



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 28 342 T2** 2006.08.10

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 989 384 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01B 7/004** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 28 342.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 307 530.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.09.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.03.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **16.11.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.08.2006**

(30) Unionspriorität:

**160063                      24.09.1998                      US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, ES, FR, GB, IT, NL**

(73) Patentinhaber:

**Biosense Webster, Inc., Diamond Bar, Calif., US**

(72) Erfinder:

**Govari, Assaf, Kiryat Haim 26272, IL**

(74) Vertreter:

**BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen**

(54) Bezeichnung: **Miniaturpositionsfühler**

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 Objektverfolgungssysteme, und im speziellen kontaktfreie, elektromagnetische Verfahren und Vorrichtungen zum Verfolgen der Position und Orientierung einer medizinischen Sonde.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** In vielen medizinischen Prozeduren werden Sonden, beispielsweise Endoskope und Katheter, in den Körper eines Patienten eingeführt. Solche Sonden werden für eine große Vielzahl von Verfahren benutzt, einschließlich irreversibler chirurgischer Eingriffe wie Ablationen und Gewebeprobenentnahmen. Es ist daher notwendig, über die Position und Orientierung der Sonde im Körper des Patienten genaue Informationen zu erhalten.

**[0003]** Elektromagnetische Positionsbestimmungssysteme sind ein geeignetes Verfahren, um genaue Informationen über Position und Orientierung von körperinternen Objekten zu erhalten und das genaue Verfolgen solcher Objekte zu ermöglichen. Solche Systeme werden beispielsweise in den U.S. Patenten 5,558,091, 5,391,199 und 5,443,489 sowie in den Internationalen Patentveröffentlichungen WO94/04938 und WO96/05768 beschrieben. Diese Systeme bestimmen die Koordinaten einer Sonde mittels eines oder mehrerer Feldsensoren, wie zum Beispiel Hall-Effekt-Vorrichtungen, Spulen oder anderer von der Sonde getragener Antennen. Die Wandler befinden sich üblicherweise am oder neben dem distalen Ende der Sonde und/oder entlang der Längsseite der Sonde. Daher sollten die Wandler vorzugsweise so klein wie möglich gefertigt werden, damit sie in die Sonde passen, ohne die Beweglichkeit der Sonde einzuschränken oder ihre Ausmaße deutlich zu vergrößern.

**[0004]** Das U.S. Patent 5,558,091 beschreibt eine Hall-Effekt-Sensor-Baugruppe in Form eines Würfels, der drei gegenseitig orthogonale, dünne galvanomagnetische Schichten enthält. Diese Sensor-Baugruppe hat vorzugsweise eine Größe von ungefähr  $3 \times 0,75 \times 0,75$  mm. Das Patent 5,558,091 beschreibt außerdem eine andere Hall-Effekt-Sensor-Baugruppe, welche drei Feldsensor-Elemente in Form von Halbleiterchips aufweist. Jeder Chip enthält eine oder mehrere längliche Schienen aus einem magnetoresistiven Material. Jeder solche Chip reagiert in Richtung der Schiene empfindlich auf Magnetfelder. Diese Baugruppe hat vorzugsweise einen Durchmesser von 0.8 mm oder weniger. Allerdings haben solche Bausteine eine Anzahl von Nachteilen, wie Nichtlinearitäten, Sättigungseffekte, Hysterese und Temperaturdrift.

**[0005]** Daher verwenden die meisten magnetischen Positionsbestimmungssysteme Sensoren aus Miniaturspulen mit einer hohen Windungszahl eines elektrisch leitenden Drahtes. Solche Spulen werden beispielsweise in den PCT-Veröffentlichungen PCT/GB93/01736, WO94/04938 und WO96/05768, im oben erwähnten U.S. Patent 5,391,199 und in der dem Einreicher der vorliegenden Anmeldung zugeordneten PCT-Veröffentlichung PCT/IL97/00009 beschrieben. Die Leistung einer Sensorspule hängt von ihrer Induktivität ab, die wiederum eine Funktion der Windungszahl der Spule multipliziert mit dem Spulenquerschnitt ist. Daher ist es im allgemeinen notwendig, beim Entwurf einer Miniaturspule, die zum Beispiel in einer chirurgischen Sonde verwendet werden soll, einen Kompromiß zwischen der Leistung und der Größe der Spule zu finden. Solche Spulen haben üblicherweise mindestens eine Größe von  $0,6 \times 0,6 \times 0,6$  mm und noch häufiger von  $0.8 \times 0.8 \times 0.8$  mm. Kleinere Spulen des gleichen Typs würden keine ausreichende Leistung liefern und wären außerdem kompliziert in der Herstellung.

**[0006]** Um sowohl die Translationskoordinaten als auch die Rotationskoordinaten bestimmen zu können, verwenden manche Positionsbestimmungssysteme, beispielsweise das in der oben erwähnten PCT-Veröffentlichung WO96/05768 beschriebene System, drei Sensorspulen, deren jeweilige Achsen gegenseitig linear unabhängig und vorzugsweise gegenseitig orthogonal sind. Vorzugsweise sind diese drei Spulen miteinander in Form einer Sensorbaugruppe verbunden, welche verwendet werden, um sechsdimensionale Meßwerte der Positions- und Orientierungskoordinaten bereitzustellen. Durch die Verwendung einer Baugruppe, die drei Spulen innerhalb einer Einheit aufweist, können die Spulen einfach eingeführt und/oder an Kathetern angebracht werden. Außerdem stellt eine Baugruppe eine relativ zueinander exakte Positionierung der Spulen bereit, wodurch sich die Kalibrierung von Positionsbestimmungssystemen mittels der Spulen vereinfacht. Im allgemeinen sind die Spulen von einem zylinderförmigen Gehäuse umschlossen, das die Spulen vor äußeren Einflüssen schützt.

**[0007]** In dem in der Veröffentlichung '768 beschriebenen System weist die Baugruppe üblicherweise eine Länge von ungefähr 6 mm und einen Durchmesser von ungefähr 1,3 mm auf. Da die Achsen der Spulen im allgemeinen gegenseitig orthogonal sein müssen, um eine akkurate Positionsmessung in allen sechs Dimensionen zu ermöglichen, kann der Durchmesser der Baugruppe nicht viel geringer gewählt werden.

**[0008]** Obwohl diese Spulen-Baugruppe in die meisten medizinischen Sonden hineinpaßt, sind in manchen Fällen Spulen geringerer Breite erwünscht, die die gleiche Leistung aufweisen. Beispielsweise

beschreibt die dem Einreicher der vorliegenden Erfindung zugeordnete PCT-Patentanmeldung PCT/IL97/00061 ein Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionsbestimmung eines Endoskops, das Miniaturspulen zur Positionsmessung enthält, wobei das Verfahren darauf beruht, den Abstand zwischen den Spulen und einem metallischen Gerät innerhalb des Endoskops zu vergrößern. Wenn die Breite der Spulen-Baugruppe verringert werden kann, ist es demzufolge möglich, den Abstand zwischen den Miniaturspulen und dem metallischen Gerät zu vergrößern, wodurch wiederum eine höhere Genauigkeit des Positionsbestimmungssystems erzielt werden kann.

**[0009]** Die Verringerung der Breite der Spulen-Baugruppe erlaubt es außerdem, Positionsbestimmungssysteme an schmalen Sonden zu verwenden, welche sich im allgemeinen durch höhere Beweglichkeit und einfacheren Zugang zu schwer zugänglichen Punkten auszeichnen. Die Verringerung der Breite der Spulen-Baugruppe ermöglicht es andererseits auch, daß die Baugruppe einen kleineren Teil des Querschnitts der Sonde einnimmt, wodurch mehr Platz für die funktionalen Vorrichtungen und/oder die Arbeitskanäle längs der Sonde bleibt.

**[0010]** Durch Photolithographie oder VLSI-Prozeduren hergestellte Spulen sind dem Fachmann bekannt. In der nachfolgenden Offenbarung und in den Patentansprüchen werden diese Spulen als photolithographische Spulen bezeichnet. Photolithographische Spulen werden im allgemeinen in Form eines Spiralleiters gefertigt, der auf ein Substrat aus Kunststoff, Keramik oder Halbleitermaterial aufgedruckt wird. Solche Spulen umfassen bei den heute verfügbaren Herstellungstechnologien üblicherweise bis zu vier überlappende Spiral-Schichten.

**[0011]** Photolithographische Spulen oder Antennen werden auch häufig in kontaktlosen Chipkarten verwendet, wie sie dem Fachmann bekannt sind. Diese Karten kommunizieren induktiv mit einem Leseschaltkreis und werden von ihm mit Energie versorgt über eine in der Karte eingebettete photolithographische Spule oder Antenne. Da die Dicke von Chipkarten unter 0,8 mm liegen muß, enthalten sie in der Regel nur eine einzige Spule, deren Achse notwendigerweise senkrecht zur Fläche der Karte angeordnet ist. Um mit dem Lesegerät kommunizieren zu können, muß die Chipkarte korrekt so positioniert sein, daß die Spulenachse in einem vom Lesegerät erzeugten Magnetfeld ausgerichtet ist, um die korrekte Kopplung zu ermöglichen.

**[0012]** In der EP 0 444 539 wird eine Miniatur-Spulen-Baugruppe offenbart, umfassend eine Vielzahl von Spulen, deren Achsen gegenseitig linear unabhängig sind. Ein Gegenstand der Offenbarung ist die Bereitstellung von Spulen, die angeordnet sind, um

eine Dicke der Baugruppe zu minimieren.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0013]** Ein Gegenstand einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Sensor-spule mit verringerter Dicke und gleichzeitig hoher Empfindlichkeit und/oder Q-Faktor.

**[0014]** Ein anderer Gegenstand einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Spulen-Baugruppe, die drei orthogonale Spulen enthält, welche eine schmale, längliche Form haben.

**[0015]** Ein anderer Gegenstand einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Spulen-Baugruppe, die drei Spulen umfaßt, von denen mindestens zwei photolithographische Spulen umfassen. Die Spulen weisen gegenseitig linear unabhängige Achsen auf, wobei die Achsen vorzugsweise gegenseitig im wesentlichen orthogonal sind. Die Verwendung dieser photolithographischen Spulen erlaubt die Herstellung von Spulen-Baugruppen mit verringertem Durchmesser, verringerter Breite und/oder verringerter Tiefe, wie weiter unten beschrieben.

**[0016]** Ein weiterer Gegenstand der erwähnten Aspekte besteht darin, daß zwei der Spulen lange, schmale photolithographische Spulen umfassen. Die Länge der Spulen gleichen die Nachteile der geringen Breite aus, so daß die Spule eine ausreichend große Fläche einnimmt, um eine für den Gebrauch als Positionssensor in einem Positionsbestimmungssystem ausreichende Induktivität zu liefern. Die Breite der Spule beträgt vorzugsweise weniger als 0,8 mm, am besten weniger als 0,6 mm. Die Dicke der Spulen ist vorzugsweise nur durch das photolithographische Verfahren beschränkt und liegt im allgemeinen bei ungefähr 0,3 mm. Noch ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die photolithographischen Spulen auf einem flexiblen Substrat hergestellt werden, so daß die Baugruppe die Flexibilität eines die Baugruppe tragenden Katheters nicht einschränkt.

**[0017]** Ein anderer Gegenstand einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Baugruppe, die zwei lange, schmale photolithographische Spulen umfaßt, die mit ihren langen Seiten nebeneinander und zueinander im wesentlichen in einem Winkel von 90° ausgerichtet sind. Die photolithographischen Spulen definieren damit die Form eines langen, schmalen Rechtecks, der eine longitudinale Achse aufweist, zu der die Spulenachsen der zwei photolithographischen Spulen im wesentlichen senkrecht stehen.

**[0018]** Die Substrate der photolithographischen Spulen werden vorzugsweise bei einem Winkel von

ungefähr 45° diagonal geschnitten, so daß die Substrate an den diagonalen Schnittstellen aneinander angrenzen. Diese Verbindung spart Platz und minimiert das von der Baugruppe eingenommene Volumen.

**[0019]** Ein anderer Gegenstand einiger Aspekte der Erfindung ist die Bereitstellung einer Miniatur-Spulen-Baugruppe, in der die dritte Spule vorzugsweise eine drahtgewickelte Miniaturspule ist, deren Spulenachse entlang der longitudinalen Achse angeordnet ist. Die dritte Spule befindet sich vorzugsweise außerhalb der Rechteck-Form und daran angrenzend, so daß die Breite und Tiefe der Baugruppe im wesentlichen minimiert wird. Alternativ ist der Durchmesser der Drahtspule kleiner als die Breite der photolithographischen Spulen, und die Drahtspule ist innerhalb der durch die photolithographischen Spulen festgeordnet Rechteck-Form angeordnet. Die Spulen-Baugruppe weist dadurch eine geringe Breite und Tiefe auf, vorzugsweise kleiner als 0,8 mm, am bevorzugtesten ungefähr 0,6 mm, so daß der Durchmesser eines die Baugruppe umschließenden Zylinders nicht größer als ungefähr 0,9 mm ist. Der Querschnitt der Baugruppe ist demzufolge vorzugsweise kleiner als 1 mm<sup>2</sup>, noch bevorzugter kleiner als 0,8 mm<sup>2</sup> und am bevorzugtesten kleiner als 0,65 mm<sup>2</sup>.

**[0020]** Vorzugsweise befindet sich ein langer, ellipsenförmiger Ferritkern innerhalb des von den beiden photolithographischen Spulen gebildeten Winkels. Die Drahtspule ist vorzugsweise ebenfalls um einen Kern gewickelt, am bevorzugtesten um den langen, ellipsenförmigen Kern. Der Ferritkern verbessert die Induktivität der Baugruppe und damit die Empfindlichkeit der Spulen-Baugruppe. Vorzugsweise ist die Baugruppe von einem zylinderförmigen Gehäuse umschlossen, das die Spulen vor äußeren Einflüssen schützt.

**[0021]** Ein weiterer Gegenstand einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Vielzahl von kleinen lithographischen Spulen, welche die dritte Spule bilden. Die kleinen Spulen sind vorzugsweise parallel zueinander und orthogonal zu den ersten beiden Spulen angeordnet, und zwar innerhalb der durch diese Spulen festgelegten Rechteck-Form, wie weiter oben beschrieben. Die kleinen Spulen weisen vorzugsweise eine Rechteck-Form und eine Breite von ungefähr 0,4 mm auf, so daß die kleinen Spulen nicht über die Rechteck-Form oder einen die Rechteck-Form umschließenden Zylinder hinausragen. Alternativ wird die Vielzahl von photolithographischen Spulen außerhalb der Rechteck-Form der ersten beiden Spulen entlang ihrer longitudinalen Achse angebracht.

**[0022]** Noch ein weiterer Gegenstand eines Aspektes der vorliegenden Erfindung ist, daß die Spulen-Baugruppe drei photolithographische Spulen umfaßt, deren Achsen gegenseitig linear unabhängig

sind.

**[0023]** Ein anderer Gegenstand einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß eine oder mehrere der oben beschriebenen photolithographischen Spulen-Baugruppen innerhalb einer medizinischen Sonde angebracht werden, um die Bestimmung der Koordinaten der Sonde zu ermöglichen, vorzugsweise der sechsdimensionalen Positions- und Orientierungskordinaten. In diesen Baugruppen verfügt jede Spule vorzugsweise über eine eigene Drahtverbindung, so daß der gemessene Effekt eines externen magnetischen Feldes an jeder Spule unabhängig bestimmt wird. Ein Positionsbestimmungssystem bestimmt die Position und Orientierung der Baugruppe auf der Basis des an allen drei Spulen gemessenen Effekts, so wie es beispielsweise in der weiter oben erwähnten Patentveröffentlichung WO96/05768 beschrieben wird.

**[0024]** Die Verwendung von Baugruppen mit photolithographischen Spulen ermöglicht eine erhebliche Verringerung des Durchmessers des die Spulen umschließenden Zylinders. Dieser verringerte Durchmesser erlaubt eine vereinfachte Anbringung oder Einbettung der Baugruppe an oder in der Sonde. Eine kleinere Baugruppe ermöglicht außerdem die Verwendung kleinerer Sonden und/oder vermindert die Behinderung der in der Sonde vorhandenen Arbeitskanäle und funktionalen Geräte durch die Baugruppe. Die geringe Breite und Dicke der Spule ermöglichen außerdem eine Vergrößerung des Abstands zwischen der Spule und den metallischen Geräten innerhalb der Sonde, wodurch sich Störungen des Betriebs des Positionsbestimmungssystems minimieren lassen.

**[0025]** Noch ein anderer Gegenstand einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer photolithographischen Spulen-Baugruppe, die für die induktive Übertragung von Energie und/oder Informationen verwendet werden kann. In dieser bevorzugten Anwendung sind die drei Spulen der Baugruppe vorzugsweise miteinander seriell oder parallel verbunden. Wie weiter oben beschrieben, wird diese induktive Informationsübertragung beispielsweise in Chipkarten verwendet. Durch ihre geringe Breite ist die photolithographische Spulen-Baugruppe besonders für den Einsatz in Chipkarten geeignet, da diese im allgemeinen nicht dicker als 0,8 mm sein dürfen. Die Verwendung dieser Spulen-Baugruppe sorgt dafür, daß die Kopplung zwischen Chipkarte und Lesegerät im wesentlichen unempfindlich vom Winkel zwischen Chipkarte und Lesegerät ist, da die Achsen der Spulen-Baugruppe gegenseitig linear unabhängig sind.

**[0026]** Auf ähnliche Weise können solche photolithographischen Spulen-Baugruppen in Vorrichtungen zur Kontrolle der Tubuslage im Körper verwendet

werden, wie sie beispielsweise in einer am 15. September 1997 eingereichten und dem Einreicher der vorliegenden Erfindung zugesprochenen PCT-Patentanmeldung beschrieben wurden, die den Titel "Positionskontrolle mit Lern- und Testfunktionen" trug und als US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 09/079338 (Antragsteller-Registernummer BIO 0050.1 US) eingereicht wurde.

**[0027]** Es wird daher erfindungsgemäß eine Miniatur-Spulen-Baugruppe zum Übertragen oder Empfangen von magnetischen Wellen bereitgestellt, die eine Vielzahl von Spulen enthält, wobei jede Spule eine entsprechende Achse aufweist, die so eingebaut ist, daß zumindest zwei der Achsen gegenseitig linear unabhängig sind und daß alle Spulen aus der Vielzahl von Spulen innerhalb eines Volumens, dessen Querschnittsfläche im wesentlichen kleiner als  $1,0 \text{ mm}^2$ , vorzugsweise im wesentlichen kleiner als  $0,8 \text{ mm}^2$ , und am bevorzugtesten im wesentlichen kleiner als  $0,65 \text{ mm}^2$  ist, enthalten sind, wobei zumindest zwei der Spulen photolithographische Spulen enthalten.

**[0028]** Es wird weiterhin, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, eine Miniatur-Spulen-Baugruppe zum Übertragen und Empfangen von magnetischen Wellen bereitgestellt, die zwei photolithographische Spulen enthält, die entsprechend gegenseitig linear unabhängige Achsen aufweisen.

**[0029]** Vorzugsweise weisen die photolithographischen Spulen eine Breite kleiner als  $0,8 \text{ mm}$ , und am bevorzugtesten kleiner als  $0,65 \text{ mm}$  auf.

**[0030]** Vorzugsweise sind die Achsen der beiden photolithographischen Spulen gegenseitig im wesentlichen orthogonal.

**[0031]** In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die Baugruppe eine dritte Spule, wobei die Achsen der dritten Spule und der beiden photolithographischen Spulen gegenseitig linear unabhängig sind. Vorzugsweise ist die Achse der dritten Spule im wesentlichen orthogonal zu den Achsen der beiden photolithographischen Spulen.

**[0032]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist die dritte Spule eine drahtgewickelte Spule, während in einer anderen bevorzugten Ausführungsform die dritte Spule eine Vielzahl von zusammengeschalteten photolithographischen Schaltungen enthält.

**[0033]** Die vorliegende Erfindung wird vollständiger verständlich durch die nachfolgende ausführliche Beschreibung ihrer bevorzugten Ausführungsformen in Verbindung mit den Zeichnungen.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0034]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Perspektivansicht einer photolithographischen Spule, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0035]** [Fig. 2](#) ist eine schematische Explosionszeichnung der photolithographischen Spule aus [Fig. 1](#);

**[0036]** [Fig. 3](#) ist eine schematische isometrische Ansicht einer Spulen-Baugruppe, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0037]** [Fig. 4](#) ist eine entlang der Linie IV-IV angefertigte Schnittzeichnung der Baugruppe aus [Fig. 3](#);

**[0038]** [Fig. 5](#) ist eine schematische Schnittzeichnung einer Spulen-Baugruppe, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0039]** [Fig. 6](#) ist eine schematische isometrische Ansicht einer Spulen-Baugruppe, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

**[0040]** [Fig. 7](#) ist eine schematische Illustration eines eine Spulen-Baugruppe enthaltenden Katheters, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0041]** [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen eine mittels eines photolithographischen Verfahrens hergestellten Sensorspule **10**, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Ansicht der Spule **10** und [Fig. 2](#) zeigt eine Explosionszeichnung der Spule **10**, welche eine Vielzahl von Schichten **18** enthält, und zwar normalerweise vier, wobei diese Anzahl in der Praxis durch die Grenzen der heutigen photolithographischen Techniken beschränkt wird. Jede Schicht **18** enthält eine Leiterspirale **12**, die auf einem Substrat **14** eines elektrischen Isolators aufgebracht ist. Externe Anschlüsse **16** befinden sich an den Enden der Spirale **12** und erlauben auf dem Fachmann bekannte Weise elektrischen Zugriff auf die Spule **10**. Drähte **26**, die mit den Anschlüssen **16** verbunden sind, koppeln die Spule **10** an ein Positionsbestimmungssystem oder alternativ an einen Signalgeber (nicht in den Figuren abgebildet), welcher Signale drahtlos an das Positionsbestimmungssystem übermittelt.

**[0042]** Das Substrat **14** umfaßt vorzugsweise ein

langes schmales rechteckiges geformtes flaches Stück. Vorzugsweise weist das Substrat **14** eine Dicke von ungefähr 0,3 mm auf, wie es im Stand der Technik bekannt ist. Die Breite (w) des Substrats **14** liegt ungefähr zwischen 0,4 und 0,7 mm, vorzugsweise bei 0,6 mm. Die Länge (L1) des Substrats **14** liegt vorzugsweise zwischen 4 und 5 mm.

**[0043]** Die Spirale **12** umfaßt eine Vielzahl von Schleifen **20** abnehmender Größe. Die Schleifen **20** sind vorzugsweise so groß wie möglich, so daß zwischen zwei angrenzenden Schleifen nur ein minimaler Abstand bleibt, um dadurch, wie von den Regeln der VLSI-Technologie verlangt, eine maximale Fläche einzunehmen. Die Spiralen **12** verschiedener Schichten sind über Kontaktlöcher **22** verbunden, wie es im Stand der Technik bekannt ist.

**[0044]** Die Spule **10** ist für die Verwendung als Nahfeldsensor geeignet, insbesondere zur Messung elektromagnetischer Felder mit einer zwischen 1–5 kHz alternierenden Frequenz.

**[0045]** [Fig. 3](#) zeigt eine Spulen-Baugruppe **30**, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Baugruppe **30** umfaßt zwei photolithographische Spulen **32**, wie Spule **10** aus [Fig. 1](#), und eine Drahtspule **34**. Die Drahtspule **34** weist vorzugsweise einen Durchmesser von ungefähr 0,8 mm und eine Länge (L2) von ungefähr 1,4 mm auf und umfaßt vorzugsweise ungefähr 400 Windungen. Die Spulen **32** sind nebeneinander mit ihren langen Seiten und ungefähr 90° zueinander ausgerichtet, um im wesentlichen eine Rechteck-Form festzulegen. Die Drahtspule **34** ist vorzugsweise in einer longitudinalen Erweiterung der Rechteck-Form angeordnet, so daß sie die Breite bzw. Tiefe der Baugruppe **30** nicht vergrößert.

**[0046]** Die Drahtspule **34** ist vorzugsweise um einen Ferritkern **36** gewickelt, der die Induktivität der Spule verbessert. Noch bevorzugter ist der Ferritkern **36** lang und schmal und befindet sich sowohl innerhalb der Drahtspule **34** als auch innerhalb der durch die Spulen **32** festgelegten Rechteck-Form. Dadurch verbessert der Ferritkern **36** die Induktivität aller Spulen in der Baugruppe **30**.

**[0047]** Die Baugruppe **30** wird vorzugsweise von einem zylinderförmigen Gehäuse **38** umschlossen, dessen Durchmesser ungefähr gleich groß wie oder etwas größer als die Diagonale der durch die photolithographischen Spulen **32** definierte Rechteck-Form ist.

**[0048]** [Fig. 4](#) zeigt eine entlang der Linie IV-IV angefertigte Schnittzeichnung der Baugruppe aus [Fig. 3](#). Vorzugsweise sind die Träger der Spulen **32** entlang der gemeinsamen Kante **33** zwischen den Spulen diagonal geschnitten, um das von der Spulen-Bau-

gruppe **30** eingenommene Volumen zu verringern. Alternativ können die Träger auch quadratisch geschnitten sein, und eine der Spulen **32** kann breiter hergestellt sein als die andere.

**[0049]** [Fig. 5](#) zeigt eine Spulen-Baugruppe **31**, in Übereinstimmung mit einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Baugruppe **31** ähnelt Baugruppe **30**, abgesehen davon, daß sich die Drahtspule **34** in Baugruppe **31** innerhalb der durch die photolithographischen Spulen **32** festgelegten Rechteck-Form befindet und sich möglicherweise darüber hinaus in das Gehäuse **38** erstreckt. Die Drahtspule **34** weist einen Durchmesser auf, der kleiner als die Breite (w) der Spulen **32** ist und vorzugsweise ungefähr bei 0,4 mm liegt. In diesem Ausführungsbeispiel weist die Drahtspule **34** vorzugsweise ungefähr zwischen 600 und 800 Windungen auf, um dadurch die Nachteile ihres geringen Durchmessers auszugleichen.

**[0050]** Es sollte beachtet werden, daß die Baugruppe **30** drei im wesentlichen orthogonale Spulen enthält, d. h. die Achsen der Spulen sind gegenseitig im wesentlichen orthogonal. Dementsprechend kann die Baugruppe **30** zweckmäßigerweise in Geräten wie einem in sechs Freiheitsrichtungen bestimmenden Positionsbestimmungssystem verwendet werden. Die Größe der Baugruppe **30** wird durch die Spulen **32** beschränkt, wobei ihr Durchmesser von der Breite (w) der Spulen **32** abhängt und die Länge der Baugruppe **30** im wesentlichen der Länge (L1) der Spulen **32** entspricht.

**[0051]** In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die in den Figuren nicht dargestellt ist, wird eine Spulen-Baugruppe, beispielsweise die Baugruppe **30**, in einer kontaktlosen Chipkarte eingebettet, um Informationen an ein Kartenlesegerät zu übermitteln und von diesem mit Energie versorgt zu werden. Die Spulen der Baugruppe sind vorzugsweise seriell verbunden, so daß ein auf die Karte einfallendes Magnetfeld einen erheblichen Stromfluß in der Baugruppe induziert, unabhängig von der Orientierung der Karte relativ zum Feld. Alternativ können die Spulen miteinander parallel verbunden sein. Aufgrund der geringen Abmessungen der erfindungsgemäßen Baugruppe kann diese in konventionellen Chipkarten eingesetzt werden, deren Dicke üblicherweise auf maximal ungefähr 0,8 mm beschränkt ist.

**[0052]** [Fig. 6](#) zeigt eine Spulen-Baugruppe **50**, in Übereinstimmung mit einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Baugruppe **50** umfaßt zwei photolithographische Spulen **52** ähnlich wie Spule **10** aus [Fig. 1](#). Vorzugsweise sind die Spulen **52** auf ähnliche Weise relativ zueinander ausgerichtet wie in Baugruppe **30**. Eine Vielzahl von kleinen Spulen **54** befindet sich innerhalb einer durch die



Spulen **52** festgelegten Rechteck-Form. Die Spulen **54** ähneln vorzugsweise den Spulen **52**, allerdings sind sie von geringerer Breite und Länge, damit sie in die Rechteck-Form passen. Die Spulen **54** sind vorzugsweise seriell verbunden. Die geringe Größe der Spulen **54** wird dabei durch die Verwendung mehrerer Spulen ausgeglichen. Vorzugsweise sind die Spulen **54** so ausgerichtet, daß sie eine gemeinsame Achse aufweisen, welche senkrecht zu den Achsen der Spulen **52** steht, und bilden dadurch gemeinsam mit den Spulen **52** eine Baugruppe aus drei senkrechten Sensoren.

**[0053]** [Fig. 7](#) zeigt einen eine photolithographische Spulen-Baugruppe **72** enthaltenden Katheter **70**, in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Katheter **70** umfaßt einen Einführungstubus **74**, der in den Körper eines Patienten eingeführt wird. Die Spulen-Baugruppe **72** ist vorzugsweise eine Miniatur-Baugruppe, ähnlich den oben beschriebenen Baugruppen **30** oder **31**, und befindet sich vorzugsweise neben dem distalen Ende des Einführungstubus **74**. Wie beispielsweise in der oben erwähnten PCT-Veröffentlichung WO96/05768 beschrieben, erzeugen die Spulen in Baugruppe **72** Signale in Reaktion auf ein daran angelegtes externes Magnetfeld. Ein mit der Spulen-Baugruppe **72** gekoppeltes Positionsbestimmungssystem **80** empfängt die Signale und bestimmt dementsprechend die Position und Orientierung der Spulen-Baugruppe und demzufolge die Position und Orientierung des Katheters.

**[0054]** Der Einführungstubus eines Katheters hat normalerweise einen Durchmesser von ungefähr 1–5 mm. Ein Katheter, der einen runden Einführungstubus mit einem Durchmesser von 3 mm aufweist, hat einen Querschnitt von ungefähr 7 mm<sup>2</sup>. Die Baugruppe **72** hat einen Querschnitt von ungefähr 0,6 mm<sup>2</sup> und nimmt damit weniger als 10% der Querschnittsfläche des Katheters ein. Daher behindert die Baugruppe **72** die Handhabung des Katheters im wesentlichen nicht.

**[0055]** Die Baugruppe **72** wird im Katheter **70** vorzugsweise entfernt von metallischen und anderen Bestandteilen angebracht, welche die magnetische Positionsbestimmung beeinflussen können, wie in oben erwähnter Patentanmeldung PCT/IL97/00061 beschrieben. Die geringe Breite der Baugruppe **72** erlaubt einen größeren Abstand zu solchen beeinflussenden Bestandteilen als bei anderen Sensor-Baugruppen. Endoskope umfassen häufig Einführungstuben, die metallische Bestandteile enthalten. Diese Einführungstuben haben üblicherweise einen Durchmesser von ungefähr 12–15 mm. Wenn der Einführungstubus einen Metallkern mit einem Durchmesser von ungefähr 8 mm aufweist, ist es möglich einen Abstand von über 2,5 mm zwischen dem Metallkern und der Spulen-Baugruppe **72** zu ha-

ben. Dieser Abstand reicht aus, um die Beeinflussung der Bestimmung der Tubusposition durch den Metallkern wesentlich zu reduzieren.

**[0056]** Es wird darauf hingewiesen, daß das Einsetzen der Baugruppe **72** in einen Katheter einfach ist und keine besonderen Designeigenschaften des Katheters erfordert. Die Baugruppe **72** kann demzufolge nach relativ kleinen Änderungen des Katheterdesigns in vorhandene Katheter eingesetzt werden.

**[0057]** Es sollte beachtet werden, daß die oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen als Beispiele angeführt wurden und der volle Umfang der Erfindung nur durch die Patentansprüche beschränkt wird.

### Patentansprüche

1. Miniatur-Spulen-Baugruppe (**30**) zum Übertragen oder Empfangen von magnetischen Wellen umfassend eine Vielzahl von Spulen (**32**; **34**; **52**; **54**), wobei jede Spule eine entsprechende Achse hat, die so eingebaut sind, daß zumindest zwei der Achsen gegenseitig linear unabhängig sind und daß alle Spulen aus der Vielzahl von Spulen innerhalb eines Volumens, das eine Querschnittsfläche kleiner als 1.0 mm<sup>2</sup> hat, enthalten sind, wobei zumindest zwei der Spulen photolithographische Spulen (**32**; **52**; **54**) umfassen.

2. Spulen-Baugruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Spulen aus der Vielzahl von Spulen (**32**; **34**; **52**; **54**) innerhalb eines Volumens, das eine Querschnittsfläche kleiner als 0.8 mm<sup>2</sup> aufweist, bevorzugt kleiner als 0.65 mm<sup>2</sup>, enthalten sind.

3. Baugruppe nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei photolithographische Spulen (**32**; **52**; **54**) entsprechende, gegenseitig linear unabhängige Achsen haben.

4. Baugruppe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen der beiden photolithographischen Spulen (**32**; **52**; **54**) gegenseitig im wesentlichen orthogonal sind.

5. Baugruppe nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, ferner umfassend eine dritte Spule (**34**; **54**), wobei die Achse der dritten Spule und die der beiden photolithographischen Spulen (**32**; **52**) gegenseitig linear unabhängig sind.

6. Baugruppe nach Anspruch 5, wobei die Achse der dritten Spule (**34**; **54**) im wesentlichen orthogonal zu den Achsen der beiden photolithographischen Spulen (**32**; **52**) ist.

7. Spulen-Baugruppe nach Anspruch 5 oder An-

spruch 6, wobei die dritte Spule eine drahtgewickelte Spule (**34**) ist.

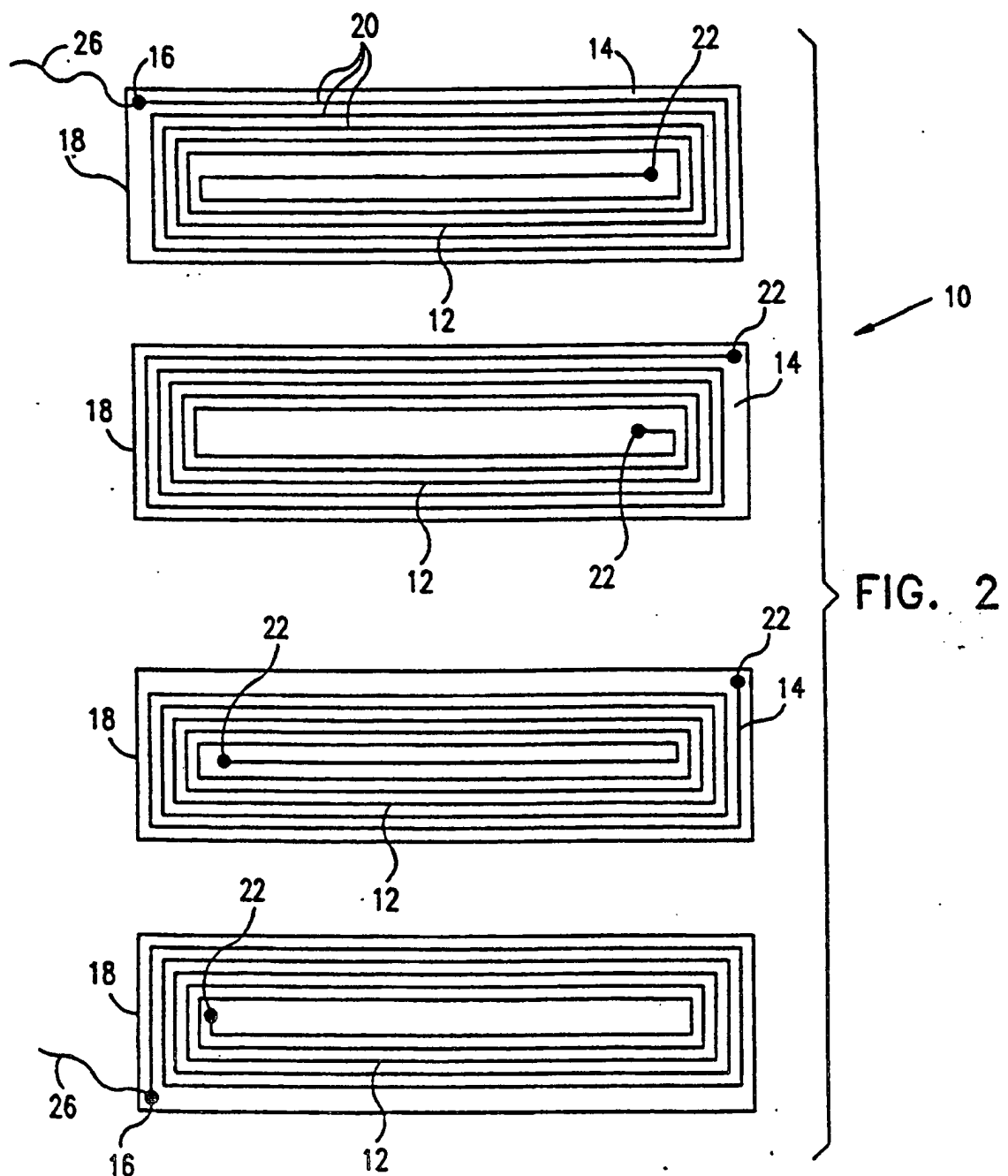
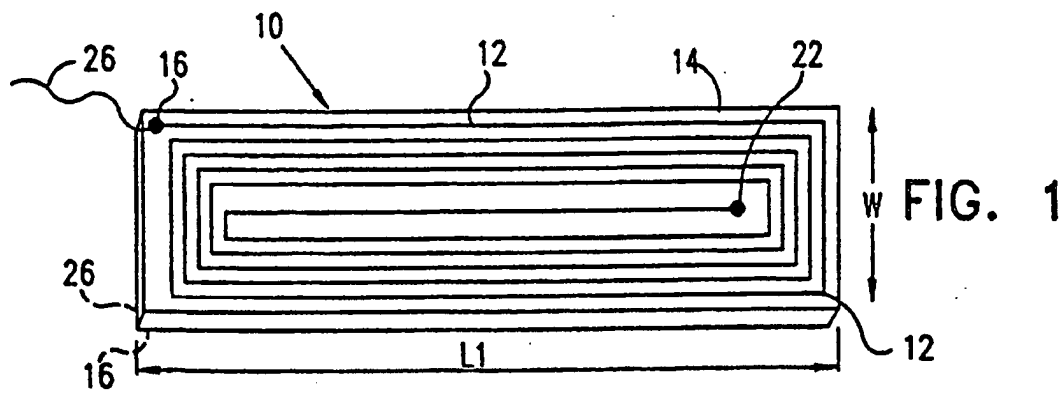
8. Spulen-Baugruppe nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, wobei die dritte Spule eine Vielzahl von zusammengeschalteten photolithographischen Schaltungen (**54**) umfaßt.

9. Baugruppe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die photolithographischen Spulen (**32**; **52**) eine Breite kleiner als 0.8 mm, vorzugsweise kleiner als 0.65 mm, haben.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen



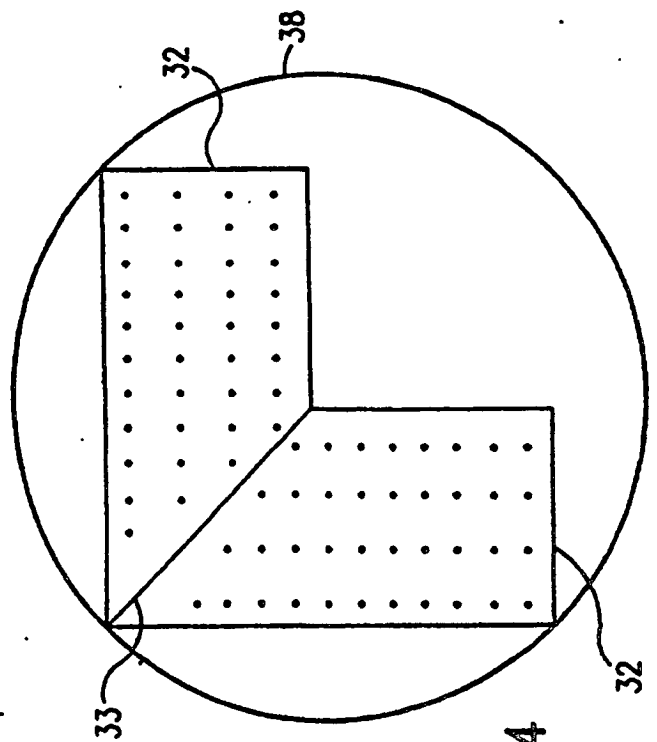
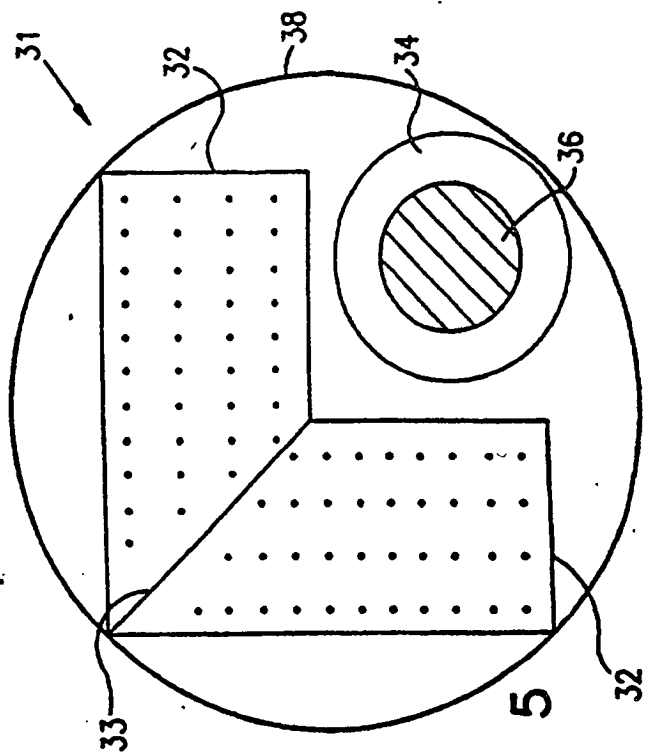
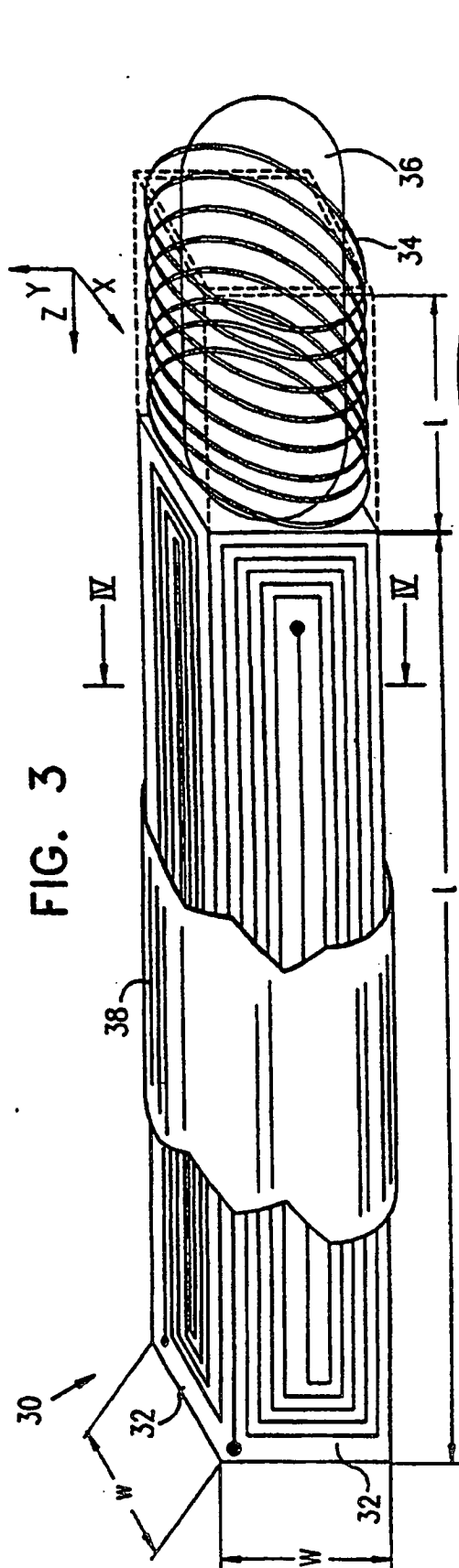


FIG. 6

