



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 22 366 B4** 2006.03.09

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 22 366.8**
(22) Anmeldetag: **09.05.2001**
(43) Offenlegungstag: **29.11.2001**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.03.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01M 10/04** (2006.01)
H01M 10/38 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
09/567,968 **10.05.2000** **US**

(73) Patentinhaber:
EnerDel, Inc., Fort Lauderdale, Fla., US

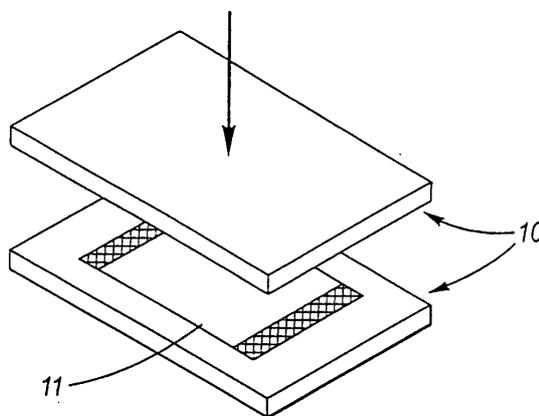
(74) Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

(72) Erfinder:
Haverstick, Jerry E., Fishers, Ind., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 195 32 626 A1
DE 37 13 380 A1
EP 09 97 959 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen einer Batteriezelle**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen einer Batteriezelle (20, 30), das die Schritte umfasst, dass: Bauteile der Batteriezelle (20, 30) bereitgestellt werden, die eine Kathode (22), eine Anode (21), einen Separator (23), der zwischen der Anode (21) und der Kathode (22) angeordnet ist, ein Kathodengitter (24) und ein Anodengitter (25) umfassen, und isostatischer Druck auf die Bauteile der Batteriezelle (20, 30) aufgebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile der Batteriezelle (20, 30) in einen heißschweißbaren Film (26) eingewickelt werden, bevor der Druck aufgebracht wird, wobei der Druck in einer isostatischen Heißpresse (27) aufgebracht wird, und der Film (26) von der Zelle (20, 30) nach dem Schritt des Aufbringens des isostatischen Drucks wieder entfernt wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Herstellung von Batterien. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung das Gebiet der Herstellung von Lithium-Polymer-Batterien.

[0002] Lithium-Polymer-Batterien werden gewöhnlich hergestellt, indem Verfahren verwendet werden, die die Benutzung von Wärme sowie Druck umfassen, um Schichten aus Anoden, Kathoden und Separatoren zu einem Zellaufbau zu laminieren. Die Laminierung kann mit einem von zwei allgemein bekannten Verfahren durchgeführt werden. Eines der Verfahren wird gewöhnlich als Flachplattenherstellung bezeichnet und unter Verwendung der in [Fig. 1](#) gezeigten Bauteile durchgeführt. Bei der Verwendung des Flachplattenherstellungsverfahrens wird eine Last auf zwei erwärmte Platten **10** aufgebracht, wobei die Materialien der Zellenanordnung **11** schichtweise zwischen den Platten **10** angeordnet werden. Das andere der beiden bekannten Verfahren wird gewöhnlich als Walzenlaminierungsherstellung bezeichnet und ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Beim Walzenlaminierungsverfahren bringen zwei erwärmte, rotierende Walzen **12** Druck auf die Materialien der Zellenanordnung **11** auf, wenn die Materialien **11** zusammengedrückt werden, während sie durch einen eingestellten Spalt zwischen den Walzen **12** hindurchgeführt werden.

[0003] Das Walzenlaminierungsverfahren und das Flachplattenlaminierungsverfahren sind bezüglich der Arten von Batteriezellen begrenzt, die sie aufbauen können. Weil bei beiden Verfahren der Druck in einer einzigen Achse aufgebracht wird, kann dadurch nur ein flacher Zellaufbau gebildet werden.

[0004] Unter Verwendung des existierenden Walzen- und Flachplattenmaschinenparks können außerdem Zellen einzeln aufgebaut und dann gestapelt werden, so dass sich die gewünschte anwendungsspezifische Kapazität ergibt. Wenn unter Verwendung der gegenwärtigen Verfahren beispielsweise fünfundvierzig Zellen, was der Stapel mit der maximalen Abmessung ist, gestapelt werden, sind dann fünfundvierzig einzelne Laminierungsschritte erforderlich, um eine einzige Zelle zu bilden.

[0005] Ein anderes zur gegenwärtigen Technik der Batteriezellenherstellung gehörendes Problem ist, dass, wenn die Stücke einzeln hergestellt werden, ihre Qualität schwankt. Durch die Verwendung der Flachplatten- und Walzenlaminierung ist es beinahe unmöglich, einen gleichbleibenden Druck über die gesamte Zelle hinweg aufrechtzuerhalten. Ein nicht gleichbleibender Druck trägt zu einer kurzen Zellenlebensdauer und zu einem schlechten Leistungsvermögen der Batterie bei. Bei der Verwendung eines Flachplattenherstellungsverfahrens ist es sehr

schwierig, eine perfekte Parallelität zwischen den beiden Platten, insbesondere bei großen Platten, aufrechtzuerhalten. Bei der Verwendung der Walzenlaminierung setzt sich selbst die geringfügigste Unrundheit einer jeden Walze zu einem ungleichmäßigen Druck auf die Zelle um.

[0006] Es gibt deshalb einen Bedarf für ein Verfahren zur Herstellung von Batteriezellen, das die gleiche Herstellung einer großen Anzahl von Zellen erlaubt und eine gleichbleibende Qualität zwischen den Zellen und innerhalb der Zellschichten ermöglicht. Es gibt auch einen Bedarf für ein Herstellungsverfahren, das zur Produktion von Zellen mit einer anderen Form als dem flachen, prismatischen Aufbau angepasst werden kann.

Stand der Technik

[0007] EP 0 997 959 A1 beschreibt das Einschweißen der fertigen Batteriezelle.

[0008] Aus DE 37 13 380 A1 ist isostatisches Heißen bekannt, mit dessen Hilfe ein Metallring an einen Alpha-Aluminium-Oxidring befestigt wird.

[0009] Ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist aus DE 195 32 626 A1 bekannt.

Aufgabenstellung

[0010] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den oben beschriebenen Bedarf und weitere zu decken und insbesondere ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer Batteriezelle anzugeben.

[0011] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Unteransprüche sind auf bevorzugte Ausgestaltungen gerichtet.

[0012] Das Verfahren kann den Schritt umfassen, dass die Bauteile der Batteriezellen zumindest vor dem Schritt des Aufbringens isostatischen Drucks erwärmt werden. Das Erwärmen wird vorzugsweise durchgeführt, während Druck aufgebracht wird.

[0013] Die Bauteile der Batteriezelle können auch ein Bindemittel umfassen, das ein Polymer enthält, das weich wird, wenn es erwärmt wird, wodurch zugelassen wird, dass die obengenannten Bauteile laminiert werden können. Das Bindemittel umfasst Polyvinylidenfluorid, Polymethylmethacrylat, Polyvinylidenfluoridcopolymer, Polyacrylnitril und/oder Polyvinylchlorid.

[0014] Es ist wichtig in einer HID vor dem Zuführen von Wärme und Druck Luft aus der Umgebung der

Zellenbauteile zu entfernen. Dementsprechend umfasst das Verfahren den Schritt, dass die Zellenbauteile in einen heißschweißbaren Film eingewickelt werden. Bevor der Film verschweißt wird, kann ein Unterdruck Luft und jedes andere Gas aus dem Inneren des Films entziehen.

[0015] Die Batteriezelle kann eine flache, prismatische Zelle sein. Da jedoch isostatischer Druck statt eines Drucks in einer einzigen Achse aufgebracht wird, können Zellen mit jeder denkbaren Struktur hergestellt werden. Beispielsweise können die Anode und die Kathode spiralförmig gewickelt werden, um den gewickelten Zellenaufbau oder den runden Zellenaufbau zu bilden, bevor dieser isostatischem Druck ausgesetzt wird. Die unter Verwendung des Laminierungsverfahrens der vorliegenden Erfindung erzeugte Batteriezelle ist besonders bevorzugt ein Bauteil einer Lithium-Polymer-Batterie.

Ausführungsbeispiel

[0016] Die Erfindung wird im folgenden beispielhaft anhand der Zeichnungen beschrieben, in diesen zeigt:

[0017] **Fig. 1** flache Laminierungsplatten, die bei betreffenden Laminierungsverfahren verwendet werden,

[0018] **Fig. 2** Druckwalzen, die bei betreffenden Laminierungsverfahren verwendet werden,

[0019] **Fig. 3** eine prismatische Zelle, die gemäß der vorliegenden Erfindung zusammengesetzt ist,

[0020] **Fig. 4** eine Kathode, wie sie in einer gewickelten Zelle einer Batterie der vorliegenden Erfindung gewickelt ist,

[0021] **Fig. 5** ein Flußdiagramm, das die Schritte des Verfahrens der vorliegenden Erfindung zeigt, und

[0022] **Fig. 6** eine graphische Darstellung eines Beispiels der Wärme- und Druckaufbringungsschritte des Verfahrens der vorliegenden Erfindung.

[0023] Anhand der Zeichnungen werden nun bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0024] Zunächst wird die Herstellung einer flachen, prismatischen Doppelzelle beschrieben. **Fig. 3** zeigt eine flache, prismatische Doppelzelle **20** der vorliegenden Erfindung. Die Doppelzelle **20** weist einen Aufbau auf, der, neben anderen Batteriearten, für eine Lithium-Polymer-Batterie verwendet werden kann. Die flache, prismatische Doppelzelle **20** umfaßt mehrere Filme, die Filme aus Material, das Anoden **21** bildet, Filme aus Material, das Kathoden **22** bildet,

und Separatorfilme **23** umfassen. Ein Kathodengitter **24** oder ein anderer Stromsammler ist zwischen den Kathoden **22** vorgesehen, und ein Anodengitter **25** oder ein anderer geeigneter Stromsammler ist um das Äußere der Zelle **20** herum und in Kontakt mit jeder der Anoden **21** vorgesehen. Das Kathodengitter **24** ist typischerweise aus Aluminium oder einem anderen geeigneten Metall oder einer anderen geeigneten Metallegierung hergestellt. Das Anodengitter **25** ist typischerweise aus Kupfer oder einer anderen geeigneten Metallegierung hergestellt.

[0025] **Fig. 4** zeigt die allgemeine Idee für eine spiralförmig gewickelte Zelle **30**, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt ist. Obwohl in der Zeichnung nur eine gewickelte Kathode **28** gezeigt ist, enthält die gewickelte Zelle **30** auch eine Kathode und Anoden- und Kathodengitter, die durch Separatorfilme getrennt sind und auf die gleiche Weise wie die Kathode **28** gewickelt sind. Die Anoden- und Kathodengitter sind dafür vorgesehen, den Strom zu sammeln. Die spiralförmig gewickelte Zelle ist als ein Beispiel von Zellenaufbauten gezeigt, die unter Verwendung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung hergestellt werden können. Andere Aufbauten, die eine Vielfalt von Formen aufweisen und bedarfsgemäß bemessen sind, können unter Verwendung eines Verfahrens, wie es hierin beschrieben ist, hergestellt werden. Während es mit den oben beschriebenen flachen, prismatischen Doppelzellen **20** eine Verbesserung des volumetrischen Wirkungsgrades gibt, weisen zylindrische oder runde Batterien, die die gewickelte Zelle **30** umfassen, verschiedene Vorteile auf. Ein erwiesener Vorteil von gewickelten Zellen ist, daß diese aufgrund der begrenzten Anzahl von zur Herstellung der Zellen verwendeten Teilen eine Produktion in hoher Stückzahl bei einem reduzierten Fabrikationsaufwand ermöglichen. Ein anderer Vorteil, der zur Herstellung von runden Batterien gehört, liegt in der Tatsache, daß viele, wenn nicht die meisten elektrischen Anwendungen runde Batterien verwenden und derart geformt werden, daß sie Strom von speziell geformten Batterien halten und aufnehmen.

[0026] Bei einer jeden von der flachen, prismatischen Doppelzelle **20** oder der spiralförmig gewickelten Zelle **30** wird den Filmen der Anode **21**, der Kathode **22** und dem Separator **23** ein allgemein bekanntes Bindemittel hinzugefügt. Das Bindemittel ist normal aus einem bei Raumtemperatur steifen Material hergestellt, das weich wird, wenn es erwärmt wird. Das Bindemittel umfaßt vorzugsweise ein Polymer, das weich wird, wenn es erwärmt wird, wodurch zugelassen wird, daß der Anodenfilm, der Kathodenfilm und die Separatorfilme und die Anoden- und Kathodengitter miteinander verbunden werden können. Das Verbinden wird gewöhnlich als Laminierung bezeichnet. Das Bindemittel umfaßt Polyvinylidenfluorid, Polymethylmethacrylat, Polyvinylidenfluoridcopolymer, Polyacrylnitril und/oder Polyvinylchlorid. Wenn

Druck auf die Zelle **20** aufgebracht wird, während das Bindemittel erweicht ist, werden sich die Filme der Anode **21**, der Kathode **22** und des Separators **23** miteinander und ebenso mit dem Kathodengitter **24** und dem Anodengitter **25** verbinden.

[0027] **Fig. 5** ist ein Flußdiagramm, das allgemein das Verfahren der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei Schritt **31** wird mindestens eine Zelle mit all ihren eingeschlossenen Bestandteilen, wie sie oben beschrieben sind, zum Pressen eingeführt. Während die gezeigte Zelle, die durch das Flußdiagramm hindurch fortschreitet, den flachen, prismatischen Aufbau **20** aufweist, kann die gewickelte Zelle **30** oder eine Zelle mit irgendeinem Aufbau gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung verarbeitet werden. Die flachen, prismatischen Doppelzellen **20** oder andere Zellenarten können gestapelt und auf andere Weise angeordnet werden, um den maximalen Wirkungsgrad zu erzielen.

[0028] Bei Schritt **32** werden die Zellen in einen heißschweißbaren bzw. heißabdichtbaren Film **26** eingepackt. Der Film **26** wird vorzugsweise mit Unterdruck um die Zellen herum geformt, um die gesamte Luft zu entziehen.

[0029] Nachdem die Zellen mit dem Film **26** eingeschweißt worden sind, werden sie in eine Heißpresse mit isostatischem Druck (HIP) **27** eingeführt, wo sie einer erhöhten Temperatur und einem erhöhten Druck ausgesetzt werden, was als Schritte **33** und **34** in **Fig. 5** dargestellt ist. Die laminierten Zellen werden dann aus der HIP entnommen, und die Folie wird entfernt, wie es allgemein als Schritt **35** gezeigt ist.

[0030] Das Pressen unter Verwendung einer HIP bietet einen klaren Vorteil, daß, anders als bei einem Pressen unter Verwendung von Walzen oder flachen Platten, kompliziert geformte Gegenstände hohem Druck ausgesetzt werden können, ohne daß sie deformiert werden, da der Druck gleichmäßig über die Gegenstände hinweg verteilt wird. Unter Verwendung der HIP wird, ungeachtet der Form des Gegenstandes, ein Medium, wie beispielsweise Wasser, Öl oder Stickstoff, in jeder Richtung um den Gegenstand herum gleichmäßig komprimiert. Die Benutzung der HIP stellt gleichmäßige und gleichbleibende Wärme bzw. Druck sicher, wodurch die Laminierung der Zellen optimiert wird, ganz gleich ob sie gewickelte Zellen, flache, prismatische Doppelzellen oder andere Zellenarten sind, die eine Laminierung erfordern.

[0031] Nun wird ein Beispiel des Laminierungsverfahrens der vorliegenden Erfindung beschrieben. Eine flache, prismatische Doppelzelle für eine Lithium-Polymer-Batterie, die die oben beschriebenen Bauteile umfaßte, wurde in einen Folienfilm mit Unterdruck eingewickelt und in eine HIP eingeführt. Die Bedingungen innerhalb der HIP sind in **Fig. 6** gra-

fisch gezeigt. Die Temperatur innerhalb der HIP wurde in 10 Minuten von Raumtemperatur auf 130°C erhöht. Die HIP blieb fünf Minuten auf dieser Temperatur erwärmt. Am Ende der zehnmütigen Temperaturrampe wurde der Druck in der HIP über eine Minute auf $2,758 \times 10^7$ Pa erhöht. Die HIP blieb annähernd zehn Minuten unter Druck gesetzt. Am Ende der Halteperioden wurde zugelassen, daß die Temperatur und der Druck auf Umgebungsbedingungen abfielen. Nach dem Abkühlen wurden die laminierten Zellen zur Weiterverarbeitung aus der HIP entnommen.

[0032] Unter Verwendung des Verfahrens der vorliegenden Erfindung mit dem gleichmäßigen Druck, der zum isostatischen Heißpressen gehört, wird die Laminierungsgrenzfläche zwischen den Zellenbauteilen in Hinblick auf die Qualität und Vollständigkeit stark verbessert. Der isostatische Druck liefert eine gleichbleibende und gleichmäßige Laminierung der Zellenbauteile. Außerdem kann unter Verwendung des Verfahrens eine Laminierung einer vollständigen Zelle anstatt von einzelnen Zellenbauteilen bewerkstelligt werden, was die Herstellungskosten der Batterie stark reduziert.

[0033] Zusammengefaßt wird eine Batterie, genauer eine Batteriezelle **20**, **30** für eine Lithium-Polymer-Batterie, unter Verwendung eines Verfahrens hergestellt, das den Laminierungsschritt eines Aufbringens isostatischen Drucks auf Bauteile der Batteriezelle umfaßt. Das Verfahren umfaßt ferner den Schritt, daß die Bauteile der Batteriezelle **20**, **30** mindestens vor dem Schritt des Aufbringens isostatischen Drucks erwärmt werden. Die Bauteile der Batteriezelle **20**, **30** sollten auch ein Bindemittel mit einem Polymer umfassen, das weich wird, wenn es erwärmt wird, wodurch zugelassen wird, daß die oben genannten Bauteile laminiert werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Batteriezelle (**20**, **30**), das die Schritte umfasst, dass: Bauteile der Batteriezelle (**20**, **30**) bereitgestellt werden, die eine Kathode (**22**), eine Anode (**21**), einen Separator (**23**), der zwischen der Anode (**21**) und der Kathode (**22**) angeordnet ist, ein Kathodengitter (**24**) und ein Anodengitter (**25**) umfassen, und isostatischer Druck auf die Bauteile der Batteriezelle (**20**, **30**) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bauteile der Batteriezelle (**20**, **30**) in einen heißschweißbaren Film (**26**) eingewickelt werden, bevor der Druck aufgebracht wird, wobei der Druck in einer isostatischen Heißpresse (**27**) aufgebracht wird, und der Film (**26**) von der Zelle (**20**, **30**) nach dem Schritt des Aufbringens des isostatischen Drucks wieder entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die Bauteile der Batterie vor dem Schritt des Aufbringens des Drucks vakuumabgedichtet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es den Schritt umfasst, dass die Bauteile der Batteriezelle (**20**, **30**) zumindest vor dem Schritt des Aufbringens isostatischen Drucks erwärmt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile der Batteriezelle (**20**, **30**) ein Bindemittel umfassen, das weich wird, wenn der Erwärmungsschritt durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel mindestens eines umfasst von Polyvinylidenfluorid, Polymethylmethacrylat, Polyvinylidenfluoridcopolymer, Polyacrylnitril und Polyvinylchlorid.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine flache, prismatische Zelle (**20**) hergestellt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anode (**21**) und die Kathode (**22**) vor dem Schritt des Aufbringens von Druck spiralförmig gewickelt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Batteriezelle (**20**, **30**) ein Bauteil einer Lithium-Polymer-Batterie ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

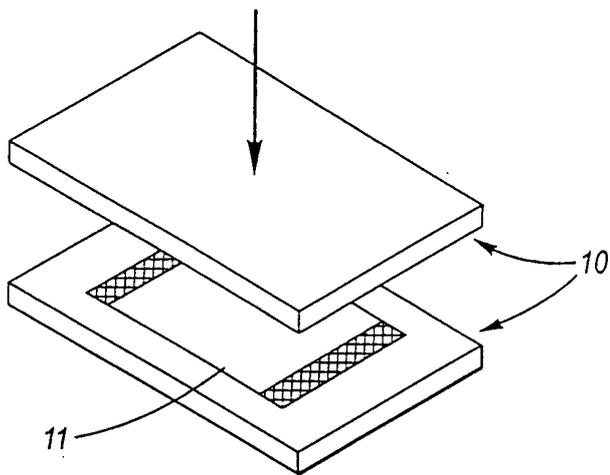


Fig.1.

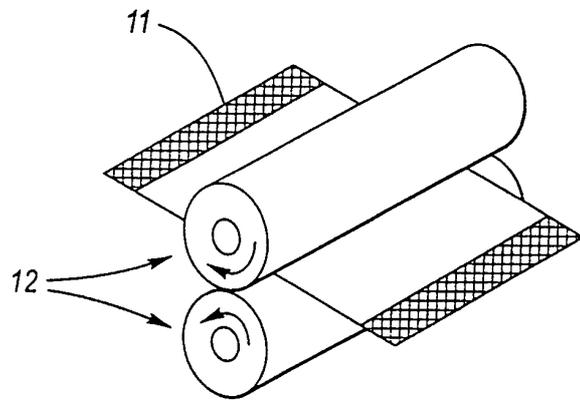


Fig.2.

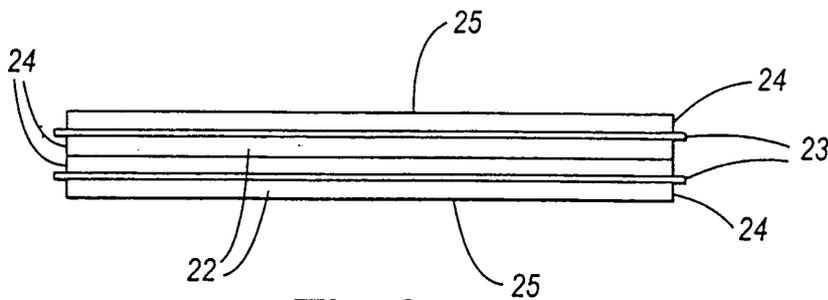


Fig.3.

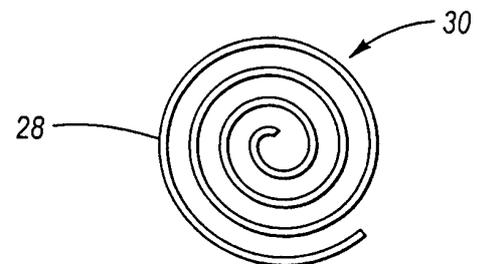


Fig.4.

