



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 22 161 T2 2004.12.30**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 998 315 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 22 161.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP98/04474**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 941 360.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/04838**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.07.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **04.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.05.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **03.03.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.12.2004**

(51) Int Cl.7: **A61M 5/30**
C12M 3/00, F41B 6/00

(30) Unionspriorität:
897433 21.07.1997 US

(73) Patentinhaber:
Roche Diagnostics GmbH, 68305 Mannheim, DE

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Dr. H.-P. Pfeifer & Dr. P. Jany, 76137
Karlsruhe**

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

(72) Erfinder:
**HAAR, Hans-Peter, D-69168 Wiesloch, DE;
MEACHAM, Bevan, George, Shaker Heights, US;
MATTERN, Markus, D-64646 Heppenheim, DE;
WINTER, Gerhard, D-69221 Dossenheim, DE;
BEUTTENMUELLER, Manfred, D-68526
Ladenburg, DE**

(54) Bezeichnung: **ELEKTROMAGNETISCHE TRANSDERMAL-INJEKTIONSVORRICHTUNG**

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

Spritze.

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung befaßt sich mit einer Vorrichtung zum Injizieren von Substanzen wie beispielsweise Medikamenten in Körpergewebe und insbesondere mit Vorrichtungen, die trockene Substanzen mittels elektromagnetischer Energie in solche Gewebe injizieren.

Hintergrund

[0002] Zum Verabreichen von Arzneien oder Medikamenten sind eine Reihe von Methoden bekannt. Wenn es nicht möglich ist, eine patientenfreundliche Art der Verabreichung zu entwickeln, wie eine oral verabreichte Tablette, ist es nötig, die Medizin oder das Medikament direkt in das Körpergewebe oder den vaskulären Blutstrom einzuführen. Hypodermische Nadeln werden üblicherweise verwendet, um flüssige Lösungen oder Suspensionen eines pharmazeutischen Wirkstoffes in das subkutane Gewebe eines Patienten zu injizieren.

[0003] Trotz ihrer weitverbreiteten Verwendung haben hypodermische Spritzen einige beträchtliche Unzulänglichkeiten. Die spitzen Hohnadeln können eine Verletzung des Patienten ebenso wie des medizinischen Personals, das die Injektion verabreicht, bewirken. Einmal benutzte Nadeln sind auch eine potentielle Infektionsquelle oder ein Weg zur Verbreitung von Krankheiten. Folglich müssen gebrauchte Nadeln als gefährlicher medizinischer Müll behandelt werden. Die Injektionen sind im allgemeinen schmerzhaft wegen der Durchdringung der Haut des Patienten durch die Nadel und wegen des Volumens (z. B. 0,01 bis 0,5 ml) der injizierten Flüssigkeit. Darüber hinaus kann die Verabreichung einer Injektion gutes Augenmaß und Geschicklichkeit erfordern. Dies kann für viele Patienten, die sich ihre Injektionen selbst verabreichen, ein Problem darstellen. Insgesamt kann deshalb der Prozess des Verabreichens einer Injektion mittels Verwendung hypodermischer Spritzen relativ kostenintensiv, zeitaufwendig und komplex sein.

[0004] Flüssigstrahl-Injektionssysteme wurden als nadelfreie Alternative zu hypodermischen Spritzen entwickelt. Bei dieser Vorgehensweise wird ein Strahl einer Flüssigkeit mit so hoher Geschwindigkeit aus einer Öffnung ausgestoßen, daß er dazu in der Lage ist, in Gewebe einzudringen und so das Medikament subkutan zu plazieren. Im Vergleich zu hypodermischen Spritzen kann ein Flüssigstrahl-Injektionssystem weniger schmerzhaft sein und vom Benutzer geringere Fähigkeiten erfordern. Die Patienten zeigen auch eine geringere psychologische Aversion gegenüber einem Flüssigstrahl-Injektionssystem als gegenüber einer Injektion mittels einer hypodermischen

[0005] Jedoch kann die Verabreichung eines Medikaments mittels eines Flüssigkeitsstrahles Hautschäden und Blutungen verursachen. Hinzu kommt, daß relativ viel Energie benötigt wird, um das Flüssigkeitsvolumen zu bewegen und den Hochgeschwindigkeitsstrahl zu bilden, z. B. Drücke der Größenordnung von mehreren hundert Atmosphären. Obwohl die theoretische Energieanforderung etwa 6 Joule mechanische Energie in einem Zeitraum von etwa 200 msec beträgt, bewirken mechanische und andere Systemverluste einen tatsächlichen Energiebedarf, der wesentlich höher ist, z. B. etwa 10 bis 20 Joule. Die Mittel um einen so großen Energiepuls zu erzeugen, können große Federn, komprimiertes Gas und pyrotechnische Treibsätze sein. Unter dem Gesichtspunkt der Größe und Leistungsfähigkeit sind komprimierte Gase und Pyrotechnik vorteilhaft. Diese begegnen jedoch Hürden durch regulatorische Vorschriften, die für solche Vorrichtungen üblich sind, beispielsweise Sicherheitsbestimmungen oder Vorschriften zu Transport und Handhabung. Eine weitere Unzulänglichkeit von Flüssigstrahl-Injektoren ist, daß ein Lösungsmittel für das Medikament injiziert wird. Einerseits vergeudet dies Energie und andererseits wird dadurch das Volumen, das unter hohem Druck in den Körper eingeführt wird, vergrößert.

[0006] Darüber hinaus ist bei hypodermischen Spritzen oder Flüssiginjektionssystemen die Lagerfähigkeit der zu injizierenden flüssigen Lösungen oder Suspensionen meist kürzer als für Medizin oder Medikamente in Form getrockneter Pulver. Deshalb müssen einige empfindliche Medikamente als trockene Pulver gelagert und dann unmittelbar vor Gebrauch mit einer sterilen Flüssigkeit vermischt werden. Der Vorgang des Preparierens dieser Lösungen oder Suspensionen zur Injektion bedarf spezieller Fähigkeiten und Übung und ist darüber hinaus zeitaufwendig und kostenintensiv. Außerdem sind in weniger entwickelten Regionen oft spezielle Vorbereitungen nötig, um für eine geeignete Quelle einer sterilen Flüssigkeit zu sorgen und/oder die flüssigen Lösungen oder Suspensionen aufzubewahren.

[0007] Die PCT-Veröffentlichung Nr. WO 94/24263 offenbart eine nadellose Spritze, die einen überschall-schnellen Gasfluß nutzt, um trockene Partikel einschließlich therapeutischer Wirkstoffe zu verabreichen. Bei dieser nadellosen Spritze wird von einer Hochdruckgasquelle mindestens eine Membran zerrissen, um einen überschall-schnellen Gasfluß zu erzeugen. Die Veröffentlichung beschreibt ein Ausführungsbeispiel, bei dem ein kleines Heliumreservoir mit 60 Atmosphären Druck als Gasquelle verwendet wird. Wie dort beschrieben ist, bewirken das Reißen der Membran und der überschallschnelle Gasfluß, daß die Medikamentpartikel auf Geschwindigkeiten von etwa 800 bis 1000 Meter pro Sekunde beschleunigt werden.

nigt werden. Es wird auch berichtet, daß die so beschleunigten Partikel die Haut eines Patienten durchdringen und so das Medikament verabreicht wird. Das beschriebene System hat eine Reihe von Unzulänglichkeiten. Die beschriebene Spritze erfordert ein Hochdruckgasreservoir und einen Auslösemechanismus oder ein mechanisches Äquivalent, um den Druck zu erzeugen, der erforderlich ist, um die Bedingungen für einen überschallschnellen Gasflusses herzustellen. Auch ist überschallschneller Gasfluß laut, so daß Maßnahmen ergriffen werden müssen, um den entstehenden Lärm zu reduzieren. Deshalb beschreibt die PCT-Anmeldung (z. B. auf Seite 14) einen Schalldämpfer zur Absorption der Druckwelle, die von der Haut des Patienten zurückreflektiert wird. Trotz des Schalldämpfers ist die Vorrichtung als Folge der schnellen Freisetzung von Hochdruckgas sehr laut. Weil das in der PCT-Anmeldung beschriebene System eine Druckgasquelle benutzt, begegnet es darüber hinaus ebenso wie Flüssigstrahl-Injektionsysteme, die komprimiertes Gas einsetzen regulatorischen Hürden.

[0008] Das US-Patent Nr. 5,294,850 offenbart eine elektromagnetische Beschleunigeranordnung mit mindestens einer stationären Primärspule und einer beweglichen Anordnung, die mindestens eine bewegliche Sekundärspule aufweist. Bei dieser Vorrichtung ist nur die stationäre Primärspule mit der Stromquelle über Leiter verbunden. Der Strom in der Sekundärspule, die Teil des bewegten Projektils ist, wird induktiv durch das sich ändernde Feld in der Primärspule erzeugt. Dadurch sind keine Leiter, die zur Sekundärspule führen, notwendig. Dies entspricht der Absicht, die Sekundärspule als Teil eines freifliegenden Projektils zu nutzen.

[0009] Auf dieser Grundlage ist es wünschenswert, neue Methoden und Vorrichtungen zum Verabreichen therapeutischer Wirkstoffe an einen Patienten zu haben. Es wäre besonders wünschenswert, neue Methoden und Vorrichtungen zu haben, die trockene Wirkstoffe durch die Haut eines Patienten verabreichen können. Derartige Vorrichtungen und Verfahren sollten in ihrer Konstruktion einfach sein, weniger kostenintensiv pro Injektion als Vorrichtungen und Methoden nach dem Stand der Technik, sie sollten keine hochbefähigten Nutzer erfordern, um die Vorrichtung anzuwenden, sich als weniger schmerzhaft erweisen als Injektionen, die mittels einer hypodermischen Spritze verabreicht werden, und weniger laut sein als Vorrichtungen nach dem Stand der Technik.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Ein bevorzugter Aspekt der Erfindung ist eine Transdermal-Injektionsvorrichtung zum Injizieren eines therapeutischen Wirkstoffes in einen Körper mittels elektromagnetischer Abstoßungskräfte.

[0011] Durch erfindungsgemäße Methoden und Vorrichtungen können trockene Pulver, Partikel oder Substanzen durch die Haut eines menschlichen, tierischen oder pflanzlichen Körpers injiziert werden. Trockene Pulver oder Partikel oder andere Materialien können so verabreicht werden, daß das Material in das subkutane Gewebe des Körpers gelangt.

[0012] Die trockenen Substanzen, die injiziert werden, schließen im allgemeinen – ohne darauf beschränkt zu sein – Festkörper, Gele, poröse Festkörper, in denen Flüssigkeiten absorbiert sind, eingekapselte Flüssigkeiten, Pulver oder jede Form eines Materials ein, das bei hohen Geschwindigkeiten injiziert und/oder darauf beschleunigt werden kann. Die Partikel und ähnliches können ebenso gut von unregelmäßiger Form sein wie eine vorherbestimmte Form oder Gestalt aufweisen, beispielsweise als Kugeln oder Pfeile. Die Partikel und ähnliches können eine einheitliche Größe haben oder über einen vorgegebenen Größenbereich variieren, beispielsweise im Bereich von Mikrometern. Auch kann deren Anzahl von einem einzigen bis zu einer Million und mehr variieren.

[0013] Allgemein verwendet eine erfindungsgemäße Vorrichtung nach der Erfindung elektromagnetische Abstoßungskräfte zwischen Leitern, in denen große, gepulste, antiparallele Ströme fließen, um einen schleuderartigen Mechanismus auszulösen. Dieser schleuderartige Mechanismus beschleunigt das Material, das verabreicht werden soll, auf eine zur Injektion in einen Körper ausreichende Geschwindigkeit. Das zu verabreichende Material kann beliebig aus einer Vielfalt von Materialien, insbesondere therapeutischen Wirkstoffen, wie Insulin, Antibiotika, Schmerzmitteln etc. ausgewählt werden.

[0014] Andere Aspekte der Erfindung werden im folgenden diskutiert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Für ein besseres Verständnis der Natur und der angestrebten Ziele der vorliegenden Erfindung wird auf die nachfolgende detaillierte Beschreibung in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen verwiesen, wobei gleiche Bezugszeichen in den verschiedenen Figuren einander entsprechende Teile bezeichnen.

[0016] Fig. 1A–1C sind schematische Ansichten eines ersten Ausführungsbeispiels des Schleudermechanismus, die das Prinzip zeigen, das die vorliegende Erfindung verkörpert;

[0017] Fig. 2 ist eine axonometrische Ansicht eines alternativen Ausführungsbeispiels des Schleudermechanismus der Fig. 1A bis 1C;

[0018] Fig. 3A–3C sind Querschnittsansichten eines zweiten Ausführungsbeispiels des Schleudermechanismus, die das Prinzip zeigen, das in der vorliegenden Erfindung verkörpert ist;

[0019] Fig. 3D ist eine Draufsicht eines exemplarischen Ausführungsbeispiels des Schleudermechanismus der Fig. 3A–3C;

[0020] Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht eines alternativen Ausführungsbeispiels des Schleudermechanismus der Fig. 3A–3D;

[0021] Fig. 5 ist eine axonometrische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels des Schleudermechanismus der vorliegenden Erfindung.

[0022] Fig. 6A–6B sind Querschnitts- bzw. Seitenansichten eines vierten Ausführungsbeispiels des Schleudermechanismus der vorliegenden Erfindung;

[0023] Fig. 7A–7B veranschaulichen eine beispielhafte Anordnung zum Beladen mit einer Nutzlast;

[0024] Fig. 8A–8B veranschaulichen eine zweite beispielhafte Anordnung zum Beladen mit einer Nutzlast;

[0025] Fig. 9A–9C veranschaulichen eine dritte beispielhafte Anordnung zum Beladen mit einer Nutzlast;

[0026] Fig. 10 ist ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer Injektionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0027] Fig. 11 ist ein Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Injektionsvorrichtung;

[0028] Fig. 12 ist eine schematische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer Injektionsvorrichtung;

[0029] Fig. 13 ist eine Querschnittsansicht eines Schleudermechanismus-Injektionsmoduls zur Injektion zur Verwendung in den Injektionsvorrichtungen der Fig. 11–13;

[0030] Fig. 14A–14B sind schematische Ansichten von Beispielen mechanischer Schalter.

[0031] Fig. 15A–15B sind Ansichten eines fünften Ausführungsbeispiels eines Schleudermechanismus nach der vorliegenden Erfindung.

[0032] Fig. 16 zeigt eine axonometrische Ansicht eines Impulstransformators.

[0033] Fig. 17A ist eine schematische Ansicht eines Verbrauchsmoduls, das ein Schleudermodul und

eine Sekundärspule eines Impulstransformators aufweist.

[0034] Fig. 17B ist eine schematische Ansicht des Moduls von Fig. 17A innerhalb einer schematischen Injektionsvorrichtung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0035] Zur vorliegenden Erfindung gehört eine Injektionsvorrichtung zum Injizieren einer Nutzlast, insbesondere eines trockenen Pulvers, Partikeln oder ähnlichem, in und durch die Haut eines Körpers hindurch, sei er menschlich, tierisch oder pflanzlich. Elektromagnetische Abstoßungskräfte zwischen Leitern, die antiparallele, gepulste Ströme tragen, beschleunigen die Nutzlast auf eine hinreichend hohe Geschwindigkeit zur Injektion in den Körper. Für die vorliegende Erfindung soll „antiparallel“ den Anfangszustand des Stromes beschreiben, wenn er durch die Leiter fließt. Genauer gesagt, daß der Stromfluß in dem einen Leiter parallel zum Fluß in dem zweiten Leiter ist, aber vektoriell in umgekehrter Richtung fließt.

[0036] In einer speziellen Ausführungsform gehören zu dem Mechanismus zum Erzeugen der Abstoßungskräfte erste und zweite leitfähige Glieder, die anfangs so angeordnet sind, daß wenigstens in einem bestimmten Gebiet das erste und zweite leitfähige Glied im wesentlichen parallel zueinander verlaufen. Die Nutzlast ist an dem zweiten leitfähigen Glied auf irgendeine Art lösbar angebracht oder befestigt, so daß sie daran gehalten wird, während die Abstoßungskräfte sie beschleunigen. Die Abstoßungskräfte werden in wenigstens einem bestimmten Gebiet, wo die ersten und zweiten Glieder anfangs parallel zueinander angeordnet sind, erzeugt, indem ein Strom durch die ersten und zweiten leitfähigen Glieder fließt, so daß das zweite leitfähige Glied durch Abstoßung von dem ersten leitfähigen Glied weg bewegt wird. Die Nutzlast ist dabei so an dem zweiten Glied angebracht oder befestigt, daß sie sich von ihm an einem geeigneten Punkt während der Beschleunigung löst. Die Kraft, die zwischen dem ersten und dem zweiten leitfähigen Glied erzeugt wird, ist in erster Näherung proportional zu der Länge, auf der das erste und das zweite Glied parallel angeordnet sind, proportional zu dem Quadrat des Stromes, der durch die Glieder fließt, und umgekehrt proportional zu dem Abstand zwischen den Gliedern. Es wird deshalb angestrebt, die Glieder vor dem Auslösen so nah wie möglich beieinander anzuordnen, aber dabei einen elektrischen Kontakt zwischen den Gliedern zu vermeiden. Jedoch gibt es auch Ausführungsformen, bei denen die Glieder elektrisch leitend an einem Ende verbunden sind und Strom an den unverbundenen Enden angelegt wird (z. B. schlaufenförmige Ausführungsformen). Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist es weiterhin bevorzugt, einen sehr hohen Strom

an die ersten und die zweiten leitfähigen Glieder anzulegen, um eine hohe Abstoßungskraft zu erreichen.

[0037] Im folgenden werden verschiedene spezifische Konfigurationen des Schleudermechanismus beschrieben und veranschaulicht. Dabei sind jedoch die dazugehörigen Injektionsvorrichtungen und Methoden der vorliegenden Erfindung nicht auf diese spezifischen Konfigurationen beschränkt. Es liegt im Rahmen der vorliegenden Erfindung, ein leitfähiges Metallglied **20** mit einer beliebigen geometrischen Gestalt vorzusehen, das eine Kraft in einer vorgegebenen Richtung erzeugt, sobald es einem gepulsten Strom hoher Spannung ausgesetzt ist, wobei diese Kraft eine Nutzlast auf die gewünschte Geschwindigkeit zum Zwecke der Injektion beschleunigt.

[0038] Typischerweise weist der geometrische Aufbau eines gegebenen Schleudermechanismus **12** mindestens drei Eigenschaften auf. Erstens erlaubt der Aufbau des Schleudermechanismus in geeigneter Weise, daß wenigstens zwei gegenüberliegende leitfähige Glieder so nahe wie möglich zueinander mit einer Induktivität von beinahe Null angeordnet werden können. Vorzugsweise sind dabei die Metallglieder so angeordnet, daß wenigstens ein Teil eines der Metallglieder über eine vorgegebene Strecke im wesentlichen parallel zu den anderen Metallgliedern verläuft.

[0039] Zweitens erlaubt der Aufbau des Schleudermechanismus in geeigneter Weise, daß zumindest eines der metallischen Glieder sich durch Abstoßung von dem anderen metallischen Glied weg bewegt, wenn ein gepulster Strom durch die metallischen Glieder fließt. Vorzugsweise sorgt der Aufbau in einem vorgegebenen Bereich für einen derartigen antiparallelen Stromfluß in gegenüberliegenden metallischen Gliedern, daß wenigstens ein Glied bewegt und durch das von den antiparallelen Strömen erzeugte elektromagnetische Feld beschleunigt wird.

[0040] Drittens resultiert die abstoßende Bewegung des wenigstens einen metallischen Glieds darin, daß wenigstens ein Teil des Metallglieds in einer vorgegebenen Richtung beschleunigt wird. Vorzugsweise ermöglicht es der Aufbau auch, eine Nutzlast mechanisch und lösbar daran anzubringen oder zu befestigen, so daß diese ebenfalls solchermaßen beschleunigt wird. Darüber hinaus erfolgt eine solche Bewegung vorzugsweise mit einem Minimum an Energieverlusten an das Material.

[0041] Bei den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist der Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft symmetrisch ausgebildet. Bei solchen symmetrischen Anordnungen wird in zwei (oder mehr) sehr ähnlichen Bereichen, die miteinander verbunden sind und ein Zen-

trum bilden, eine elektromagnetische abstoßende Kraft erzeugt. Wenn die Nutzlast an dem zweiten Glied in dem Bereich des Zentrums angebracht ist, ist die Richtung der Beschleunigung wegen der Symmetrie vorgegeben. Typische Ausführungsbeispiele solcher symmetrischer Anordnungen sind in den **Fig. 1, 3 und 15** gezeigt.

[0042] Bei den verschiedenen Figuren beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche Teile. In den **Fig. 1A bis C** sind schematische Ansichten eines Ausführungsbeispiels des Schleuder-Injektionsmechanismus **12** gezeigt, die das Prinzip veranschaulichen, das in einer elektromagnetischen Injektionsvorrichtung **10** (**Fig. 5**) nach der vorliegenden Erfindung verkörpert ist. Insbesondere wird auch auf die **Fig. 10 bis 12** im Hinblick auf jene Komponenten hingewiesen, die nicht näher in den **Fig. 1A bis 1C** gezeigt sind. Zusätzlich wird auch auf die **Fig. 7 bis 9** hinsichtlich weiterer Details, welche die Nutzlast **28**, ihre Zusammensetzung und ihre Verbindung zu dem Schleuder-Injektionsmechanismus **12** betreffen, hingewiesen. Der Klarheit wegen wird im folgenden von einer Bewegung in einer nach oben oder aufwärts gerichteten Richtung gesprochen, jedoch ist dies keine Einschränkung, da die Bewegungsrichtung von der Orientierung der elektromagnetischen Injektionsvorrichtung **10** zum Zielgebiet des Körpers abhängt.

[0043] Die **Fig. 1A bis 1C** veranschaulichen den gesamten Betriebsablauf des ersten Ausführungsbeispiels des Schleudermechanismus **12** von dem Zustand vor der Injektion oder der Anfangsposition, wie in **Fig. 1A** veranschaulicht, über die Beschleunigung der Nutzlast **28**, wie in **Fig. 1B** veranschaulicht, bis zum Lösen der Nutzlast **28** von dem Schleudermechanismus **12** zur Injektion, wie in **Fig. 1C** veranschaulicht. In **Fig. 1A** wird ein Ausführungsbeispiel des Schleudermechanismus **12** gezeigt, das ein leitfähiges metallisches Glied **20** aufweist, das zu einer engen M-Form gebogen oder geformt ist. Dessen beide äußere Arme **22** sind an Versorgungsanschlüsse **24** elektrisch angeschlossen oder kontaktiert. Der innere Abschnitt der M-Form beinhaltet zwei innere Arme **23**, die über ein bogen- oder muldenförmiges Glied **25** miteinander verbunden sind, so daß sie eine Schlinge **26** bilden. Die Nutzlast **28** ist in der gebogenen Mulde **25** der Schlinge **26** angeordnet. Auch die äußeren und inneren Arme **22, 23** sind mechanisch und elektrisch mittels gebogener Glieder verbunden, die einen Gelenkpunkt für die angrenzenden inneren und äußeren Arme bilden. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die äußeren Arme die ersten leitfähigen Glieder und die inneren Arme die zweiten leitfähigen Glieder, an denen die Nutzlast befestigt wird.

[0044] Zur Injektion der Nutzlast **28** wird ein Strompuls in den Schleudermechanismus **12** über die Versorgungsanschlüsse **24** eingeleitet. Wenn der Strom durch das Metallglied **20** fließt, ist er in jedem der äu-

ßeren Arme **22** des Schleudermechanismus zu dem Strom in einem angrenzenden inneren Arm **23** antiparallel. Dies bewirkt eine gegenseitige Abstoßung zwischen angrenzenden inneren und äußeren Armen **22, 23**, so daß diese sich voneinander weg bewegen, wie in **Fig. 1B** veranschaulicht. Wenn die äußeren und inneren Arme **22, 23** sich voneinander weg bewegen, wird das muldenförmige Glied **25** und damit auch die Nutzlast **28** nach oben beschleunigt, wie in **Fig. 1B** dargestellt. Auf diese Art und Weise überträgt die Bewegung der Schlinge **26** kinetische Energie, die durch die abstoßende Bewegung der inneren und äußeren Arme **22, 23** entwickelt wurde, auf die Nutzlast **28**: Die weitere Bewegung des Schleudermechanismus **12** kann man am besten verstehen, indem man ihn modellhaft als einen mit einem Scharnier versehenen starren Körper betrachtet. Wegen der gegenseitigen Abstoßung bewegen sich die äußeren und inneren Arme **22, 23** weiterhin voneinander weg, bis die Schlinge **26** begradigt ist. Zu diesem Zeitpunkt erreichen die Nutzlast **28** und das relative Zentrum der Schlinge **26** ihre maximale Geschwindigkeit. Sobald sich die Schlinge **26** durch ihre begradigte Position bewegt, beginnt sie langsamer zu werden. Die reduzierte Geschwindigkeit der Schlinge **26** bewirkt, daß sich die Nutzlast **28**, wie in **Fig. 1C** gezeigt, von ihr löst. Die Nutzlast **28** setzt dann ihre Route zum Zielgebiet eines Körpers fort. Die Maximalgeschwindigkeit, welche die Nutzlast **28** erreicht, genügt dafür, daß die Nutzlast die Haut eines Körpers durchdringen kann und im subkutanen Gewebe eines Körpers zum Stillstand kommt.

[0045] Aus **Fig. 1C** ist ersichtlich, daß der benutzte symmetrische Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft den Vorteil bietet, daß die Richtung der Beschleunigung der Nutzlast wohldefiniert ist.

[0046] Der Strompuls, der in den Schleudermechanismus **12** eingeleitet wird, ist vorzugsweise ein Hochstrompuls, zum Beispiel in der Größenordnung von mehreren Tausend Ampere, und von sehr kurzer Dauer, zum Beispiel in der Größenordnung von Mikrosekunden. Auf diese Art und Weise kann der Strompuls durch die äußeren und inneren Arme **22, 23** fließen, bevor die Arme sich wegen des vom Strompuls erzeugten elektromagnetischen Feldes repulsiv voneinander weg bewegt haben. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt der Spitzenstrom des Strompulses im Bereich von 6000 bis 20000 A. Die Pulsdauer beträgt 1 Mikrosekunde oder weniger, und die Spannung liegt im Bereich von 1000 bis 4000 Volt.

[0047] Die Dauer, Stromstärke und Spannung des Strompulses wird so gewählt, daß die maximale Geschwindigkeit, die von der trockenen, zu injizierenden Substanz erreicht wird, ausreicht, um die Haut des Körpers oder Organismus zu durchdringen und das

angestrebte Eindringen in dessen Gewebe zu erreichen. Die Eindringtiefe und dementsprechend die Maximalgeschwindigkeit, die erreicht werden muß, hängt von einer Reihe von Faktoren ab, einschließlich der Dichte, Größe, Orientierung und Form der trockenen Substanz oder dessen, in dem die trockene Substanz enthalten ist (z. B. Partikelgröße). Beispielsweise würde eine Nutzlast von 0,5 mg, die aus Partikeln im Größenbereich von 20 Mikrometern besteht, typischerweise die Haut durchdringen und in das subkutane Gewebe eines Körpers gelangen, wenn sie auf eine maximale Geschwindigkeit von 800 m/s oder mehr beschleunigt wird. Jedoch können auch maximale Geschwindigkeiten oberhalb oder unterhalb von 800 m/s verwendet werden, um für eine gegebene Größe, Gestalt und Dichte eines Partikels das gewünschte Eindringen zu erreichen.

[0048] Das leitfähige Metallglied **20** kann aus einem beliebigen leitfähigen Material gefertigt sein und eine beliebige Dicke aufweisen, sofern es die Nutzlast so beschleunigen kann, daß die gewünschte oder benötigte Geschwindigkeit zur Injektion der Nutzlast in einen Patienten erreicht wird. Vorzugsweise sind die gewählten Materialien und Dicke hinreichend, um die strukturelle Unversehrtheit des Schleudermechanismus **12**, insbesondere des Metallglieds **12**, im Anschluß an das Einleiten eines Strompulses in das Metallglied und die Erzeugung der abstoßenden elektromagnetischen Felder zum Beschleunigen der Nutzlast **28** zu erhalten. Darüber hinaus kann die Dicke oder der Aufbau jedes äußeren Armes **22** dahingehend angepaßt werden, daß er lokaler Biegebelastung, die von der abstoßenden Kraft hervorgerufen wird, besser widersteht. Beispielsweise kann jedem äußeren Arm **22** eine U-förmige Gestalt gegeben werden, oder es können die äußeren Arme dicker gemacht werden als die inneren Arme **23**. In einem speziellen Ausführungsbeispiel sind das Metallglied **20** und die Versorgungsanschlüsse aus Aluminium. In diesem speziellen Ausführungsbeispiel ist das Metallglied vorzugsweise ein Band mit einer Dicke von etwa 0,1 bis 0,2 mm und einer Breite im Bereich von 1 bis 2 mm.

[0049] Vorzugsweise sind die äußeren und inneren Arme **22, 23** anfangs in einem vorgegebenen Bereich, der etwa 2 bis 5 mm lang ist, zueinander parallel angeordnet. Dazu sind die äußeren und inneren Arme **22, 23** so nah wie möglich aneinander angeordnet, ohne einen elektrischen Kurzschluß über die Arme zu erzeugen. In besonderen Ausführungsbeispielen beträgt die Luftlücke zwischen den äußeren und inneren Armen **22, 23** etwa 0,025 bis 0,1 mm in wenigstens einem vorgegebenen Bereich. Alternativ kann, wie in **Fig. 4** gezeigt, ein isolierender Film wie beispielsweise ein Polymerfilm zwischen wenigstens einem der äußeren und inneren Arme **22, 23** angeordnet werden, so daß die Arme voneinander durch die Dicke des Films auf Abstand gehalten sind. Die-

ser isolierende Film kann auf einer Oberfläche eines der Metallglieder **20** aufgetragen sein, so daß der Film zwischen den äußeren und inneren Armen **22**, **23** angeordnet ist.

[0050] In **Fig. 2** ist ein zu dem in **Fig. 1A** bis **1C** gezeigten Ausführungsbeispiel alternatives Ausführungsbeispiel des Schleudermechanismus **12a** dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist das leitfähige Metallglied **20a** einen Mittelteil **27** auf, zu dem zwei elektrische Anschlüsse gehören, die elektrisch und mechanisch mit den äußeren Armen **22** und den Versorgungsanschlüssen **24** verbunden sind. In allen relevanten Aspekten funktioniert diese alternative Ausführungsform jedoch in ähnlicher Weise wie der oben beschriebene Schleudermechanismus **12** der **Fig. 1A–1C**.

[0051] Die **Fig. 3A** bis **3C** zeigen Querschnittsansichten eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Schleuderinjektionsmechanismus **12b**, die das Prinzip veranschaulichen, das in einer elektromagnetischen Transdermal-Injektionsvorrichtung **10** gemäß der vorliegenden Erfindung verkörpert ist. Insbesondere wird hinsichtlich Komponenten, die in **Fig. 3A** bis **3C** nicht näher dargestellt sind, auf die **Fig. 10** bis **12** verwiesen. Des Weiteren wird auf die **Fig. 7** bis **9** hinsichtlich weiterer Details der Nutzlast **28**, insbesondere ihrer Zusammensetzung und ihrer Befestigung an dem Schleuderinjektionsmechanismus **12**, verwiesen. Die **Fig. 3A** bis **3C** veranschaulichen den gesamten Bewegungsablauf des zweiten Ausführungsbeispiels von der Anfangsposition, wie in **Fig. 3A** dargestellt, über die Beschleunigung der Nutzlast **28**, wie in **Fig. 3B** dargestellt, bis zum Lösen der Nutzlast **28** von dem Schleudermechanismus **12b**, wie in **Fig. 3C** dargestellt.

[0052] Wie aus **Fig. 3A** ersichtlich, weist das zweite Ausführungsbeispiel des Schleudermechanismus **12b** ein leitfähiges Metallglied **20b** und einen Tragblock **30** auf. Das Metallglied **20b** weist einen bogenförmigen Oberteil **32** und zwei bogenförmige Unterteile **34** auf, die durch zwei gekrümmte Abschnitte **36** miteinander verbunden sind. Zumindest ein Teil der Oberseite **38** des Tragblocks **30** ist eingebuchtet, um die bogenförmige Gestalt der Unterteile **34** aufzunehmen und schließt eine Durchgangsöffnung für die Leiteranschlüsse **40** ein, die von den Unterteilen ausgehen. Die Leiteranschlüsse **40** sind elektrisch mit den Versorgungsanschlüssen **24** verbunden, wie in den **Fig. 1** bis **2** veranschaulicht wird. In einem speziellen Ausführungsbeispiel, wie in **Fig. 3D** deutlicher gezeigt, liegt das leitfähige Metallglied **20b** in einem konkav gewölbten Schlitz im Tragblock **30**.

[0053] Zum Injizieren der Nutzlast wird ein Strompuls in den Schleudermechanismus **12b** über die Anschlüsse **40** eingeleitet. Wegen der antiparallelen Ströme in den Ober- und Unterteilen **32**, **34** stoßen

sich die Ober- und Unterteile voneinander ab, wie vorstehend beschrieben. Die Bewegung der Unterteile **34** wird jedoch wesentlich von der Oberseite **38** des Tragblocks im wesentlichen verhindert. Folglich bewirken die wechselseitig abstoßenden Kräfte hauptsächlich, daß sich der Oberteil **32** von den Unterteilen **34**, wie in **Fig. 3B** dargestellt, entfernt und dabei die Nutzlast **28** beschleunigt. Auf diese Art und Weise überträgt der Oberteil **32** des Schleudermechanismus kinetische Energie auf die Nutzlast **28**.

[0054] An einem bestimmten Punkt seiner Aufwärtsbewegung erreicht das Zentrum des Oberteils **32** seine Maximalgeschwindigkeit. Danach beginnt sich die Geschwindigkeit zu reduzieren. Wenn der Oberteil **32** anfängt seine Geschwindigkeit zu reduzieren, löst sich die Nutzlast **28** von dem Oberteil, wie in **Fig. 3C** gezeigt. Wie vorstehend beschrieben, reicht die Maximalgeschwindigkeit, die von der Nutzlast **28** aufgrund der Bewegung des Oberteils **32** erreicht wird, dafür aus, daß die Nutzlast die Haut eines Körpers durchdringen kann und in dessen subkutanem Gewebe zur Ruhe kommt. Auch ist die anfänglich gebogene Konfiguration des Metallglieds **20b** in dieser Hinsicht vorteilhaft, da sie es dem Metallglied ermöglicht, mit einem Minimum an Energieverlusten zu beschleunigen, so daß ein größerer Teil der Abstoßungsenergie auf das Beschleunigen der Nutzlast verwendet wird. Biegeverluste sind minimiert, weil die Unterteile **34** von dem Tragblock **30** gestützt und gehalten werden, und weil das Metallglied **20b** sich aus der Anfangsposition in die Ablöseposition im wesentlichen ohne große Deformationen an den Gelenkpunkten entfaltet.

[0055] Das in **Fig. 3** gezeigte Ausführungsbeispiel ist in der Terminologie dieser Erfindung symmetrisch, weil die ersten Glieder **34** zwei Unterteile von gleicher Gestalt aufweisen und das zweite Glied **32** als zwei identische Teile, die sich in der Mitte treffen, angesehen werden kann. Wenn die Nutzlast an dem zweiten leitfähigen Glied in dem zentralen Bereich (nahe der Symmetrieebene) befestigt ist, ist die Bewegungsrichtung klar definiert.

[0056] Hinsichtlich geeigneter Materialien und Details zur Konstruktion des leitfähigen Metallglieds **20b** und der Parameter oder Charakteristika des Strompulses, der in den Schleudermechanismus **12b** eingeleitet wird, kann auf die vorangegangene Diskussion betreffend die **Fig. 1A** bis **1C** Bezug genommen werden. Der Tragblock **30** ist aus Materialien gefertigt, welche die strukturelle Belastung durch die Abstoßungskräfte aushalten und eine weitere Bewegung der Unterteile **34** unterdrücken. Bevorzugt sind die Materialien des Tragblocks nicht leitend und nicht magnetisch. In einem spezifischen Ausführungsbeispiel ist der Tragblock aus Keramik oder einem Kunststoff wie einem Thermoplast oder einem Duroplast hergestellt.

[0057] In **Fig. 4** ist ein zu dem in **Fig. 3A bis 3D** gezeigten Ausführungsbeispiel alternatives Ausführungsbeispiel eines Schleudermechanismus **12d** gezeigt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein isolierender Film **37**, wie beispielsweise ein Polymerkunststofffilm zwischen gegenüberliegenden Oberflächen des Oberteils **32** und der Unterteile **34** des leitfähigen Metallglieds **20d** angeordnet und isoliert diese elektrisch. Der isolierende Film **37** erstreckt sich dabei über die gesamte Länge der gegenüberliegenden Oberflächen, so daß die beiden elektrischen Anschlüsse, die sich von der Öffnung in dem Tragblock **30** nach außen erstrecken, isoliert sind. Bevorzugt wird das Metallmaterial, aus dem das Metallglied **20** geformt ist, mit dem isolierenden Film beschichtet oder dieser darauf aufgetragen. Alternativ kann auch jede beliebige andere Methode und Technik angewandt werden, die dem Fachmann bekannt ist, um gegenüberliegende Oberflächen des leitfähigen Metallglieds **20d** voneinander zu beabstanden und elektrisch zu isolieren. Obwohl nur eine beschichtete Oberfläche dargestellt ist, liegt es im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch mehr als eine Oberfläche zu beschichten oder mit einem isolierenden Film zu bedecken.

[0058] Die Anschlüsse **33** sind mit der Strom- und Spannungsquelle mittels zweier Klemmelektroden **35**, welche die Anschlüsse zusammenklemmen, verbunden. Die Klemmelektroden **35** können als Teil des Schleudermoduls **110** oder der Steckverbindung **112** (**Fig. 11 bis 13**) so ausgeführt sein, daß sie abnehmbar die Anschlüsse des Schleudermechanismus aufnehmen. In allen relevanten Aspekten funktioniert die alternative Ausführungsform jedoch in ähnlicher Weise, wie es vorstehend für den Schleudermechanismus **12b** der **Fig. 3A bis 3D** beschrieben ist.

[0059] In **Fig. 5** ist ein drittes Ausführungsbeispiel des Schleudermechanismus **12c** der vorliegenden Erfindung gezeigt einschließlich eines leitfähigen Metallglieds **20c** und eines Tragblocks **30c**. Im Hinblick auf geeignete Materialien und konstruktive Details des leitfähigen Metallglieds **20c**, die Parameter oder Charakteristika des eingeleiteten Strompulses und der Materialien des Tragblocks **30c** wird auf die vorstehende Diskussion zu den **Fig. 1 bis 3** verwiesen. Zu näheren Details bezüglich der Nutzlast **28**, ihre Zusammensetzung und ihre Befestigung an dem Schleuderinjektionsmechanismus **12** wird auf **Fig. 7 bis 9** verwiesen. Das Metallglied **20c** weist eine Schlaufe **50** auf, die erste und zweite Arme **52, 54** hat, die mechanisch und elektrisch miteinander über einen gebogenen Teil verbunden sind und die jeweils mechanisch und elektrisch mit den Versorgungsanschlüssen **24** verbunden sind. Die Nutzlast **28** ist ungefähr im Mittelpunkt des ersten Arms **52** angebracht.

[0060] Der Tragblock **30c** ist so angeordnet, daß eine Seite **31** von ihm an eine Seite des zweiten Arms **54** angrenzt; vorzugsweise ist diese Seite **31** des Tragblocks in engem Kontakt mit dieser Seite des zweiten Arms. Die gegenüberliegende Seite **33** des Tragblocks **30c** ist in engem Kontakt mit einer anderen nichtbeweglichen Oberfläche des Schleudermoduls **100** oder befindet sich in einer Tasche, die von einem der Versorgungsanschlüsse **24**, wie in **Fig. 5** gezeigt, ausgebildet ist. Alternativ kann, wie in **Fig. 13** veranschaulicht, das Gehäuse **150** des Schleudermoduls **100** so aufgebaut sein, daß der Tragblock integral als Teil des Modulgehäuses ausgebildet ist.

[0061] Um die Nutzlast **28** für eine Injektion zu beschleunigen, wird ein gepulster Strom in und durch das Metallglied **20c** hindurch geleitet, wodurch Abstoßungskräfte erzeugt werden, welche die ersten und zweiten Arme **52, 54** voneinander weg bewegen. Wie vorstehend beschrieben, unterdrückt dabei der Tragblock **30c** im wesentlichen eine abstoßende Bewegung des zweiten Arms **54**, so daß sich lediglich der erste Arm **52** wirksam in die vorgegebene Richtung **56** bewegt. Die Nutzlast **28** wird dadurch beschleunigt und bewegt sich in ähnlicher Weise in diese Richtung, wie das für den Oberteil **32** des zweiten Ausführungsbeispiels (**Fig. 3A bis 3C**) beschrieben wurde. Auch wird auf diese Art und Weise die Nutzlast **28** auf ihre Maximalgeschwindigkeit beschleunigt und löst sich von dem ersten Arm **52**, so daß sie die Haut eines Körpers durchdringen kann und in dem subkutanen Gewebe desselben zur Ruhe kommt. Das Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** ist ein asymmetrisches. Die Bewegungsrichtung der Nutzlast ist ersichtlich von den elastischen Kräften des ersten **52** und zweiten Glieds **54** abhängig, so daß die Bewegungsrichtung experimentell bestimmt werden muß.

[0062] In den **Fig. 6A und 6B** ist ein viertes Ausführungsbeispiel des Schleudermechanismus **12e** der vorliegenden Erfindung einschließlich eines leitfähigen Metallglieds **20e** und eines Tragblocks **30e** gezeigt. Bezüglich geeigneter Materialien und konstruktiver Details des leitfähigen Metallglieds **20e**, der Parameter oder Charakteristika des eingeleiteten Strompulses und der Materialien des Tragblocks **30e** wird auf die vorstehende Diskussion zu den **Fig. 1 bis 3** verwiesen. Hinsichtlich weiterer Details zur Nutzlast **28**, ihrer Zusammensetzung und Befestigung an dem Schleuderinjektionsmechanismus **12e** wird auf die **Fig. 7 bis 9** verwiesen.

[0063] Das Metallglied **20e** weist ein oberes Segment **60** auf, das zwei unteren Segmenten **62** gegenüberliegend angeordnet ist. Die oberen und unteren Segmente **60, 62** sind strukturell und elektrisch miteinander mittels zweier geriffelter oder fächerartig gefalteter Seiten **64** verbunden, so daß eine schachtelartige Struktur mit flexiblen Seiten gebildet wird. Die

Versorgungsanschlüsse **68** sind mit den unteren Segmenten **62** verbunden und elektrisch voneinander mittels einer Isolation **66** getrennt, das ein isolierender Polyesterfilm sein kann, wie vorstehend beschrieben. Wie ebenfalls vorstehend beschrieben, können die äußeren Oberflächen und/oder die gegenüberliegenden Oberflächen der Segmente **60**, **62**, **64** des Metallglieds mit einem isolierenden Film, wie in **Fig. 4** gezeigt, beschichtet sein.

[0064] Anfangs sind die geriffelten Seiten **64** nach unten in Richtung **67** zusammengepreßt, so daß die oberen und unteren Teile **60**, **62** voneinander ungefähr 0,025 bis ungefähr 0,1 mm beabstandet sind. Um die Nutzlast **28** zu beschleunigen, wird über die Versorgungsanschlüsse **68** ein Strompuls durch das Metallglied **20e** hindurch geleitet. In ähnlicher Weise wie vorstehend zu den **Fig. 3A** bis **3C** beschrieben, bleiben die unteren Segmente **62** wegen der Anwesenheit des Tragblocks **30** dabei im wesentlichen stationär. Folglich wird das obere Segment **60** elektromagnetisch und abstoßend von den unteren Segmenten **62** weg bewegt. Die geriffelten Seiten **64** tragen wegen des antiparallelen Stromflusses durch gegenüberliegende Riffeln der geriffelten Seiten ebenfalls zu der abstoßenden Bewegung des oberen Segments **60** bei. Wie ebenfalls vorstehend beschrieben, löst sich die Nutzlast **28** zu einem Zeitpunkt während der Beschleunigung von dem oberen Segment **60**, wie in **Fig. 6A** gezeigt.

[0065] Die **Fig. 7** bis **9** zeigen beispielhaft drei Mechanismen und Techniken zum Beladen der Nutzlast **28**, so daß diese lösbar an einem Teil des Schleudermechanismus **12** angebracht oder befestigt ist, genauer gesagt an dem Metallglied **20** eines solchen Mechanismus. Die hier beschriebenen Mechanismen und Techniken erschöpfen nicht alle möglichen Mechanismen und Techniken, mit denen eine Nutzlast während ihrer Beschleunigungsphase gehalten und anschließend kontrolliert freigegeben werden kann, wenn die Nutzlast die zur Injektion gewünschte Maximalgeschwindigkeit erreicht hat. Deshalb liegen auch andere solche Mechanismen, Techniken oder Methoden im Rahmen der vorliegenden Erfindung.

[0066] Die Nutzlast **28** schließt trockene Substanzen und ähnliches ein, die durch die Haut eines Körpers oder Organismus injiziert werden können, so daß das injizierte Material in das subkutane Gewebe des Körpers oder Organismus gelangt. Die trockenen Substanzen schließen, ohne darauf beschränkt zu sein, Festkörper, Gele, poröse Festkörper mit absorbierten Flüssigkeiten, eingekapselte Flüssigkeiten, trockene Pulver, Partikel oder jede beliebige Form eines Materials ein, das bei hohen Geschwindigkeiten injiziert und/oder darauf beschleunigt werden kann. Die Partikel und ähnliches können von unregelmäßiger Gestalt sein oder auch eine vorherbestimmte Form oder Gestalt aufweisen. Beispielsweise können

die Partikel sphärisch oder pfeilförmig oder eine Mischung davon sein. Des weiteren können die Partikel und ähnliches eine einheitliche Größe aufweisen oder über einen vorgegebenen Bereich von Größen variieren. Auch kann deren Anzahl von einem einzigen bis zu einer Million und mehr variieren.

[0067] Bei bestimmten Ausführungsformen schließt das aktive Material, das injiziert wird, therapeutische Wirkstoffe wie beispielsweise Antibiotika, Insulin, Proteine und Schmerzmittel, ein. Es liegt jedoch im Rahmen der vorliegenden Erfindung, daß das verarbeitete Material auch andere injizierbare Substanzen umfaßt, einschließlich beispielsweise DNA.

[0068] In den **Fig. 7A** und **7B** sind Querschnittsansichten von verschiedenen Teilen eines beispielhaften Schleudermechanismus **12** gezeigt, um einen Mechanismus oder eine Technik zum lösbaren Befestigen einer Nutzlast an dem Schleudermechanismus zu veranschaulichen. Bei dieser Technik wird eine Hülle an dem beweglichen Arm oder Teil des leitfähigen Metallglieds **20** des Schleudermechanismus **12** unter Verwendung eines Klebstoffs oder ähnlichem befestigt. Die Hülle **200** weist eine oder mehrere Soll-Bruchstellen **202**, Schlitze, Flächen mit einer lokalen Dünnung oder ähnlichem auf, die dazu geschaffen sind nachzugeben, wenn sie einer bestimmten Belastung ausgesetzt sind und so die Hülle öffnen. Wie in **Fig. 7A** gezeigt, ist die Hülle versiegelt und die Nutzlast **28** darin gehalten, wenn sich der Schleudermechanismus in seinem anfänglichen, nicht beschleunigten Zustand befindet.

[0069] Wenn der gepulste Strom durch das leitfähige Metallglied **20** geleitet wird, wird die Hülle **200** und dementsprechend auch die darin befindliche Nutzlast **28** in der oben beschriebenen Art und Weise beschleunigt. Zu einem Zeitpunkt des Beschleunigungsvorgangs bewirkt die Trägheit der Nutzlast und/oder die Verformung des Metallglieds **20**, daß sich jede Soll-Bruchstelle öffnet und so die Nutzlast **28** zur Injektion, wie in **Fig. 7B** gezeigt, freisetzt. Einmal freigesetzt, bewegt sich die Nutzlast **28** weiter auf die Zielfläche des Körpers oder Organismus zu.

[0070] Die **Fig. 8A** und **8B** zeigen eine Querschnittsansicht eines Teils eines beispielhaften Schleudermechanismus **12**, um einen zweiten Mechanismus oder eine zweite Technik zum lösbaren Befestigen einer Nutzlast an dem Schleudermechanismus zu veranschaulichen. Bei dieser Technik wird ein Belag **210** eines klebrigen Mastix oder ähnlichem auf den beweglichen Arm oder Teil des leitfähigen Metallglieds **20** des Schleudermechanismus **12** aufgebracht. Das Material, das die Nutzlast **28** bildet, wie beispielsweise Partikel oder Pulver, wird auf die freie Oberfläche des Belags **210**, wie in **Fig. 8A** gezeigt, aufgebracht, so daß es dort gehalten wird, wenn der Schleudermechanismus sich in seiner anfänglichen, nicht be-

schleunigten Position befindet. Wenn das Metallglied **20** am oder nahe dem Ende seiner Beschleunigung ist, löst sich die Nutzlast **28** von dem Belag **210**, wie in **Fig. 8B** gezeigt.

[0071] Die **Fig. 9A bis 9C** zeigen eine Querschnittsansicht eines Teils eines beispielhaften Schleudermechanismus **12**, um einen dritten Mechanismus oder eine dritte Technik zum lösbaren Befestigen einer Nutzlast an dem Schleudermechanismus zu veranschaulichen. Bei dieser Technik wird ein Beutel **200** an dem beweglichen Arm oder Teil des leitfähigen Metallglieds **20** des Schleudermechanismus **12** mittels eines Klebstoffs, durch Verbinden des Materials mit dem Metallglied durch Erhitzen oder ähnliches, befestigt. Der Beutel **200** weist eine oder mehrere Soll-Bruchstellen **222** oder Linien auf, die so beschaffend sind, daß sie nachgeben, wenn sie bestimmten Lasten ausgesetzt werden und dann reißen oder den Beutel öffnen. Wie in **Fig. 9B** gezeigt, ist die Tasche **200** versiegelt und die Nutzlast **28** darin gehalten, wenn der Schleudermechanismus sich in seinem anfänglichen, nicht beschleunigten Zustand befindet.

[0072] Wenn der gepulste Strom durch das leitfähige Metallglied **20** geleitet wird, werden der Beutel **200** und entsprechend die darin befindliche Nutzlast **28** in der vorstehend beschriebenen Art und Weise beschleunigt. Zu einem Zeitpunkt des Beschleunigungsvorgangs bewirken die Trägheit der Nutzlast **28** und/oder die Verformung des Metallglieds **20**, daß jede Soll-Bruchstelle **222** nachgibt und so die Nutzlast **28** zur Injektion, wie in **Fig. 9C** gezeigt, freisetzt. Einmal freigesetzt, bewegt sich die Nutzlast **28** weiter zum Zielgebiet des Körpers oder Organismus.

[0073] Ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer elektromagnetischen Injektionsvorrichtung **10** gemäß der vorliegenden Erfindung ist in **Fig. 10** dargestellt. Die Injektionsvorrichtung weist eine Bereitschaftsleuchte **104**, einen Auslöseschalter **106**, eine Stromquelle **108**, einen Kondensator **110** und eine Steckverbindung **112** auf, die das Schleudermodul **100** und die elektrischen Anschlüsse **106** verbindet. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Injektionsvorrichtung **10** von Hand gehalten und alle Komponenten sind in einem einzigen Gehäuse angeordnet, das beispielsweise äußere Abmessungen mit einer Länge von etwa 175 mm und 65 mm Breite aufweist. Wie im folgenden näher beschrieben wird, sind das Beladen, Gebrauchen und Bedienen einer solchen Injektionsvorrichtung **10** einfach und erfordern kein spezielles Training oder besonderes Wissen über z. B. menschliche oder tierische Physiologie.

[0074] Der Kondensator **110** ist ein Hochspannungskondensator mit einer geringen Induktivität,

wie er von Cornell Dubilier für explodierende Folieninitiatoren hergestellt wird, und der eine Energiemenge von etwa 5 Joule speichern kann. Bevorzugt hat der Kondensator eine Kapazität von etwa 0,2 bis 4,0 Mikrofarad, besonders bevorzugt von etwa 1 Mikrofarad, eine Induktivität von etwa 1 bis 10 Nanohenry, besonders bevorzugt etwa 2,5 Nanohenry, und eine Ausgangsspannung in der Größenordnung von etwa 1.000 bis 4.000 Volt. Der Kondensator **110** ist dafür ausgelegt, hohe Ströme der Größenordnung von 6.000 bis 20.000 Ampere während eines Entladezyklus zu erzeugen.

[0075] Der Kondensator **110** ist an die Bereitschaftsleuchte **104** auf irgendeine der im Stand der Technik bekannten Arten angeschlossen, so daß die Bereitschaftsleuchte leuchtet, wenn der Kondensator auf die zum Abfeuern des Schleudermoduls benötigte Mindestenergie aufgeladen ist. Die Bereitschaftsleuchte **104** ist als irgendeine der im Stand der Technik bekannten Leuchten zum Erzeugen solcher optischen Signale ausgeführt, einschließlich aber nicht darauf beschränkt LEDs, LCDs und Xenonleuchten.

[0076] Der Auslöseschalter **106** ist ein beliebiger mechanischer Schalter, wie beispielsweise ein gewöhnlicher Kippschalter oder irgendein anderer, im Stand der Technik bekannter Schalter, einschließlich aber nicht darauf beschränkt eines Festkörperschalters und eines getriggerten Funkenstreckenschalters, insbesondere Schalter, die in Gegenwart hoher Spannungen in der Größenordnung von Kilovolts wiederholt geöffnet und geschlossen werden können und welche die erforderlichen Ströme während eines Entladezyklus leiten. In einem speziellen Ausführungsbeispiel ist der Auslöseschalter **106** ein mechanischer Schalter mit metallischen Kontakten für einen Nennbetrieb von 20 Ampere, der erfahrungsgemäß im allgemeinen nach mehreren Betätigungen mit Strompulsen im Bereich von 5.000 bis 10.000 Ampere kaum Schaden nimmt. Solche Schalter ermöglichen es auch, die Ausgangsspannung in einem Zeitraum von einigen 10 Nanosekunden auf die gewünschte Spannung anzuheben, was für eine Dauer des Strompulses im Bereich einer Mikrosekunde adäquat ist. Obwohl der Auslöseschalter **106** vorzugsweise mehrere Betätigungen erlaubt, liegt es im Rahmen der vorliegenden Erfindung, daß die Injektionsvorrichtung **10** mit einem Satz von Schaltern für einen jeweils einmaligen Gebrauch als Teil des Schleudermoduls **100** ausgestattet ist. Bei dieser Vorgehensweise würden die Schalterkontakte jedesmal ausgetauscht werden, wenn das Schleudermodul **100** ausgetauscht wird. Schematische Ansichten einiger beispielhafter mechanischer Schalter **106** sind in den **Fig. 14A** und **14B** gezeigt. Wie nachfolgend beschrieben, ist der Auslöseschalter **106** vorzugsweise so gewählt, daß induktive Energieverluste minimiert werden.

[0077] Die Steckverbindung **112** weist ein Gehäuse auf und darin angeordnet irgendeine elektrische Verbindungsstelle, die die Versorgungsanschlüsse **24** elektrisch mit dem Schleudermodule **100** verbindet und die dazu in der Lage ist, wiederholt die erforderlichen Strompulse ohne Versagen weiterzuleiten. Das Gehäuse der Steckverbindung **112** ist so ausgebildet, daß es lösbar das Schleudermodule zur Injektion der Nutzlast aufnehmen und stützen kann. Bevorzugt ist das Gehäuse der Steckverbindung so ausgeführt, daß das Schleudermodule leicht ohne spezielle Werkzeuge oder Ausrüstung eingesetzt und entfernt werden kann. Auch ist das Gehäuse der Steckverbindung **112** aus einem nichtleitenden und nichtmagnetischen Material, wie beispielsweise Kunststoff, gefertigt, um induktive Energieverluste zu minimieren, wenn der Schleudermechanismus **12** betätigt wird. Vorzugsweise wird das Gehäuse der Steckverbindung zusammen mit dem Gehäuse der Injektionsvorrichtung **100** geformt, so daß sich eine einheitliche Struktur ergibt, Alternativ dazu kann das Gehäuse der Steckverbindung auf geeignete Art und Weise an dem Gehäuse der Injektionsvorrichtung **10** befestigt werden.

[0078] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weisen die elektrischen Drähte oder Anschlüsse zwischen dem Kondensator und dem Schleudermodule **100** eine Länge und Beschaffenheit auf, durch die induktive Energieverluste minimiert werden. Auch der Kondensator **110**, der Auslöseschalter **106** und die Steckverbindung **112** sind so gewählt, daß bei Betätigung des Schleudermechanismus **12** induktive Energieverluste minimiert sind. Darüber hinaus ist der elektrische Stromkreis, der den Pfad für die Stromentladung vom Kondensator **110** zum Schleudermechanismus **12** bildet, so konstruiert und seine Komponenten (z. B. der Kondensator) so gewählt, daß der Strom zum Schleudermechanismus **12** seinen Spitzenwert erreicht, während die Teile der leitfähigen Metallglieder **20**, die den elektromagnetischen Abstoßungskräften unterworfen werden soll, nahe ihrer Anfangsposition sind, wie in **Fig. 1A, 2, 3A, 4** und **5** gezeigt, und sich langsam bewegen. Auf diese Art und Weise bewirkt der Strom den größtmöglichen Impuls (d. h. Kraft integriert über die Zeit) auf diese Teile des leitfähigen Metallglieds **20**.

[0079] Die Stromquelle **108** kann irgendeine der dem Fachmann bekannten Stromquellen sein, welche die zur Beladung des Kondensators **110** erforderlichen Ströme und Spannungen innerhalb einer adäquaten Zeitspanne, beispielsweise 10 Sekunden oder weniger, liefern kann. Für eine handgehaltene und tragbare Injektionsvorrichtung **10** weist die Stromversorgung **108** vorzugsweise einen Ein/Aus-Schalter **102**, eine Gleichspannungsquelle **114** und einen Gleichstrom zu Gleichstrom-Konverter **116** für Hochspannung auf. Der Gleichstrom zu Gleichstrom-Konverter **116** ist ein elektrischer Schalt-

kreis, der beliebig nach einer der im Stand der Technik bekannten Techniken aufgebaut sein kann, um wiederholt und zuverlässig den Kondensator **110** mittels einer Niederspannungsgleichstromquelle auf das erforderliche Maß aufzuladen. Alternativ kann der Kondensator **110** auch mittels einer Wechselstromquelle aufgeladen werden und der Konverter elektrisch geeignet ausgebildet werden, um Wechselstrom und Wechselspannung in zum Beladen des Kondensators erforderlichen Gleichstrom und Gleichspannung umzuwandeln.

[0080] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Gleichstromquelle eine Batteriestromquelle **114** mit mehreren in Reihe geschalteten Batterien, beispielsweise AA Alkali Batterien. Jedoch kann die Gleichstromquelle ein beliebiges System sein, insbesondere ein System, das eine oder mehrere Batterien eines beliebigen Batterietyps, beispielsweise eine C-Zellen-Batterie, enthält. Auch können bei Anordnungen mit mehreren Batterien die Batterien sowohl in Reihe als auch parallel geschaltet sein. Des Weiteren kann die Batterie eine Alkali-Batterie, eine Nickelcadmium-Batterie, eine Nickelmetallhydrid-Batterie oder irgendein anderer bekannter Batterietyp sein. Die zur Anwendung gewählte Batterie ist vorzugsweise für einen Benutzer leicht erhältlich und hat eine ausreichende Kapazität, so daß der Kondensator **110** zigmal (z. B. 50mal) aufgeladen werden kann, bevor die Batterien, welche die Gleichstromquelle **114** bilden, vom Benutzer ausgetauscht werden müssen.

[0081] Als Ein/Aus-Schalter **102** kann ein beliebiger Schalter nach dem Stand der Technik verwendet werden, beispielsweise in Mini Mike Miniature Snap Action Slide Schalter, wie er von ITW Switches hergestellt wird. Der Ein/Aus-Schalter **102** ist bevorzugt zwischen der Gleichstromquelle **114** und dem Gleichstrom zu Gleichstrom-Konverter **116** angeordnet, so daß der Schalter geringe Ströme und Spannungen schaltet. Es ist jedoch auch im Rahmen der vorliegenden Erfindung, den Ein/Aus-Schalter **102** zwischen der Stromversorgung **108** und dem Kondensator **110** anzuordnen, so daß die von der Stromquelle ausgegebenen Ströme und Spannungen geschaltet werden.

[0082] In **Fig. 11** ist ein Blockdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels der Injektionsvorrichtung einschließlich einer handgehaltenen Injektionseinheit **120**, einer beabstandet angeordneten Stromquelle **108a** und eines elektrischen Kabels **122**, das die Stromquelle **108a** mit der handgehaltenen Injektionseinheit **120** zum Aufladen des Kondensators **110** verbindet, gezeigt. Die handgehaltene Einheit **120** schließt den oben beschriebenen Ein/Aus-Schalter **102**, die Bereitschaftsleuchte **104**, den Auslöseschalter **106**, den Kondensator **110** und die Steckverbindung **112**, die das Schleudermodule **100** und die elektrischen Anschlüsse zum Kondensator **110** über den

Auslöseschalter **106** elektrisch verbindet, ein.

[0083] Die Stromquelle **108a** ist darauf ausgelegt, die zum Beladen des Kondensators **110** mit der erforderlichen Energie/Ladung benötigten Ströme und Spannungen zur Verfügung zu stellen. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Stromquelle **108a** ein Wechselspannung zu Gleichspannung-Konverter, der in eine elektrische Wand- oder Bodensteckdose eingesteckt werden kann. Die Stromquelle kann jedoch in einer Vielzahl von möglichen Systemen ausgeführt sein, beispielsweise als Batteriesatz, wie er z. B. in Batteriesatzgürteln in der Videoaufnahme-Industrie verwendet wird, und einen Gleichspannung zu Gleichspannung-Konverter **116** wie vorstehend beschrieben aufweist, um die erforderlichen Ströme und Spannungen zur Verfügung zu stellen. In einer alternativen Ausführungsform ist der Gleichspannung zu Gleichspannung-Konverter **116** in die handgehaltene Einheit **120** aufgenommen, so daß lediglich niedrige Spannungen und Ströme über das Kabel **122** geleitet werden. Bei dem Kabel **122** handelt es sich um ein beliebiges elektrisches Kabel, das sicher und zuverlässig die erforderlichen Ströme und Spannungen leitet.

[0084] In **Fig. 12** ist eine schematische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer elektromagnetischen Injektionsvorrichtung **10c** gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Gezeigt ist auch ein weiteres Ausführungsbeispiel des Schleudermechanismus **12f**. Dieser Schleudermechanismus **12f** weist ein erstes leitfähiges Metallglied **70a** und ein zweites leitfähiges Metallglied **70b** auf, die anfangs, wie vorstehend beschrieben, in einem vorgegebenen Bereich zueinander parallel angeordnet sind. In einem Ausführungsbeispiel sind die ersten und zweiten Metallglieder **70a**, **70b** bogenförmig ausgebildet und so angeordnet, daß sie in einer konvexen Einwölbung des Tragblocks **30f** liegen. Die Nutzlast **28** ist etwa im Tiefpunkt und dementsprechend ungefähr im Mittelpunkt des zweiten Metallglieds **70b** angeordnet. Wie vorstehend im Zusammenhang mit **Fig. 3** und **4** beschrieben, bleibt das erste Glied **70a** wegen des Tragblocks **30f** im wesentlichen unbeweglich, wenn ein hochenergetischer Strompuls durch es hindurch geleitet wird. Das zweite Glied **70b** bewegt sich abgestoßen weg von dem ersten Glied, wodurch die Nutzlast **28** beschleunigt wird.

[0085] Bei diesem Ausführungsbeispiel einer Injektionsvorrichtung werden die ersten und zweiten Metallglieder **70a**, **70b** jeweils von einer eigenen Stromquelle **72a**, **b** gespeist. Jede dieser Stromquellen **72a**, **b** weist die vorstehend im Zusammenhang mit **Fig. 10** bis **11** beschriebenen funktionalen Komponenten (z. B. Ein/Aus-Schalter **102**, Kondensator **110**) auf, die genutzt werden, um einen hochenergetischen Strompuls zu erzeugen. Die Vorrichtung ist darauf ausgelegt, synchrone Strompulse an jedes

der ersten und zweiten Metallgliedern **70a**, **70b** abzugeben, so daß das zweite Glied **70b** sich repulsiv von dem ersten Glied weg bewegt und dadurch die Nutzlast beschleunigt, die lösbar an dem zweiten Glied angebracht oder festgemacht ist. Alternativ sind die ersten und zweiten Metallglieder **70a**, **70b** elektrisch miteinander und mit einer einzigen Stromquelle verbunden, obwohl sie nicht, wie in den anderen Ausführungsbeispielen des Schleudermechanismus, gemeinsam eine Schlinge bilden.

[0086] Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist auch das in **Fig. 12** gezeigte Ausführungsbeispiel ein symmetrisches. Die Nutzlast ist an einem Zentrumsteil des zweiten leitfähigen Gliedes **70b** angebracht. Wenn Ströme durch die ersten und zweiten Glieder fließen, ist die auf die Nutzlast **28** einwirkende Kraft im Hinblick auf eine zur Zeichenebene senkrechte Symmetrieebene symmetrisch.

[0087] Obwohl vorstehend die elektromagnetischen Injektionsvorrichtungen **10**, **10a** dahingehend beschrieben wurden, daß sie einen einzigen Kondensator **110** aufweisen, ist dies keine Beschränkung. Es liegt im Rahmen der vorliegenden Erfindung, für eine solche Injektionsvorrichtung zwei oder mehr Kondensatoren vorzusehen, die elektrisch in Serie oder parallel geschaltet sind, um die gewünschten Strom- und Spannungspulse zu erzeugen. Auch schließt eine erfindungsgemäße Injektionsvorrichtung eine beliebige Injektionsvorrichtung ein, welche die Merkmale der vorliegenden Erfindung aufweist, unabhängig von der spezifischen Anordnung der einzelnen Komponenten. Beispielsweise kann eine handgehaltene Injektionseinheit elektrisch an eine Wechselstromquelle angeschlossen sein und die handgehaltene Einheit einen Wechselspannung zu Gleichspannung-Konverter aufweisen, um die Wechselspannungen und Ströme in die zum Beladen des Kondensators erforderlichen Ströme und Spannungen umzuladen. Es liegt auch im Rahmen der vorliegenden Erfindung, daß eine solche Injektionsvorrichtung als eine Einwegvorrichtung ausgebildet ist, die nach einmaligem Gebrauch oder nach einer Injektion weggeworfen wird.

[0088] **Fig. 13** zeigt eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels eines Schleudermoduls **100**. Das Schleudermodul **100** weist ein Gehäuse **150**, einen Schleudermechanismus **12** und ein Abdeckteil **154** auf, das eine Öffnung **152** an einem Ende des Gehäuses verschließt. Das Abdeckteil **154** kann als Folie, beispielsweise aus Polyester oder Mylar, ausgebildet sein, die lösbar an dem Gehäuse **150** befestigt ist. Bei dem Ausführungsbeispiel ist das Abdeckteil **154** ein Polyesterfilm mit einer Klebeschicht aus Äthylenvinylacetat, wie der von 3M hergestellte Scotch Pack Heat Sealable Lid Film, der durch Erhitzen an dem Gehäuse **150** befestigt ist. Das Abdeckteil **154** verschließt in Verbindung mit dem Gehäuse

150 die Öffnung **152**, durch welche die Nutzlast **28** ausgestoßen wird, so daß die Nutzlast nicht kontaminiert oder verschmutzt wird. Das Gehäuse **150** ist vorzugsweise aus einem Material gefertigt, das nichtleitend und nichtmagnetisch ist, beispielsweise aus einem Thermoplasten wie Polyester, Polycarbonat oder ABS, oder aus einem Duroplasten wie einem Phenol- oder Epoxidharz. Das gewählte Material für das Gehäuse sollte darüber hinaus nicht mit der Nutzlast reagieren oder die Gefahr einer Verschmutzung der Nutzlast **28** erhöhen.

[0089] Der Schleudermechanismus **12** ist in dem Gehäuse **150** des Moduls angeordnet, so daß die Beschleunigungsrichtung der Nutzlast **28** im wesentlichen mit der Achse der Gehäuseöffnung **152** übereinstimmt. Auf diese Art und Weise wird die Nutzlast **28** durch die Öffnung **152** ausgestoßen, wenn der Schleudermechanismus **12** mittels des Strompulses betätigt wird. Um den Injektionsvorgang zu erleichtern, ist das Gehäuse vorzugsweise so ausgebildet, daß der Abstand zwischen der Anfangsposition der Nutzlast **28**, beispielsweise in dem muldenförmigen Teil **25**, und der abschließenden Oberfläche **156** des Gehäuses, an der das Abdeckteil **154** befestigt ist, zugleich der gewünschte Abstand zwischen der Nutzlast und dem für die Injektion vorgesehenen Hautareal ist. Es sollte klar sein, daß das Modul **100** nicht auf den speziellen Schleudermechanismus beschränkt ist, der dargestellt ist, und daß im Rahmen der vorliegenden Erfindung das Schleudermodul **100** jeden beliebigen der hierin beschriebenen oder gezeigten Schleudermechanismen enthalten kann.

[0090] Am gegenüberliegenden Ende **158** des Modulgehäuses **150** ist eine Ausnehmung **160** vorgesehen, in der die Versorgungsanschlüsse **24** für den Schleudermechanismus **12** zugänglich sind. Das Ende **158**, die Ausnehmung **160** und die Position der Versorgungsanschlüsse **24** sind so angeordnet und ausgebildet, daß sie lösbar zu der Steckverbindung **112** der Injektionsvorrichtung **10**, **10a** passen. Das Gehäuse **150** ist auch so konstruiert, daß es den Schleudermechanismus **12** in der zur Injektion geeigneten Ausrichtung positioniert.

[0091] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist das Gehäuse zwei innere Schrägflächen **162** auf, die seitlich der äußeren Arme **22** angeordnet sind. Die Schrägflächen **162** sind so ausgeführt, daß sie wie ein Tragblock wirken und die Bewegung der äußeren Arme **22** unterdrücken, so daß diese nicht von der gewünschten Stellung während der Beschleunigung der Nutzlast abweichen. Es sollte klar sein, daß im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Innenflächen des Gehäuses so ausgebildet sein können, daß bestimmte Bewegungen der leitfähigen Metallglieder **20** wie hier beschrieben unterdrückt werden oder auch so ausgebildet sein können, daß eine solche Bewegung unterdrückt wird.

[0092] Die Bedienung und der Gebrauch der Injektionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung können am besten aus der nachfolgenden Diskussion und unter Bezugnahme der Figuren sowie der vorangegangenen Diskussion verstanden werden. Obwohl der Injektionsvorgang im folgenden in einer bestimmten Abfolge beschrieben wird, liegt es im Rahmen der Erfindung, die beschriebenen Vorgänge in beliebiger Reihenfolge auszuführen, sofern dies zur Injektion einer Nutzlast von therapeutischen Verbindungen in einem Körper führt. Auch liegt es im Rahmen der beschriebenen Methode oder des beschriebenen Vorgangs eine beliebige trockene Substanz, wie beschrieben, in einen Körper oder Organismus zu injizieren, obwohl der nachfolgend beschriebene Vorgang die Injektion einer Nutzlast aus therapeutischen Verbindungen in einen Körper betrifft.

[0093] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel belädt der Hersteller jedes Schleudermodul **100** mit einer gewünschten Dosierung mit einer bestimmten therapeutischen Verbindung oder ähnlichem in einer sterilen Verpackung. Es liegt jedoch auch im Rahmen der vorliegenden Erfindung, den Schleudermechanismus **12** in situ vor der Verwendung zu beladen.

[0094] Das mit der erforderlichen Dosierung eines therapeutischen Wirkstoffs vorbeladene Schleudermodul **100** wird aus der sterilen Verpackung entnommen und in eine von der Steckverbindung **112** gebildete Kammer im Gehäuse der Vorrichtung eingebracht.

[0095] Der Benutzer schließt dann den Ein/Aus-Schalter **102** und die Stromversorgung **108** lädt den Kondensator **110** auf. Wenn der Kondensator auf die für eine ordnungsgemäße Betätigung des Schleudermechanismus **12** erforderliche Mindestenergie aufgeladen ist, geht die Bereitschaftsleuchte **104** an. Der Anwender entfernt das Abdeckteil **154** von dem Schleudermodul **100** und positioniert die Modulöffnung **152** so, daß sie im geeigneten Abstand auf die angezielte Fläche des Körpers zeigt. Vorzugsweise ist, wie vorstehend beschrieben, das Schleudermodul **100** so konstruiert, daß die Nutzlast **28** im richtigen Abstand von der Haut angeordnet ist, wenn es gegen die Haut gedrückt wird.

[0096] Wenn das Schleudermodul **100** geeignet positioniert ist, betätigt der Benutzer (z. B. durch Drücken) den Betätigungsschalter **106**, um den Kondensator **110** elektrisch mit dem Schleudermechanismus **12** zu verbinden. Der Kondensator **110** entlädt dann einen Strompuls durch den Schleudermechanismus **12**, der die Nutzlast **28** beschleunigt und durch die Haut in das subkutane Gewebe wie vorstehend beschrieben injiziert.

[0097] Nach dem Injizieren der Nutzlast wird das verbrauchte Schleudermodul **100** aus der Injektions-

vorrichtung entfernt und vom Anwender weggeworfen. Das verbrauchte Schleudermodule **100** kann auf dieselbe Art und Weise entsorgt werden, wie jeder gewöhnliche Artikel, der mit der Haut in Kontakt gekommen ist. Im Unterschied zu hypodermischen Spritzen und deren Nadeln muß das verbrauchte Schleudermodule **100** jedoch nicht zwangsläufig als biologisch gefährliches Material gehandhabt und entsorgt werden. Auch müssen keine besonderen Entsorgungsvorsichtsmaßnahmen getroffen werden, wie es bei hypodermischen Spritzen und/oder deren Nadeln der Fall ist, da das Schleudermodule **100** keine scharfe oder spitze Oberfläche verwendet, um die Haut zu durchdringen und die Nutzlast zu injizieren.

[0098] Falls nötig verwendet der Anwender dann ein neues, beladenes Schleudermodule **100** für die nächste Injektion, und dieses Schleudermodule **100** wird, wie vorstehend beschrieben, in die Steckverbindung **112** eingebracht. Daran anschließend wird der oben beschriebene Vorgang des Positionierens, Injizierens und Entsorgens wiederholt. Es liegt im Rahmen der Erfindung, daß der Kondensator im Anschluß an eine Entladung automatisch wieder geladen wird, oder auch daß das Wiederaufladen des Kondensators **110** manuell nach jeder Injektion ausgelöst wird.

[0099] **Fig. 15** zeigt ein fünftes bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schleudermechanismus. **Fig. 15A** zeigt die Vorrichtung vor der Betätigung, während **Fig. 15B** die Vorrichtung nach der Betätigung zeigt. Wie vorstehend beschrieben, hat das Ausführungsbeispiel der Vorrichtung nach **Fig. 15** ein leitfähiges Glied mit einem ersten Teil **322** und einem zweiten Teil **323**, die über eine vorgegebene Strecke im wesentlichen parallel angeordnet sind. Der erste Teil des leitfähigen Gliedes hat wie in **Fig. 15A** gezeigt zwei identisch geformte Füße **322**, **322'**. Der zweite Teil des leitfähigen Gliedes hat zwei Füße **323**, **323'**. **Fig. 15A** zeigt, daß das erste und zweite leitfähige Glied so geformt sind, daß sie einen konkaven Teil **324** haben, der eine Tasche ausbildet, in der die Nutzlast plaziert werden kann. Es ist jedoch bevorzugt, die Nutzlast an dem zweiten Teil des leitfähigen Gliedes im Bereich dieser Tasche **324** anzubringen. Die beiden Füße **322**, **322'** des ersten Teils des leitfähigen Gliedes sind über Versorgungsanschlüsse **325** an Anschlußfahnen **326** angeschlossen. Zum Auslösen der Vorrichtung wird ein hoher Strompuls in die Anschlußfahnen **326** eingeleitet. Das in **Fig. 15** gezeigte Ausführungsbeispiel ähnelt den in **Fig. 3**, **4**, **5** und **12** gezeigten Ausführungsbeispielen insofern, als es ein Tragteil **330** verwendet, das den ersten Teil **322**, **322'** des leitfähigen Gliedes stützt. Der Tragblock **330** der **Fig. 15A** hat in dem Gebiet des ersten Abschnitts des leitfähigen Gliedes eine sehr vorteilhafte Gestalt. Wie bereits in **Fig. 3** und **4** gezeigt, hat der Tragblock **330** im Gebiet des Zentrums einen konkaven Teil. Jedoch geht das Aus-

führungsbeispiel der **Fig. 15** über die vorhergehenden Ausführungsbeispiele hinaus, indem es unterhalb der leitfähigen Teile einen konvexen Teil aufweist, in dem der konkave Teil angeordnet ist. Der gezeigte konvexe Teil hat nahezu die Gestalt eines Halbkreises mit einem ersten Radius, aus dem ein Halbkreis mit einem zweiten, kleineren Radius ausgenommen ist. Die Verbesserung, die durch diese Anordnung erzielt wird, kann man sehen, wenn man **Fig. 15A** und **15B** vergleicht. Wenn ein elektrischer Strom in die Anschlußfahnen **326**, **326'** eingeleitet wird, wird eine abstoßende Kraft zwischen dem ersten und dem zweiten Teil des leitfähigen Gliedes erzeugt. Die seitlichen Anteile der ersten und zweiten Teile des leitfähigen Gliedes, die parallel zu dem Halbkreis mit dem ersten Radius verlaufen, versuchen ihren Abstand zu vergrößern, wobei aber nur eine Bewegung des zweiten Teils stattfindet, da der erste Teil von dem Tragblock **330** gestützt ist. Durch diese Bewegung streckt sich der konkave Abschnitt des zweiten Teils des leitfähigen Gliedes. Der Streckvorgang, der von den seitlichen Anteilen des leitfähigen Gliedes ausgelöst wird, erhöht die Geschwindigkeit der Nutzlast in Richtung **340** zusätzlich zu der Geschwindigkeit, die alleine von den Abstoßungskräften in diesem Bereich erreicht wird. Ein sehr wichtiger, in **Fig. 15** gezeigter Aspekt, der aber auch in anderen Ausführungsbeispielen genutzt werden könnte, sind die Verankerungsmittel **350**, **350'**. Diese Verankerungsmittel dienen dazu, die Enden des ersten und zweiten Teils des leitfähigen Gliedes festzuhalten, wenn die abstoßenden Kräfte wirken. Die gezeigten Verankerungsmittel haben die Form von Zylindern, die in Ausnehmungen im Tragteil **330** passen. Jedoch können die Verankerungsmittel auch andere Formen aufweisen wie beispielsweise Haken oder Nadeln, die die Position der Enden der Teile der leitfähigen Glieder relativ zum Tragteil fixieren. Wenn Verankerungsmittel verwendet werden, müssen die leitfähigen Glieder nicht sehr steif sein, um einen Schleudervorgang zu ermöglichen. Dies bedeutet, daß Materialien mit geringerer Steifheit verwendet werden können, was es auch möglich macht, die Dicke des Materials zu senken und so das Gewicht des zweiten Teils des leitfähigen Gliedes zu verringern. Jede Reduktion des Gewichts des zweiten Teils des leitfähigen Gliedes ist vorteilhaft, da seine Beschleunigung Energie verbraucht, die besser genutzt werden kann, um die Nutzlast zu beschleunigen.

[0100] **Fig. 16** zeigt einen Pulstransformator zum Transformieren von starken, elektrischen Strompulsen von hoher Spannung in Pulse mit niedrigerer Spannung und noch höherem Strom. Der Transformator **400** weist eine Primärspule mit einer bestimmten Windungszahl auf. Die Windungszahl liegt vorzugsweise im Bereich von 2 bis 100. Die Sekundärspule **402**, die koaxial mit der Primärspule **401** ausgerichtet ist, hat nur eine einzige Windung. Die Sekundärspule hat vorzugsweise die Gestalt eines Rin-

ges mit einem Schlitz **403**. Ein Schleudermodul **300** ist elektrisch an diese Sekundärspule in solcher Weise angeschlossen, daß die Anschlußfahnen des Schleudermoduls elektrischen Kontakt mit den beiden Seiten der Sekundärspule haben. Dies kann erreicht werden, indem das Schleudermodul mittels Klemmen **410** mit der Sekundärspule geklemmt wird. Das in **Fig. 16** gezeigte Schleudermodul ist das in **Fig. 15** gezeigte Ausführungsbeispiel. Es liegt jedoch im Rahmen der vorliegenden Erfindung, andere Schleudermodule gemäß der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit dem Pulstransformator zu nutzen. Zum Auslösen des Schleudermoduls **300** wird der Pulstransformator mit den Anschlußfahnen **404** der Primärspule an eine Stromversorgung angeschlossen, wie beispielsweise in **Fig. 10** und **11** gezeigt.

[0101] Der Pulstransformator kann, wie in **Fig. 10** gezeigt, Teil der Injektionsvorrichtung **10** sein, oder er kann ein Wegwerfteil sein, das zusammen mit dem Schleudermodul verkauft wird.

[0102] **Fig. 17** zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel basierend auf dem Pulstransformator der **Fig. 16**. **Fig. 17A** ist ein Modul **500**, das eine Sekundärspule **402** aufweist, die an ein Schleudermodul **300** angeschlossen ist. Das Modul kann als ein einstöckiges Bauelement ausgeführt sein, in dem die Versorgungsanschlüsse des Schleudermoduls direkt mit der Sekundärspule verbunden sind. Wenn ein solches Modul **500** benutzt wurde, kann es leicht durch ein neues Modul ersetzt werden.

[0103] **Fig. 17B** zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem das Modul **500** in einem Halter **501** mit einem Schlitz angeordnet ist. Die Primärspule **401** hat einen ersten Abschnitt **401** und einen zweiten Abschnitt **402**, die auf gegenüberliegenden Seiten der Sekundärspule **402** angeordnet sind. Reaktionskräfte zwischen der ersten und zweiten Spule können mit einem solchen Ausführungsbeispiel ausbalanciert werden.

[0104] Ausführungsbeispiele, bei denen Primär- und Sekundärspule zu verschiedenen Teilen gehören, haben den Vorteil, daß elektrische Kontakte zwischen dem Wegwerfmodul **500** und dem Schleudermodul eliminiert werden können, so daß lose Kontakte vermieden werden. Ein weiterer Vorteil eines solchen Ausführungsbeispiels ist, daß durch induktive Kopplung zugängliche Kontakte vermieden und damit die Anwendersicherheit erhöht werden.

[0105] Obwohl ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Verwendung spezieller Ausdrücke beschrieben wurde, hat eine solche Beschreibung nur veranschaulichende Zwecke. Es ist deshalb klar, daß Änderungen und Variationen möglich sind, ohne den Schutzzumfang der folgenden Ansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Transdermal-Injektionsvorrichtung (**10**) zum Injizieren einer Nutzlast (**28**) in das Gewebe eines Organismus mit:

– einem Mechanismus (**12**) zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft, der zumindest eine vorbestimmte Kraft in eine vorgegebene Richtung durch elektromagnetische Abstoßung als Folge eines elektrischen Stromes erzeugt, welcher durch den krafterzeugenden Mechanismus fließt,

– einer elektrischen Stromquelle (**108**), die dafür eingerichtet ist, einen oder mehrere Hochstimpulse von kurzer Dauer zur Verfügung zu stellen,

– einem Schalter (**106**), der die Stromquelle und den krafterzeugenden Mechanismus selektiv elektrisch verbindet;

wobei die Nutzlast lösbar an einem Teil des krafterzeugenden Mechanismus angebracht ist, so daß die Nutzlast durch die erzeugte vorbestimmte Kraft zusammen mit dem Teil des krafterzeugenden Mechanismus auf eine Geschwindigkeit beschleunigt wird, die zur Injektion der Nutzlast in das Gewebe erforderlich ist, und die Nutzlast nach der Beschleunigung von dem Teil des krafterzeugenden Mechanismus gelöst wird, wobei der beschleunigende Teil des krafterzeugenden Mechanismus mit dem Mechanismus verbunden bleibt.

2. Elektromagnetische Transdermal-Injektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der krafterzeugende Mechanismus ein leitfähiges Glied (**20**) aufweist, das geometrisch so gestaltet ist, daß es als Folge der Hochstimpulse von kurzer Dauer der Stromquelle elektromagnetische Abstoßungskräfte in einer vorgegebenen Richtung erzeugt und wobei die Nutzlast lösbar an einem Teil des leitfähigen Gliedes angebracht ist, so daß die Nutzlast auf die für die Injektion erforderliche Geschwindigkeit von der abstoßenden elektromagnetischen Kraft beschleunigt wird, die von dem leitfähigen Glied erzeugt wird.

3. Elektromagnetische Transdermal-Injektionsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die elektrische Stromquelle einen Hochspannungskondensator mit einer geringen Induktivität aufweist.

4. Elektromagnetische Transdermal-Injektionsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Schalter ein mechanischer Schalter vom SPST-Typ mit metallischen Kontakten ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft ein leitfähiges Glied mit einem ersten und einem zweiten Teil aufweist, die geometrisch so zueinander angeordnet sind, daß ein Strom durch das leitfähige Glied im wesentlichen anti-parallel in den ersten und zweiten Teilen fließt und dadurch eine abstoßende Kraft zwischen den Teilen erzeugt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft mindestens zwei gegenüberliegende leitfähige Glieder und Mittel zum Anlegen eines Stromes an die mindestens zwei gegenüberliegenden leitfähigen Glieder aufweist, um eine abstoßende Kraft zwischen den besagten Gliedern zu erzeugen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei der erste und der zweite Teil im wesentlichen parallel mit einem dazwischen liegenden Abstand von etwa 0,025 bis 0,1 mm angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei der Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft einen ersten und einen zweiten Abschnitt aufweist, die im wesentlichen identisch gestaltet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei jeder der ersten und zweiten Abschnitte ein leitfähiges Glied mit einem ersten und einem zweiten Teil aufweist, die über eine vorgegebene Strecke im wesentlichen parallel angeordnet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die vorgegebene Strecke ungefähr 2 bis 5 mm beträgt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die ersten und zweiten Abschnitte miteinander mittels des zweiten Teils des leitfähigen Glieds verbunden sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die ersten und zweiten Abschnitte so angeordnet sind, daß sie eine Tasche bilden, in der sich die Nutzlast befindet.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Nutzlast lösbar an dem Taschenabschnitt des leitfähigen Gliedes angebracht ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der erste und der zweite Abschnitt des Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft zusammen eine M-förmige Gestalt bilden.

15. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Vorrichtung ein Trageil (**30**) aufweist, das den ersten Teil des leitfähigen Gliedes stützt, während die Nutzlast an dem zweiten Teil angebracht ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Vorrichtung ein Trageil (**30**) aufweist, das die ersten Teile der ersten und zweiten Abschnitte stützt.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei das Trageil (**30**) eine Oberseite (**38**) mit einer konkaven Form aufweist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei der erste und der zweite Teil über mindestens ein Veranke-

rungsmittel verbunden sind, das räumlich fixiert ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei der Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft einen ersten und einen zweiten Abschnitt aufweist, die im wesentlichen identisch geformt sind und wobei jeder der Abschnitte ein Verankerungsmittel aufweist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei jeder Abschnitt einen ersten Teil aufweist, der an einem Ende an einen elektrischen Pol der Stromquelle angeschlossen ist und der am anderen Ende an einem Verankerungsmittel fixiert ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei ein Trageil vorgesehen ist, das den ersten Teil stützt.

22. Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei das Trageil einen konvexen Teil und einen konkaven Teil hat, wobei der konkave Teil sich in dem Bereich befindet, in dem sich der erste und der zweite Abschnitt treffen.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei der konvexe Teil im wesentlichen die Form eines Kreissegmentes hat.

24. Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei der erste und der zweite Teil der Mittel zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft im wesentlichen parallel zu dem Trageil angeordnet sind.

25. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die elektrische Stromquelle einen Transformator (**400**) aufweist, der elektrische Hochspannungspulse mit einem gegebenen Strom in Niederspannungspulse mit einem Strom transformiert, der höher als der gegebene Strom ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei der Transformator (**400**) eine Primärspule (**401**) und eine Sekundärspule (**402**) aufweist, wobei die Sekundärspule an elektrische Kontakte des Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft angeschlossen ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei die Primärspule 2 bis 100 Windungen aufweist und die Sekundärspule eine einzige Windung aufweist.

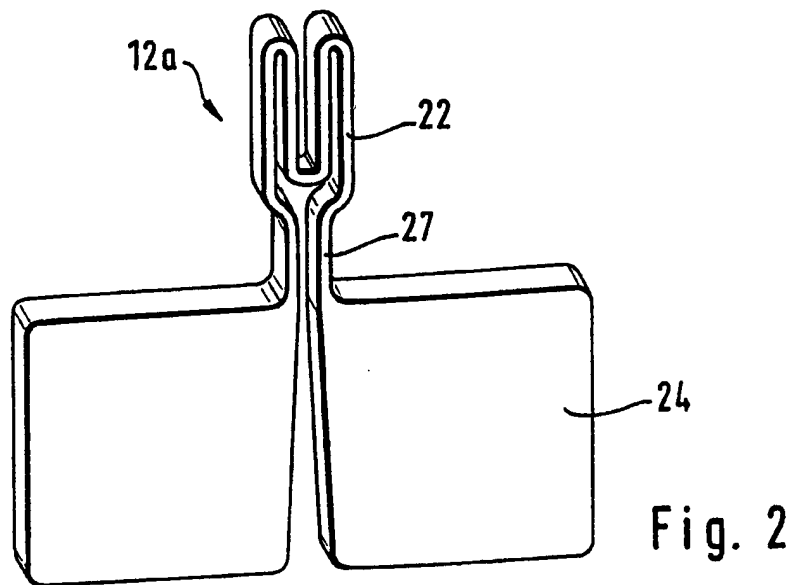
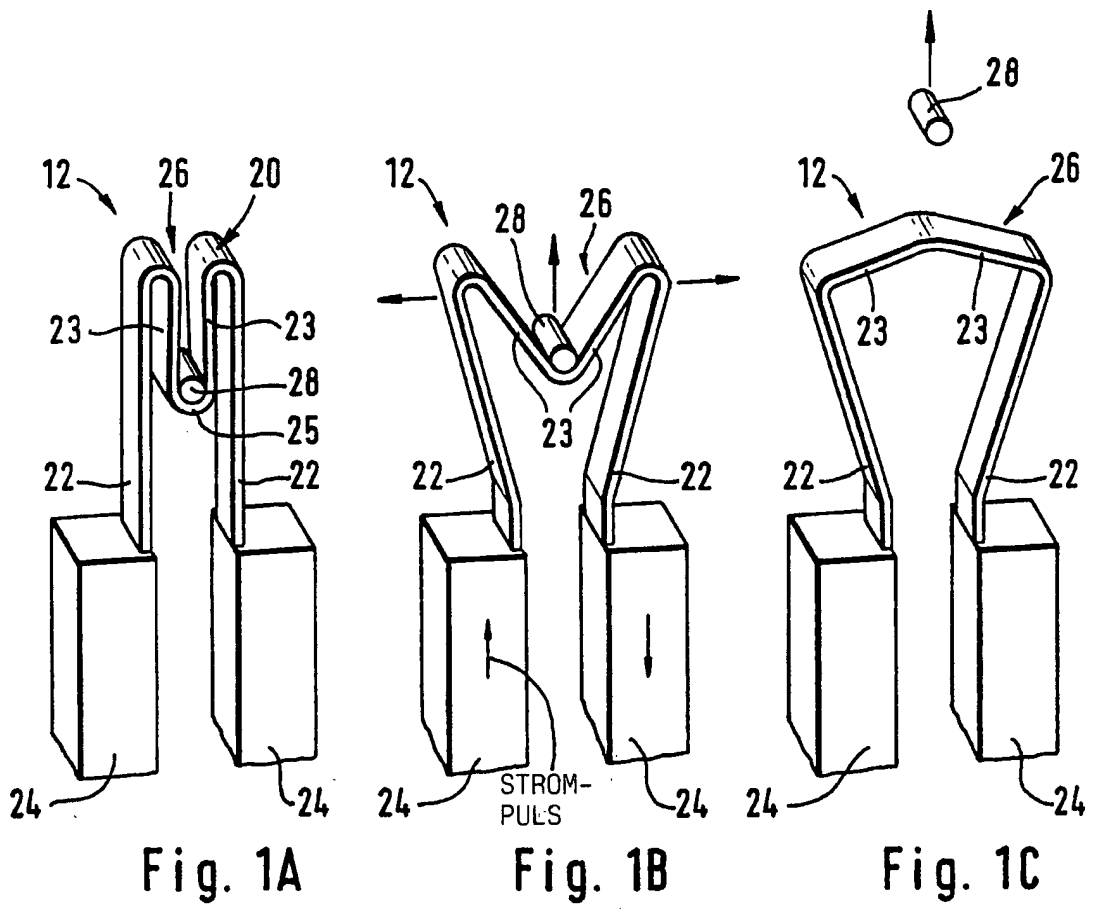
28. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei die Sekundärspule (**402**) mit dem Mechanismus zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft (**300**) eine einteilige Baueinheit (**500**) bildet.

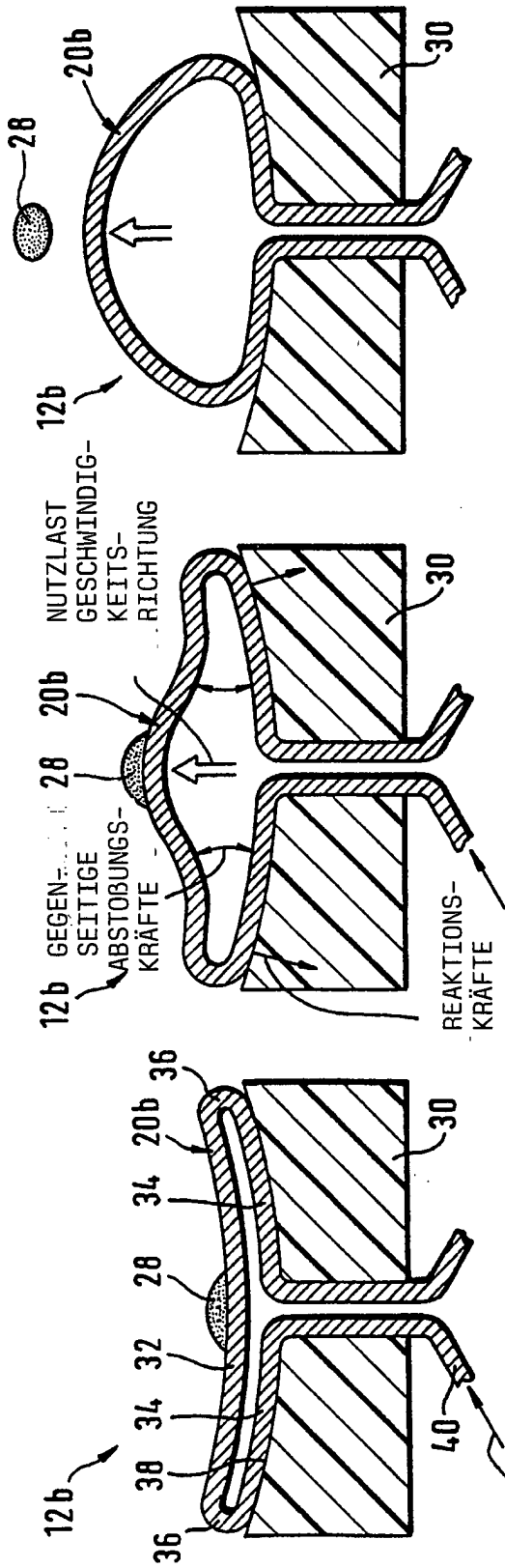
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei ein Aufnahmeschlitz vorgesehen ist, um darin die Sekundärspule aufzunehmen, so daß die Primärspule (**401**) im wesentlichen koaxial mit der Sekundärspule ausge-

richtet ist, wenn die Sekundärspule in dem Schlitz angeordnet ist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

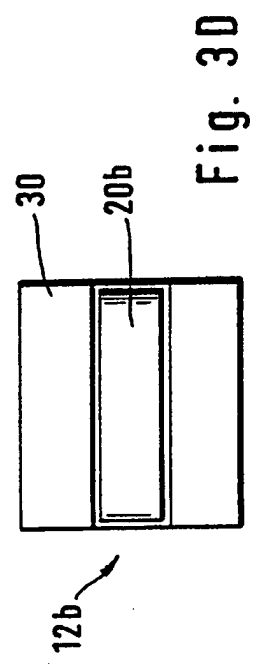


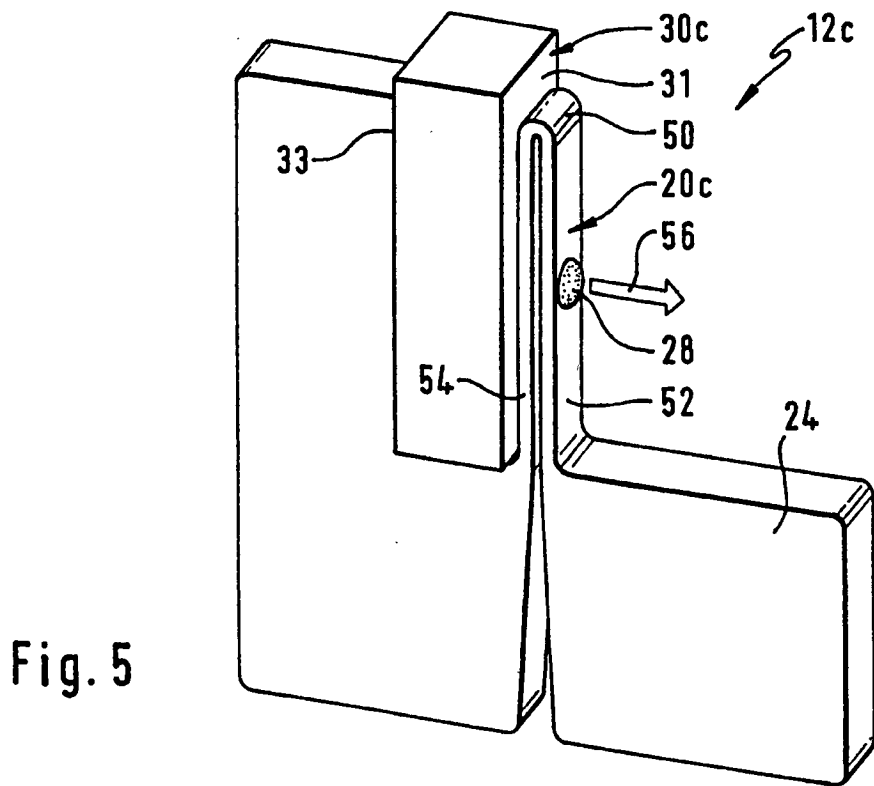
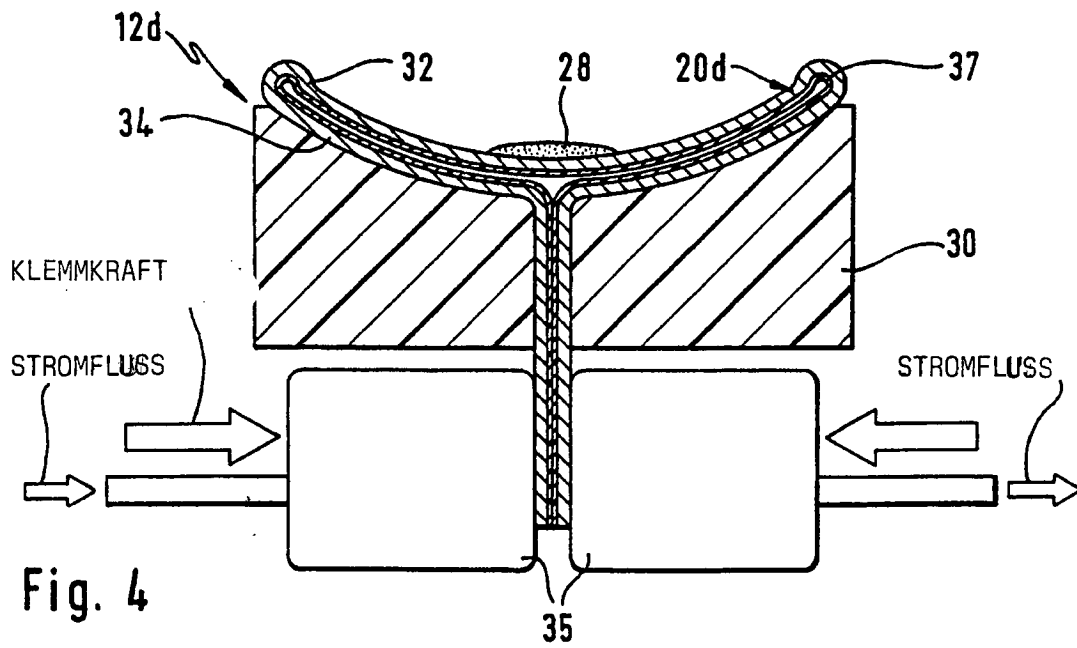


STROM-PULS

Fig. 3B

Fig. 3C





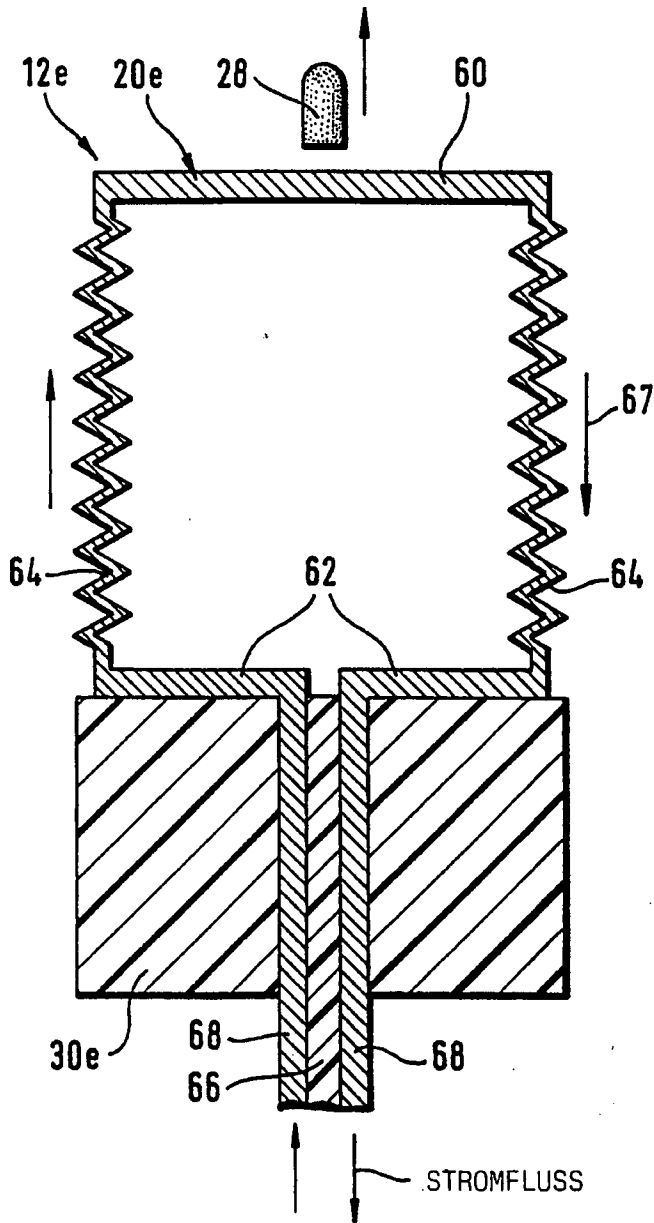


Fig. 6A

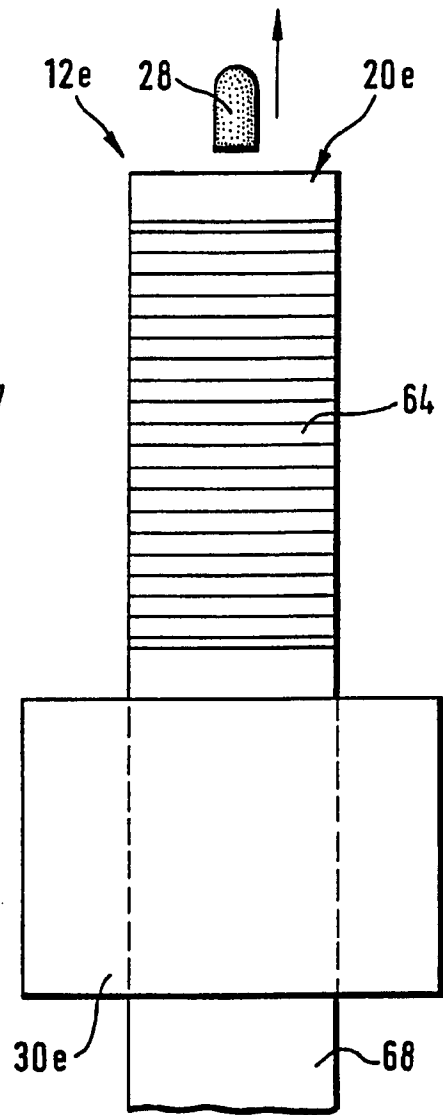


Fig. 6B

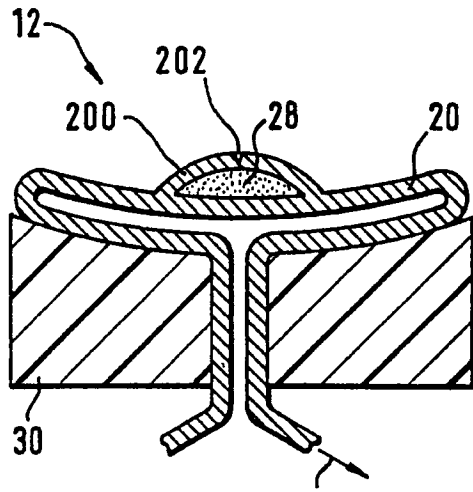


Fig. 7A

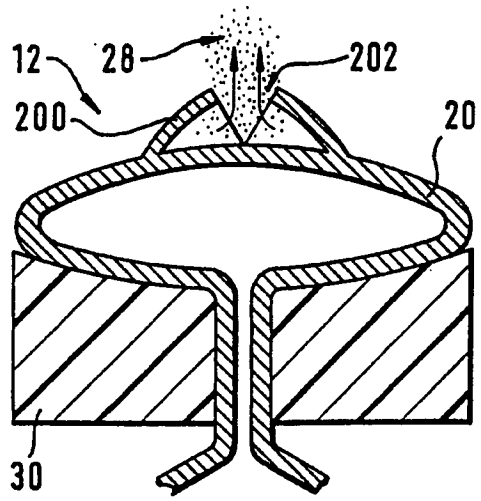


Fig. 7B

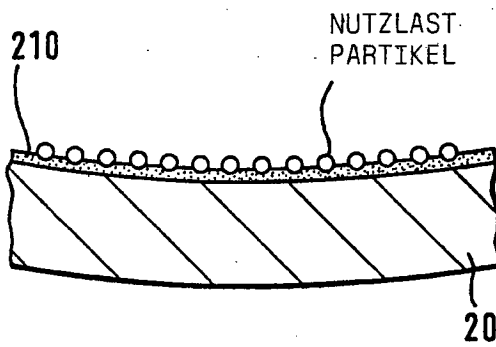


Fig. 8A

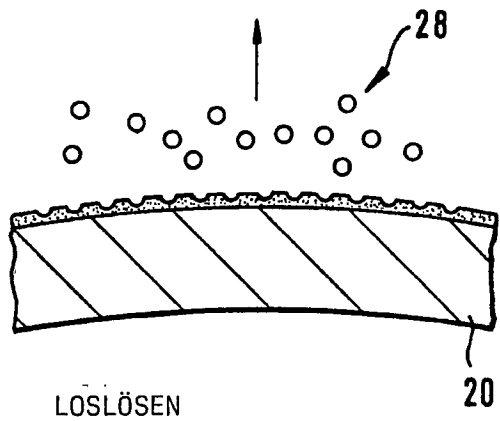


Fig. 8B

VERSCHLOSSENE ENDEN

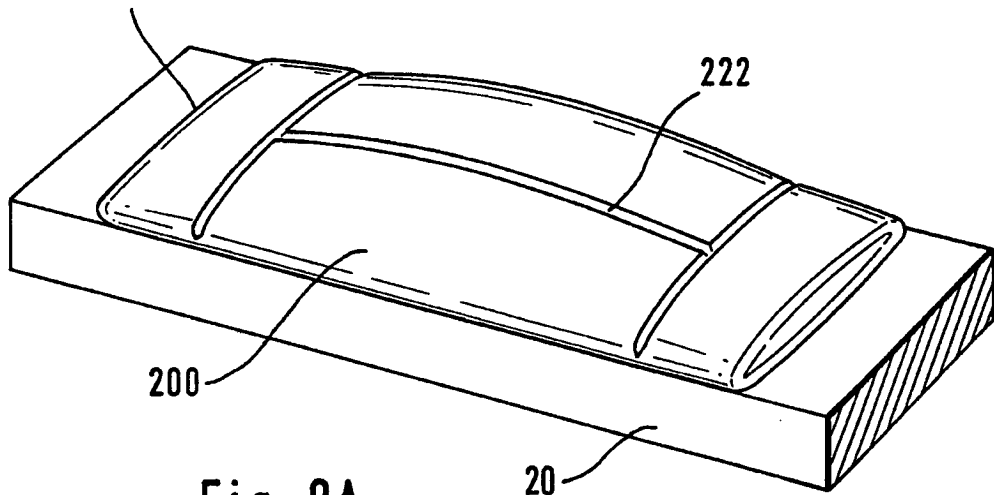


Fig. 9A

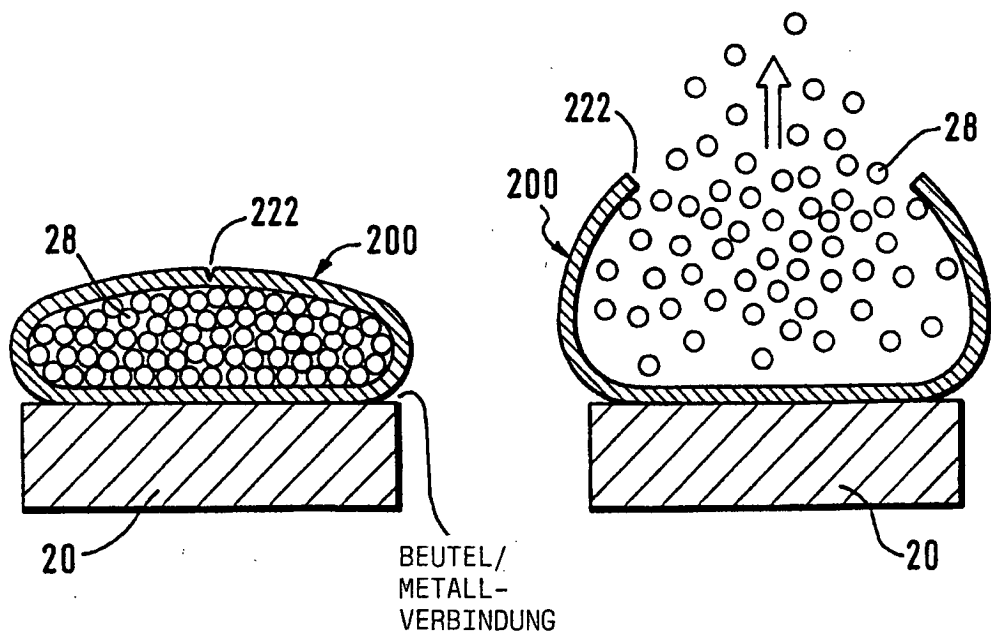


Fig. 9B

Fig. 9C

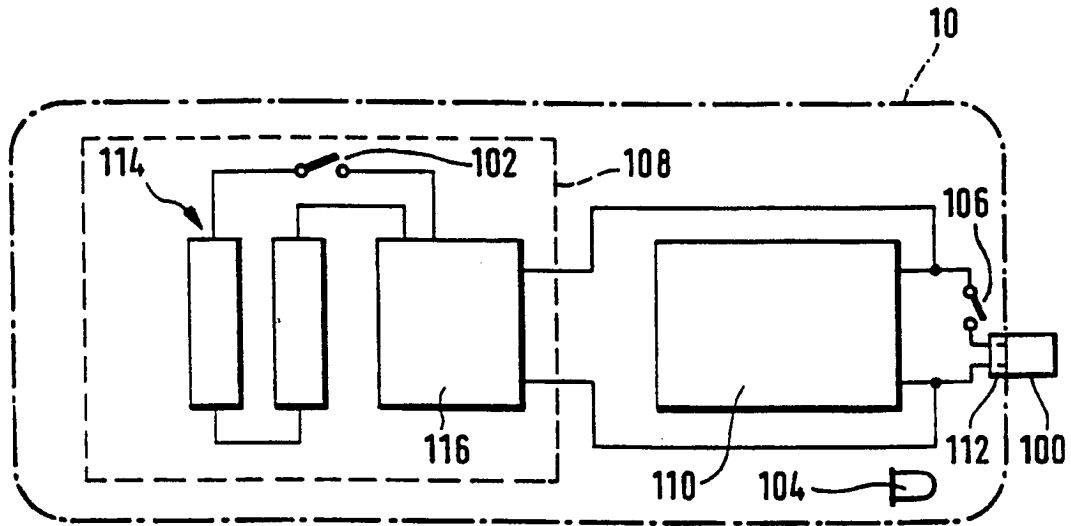


Fig. 10

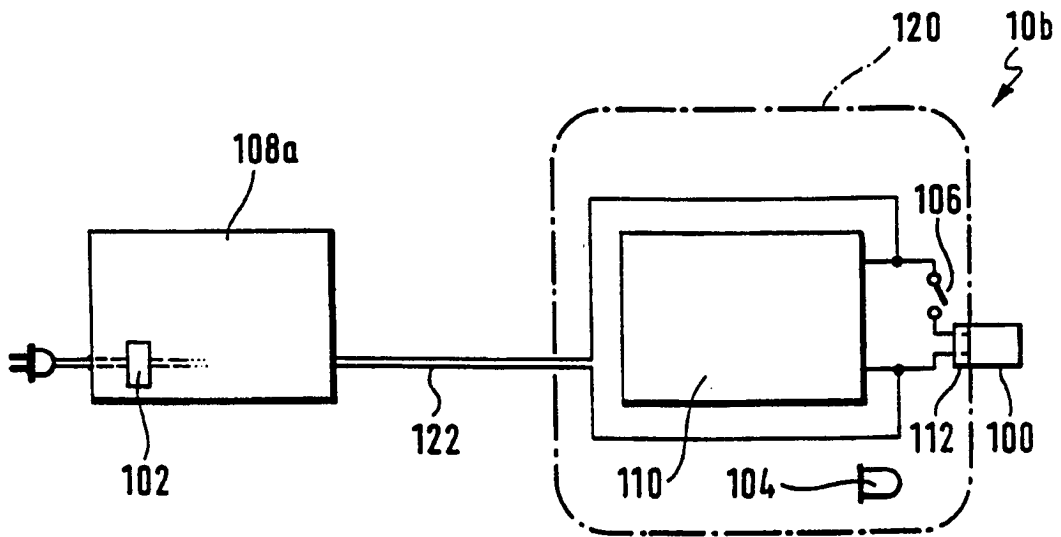


Fig. 11

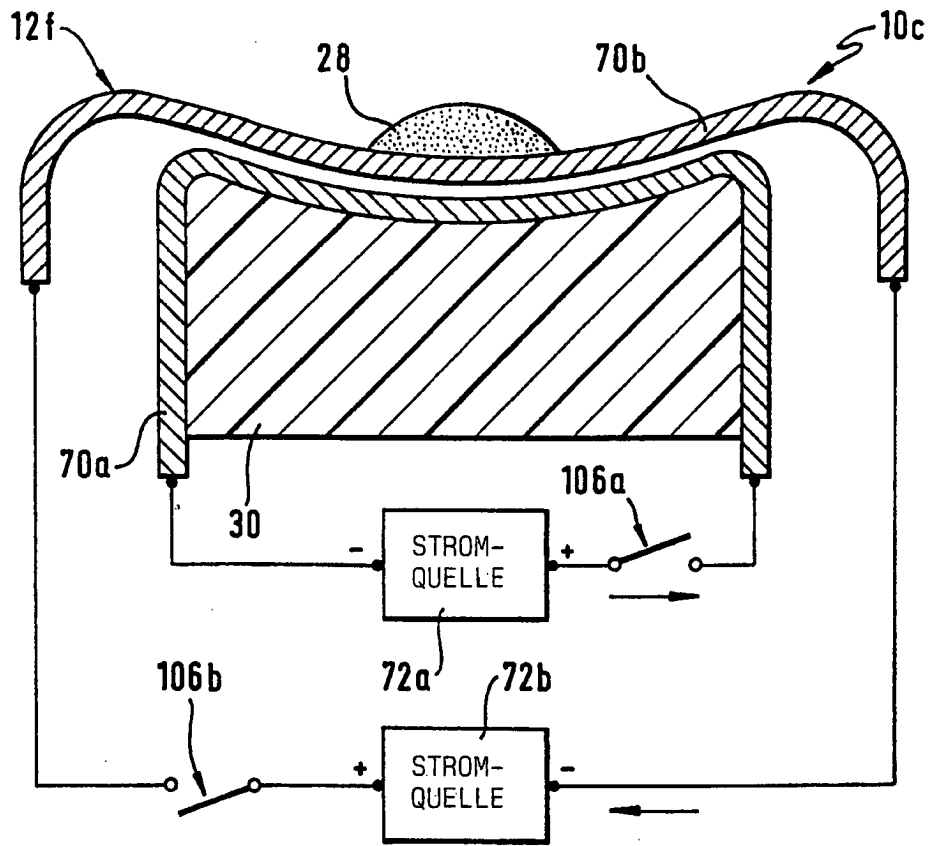


Fig. 12

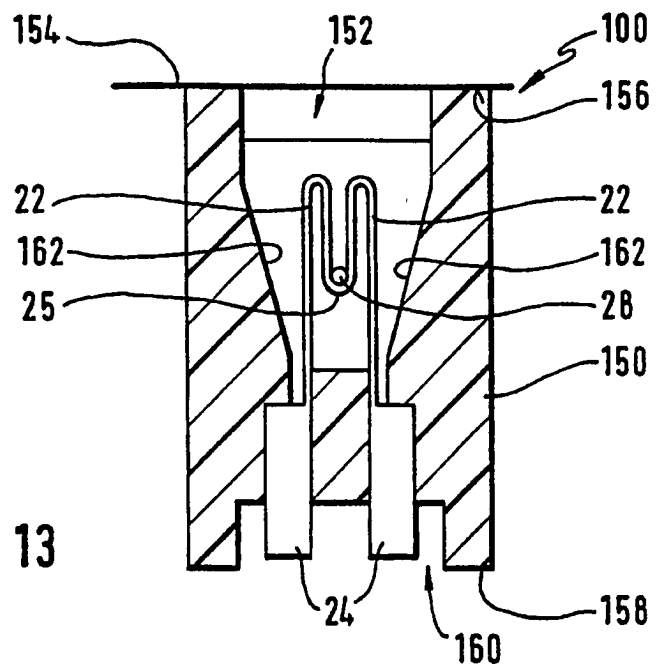


Fig. 13

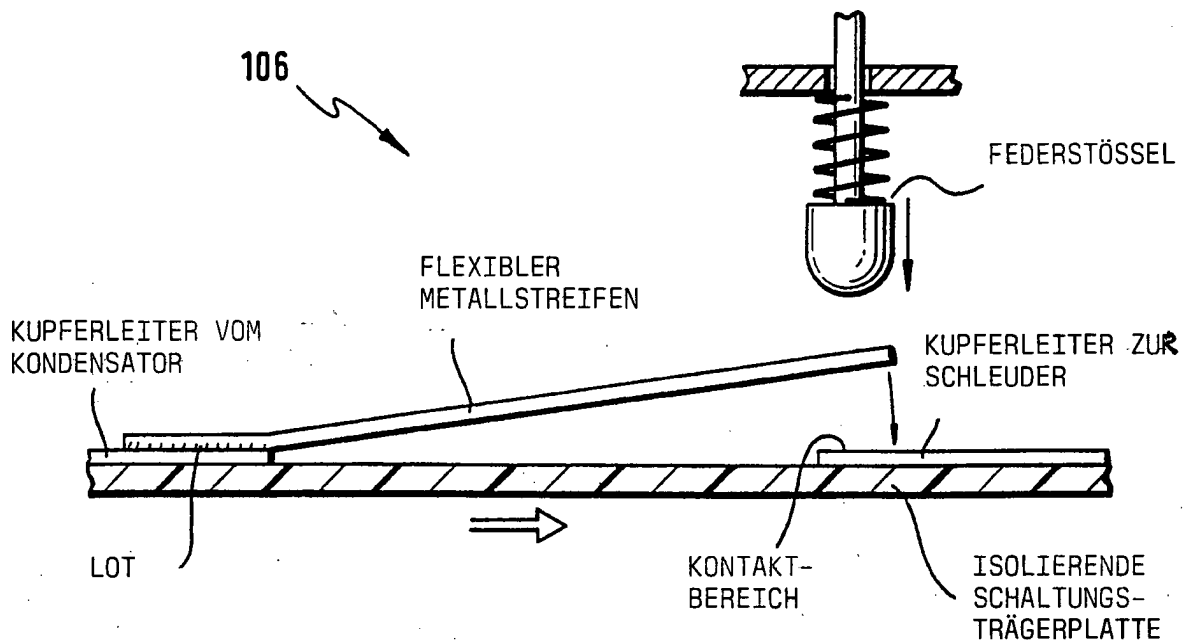


Fig. 14A

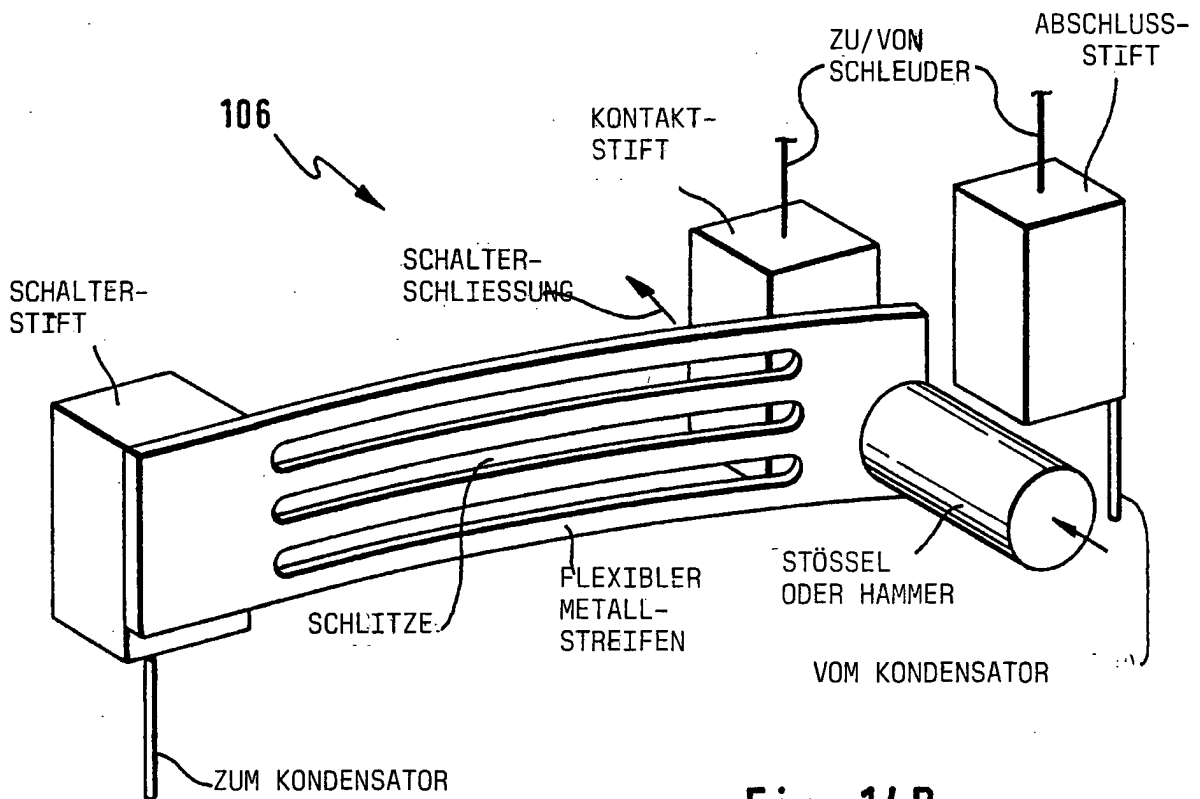
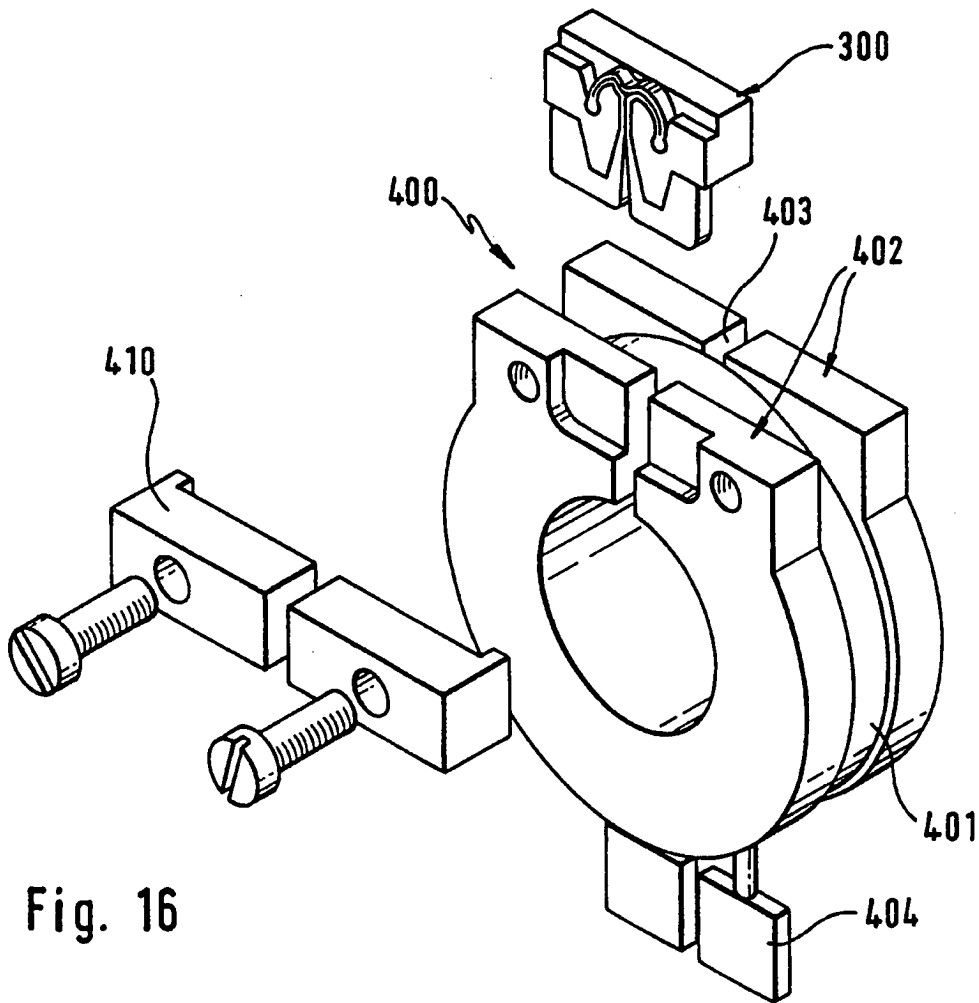
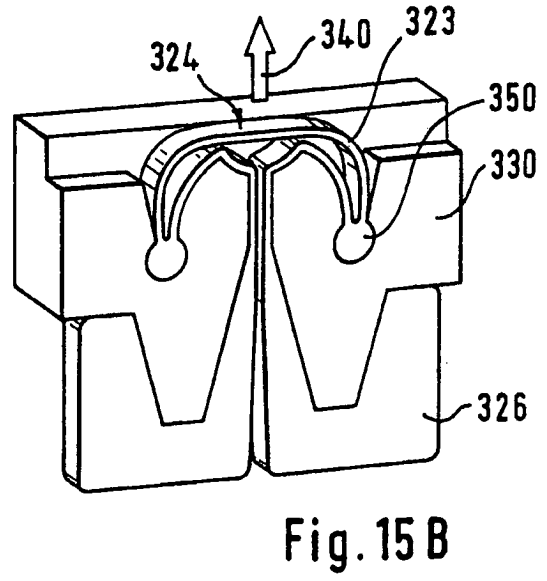
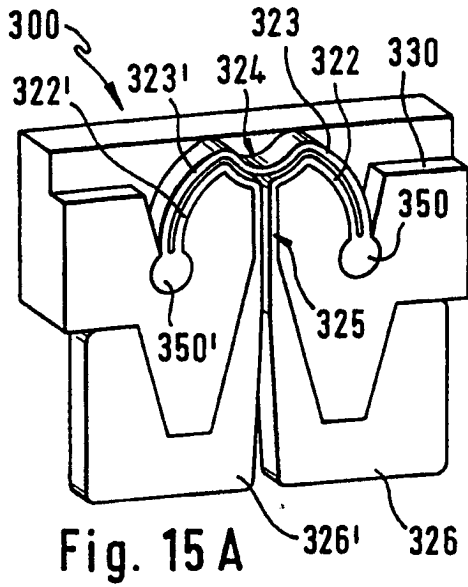


Fig. 14B



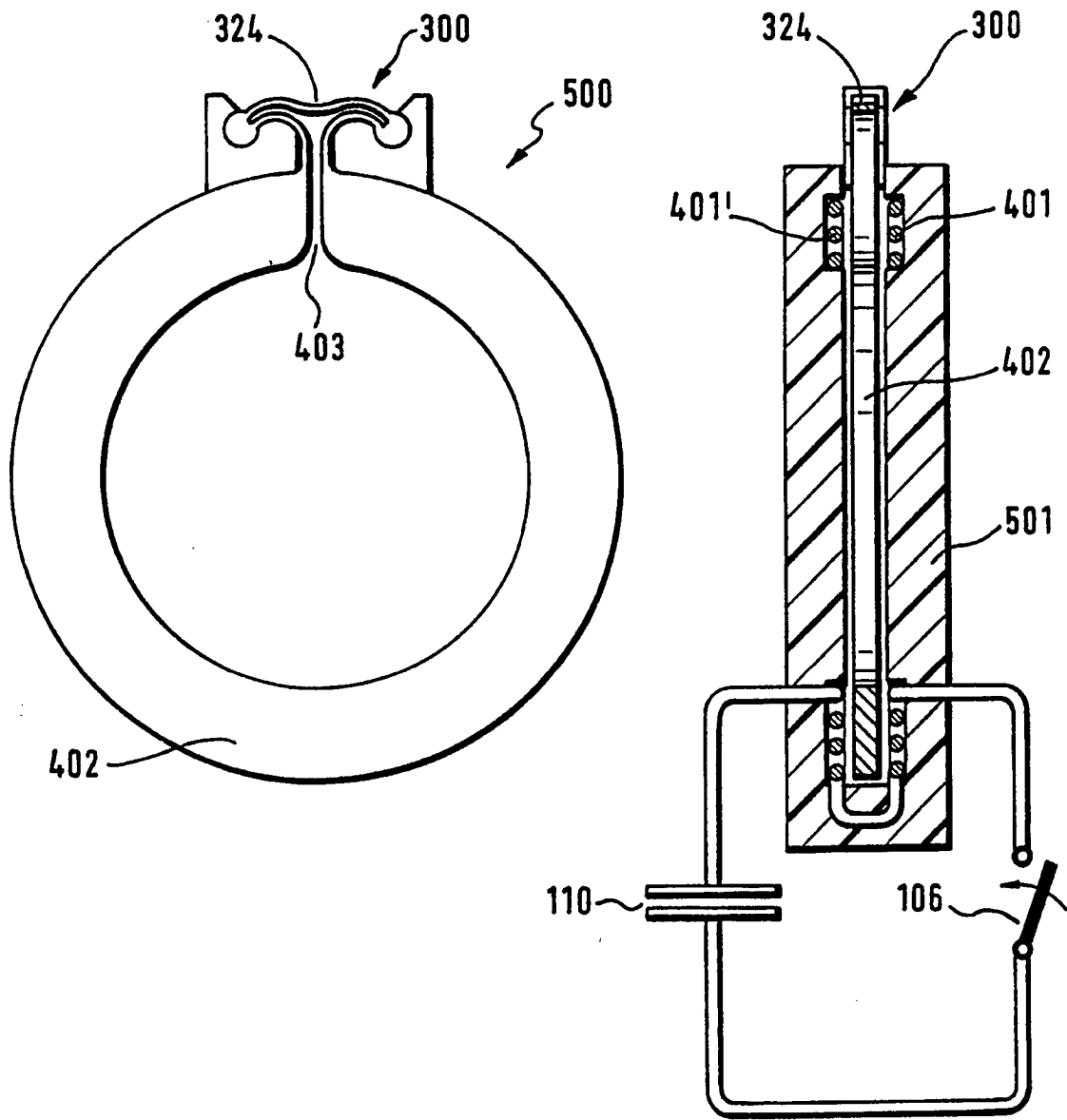


Fig. 17A

Fig. 17B

Fig. 17