, wodurch die dünne Platte in jedem der Formbereiche geformt wird. Das Verfahren kann des Weiteren einen Schritt des Bestimmens des Formbereiches auf dem Objekt umfassen.

[0031] Der Dorn kann mindestens eine Öffnung enthalten. In diesem Fall umfasst der Schritt des Anordnens das Positionieren einer ausgewählten der Öffnungen unterhalb eines ausgewählten der Formbereiche. Daher bewirkt der Schritt des Anlegens von elektromagnetischen Feldern eine Abscherung von Material innerhalb des ausgewählten Formbereiches.

[0032] Die dünne Platte aus bearbeitbarem Material besteht aus einem beliebigen der oben erwähnten Materialien.

[0033] Das Verfahren kann des Weiteren einen Schritt des Faltens der dünnen Platte aus bearbeitbarem Material umfassen, wodurch ein röhrenförmiges Objekt erzeugt wird.

[0034] Nach einer Ausführung der Erfindung sind zumindest die ausgewählten der Formbereiche in überlappenden Abschnitten der dünnen Platte aus bearbeitbarem Material angeordnet, wobei die überlappenden Abschnitte im Schritt des Faltens gebildet werden.

[0035] In Abhängigkeit von verschiedenen Betrachtungen, die sich aus dem zu behandelnden körperlichen Organ ergeben, kann das bearbeitbare Material entweder elektrisch leitfähig oder nicht elektrisch leitfähig sein.

[0036] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen einer medizinischen Stützvorrichtung vorgesehen, mit den Schritten des Anordnens einer Vielzahl von Drähten, bei denen sich zumindest ein Abschnitt von jedem der Drähte mit einem Abschnitt von mindestens einem anderen der Drähte überdeckt, wobei jeder der überlappenden Abschnitte einen Schnittbereich bildet, sowie des Anlegens von mindestens einem elektromagnetischen Feld an die sich überlappenden Drähte von jedem der Schnittbereiche, wodurch jeder der Drähte an dem Schnittbereich verbunden wird.

[0037] Das Verfahren kann ferner einen Schritt Wiederholen des Schrittes Anlegen umfassen, wodurch eine netzähnliche Struktur der Drähte gebildet wird. Das Verfahren kann außerdem einen Schritt des Faltens des Netzes umfassen, wodurch ein Zylinder gebildet wird.

[0038] Die Drähte können im Allgemeinen gerade oder gebogen sein. Die Anordnung der Drähte kann kreuzweise sein. Zumindest die ausgewählten der Drähte können aus einer Legierung mit Formgedächtnis oder einem beliebigen der oben angeführten Werkstoffe bestehen.

[0039] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung wird eine medizini-

sche Stützvorrichtung bereitgestellt, die eine Vielzahl von Drähten enthält. Jeder der Drähte kreuzt sich mit mindestens einem anderen der Drähte, wodurch eine Vielzahl von Schnittpunkten definiert wird und dadurch ein Netz gebildet wird, wobei das Netz zu der Form eines Zylinders gefaltet wird. Zumindest die ausgewählten der sich kreuzenden Drähte werden mit den sich damit kreuzenden Drähten durch einen elektromagnetischen Formvorgang verbunden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN IN DER KORREKTEN ZEICHNUNGSLISTE

[0040] Die vorliegende Erfindung wird aus der folgenden, in Verbindung mit den Zeichnungen vorgenommenen, ausführlichen Beschreibung verständlicher und deutlicher, in denen:

[0041] [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung eines Systems zum Herstellen von medizinischen Stützelementen aus Metall, die entsprechend einer bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig sind;

[0042] [Fig. 2](#) ist eine Darstellung von zwei miteinander zu verbindenden Drähten, die eine Spule bilden, die nach einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung aufgebaut und funktionsfähig sind;

[0043] [Fig. 3A](#) ist die Querschnittsdarstellung einer Herstellungsvorrichtung für Stents, die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0044] [Fig. 3B](#) ist eine Schnittansicht der Herstellungsvorrichtung für Stents und des Werkstücks von [Fig. 3A](#), die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0045] [Fig. 4A](#) ist die seitliche Darstellung eines Werkzeugs, das nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0046] [Fig. 4B](#) ist eine perspektivische Darstellung der Spule der Vorrichtung nach [Fig. 4A](#), die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0047] [Fig. 4C](#) ist eine perspektivische Darstellung des Dorns der Vorrichtung von [Fig. 4A](#), die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0048] [Fig. 4D](#) ist eine perspektivische Darstellung des Werkstücks von [Fig. 4A](#), das entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0049] [Fig. 4E](#) ist die perspektivische Darstellung eines Werkstücks, nachdem es durch die Vorrichtung von [Fig. 4A](#) behandelt wurde;

[0050] [Fig. 5](#) ist die perspektivische Darstellung einer Formvorrichtung, die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0051] [Fig. 6](#) ist eine Darstellung im Querschnitt einer Formvorrichtung, die nach einer anderen bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0052] [Fig. 7A](#) ist eine Darstellung im Querschnitt einer Formvorrichtung, die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0053] [Fig. 7B](#) ist die perspektivische Darstellung einer Spule der Vorrichtung von [Fig. 7A](#), die nach einer anderen bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0054] [Fig. 7C](#) ist eine Darstellung im Querschnitt einer Formvorrichtung, die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0055] [Fig. 8](#) ist eine schematische Darstellung eines Metallnetzes, das entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist;

[0056] [Fig. 9A](#) ist die schematische Darstellung einer Vielzahl von Drahtelementen und einer Stützstruktur, die entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0057] [Fig. 9B](#) ist die Darstellung eines Drahtes, der entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist;

[0058] [Fig. 9C](#) ist die Darstellung einer Netzstruktur, die entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist;

[0059] [Fig. 9D](#) ist die Darstellung einer medizinischen Stützvorrichtung, die nach einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0060] [Fig. 10A](#) ist die perspektivische Darstellung einer Formvorrichtung, die entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0061] [Fig. 10B](#) ist die perspektivische Darstellung eines Dorns zur Verwendung mit der Formvorrich-

tung von [Fig. 10A](#), der entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist;

[0062] [Fig. 10C](#) ist eine Seitenansicht der Formvorrichtung von [Fig. 10A](#), die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGEN

[0063] Die vorliegende Erfindung überwindet die Nachteile im Stand der Technik durch Bereitstellung eines neuartigen Verfahrens zum Herstellen von medizinischen Stützvorrichtungen und Elementen, bei dem elektromagnetische Formverfahren (EMF) verwendet werden.

[0064] Es wird jetzt Bezug auf [Fig. 1](#) genommen, die eine schematische Darstellung eines Systems zum Herstellen von medizinischen Stützelementen aus Metall ist, die im Allgemeinen mit **100** bezeichnet sind und entsprechend einer bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig sind.

[0065] Das System **100** umfasst eine Formspule **106** (elektromagnetischer Generator), Kondensatoren **104** zur Energiespeicherung und eine Stromversorgung **102**. Die Kondensatoren **104** zur Energiespeicherung sind an die Stromversorgung **102** und die Formspule – der elektromagnetische Feldgenerator **106** – angeschlossen. Im vorliegenden Beispiel enthält der elektromagnetische Feldgenerator eine Metallspule.

[0066] Die Formspule **106** ist um ein elektrisch leitfähiges Objekt aus Metall, das im Allgemeinen mit **110** bezeichnet ist und Impulse eines elektromagnetischen Feldes erzeugt, herum angeordnet. Ein Dorn **112** zum Formen eines Feldes wird zwischen dem Werkstück **110** und der Spule **106** eingesetzt. Der elektromagnetische Generator (Formspule **106**) erzeugt Impulse eines elektromagnetischen Feldes. Das sehr intensive elektromagnetische Feld wird durch die Entladung einer Gruppe von Kondensatoren **104** in die Formspule **106** erzeugt. Die sich ergebenden Wirbelströme, die in dem elektrisch leitfähigen Metallobjekt induziert werden, wirken dann mit dem magnetischen Feld zusammen, um eine wechselseitige Abstoßung zwischen dem elektrisch leitfähigen Werkstück **110** aus Metall und der Formspule **106** zu erzeugen. Die Kraft dieser Abstoßung ist ausreichend, um das Werkstück aus Metall über seine Streckgrenze hinaus zu beanspruchen, was zu einer dauerhaften Verformung führt. Der Dorn **112** zum Formen eines Feldes wird genutzt, um das magnetische Feld an den Punkten zu konzentrieren, bei denen das Formen/Schneiden erwünscht ist. Der mag-

netische Druck wird auf bestimmte Bereiche des Werkstücks aus Metall lokalisiert. Dieses Verfahren nutzt gespeicherte Energie höchst wirkungsvoll, um hohe örtliche Formdrücke in gewünschten Bereichen zu erzeugen. Im vorliegenden Beispiel enthält der Dorn **112** ein Loch. Folglich kann die Vorrichtung **100** ein Loch in dem Werkstück elektromagnetisch dadurch „stanzen“, dass das Werkstück aus Metall in der Nähe des Loches zu ihm hin beschleunigt wird.

[0067] Es wird jetzt Bezug auf [Fig. 2](#) genommen, die eine Darstellung von zwei zu verbindenden Drähten ist, die eine Spule bilden und entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung aufgebaut und funktionsfähig sind. Die Drähte **162** und **160** sind übereinander angeordnet, wodurch sie sich an einem Kreuzungsabschnitt **164** schneiden. Unterhalb des Drahtes **160** ist ein Stützelement **166** angeordnet. Über dem Kreuzungsabschnitt **164** kann ein Beschleunigerelement **168** angeordnet werden. Die Formspule **152** ist um den Kreuzungspunkt und das Stützelement **166** herum angeordnet. In einem vorbestimmten Augenblick erzeugt die Formspule **152** den Impuls eines magnetischen Feldes. Dieses elektromagnetische Feld beschleunigt die zwei Drähte in Richtung des Stützelements **166**, wodurch sie zusammengedrückt werden, um sich an dem Kreuzungsabschnitt **164** zu verbinden. Gleichzeitig beschleunigt der Impuls des magnetischen Feldes auch das Beschleunigerelement **168** zu dem Stützelement **166** hin. Das Beschleunigerelement **168** kann in verschiedenen Fällen eingesetzt werden, wo zusätzliche Kräfte erforderlich sind wie zum Beispiel, wenn die beiden verbundenen Teile durch eine geringere Leitfähigkeit oder überhaupt keine gekennzeichnet sind.

[0068] Es wird angemerkt, dass die Werkstoffeigenschaften der beiden Drähte **162** und **160** außerhalb des Kreuzungsabschnitts **164** nicht verändert sind. Die Festigkeit der Schweißverbindung ist zumindest vergleichbar mit der Festigkeit des Grundmaterials.

[0069] Es wird jetzt Bezug auf [Fig. 3A](#) genommen, die eine Schnittdarstellung der im Allgemeinen mit **200** bezeichneten Vorrichtung zur Herstellung von Stents ist, die gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist. Die Vorrichtung **200** enthält einen Dorn **204** und eine Spule **202**. Der Dorn **204** ist ein normales hohles Rohr (durch einen Schaft **208** gebildet), das an seinem Umfang eine Vielzahl von Löchern **206** enthält. Der Dorn **204** ist konzentrisch innerhalb der Spule **202** angeordnet. Zwischen dem Dorn **204** und der Spule **202** ist ein röhrenförmiges Werkstück **210** konzentrisch angeordnet.

[0070] Es wird ferner Bezug auf [Fig. 3B](#) genommen, die eine Schnittdarstellung der Vorrichtung **200** und des Werkstücks **210** von [Fig. 3A](#) ist. Die Spule **202** erzeugt einen elektromagnetischen Impuls,

wenn durch sie hindurch ein elektrischer Stromimpuls geleitet wird. Dieser magnetische Impuls bewirkt einen entgegen gesetzten elektrischen Stromfluss innerhalb des Werkstücks **210**. Die Vektorkombination des elektromagnetischen Feldes und des entgegen gesetzten elektrischen Stroms bewirkt die Erzeugung mechanischer Kräfte auf das Werkstück **210**, die auf den Mittelpunkt des Dorns **204** gerichtet sind.

[0071] Die Folge ist, dass Materialteile (im Allgemeinen mit **214** bezeichnet) des Werkstücks **210** gegen Öffnungen **206** abgeschert werden, so dass die Löcher **212** erzeugt werden. Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung können die verschiedenen Teile des Werkstücks **210** in einem einzigen Zyklus gestanzt werden. Alternativ dazu kann das gesamte Werkstück **210** in einem einzigen Zyklus gestanzt werden. Es wird angemerkt, dass die Materialeigenschaften des Werkstücks **210** im Wesentlichen durchweg und nach dem Stanzvorgang beibehalten werden. Die Wärmemenge, die durch den Vorgang nach der vorliegenden Erfindung erzeugt wird, ist im Vergleich zu anderen Verfahren zur Herstellung von Stents aus einem einzigen Werkstück erheblich reduziert.

[0072] Es wird jetzt Bezug auf die [Fig. 4A](#), [Fig. 4B](#), [Fig. 4C](#) und [Fig. 4D](#) genommen. [Fig. 4A](#) ist eine Darstellung in Seitenansicht eines im Allgemeinen mit **310** bezeichneten Werkstücks und einer im Allgemeinen mit **300** bezeichneten Vorrichtung zur Ausführung einer vorbereitenden Stufe bei der Herstellung einer röhrenförmigen Vorrichtung, die nach einer anderen bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist. [Fig. 4B](#) ist eine perspektivische Darstellung der Spule der Vorrichtung von [Fig. 4A](#). [Fig. 4C](#) ist eine perspektivische Darstellung des Dorns der Vorrichtung von [Fig. 4A](#). [Fig. 4D](#) ist eine perspektivische Darstellung des Werkstücks von [Fig. 4A](#).

[0073] Die Vorrichtung **300** umfasst eine Spule **302** und einen Dorn **304**. Die Spule **302** ist eine flache Spule, die so ausgelegt ist, damit sie flache Objekte ([Fig. 4B](#)) umgibt. Der Dorn **304** ([Fig. 4C](#)) ist eine flache Oberfläche, die eine Vielzahl von Löchern enthält, die im Allgemeinen mit **308** bezeichnet sind. Der Dorn **304** ist innerhalb der Spule **302** angeordnet ([Fig. 4A](#)). Das Werkstück **310** ist in der Spule **302** neben dem Dorn **304** angeordnet. Wenn durch die Spule **302** ein starker elektrischer Impuls geleitet wird, erzeugt sie darin den entsprechenden Impuls eines magnetischen Feldes. Das magnetische Feld induziert in dem Werkstück **310** einen elektrischen Strom, der wiederum mechanische Kräfte verursacht, die das Werkstück **310** in Richtung des Dorns **304** lenken. Diese Kräfte sind bedeutend stark und pressen das Werkstück **310** gegen den Dorn **304**. In dem vorliegenden Beispiel bewirken diese Kräfte das Abscheren von Material des Werkstücks, wobei der

Dorn **304** eine scharfe Kante wie in den Löchern **308** zeigt.

[0074] Es wird des Weiteren Bezug auf [Fig. 4E](#) genommen, die eine perspektivische Darstellung des Werkstücks **310** ist, nachdem es durch die Vorrichtung **300** behandelt wurde. Das Werkstück **310** enthält jetzt im Allgemeinen mit **312** bezeichnete Löcher in einem Muster, welches das entsprechende des Lochmusters von Dorn **304** ist. Die oben erwähnte Vorrichtung und das Verfahren sehen Mittel vor, um ein Muster von Löchern in einer dünnen Materialplatte zu perforieren, die weiter gefaltet und zu der Form eines perforierten Rohres geformt werden kann. Die Kanten der dünnen Materialplatte können durch an sich bekannte Metallfügeverfahren wie zum Beispiel Lichtbogenschweißen, Gasschweißen, Widerstandsschweißen, Löten, Hartlöten, Elektronenstrahlschweißen (EB-Schweißen), Laserschweißen, Reibschweißen, Diffusionsverbinden, Schockschweißen, Ultraschallschweißen, Adhäsionskleben, EMF-Formen und dergleichen verbunden werden.

[0075] Es wird jetzt Bezug auf [Fig. 5](#) genommen, die eine perspektivische Darstellung einer im Allgemeinen mit **350** bezeichneten Formvorrichtung ist, die nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist. Die Vorrichtung **350** enthält eine Spule **352** und einen Dorn **354**. Der Dorn **354** ist ebne massive Stützvorrichtung, die an ihrer Verwendungsstelle befestigt ist. Ein Werkstück **360** besteht im Allgemeinen aus einer flachen dünnen Materialplatte, die gefaltet wird, um ein röhrenförmiges Objekt zu bilden. Die Vorrichtung **350** ist ausgelegt, damit die überlappenden Kanten **362** und **364** des Werkstücks **360** fest verbunden werden, wodurch eine geschlossene Form erzeugt wird. Das Werkstück **360** wird in die Spule **352** eingesetzt. Der Dorn **354** wird innerhalb des Werkstücks **360** eingesetzt und in der Nähe der überlappenden Kanten **362** und **364** angeordnet. Wenn durch den Draht, der die Spule **352** umfasst, ein starker Impuls elektrischen Stroms fließt, erzeugt die Spule **352** den magnetischen Impuls eines starken Feldes. Dieser magnetische Impuls bewirkt in dem Werkstück **360** einen entgegen gesetzten elektrischen Stromimpuls. Die Vektorkombination des magnetischen Impulses und des entgegen gesetzten elektrischen Stromimpulses erzeugt eine mechanische Kraft, die die überlappenden Kanten **362** und **364** zu dem Dorn **354** hin beschleunigt. Die starke Aufprallkraft bewirkt, dass sich die beiden überlappenden Kanten **362** und **364** miteinander verbinden, wodurch ein geschlossener Zylinder erzeugt wird. Es wird angemerkt, dass dieses Verfahren an Werkstücken durchgeführt werden kann, die entsprechend dem in Verbindung mit [Fig. 4A](#) oben angegebenen Verfahren behandelt wurden. Alternativ dazu kann dieses Verfahren unabhängig für Werkstücke genutzt werden, die zu Anfang durch ein beliebiges anderes,

an sich bekanntes Formverfahren behandelt wurden. Solche Verfahren umfassen das Bearbeiten mit Laserstrahl, das Erodieren, elektrochemisches Bearbeiten, chemisches Bearbeiten, photochemisches Ausschneiden, das Bearbeiten mit Flüssigkeitsstrahl, Bearbeiten mit Schleifmittelfluss, die Ultraschallbearbeitung, hydrodynamische Bearbeitung, Bearbeitung mit Elektronenstrahl, Stanzen, Feinschneiden, Bohren und dergleichen.

[0076] Es wird angemerkt, dass die vorliegende Erfindung auch ausgeführt werden kann, um Werkstoffe zu formen, die eine geringere elektrische Leitfähigkeit oder überhaupt keine zeigen, indem ein Beschleunigerelement eingesetzt wird. Das Beschleunigerelement besteht aus einem elektrisch hochleitfähigen Material, das hohe Induktionsströme bewirkt.

[0077] Es wird jetzt Bezug auf [Fig. 6](#) genommen, die eine Schnittdarstellung einer allgemein mit **370** bezeichneten Formvorrichtung ist, die entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung konstruiert und funktionsfähig ist. Die Vorrichtung **370** enthält eine Spule **372**, einen Dorn **374** und ein Beschleunigungselement **376**. In die Spule **372** sind zwei Werkstücke **380** und **382** eingesetzt, die sich überlappen.

[0078] Es wird jetzt Bezug auf [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) genommen. [Fig. 7A](#) ist eine Schnittdarstellung einer im Allgemeinen mit **400** bezeichneten Formvorrichtung, die entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist. [Fig. 7B](#) ist die perspektivische Darstellung einer Spule der Vorrichtung von [Fig. 7A](#). Die Vorrichtung **400** umfasst ein Paar von Spulen **402A** und **402B** sowie einen Dorn **404**. Die Spulen **402A** und **402B** sind jeweils in der Form eines Rings ausgelegt und aufgebaut.

[0079] Die Spulen **402A** und **402B** sind parallel zueinander angeordnet. Zwischen den Spulen **402A** und **402B** ist ein Dorn **404** angeordnet. Zwischen der Spule **402A** und dem Dorn **404** ist in unmittelbarer Nähe der Spule **402** ein Werkstück **410** angeordnet. Wenn der Draht **408** einen elektrischen Stromimpuls leitet, erzeugt er wiederum den Impuls eines magnetischen Feldes, der auf das Werkstück **410** induziert wird. Das Werkstück **410** erzeugt einen entgegen gesetzten elektrischen Strom. Die Vektorkombination des magnetischen Feldes und des entgegen gesetzten elektrischen Stromimpulses erzeugt eine mechanische Kraft, die das Werkstück **410** in Richtung des Dorns **404** beschleunigt. Das Werkstück **410** wird in Abhängigkeit von der Form (Kurven und Öffnungen), die den Dorn **404** kennzeichnet, verformt.

[0080] Es wird jetzt weiter Bezug auf [Fig. 7C](#) genommen, die eine Schnittdarstellung einer im Allgemeinen mit **420** bezeichneten Formvorrichtung ist,

die entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist. Die Vorrichtung umfasst eine Spule **422**, die der Spule **402A** ähnlich ist, wie sie mit Bezug auf [Fig. 7A](#) beschrieben wird, sowie einen Dorn **426**. Zwischen die Spule **422** und den Dorn **426** wird ein Werkstück **424** gelegt. Das Werkstück **424** wird in Abhängigkeit von der den Dorn **426** kennzeichnenden Form (Kurven und Öffnungen) in einem Verfahren verformt, das dem mit Bezug auf [Fig. 7A](#) beschriebenen ähnlich ist.

[0081] Es wird jetzt Bezug auf [Fig. 8](#) genommen, die eine schematische Darstellung eines Metallnetzes ist, das im Allgemeinen mit **450** bezeichnet und entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

[0082] Das Netz **450** ist aus einer Vielzahl von im Allgemeinen mit **452** und **454** bezeichneten Drähten gebildet. Diese Drähte sind in einer kreuzweisen Struktur angeordnet, bei der der Längenabschnitt des Netzes **450** aus den Drähten **452** und der Breitenabschnitt aus den Drähten **454** besteht. Ein Schnittpunkt zwischen einem ausgewählten Längendraht **452** und einem ausgewählten Breitendraht **454** ist mit **456** bezeichnet. Im vorliegenden Beispiel ist der obere rechte Schnittpunkt **456** außerdem durch einen Kreis bezeichnet. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird jeder dieser Schnittpunkte mittels elektromagnetischer Formverfahren verbunden.

[0083] Es wird angemerkt, dass jeder der Drähte **452** und **454** hergestellt werden kann, indem ein unterschiedliches Metall oder ein elektrisch leitfähiger Verbundwerkstoff verwendet wird.

[0084] Zum Beispiel können die Drähte des Längenschnitts aus dehnbaren Legierungen hergestellt sein, während die Drähte des Breitenabschnitts aus Legierungen mit Formgedächtnis hergestellt sind. Es wird angemerkt, dass der Einsatz des elektromagnetischen Formens den Herstellungsprozess vereinfacht, während die ursprünglichen Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe wie z. B. Elastizität, Plastizität, Formgedächtnis-Eigenschaften und dergleichen beibehalten werden.

[0085] Es wird jetzt Bezug auf [Fig. 9A](#) genommen, die die schematische Darstellung einer Vielzahl von im Allgemeinen mit **470** bezeichneten Drahtelementen und einer Drahtstruktur ist, die entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung aufgebaut und funktionsfähig sind.

[0086] Der Draht **470** ist im Allgemeinen wie die Form einer gleichmäßigen Sinuswelle geformt. Die Drähte **470A**, **470B** und **470C**, die dem Draht **470** ähnlich sind, bilden bei seitlicher Anordnung und wenn sie an deren ausgewählten Schnittpunkten (im

Allgemeinen mit **472** bezeichnet) durch elektromagnetische Formverfahren verbunden werden, eine Netzstruktur.

[0087] Es wird angemerkt, dass ähnlich der Struktur von [Fig. 8](#) verschiedene Werkstoffarten verwendet werden können, um jeden der Drähte **470** zu bilden. Daher kann die Struktur aus vielen unterschiedlichen Werkstoffen hergestellt werden. Im vorliegenden Beispiel besteht der Draht **470A** aus einem Werkstoff mit Formgedächtnis, der eine zweiseitige Wirkung bei zwei unterschiedlichen Temperaturen besitzt; der Draht **470B** besteht aus einer Legierung mit Formgedächtnis, der eine einseitige Wirkung bei einer vorgegebenen Temperatur besitzt; und der Draht **470C** besteht aus einer Federlegierung. Es wird angemerkt, dass für solche Drähte auch Legierungen mit plastischen Eigenschaften verwendet werden können.

[0088] Es wird jetzt Bezug auf die [Fig. 9B](#) und [Fig. 9C](#) genommen. [Fig. 9B](#) ist die Darstellung eines Drahtes, der im Allgemeinen mit **500** bezeichnet und entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. [Fig. 9C](#) ist die Darstellung einer im Allgemeinen mit **510** bezeichneten Netzstruktur, die gemäß einer anderen bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

[0089] Der Draht **500** ist wie eine ungleichförmige Wellenfunktion geformt, die die allgemein mit **502** und **504** bezeichneten Maximumstellen aufweist. Es wird angemerkt, dass diese Wellenfunktion entsprechend weiterer Ausführungen der Erfindung die Kombination einer beliebigen bekannten Wellenfunktion wie zum Beispiel Dreieck, Quadrat, Kettensäge (Sägezahn) und dergleichen umfassen kann. Mit Bezug auf die [Fig. 9C](#) wird eine Vielzahl von Drähten **500** durch ein elektromagnetisches Verfahren miteinander verbunden, um die Netzstruktur **510** zu bilden.

[0090] Es wird des Weiteren Bezug auf [Fig. 9D](#) genommen, die eine Darstellung einer im Allgemeinen mit **520** bezeichneten medizinischen Stützvorrichtung ist, die entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist. Im Allgemeinen kann jede der oben dargestellten Maschen- oder Netzstrukturen verwendet werden, um eine medizinische Stützvorrichtung wie einen Stent oder eine Katheterspitze zu bilden. In dem vorliegenden Beispiel ist das Netz **510** gekrümmt, so dass die linke Seite dessen rechte Seite trifft, wodurch der Zylinder, der die Stützvorrichtung **520** bildet, geformt wird. Es wird angemerkt, dass die Schnittpunkte zwischen der linken Drahtseite **500A** und der rechten Drahtseite **500B** mit elektromagnetischen Formverfahren, bei denen eine elektromagnetische Spule um das röhrenförmige Netz herum angeordnet wird, oder durch eine beliebige andere Verbindungstechnik wie zum Beispiel La-

serschweißen, miteinander befestigt werden können.

[0091] Es wird jetzt Bezug auf die [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#) und [Fig. 10C](#) genommen. [Fig. 10A](#) ist die perspektivische Darstellung einer im Allgemeinen mit **550** bezeichneten Formvorrichtung, die entsprechend einer anderen bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut und funktionsfähig ist. [Fig. 10B](#) ist die perspektivische Darstellung eines im Allgemeinen mit **554A** bezeichneten Dorns zum Einsatz mit der Formvorrichtung **550** von [Fig. 10A](#), der entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführung nach der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. [Fig. 10C](#) ist eine Seitenansicht der Formvorrichtung **550** von [Fig. 10A](#).

[0092] Die Formvorrichtung **550** umfasst eine Formspule **552**, einen Dorn **554** und eine elektrisch leitfähige Schicht **556**. Der Dorn **554** ist ausgeführt, um eine Vielzahl von Drähten aufzunehmen, sie in einer vorgegebenen Struktur anzuordnen und während des Formverfahrens zusammen zu halten. Mit Bezug auf [Fig. 10B](#) enthält der Dorn **554A** eine Vielzahl von im Allgemeinen mit **558A** bezeichneten Aussparungen, die eine netzähnliche Struktur bilden. Diese Aussparungen werden anschließend mit Drähten gefüllt und innerhalb der Vorrichtung **550** ausgebildet.

[0093] Mit Bezug sowohl auf [Fig. 10A](#) als auch auf [Fig. 10C](#) ist in den Aussparungen **558** eine Vielzahl von Drähten, die im Allgemeinen mit **560** bezeichnet sind, angeordnet. Der Dorn **554** und die eingesetzten Drähte **560** sind mit einer elektrisch leitfähigen Schicht **556**, die die elektrische Leitfähigkeit der Drahtstruktur erhöht, umhüllt. Ähnlich diesen hier dargestellten Vorrichtungen erzeugt die Spule **552** den Impuls eines magnetischen Feldes, wenn durch diese ein elektrischer Stromimpuls fließt. Die Kombination der elektrisch leitfähigen Schicht **556** und den Drähten **560** erzeugt wiederum einen entgegengesetzten elektrischen Strom, wobei diese Kombination eine mechanische Kraft erzeugt, die die Drähte miteinander verbindet.

[0094] Dem Fachmann wird deutlich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf das beschränkt ist, was hier insbesondere oben dargestellt und beschrieben worden ist. Vielmehr ist der Umfang der vorliegenden Erfindung nur durch die Ansprüche, die folgen, definiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer medizinischen Stützvorrichtung aus einem röhrenförmigen Objekt (**210**), wobei das röhrenförmige Objekt hohl ist, oder aus einer Platte (**310**, **360**) aus formbarem Material, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Aufsetzen eines Formdorns (**204**, **304**, **354**) auf jeden

einer Vielzahl von Formbereichen; und Anlegen wenigstens eines elektromagnetischen Feldes an jeden der Formbereiche, um so das röhrenförmige Objekt oder die Platte an jedem der Formbereiche zu formen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren den Schritt des Festlegens der Formbereiche an dem röhrenförmigen Objekt oder der Platte umfasst:

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Formdorn wenigstens eine Öffnung (**206**, **312**) enthält und der Schritt des Aufsetzens das Positionieren einer ausgewählten der wenigstens einen Öffnung unter einen ausgewählten der Formbereiche einschließt, so dass Material aufgrund des Schrittes des Anlegens des wenigstens einen elektromagnetischen Feldes in den ausgewählten Formbereich getrieben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das röhrenförmige Objekt oder die Platte aus einem Material besteht, das aus der Liste ausgewählt wird, die sich zusammensetzt aus:

Materialien mit Formgedächtnis;
überelastischen Materialien;
rostfreiem Stahl;
Legierungen;
Polymermaterialien; und
biokompatiblen Materialien.

5. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren einen vorbereitenden Schritt umfasst, in dem dem röhrenförmigen Objekt oder der Platte aus formbarem Material Formgedächtnis-Eigenschaften verliehen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren einen abschließenden Schritt umfasst, in dem dem röhrenförmigen Objekt oder der Platte aus formbarem Material Formgedächtnis-Eigenschaften verliehen werden.

7. Medizinische Stützvorrichtung, die ein röhrenförmiges Objekt (**210**, **310**), umfasst, wobei das röhrenförmige Objekt eine Vielzahl von Öffnungen (**212**) enthält und wenigstens ausgewählte der Öffnungen elektromagnetisch hergestellt wurden.

8. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 7, wobei das röhrenförmige Objekt aus einem Material besteht, das aus der Liste ausgewählt wird, die sich zusammensetzt aus:

Materialien mit Formgedächtnis;
überelastischen Materialien;
rostfreiem Stahl;
Legierungen;
Polymermaterialien; und
biokompatiblen Materialien.

9. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch

7, wobei das röhrenförmige Objekt durch eine Platte aus leitendem Material gebildet wird und die Platte aus leitendem Material dort gebogen wird, wo eine Kante (362) der Platte aus leitendem Material eine andere Kante (364) der Platte aus leitendem Material überlappt, um so einen Überlappungsabschnitt auszubilden.

10. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Lichtbogenschweißen verbunden werden.

11. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Gasschweißen verbunden werden.

12. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Widerstandsschweißen verbunden werden.

13. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Löten verbunden werden.

14. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Hartlöten verbunden werden.

15. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Elektronenstrahlschweißen verbunden werden.

16. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Laserstrahlschweißen verbunden werden.

17. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Reibschweißen verbunden werden.

18. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Diffusionsverbinden verbunden werden.

19. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Sprengschweißen verbunden werden.

20. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch Klebverbinden verbunden werden.

21. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die überlappenden Kanten durch elektromagnetisches Formen verbunden werden.

22. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, die des Weiteren einen vorbereiteten Schritt umfasst, in dem der Platte aus leitendem Material Formgedächtnis-Eigenschaften verliehen wer-

den.

23. Medizinische Stützvorrichtung nach Anspruch 9, die des Weiteren einen abschließenden Schritt umfasst, indem der Platte aus leitendem Material Formgedächtnis-Eigenschaften verliehen werden.

24. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren den Schritt des Biegens der Platte aus formbarem Material umfasst, um so ein röhrenförmiges Objekt herzustellen.

25. Verfahren nach Anspruch 22, wobei wenigstens ausgewählte der Formbereiche sich in überlappenden Abschnitten der Platte aus formbarem Material befinden und der überlappende Abschnitt in dem Schritt des Biegens ausgebildet wird.

26. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das formbare Material elektrisch leitend ist.

27. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das formbare Material nicht elektrisch leitend ist.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

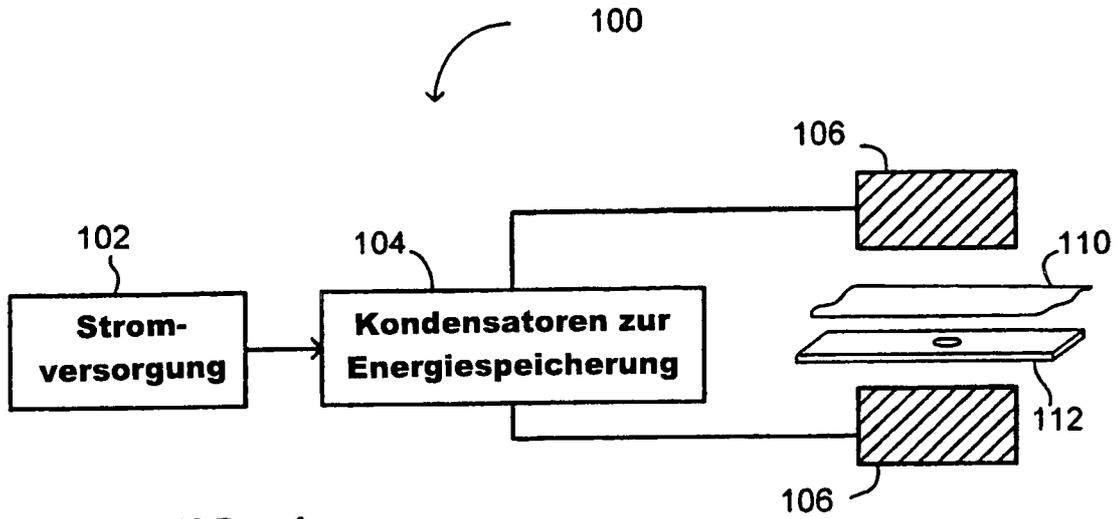


FIG. 1

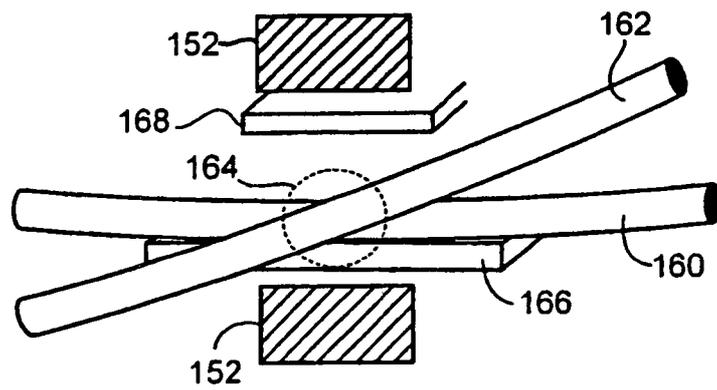


FIG. 2

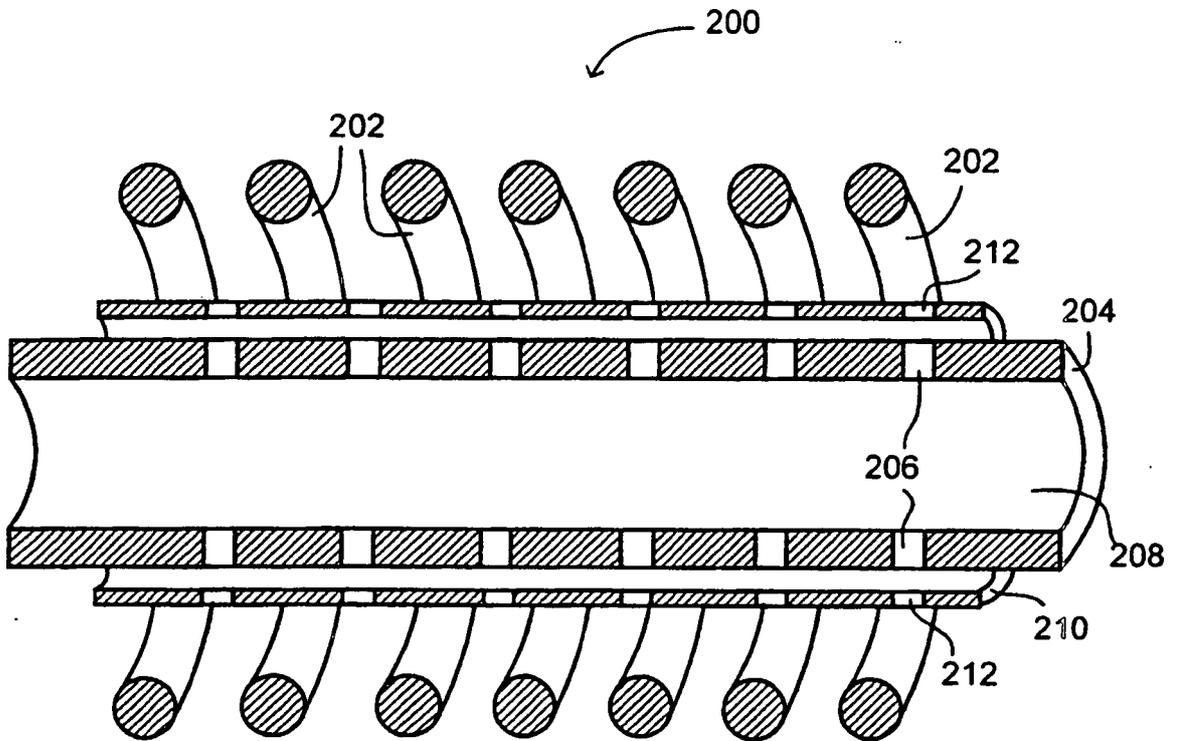


FIG. 3A

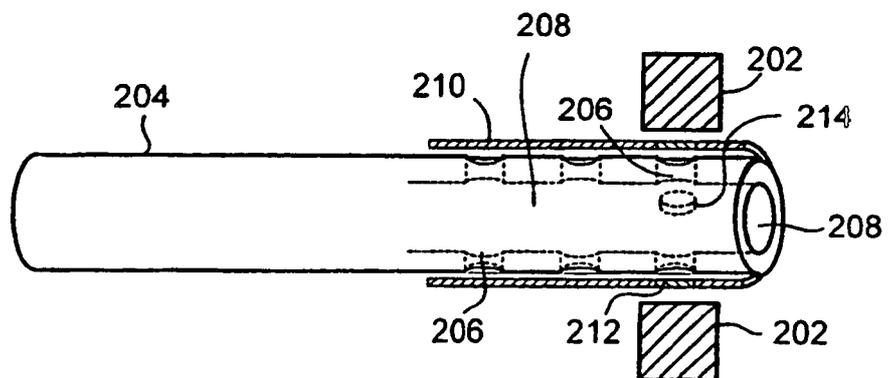


FIG. 3B

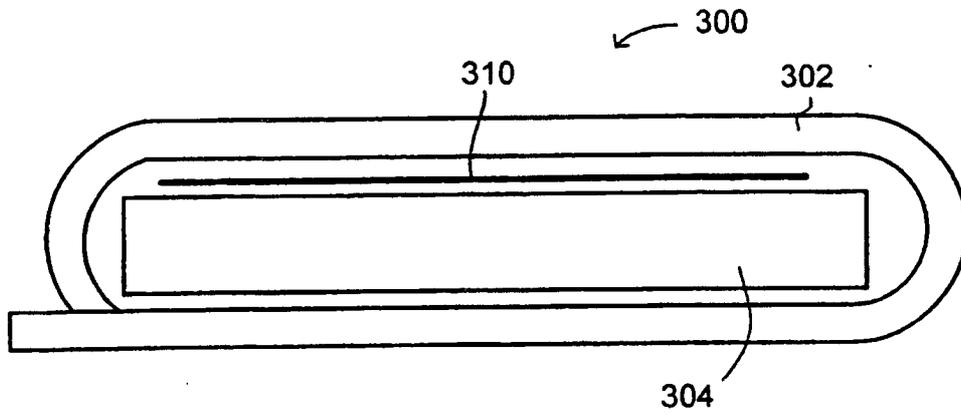


FIG. 4A

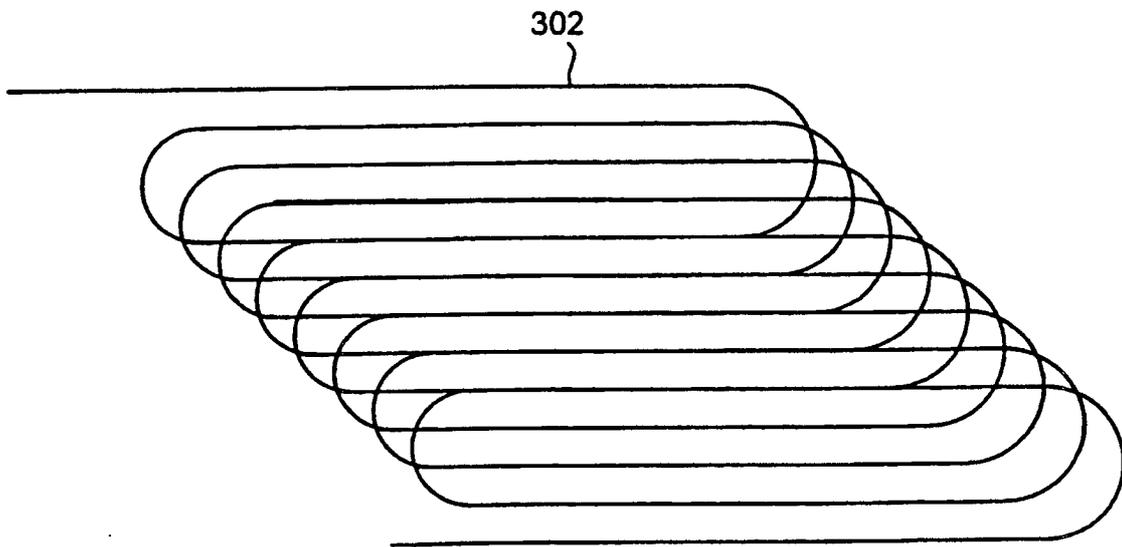


FIG. 4B

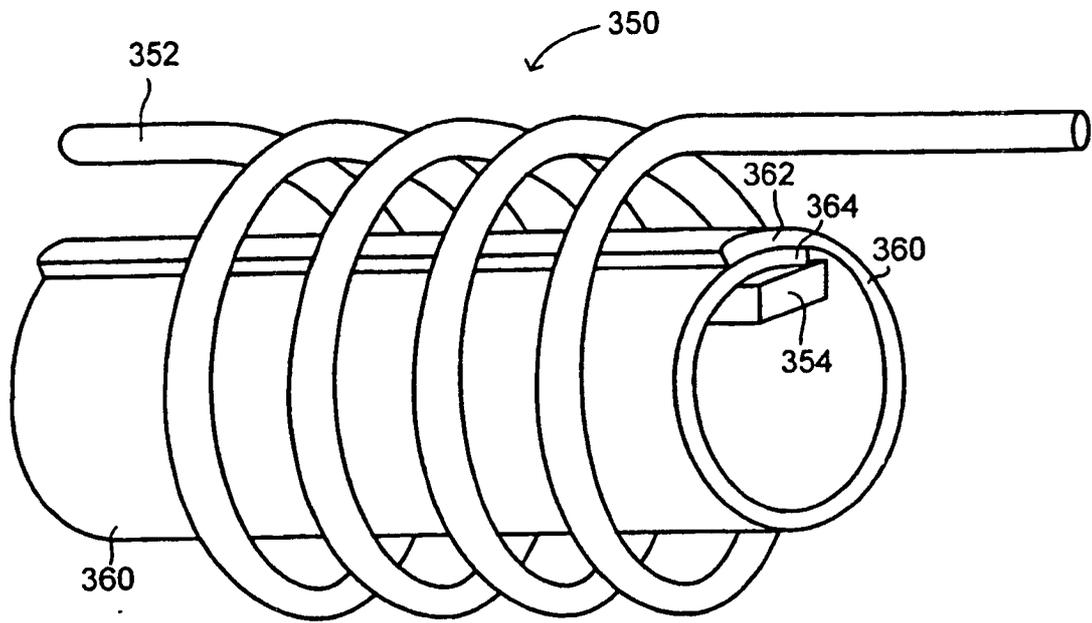


FIG. 5

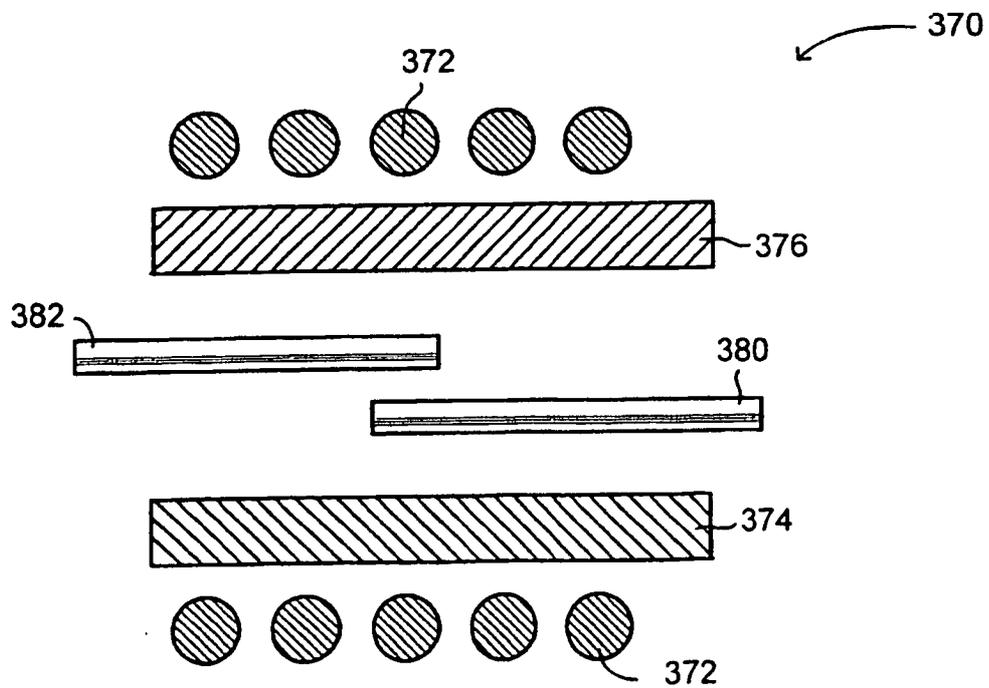


FIG. 6

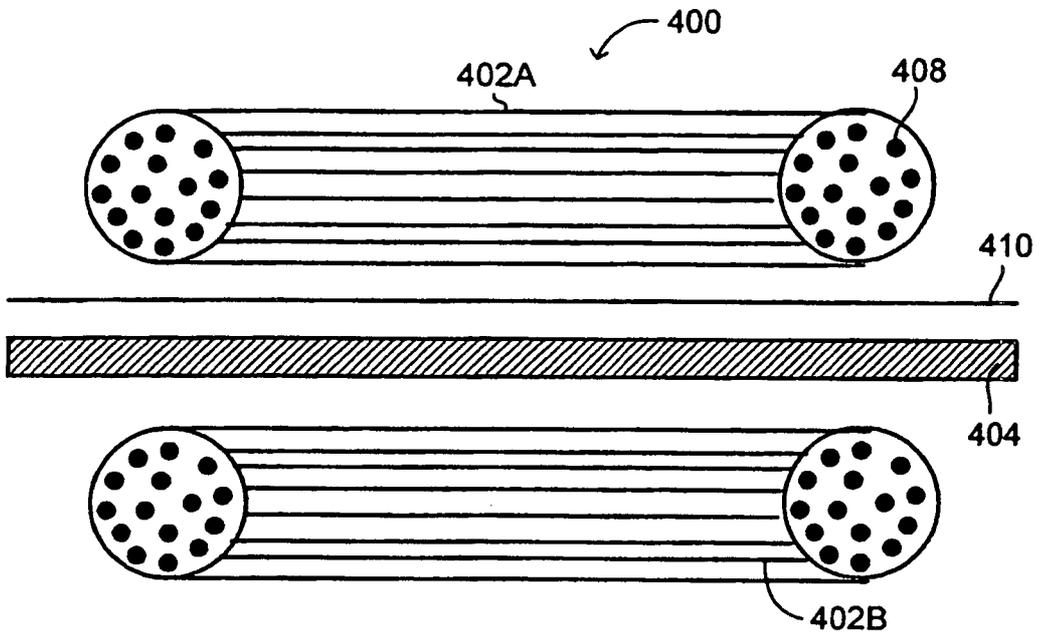


FIG. 7A

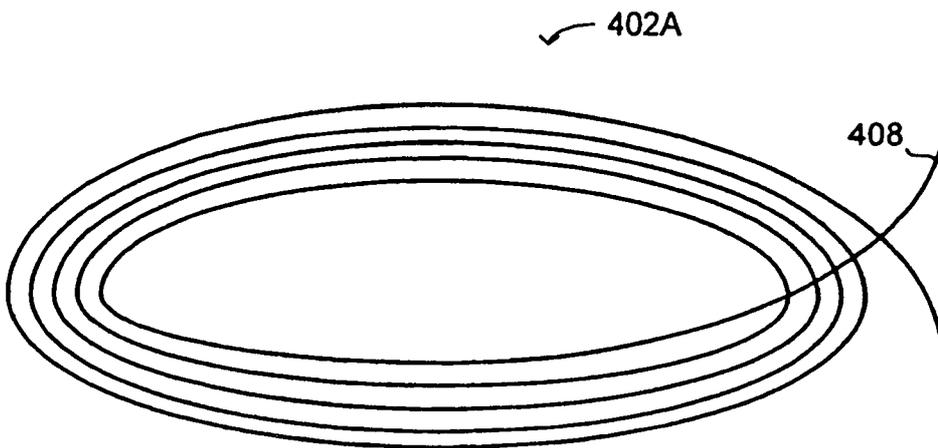


FIG. 7B

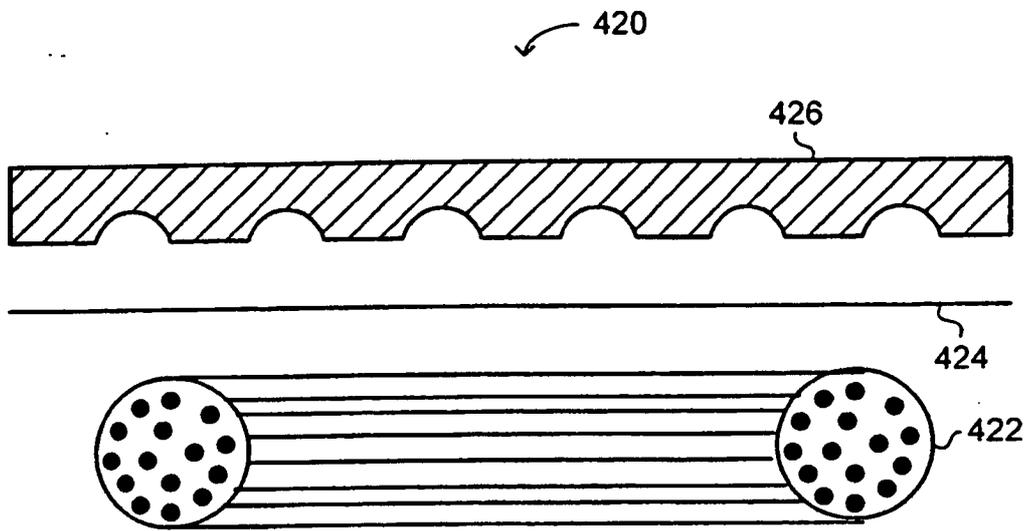


FIG. 7C

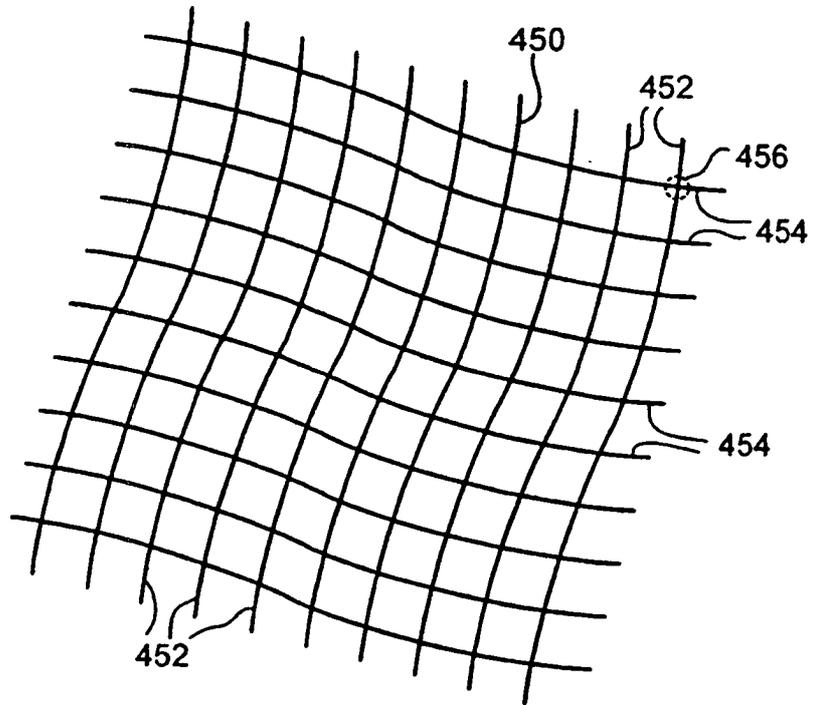


FIG. 8

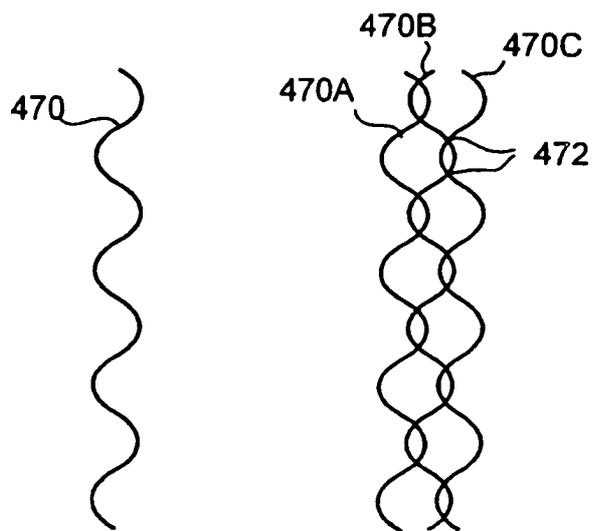


FIG. 9A

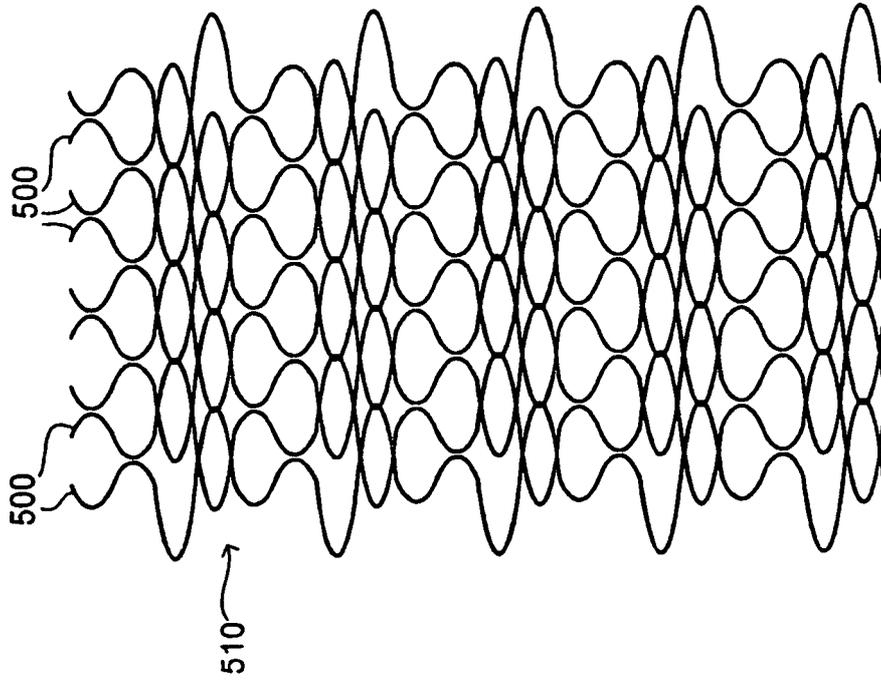


FIG. 9C

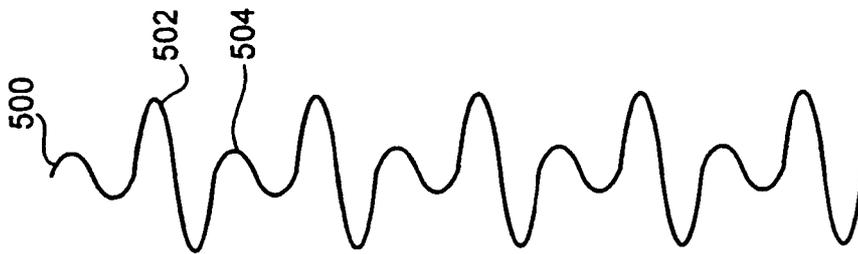


FIG. 9B

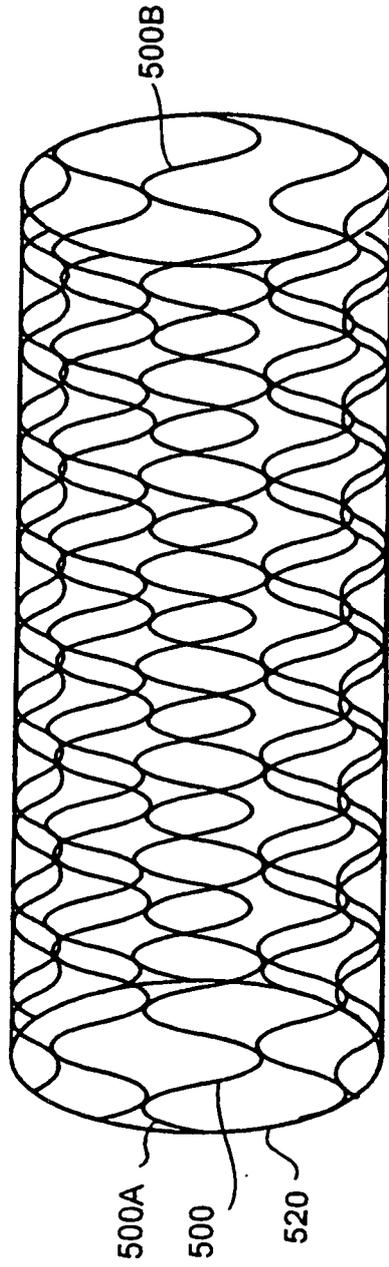


FIG. 9D

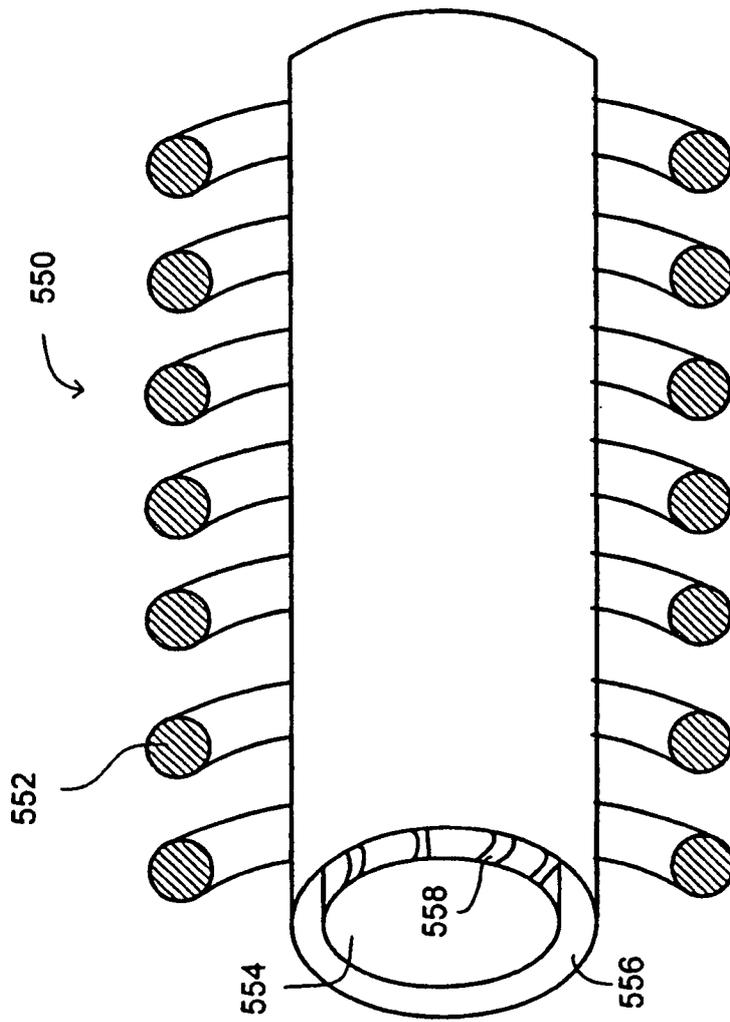


FIG. 10A

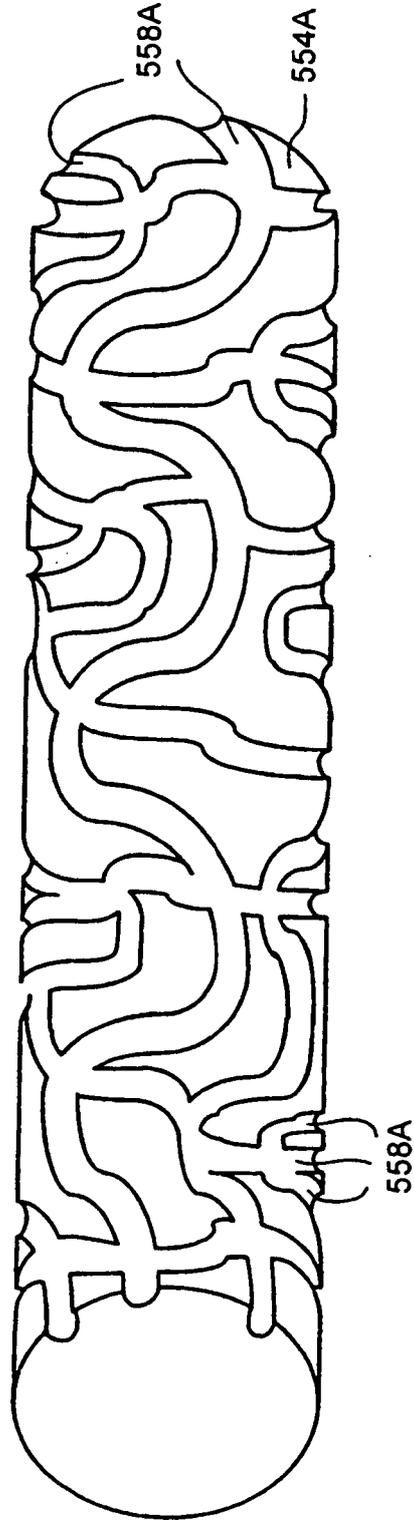


FIG. 10B

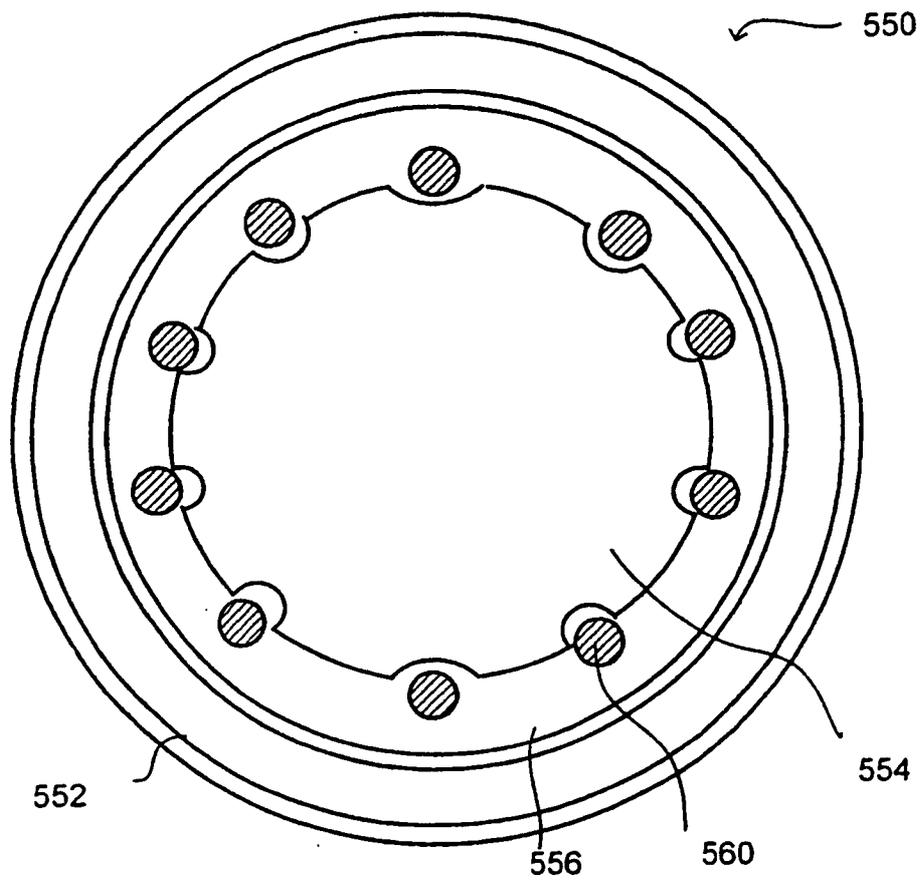


FIG. 10C