



(10) **DE 10 2020 125 293 A1** 2021.04.01

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 125 293.5**

(22) Anmeldetag: **28.09.2020**

(43) Offenlegungstag: **01.04.2021**

(51) Int Cl.: **H01H 39/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**62/907,453**                      **27.09.2019**      **US**

(71) Anmelder:

**Gigavac, LLC, Carpinteria, CA, US**

(72) Erfinder:

**Bush, Bernard Victor, Santa Barbara, Calif., US;**  
**Mctigue, Murray Stephan, Carpinteria, CA, US;**  
**Sullivan, Daniel, Santa Barbara, Calif., US; Hatch,**  
**David, Monson, MA, US**

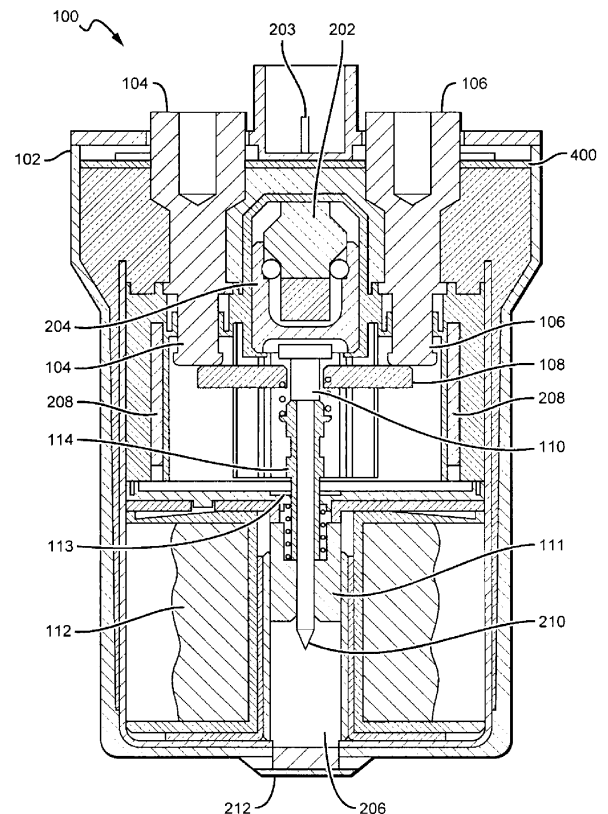
(74) Vertreter:

**Dehns Germany, 80333 München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **KONTAKTSCHWEBEAUSLÖSEMECHANISMEN ZUR VERWENDUNG MIT SCHALTVORRICHTUNGEN, DIE PYROTECHNISCHE MERKMALE UMFASSEN**

(57) Zusammenfassung: Es werden elektrische Schaltvorrichtung(en) mit einem Gehäuse mit internen Komponente innerhalb des Gehäuses offenbart. Die internen Komponenten umfassen Kontakte, die so eingerichtet sind, dass sie so betrieben werden, dass sie den Zustand der Schaltvorrichtung von einem geschlossenen Zustand, der einen Stromfluss durch die Schaltvorrichtung ermöglicht, in einen offenen Zustand, der den Stromfluss durch die Schaltvorrichtung unterbricht, ändern. Ein pyrotechnisches Merkmal ist umfasst, das so eingerichtet ist, dass es mit den internen Komponenten interagiert, um die Schaltvorrichtung vom geschlossenen Zustand in den offenen Zustand zu überführen, wenn das pyrotechnische Merkmal aktiviert wird. Das pyrotechnische Merkmal ist so eingerichtet, dass es als Reaktion auf das Schweben zwischen den Kontakten bei einem erhöhten Stromsignal, das durch die Schaltvorrichtung fließt, auslöst.



**Beschreibung**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Vorteile der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 62/907,453, die am 27. September 2019 eingereicht wurde.

**HINTERGRUND****Gebiet der Erfindung**

**[0002]** Beschrieben werden hier Vorrichtungen in Bezug auf Auslösemechanismen und Einrichtungen zur Verwendung mit elektrischen Schaltvorrichtungen, wie z.B. Kontaktor- bzw. Schützvorrichtungen und elektrische Sicherungsvorrichtungen.

**Beschreibung des Stands der Technik**

**[0003]** Das Verbinden und Trennen von elektrischen Schaltkreisen ist so alt wie die elektrischen Schaltkreise selbst und wird oft als ein Verfahren verwendet, um die Leistung bzw. den Strom einer angeschlossenen elektrischen Vorrichtung zwischen den Zuständen „Ein“ und „Aus“ zu schalten bzw. die Leistungs- bzw. Stromversorgung einer angeschlossenen elektrischen Vorrichtung „An“ und „Aus“ zu schalten. Ein Beispiel für eine Vorrichtung, die häufig zum Verbinden und Trennen von Stromkreisen verwendet wird, ist ein Kontaktor bzw. Schütz, das elektrisch mit einer oder mehreren Vorrichtungen oder Leistungs- bzw. Stromquellen verbunden ist. Ein Schütz ist so eingerichtet, dass es einen Stromkreis unterbrechen oder schließen kann, um den elektrischen Strom bzw. die elektrische Leistung zu und von einer Vorrichtung zu steuern. Ein Typ bzw. eine Art eines konventionellen Schützes ist ein hermetisch abgedichtetes Schütz.

**[0004]** Neben Schützen, die dazu dienen, im Normalbetrieb einer Vorrichtung elektrische Stromkreise zu verbinden und zu trennen, können verschiedene zusätzliche Vorrichtungen eingesetzt werden, um einen Überstrom- bzw. Überspannungsschutz bereitzustellen. Diese Vorrichtungen können Kurzschlüsse, Überlastung und dauerhafte Schäden an einem elektrischen System oder einer angeschlossenen elektrischen Vorrichtung verhindern. Zu diesen Vorrichtungen gehören Trennvorrichtungen, die den Stromkreis schnell und dauerhaft unterbrechen können, so dass der Stromkreis unterbrochen bleibt, bis die Trennvorrichtung repariert, ersetzt oder zurückgesetzt wird. Eine solche Art von Trennvorrichtung ist eine Sicherung. Eine konventionelle Sicherung ist eine Art niederohmiger Leiter, der als Opfervorrichtung fungiert. Typische Sicherungen bestehen aus einem Metalldraht oder -streifen, der schmilzt, wenn zu viel Strom durch ihn fließt, wodurch der Stromkreis, den er verbindet, unterbrochen wird.

**[0005]** Im Zuge des gesellschaftlichen Fortschritts werden verschiedene Innovationen bzw. Verbesserungen in Bezug auf elektrische Systeme und elektronische Vorrichtungen immer häufiger durchgeführt. Ein Beispiel für solche Innovationen sind die jüngsten Fortschritte bei Elektroautos, die eines Tages zum energieeffizienten Standard werden und traditionelle erdölbetriebene Fahrzeuge ersetzen könnten. Bei solch teuren und routinemäßig verwendeten elektrischen Vorrichtungen ist der Überstromschutz besonders geeignet, um Fehlfunktionen der Vorrichtungen und dauerhafte Schäden an den Vorrichtungen zu verhindern. Darüber hinaus kann der Überstromschutz Sicherheitsrisiken, wie z.B. elektrische Brände, verhindern. Diese modernen Verbesserungen an elektrischen Systemen und Vorrichtungen erfordern moderne Lösungen, um den Komfort und die Effizienz der Mechanismen zur Auslösung von Sicherungsvorrichtungen zu erhöhen.

**ZUSAMMENFASSUNG**

**[0006]** Hierin werden passive Auslösemerkmale und Einrichtungen zur Aktivierung pyrotechnischer Merkmale beschrieben, die als Sicherungsmechanismus innerhalb von Schaltvorrichtungen, wie z.B. Schützen oder Sicherungsvorrichtungen, fungieren. Diese passiven Auslöseeinrichtungen können so eingerichtet werden, dass sie als Reaktion auf ein Schwellenwertlevel bzw. Schwellenwertniveau des durch die Schaltvorrichtung fließenden Stroms auslösen, der einem gefährlichen Überstrom entspricht. Die verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind so angeordnet, dass sie den pyrotechnischen Sicherungsmechanismus während des Schwebens der Kontakte und des entsprechenden Lichtbogens auslösen.

**[0007]** Eine Ausführungsform einer elektrischen Schaltvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein Gehäuse mit einem internen Bauteil bzw. einer internen Komponente im inneren des Gehäuses. Die internen Komponenten umfassen Kontakte, die so eingerichtet sind, dass sie so arbeiten, dass sie den Zustand der Schaltvorrichtung von einem geschlossenen Zustand, der einen Stromfluss durch die Schaltvorrichtung ermöglicht, in einen offenen Zustand, der den Stromfluss durch die Schaltvorrichtung unterbricht, ändern. Ein pyrotechnisches Merkmal ist enthalten, das so eingerichtet ist, dass es mit den internen Komponenten interagiert, um die Schaltvorrichtung bei Aktivierung des pyrotechnischen Merkmals vom geschlossenen Zustand in den offenen Zustand zu überführen. Das pyrotechnische Merkmal ist so eingerichtet, dass es als Reaktion auf das Schweben zwischen den Kontakten bei einem erhöhten Stromsignal, das durch die Schaltvorrichtung fließt, auslöst.

**[0008]** Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung können mit einem pyrotechnischen Zünder bzw. Auslöser angeordnet werden, der direkt an die Hochspannungsanschlüsse der Schaltvorrichtung gekoppelt ist. Wenn zwischen den festen und den beweglichen Kontakten ein hoher Schwebestrom auftritt, steigt der Widerstand zwischen den festen und den beweglichen Kontakten schnell an. Dies hat zur Folge, dass der Strom an den Anschlüssen entlang des Wegs des geringsten Widerstandes, d.h. zum pyrotechnischen Zünder, geleitet wird.

**[0009]** Diese und andere weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden für den Fachmann aus der folgenden ausführlichen Beschreibung zusammen mit den beigefügten Zeichnungen ersichtlich, wobei gleiche Bezugszeichen entsprechende bzw. gleiche Teile in den Figuren bezeichnen, in denen:

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist eine vordere Schnittansicht einer Ausführungsform eines Schützes, der Merkmale der vorliegenden Erfindung umfassen kann, der in der „geschlossenen“ Ausrichtung gezeigt ist, die den Stromfluss durch die Vorrichtung ermöglicht;

**Fig. 2** ist eine vordere Schnittansicht der Ausführungsform der Schützvorrichtung von **Fig. 1**, die in einer „offenen“ oder „getrennten“ Ausrichtung gezeigt ist, die den Stromfluss durch die Vorrichtung verhindert;

**Fig. 3** ist eine vordere Schnittansicht der Ausführungsform der Schützvorrichtung von **Fig. 1**, die in einer anderen Ausrichtung gezeigt ist, wobei die Trennelemente „ausgelöst“ bzw. „getriggert“ wurden;

**Fig. 4** ist eine vordere Schnittansicht einer Sicherungsvorrichtung, die Merkmale der vorliegenden Erfindung umfassen kann, die im ruhenden, „nicht ausgelösten“ Zustand gezeigt ist;

**Fig. 5** ist eine vordere Schnittansicht einer Sicherungsvorrichtung, die Merkmale der vorliegenden Erfindung umfassen kann, die im aktivierten „ausgelösten“ Zustand gezeigt ist;

**Fig. 6** ist eine perspektivische Draufsicht einer pyrotechnischen Auslöseeinrichtung von vorne, die Merkmale der vorliegenden Erfindung umfasst;

**Fig. 7** ist eine Draufsicht der pyrotechnischen Auslöseeinrichtung von **Fig. 6** von hinten;

**Fig. 8** ist eine perspektivische Draufsicht einer weiteren pyrotechnischen Auslöseeinrichtung von vorne, die Merkmale der vorliegenden Erfindung umfasst;

**Fig. 9** ist eine Draufsicht der pyrotechnischen Auslöseeinrichtung von **Fig. 8** von hinten;

**Fig. 10** ist eine perspektivische Draufsicht einer weiteren pyrotechnischen Auslöseeinrichtung, die Merkmale der vorliegenden Erfindung umfasst, von vorne;

**Fig. 11** ist eine vordere Schnittansicht eines Abschnitts der pyrotechnischen Auslöseeinrichtung von **Fig. 10**;

**Fig. 12** ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines pyrotechnischen Leistungs- bzw. Stromschaltkreises gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 13** ist eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines pyrotechnischen Stromschaltkreises gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 14** zeigt schematische Ansichten einer Schaltvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 15** ist eine schematische Draufsicht der festen und beweglichen Kontakte für Schaltvorrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 16** ist eine Draufsicht auf die in **Fig. 15** gezeigte Schnittstelle zwischen den festen und beweglichen Kontakten;

**Fig. 17** ist eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des pyrotechnischen Schaltkreises gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 18** ist eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines pyrotechnischen Schaltkreises gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 19** ist eine perspektivische Ansicht einer anderen Ausführungsform einer Schaltvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 20** ist eine perspektivische Schnittansicht der in **Fig. 19** gezeigten Schaltvorrichtung;

**Fig. 21** ist eine weitere perspektivische Schnittansicht der in **Fig. 19** gezeigten Schaltvorrichtung;

**Fig. 22** ist eine Schnittansicht einer Komponente mit mehreren Initiatoren bzw. Zündern gemäß der vorliegenden Erfindung; und

**Fig. 23** ist eine perspektivische Schnittansicht der in **Fig. 22** gezeigten Komponente.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0010]** Die vorliegende Offenbarung wird nun detaillierte Beschreibungen der verschiedenen Ausführungsformen darlegen. Diese Ausführungsformen le-

gen passive Schaltmerkmale und Einrichtungen zur Verwendung mit Schaltvorrichtungen wie Schützen oder Sicherungsvorrichtungen, die pyrotechnische Stromkreisunterbrechungsmerkmale umfassen, dar. Diese Schaltvorrichtungen können elektrisch mit einer elektrischen Vorrichtung oder einem elektrischen System verbunden sein, um die Stromzufuhr zu der verbundenen Vorrichtung oder dem verbundenen System „ein“ oder „aus“ zu schalten. Während die hier offenbarten Beispielvorrrichtungen aktive Auslöseeinrichtungen zusätzlich zu oder anstelle der offenbarten passiven Merkmale verwenden können, bieten die passiven Merkmale den Vorteil, dass sie automatisch eine pyrotechnische Stromkreisunterbrechung als Reaktion auf ein Schwellenwertstromlevel bzw. -niveau auslösen.

**[0011]** In einigen Ausführungsformen umfassen die Schaltvorrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung eine interne pyrotechnische Ladung, die mit einem pyrotechnischen Aktivierungs- oder Auslösemechanismus bzw. Zündmechanismus gekoppelt ist. Der pyrotechnische Auslösemechanismus kann unter Verwendung von bekannten elektrischen Kopplungsmechanismen direkt mit den (festen) Hochspannungskontakten der Schaltvorrichtung gekoppelt werden. Die pyrotechnische Ladung ist so eingerichtet, dass sie als Sicherung fungiert und den Stromkreis durch das Schütz oder die Sicherungsvorrichtung dauerhaft unterbricht, z.B. indem bewegliche Kontakte außer Kontakt mit festen Kontakten gebracht werden.

**[0012]** Wie nachstehend detailliert beschrieben, kann die Schließkraft zwischen dem festen und dem beweglichen Kontakt des Schützes durch eine abstoßende Schwebekraft bzw. Levitationskraft überwunden werden. Diese Schwebekraft wird durch den durch die Kontakte fließenden Strom erzeugt und kann bei erhöhtem Stromfluss eine Trennung der festen und beweglichen Kontakte bewirken. Wenn diese Trennung beginnt, kann ein Lichtbogen zwischen den festen und beweglichen Kontakten entstehen. Dieser Lichtbogen verursacht wiederum einen schnellen Anstieg des Widerstands zwischen dem festen und dem beweglichen Kontakt. Der erhöhte Strom an den Anschlüssen nimmt dann einen Weg des geringsten Widerstands zur pyrotechnischen Auslösevorrichtung, die die Aktivierung bzw. Zündung der pyrotechnischen Ladung bewirkt. Dies wiederum kann zu einer dauerhaften Trennung des festen und des beweglichen Kontakts führen.

**[0013]** Es wird davon ausgegangen, dass der durch Schwebelichtbogen aktivierte pyrotechnische Aktuator in Verbindung mit anderen passiven und aktiven pyrotechnischen Aktivierungsschaltkreisen verwendet werden kann. In diesen Ausführungsformen können die Schaltvorrichtungen mit einem einzigen pyrotechnischen Aktivierungs- oder Auslösemecha-

nismus angeordnet werden, der von verschiedenen Quellen oder Schaltkreisen aktiviert werden kann, die eine einzige pyrotechnische Ladung aktivieren. Alternativ können mehrere pyrotechnische Auslösemechanismen umfasst sein, von denen jeder seine eigene pyrotechnische Ladung aktiviert.

**[0014]** In dieser gesamten Beschreibung sollten die bevorzugte Ausführungsform und die illustrierten Beispiele als Beispiele und nicht als Beschränkungen der vorliegenden Erfindung betrachtet werden. Der hier verwendete Begriff „Erfindung“, „Vorrichtung“, „vorliegende Erfindung“ oder „vorliegende Vorrichtung“ bezieht sich auf irgendeine der hier beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung und Äquivalente. Darüber hinaus bedeutet die Bezugnahme auf verschiedene Merkmale der „Erfindung“, „Vorrichtung“, „vorliegenden Erfindung“ oder „vorliegenden Vorrichtung“ in diesem Dokument nicht, dass alle beanspruchten Ausführungsformen oder Verfahren das (die) beanspruchte(n) Merkmal(e) enthalten müssen.

**[0015]** Es wird auch verstanden, dass, wenn ein Element oder Merkmal als „an“ oder „angrenzend“ an ein anderes Element oder Merkmal bezeichnet wird, es sich direkt an oder angrenzend an das andere Element oder Merkmal befinden kann oder dass auch dazwischenliegende Elemente oder Merkmale vorhanden sein können. Es wird auch verstanden, dass, wenn ein Element als an ein anderes Element „angefügt“ bzw. „angebracht“, „verbunden“ oder „gekoppelt“ bezeichnet wird, es direkt an das andere Element oder Merkmal angefügt bzw. angebracht, verbunden oder gekoppelt sein kann oder dazwischenliegende Elemente oder Merkmale ebenfalls vorhanden sein können. Wenn dagegen ein Element als „direkt angefügt“ bzw. „direkt angebracht“, „direkt verbunden“ oder „direkt gekoppelt“ an ein anderes Element bezeichnet wird, sind keine dazwischenliegenden Elemente vorhanden.

**[0016]** Relative Begriffe wie „außen“, „oben“, „niedriger“, „unten“, „horizontal“, „vertikal“ und ähnliche Begriffe können hier verwendet werden, um eine Beziehung eines Merkmals zu einem anderen zu beschreiben. Es wird davon ausgegangen, dass diese Begriffe zusätzlich zu der in den Figuren dargestellten Orientierung unterschiedliche Ausrichtungen umfassen sollen.

**[0017]** Obwohl die Begriffe erste/r, zweite/r usw. hier verwendet werden können, um verschiedene Elemente oder Komponenten zu beschreiben, sollten diese Elemente oder Komponenten nicht durch diese Begriffe eingeschränkt werden. Diese Begriffe werden nur verwendet, um ein Element oder eine Komponente von einem anderen Element oder einer anderen Komponente zu unterscheiden. Somit könnte ein erstes Element oder eine erste Komponente, das bzw. die nachstehend erörtert wird, als ein zweites

Element oder eine zweite Komponente bezeichnet werden, ohne von den Lehren der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

**[0018]** Die hier verwendete Terminologie dient nur zur Beschreibung bestimmter Ausführungsformen und ist nicht als Beschränkung der Erfindung gedacht. Wie hier verwendet, sollen die Singularformen „ein“, „eine“ und „der“, „die“, „das“ auch die Pluralformen einschließen, es sei denn, aus dem Kontext geht eindeutig etwas anderes hervor. Es wird ferner davon ausgegangen, dass die Begriffe „umfasst“, „umfassen“, wenn sie hier verwendet werden, das Vorhandensein von angegebenen Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Operationen, Elementen und/oder Komponenten angeben, aber das Vorhandensein oder die Hinzufügung von einem oder mehreren anderen Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Operationen, Elementen, Komponenten und/oder Gruppen davon nicht ausschließen.

**[0019]** Ausführungsformen der Erfindung werden hier unter Bezugnahme auf verschiedene Ansichten und Darstellungen beschrieben, die schematische Darstellungen idealisierter Ausführungsformen der Erfindung sind. Als solche sind Abweichungen von den Formen der Darstellungen zu erwarten, die sich z.B. aus Herstellungstechniken und/oder Toleranzen ergeben. Ausführungsformen der Erfindung sind nicht so auszulegen, als seien sie auf die besonderen Formen der hier abgebildeten Regionen bzw. Bereiche beschränkt, sondern umfassen auch Abweichungen in den Formen, die sich z.B. aus der Herstellung ergeben.

**[0020]** Es wird davon ausgegangen, dass, wenn ein erstes Element als „zwischen“, „eingezwängt“ oder „zwischen“ zwei oder mehr anderen Elementen „eingezwängt“ bezeichnet wird, das erste Element direkt zwischen den zwei oder mehr anderen Elementen liegen bzw. sein kann oder auch dazwischenliegende Elemente zwischen den zwei oder mehr anderen Elementen vorhanden sein können. Wenn beispielsweise ein erstes Element „zwischen“ oder „zwischen“ einem zweiten und dritten Element „eingezwängt“ liegt bzw. ist, kann das erste Element direkt zwischen dem zweiten und dritten Element ohne dazwischenliegende Elemente liegen oder das erste Element kann an ein oder mehrere zusätzliche Elemente angrenzen, wobei das erste Element und diese zusätzlichen Elemente alle zwischen dem zweiten und dritten Element liegen.

**[0021]** Bevor spezifische pyrotechnische Auslöseeinrichtungen, die Merkmale der vorliegenden Erfindung umfassen, im Detail beschrieben werden, werden zunächst beispielhafte Schaltvorrichtungen beschrieben, die pyrotechnische Merkmale umfassen und beispielhafte Umgebungen für passive Auslöseeinrichtungen gemäß der vorliegenden Offenba-

rung bereitstellen. Diese Schaltvorrichtungen können alle Schaltvorrichtungen mit pyrotechnischen Merkmalen umfassen, z.B. Schütze, die so eingerichtet sind, dass sie das Schalten einer Vorrichtung zwischen einem „Ein“- und einem „Aus“-Zustand ermöglichen.

**[0022]** Bei einigen Schützvorrichtungen fungieren die pyrotechnischen Merkmale als ein in der Schützvorrichtung integriertes Sicherungselement. Beispiele für solche Schützvorrichtungen sind in der US-Patentanmeldung Nr. 16/101,143 mit dem Titel Contact Device Integrating Pyrotechnic Disconnect Features aufgeführt, die Gigavac, Inc. zugeordnet ist, dem Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung, und die durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung integriert ist. Zusätzlich zu den Schützen, die so eingerichtet sind, dass sie frei zwischen den Zuständen „Ein“ und „Aus“ schalten können, können pyrotechnische Auslöseeinrichtungen gemäß der vorliegenden Offenbarung auch mit Opfersicherungsvorrichtungen verwendet werden, die so eingerichtet sind, dass sie Strom durch ein elektrisches System oder eine elektrische Vorrichtung zulassen, wenn sie nicht ausgelöst werden, und Strom durch das elektrische System oder die elektrische Vorrichtung verhindern, wenn sie ausgelöst werden. Beispiele für solche Sicherungsvorrichtungen sind in der US-Patentanmeldung Nr. 15/889,516 mit dem Titel MECHANICAL FUSE DEVICE (MECHANISCHE SICHERUNGSVORRICHTUNG) aufgeführt, die der Firma Gigavac, Inc., dem Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung, zugeordnet ist und die durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

**[0023]** Unter Bezugnahme auf eine beispielhafte Schützvorrichtung mit pyrotechnischen Merkmalen zeigt **Fig. 1** eine Schnittansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Schützvorrichtung **100**, die eine integrierte pyrotechnische Trennkomponente umfasst, die bei Überstrom als Opfertrennung fungieren kann. **Fig. 1** zeigt die Schützvorrichtung **100** in einer „geschlossenen“ Stromkreisstellung, wobei der Elektrizitäts- bzw. Stromfluss durch die Schützvorrichtung ermöglicht ist. **Fig. 1** zeigt ferner den pyrotechnischen Trennabschnitt der Schützvorrichtung **100** in seiner nicht ausgelösten oder „eingestellten“ mechanischen Orientierung, was der Schützvorrichtung erlaubt, normal zu funktionieren, um zwischen ihrer „geschlossenen“ und „offenen“ Stellung zu arbeiten. Der Trennabschnitt der Schützvorrichtung **100** hat ebenfalls eine „ausgelöste“ Orientierung, bei der der Stromkreis unterbrochen und der Stromfluss durch die Schützvorrichtung dauerhaft deaktiviert ist, bis die Vorrichtung ersetzt oder repariert und zurückgesetzt wird. Sowohl der „geschlossene“ und „offene“ Schützmodus als auch der „eingestellte“ und „ausgelöste“ Trennmodus werden hier weiter unten ausführlicher beschrieben.

**[0024]** Die Schützvorrichtung **100** von **Fig. 1** umfasst einen Körper **102** (auch als Gehäuse **102** bezeichnet) und zwei oder mehr feste Kontaktstrukturen **104**, **106** (zwei dargestellt), die so eingerichtet sind, dass sie die internen Komponenten der Schützvorrichtung elektrisch mit externen Schaltungen verbinden, z.B. mit einem elektrischen System oder einer elektrischen Vorrichtung. Der Körper **102** kann jedes geeignete Material umfassen, das die Struktur und Funktion der Schützvorrichtung **100**, wie hier offenbart, unterstützen kann, wobei ein bevorzugtes Material ein robustes Material ist, das eine strukturelle Unterstützung der Schützvorrichtung **100** bieten kann, ohne den elektrischen Fluss durch die festen Kontakte **104**, **106** und die internen Komponenten der Vorrichtung zu stören. In einigen Ausführungsformen umfasst der Körper **102** einen dauerhaften Kunststoff oder ein dauerhaftes Polymer. Der Körper **102** umgibt zumindest teilweise die verschiedenen internen Komponenten der Schützvorrichtung **100**, die hier weiter unten ausführlicher beschrieben werden.

**[0025]** Der Körper **102** kann jede beliebige Form aufweisen, die zur Aufnahme der verschiedenen internen Komponenten geeignet ist, einschließlich jedes regelmäßigen oder unregelmäßigen Polygons. Der Körper **102** kann eine durchgehende bzw. kontinuierliche Struktur sein oder kann mehrere zusammengefügte Komponenten aufweisen, z.B. einen „Becher“ als Grundkörper und einen oberen „Kopf“-Abschnitt, der mit einem Epoxidmaterial versiegelt ist. Einige beispielhafte Körpereinrichtungen umfassen die in den US-Patenten Nr. 7,321,281, 7,944,333, 8,446,240 und 9,013,254 aufgeführten Einrichtungen, die alle der Firma Gigavac, Inc., dem Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung, zugeordnet sind und die hiermit durch Verweis in ihrer Gesamtheit einbezogen werden.

**[0026]** Die festen Kontakte **104**, **106** sind so eingerichtet, dass die verschiedenen internen Komponenten der Schützvorrichtung **100**, die innerhalb des Körpers **102** untergebracht sind, elektrisch mit einem externen elektrischen System oder einer elektrischen Vorrichtung kommunizieren können, so dass die Schützvorrichtung **100** als Schalter fungieren kann, um einen elektrischen Stromkreis wie hier beschrieben zu unterbrechen oder zu schließen. Die festen Kontakte **104**, **106** können jedes geeignete leitende Material zur Herstellung eines elektrischen Kontakts zu den internen Komponenten der Schützvorrichtung umfassen, z.B. verschiedene Metalle und metallische Werkstoffe bzw. Materialien oder jedes elektrische Kontaktmaterial oder Struktur, die aus dem Stand der Technik bekannt ist. Die festen Kontakte **104**, **106** können einzelne durchgehende Kontaktstrukturen (wie abgebildet) oder mehrere elektrisch verbundene Strukturen umfassen. Zum Beispiel können die festen Kontakte **104**, **106** in einigen Ausführungsformen zwei Abschnitte umfassen, einen

ersten Abschnitt, der sich vom Körper **102** aus erstreckt, der elektrisch mit einem zweiten Abschnitt im Inneren des Körpers **102** verbunden ist, der so eingerichtet ist, dass er mit anderen Komponenten im Inneren des Körpers zusammenwirkt bzw. interagiert, wie hier beschrieben.

**[0027]** Der Körper **102** kann so eingerichtet sein, dass der Innenraum des Körpers **102**, in dem die verschiedenen internen Komponenten der Schützvorrichtung **100** untergebracht sind, hermetisch abgedichtet ist. In Verbindung mit der Verwendung von elektronegativen Gas kann diese hermetisch abgedichtete Einrichtung dazu beitragen, elektrische Lichtbögen zwischen benachbarten leitenden Elementen zu mildern oder zu verhindern, und in einigen Ausführungsformen trägt sie zur elektrischen Isolierung zwischen räumlich getrennten Kontakten bei. In einigen Ausführungsformen kann der Körper **102** unter Vakuumbedingungen stehen bzw. ein Vakuum aufweisen. Der Körper **102** kann unter Verwendung aller bekannten Mittel zur Erzeugung hermetisch abgedichteter elektrischer Vorrichtungen hermetisch abgedichtet werden. Einige Beispiele für hermetisch abgedichtete Vorrichtungen sind die in den US-Patenten Nr. 7,321,281, 7,944,333, 8,446,240 und 9,013,254 aufgeführten Vorrichtungen, die alle der Firma Gigavac, Inc., dem Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung, zugeordnet sind und die alle durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung in ihrer Gesamtheit einbezogen sind.

**[0028]** In einigen Ausführungsformen kann der Körper **102** zumindest teilweise mit einem elektronegativen Gas gefüllt sein, zum Beispiel mit Schwefelhexafluorid oder einem Gemisch aus Stickstoff und Schwefelhexafluorid. In einigen Ausführungsformen umfasst der Körper **102** ein Material, das eine geringe oder im wesentlichen keine Durchlässigkeit bzw. Permeabilität für ein in das Gehäuse injiziertes Gas aufweist. In einigen Ausführungsformen kann der Körper verschiedene Gase, Flüssigkeiten oder Feststoffen umfassen, die so eingerichtet sind, dass sie die Leistung der Vorrichtung erhöhen.

**[0029]** Vor der Beschreibung der pyrotechnischen Trennkomponenten der Schützvorrichtung **100**, die für den Überstromschutz verwendet werden, werden zunächst die Schützkomponenten beschrieben, die bei der normalen Schaltverwendung der Schützvorrichtung **100** verwendet werden. Die festen Kontakte **104**, **106** sind, wenn sie nicht mit einem der anderen Komponenten im Inneren des Körpers **102** zusammenwirken, andernfalls elektrisch voneinander isoliert, so dass Elektrizität bzw. Strom nicht frei zwischen ihnen fließen kann. Die festen Kontakte **104**, **106** können durch jede bekannte Struktur der elektrischen Isolierung oder jedes bekannte Verfahren zur elektrischen Isolierung voneinander elektrisch isoliert werden.

**[0030]** Wenn die Schützvorrichtung **100** in ihrer „geschlossenen“ Stellung ist, wie in **Fig. 1** dargestellt, werden die beiden sonst elektrisch isolierten festen Kontakte **104**, **106** von einem beweglichen Kontakt **108** kontaktiert. Der bewegliche Kontakt **108** fungiert als Brücke, die es erlaubt, dass ein elektrisches Signal durch die Vorrichtung fließt, z.B. vom ersten festen Kontakt **104** zum beweglichen Kontakt **108**, zum zweiten Kontakt **106** oder umgekehrt. Daher kann die Schützvorrichtung **100** mit einem elektrischen Stromkreis, einem System oder einer Vorrichtung verbunden werden und einen Stromkreis schließen, während der bewegliche Kontakt mit den festen Kontakten in elektrischem Kontakt steht bzw. ist.

**[0031]** Der bewegliche Kontakt **108** kann jedes geeignete leitfähige Material aufweisen, einschließlich jedes der hier im Hinblick auf die festen Kontakte **104**, **106** diskutierten Materialien. Wie bei den festen Kontakten **104**, **106** kann der bewegliche Kontakt **108** eine einzige durchgehende Struktur (wie abgebildet) aufweisen, oder kann mehrere Komponententeile aufweisen, die elektrisch so miteinander verbunden sind, dass sie als Kontaktbrücke zwischen den ansonsten elektrisch isolierten festen Kontakten **104**, **106** dienen, so dass Elektrizität durch die Schützvorrichtung **100** fließen kann.

**[0032]** Der bewegliche Kontakt **108** kann so eingerichtet sein, dass er in und aus dem elektrischen Kontakt mit den festen Kontakten **104**, **106** bewegt werden kann. Dadurch wird der Stromkreis „geschlossen“ oder vervollständigt, wenn der bewegliche Kontakt in elektrischem Kontakt mit den festen Kontakten **104**, **106** steht, und „geöffnet“ oder unterbrochen, wenn der bewegliche Kontakt **108** nicht in elektrischem Kontakt mit den festen Kontakten **104**, **106** steht. Die festen Kontakte **104**, **106** sind ansonsten elektrisch voneinander isoliert, wenn sie den beweglichen Kontakt **108** nicht kontaktieren bzw. mit dem beweglichen Kontakt **108** nicht in Kontakt stehen. In einigen Ausführungsformen, einschließlich der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform, ist der bewegliche Kontakt **108** physisch mit einer Schaft- bzw. Wellenstruktur **110** verbunden, die so eingerichtet ist, dass sie sich innerhalb der Schützvorrichtung **100** über eine vorbestimmte Strecke bewegt. Die Welle **110** kann jedes Material oder jede Form aufweisen, das/die für ihre Funktion als interne bewegliche Komponente geeignet ist, die physisch mit dem beweglichen Kontakt **108** verbunden ist, so dass sich der bewegliche Kontakt **108** mit der Welle **110** bewegen kann.

**[0033]** Die Bewegung der Welle **110** steuert die Bewegung des beweglichen Kontakts **108**, die wiederum die Stellung des beweglichen Kontakts **108** im Verhältnis zu den festen Kontakten **104**, **106** steuert, die wiederum den Stromfluss durch die Schützvorrichtung **100** wie hier beschrieben steuert. Die Bewegung der Welle kann durch verschiedene Einrichtungen

gesteuert werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf elektrische und elektronische, magnetische und elektromagnetische und manuelle Einrichtungen. Beispielhafte manuelle Einrichtungen für die Steuerung einer Welle, die mit einem beweglichen Kontakt verbunden ist, sind im US-Patent Nr. 9,013, 254 von Gigavac, Inc. dargelegt, dem Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung, und alle diese Einrichtungen sind durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung in ihrer Gesamtheit einbezogen. Einige dieser beispielhaften Einrichtungen manueller Steuermerkmale umfassen magnetische Einrichtungen, Diaphragma- bzw. Membraneinrichtungen und gewölbte bzw. Balgeinrichtungen.

**[0034]** In der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform wird die Bewegung der Welle **110** durch die Verwendung einer elektromagnetischen Einrichtung gesteuert. Eine Kolbenstruktur **111** ist mit einem Abschnitt der Welle **110** verbunden oder umschließt ihn zumindest teilweise. Der Körper **102** beherbergt auch einen Elektromagneten bzw. Magnetschalter bzw. eine Magnetspule **112**. Es können viele verschiedene Elektromagnete verwendet werden, wobei ein Beispiel für einen geeigneten Elektromagneten ein Elektromagnet ist, der unter einer niedrigen Spannung und mit einer relativ hohen Kraft arbeitet. Ein Beispiel für einen geeigneten Elektromagneten ist der im Handel erhältliche Elektromagnet Modell Nr. SD 1564 N1200 von Bicon Inc., obwohl auch viele andere Elektromagnete verwendet werden können. In der gezeigten Ausführungsform kann die Kolbenstruktur **111** ein metallisches Material aufweisen, der von dem Elektromagneten **112** bewegt und gesteuert werden kann. Die Bewegung der Kolbenstruktur **111** steuert die Bewegung der verbundenen Welle **110**, die wiederum die Bewegung des verbundenen beweglichen Kontakts **108** steuert.

**[0035]** Der Fahrweg der Welle **110** kann durch verschiedene Merkmale gesteuert werden, z.B. durch Federn zur Steuerung des Fahrwegs/des Überfahrwegs oder durch verschiedene Abschnitte des Körpers **102**, die den Fahrweg der Welle **110** blockieren oder einschränken können. In der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform wird der Fahrweg der Welle **110** teilweise durch einen harten Stopp bzw. Anschlag **113** gesteuert, der so eingerichtet ist, dass er gegen einen Flügelabschnitt **114** der Welle **110** stößt bzw. angrenzt, um die Distanz der Welle **110** zu begrenzen, wenn die Welle **110** eine ausreichende Distanz von den festen Kontakten **104**, **106** zurückgelegt hat. Der harte Anschlag **113** kann ein beliebiges Material oder eine beliebige Form aufweisen, das/die geeignet ist, eine Oberfläche zur Interaktion mit der Welle **110** bereitzustellen, um die Bewegung oder den Fahrweg der Welle **110** zu begrenzen. In der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform umfasst der harte Anschlag **113** ein Kunststoffmaterial. In einigen Ausführungsformen ist der harte Anschlag **113** so eingerichtet, dass er beim

Auslösen der pyrotechnischen Trennelemente bricht oder absichert, wie weiter unten näher erläutert wird.

**[0036]** Nachdem nun die grundlegenden Schaltmerkmale der Schützvorrichtung **110** dargelegt sind, werden nun die pyrotechnischen Trennelemente beschrieben. Die Schützvorrichtung **100** kann mehrere Elemente umfassen, die als Überstromschutz fungieren können, darunter eine pyrotechnische Ladung **202** und eine Kolben- bzw. Hubkolbenstruktur **204**. Die Hubkolbenstruktur **204** kann in der Nähe oder zumindest teilweise um eine oder mehrere der internen Komponenten positioniert werden, z.B. die Welle **110**, wie dargestellt. Die Bewegung des Hubkolbens aus einer Ruhestellung kann die Einrichtung der internen Komponenten ändern, um den Stromfluss durch die Vorrichtung zu unterbrechen, z.B. durch Drücken gegen die Welle **100** bzw. **110** oder andernfalls durch Bewegen der Welle **100** bzw. **110**, wie hier beschrieben. Die pyrotechnische Ladung **202** kann so eingerichtet werden, dass sie aktiviert wird, wenn der Strom einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, um dauerhafte Schäden an einer angeschlossenen elektrischen Vorrichtung oder ein Sicherheitsrisiko wie einen elektrischen Brand zu verhindern.

**[0037]** Die Schützvorrichtung **100** kann verschiedene Sensormerkmale umfassen, die detektieren bzw. erkennen können, wenn der Strom durch die Vorrichtung ein gefährliches Niveau erreicht hat, und die pyrotechnische Ladung auslösen können, wenn dieses Schwellenwertniveau detektiert wurde. In einigen Ausführungsformen kann die Schützvorrichtung **100** einen speziellen Stromsensor aufweisen, der so eingerichtet ist, dass er das Niveau bzw. die Höhe des durch die Vorrichtung fließenden Stroms erkennt. Der Stromsensor kann so eingerichtet sein, dass er die pyrotechnische Ladung direkt oder indirekt auslöst, wenn der Strom ein Schwellenwertniveau erreicht hat. In einigen Ausführungsformen können die Stromsensoren ein Signal, das proportional zu dem detektierten Strom ist, übertragen, um die pyrotechnische Ladung zu aktivieren, wenn ein Schwellenwertstromniveau detektiert wird. In einigen Ausführungsformen können die Stromsensoren einen Hall-Effekt-Sensor, einen Transformator oder ein Stromzangenmessgerät, einen Widerstand, einen faseroptischen Stromsensor oder ein Interferometer umfassen.

**[0038]** In einigen Ausführungen ist die pyrotechnische Ladung **202** so eingerichtet, dass sie durch einen elektrischen Impuls aktiviert wird und durch ein Airbagsystem angetrieben wird, das so eingerichtet ist, dass es mehrere Faktoren erkennt, ähnlich wie bei modernen Fahrzeugen. In einigen Ausführungsformen kann die Schützvorrichtung **100** einen oder mehrere pyrotechnische Stifte **203** umfassen, die so eingerichtet werden können, dass sie die pyrotechnische Ladung **202** auslösen, wenn die pyrotech-

nischen Stifte **203** ein Aktivierungssignal erhalten. In einigen Ausführungsformen kann die pyrotechnische Ladung an ein anderes Merkmal angeschlossen bzw. mit einem anderen Merkmal verbunden werden, das bereits den fließenden Strom überwacht. Dieses andere Merkmal, zum Beispiel eine Batterieverwaltungskomponente, kann dann so eingerichtet werden, dass es ein Signal zur Aktivierung der pyrotechnischen Ladung sendet, wenn ein Schwellenwertstromniveau detektiert wird.

**[0039]** Die pyrotechnische Ladung **202** kann eine Einzelladungsstruktur oder eine Mehrfachladungsstruktur sein. In einigen Ausführungsformen umfasst die pyrotechnische Ladung **202** eine Doppelladungsstruktur, die zunächst eine Initiator- bzw. Zünderladung und dann eine sekundäre Gaserzeugungsladung umfasst. Viele verschiedene Arten von pyrotechnischen Ladungen können verwendet werden, vorausgesetzt, dass die verwendete pyrotechnische Ladung ausreicht, um eine ausreichende Kraft zu erzeugen bzw. bereitzustellen, um die Hubkolbenstruktur **204** so zu bewegen, dass der Stromkreis der Schützvorrichtung **100**, wie hier beschrieben, dauerhaft unterbrochen wird. In einigen Ausführungsformen umfasst die pyrotechnische Ladung **202** Zirkoniumkaliumperchlorat, welches den Vorteil hat, dass es sowohl als Zünderladung als auch als Gaserzeugungsladung verwendet werden kann. In einigen Ausführungsformen umfasst die Zünderladung ein schnell brennendes Material wie Zirkoniumkaliumperchlorat, Zirkoniumwolframkaliumperchlorat, Titankaliumperchlorat, Zirkoniumhydridkaliumperchlorat oder Titanhydridkaliumperchlorat. In einigen Ausführungsformen umfasst die Gaserzeugungsladung ein langsam brennendes Material wie Borkaliumnitrat oder Schwarzpulver.

**[0040]** Wenn die pyrotechnische Ladung **202** aktiviert wird, bewirkt die resultierende Kraft, dass die Hubkolbenstruktur **204** aus ihrer Ruheposition in der Nähe oder um die pyrotechnische Ladung **202** herum weggetrieben wird, was wiederum bewirkt, dass die Hubkolbenstruktur **204** gegen die Welle **110** drückt und bewirkt, dass die Welle von den festen Kontakten **104**, **106** weggetrieben wird. Die resultierende Kraft reicht auch aus, um den harten Anschlag **113** abzubauen oder abzuscheren, wodurch der Schaft **110** noch weiter von den festen Kontakten **104**, **106** weggedrückt wird und z.B. in ein separates internes Fach bzw. internes Abteil **206** des Körpers **102** geschoben wird. Die Hubkolbenstruktur **204** kann ausreichende Dimensionen bzw. Abmessungen (z.B. Form, Größe, räumliche Orientierung oder eine andere Einrichtung) aufweisen, so dass die Hubkolbenstruktur **204** die internen Komponenten in einer Position oder Einrichtung halten kann, in der kein Strom durch die Schützvorrichtung fließen kann. Dies geschieht z.B. durch Halten der Welle **110** an einer Position bzw. Stelle, die weiter von den festen Kontakten **104**, **106** entfernt ist,

wie z.B. durch Halten der Welle **110**, so dass sie sich im Wesentlichen innerhalb des separaten Fachs **206** des Körpers **102** befindet. Dies wiederum bewirkt, dass der bewegliche Kontakt **108**, der mit der Welle **110** verbunden ist, durch einen noch größeren räumlichen Abstand von den festen Kontakten **104**, **106** getrennt ist, wodurch die Vorrichtung in der „ausgelösten“ oder dauerhaft „offenen“ Einrichtung ist, in der kein Strom durch die Vorrichtung fließen kann. In einigen Ausführungsformen weist die Hubkolbenstruktur **204** ausreichende Abmessungen auf, so dass die Hubkolbenstruktur **204**, sobald sie durch Aktivierung der pyrotechnischen Merkmale **202** verschoben wird, in eine Position gezwungen wird, in der sie mit einem Abschnitt des Körpers **102** interagiert, so dass sie nicht leicht bewegt werden kann.

**[0041]** Zusätzlich zu dem schnell geschaffenen großen räumlichen Abstand zwischen den festen Kontakten **104**, **106** und dem beweglichen Kontakt **108** können weitere Strukturen genutzt werden. Zum Beispiel können in einigen Ausführungsformen ein oder mehrere Lichtbogenausblasmagnete bzw. Lichtbogenausstoßmagnete **208** (zwei dargestellt) zur weiteren Steuerung des elektrischen Lichtbogens eingesetzt werden. Während das Hauptverfahren zur Unterbrechung des Stromflusses in der schnellen Öffnung der Kontakte zu einem viel größeren Luftspalt, wie hier beschrieben, besteht, kann durch einen sekundären, auf den Lichtbogen gerichteten Gasstrahl, z.B. durch Verwendung einer Gaserzeugungsladung, zusätzliche Leistung erzielt werden.

**[0042]** In einigen Ausführungsformen, einschließlich der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform, können weitere optionale Konstruktionsmerkmale enthalten sein, die dazu beitragen können, Gefahren zu vermeiden, die durch den raschen Aufbau von Gas infolge der Aktivierung der pyrotechnischen Ladung **202** entstehen. In diesen Ausführungsformen kann der Körper **102** so eingerichtet werden, dass bei Aktivierung der pyrotechnischen Ladung **202** die Hubkolbenstruktur **204** die Welle **110** mit ausreichender Kraft antreibt, um einen Abschnitt des Körpers **102** zu durchstoßen. Dadurch kann die schnell aufgebaute Gasmenge entweichen. In einigen Ausführungsformen wird dies dadurch erreicht, dass ein Abschnitt des Körpers **102** eine Membran umfasst, die während des pyrotechnischen Trennungszyklus durchstoßen werden kann, z.B. durch einen scharfen Abschnitt **210** der Welle **110**, so dass Gas aus einem verbundenen bzw. angeschlossenen Entlüftungsabschnitt **212** des Körpers **102**, der eine Hochtemperaturfiltermembran sein kann, entweichen kann. Das Hochtemperaturgas kann dann aus dem Körper **102** austreten. Durch die Druckfreisetzung bzw. Druckentlastung kann der Lichtbogen gekühlt und die Leistung verbessert sowie ein Bersten des Schützgehäuses verhindert werden.

**[0043]** Die Unterschiede zwischen der Unterbrechung des Stromkreises des elektrischen Flusses durch die Schützvorrichtung **100** während des normalen Schaltbetriebs und der dauerhaften Unterbrechung des Stromkreises des elektrischen Flusses durch die Schützvorrichtung **100**, wenn die Vorrichtung in ihrem „ausgelösten“ Zustand ist, sind in den **Fig. 2-3** besser dargestellt. Die **Fig. 2-3** zeigen die Schützvorrichtung **100** von **Fig. 1**, jedoch in unterschiedlichen Orientierungen. Die Schützvorrichtung **100** umfasst einen Körper **102**, feste Kontakte **104**, **106**, einen beweglichen Kontakt **108**, eine Welle **110**, eine Kolbenstruktur **111**, einen Elektromagneten **112**, einen harten Anschlag **113**, einen Flügelabschnitt **114** der Welle **110**, eine pyrotechnische Ladung **202**, Pyrostifte **203**, eine Hubkolbenstruktur **204**, ein separates Abteil **206** des Körpers **102**, Lichtbogenausstoßmagneten **208**, einen scharfen Abschnitt **210** der Welle **110** und einen Entlüftungsabschnitt **212** des Körpers **102**.

**[0044]** Die Schützvorrichtung **100** ist in ihrem „geöffneten“ Zustand in **Fig. 2** dargestellt, die die Welle **110** derart bewegt zeigt, so dass der verbundene bewegliche Kontakt **108** von den festen Kontakten **104**, **106** durch einen trennenden räumlichen Abstand **302** getrennt ist. Die Schützvorrichtung **100** ist, wie in **Fig. 2** dargestellt, immer noch in der „eingestellten“ Position, ohne dass die pyrotechnischen Merkmale aktiviert sind. Der trennende räumliche Abstand **302** bewirkt, dass der bewegliche Kontakt **108** mit einem ausreichenden Abstand von den festen Kontakten **104**, **106** beabstandet ist, die ansonsten voneinander elektrisch isoliert sind, um den Stromfluss durch die Vorrichtung zu unterbrechen. Im Gegensatz dazu zeigt **Fig. 3** die Schützvorrichtung **100** in ihrem ausgelösten Zustand, wenn die pyrotechnische Ladung **202** aktiviert wurde, wodurch bewirkt wird, dass die Hubkolbenstruktur **204** die Welle **110** und den beweglichen Kontakt **108** in eine Richtung zwingt bzw. treibt, die weiter von den festen Kontakten **104**, **106** entfernt ist. Dadurch entsteht schnell ein größerer den Stromkreis trennender räumlicher Abstand **350** zwischen den festen Kontakten **104**, **106** und dem beweglichen Kontakt **108**.

**[0045]** Die resultierende Kraft aus der Aktivierung der pyrotechnischen Ladung **202** und der daraus resultierenden plötzlichen Bewegung der Hubkolbenstruktur **204** und der Welle **110** reicht aus, um den harten Anschlag **113** zu brechen oder abzuscheren, der in **Fig. 3** derart dargestellt ist, dass er aus seiner ursprünglichen, mit dem Körper **113** verbundenen Position verschoben ist. Der harte Anschlag **113** kann ein robustes Material umfassen, das mit dem Körper **102** verbunden oder in diesen integriert ist, so dass er als Anschlag für die Welle **110** während des normalen Vorrichtungsbetriebs zwischen den Zuständen „geschlossener“ und „offener“ Stromkreis fungiert. Während des Betriebs der pyrotechnischen Trennungs-

merkmale kann der harte Anschlag **113** jedoch absichtlich so konstruiert werden, dass er als Anschlagstruktur „versagt“ und abbricht oder absichert, damit die Welle **110** in das separate Körperabteil **206** gelangen kann.

**[0046]** In einigen Ausführungsformen kann die Hubkolbenstruktur **204** so eingerichtet sein, dass sie nach Aktivierung der pyrotechnischen Ladung **202** mit einem Hubkolbenanschlagabschnitt **352** des Körpers **102** interagieren kann. Dies kann z.B. durch Interaktion mit einer Position der Hubkolbenstruktur **204** geschehen, z.B. einem Abschnitt des Hubkolbenanschlagabschnittes **352**, der so eingerichtet ist, dass er mit einem anderen Abschnitt auf der Hubkolbenstruktur **204** interagiert oder zusammenpasst bzw. zusammenfügt.

**[0047]** In einigen Ausführungsformen ist die Hubkolbenstruktur **204** erst in der Lage, mit dem Hubkolbenanschlagabschnitt **352** in Kontakt zu kommen, nachdem die Hubkolbenstruktur **204** durch Aktivierung der pyrotechnischen Ladung **202** verschoben wurde. Dies bewirkt, dass die Hubkolbenstruktur **204** zwischen dem Hubkolbenanschlagabschnitt **352** und dem beweglichen Kontakt **108** gehalten wird, wenn die pyrotechnische Ladung **202** aktiviert wurde und die Hubkolbenstruktur **204** aus ihrer Ruheposition gezwungen bzw. getrieben wurde. Wie in **Fig. 3** dargestellt, positioniert diese Einrichtung die Hubkolbenstruktur **204** in eine Position, die die Hubkolbenstruktur **204** gegen den beweglichen Kontakt **108** hält oder an diesem verriegelt. Die Hubkolbenstruktur **204** hält den beweglichen Kontakt **108** an Ort und Stelle und trägt dazu bei, den den Stromkreis unterbrechenden räumlichen Abstand **350** beizubehalten bzw. aufrechtzuerhalten, so dass die festen Kontakte **104**, **106** und der bewegliche Kontakt **108** nicht wieder zurück in Kontakt miteinander rutschen, wodurch die Schützvorrichtung **100** funktionsunfähig bzw. deaktiviert wird.

**[0048]** In einigen Ausführungsformen kann anstelle oder zusätzlich zum Hubkolbenanschlagabschnitt **352** des Körpers **102** das separate Abteil **206** des Körpers **102** ausreichende Abmessungen, einschließlich z.B. Größe und Form, aufweisen, so dass das separate Abteil **206** mit einem Abschnitt der Welle **110**, der sich aufgrund der Aktivierung der pyrotechnischen Ladung **202** in das separate Abteil **206** bewegt hat, interagieren kann.

**[0049]** In einigen Ausführungsformen kann das separate Abteil so eingerichtet sein, dass es mit dem abgescherten harten Anschlag **113** oder einer anderen Struktur, der/die mit der Welle **110** verbunden ist und der/die sich aufgrund der Aktivierung der pyrotechnischen Ladung **202** in das separate Abteil **206** bewegt hat, interagiert. Diese Abschnitte der Welle **110** oder verbundene Strukturen befanden sich wäh-

rend des normalen Vorrichtungsbetriebs vorher nicht in den separaten Abteil **206**, sondern wurden während des pyrotechnischen Zyklus während des Überstromschutzbetriebs in das separate Abteil **206** gezwungen bzw. getrieben. Das separate Abteil **206** weist eine ausreichende Größe, Form oder zusätzliche Merkmale auf, z.B. Merkmale, die so eingerichtet sind, dass sie mit entsprechenden Merkmalen an der Welle **110** oder der verbundenen Struktur interagieren oder zusammenpassen, um die Welle **110** an Ort und Stelle zu halten, so dass der mit der Welle **110** verbundene bewegliche Kontakt **108** nicht wieder in Kontakt mit den festen Kontakten **104**, **106** rutschen kann.

**[0050]** Zusätzlich zu den vorgenannten Merkmalen kann die Schützvorrichtung **100** der **Fig. 1-3** auch eine Leiterplatte bzw. PCB **400** umfassen. Wie hier weiter erörtert wird, ermöglicht die PCB eine effiziente und bequeme Verbindung der internen Komponenten der Schützvorrichtung **100** mit pyrotechnischen Auslöseeinrichtungen, die Merkmale der vorliegenden Erfindung enthalten. Die PCB **400** kann eine PCB sein, die ausgelegt ist, um pyrotechnische Auslöseeinrichtungen aufzunehmen, die Merkmale der vorliegenden Erfindung enthalten. In der in **Fig. 1-3** gezeigten Ausführungsform befindet sich die PCB **400** in der Nähe des oberen Abschnitts der Schützvorrichtung **100**; es versteht sich jedoch von selbst, dass die PCB **400** in oder auf einem beliebigen Abschnitt des Schützvorrichtung **100** angeordnet sein kann und sich innerhalb der Schützvorrichtung **100** oder außerhalb der Schützvorrichtung **100** befinden kann.

**[0051]** Neben Schützvorrichtungen, die während des normalen Betriebs den elektrischen Fluss durch die Vorrichtung einschränken oder zulassen können, sind Sicherungsvorrichtungen eine weitere Art von Schaltvorrichtung, die als beispielhafte Umgebung für die Verwendung mit den passiven pyrotechnischen Auslöseeinrichtungen dienen können. Sicherungsvorrichtungen erlauben den Stromfluss durch die Vorrichtung nur während des normalen Betriebs und fungieren als Opferstromkreisunterbrechung, wenn ein Schwellenwertstromniveau durch die Vorrichtung fließt. Die **Fig. 4-5** zeigen eine beispielhafte Sicherungsvorrichtung **430**, die ähnliche Merkmale aufweist und ähnlich wie die Schützvorrichtung **100** in **Fig. 1-3** arbeitet, jedoch ohne einige der Merkmale, wie z.B. einen Elektromagneten oder einen anderen Mechanismus zum Öffnen und Schließen der festen und beweglichen Kontakte, zu umfassen. Während des normalen Betriebs ist die Sicherungsvorrichtung **430** ständig in einem „geschlossenen“ Zustand, der einen Stromfluss durch die Vorrichtung ermöglicht, bis die pyrotechnischen Merkmale aktiviert werden, was dazu führt, dass die Vorrichtung danach in einem „offenen“ Zustand ist, wodurch ein Stromfluss durch die Vorrichtung verhindert wird. **Fig. 4-5** zeigen einen Körper **432** (ähnlich

wie der Körper **102** in **Fig. 1-3** oben), feste Kontakte **434, 436** (ähnlich wie die festen Kontakte **104, 106** in **Fig. 1-3** oben). In dieser Ausführungsform sind die festen Kontakte **434, 436** jedoch getrennt von den Stromanschlüssen **438, 440** ausgebildet, die elektrisch mit den festen Kontakten **434, 436** zur Verbindung mit externen Schaltungen verbunden sind, wobei die Stromanschlüsse und die festen Kontakte in der Ausführungsform von **Fig. 1-3** identisch bzw. ein und dasselbe sind. **Fig. 4-5** zeigen ferner bewegliche Kontakte **442** (ähnlich wie der bewegliche Kontakt **108** in **Fig. 1-3** oben), eine Wellenstruktur **444** (ähnlich der Wellenstruktur **110** in **Fig. 1-3** oben, nur anders geformt).

**[0052]** Die Wellenstruktur **444** ist mit dem beweglichen Kontakt **442** und der Hubkolbenstruktur **446** verbunden (die der Hubkolbenstruktur **204** in **Fig. 1-3** oben ähnlich ist). Die Hubkolbenstruktur **446** kann zumindest teilweise eine pyrotechnische Ladung **448** umschließen, so dass bei Aktivierung der pyrotechnischen Ladung **448** der bewegliche Kontakt **442** und die Hubkolbenstruktur **446** in eine Richtung weg von den festen Kontakten **434, 436** gedrückt werden und somit die Stromkreise unterbrechen. In einigen Ausführungsformen kann die Sicherungsvorrichtung **430** eine Träger- bzw. Stützstruktur **450** umfassen, die so eingerichtet ist, dass sie dabei hilft, die festen Kontakte **434, 436** und die beweglichen Kontakte **442** an Ort und Stelle zu halten. In einigen Ausführungsformen bewirkt die Auslösung der pyrotechnischen Ladung **448**, dass die Hubkolbenstruktur **446** mit einer solchen Kraft von der pyrotechnischen Ladung weggetrieben wird, dass die Stützstruktur **450** gebrochen oder verschoben wird. In einigen Ausführungsformen kann die Sicherungsvorrichtung **430** durch aktive Signale ausgelöst werden. In einigen Ausführungsformen kann die Sicherungsvorrichtung **430** durch passive Auslöseeinrichtungen, wie die hier besprochenen, ausgelöst werden. **Fig. 4** zeigt die Sicherungsvorrichtung **430** in ihrem „geschlossenen“ Zustand, wobei die festen Kontakte **434, 436** und die beweglichen Kontakte **442** zusammen bzw. verbunden sind und ein elektrischer Fluss durch die Vorrichtung **430** erlaubt ist. Im Gegensatz dazu zeigt **Fig. 5** die Sicherungsvorrichtung **430** in ihrem „offenen“ Zustand nach Auslösung der pyrotechnischen Ladung **448**, wobei die festen Kontakte **434, 436** und die beweglichen Kontakte **444** getrennt sind und ein elektrischer Fluss durch die Vorrichtung **430** verhindert wird.

**[0053]** Da zwei Arten von Schaltvorrichtungen, Schütze und Sicherungsvorrichtungen, als beispielhafte Umgebungen beschrieben wurden, die gemäß der vorliegenden Offenbarung pyrotechnische Auslösemechanismen nutzen können, können Ausführungsformen pyrotechnischer Auslösemechanismen nun ausführlicher beschrieben werden. In den folgenden Ausführungsformen, die in Bezug auf die **Fig. 6-11** beschrieben werden, werden die pyro-

technischen Auslöseeinrichtungen in Bezug auf die Anwendung der Schützvorrichtung der **Fig. 1-3** beschrieben. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die in Bezug auf **Fig. 6-11** beschriebenen pyrotechnischen Auslöseeinrichtungen als Auslösevorrichtungen in jedem Schaltmechanismus, der pyrotechnische Merkmale aufweist, einschließlich z.B. der in Bezug auf **Fig. 4-5** beschriebenen Sicherungsvorrichtung, verwendet werden können.

**[0054]** **Fig. 6** zeigt eine pyrotechnische Auslöseeinrichtung **500**, umfassend eine PCB **502** (Leitbahnen nicht dargestellt), ähnlich der PCB **400** in **Fig. 1-3**, elektrische Stromanschlüsse **504**, ähnlich den festen Kontaktstrukturen **104, 106** in **Fig. 1-3**, und einen passiven Auslöseschalter **506**. **Fig. 6** zeigt ferner die pyrotechnische Auslöseeinrichtung **500**, die mit einer elektrischen Vorrichtung **503** integriert ist, umfassend einen Körper **508**, der ähnlich wie der Körper **102** sein kann und interne Komponenten darin enthält. Die pyrotechnische Auslöseeinrichtung **500** in **Fig. 6** ist ohne einen oberen „Kappen“- bzw. „Deckel“-Abschnitt des Körpers dargestellt, so dass die PCB **502** sichtbar und freiliegend ist, jedoch wird davon ausgegangen, dass im normalen Vorrichtungsbetrieb Merkmale wie ein geschlossener Körper mit einer Kappe bzw. einem Deckel und Epoxidmaterial enthalten sein können. **Fig. 6** zeigt auch pyrotechnische Stifte **510**, die den pyrotechnischen Stiften **203** in **Fig. 1-3** ähnlich sind. Spulenstifte **512** sind enthalten, die eine elektrische Verbindung zu einer internen Spule oder einem internen Elektromagneten ermöglichen, z.B. ähnlich wie der Elektromagnet **112** in **Fig. 1-3**. Eine Röhrenstruktur **514** ist ebenfalls enthalten, die die Bildung einer internen hermetischen Dichtung oder die Verwaltung von elektronegativen Gasen innerhalb der elektrischen Vorrichtung **503** erleichtern kann.

**[0055]** Beim Betrieb der pyrotechnischen Auslöseeinrichtung **500** von **Fig. 6** wird der passive Auslöseschalter **506** aktiviert, wenn ein vorbestimmtes Stromniveau durch die Vorrichtung **503** fließt, z.B. ein Stromniveau, das ein gefährliches Stromniveau bezeichnet, das zu einer dauerhaften Beschädigung einer Vorrichtung oder zur Erzeugung einer Gefahr wie z.B. eines Feuers führen kann. Dieser wiederum schließt einen Stromkreis, um ein Signal an die pyrotechnischen Stifte **510** zu übertragen, wodurch ein internes pyrotechnisches Element aktiviert wird, wie z.B. die pyrotechnische Ladung **202** in **Fig. 1-3**. In diesen Ausführungsformen kann die PCB **502** so eingerichtet sein, dass sie ein Auslösesignal an die pyrotechnischen Stifte **510** leitet, die in elektrischer Kommunikation mit pyrotechnischen Merkmalen innerhalb der Vorrichtung **503** stehen. Der elektrische Pfad für dieses Auslösesignal kann vom Schließen oder Aktivieren des passiven Auslöseschalters **506** abhängig sein, so dass, wenn der passive Auslöseschalter **506** geöffnet oder nicht ausgelöst ist (im Ru-

hezustand ist), der elektrische Pfad für das Auslösesignal zu den pyrotechnischen Stiften **510** blockiert ist. Ebenso kann, wenn der passive Auslöseschalter **506** geschlossen oder aktiviert ist, das Auslösesignal zu den pyrotechnischen Stiften **510** geleitet werden und das interne pyrotechnische Merkmal auslösen.

**[0056]** Der passive Auslöseschalter **506** kann mit einem Sensor verbunden sein, der so eingerichtet ist, dass er erkennt, wenn ein vorbestimmtes Stromniveau durch die Vorrichtung **503** fließt, wobei der Sensor dem passiven Auslöseschalter **506** signalisiert, dass er auslösen soll. In einigen Ausführungsformen ist es der passive Auslöseschalter **506** selbst, der so eingerichtet ist, dass er erkennt oder passiv reagiert und auslöst, wenn der durch die Vorrichtung **503** fließende Strom ein vorbestimmtes Niveau erreicht. In einigen Ausführungsformen umfasst der passive Auslöseschalter **506** beispielsweise einen Schalter, der so eingerichtet ist, dass er auf ein Magnetfeld reagiert, das durch den Stromfluss durch die elektrischen Stromanschlüsse **504** der Vorrichtung **503** oder durch den Stromfluss durch einen Bereich der Vorrichtung **503** erzeugt wird.

**[0057]** In einigen Ausführungsformen ist der passive Auslöseschalter **506** ein Reedschalter bzw. Zungenschalter oder ein anderer Schaltmechanismus, der so eingerichtet ist, dass er als Reaktion auf die Erzeugung eines Magnetfeldes ausreichender Stärke aktiviert wird. Verschiedene Einrichtungen können mit einem Reedschalter verwendet werden. Zum Beispiel kann der Reedschalter so eingerichtet sein, dass die Kontakte im Ruhezustand offen sind und sich schließen, wenn ein ausreichendes Magnetfeld vorhanden ist, oder im Ruhezustand geschlossen sind und sich öffnen, wenn ein ausreichendes Magnetfeld vorhanden ist. Darüber hinaus kann der Reedschalter in einigen Ausführungsformen in einem Reedrelais organisiert und durch eine Magnetspule betätigt werden. In den meisten Ausführungsformen, die einen Reedschalter enthalten, ist der Reedschalter so eingerichtet, dass die Kontakte im Ruhezustand offen sind, wodurch verhindert wird, dass ein elektrisches Signal zu den pyrotechnischen Stiften **510** gelangt und die pyrotechnischen Merkmale aktiviert werden, bis ein ausreichendes Magnetfeld, das einem gefährlichen Stromniveau entspricht, den Reedschalter schließt.

**[0058]** In einigen der Ausführungsformen umfasst die PCB **502** eine Vielzahl von passiven Auslöseschalterbefestigungsmerkmalen **516**, die es erlauben, die pyrotechnische Auslöseeinrichtung **500** gemäß einem gewünschten Auslösestrom einzustellen. Zum Beispiel zeigt **Fig. 7** die pyrotechnische Auslöseeinrichtung **500**, die PCB **502**, die elektrische Vorrichtung **503**, die elektrischen Stromanschlüsse **504**, den passiven Auslöseschalter **506**, den Körper **508**, die pyrotechnischen Stifte **510**, die Spulenstifte **512**, die Röhrenstruktur **514** und die Auslöseschalterbe-

festigungsmerkmale **516**. Wie in **Fig. 7** dargestellt, kann der gewünschte Auslösestrom eingestellt werden, indem der passive Auslöseschalter **506** an einem anderen der Auslöseschalterbefestigungsmerkmale **516** montiert wird, wodurch wiederum die Auslösedistanz **518** zwischen dem passiven Auslöseschalter **506** und einem oder mehreren der elektrischen Stromanschlüsse **504** eingestellt wird.

**[0059]** Durch Einstellen der Auslösedistanz **518** zwischen dem passiven Auslöseschalter **506** und einer oder mehreren der Stromanschlüsse **504** kann die durch die Vorrichtung **503** fließende Strommenge eingestellt werden, die erforderlich ist, um den passiven Auslöseschalter **506** zu aktivieren und somit die internen pyrotechnischen Merkmale der Vorrichtung auszulösen. Der passive Auslöseschalter **506** kann beispielsweise einen Reedschalter umfassen, der so eingerichtet ist, dass er aktiviert, wenn ein vorbestimmtes Magnetfeld aufgrund eines vorbestimmten Stromniveaus, das durch die Stromanschlüsse **504** fließt, erzeugt wird. Die Stärke des Magnetfelds, die zum Auslösen des passiven Auslöseschalters **506** erforderlich ist und damit das Niveau des entsprechenden Stroms, der durch die Vorrichtung fließt und zum Auslösen des passiven Auslöseschalters **506** erforderlich ist, kann dadurch eingestellt werden, indem die Auslösedistanz **518** zwischen dem passiven Auslöseschalter **506** und den Stromanschlüssen **504** einfach geändert wird. In der gezeigten Ausführungsform kann dies durch Befestigung des passiven Auslöseschalters **506** an einem anderen passiven Auslöseschalterbefestigungsmerkmal **516** erreicht werden.

**[0060]** Wenn man den passiven Auslöseschalter **506** weiter von dem Stromanschluss **504** wegbewegt, ist ein größeres Magnetfeld und damit ein größerer Strom erforderlich, um den passiven Auslöseschalter **506** auszulösen und damit die pyrotechnischen Merkmale der Vorrichtung **503** auszulösen. Auf diese Weise kann eine vorkonstruierte Schaltvorrichtung mit einer vorkonstruierten PCB bereitgestellt werden, so dass die Vorrichtung in Massenfertigung hergestellt werden kann, wobei unterschiedliche Auslöseströme basierend auf der Platzierung des passiven Auslöseschalters **506** an einem anderen der passiven Auslöseschalterbefestigungsmerkmale **516** ermöglicht werden. Zum Beispiel können die passiven Auslöseschalterbefestigungsmerkmale **516** an Positionen der PCB **502** angebracht werden, die verschiedenen Niveaus von Magnetfeldstärken entsprechen, die wiederum verschiedenen Niveaus des gewünschten Auslösestroms entsprechen können. Ein Unternehmen kann eine PCB-Einrichtung herstellen und den passiven Auslöseschalter **506** an verschiedenen passiven Auslöseschalterbefestigungsmerkmalen **516** positionieren, um Vorrichtungen zu schaffen, die bei unterschiedlichen Strömen auslösen. In Ausführungsformen, die eine Spule oder einen Elektromagneten verwenden, z.B. wie bei Schützen, kann

der passive Auslöseschalter **506** so eingerichtet sein, dass er den Strom zur Spule abschaltet. In diesen Ausführungsformen kann diese Einrichtung die Zeit verkürzen, die die pyrotechnischen Merkmale benötigen, um die Kontakte zu öffnen, da sie der Spule keinen Widerstand entgegensetzen bzw. leisten müssen.

**[0061]** In anderen Ausführungsformen können anstelle oder zusätzlich zu den Auslöseschalterbefestigungsmerkmalen **516** zusätzliche Merkmale enthalten sein, um eine weitere Interaktion mit dem passiven Auslöseschalter **506** zu ermöglichen. Zum Beispiel zeigt **Fig. 8** eine Vorrichtung **602** mit einer pyrotechnischen Auslöseeinrichtung **600**, die der pyrotechnischen Auslöseeinrichtung **500** in **Fig. 6-7** ähnelt. Die Vorrichtung **603** umfasst eine PCB **602** (ähnlich der PCB **502** in **Fig. 7**), eine elektrische Vorrichtung **603** (ähnlich der elektrischen Vorrichtung **503** in **Fig. 7**) und elektrische Stromanschlüsse **604** (ähnlich den elektrischen Stromanschlüssen **504** in **Fig. 7**). Die Vorrichtung **603** umfasst ferner einen passiven Auslöseschalter **606** (ähnlich dem passiven Auslöseschalter **506** in **Fig. 7**), einen Körper **608** (ähnlich dem Körper **508** in **Fig. 7**), pyrotechnische Stifte **610** (ähnlich den pyrotechnischen Stiften **510** in **Fig. 7**), Spulenstifte **612** (ähnlich den Spulenstiften **512** in **Fig. 7**) und eine Röhrenstruktur **614** (ähnlich der Röhrenstruktur **514** in **Fig. 7**). Obwohl ähnliche Ausführungsformen auch Auslöseschalterbefestigungsmerkmale enthalten könnten, enthält die in **Fig. 8** gezeigte Ausführungsform keine Auslöseschalterbefestigungsmerkmale. Stattdessen enthält die pyrotechnische Auslöseeinrichtung **600** eine Kernstruktur **630**, die zur Bestimmung des angestrebten Auslösestroms der pyrotechnischen Auslöseeinrichtung **600** beiträgt.

**[0062]** Die Kernstruktur **630** kann jedes bekannte Material aufweisen, das ein Magnetfeld kanalisieren, leiten oder steuern kann, das durch den durch die Vorrichtung **603** fließenden Strom erzeugt wird. In einigen Ausführungsformen umfasst die Kernstruktur **630** beispielsweise Metall. In einigen Ausführungsformen umfasst die Kernstruktur **630** Eisen, einer eisenhaltigen Legierung oder einem anderen eisenhaltigen Material. In einigen Ausführungsformen ist die Kernstruktur **630** magnetisch. Die Kernstruktur **630** kann jede geeignete Form oder Einrichtung aufweisen, die die gewünschten Magnetfeldeigenschaften erzeugt, einschließlich jedes regelmäßige oder unregelmäßige Polygon oder eine benutzerdefinierte bzw. maßgeschneiderte Form. In der in **Fig. 8** gezeigten Ausführungsform umfasst die Kernstruktur **630** eine gekrümmte Streifenform. Die Kernstruktur **630** kann in jeder räumlichen Position in Bezug auf die Vorrichtung **603** und die PCB **602** eingerichtet sein, um die Interaktion zwischen einem erzeugten Magnetfeld und dem passiven Auslöseschalter **606** zu erleichtern. In der in **Fig. 8** gezeigten Ausführungsform um-

schließt die Kernstruktur **630** zumindest teilweise einen der elektrischen Stromanschlüsse **604** und ist benachbart zu dem passiven Auslöseschalter **606** bzw. grenzt an diesen an.

**[0063]** Das Magnetfeld, das von der Kernstruktur **630** erzeugt wird, kann bedeutender sein als das des Stromanschlusses selbst, und der gewünschte Auslösestrom kann durch Einstellen der Distanz zwischen einem Abschnitt der Kernstruktur **630** und dem passiven Auslöseschalter **606** gesteuert werden, anstatt von dem Stromanschluss **604** und dem passiven Auslöseschalter **606** wie in der Ausführungsform von **Fig. 6-7**. Zum Beispiel zeigt **Fig. 9** die pyrotechnische Auslöseeinrichtung **600**, die PCB **602**, die elektrische Vorrichtung **603**, die elektrischen Stromanschlüsse **604**, den passiven Auslöseschalter **606**, den Körper **608**, die pyrotechnischen Stifte **610**, die Spulenstifte **612**, die Röhrenstruktur **614** und die Kernstruktur **630**. **Fig. 9** zeigt ferner die Auslösedistanz **636** zwischen dem passiven Auslöseschalter **606** und der Kernstruktur **630**. Wie bei der Ausführungsform von **Fig. 7-8** kann der passive Auslöseschalter **606** einen Reedschalter oder einen anderen passiven Mechanismus umfassen, der so eingerichtet ist, dass er aktiviert, wenn ein vorbestimmtes Magnetfeld aufgrund eines vorbestimmten Niveaus des Stromflusses durch den Stromanschluss **604** und/oder die Kernstruktur **630** erzeugt wird.

**[0064]** Die Stärke des Magnetfelds, die zur Auslösung des passiven Auslöseschalters **606** erforderlich ist, und somit das Niveau des entsprechenden Stroms, der durch die Vorrichtung fließt und zur Auslösung des passiven Auslöseschalters **606** erforderlich ist, kann dadurch eingestellt werden, indem die Auslösedistanz **636** zwischen dem passiven Auslöseschalter **606** und einem Abschnitt der Kernstruktur **630** einfach geändert wird. Dadurch, dass der passive Auslöseschalter **606** weiter von der Kernstruktur **630** wegbewegt wird, ist ein größeres Magnetfeld und damit ein größerer Strom erforderlich, um den passiven Auslöseschalter **606** auszulösen und damit die pyrotechnischen Merkmale der Vorrichtung **603** auszulösen.

**[0065]** In einigen Ausführungsformen kann anstelle oder zusätzlich zu den Auslöseschalterbefestigungsmerkmalen **606** oder einer Kernstruktur **630** ein externer Auslösemechanismus verwendet werden. In einigen Ausführungsformen kann dieser externe Auslösemechanismus die Notwendigkeit einer PCB ersetzen, obwohl in anderen Ausführungen der externe Auslösemechanismus zusätzlich zu einer PCB verwendet werden kann. Eine beispielhafte Ausführungsform, bei der ein externer Auslösemechanismus die Notwendigkeit einer PCB ersetzt, ist in **Fig. 10** dargestellt. **Fig. 10** zeigt eine pyrotechnische Auslöseeinrichtung **700** (ähnlich der pyrotechnischen Auslöseeinrichtung **600** in **Fig. 8**). Die Einrich-

tung **700** umfasst eine elektrische Vorrichtung **703** (ähnlich der elektrischen Vorrichtung **603** in **Fig. 8**), elektrische Stromanschlüsse **704** (ähnlich den elektrischen Stromanschlüssen **604** in **Fig. 8**), einen passiven Auslöseschalter **706** (ähnlich dem passiven Auslöseschalter **606** in **Fig. 8**), einen Körper **708** (ähnlich wie der Körper **608** in **Fig. 8**), pyrotechnische Stifte **710** (ähnlich wie die pyrotechnischen Stifte **610** in **Fig. 8**), Zugangspunkte **712**, die einen Kabel- bzw. Drahtzugang zu einem internen Elektromagneten oder einer internen Spule bieten können, und eine Röhrenstruktur **714** (ähnlich der Röhrenstruktur **614** in **Fig. 8**). **Fig. 10** zeigt auch den Körper **708**, der einen oberen oder Kappen-Abschnitt **716** aufweist, durch den die Stromanschlüsse **704** hindurchragen.

**[0066]** Es wird davon ausgegangen, dass ein dem Kappen-Abschnitt **716** des in **Fig. 10** gezeigten Körpers **708** ähnlicher oberer oder Kappen-Abschnitt auf alle anderen Ausführungsformen, die Merkmale der vorliegenden Erfindung enthalten, angewandt werden kann. Zum Beispiel versteht es sich von selbst, dass die Vorrichtungsausführungsformen von **Fig. 6** und **Fig. 8** ohne Kappen-Abschnitt dargestellt sind, um die zu Grunde liegenden PCB-Einrichtungen besser zu veranschaulichen. Während der Endmontage können die Ausführungsformen von **Fig. 6** und **Fig. 8** jedoch alle internen Komponenten vollständig im inneren des Körpers eingeschlossen bzw. aufgenommen haben und einen Kappen-Abschnitt des Körpers umfassen.

**[0067]** Die Ausführungsform von **Fig. 10** zeigt ferner einen externen Auslösemechanismus **730**, der den passiven Auslöseschalter **706**, eine leitende Stromschiene **732** und ein Abstandshalterabschnitt **734** umfasst. Wie in **Fig. 10** gezeigt, kann die leitende Stromschiene **732** mehrere Verbindungsabschnitte umfassen, wobei die leitende Stromschiene **732** in der gezeigten Ausführungsform einen ersten Verbindungspunkt **736**, der so eingerichtet ist, dass er an einem der Stromanschlüsse **704** mit der Vorrichtung **708** verbunden werden kann, und einen zweiten Verbindungspunkt **738**, der so eingerichtet ist, dass er mit einer externen Stromquelle verbunden werden kann, umfasst.

**[0068]** Die leitende Stromschiene **732** kann jedes leitfähige Material umfassen, zum Beispiel ein metallisches Material. In einigen Ausführungsformen umfasst die leitende Stromschiene **732** Kupfer. Der Abstandshalterabschnitt **734** kann ein nichtmagnetisches Material umfassen. Die leitende Stromschiene **732** kann so eingerichtet sein, dass Strom zu den pyrotechnischen Stiften **710** fließen kann und dadurch die internen pyrotechnischen Merkmale der Vorrichtung **703** ausgelöst werden. Der passive Auslöseschalter **706** ist, ähnlich wie die passiven Auslöseschalter in den Ausführungsformen von **Fig. 6** und **Fig. 8**, in einem offenen Zustand eingerichtet, wobei dieser

keinen elektrischen Strom durch die leitende Stromschiene **732** fließen lässt und somit die Auslösung der pyrotechnischen Merkmale ermöglicht.

**[0069]** Wenn der Strom von der Vorrichtung **703** ein Schwellenwertniveau erreicht, wird ein ausreichendes Magnetfeld erzeugt, um den passiven Auslöseschalter **706** auszulösen. Dadurch kann Strom von der externen Stromquelle, die mit der zweiten Verbindung **738** der leitenden Stromschiene **732** verbunden ist, durch die leitende Stromschiene **732** zu den pyrotechnischen Stiften **710** fließen und somit die pyrotechnischen Merkmale der Vorrichtung auslösen.

**[0070]** Das Schwellenwertmagnetfeld, das zur Aktivierung des passiven Auslöseschalters **706** erforderlich ist, und somit das erforderliche Stromniveau, das als ausreichend gefährlich definiert ist, um die Aktivierung der pyrotechnischen Stromkreisunterbrechungsmerkmale zu rechtfertigen bzw. zu gewährleisten, kann durch Einstellen der Distanz des passiven Auslöseschalters **706** von der leitenden Stromschiene **732** eingestellt werden. Dies kann z.B. durch Einstellen der Dicke des nichtmagnetischen Abstandshalterabschnitts **734** erreicht werden. **Fig. 11** zeigt z.B. eine Nahaufnahme einer Schnittansicht des externen Auslösemechanismus **730** von **Fig. 10**, einschließlich des passiven Auslöseschalters **706**, der leitenden Stromschiene **732** und des Abstandshalterabschnitts **734**, den ersten Verbindungspunkt **736** und den zweiten Verbindungspunkt **738**. **Fig. 11** zeigt auch die Auslösedistanz **750**, die der Dicke des nichtmagnetischen Abstandshalterabschnitts **734** entspricht.

**[0071]** Wie bei den oben diskutierten Ausführungsformen kann der passive Auslöseschalter **706** einen Reedschalter oder einen anderen passiven Mechanismus umfassen. Der Schalter kann so eingerichtet sein, dass er aktiviert, wenn ein vorbestimmtes Magnetfeld aufgrund eines vorbestimmten Niveaus des Stroms, der durch den Stromanschluss **604** fließt, erzeugt wird, in diesem Fall der Stromanschluss **604**, der in elektrischer Verbindung mit dem externen Auslösemechanismus **730** ist bzw. mit diesem elektrisch verbunden ist. Die Stärke des Magnetfelds, das zur Auslösung des passiven Auslöseschalters **706** erforderlich ist, und somit das Niveau des entsprechenden Stroms, der durch die Vorrichtung **703** fließt und der zur Auslösung des passiven Auslöseschalters **706** erforderlich ist, dadurch eingestellt werden, indem die Auslösedistanz **750** zwischen dem passiven Auslöseschalter **706** und der leitenden Stromschiene bzw. Busstruktur **732** einfach geändert wird. Durch Vergrößerung der Dicke des nichtmagnetischen Abstandshalterabschnitts **734** und somit durch Wegbewegen des passiven Auslöseschalters **706** von der leitenden Busstruktur **732**, wäre ein größeres Magnetfeld und somit ein größerer Strom erforderlich, um den passiven Auslöseschalter **706** auszulösen

und somit die pyrotechnischen Merkmale der Vorrichtung **703** auszulösen. Ebenso wäre, durch Hinbewegen des passiven Auslöseschalters **706** näher an die leitende Busstruktur **732**, ein geringeres Magnetfeld und somit ein geringerer Strom erforderlich, um den passiven Auslöseschalter **706** auszulösen und somit die pyrotechnischen Merkmale der Vorrichtung **703** auszulösen.

**[0072]** Es wird davon ausgegangen, dass die verschiedenen pyrotechnischen passiven Schaltstromkreise gemäß der vorliegenden Erfindung auf viele verschiedene Arten angeordnet werden können. **Fig. 12** zeigt ein vereinfachtes Schema einer Ausführungsform des pyrotechnischen passiven Schaltstromkreises **800** gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Schaltstromkreis **800** umfasst im Allgemeinen einen Betriebsstromkreis **802**, der die Standardbetriebsstromquelle **804** umfasst, die mit einer Betriebslast **806** gekoppelt ist, die von der Stromquelle **802** gespeist und versorgt wird. Ein Schütz oder eine Sicherung **808** ist im Schaltstromkreis **800** angeordnet, um die elektrische Verbindung zwischen der Stromquelle **804** und der Last zu unterbrechen, wenn gefährlicher Strom im Stromkreis **802** fließt. Es wird davon ausgegangen, dass die Sicherung **808** auch mit Merkmalen ausgestattet werden kann, die als Schütz arbeiten, um die Stromquelle **804** unter normalen Betriebsbedingungen von der Last zu trennen. Es wird auch davon ausgegangen, dass die Sicherung **808** ein Schütz aufweisen kann, bei dem der passive Schaltstromkreis **800** die Bedingung bzw. den Zustand des Schützes ändert, um den Stromkreis wie oben beschrieben zu unterbrechen.

**[0073]** Es kann ein pyrotechnischer Aktivierungsstromkreis **810** umfasst sein, der so angeordnet ist, dass er mit dem Betriebsstromkreis **802** zusammenarbeitet, um vor Überstrombedingungen zu schützen. Der Stromkreis **810** umfasst einen pyrotechnischen Aktuator/Aktivator **812** wie oben beschrieben, der so angeordnet ist, dass er die Bedingung bzw. den Zustand der Sicherung **808** ändert, wenn er aktiviert wird. Der Stromkreis umfasst auch einen pyrotechnischen Sicherungsauslöser **814**, der durch Überstrom betätigt wird, der neben dem Stromkreis **802** in bzw. an einer Position angeordnet ist, die es ihm erlaubt, einen Überstromzustand in dem Stromkreis **802** zu erfassen. In der gezeigten Ausführungsform kann der Auslöser **814** einen Reedschalter umfassen, aber es wird davon ausgegangen, dass viele verschiedene alternative Vorrichtungen verwendet werden können. Der Auslöser **814** kann in Bezug auf den Stromkreis **802** an vielen verschiedenen Positionen platziert werden, z.B. neben einem Stromanschluss, wie oben beschrieben, oder neben anderen Leitern im Stromkreis, die den Betriebsstrom führen bzw. tragen. Der Stromkreis **810** kann auch eine sekundäre Stromquelle **816** umfassen, die mit dem pyrotechnischen Aktuator **812** gekoppelt werden kann, wenn der Si-

cherungsauslöser als Reaktion auf erhöhte Stromniveaus geschlossen wird.

**[0074]** Während des Betriebs ist die Sicherung **808** geschlossen, so dass die Betriebsstromquelle **804** die Last **806** mit Strom versorgen kann. Wenn normale Stromniveaus durch den Stromkreis **802** fließen, bleibt der Auslöser **814** offen und die sekundäre Stromquelle **816** ist vom pyrotechnischen Aktuator **812** getrennt. Wenn Ströme über einem bestimmten Niveau (gefährlich hohe Niveaus) durch den Stromkreis **802** fließen, schließt der Auslöser **814** als Reaktion auf das erhöhte Magnetfeld. Dadurch wird die sekundäre Stromquelle mit dem pyrotechnischen Aktuator **812** verbunden, wodurch dieser betätigt und die Sicherung **808** unterbrochen wird. Dies wiederum trennt die Betriebsstromquelle **804** von der Last **806**, um den leitenden Pfad für den erhöhten Strom in dem Stromkreis **802** zu unterbrechen.

**[0075]** Es wird davon ausgegangen, dass andere Schaltkreise bzw. Stromkreise gemäß der vorliegenden Erfindung auf viele verschiedene Arten mit vielen verschiedenen Vorrichtungen und Elementen angeordnet werden können. Es können viele verschiedene sekundäre Stromquellen verwendet werden, wobei einige Ausführungsformen mit einer integrierten Batterie oder einem Kondensatorschaltkreis eine Ladung speichern, die ausreicht, um den pyrotechnischen Aktuator **812** auszulösen. In anderen Ausführungsformen kann die sekundäre Stromquelle einen bordeigenen bzw. an Bord befindlichen Niederspannungsstrom umfassen, der noch ausreicht, um den pyrotechnischen Aktuator **812** auszulösen.

**[0076]** **Fig. 13** zeigt eine weitere Ausführungsform eines pyrotechnischen passiven Schaltstromkreises **900** gemäß der vorliegenden Erfindung, der viele der gleichen Merkmale wie der in **Fig. 12** gezeigte Schaltstromkreis **800** aufweist. Der Schaltstromkreis **900** umfasst einen Betriebsstromkreis **902**, der die Standardbetriebsstromquelle **904** umfasst, die mit einer Betriebslast **906** gekoppelt ist. Ein Schütz oder eine Sicherung **908** ist im Schaltstromkreis **900** angeordnet, um die elektrische Verbindung zwischen der Stromquelle **904** und der Last **906** zu unterbrechen, wenn gefährlicher Strom im Schaltstromkreis **902** fließt.

**[0077]** Der Schaltstromkreis **900** umfasst einen pyrotechnischen Aktuator/Aktivator **912** und einen pyrotechnischen Sicherungsauslöser **914**, der durch Überstrom betätigt wird, der den oben beschriebenen ähnlich ist. In dem Schaltstromkreis **900** sind diese Elemente jedoch nicht in einem separaten pyrotechnischen Aktivierungsstromkreis angeordnet, der mit einer sekundären Stromquelle arbeitet, um den pyrotechnischen Aktuator **912** zu starten bzw. auszulösen. Stattdessen sind diese Elemente in den Betriebsstromkreis **902** integriert, wobei der Auslöser

**914** so angeordnet ist, dass er erhöhte Ströme im Stromkreis **902** erfasst und auch an einem Leiter, der den erhöhten Strom führt, mit dem Stromkreis **902** gekoppelt ist. In der gezeigten Ausführungsform ist der Auslöser **914** parallel zur Sicherung **908** an die Leiter des Stromkreises gekoppelt, aber es wird davon ausgegangen, dass er auch auf andere Weise angeordnet werden kann.

**[0078]** Im Normalbetrieb ist der Auslöser **914** offen, und der Strom von der Stromquelle **904** wird über die Sicherung **908** zur Last **906** geleitet. Wenn der Auslöser **914** einen erhöhten Strom erfasst, schließt er, und der erhöhte Strom fließt durch den Auslöser **914** zum pyrotechnischen Aktuator **912**, wobei der Aktuator ausgelöst und die Sicherung **908** ausgelöst bzw. gebrochen wird. Dadurch wird der normale Leitungspfad zwischen der Stromquelle **904** und der Last **908** unterbrochen.

**[0079]** Der Auslöser **914** ist auch so angeordnet, dass der erhöhte Strom von der Stromquelle **904** den Auslöser **914** schnell unterbricht oder anderweitig zerstört und dadurch der Strompfad durch den Auslöser **914** unterbrochen wird. Der Auslöser **914** führt den Strom lange genug, um den Aktuator zu aktivieren, wird aber kurz danach zerstört. Dies hat zur Folge, dass die Stromquelle **904** von der Last **906** elektrisch isoliert wird und irgendein erhöhter Strompfad unterbrochen ist. Es wird davon ausgegangen, dass der Auslöser **914** und der Aktuator **912** Elemente aufweisen können, die sie während des Bruchs oder des Starts enthalten, wie z.B. ein Umhüllungs- bzw. Ummantelungsmaterial wie Epoxid.

**[0080]** Es wird auch davon ausgegangen, dass die Elemente der Schalt- bzw. Stromkreise gemäß der vorliegenden Erfindung unter Verwendung vieler verschiedener elektrischer Leiter miteinander gekoppelt werden können. Dazu können leitende Pfade auf einer Leiterplatte oder Drähte gehören. Es wird auch davon ausgegangen, dass die oben beschriebenen Schalt- bzw. Stromkreise auf dem Schütz oder der Sicherung angeordnet und in diese integriert werden können, um eine einfach zu bedienende und kompakte Vorrichtung bereitzustellen. Der Schaltstromkreis **900** kann bestimmte Vorteile bieten, wie z.B. den Verzicht auf eine separate sekundäre Stromquelle zur Aktivierung des pyrotechnischen Aktuators **912**. Dies kann zu einer vereinfachten und kostengünstigeren Vorrichtung führen.

**[0081]** Verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können die pyrotechnische Ladung unter Verwendung vieler verschiedener aktiver und passiver Schaltkreise und Elemente auslösen. Einige alternative Anordnungen gemäß der vorliegenden Erfindung können sich auf die Kontaktschwebetechnik und die damit verbundene Lichtbogenbildung stützen, um die pyrotechnische Ladung passiv

auszulösen. Kontaktschweben kann auftreten, wenn sich der bewegliche Kontakt von den festen Kontakten aufgrund der elektromagnetischen Kräfte trennt, die während des Betriebs bei erhöhtem Stromfluss durch die Kontakte erzeugt werden.

**[0082]** Obwohl sich die Erfinder nicht auf eine bestimmte Betriebstheorie beschränken wollen, wird davon ausgegangen, dass es mindestens drei Faktoren geben kann, die zu einer Levitation bzw. zu einem Schweben zwischen den Kontakten führen. Der erste ist die Stromeinschnürung bzw. -einengung, der zweite ist auf parallele Leiter mit Stromfluss in entgegengesetzten Richtungen zurückzuführen, und der dritte ist der Stromfluss senkrecht zum Feld der Lichtbogenunterdrückungsmagneten. Es ist verständlich, dass bewegte Ladungen ihre eigenen Magnetfelder erzeugen, wobei stromführende Leiter in der Lage sind, aufeinander Kräfte auszuüben. Parallele Ströme in Leitern können Magnetfelder verursachen, die zu einer Anziehung zwischen den Leitern führen. Antiparallele Ströme können Magnetfelder erzeugen, die eine Abstoßung zwischen den Leitern verursachen. Ein Schweben tritt als Ergebnis des Magnetfeldes auf, das durch einen Strom in den internen Kontakten der Schaltvorrichtung erzeugt wird.

**[0083]** Fig. 14-16 sind schematische Darstellungen von Merkmalen einer Schaltvorrichtung **950**, die diese drei Schwebefaktoren zeigen. Die Schaltvorrichtung **950** umfasst einen stationären bzw. feststehenden Kontakt **952** und einen beweglichen Kontakt **954**, wobei der Betrieb der Schaltvorrichtung aus der Bewegung des beweglichen Kontaktes **954** zwischen dem Kontakt bzw. der Kontaktierung des feststehenden Kontaktes **952** und der Bewegung (z.B. nach unten) außer Kontakt mit dem feststehenden Kontakt **952** resultiert. Der bewegliche Kontakt **954** hat eine Haltekraft **956**, wenn er mit dem stationären Kontakt **952** in Kontakt ist.

**[0084]** Der erste und zweite Faktor (Stromeinschnürung und parallele Leiter) kann durch die Geometrie der feststehenden und beweglichen Kontakte **952**, **954** beeinflusst werden. In der gezeigten Ausführungsform sind einige der relevanten geometrischen Merkmale, die umfasst sind, die Länge der Kontaktkrümmung A, die Kontaktdicke B, der Kontaktkrümmungsabstand C und die Kontaktbreite D.

**[0085]** Die Stromeinschnürung bezieht sich auf die abstoßenden Kräfte, die zwischen den Kontakten durch Ströme erzeugt werden können, die zwischen den beiden Kontakten über weniger als die gesamte Kontaktfläche fließen bzw. geleitet werden. Fig. 15 zeigt eine schematische Darstellung der Kontaktfläche zwischen dem feststehenden Kontakt **952** und dem beweglichen Kontakt **954**, wobei eine Schnittstelle **970** zwischen den beiden liegt. Fig. 16 zeigt auch die Schnittstelle **970** in einer Draufsicht. Wenn

Elektrizität zwischen dem feststehenden und dem beweglichen Kontakt **952**, **954** geleitet wird, fließt der Strom gleichmäßig über die Kontaktfläche an der Schnittstelle **970** zwischen beiden. Stattdessen ist der Strom typischerweise auf kleine Bereiche **972** (d.h. Stromeinschnürung) an der Kontaktschnittstelle **970** beschränkt. Dies führt dazu, dass der durch die Kontakte fließende Strom seine Richtung in Richtung der Region **972** ändert. Dies wiederum erzeugt erste und zweite Stromvektoren **974** und **976** in den gegenüberliegenden Kontakten, die eine Komponente aufweisen, die im Wesentlichen parallel zur Schnittstelle **970** ist. Die parallelen Komponenten liegen in entgegengesetzten Richtungen und erzeugen Magnetfelder, die einander entgegengesetzt sind. Dies wiederum erzeugt eine abstoßende Kraft zwischen den Kontakten **952**, **954**.

**[0086]** Mit zunehmendem Strom, der durch die Kontakte fließt, kann auch diese abstoßende Kraft zunehmen, und die Abstoßung wirkt auf die Kontakte in einer Richtung entgegen der Kontakthaltekraft **956**. Diese abstoßende Kraft kann bei höheren Strömen erheblich sein, und es kann ein Schweben zwischen den Kontakten auftreten, wenn diese abstoßende Kraft die Kraft **956** zwischen den Kontakten übersteigt. Diese Schwebekraft kann wiederum dazu führen, dass sich der bewegliche Kontakt **954** gegen die Kontakthaltekraft **956** vom feststehenden Kontakt **952** trennt.

**[0087]** Nochmals auf **Fig. 14** Bezug nehmend, kann der durch die Kontakte **952**, **954** fließende Strom in ähnlicher Weise eine abstoßende Kraft zwischen den beiden verursachen. Der Stromfluss **958** während des Betriebs wird durch den feststehenden Kontakt **952** und den beweglichen Kontakt **954** geleitet. Die feststehende Kontaktkrümmung **966** weist eine Länge A auf, bei der der Strom in entgegengesetzter Richtung zu dem Strom **958** fließt, der im beweglichen Kontakt **954** fließt. Dies erzeugt ebenfalls entgegengesetzte Magnetfelder, die eine abstoßende Kraft zwischen den Kontakten **952**, **954** erzeugen. Diese abstoßende Kraft kann mit zunehmendem Strom **958** ebenfalls zunehmen.

**[0088]** Auch die Positionierung der Lichtbogenunterdrückungsmagnete kann zu einem Schweben beitragen. Einige Ausführungsformen einer Schaltvorrichtung können Lichtbogenmagnete aufweisen, die so positioniert werden können, dass Lichtbögen zwischen feststehenden und beweglichen Kontakten nach außen gedrückt werden. Diese Magneteinrichtung kann zu einem unidirektionalen Öffnungs- bzw. Unterbrechungsverhalten bzw. einer Unterbrechungsleistung der Kontakte führen. Die Orientierung der Magnete kann auch dazu führen, dass der bewegliche Kontakt entgegen der Schließkraft zwischen den Kontakten nach unten gedrückt wird. Elektronen, die sich durch ein Magnetfeld bewegen, kön-

nen in eine bestimmte Richtung bewegt werden. Wie in **Fig. 14** gezeigt, kann eine weitere abstoßende Kraft **964** zwischen den Kontakten **952**, **954** durch die Interaktion des senkrechten Magnetfeldes der Lichtbogenmagnete und der Elektronen im Strom **958** erzeugt werden.

**[0089]** Zwischen den festen und beweglichen Kontakten können Lichtbögen entstehen, wenn das Schweben eine Trennung der festen und beweglichen Kontakte bewirkt. Einige der Variablen, die verwendet werden, um den Strom zu bestimmen, bei dem die Schwebekraft beginnt, die Kontakte zu öffnen (oder zu trennen), sind die Kontaktschließkraft, die benachbarte parallele Geometrie des feststehenden Kontakts und des beweglichen Kontakts sowie Lichtbogenmagnete.

**[0090]** In den oben beschriebenen Ausführungsformen werden verschiedene Systeme und Verfahren zur Auslösung oder Zündung des pyrotechnischen Aktuators offenbart, die auf einer extern gespeisten bzw. bestromten Auslösung oder einer integrierten Auslösung des pyrotechnischen Aktuators und der Ladung beruhen. In einigen dieser Ausführungsformen werden Vorrichtungen wie Reedschalter verwendet, die sich als Reaktion auf einen erhöhten Kontaktstrom schließen können, was wiederum eine von verschiedenen Stromquellen an den pyrotechnischen Aktuator schließen bzw. mit dem pyrotechnischen Aktuator verbinden kann. In diesen Ausführungsformen kann der Reedschalter (oder die Schaltvorrichtung) so kalibriert werden, dass er schließt, wenn der vorgegebene Auslösestromschwellenwert überschritten wird. In den vorliegenden Ausführungsformen kann der Schwebelichtbogen verwendet werden, um den pyrotechnischen Aktuator oder die pyrotechnische Ladung zu zünden, ohne dass zusätzliche Elemente wie ein Reedschalter erforderlich sind.

**[0091]** **Fig. 17** zeigt eine weitere Ausführungsform eines pyrotechnischen passiven Schaltstromkreises **1100** gemäß der vorliegenden Erfindung, der auf dem Schwebelichtbogen zur Auslösung des pyrotechnischen Aktuators beruht. Wie die obigen Schaltstromkreise umfasst der Stromkreis **1100** einen Betriebsstromkreis **1102**, der die Standardbetriebsstromquelle **1104** umfasst, die mit einer Betriebslast **1106** gekoppelt ist. Eine Sicherung **1108**, die pyrotechnisch aktiviert wird, ist im Stromkreis **1100** angeordnet und verwendet eine pyrotechnische Ladung, um die elektrische Verbindung **1110** zwischen der Stromquelle **1104** und der Last **1106** zu unterbrechen, wenn gefährlich hoher Strom im Stromkreis **1102** fließt. Dies kann wie oben beschrieben erreicht werden, indem die pyrotechnische Ladung die Kontakte im Schütz trennt.

**[0092]** Im Gegensatz zu den obigen Ausführungsformen verfügt der Stromkreis **1100** nicht über einen

Auslöser für pyrotechnische Sicherungen, der durch Überstrom betätigt wird, wie z.B. einen Reedschalter. Stattdessen sind die Initiator- bzw. Zündstifte für die pyrotechnische Sicherung (oder Vorrichtung) direkt über die Hochspannungsanschlüsse des Schützes angeschlossen. Wenn die Stromniveaus durch die festen Kontakte (d.h. durch die Hochspannungsanschlüsse) des Schützes über einen Schwellenwert oder „Auslösestrom“ ansteigen, überwindet die Schwebekraft die Kontaktkraft zwischen den feststehenden und beweglichen Kontakten. Dies führt zu einer Trennung zwischen dem festen und dem beweglichen Kontakt, und es kommt zu einem Schwebelichtbogen zwischen den beiden. Während des Lichtbogens steigt der Widerstand zwischen den Hochspannungsanschlüssen und den beweglichen Kontakten schnell an. Dies führt dazu, dass der Strom durch den Zündungs- bzw. Initiatorpfad **1112** fließt, da dieser Pfad zum Pfad des geringsten Widerstands wird. Die Pyroladung in der pyroaktivierten Sicherung **1108** zündet und erzeugt schnell Wärme bzw. Hitze und Druck. Dadurch wird der interne Kolben des Kontakts durch den Zylinder und auf den beweglichen Kontakt gedrückt, wie in den obigen Ausführungsformen beschrieben. Der bewegliche Kontakt trennt sich schnell vom feststehenden Kontakt, und es können Lichtbogenmagnete umfasst sein, um den Lichtbogen zu dehnen und zu kühlen, wie oben beschrieben.

**[0093]** Es wird davon ausgegangen, dass die pyrotechnische Sicherung/Vorrichtung zwar oben als direkt an die Hochspannungsanschlüsse angeschlossen beschrieben wird, dass aber in anderen Ausführungsformen zwischengeschaltete Vorrichtungen und Merkmale umfasst sein können. Dazu können z.B. verschiedene elektronische oder sensorische Merkmale gehören, die in oder an den Schaltvorrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung auf viele verschiedene Arten angeordnet werden können. Dazu gehören auch einige Ausführungsformen, die auf einer gedruckten Leiterplatte angeordnet werden können.

**[0094]** Es wird auch verstanden, dass verschiedene Schützausführungsformen mehrere pyrotechnische Auslösemechanismen aufweisen können. Beispielsweise kann es in einigen Ausführungsformen wünschenswert sein, sowohl aktive als auch passive Auslösemerkmale für einen Schütz zu umfassen. Dies kann entweder durch zwei Auslösestromkreise für denselben Pyrozünder und dieselbe Ladung oder durch zwei verschiedene Zünder und Ladungen erreicht werden. Bei Ausführungsformen mit mehreren Zündern kann der erste Zünder an die Hochspannungsanschlüsse angeschlossen werden, wie oben für die Aktivierung durch Schwebelichtbogen beschrieben. Der zweite Zünder kann zur Kopplung mit dem gewünschten aktiven Auslösestromkreis an die Ausgabestifte des Schützes angeschlossen wer-

den. Die beiden Zünder und ihre Auslösestromkreise können elektrisch voneinander getrennt sein.

**[0095]** Fig. 18 zeigt eine weitere Ausführungsform eines pyrotechnischen Schaltstromkreises **1200** gemäß der vorliegenden Erfindung, der sowohl aktive als auch passive Auslösestromkreise umfasst. Wie die obigen Stromkreise umfasst der Stromkreis **1200** einen Betriebsstromkreis **1202**, der die Standardbetriebsstromquelle **1204**, die mit einer Betriebslast **1206** gekoppelt ist, umfasst. Ein erster und ein zweiter pyrotechnischer Zünder **1208**, **1214** sind in dem Stromkreis **1200** angeordnet, um die elektrische Verbindung zwischen der Stromquelle **1204** und der Last **1206** zu unterbrechen, wenn gefährlicher Strom im Stromkreis **1202** fließt. In dieser Ausführungsform ist einer der Zünder **1208** passiv (wird automatisch bei erhöhtem Strom betätigt), während der andere **1214** durch ein Signal vom Anwender oder vom System manuell betätigt werden kann. In anderen Ausführungsformen können zwei oder mehr Zünder vorgesehen sein, um über redundante Mechanismen zur Unterbrechung gefährlicher Ströme zu verfügen.

**[0096]** Ein externer pyrotechnischer Aktivierungsstromkreis **1212** kann Merkmale aufweisen, um zu erkennen, wenn ein erhöhter Strom in dem Stromkreis fließt. In der gezeigten Ausführungsform umfasst der Stromkreis **1212** einen pyrotechnischen Aktuator/Aktivator **1214** wie oben beschrieben, der so angeordnet ist, dass er den Zustand der Sicherung **1208** ändert, wenn er aktiviert bzw. aktiviert wird. Der Stromkreis umfasst auch einen pyrotechnischen Sicherheitsauslöser **1216**, der durch Überstrom betätigt wird, der neben dem Stromkreis **1202** in einer Position angeordnet ist, die es ihm erlaubt, einen Überstromzustand bzw. eine Überstrombedingung im Stromkreis **1202** zu erfassen. In der gezeigten Ausführungsform kann der Auslöser **1216** einen Reedschalter umfassen, aber es versteht sich, dass viele verschiedene alternative Vorrichtungen verwendet werden können. Der Stromkreis **1212** kann auch eine sekundäre Stromquelle **1218** umfassen, die mit dem pyrotechnischen Aktuator **1214** gekoppelt werden kann, wenn Sicherheitsauslöser als Reaktion auf erhöhte Stromniveaus geschlossen wird.

**[0097]** Es kann ein interner passiver Aktivierungsstromkreis umfasst sein, der die oben beschriebene Kontaktschwebelichtbogen-Aktivierungsanordnung umfasst. Wie oben diskutiert, werden die Zünderstifte für die pyrotechnische Sicherung **1208** direkt über die Hochspannungsanschlüsse des Schützes angeschlossen. Wenn erhöhte Ströme durch die Kontakte das gewünschte Auslöseniveau erreichen, kommt es zu Schwebelichtbogenbildung. Dies zwingt den Strom durch den Zünderpfad **1220** (z.B. der Pfad bzw. das Patent des geringsten Widerstands). Die pyroaktivierte Sicherung **1210** zündet und trennt, wie

oben beschrieben, schnell den beweglichen Kontakt von den feststehenden Kontakten.

**[0098]** Ähnlich wie bei den oben beschriebenen Ausführungsformen sind während des Betriebs die Sicherungen **1208**, **1210** geschlossen, so dass die Betriebsstromquelle **1202** die Last **1206** mit Strom versorgen kann. Wenn normale Stromniveaus durch den Stromkreis **1204** fließen, bleibt der Auslöser **1216** offen und die sekundäre Stromquelle **1218** ist vom pyrotechnischen Aktuator **1210** getrennt. Wenn Ströme über einem bestimmten Niveau (gefährlich hohe Niveaus) durch den Stromkreis **1202** fließen, schließt der Auslöser **1216** als Reaktion auf das erhöhte Magnetfeld und aktiviert den pyrotechnischen Aktuator **1210**, der die Betriebsstromquelle **1204** von der Last **1206** trennt.

**[0099]** Es wird davon ausgegangen, dass dies nur eine Ausführungsform einer Mehrfachpyroaktivierungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung ist. Es wird davon ausgegangen, dass andere Ausführungsformen verschiedene Arten von Mehrfachaktivierungssystemen umfassen können, und andere Ausführungsformen können mehr als zwei Aktivierungssysteme umfassen.

**[0100]** Es wird auch verstanden, dass die verschiedenen pyrotechnischen Aktuatoren auf viele verschiedene Arten angeordnet sein können, in vielen verschiedenen Arten von Schützen und Sicherungen. **Fig. 19** bis **Fig. 21** zeigen eine Ausführungsform einer Sicherung **1300** und **Fig. 22** und **Fig. 23** zeigen deren Mehrfachzündmechanismus **1301** gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Mechanismus **1301** umfasst einen ersten und zweiten Pyrozünder **1302**, **1304**, von denen jeder seine eigene pyrotechnische Ladung aufweist. In der gezeigten Ausführungsform sind die Pyrozünder **1302**, **1304** oben auf der Sicherung **1300** angeordnet, wobei beide oben auf einem Verteilerrohr **1306** angeordnet sind. Die Pyrozünder **1302**, **1304** können hermetisch abgedichtet und zentral im Verteilerrohr **1306** positioniert werden. Die Aktivierungskräfte (d.h. Hitze und Druck) der pyrotechnischen Ladungen in jedem der Zünder **1302**, **1304** werden durch das Verteilerrohr so gerichtet, dass ein einziger gemeinsamer Kolben **1308** nach unten gedrückt wird. Die Abwärtsbewegung des Kolbens **1308** bewirkt eine Trennung der festen und beweglichen Kontakte innerhalb der Sicherung **1300**, wie in den obigen Ausführungsformen beschrieben.

**[0101]** Die Zünder **1302**, **1304** können, wie oben und in der gezeigten Ausführungsform beschrieben, auf unterschiedliche Weise aktiviert werden und sind elektrisch voneinander isoliert. Der erste Zünder **1302** kann direkt mit den Hochspannungsanschlüssen des Schützes gekoppelt sein und kann durch Kontaktschwebelichtbogenbildung wie oben beschrieben aktiviert werden. Der zweite Zünder

**1304** kann mit den Ausgabestiften **1310** der Sicherung gekoppelt sein, die mit einem externen Aktivierungsstromkreis oder anderen externen Aktivierungsmitteln gekoppelt sein können, wie oben beschrieben. Diese elektrischen Verbindungen können mit vielen verschiedenen Leitern realisiert werden, die auf viele verschiedene Arten angeordnet sind. In der gezeigten Ausführungsform können die Verbindungen zumindest teilweise durch leitende Spuren bzw. Bahnen auf einer Leiterplatte (PCB) **1312** realisiert werden.

**[0102]** Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte bevorzugte Einrichtungen derselben ausführlich beschrieben wurde, sind andere Versionen möglich. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können irgendeine Kombination von kompatiblen Merkmalen umfassen, die in den verschiedenen Figuren gezeigt sind, und diese Ausführungsformen sollten auf diese ausdrücklich dargestellten und diskutierten als nicht beschränkend verstanden werden. Daher sollte der Sinn bzw. Geist und der Schutzzumfang der Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Versionen beschränkt sein.

**[0103]** Das Vorstehende soll alle Änderungen und alternativen Konstruktionen abdecken, die in den Sinn und den Schutzzumfang der Erfindung fallen, wobei kein Abschnitt der Offenbarung, weder ausdrücklich noch implizit, dazu bestimmt ist, der Öffentlichkeit zugänglich zu sein, wenn er nicht in irgendwelchen Ansprüchen dargelegt wird.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 62/907453 [0001]
- US 16101143 [0022]
- US 15889516 [0022]
- US 7321281 [0027]
- US 7944333 [0027]
- US 8446240 [0027]
- US 9013254 [0027, 0033]

**Patentansprüche**

1. Elektrische Schaltvorrichtung, umfassend:  
ein Gehäuse;

interne Komponenten innerhalb des Gehäuses, wobei die internen Komponenten Kontakte umfassen, die so eingerichtet sind, dass sie derart arbeiten bzw. betrieben werden, dass sie den Zustand der Schaltvorrichtung von einem geschlossenen Zustand, der einen Stromfluss durch die Schaltvorrichtung ermöglicht, in einen offenen Zustand, der einen Stromfluss durch die Schaltvorrichtung unterbricht, ändern;  
ein pyrotechnisches Merkmal, das so eingerichtet ist, dass es mit den internen Komponenten in Wechselwirkung tritt bzw. interagiert, um die Schaltvorrichtung von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand zu überführen, wenn das pyrotechnische Merkmal aktiviert wird, wobei das pyrotechnische Merkmal so eingerichtet ist, dass es als Reaktion auf eine Levitation bzw. ein Schweben zwischen den Kontakten bei einem durch die Schaltvorrichtung fließenden Signal mit erhöhtem Strom auslöst.

2. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontakte feste und bewegliche Kontakte umfassen.

3. Schaltvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die festen und beweglichen Kontakte im geschlossenen Zustand in Kontakt sind bzw. sich berühren und im offenen Zustand getrennt sind.

4. Schaltvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das pyrotechnische Merkmal mit den festen Kontakten verbunden ist.

5. Schaltvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das pyrotechnische Merkmal derart angeordnet ist, dass es mit den Kontakten interagiert, um von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand überzugehen.

6. Schaltvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das pyrotechnische Merkmal derart angeordnet ist, dass es mit dem beweglichen Kontakt interagiert, um von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand überzugehen.

7. Schaltvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Kontakte derart angeordnet sind, dass das Schweben einen Lichtbogen zwischen dem festen und dem beweglichen Kontakt bewirkt, wodurch der Widerstand zwischen dem festen und dem beweglichen Kontakt erhöht wird.

8. Schaltvorrichtung nach Anspruch 7, wobei der erhöhte Widerstand bewirkt, dass das elektrische Signal an den festen Kontakten das pyrotechnische Merkmal aktiviert.

9. Schaltvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Aktivierung des pyrotechnischen Merkmals bewirkt, dass die Schaltvorrichtung von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand übergeht.

10. Elektrische Schaltvorrichtung, umfassend:  
ein Gehäuse;

interne Komponenten innerhalb des Gehäuses, wobei die internen Komponenten Kontakte umfassen, die so eingerichtet sind, dass sie derart betrieben werden, dass sie den Zustand der Schaltvorrichtung von einem geschlossenen Zustand, der einen Stromfluss durch die Schaltvorrichtung ermöglicht, in einen offenen Zustand, der den Stromfluss durch die Schaltvorrichtung unterbricht, ändern;  
mindestens eine pyrotechnische Aktivierungsvorrichtung, die so eingerichtet ist, dass sie mit den internen Komponenten interagiert, um die Schaltvorrichtung von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand zu überführen, wenn die pyrotechnische Vorrichtung aktiviert wird;  
interne und externe Schaltmerkmale, die so eingerichtet sind, dass sie die mindestens eine pyrotechnische Vorrichtung aktivieren, wobei das interne Schaltmerkmal eine passive Auslöseschalterstruktur umfasst, die so eingerichtet ist, dass sie eine der mindestens einen pyrotechnischen Vorrichtungen als Reaktion auf das Schweben zwischen den Kontakten aktiviert, wobei die externen Schaltmerkmale das eine der mindestens einen pyrotechnischen Merkmale bzw. Vorrichtungen mit einem Signal, das außerhalb des Gehäuses erzeugt wird, aktivieren.

11. Schaltvorrichtung nach Anspruch 10, wobei das interne Schaltmerkmal sich innerhalb des Gehäuses befindet.

12. Schaltvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die mindestens eine pyrotechnische Vorrichtung eine erste und eine zweite pyrotechnische Vorrichtung umfasst.

13. Schaltvorrichtung nach Anspruch 12, wobei die erste pyrotechnische Vorrichtung durch das Kontaktschweben aktiviert wird und die zweite pyrotechnische Vorrichtung durch das Signal aktiviert wird, das außerhalb des Gehäuses erzeugt wird.

14. Schaltvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, wobei die erste und die zweite pyrotechnische Vorrichtung einen einzigen Kolben betreiben bzw. antreiben.

15. Schaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei die Kontakte feste und bewegliche Kontakte umfassen, wobei die festen und beweglichen Kontakte im geschlossenen Zustand in Kontakt sind und im offenen Zustand getrennt sind.

16. Schaltvorrichtung nach Anspruch 15, wobei eine der mindestens einen pyrotechnischen Vorrichtung mit den festen Kontakten verbunden ist.

17. Schaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, wobei mindestens eine pyrotechnische Vorrichtung so angeordnet ist/sind, dass sie mit den Kontakten interagiert, um von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand überzugehen.

18. Schaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei die mindestens eine pyrotechnische Vorrichtung so angeordnet ist/sind, dass sie mit dem beweglichen Kontakt interagiert, um von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand überzugehen.

19. Elektrische Schaltvorrichtung, umfassend:  
ein Gehäuse;  
feste und bewegliche Kontakte im Inneren des Gehäuses, die so eingerichtet sind, dass sie so betrieben werden, dass sie den Zustand der Schaltvorrichtung von einem geschlossenen Zustand in einen offenen Zustand ändern;  
ein pyrotechnisches Merkmal, das mit dem festen Kontakt verbunden und so eingerichtet ist, dass es mit dem beweglichen Kontakt interagiert, um die Schaltvorrichtung von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand zu überführen, wenn das pyrotechnische Merkmal aktiviert wird, wobei das pyrotechnische Merkmal so eingerichtet ist, dass es als Reaktion auf das Schweben zwischen den festen und den beweglichen Kontakten auslöst.

Es folgen 17 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

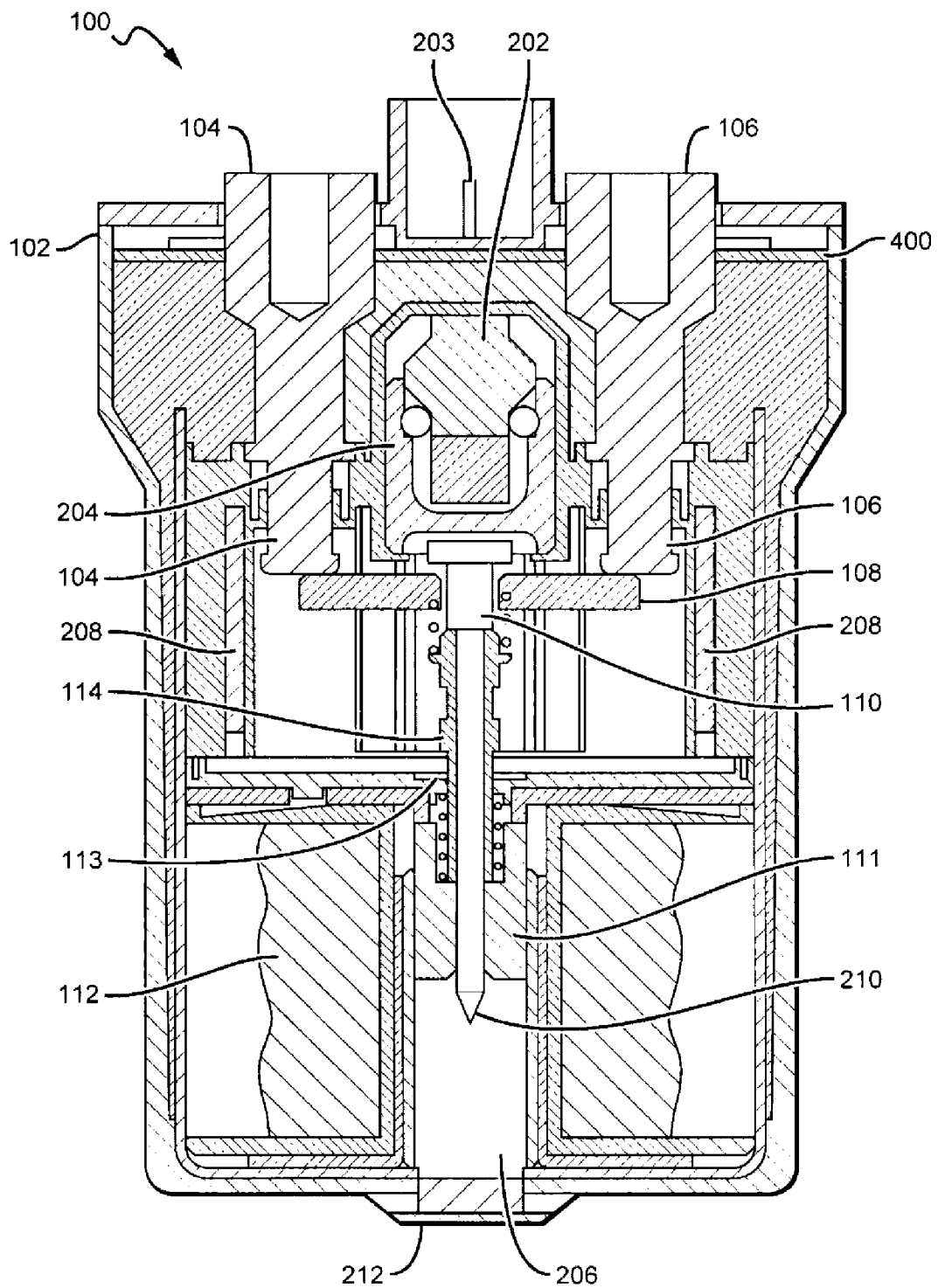


FIG. 1

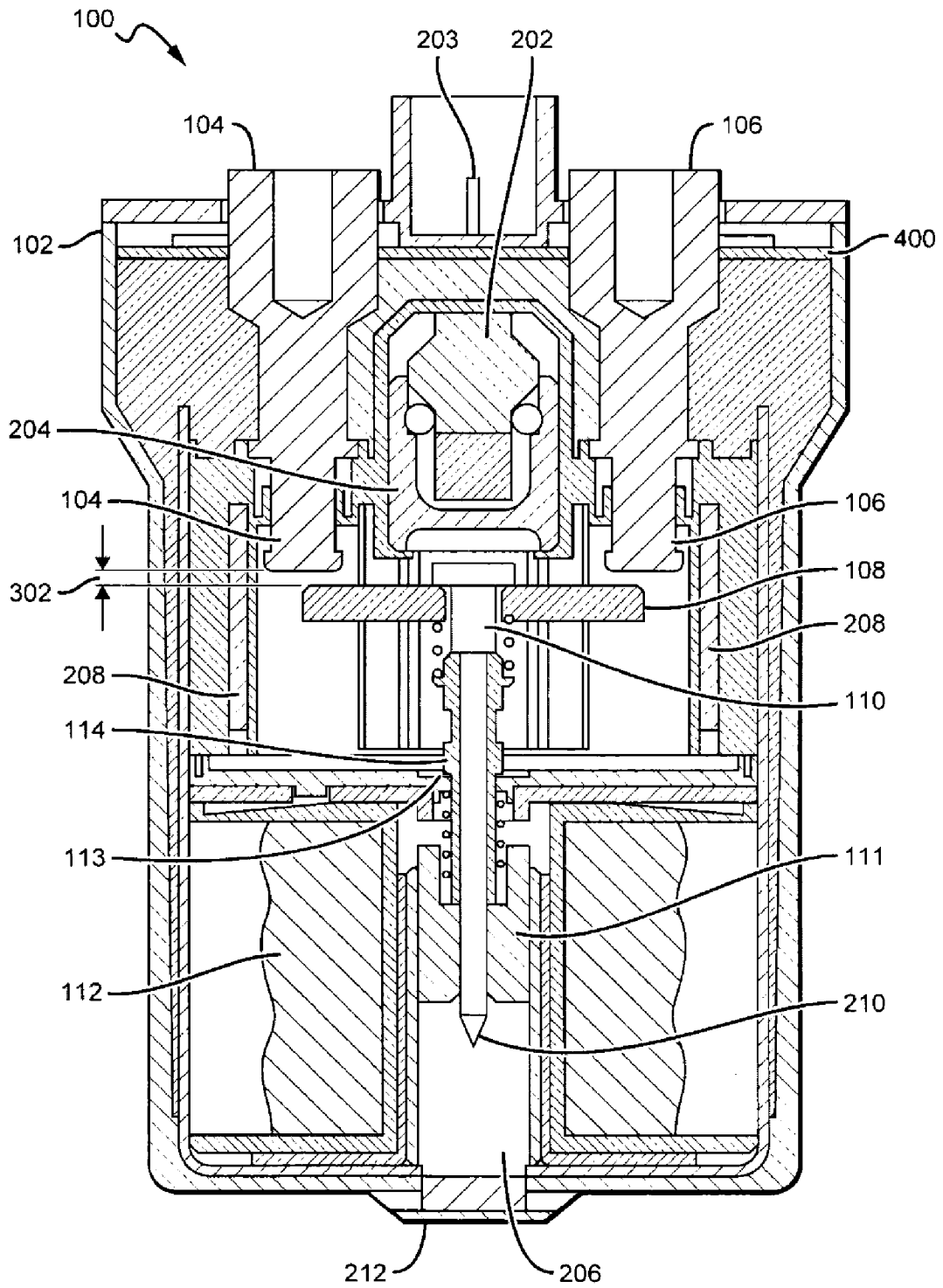


FIG. 2

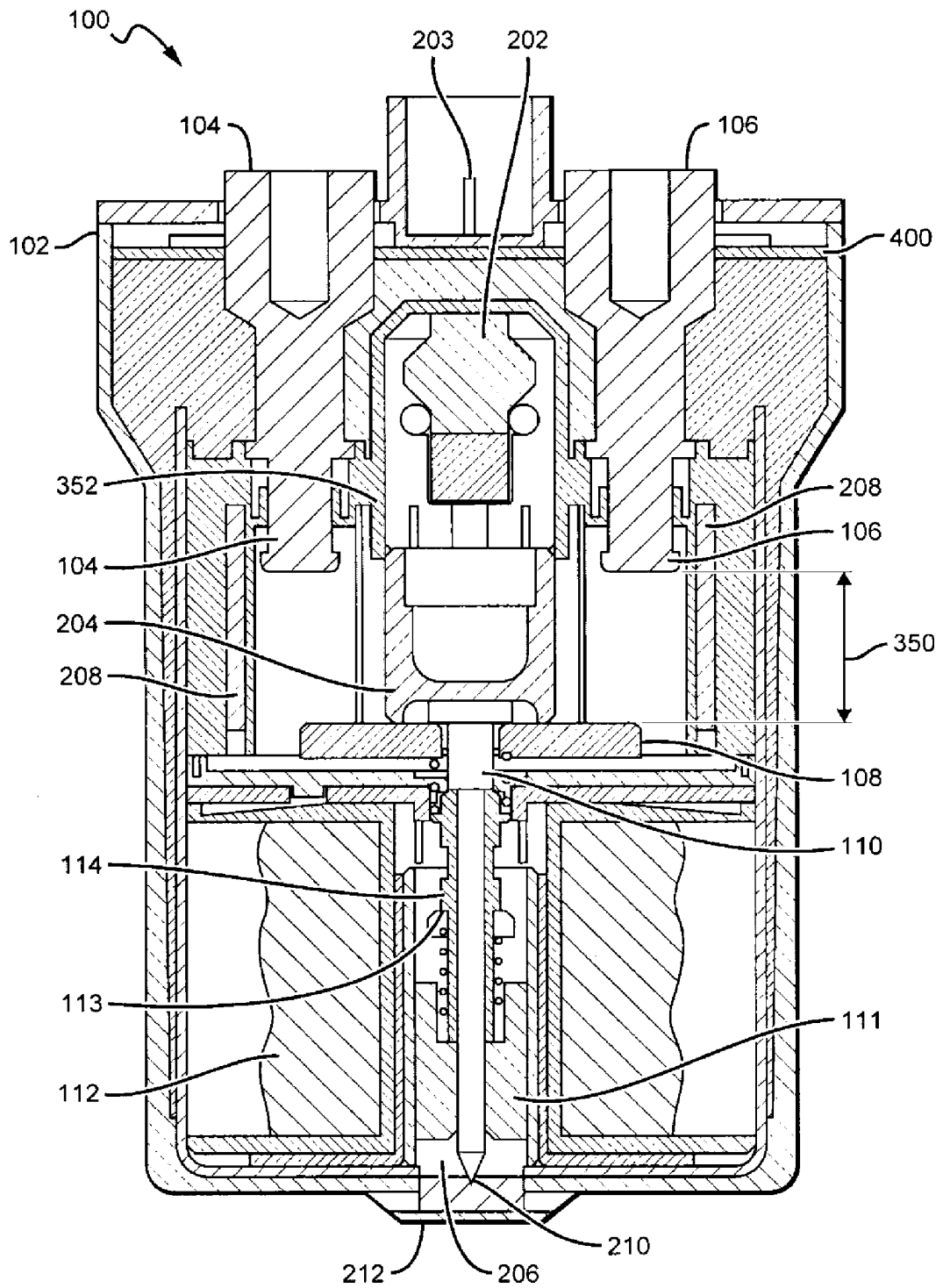


FIG. 3

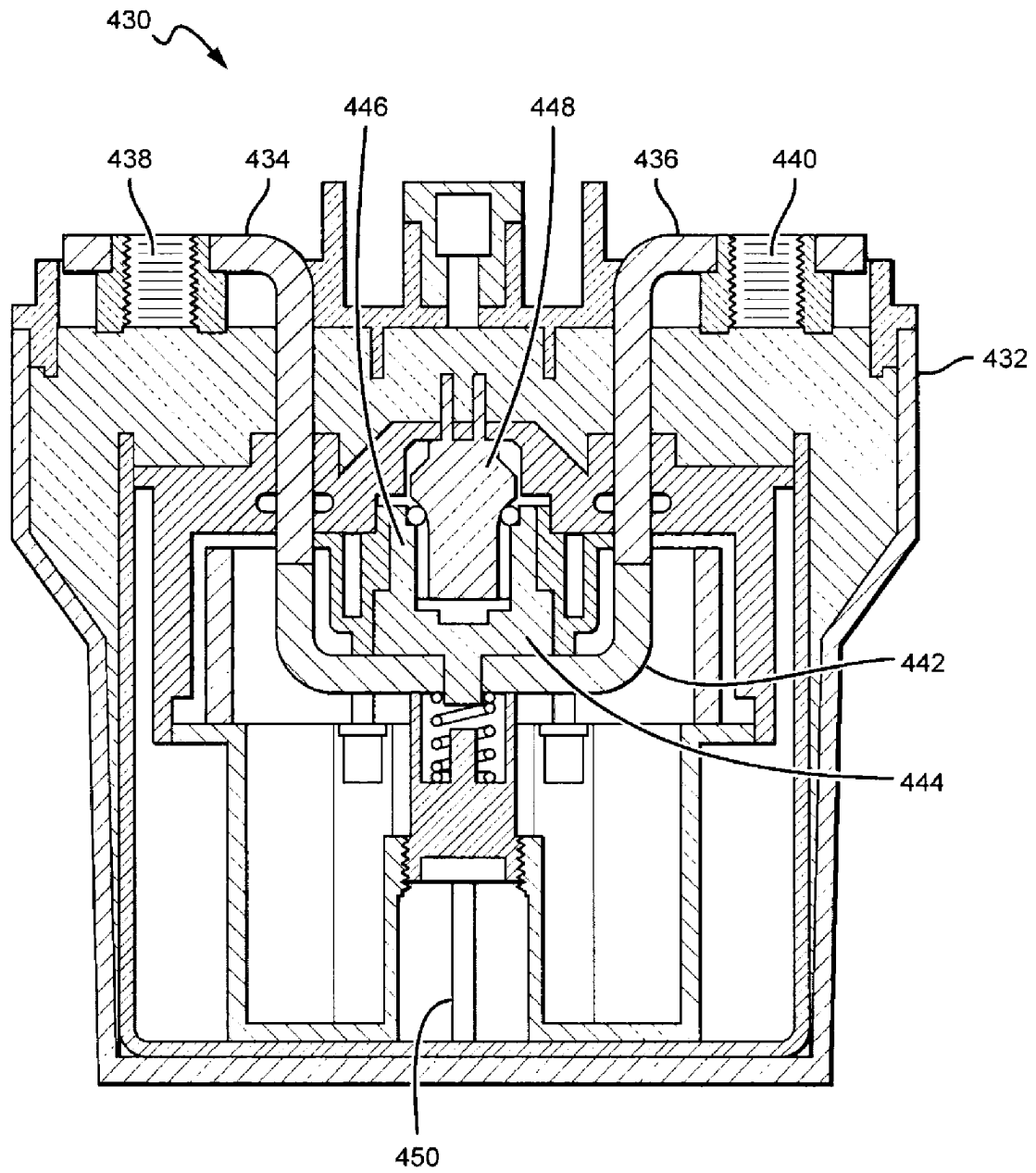


FIG. 4

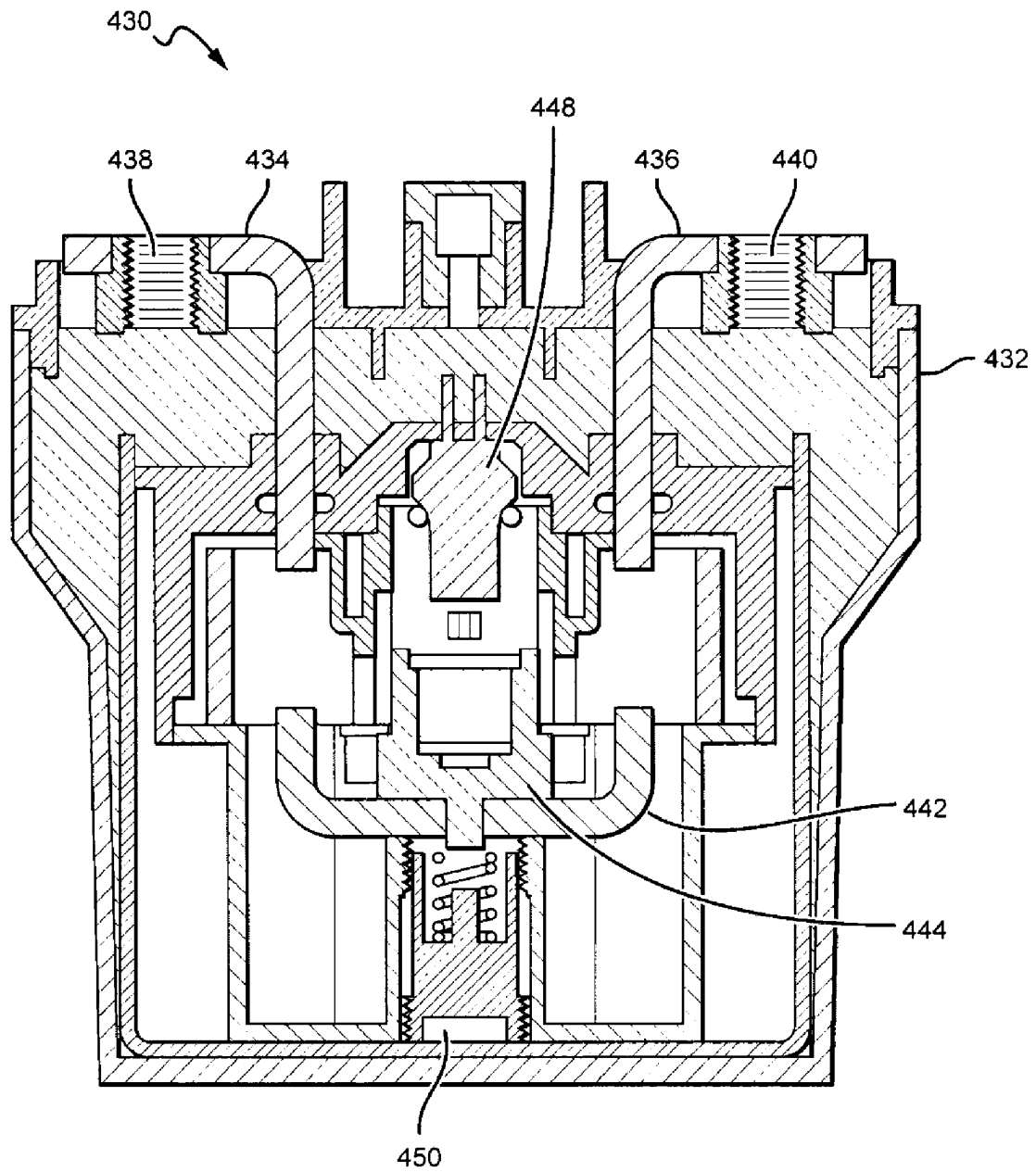


FIG. 5

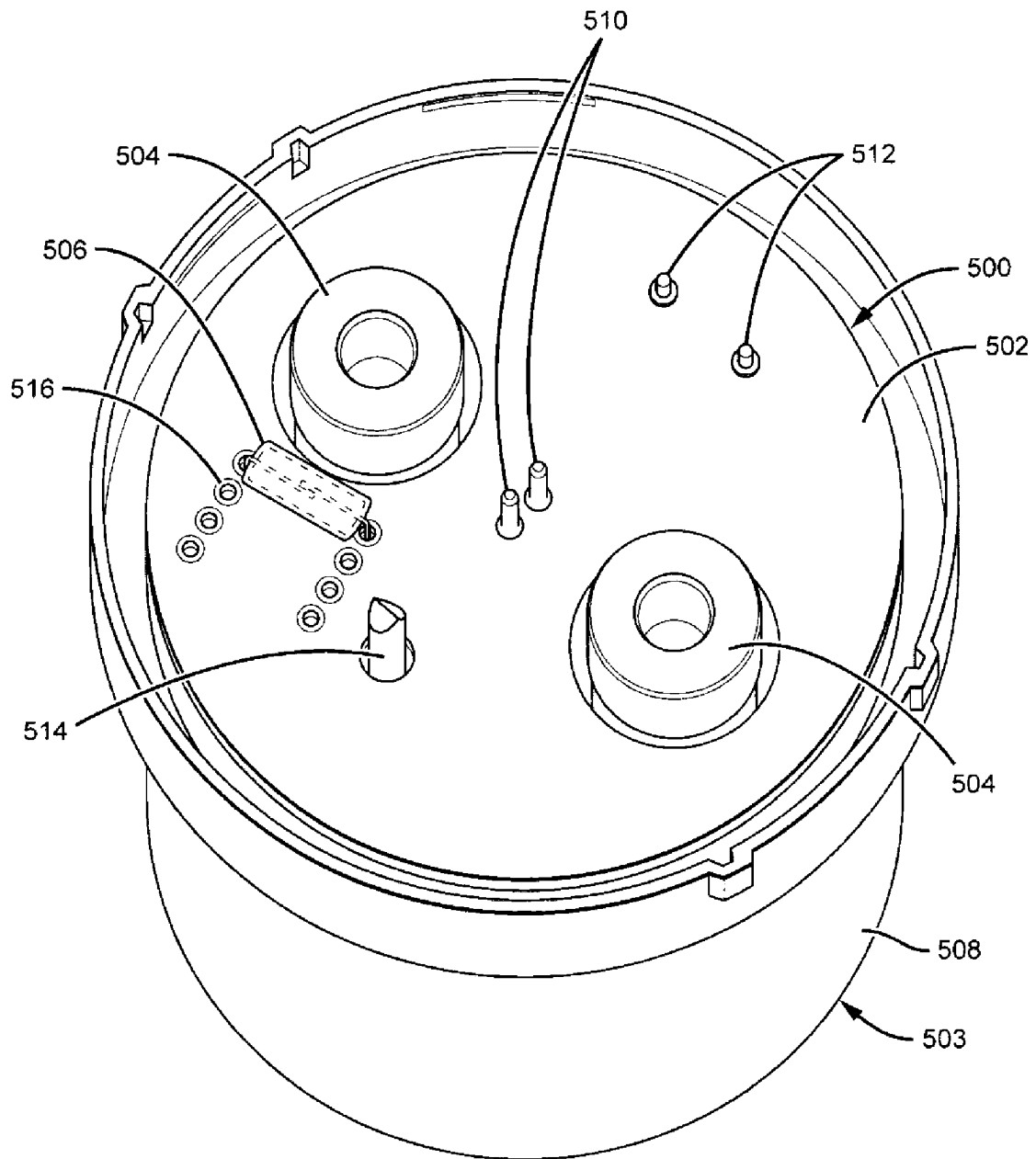


FIG. 6

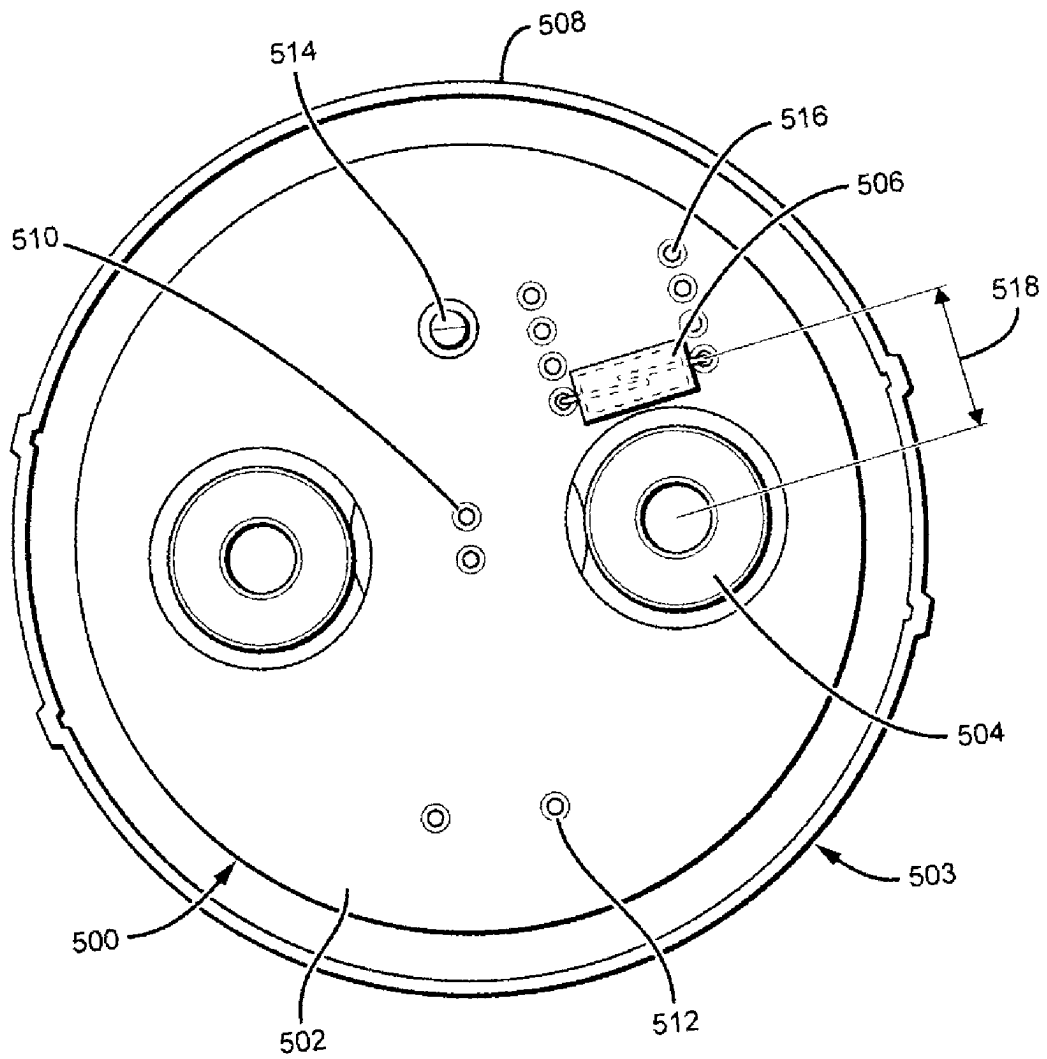


FIG. 7

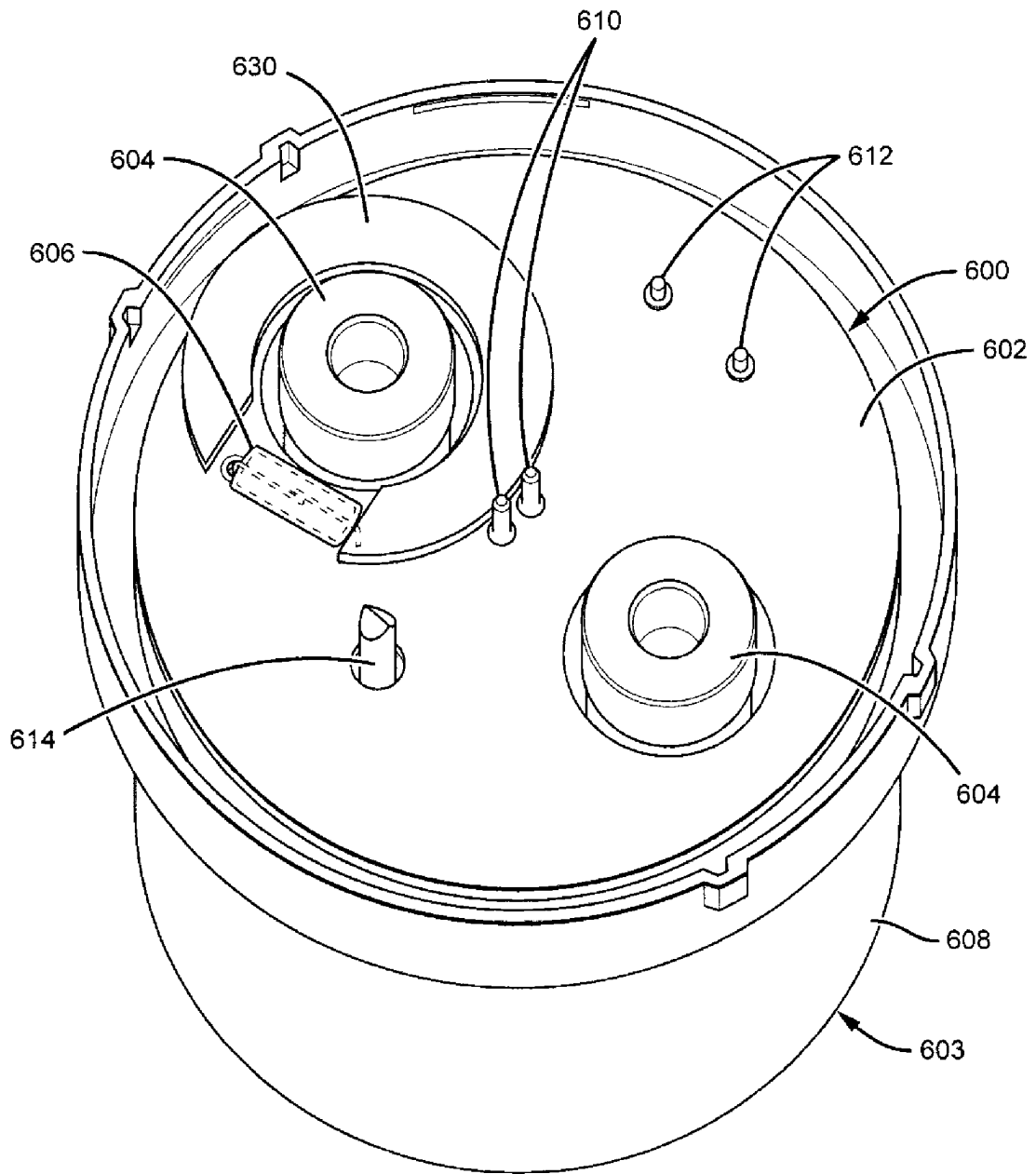


FIG. 8

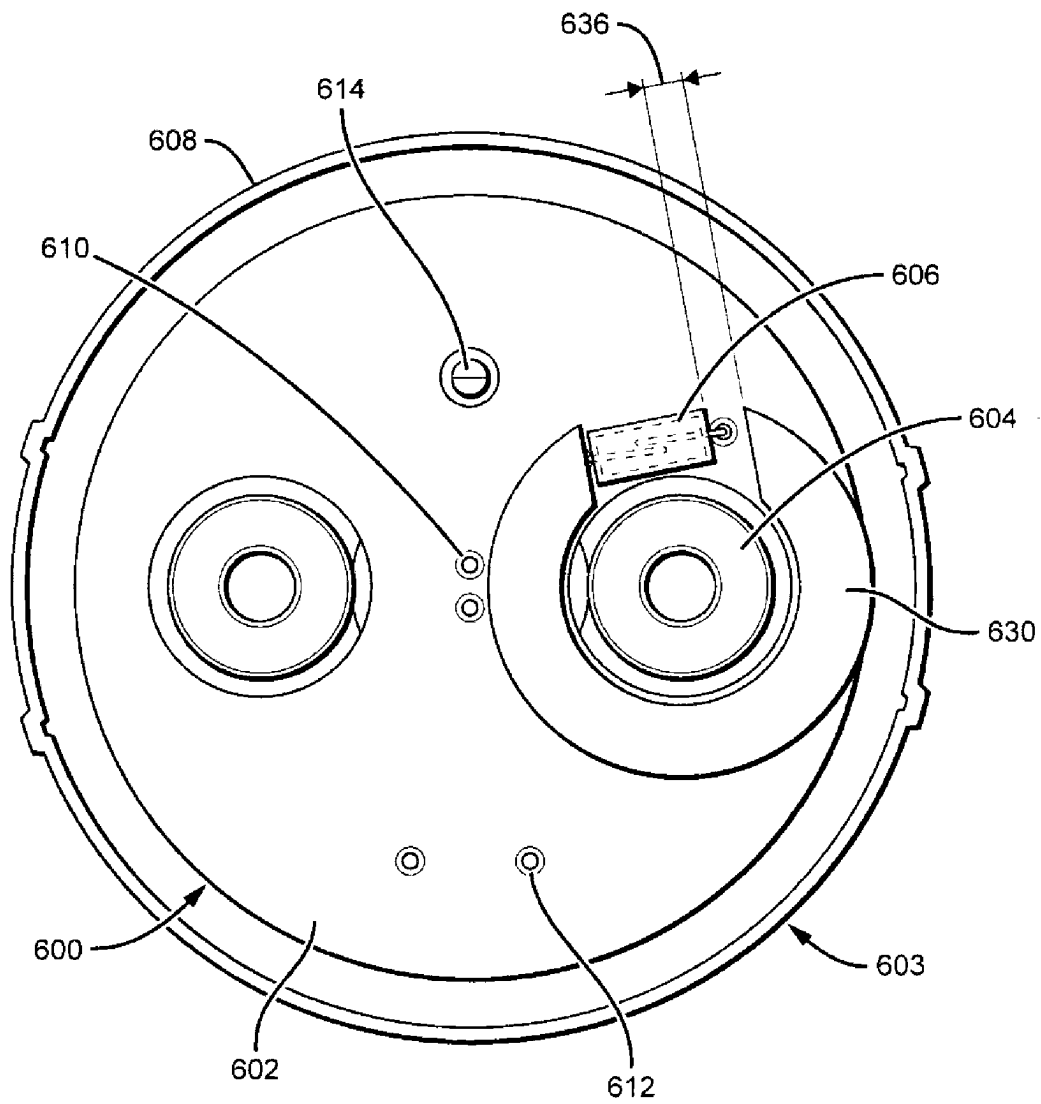


FIG. 9

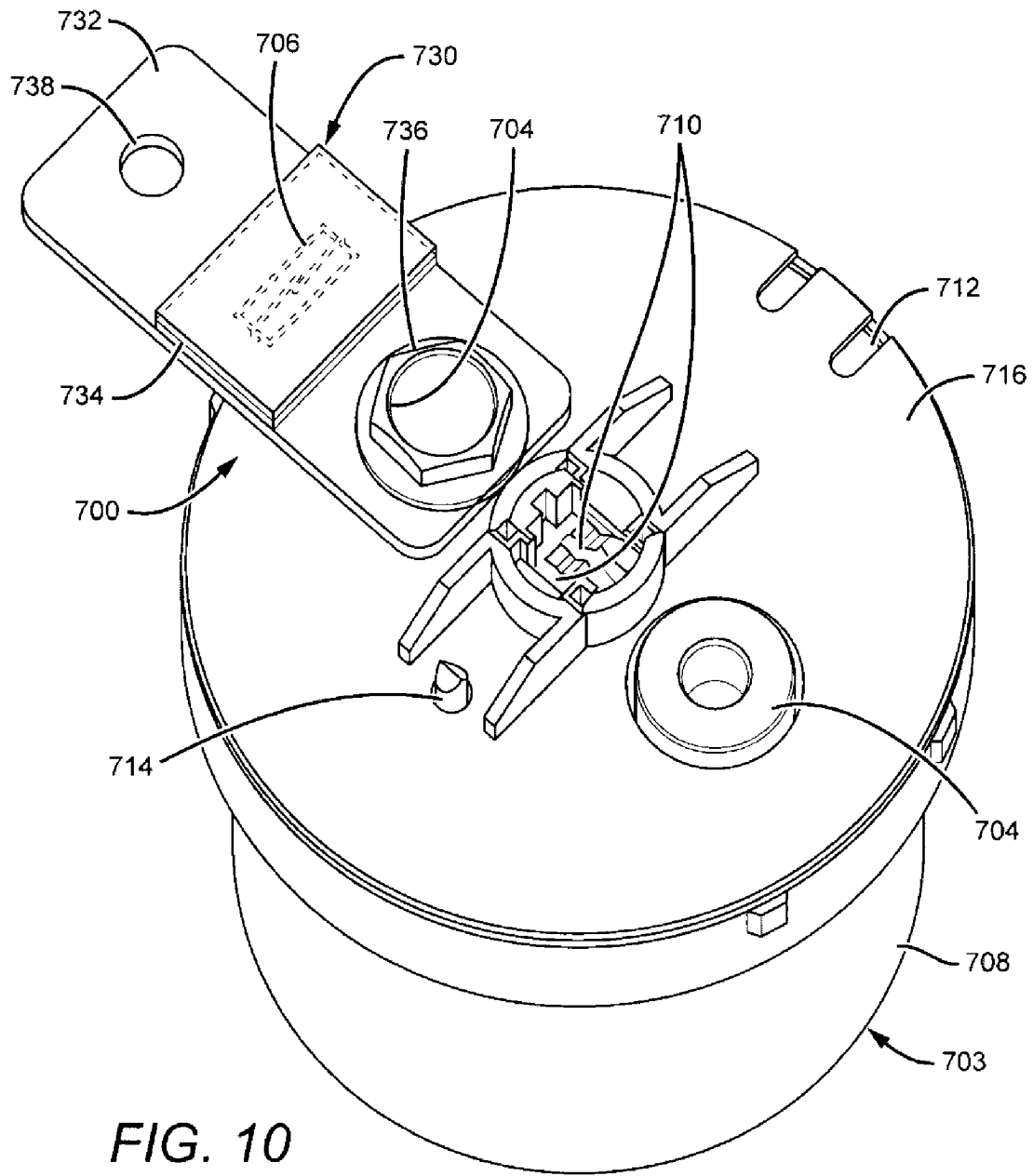


FIG. 10

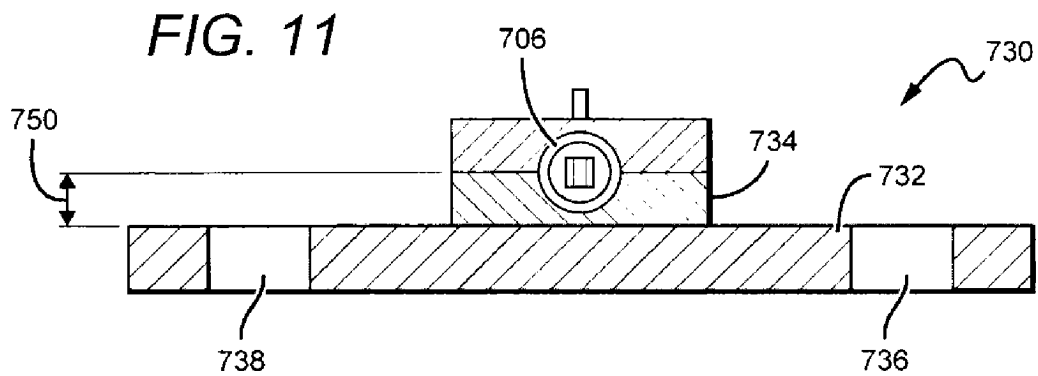
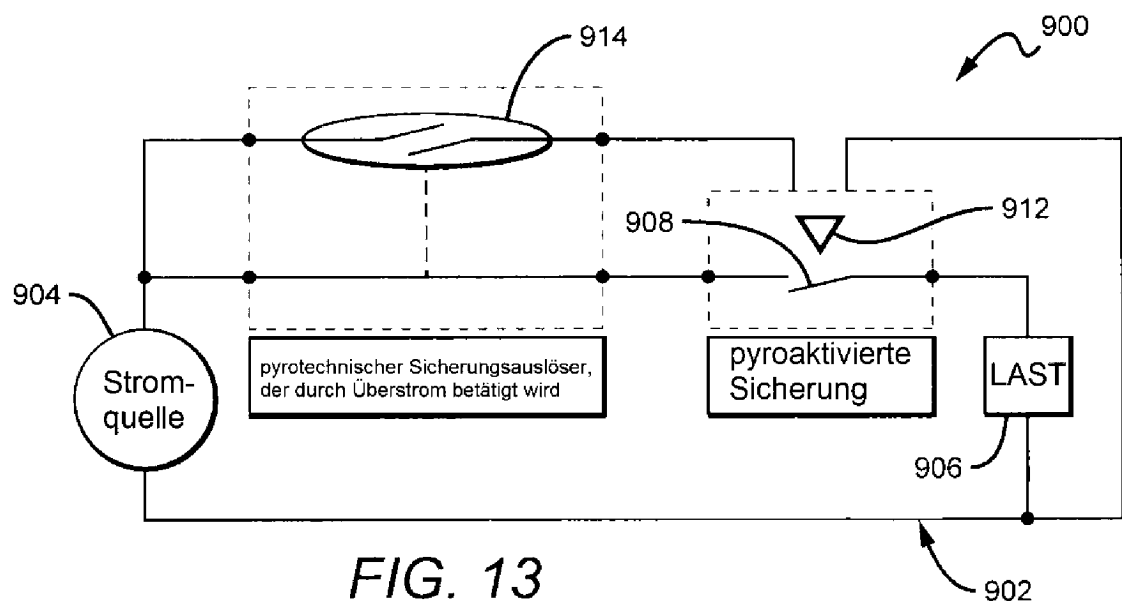
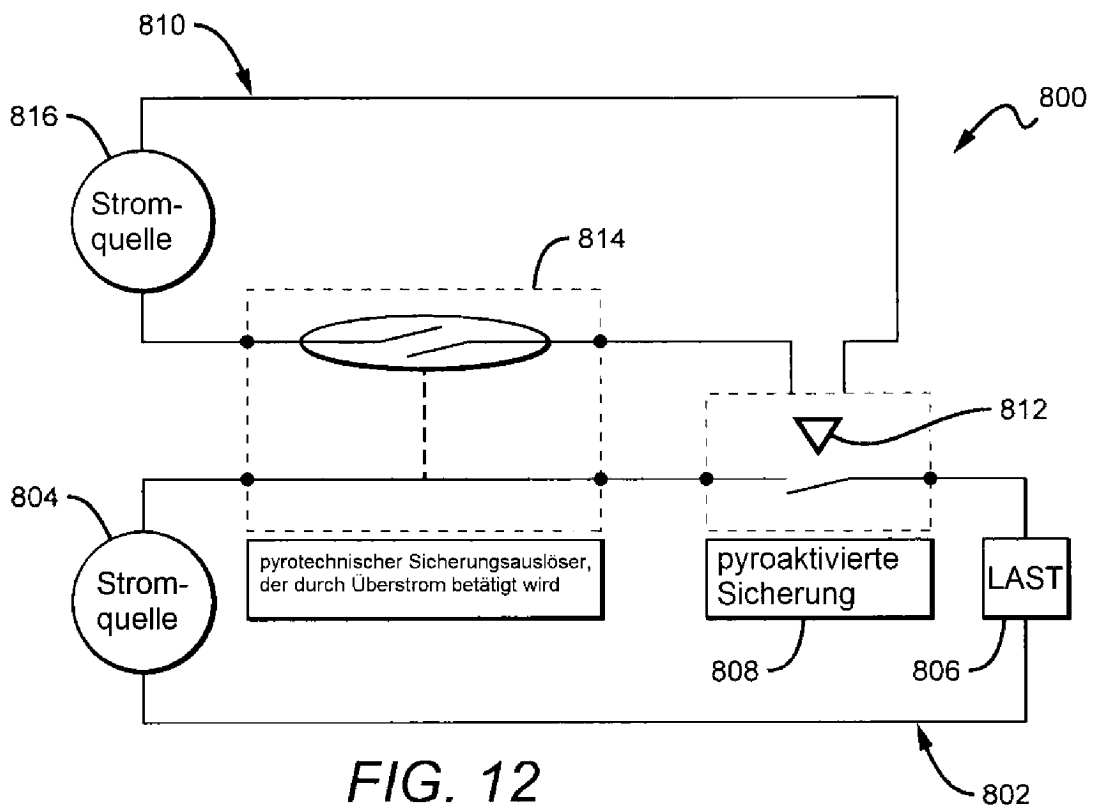


FIG. 11



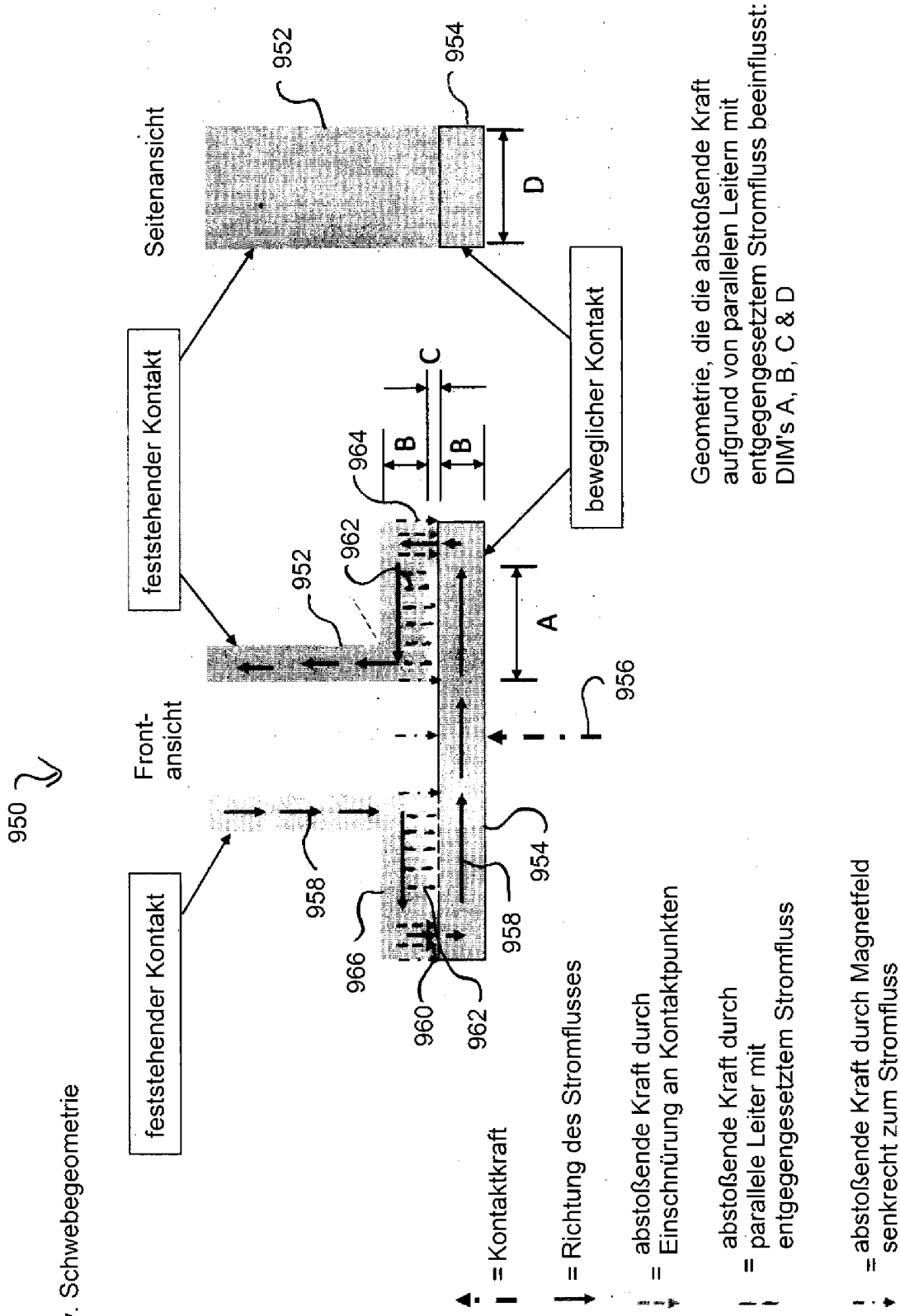


FIG. 14

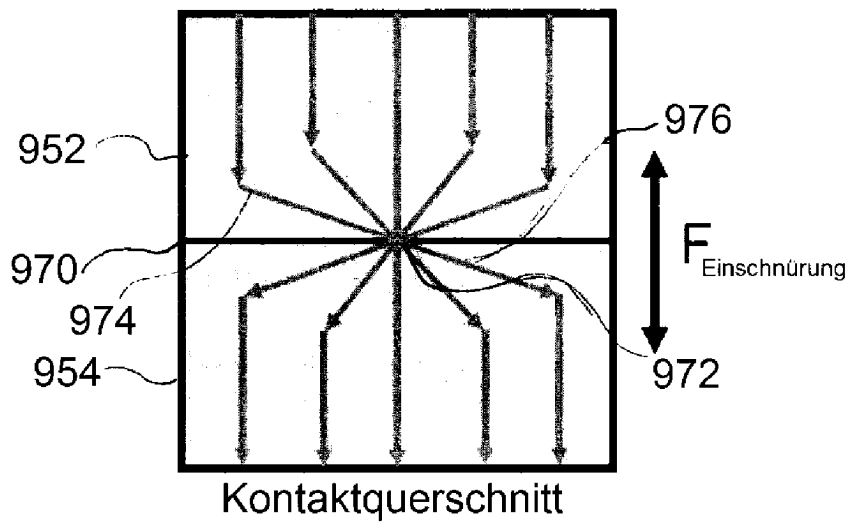


FIG. 15

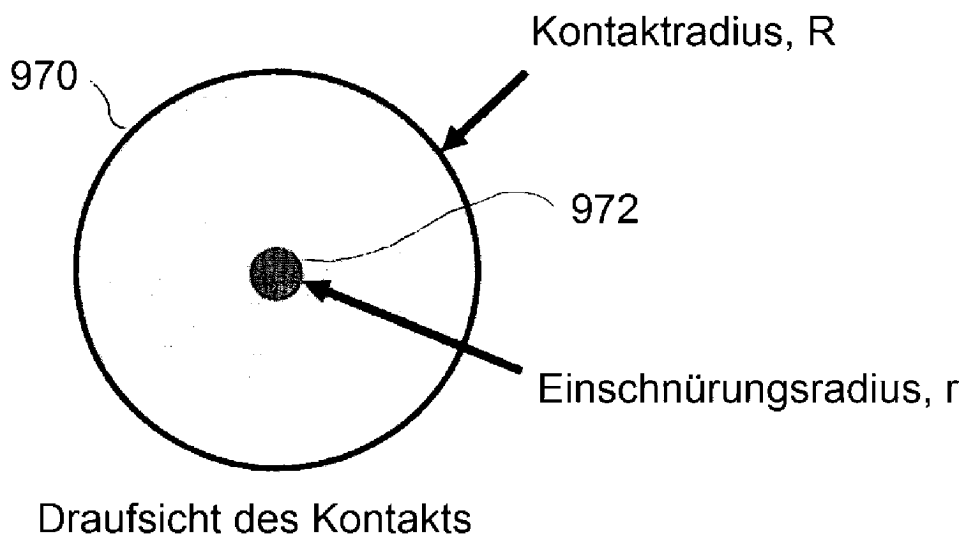


FIG. 16

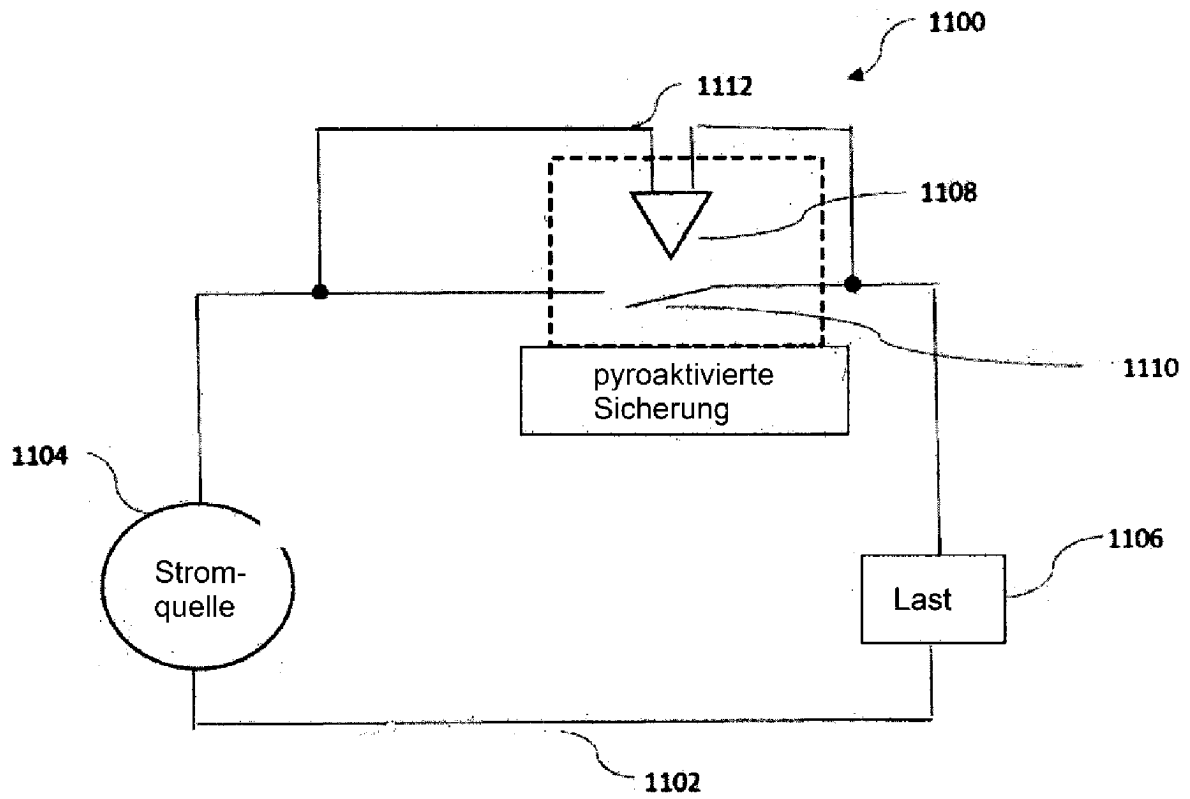


FIG. 17

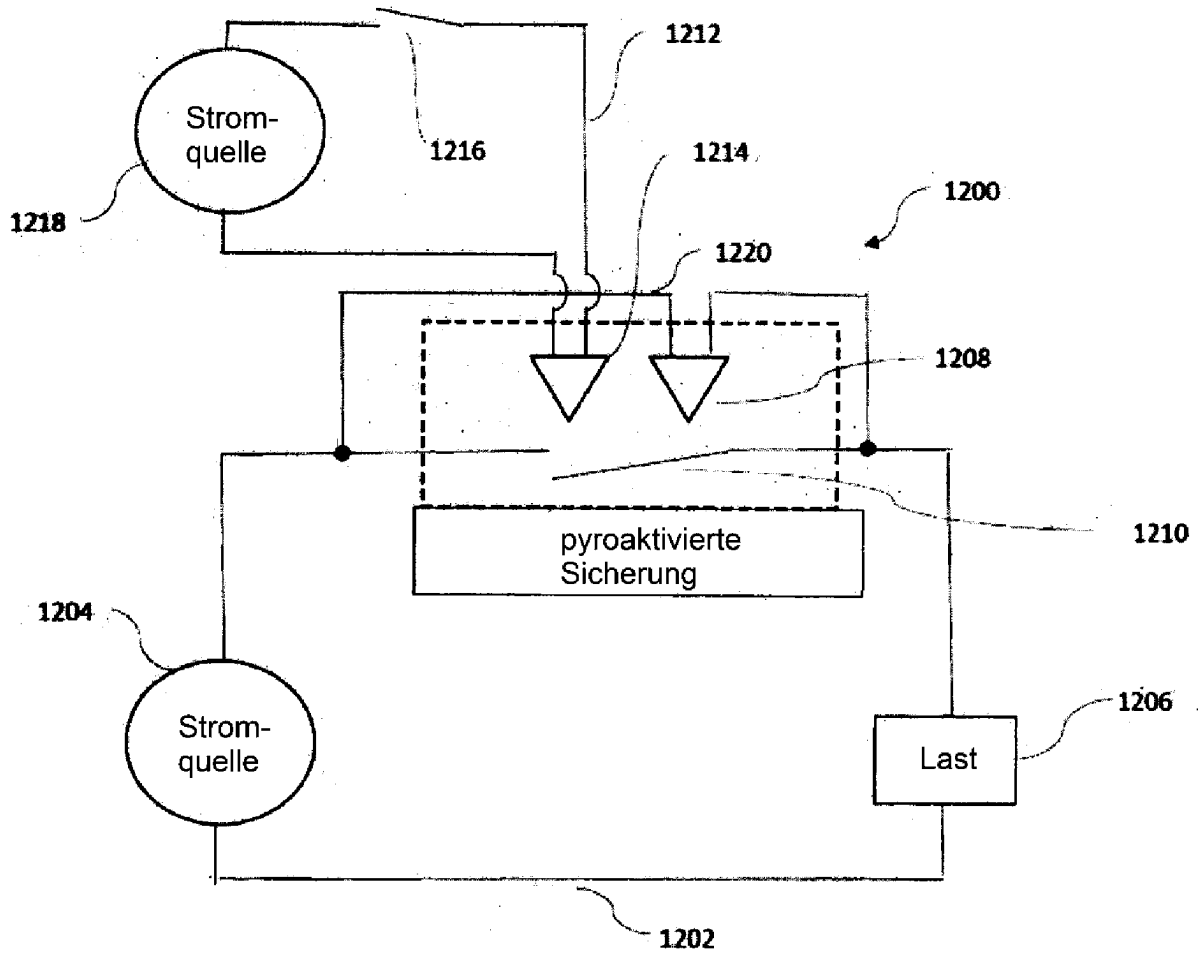


FIG. 18

passive / aktive Schwebeauslöser  
PCBA Pyro-Montagekonzept

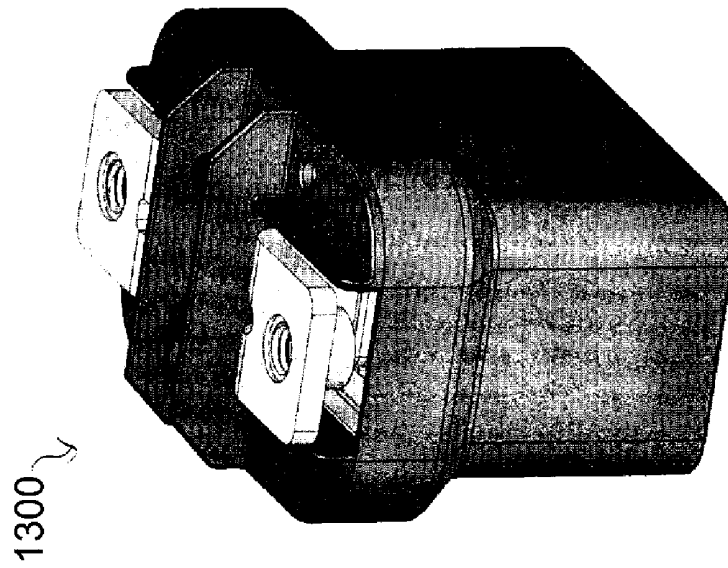


FIG. 19

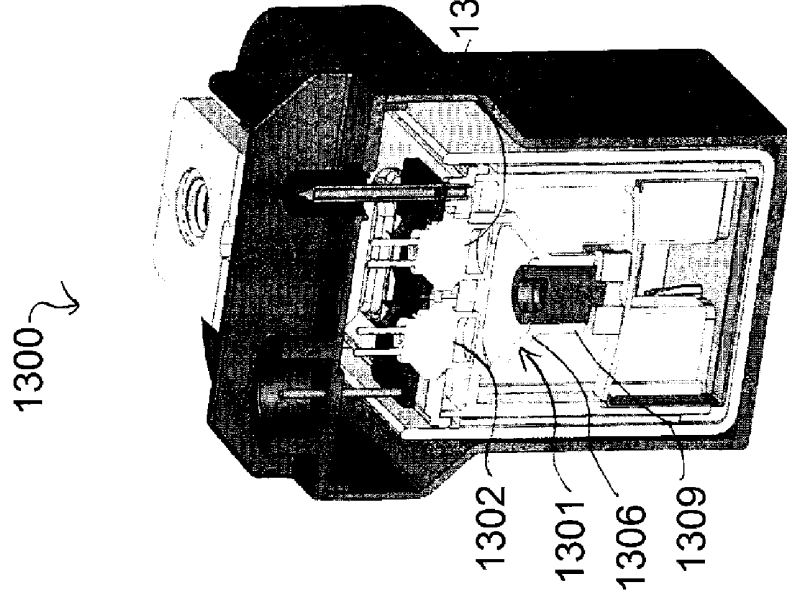


FIG. 20

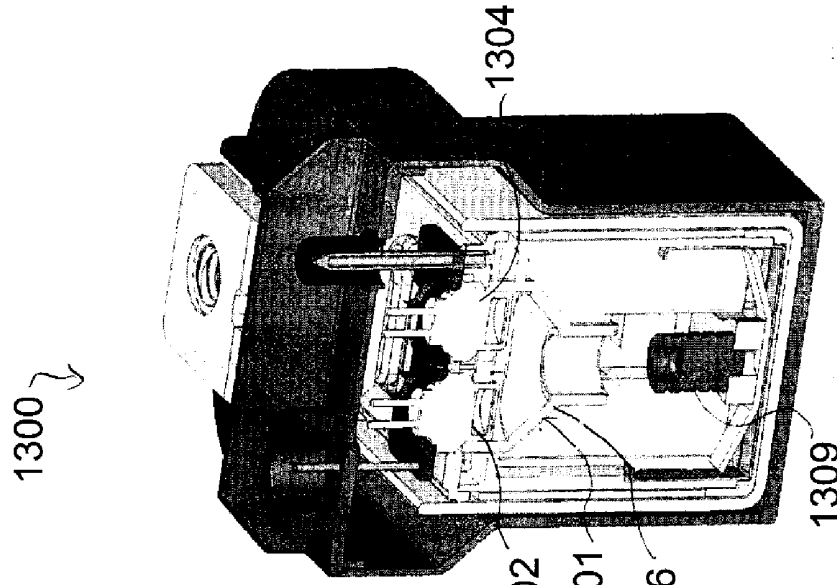


FIG. 21

passive / aktive Schwebeauslöser  
PCBA Pyro-Montagekonzept

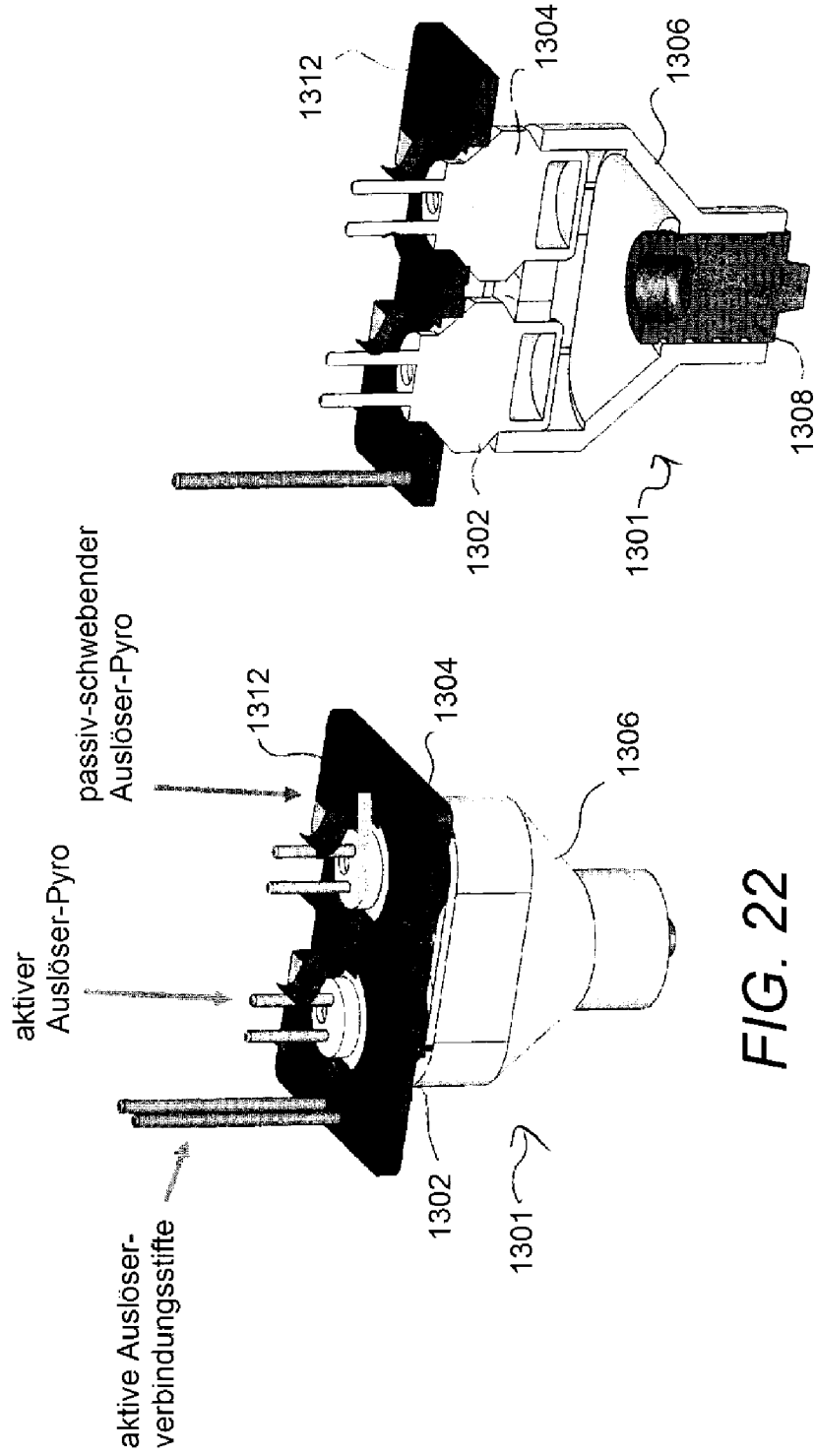


FIG. 22

FIG. 23