

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50137/2019
(22) Anmeldetag: 21.02.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2020

(51) Int. Cl.: **H01H 39/00** (2006.01)
H01H 89/00 (2006.01)
H02H 3/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102017207736 B3
DE 102010035684 A1

(73) Patentinhaber:
Hirtenberger Automotive Safety GmbH & Co KG
2552 Hirtenberg (AT)

(74) Vertreter:
Dr. Müllner Dipl.-Ing. Katschinka OG,
Patentanwaltskanzlei
1010 Wien (AT)

(54) Pyrotechnischer Stromtrenner

(57) Damit ein pyrotechnischer Stromtrenner möglichst kompakt aufgebaut werden kann, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass er eine Leiterplatte (1) mit einer Haupt-Leiterbahn aufweist, die für Ströme von über 20 A, vorzugsweise über 100 A, ausgelegt ist, und dass die Leiterplatte weiters eine elektrische Schaltung (4a-d) aufweist. Bei Aktivierung wird diese Leiterplatte (1) durchtrennt. Es ist somit keine externe Schaltung notwendig. Die Leiterplatte (1) kann eine Metallkern-Leiterplatte sein, oder aber eine Multilayer-Leiterplatte, wobei die Haupt-Leiterbahn aus mehreren miteinander verbundenen Lagen gebildet ist. Die Schaltung kann den Strom durch die Haupt-Leiterbahn durch Messung des Spannungsabfalls oder des Magnetfelds bestimmen. Auch die Stromversorgung kann aus dem Spannungsabfall gespeist werden, sodass der Stromtrenner vollkommen autark funktioniert. Zur Detektion einer vollständigen Trennung der Hauptleiterbahn kann eine von der Hauptleiterbahn verschiedene Lage im Bereich der Trennstelle der Haupt-Leiterbahn eine von der Hauptleiterbahn unabhängige Leiterbahn aufweisen, sodass diese ebenso wie die Hauptleiterbahn durchtrennt wird.

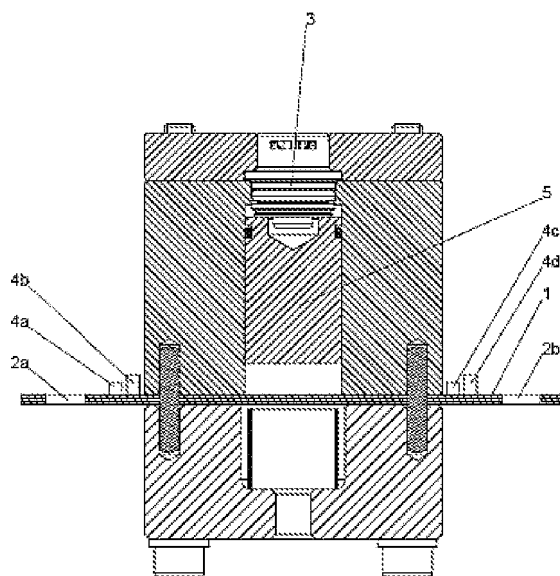


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen pyrotechnischen Stromtrenner, der bei Aktivierung eine Leiterplatte durchtrennt.

[0002] Herkömmliche Stromtrenner besitzen einen metallischen elektrischen Leiter, der durch Krafteinwirkung durchtrennt und damit geöffnet wird.

[0003] Bei den meisten bekannten Stromtrennern ist ein mechanisch festes Trennelement vorgesehen, welches bei der Auslösung mittels einer pyrotechnischen Ladung durch den Leiter bewegt wird. Gemäß der DE 10337958 A1 ist dieses Trennelement als Trennmeißel ausgebildet, welcher den Leiter an einer Stelle durchtrennt. Gemäß WO 2017/066816 A1 ist das Trennelement als Trennstempel ausgebildet, der ein Stück des Leiters herausschneidet, sodass die verbleibenden Leiterenden einen größeren Abstand zueinander aufweisen. Dieses herausgeschnittene Stück wird in dieser Schrift als "Platine" (in der Bedeutung "Plättchen") bezeichnet.

[0004] Aus DE 102010035684 A1 ist bekannt, dass der Leiter nicht durch ein mechanisch festes Trennelement, sondern durch ein "fließfähiges Medium", das vorzugsweise inkompressibel ist, getrennt wird.

[0005] Bei all diesen bekannten Stromtrennern sind die für die Auslösung notwendigen Komponenten in externe Baugruppen ausgelagert, also z.B. Sicherung, Stromsensorik etc. Das ist nicht nur unökonomisch, sondern benötigt auch entsprechenden Bauraum.

[0006] Aus US 3745276 A und 3896621 A, die zusammengehören, ist ein Aktuator beschrieben, bei welchem bei Auslösung nicht nur ein Bolzen ausgefahren, sondern auch eine - gegenüber dem Bolzen angeordnete - Platine ("Platine" im Sinne von "Leiterplatte", "gedruckter Schaltung"; englisch "printed circuit board") durchtrennt wird. Der Bolzen kann einen anderen Stromkreis unterbrechen oder schließen oder eine Membran durchschlagen, z.B. um Überdruck abzulassen. Die Platine, die im Inneren des Gehäuses vorgesehen ist, dient ausschließlich der Zu- und Ableitung des Zündstroms. Zu diesem Zweck sind an dieser Platine Drähte, die nach außen führen, angelötet, und weiters sind Drähte, die zu einem Zündstromkreis ("detonating circuit") führen, angelötet. Die nach außen führenden Drähte und die zum Zündstromkreis führenden Drähte sind jeweils durch eine Kupferbahn der Platine miteinander verbunden. Der Sinn, warum die Platine nach der Zündung durchschlagen und so der Zündstromkreis unterbrochen wird, ist nicht geoffenbart. Als Stromtrenner für hohe Ströme ist diese Vorrichtung nicht geeignet.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile der bekannten Stromtrenner, nämlich die Notwendigkeit, externe Baugruppen für die Auslösung vorzusehen, zu beseitigen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen Stromtrenner der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Leiterplatte eine Haupt-Leiterbahn aufweist, die für Ströme von über 20 A, vorzugsweise über 100 A, ausgelegt ist, und dass die Leiterplatte weiters eine elektrische Schaltung aufweist.

[0009] Grundgedanke der Erfindung ist, anstelle des Leiters in einem Stromtrenner eine Leiterplatte zu verwenden. Diese Leiterplatte trägt weiters eine elektrische Schaltung, die alle für die Auslösung notwendigen Komponenten enthalten kann.

[0010] Damit die Haupt-Leiterbahn Ströme von über 100 A leiten kann, ist nach einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Leiterplatte eine Metallkern-Leiterplatte ist und der Metallkern die Haupt-Leiterbahn bildet. Der Metallkern besteht üblicherweise aus Aluminium oder Kupfer und dient normalerweise zur Wärmeabfuhr. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung dient er jedoch zur Leitung der hohen Ströme. Er kann leicht ausreichend dimensioniert werden.

[0011] Alternativ dazu kann die Leiterplatte als Multilayer-Leiterplatte ausgebildet sein, wobei die Haupt-Leiterbahn auf zumindest zwei Lagen aufgeteilt ist und die elektrische Schaltung in zumindest einer weiteren Lage, vorzugsweise der obersten Lage, vorgesehen ist. In diesem Fall werden also je nach gewünschter maximaler Stromstärke entsprechend viele Lagen für die

Haupt-Leiterbahn verwendet, wobei man natürlich die Dicke der leitenden Schichten der Haupt-Leiterbahn möglichst hoch wählen wird.

[0012] Damit sich der Strom auf alle Lagen der Haupt-Leiterbahn möglichst gleichmäßig aufteilt, können diese Lagen mittels Durchkontaktierungen miteinander verbunden sein, wobei die Durchkontaktierungen vorzugsweise mit Kupfer gefüllt sind. Durch die Füllung in den Bohrungen der Durchkontaktierungen wird der Widerstand der Durchkontaktierungen verringert. Im Falle von Bohrungen an den Enden der Leiterplatte zum Anschluss an die zu überwachende Stromleitung sollten Durchkontaktierungen rund um diese Bohrungen gruppiert sein.

[0013] Der Strom fließt also entweder über verschiedene Layer oder über einen mit entsprechendem Querschnitt ausgestatteten Metallkern.

[0014] Damit die elektrische Schaltung ermitteln kann, wann eine Auslösung notwendig ist, ist nach einer weiteren Ausgestaltung vorgesehen, dass die elektrische Schaltung eine Stromerfassung für den Strom durch die Haupt-Leiterbahn enthält. Übersteigt der Strom einen bestimmten Grenzwert, wird der Stromtrenner ausgelöst.

[0015] Zusätzlich dazu, dass die gemessene Stromstärke für die Bestimmung, wann eine Auslösung erfolgen soll, herangezogen wird, kann diese auch an einem Ausgang, insbesondere für einen CAN-Bus, einen LIN-Bus oder Bluetooth, zur Verfügung gestellt werden, sodass die gemessene Stromstärke z.B. zur Steuerung der Antriebsmotoren eines E-Mobils verwendet werden kann.

[0016] Zur Bestimmung der Stromstärke kann die elektrische Schaltung einen Spannungsmesser zur Bestimmung des Spannungsabfalls an der Haupt-Leiterbahn aufweisen. Da der Widerstand der Haupt-Leiterbahn bekannt ist (bzw. leicht gemessen werden kann), kann aus dem Spannungsabfall die Stromstärke bestimmt werden. Zur Bestimmung des Spannungsabfalls sind zweckmäßiger Weise Durchkontaktierungen von den Enden der Haupt-Leiterbahn zur elektrischen Schaltung vorhanden. Im Falle einer Metallkern-Leiterplatte kann die elektrische Kontaktierung direkt auf den Metallkern erfolgen.

[0017] Alternativ zur Bestimmung der Stromstärke über den Spannungsabfall kann die elektrische Schaltung einen Magnetfeld-Messer, insbesondere einen Hall-Sensor, zur Bestimmung des Magnetfeldes der Haupt-Leiterbahn aufweisen.

[0018] Besonders bevorzugt ist, dass die Spannungsversorgung für die elektrische Schaltung aus dem Spannungsabfall an der Haupt-Leiterbahn gespeist ist. Die prinzipielle Idee ist aus DE 102016107707 B3 bekannt, wobei Spannungswandler verwendet werden. Konkrete Schaltungen sind in der noch nicht veröffentlichten österreichischen Patentanmeldung A50310/2018 beschrieben. Es kann insbesondere eine Joule thief-Schaltung zum Einsatz kommen.

[0019] Die Leiterplatte kann mit einem herkömmlichen Zünder verbunden sein. Dessen Anschlussdrähte müssen dann aber mit der Leiterplatte verbunden, insbesondere verlötet werden, was einen zusätzlichen Herstellungsaufwand bedeutet.

[0020] Es ist daher nach einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass die Leiterplatte ein Heizelement zum Zünden eines darauf befindlichen pyrotechnischen Satzes enthält. Er kann metallisches Zirkonium und/oder Kaliumperchlorat sowie gegebenenfalls einen Harzbinder oder Kleber enthalten. Zirkonium und Kaliumperchlorat (ZPP) sind typisch für einen Anfeuerungssatz. Der Harzbinder oder Kleber ermöglicht es, den pyrotechnischen Satz in einfacher Weise in flüssiger Form auf das Widerstandselement aufzubringen, wobei dieser dann auf dem Widerstandselement aushärtet.

[0021] Dieser pyrotechnische Satz, letztlich nur ein Tropfen, hat nur eine relativ geringe Leistung. Es ist daher nach einer Ausgestaltung vorgesehen, dass sich im Gehäuse des Stromtrenners zumindest eine zweite pyrotechnische Ladung befindet, die durch den pyrotechnischen Satz gezündet wird. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass ein Schneidstempel mit einer Öffnung vorgesehen ist und dass der pyrotechnische Satz und die zweite pyrotechnische Ladung zu beiden Seiten des Schneidstempels angeordnet sind. Damit zündet der pyrotechnische

Satz durch die Öffnung im Schneidstempel hindurch die zweite pyrotechnische Ladung, und diese drückt den Schneidstempel durch die Leiterplatte, wodurch ein Stück aus der Leiterplatte herausgebrochen wird. Diese Zündung muss nicht direkt erfolgen, es kann auch noch eine Übertragungsladung vorgesehen sein, die die Zündung vom pyrotechnischen Satz zur zweiten pyrotechnischen Ladung überträgt.

[0022] Damit das Durchtrennen der Leiterplatte erleichtert wird, ist bevorzugt vorgesehen, dass die Leiterplatte, insbesondere die stromführende Leiterbahn, im Bereich zumindest einer Trennstelle geschwächt ist. Diese Schwächung kann dadurch erfolgen, dass die Haupt-Leiterbahn zumindest eine Verengung aufweist. Es kann aber auch die Leiterplatte an den Trennstellen von der Seite oder von unten eingeschnitten sein, oder es kann zumindest im Bereich der Trennstellen das Trägermaterial zwischen den Leiterebenen fehlen.

[0023] Im Falle eines Einschnitts können Lagen der Haupt-Leiterbahn vor und nach dem Einschnitt miteinander verbunden sein, um eine gleichmäßige Aufteilung des Stroms zu gewährleisten.

[0024] In die Leiterplatte können zusätzliche Materialien eingearbeitet sein, insbesondere Keramik, Ferrit, Aluminiumnitrid, Siliziumcarbid, Graphit oder Graphen. Keramik kann man verwenden, um eine thermische Isolierung zu schaffen. Dadurch steigt auch die Temperaturbeständigkeit, diese Verstärkungen können in den Anschlussbereichen eine erhöhte Beständigkeit gegen Temperatureinflüsse gewährleisten. Eine Ferritschicht kann Störungen durch den Stromfluss im Leiter auf die Elektronik reduzieren. Es können auch zumindest partiell Bereiche mit sehr guter Wärmeleitung durch den Einsatz von Schichten aus Graphit, Graphen beziehungsweise AlN oder SiC bei geforderter Isolation geschaffen werden, um beispielsweise die Erwärmung einer Schicht auszuwerten.

[0025] Die Leiterplatte kann fest, fest-flexibel kombiniert oder flexibel aufgebaut sein.

[0026] Wird ein Stromfluss durch den Stromtrenner in nur einer Lage angestrebt, ist diese naturgemäß dicker und das Design entspricht einem MCPCB (Metal Core Printed Circuit Board).

[0027] Für die Herstellung ist es günstig, wenn die Lage für die elektrische Schaltung von der Haupt-Leiterbahn (dem Metal Core) getrennt hergestellt und auf diese auflaminiert oder aufgeklebt wird.

[0028] Die Auslöseschaltung befindet sich in diesem Fall direkt auf dem Metallkern, durch eine Lage Isolationsmaterial, in der Regel FR4, von diesem isoliert. Ist eine Querschnittsreduktion des Metallkerns erforderlich, um die Trennkräfte entsprechend niedrig zu halten, findet diese durch seitliche Einschnitte des gesamten MCPCB unter Beibehaltung der notwendigen Verbindungen in der „elektronischen“ Lage sowie des Metal Core statt, zusätzlich kann das Metal Core auf der der elektrischen Schaltung abgewandten Seite geschwächt sein. Ist die Haupt-Leiterbahn im Anschlussbereich zumindest einseitig zugänglich, erfolgt die Kontaktierung bevorzugt in diesen Bereichen.

[0029] Weiters ist es zweckmäßig, wenn zur Detektion einer vollständigen Trennung der Hauptleiterbahn eine von der Hauptleiterbahn verschiedene Lage im Bereich der Trennstelle der Haupt-Leiterbahn eine Leiterbahn aufweist, sodass diese ebenso wie die Hauptleiterbahn durchtrennt wird. Es ist leicht feststellbar, ob diese Leiterbahn leitet oder nicht, und solange sie leitet, wurde die Leiterplatte nicht vollständig getrennt.

[0030] An Hand der beiliegenden Figuren wird die vorliegende Erfindung näher erläutert. Es zeigt: Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Stromtrenner im nicht ausgelösten Zustand im Schnitt; Fig. 2 zeigt denselben Stromtrenner im ausgelösten Zustand; Fig. 3 zeigt ein Detail dieses Stromtrenners; Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stromtrenners in nicht ausgelöstem Zustand; Fig. 5 und 6 zeigen verschiedene Ausführungen von Einschnitten der Platine der zweiten Ausführungsform; Fig. 6a zeigt eine Ausführung von Einschnitten der Platine der ersten Ausführungsform; Fig. 7 bis 9 zeigen drei weitere Ausführungsformen

der vorliegenden Erfindung in nicht ausgelöstem Zustand; und Fig. 10 und 11 zeigen eine weitere Ausführungsform in nicht ausgelöstem Zustand und in ausgelöstem Zustand.

[0031] In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Stromtrenner dargestellt. Die Ausführung entspricht im Wesentlichen dem aus der bereits erwähnten WO 2017/066816 A1 bekannten Stand der Technik mit Zünder 3 und Schneidstempel 5, mit der Neuheit, dass statt der normalerweise verwendeten Bus-Bar eine Leiterplatte 1 verwendet wird. Dargestellt zwei innere Leiterebenen bzw. Lagen 9a, 9b (siehe Fig. 3) und zwei äußere Leiterebenen bzw. Lagen 7a, 7b an der Ober- und Unterseite der Leiterplatte 1. Die Leiterplatte 1 besitzt zwei Bohrungen 2a, 2b, um den elektrischen Anschluss in bekannter Weise darzustellen. Die elektrische Schaltung 4a-d auf der Leiterplatte 1 ist durch Rechtecke (siehe Fig. 1), welche Bauelemente symbolisieren, dargestellt. Ein Stromtrenner dieser Bauart kann beispielsweise Ströme messen, die Werte über geeignete Schnittstellen, z.B. Bluetooth, an die Umwelt kommunizieren und Überströme erkennen. Besonders günstig ist eine autarke Ausführung, bei der keine zusätzliche Versorgungsspannung benötigt wird.

[0032] Bei Auslösung des Zünders 3 wird die Leiterplatte 1 durch den Schneidstempel 5, der mit Druck beaufschlagt wird, unterbrochen. Die Löschung allfälliger Lichtbögen erfolgt in diesem Beispiel durch die Einquetschung des Lichtbogens in den Spalt zwischen dem Schneidstempel 5 und Gehäuseunterteil 6 (siehe Fig. 2).

[0033] Fig. 3 zeigt ein Detail zur Kontaktierung, und zwar den Bereich um die Bohrung 2a bzw. 2b. Die äußeren Leiterebenen bzw. Lagen 7a, 7b werden im Bereich der Bohrungen 2a, 2b mittels einer Durchkontaktierung 8 mit den inneren Leiterebenen bzw. Lagen 9a, 9b verbunden. Reicht der dadurch erhaltene Verbindungsquerschnitt nicht für den Stromtransport zu den innen liegenden Leiterebenen bzw. Lagen 9a, 9b aus, so können zusätzliche Durchkontaktierungen 9, die mit Kupfer 9' oder anderen leitfähigen Substanzen ausgefüllt sein können, für zusätzliche Wege für den Stromtransport sorgen. Der Strom wird von den Bohrungen 2a, 2b auf alle Strom führenden Lagen verteilt.

[0034] Besonders bevorzugt wird eine außen liegende Leiterebene bzw. Lage 7a oder 7b zur Auswertung des Stromflusses und zum Generieren eines Zündsignals verwendet.

[0035] Fig. 4 zeigt den Aufbau eines erfindungsgemäßen Stromtrenners bei Verwendung eines Metal Core Printed Circuit Boards. Der Metallkern 10 ersetzt die Bus-Bar, zusätzlich ist eine Leiterebene 11 angebracht. Die Verbindung zwischen Metallkern 10 und Leiterebene 11 kann entweder durch die Verschraubung bei der Montage oder durch Durchkontaktierungen erfolgen.

[0036] Fig. 5 zeigt eine Schwächung des Metallkerns 10 durch zwei Einschnitte 12a, 12b auf der der zusätzlichen Leiterebene 11 abgewandten Seite, Fig. 6 zeigt seitliche Einschnitte 13a-d. Beide Varianten sind geeignet, um den Trennvorgang zu erleichtern und können auch bei mehrlagigen Leiterplatten 1 verwendet werden, wie dies in Fig. 6a dargestellt ist, wo die Leiterebenen bzw. Lagen 7b und 9b unterbrochen sind. Hier ist allerdings die Besonderheit zu berücksichtigen, dass es vorteilhaft ist, die Strom führenden Lagen vor und nach den Einschnitten mittels Durchkontaktierungen 9 zu verbinden, um den Strom auf die verschiedenen Leiterebenen bzw. Lagen 7b, 9a, 9b aufzuteilen und einen geringen Gesamtwiderstand zu erhalten.

[0037] Fig. 7 zeigt einen erfindungsgemäßen Stromtrenner mit Auswerteelektronik für den Stromfluss, beispielsweise nach der bereits erwähnten, noch nicht veröffentlichten österreichischen Patentanmeldung A50310/2018, die aber zusätzlich auf der Leiterplatte 1 einen pyrotechnischen Satz 14 trägt. Bei Erkennung eines Überstroms wird ein Heizelement 15 durch den Stromfluss erwärmt, zündet den pyrotechnischen Satz 14 und trennt damit die Verbindung der beiden die Anschraubpunkte definierenden Bohrungen 2a, 2b.

[0038] Wie in Fig. 8 dargestellt, kann die Trennkraft durch eine zusätzliche pyrotechnische Ladung 16 verstärkt werden.

[0039] Die an Hand der Fig. 7 und 8 beschriebenen Arten der Trennung erfolgen nur durch den Explosionsdruck, in Fig. 9 ist ein System mit Schneidstempel 5 zur gerichteten Trennung ge-

zeigt. Auf der Leiterplatte 1 befindet sich die elektrische Schaltung 4a-d zur Überstromerkennung sowie das Heizelement 15 in Form eines Widerstands und der pyrotechnische Satz 14. Dieser wird bei Überstrom gezündet und zündet durch eine Öffnung 17 im Schneidstempel 5 die zweite pyrotechnische Ladung 16, die den Schneidstempel 5 mit Druck beaufschlagt und zur Trennung der Leiterplatte 1 führt. In der Öffnung 17 kann sich eine Übertragungsladung 18 befinden, die eine sichere Weiterleitung der Zündung zur zweiten pyrotechnischen Ladung 16 gewährleistet.

[0040] Fig. 10 und 11 zeigen einen Stromtrenner mit mehrlagiger Leiterplatte 1 mit Elektronik zur Überstromerkennung, deren Ausgang direkt mittels Leitungen 21a, 21b mit den Anschlüssen des Zünders 3 verbunden ist. Dieses Beispiel zeigt die Verwendung eines Stromtrenners mit intelligenter Leiterplatte 1, die einen Zünder 3 nach Industriestandard auslöst. Darüber hinaus befindet sich hinter dem Schneidstempel 5 ein Löschmittel 19, das im Fall der Zündung von einem Druckkolben 20 beaufschlagt wird. Das Löschmittel 19 befindet sich somit sandwich-artig zwischen dem Druckkolben 20 und dem Schneidstempel 5. Dadurch wird nicht nur ein Lichtbogen zuverlässig gelöscht, sondern durch den Druck auf das Löschmittel 19 auch der Spalt zwischen der Leiterplatte 1 und dem Gehäuse abgedichtet, wie dies aus der bereits erwähnten WO 2017/066816 A1 bekannt ist.

Patentansprüche

1. Pyrotechnischer Stromtrenner, der bei Aktivierung eine Leiterplatte (1) durchtrennt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (1) eine Haupt-Leiterbahn aufweist, die für Ströme von über 20 A, vorzugsweise über 100 A, ausgelegt ist, und dass die Leiterplatte weiters eine elektrische Schaltung (4a-d) aufweist.
2. Pyrotechnischer Stromtrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte eine Metallkern-Leiterplatte ist und der Metallkern (10) die Haupt-Leiterbahn bildet.
3. Stromtrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte als Multilayer-Leiterplatte ausgebildet ist, **dass** die Haupt-Leiterbahn auf zumindest zwei Lagen (9a, 9b, 7b) aufgeteilt ist **und dass** die elektrische Schaltung (4a-d) in zumindest einer weiteren Lage, vorzugsweise der obersten Lage (7a), vorgesehen ist.
4. Stromtrenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagen (9a, 9b, 7b) der Haupt-Leiterbahn mittels Durchkontaktierungen (9) miteinander verbunden sind, wobei die Durchkontaktierungen (9) vorzugsweise mit Kupfer (9') gefüllt sind.
5. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Schaltung (4a-d) eine Stromerfassung für den Strom durch die Haupt-Leiterbahn enthält.
6. Stromtrenner nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Schaltung (4a-d) die gemessene Stromstärke an einem Ausgang, insbesondere für einen CAN-Bus, einen LIN-Bus oder Bluetooth, zur Verfügung stellt.
7. Stromtrenner nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Schaltung (4a-d) einen Spannungsmesser zur Bestimmung des Spannungsabfalls an der Haupt-Leiterbahn aufweist.
8. Stromtrenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung des Spannungsabfalls Durchkontaktierungen (9) von den Enden der Haupt-Leiterbahn zur elektrischen Schaltung vorhanden sind.
9. Stromtrenner nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Schaltung (4a-d) einen Magnetfeld-Messer, insbesondere einen Hall-Sensor, zur Bestimmung des Magnetfeldes der Haupt-Leiterbahn aufweist.
10. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannungsversorgung für die elektrische Schaltung (4a-d) aus dem Spannungsabfall an der Haupt-Leiterbahn gespeist ist.
11. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (1) ein Heizelement (15) zum Zünden eines darauf befindlichen pyrotechnischen Satzes (14) enthält.
12. Stromtrenner nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der pyrotechnische Satz (14) metallisches Zirkonium und/oder Kaliumperchlorat sowie gegebenenfalls einen Harzbinder oder Kleber enthält.
13. Stromtrenner nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich im Gehäuse des Stromtrenners zumindest eine zweite pyrotechnische Ladung (16) befindet, die durch den pyrotechnischen Satz (14) gezündet wird.
14. Stromtrenner nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schneidstempel (5) mit einer Öffnung (17) vorgesehen ist und dass der pyrotechnische Satz (14) und die zweite pyrotechnische Ladung (16) zu beiden Seiten des Schneidstempels (5) angeordnet sind.
15. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (1), insbesondere die Hauptleiterbahn, im Bereich zumindest einer Trennstelle geschwächt ist.

16. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Detektion einer vollständigen Trennung der Hauptleiterbahn eine von der Hauptleiterbahn verschiedene Lage im Bereich der Trennstelle der Haupt-Leiterbahn eine von der Hauptleiterbahn unabhängige Leiterbahn aufweist, sodass diese ebenso wie die Hauptleiterbahn durchtrennt wird.

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

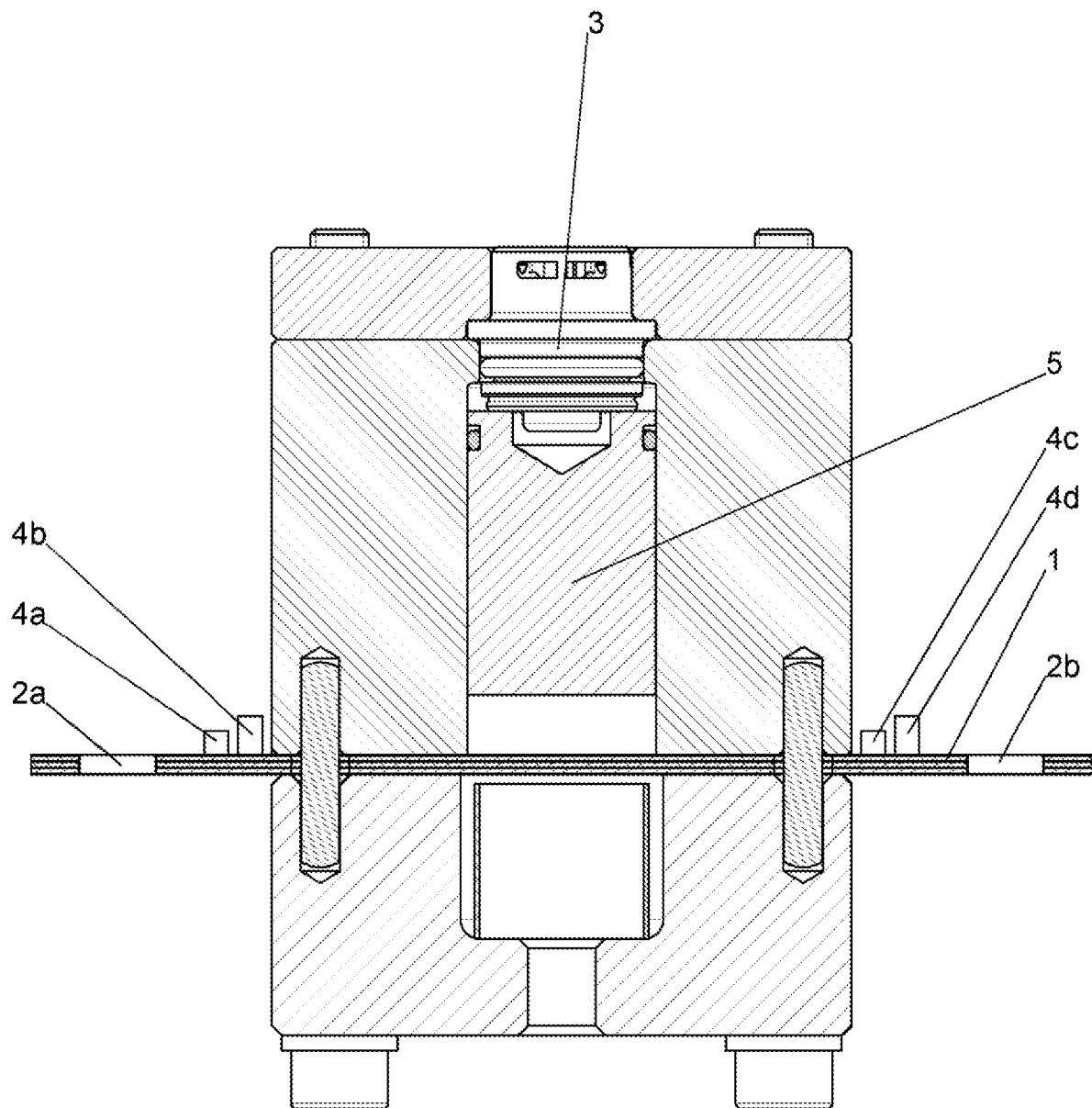


Fig. 1

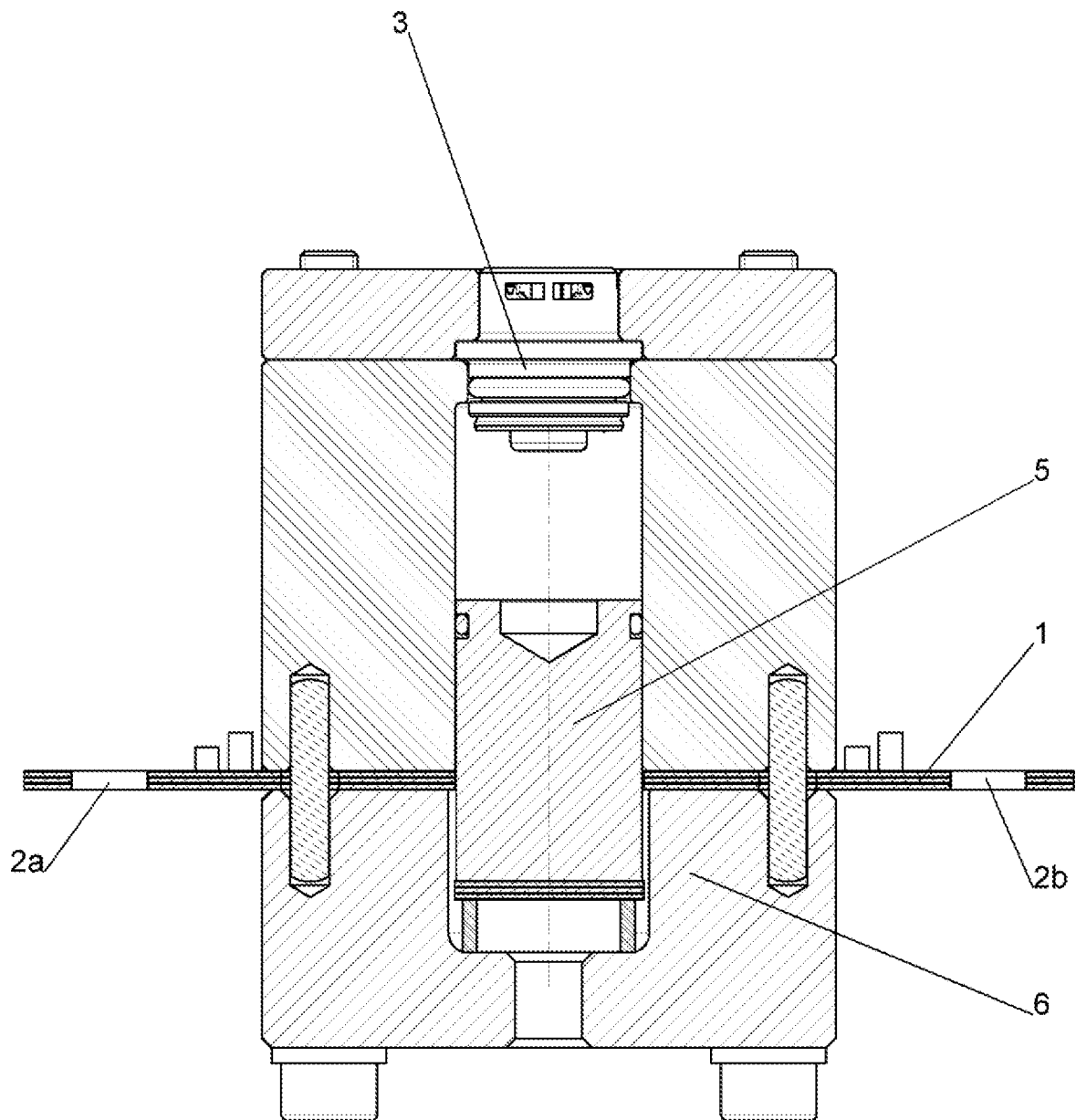


Fig. 2

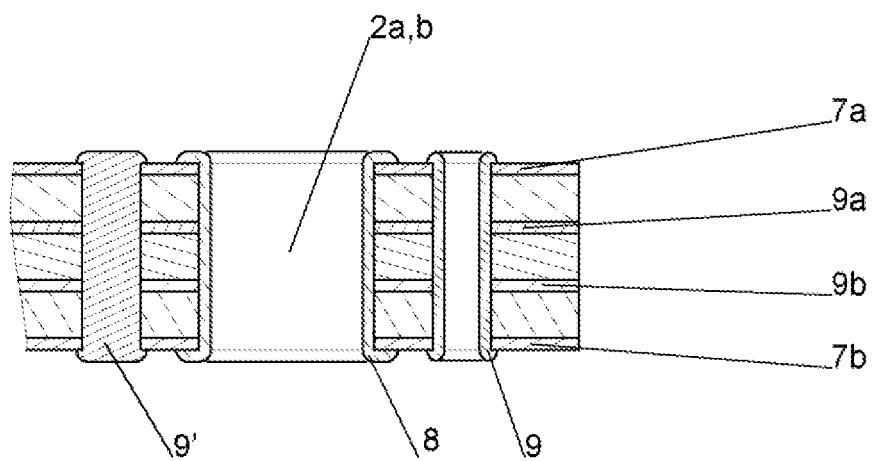


Fig. 3

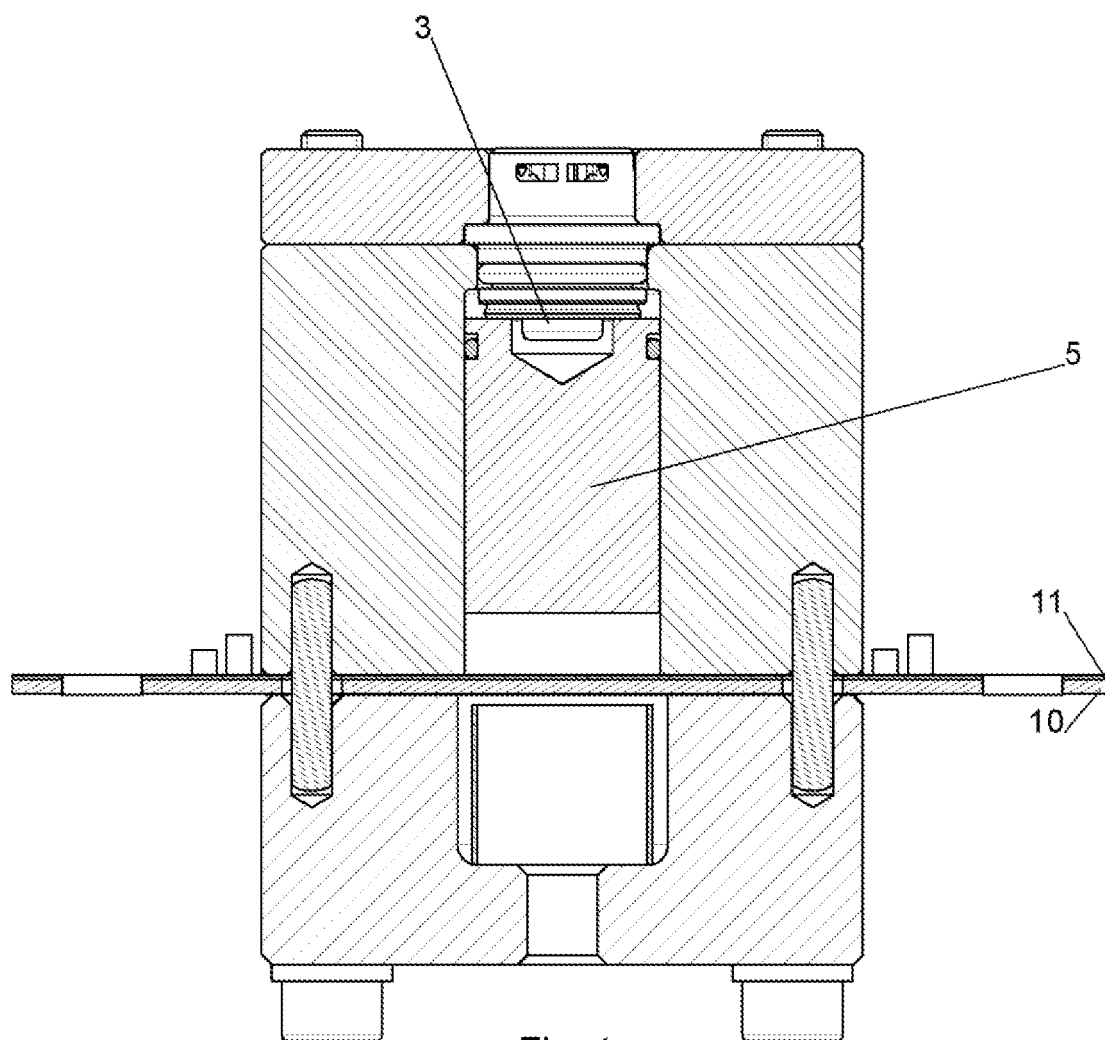
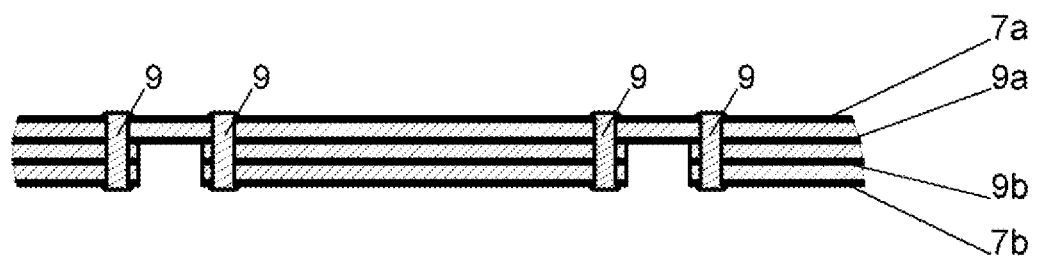
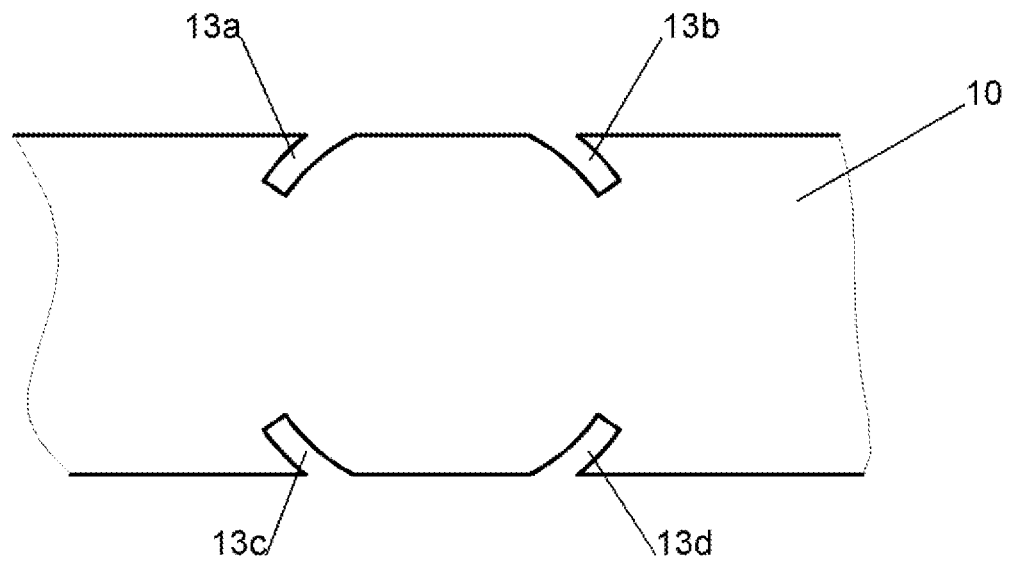
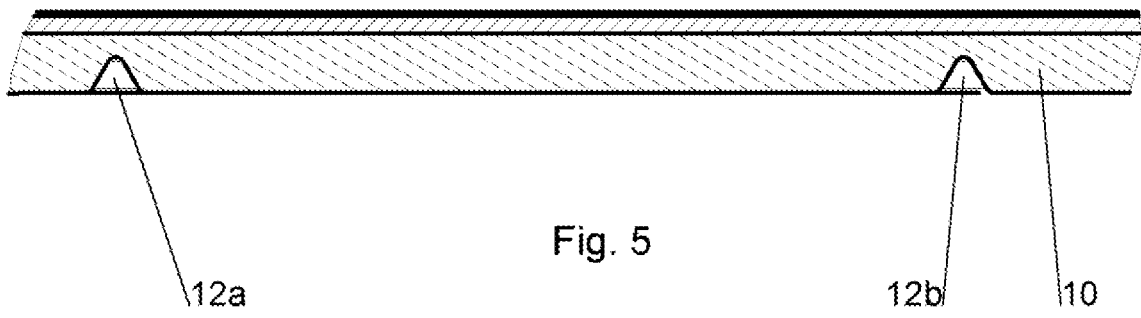


Fig. 4



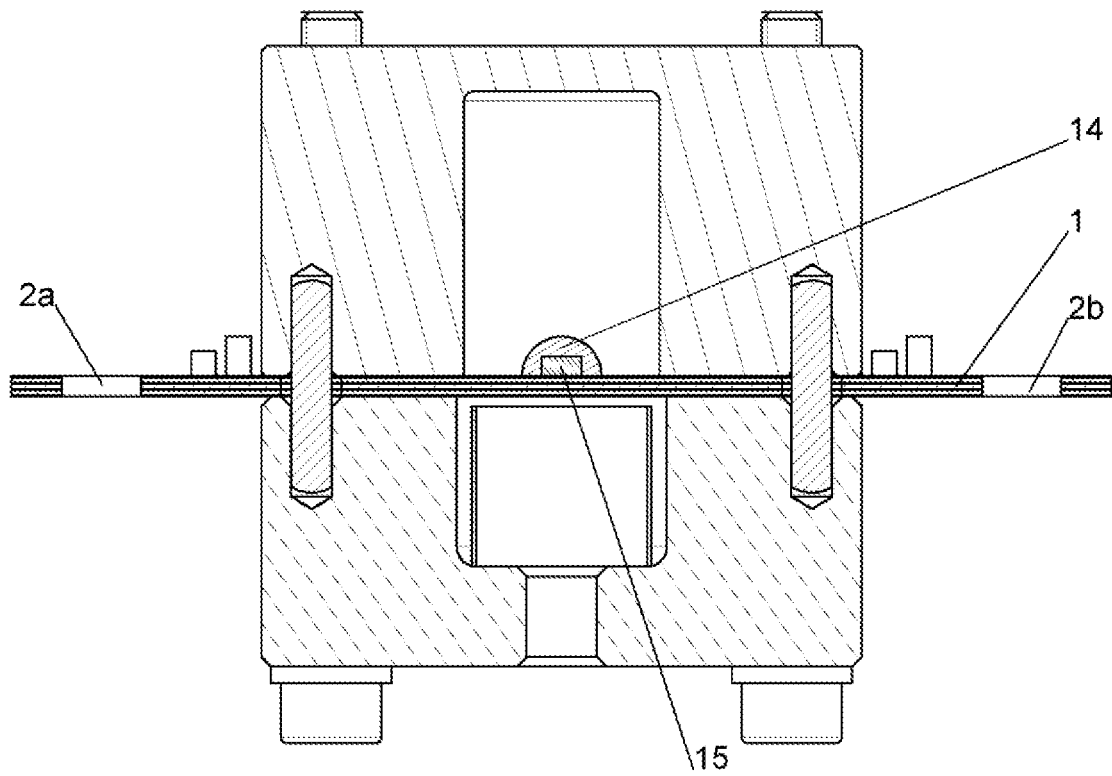


Fig. 7

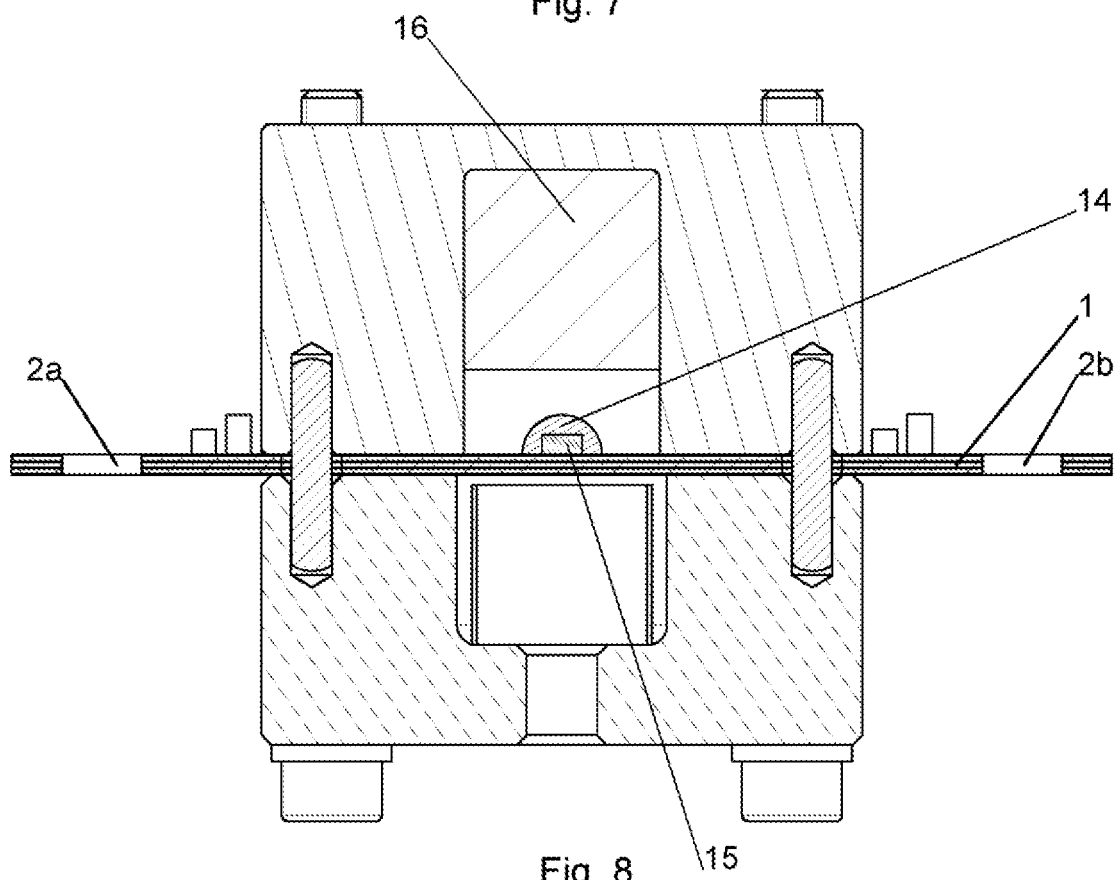


Fig. 8



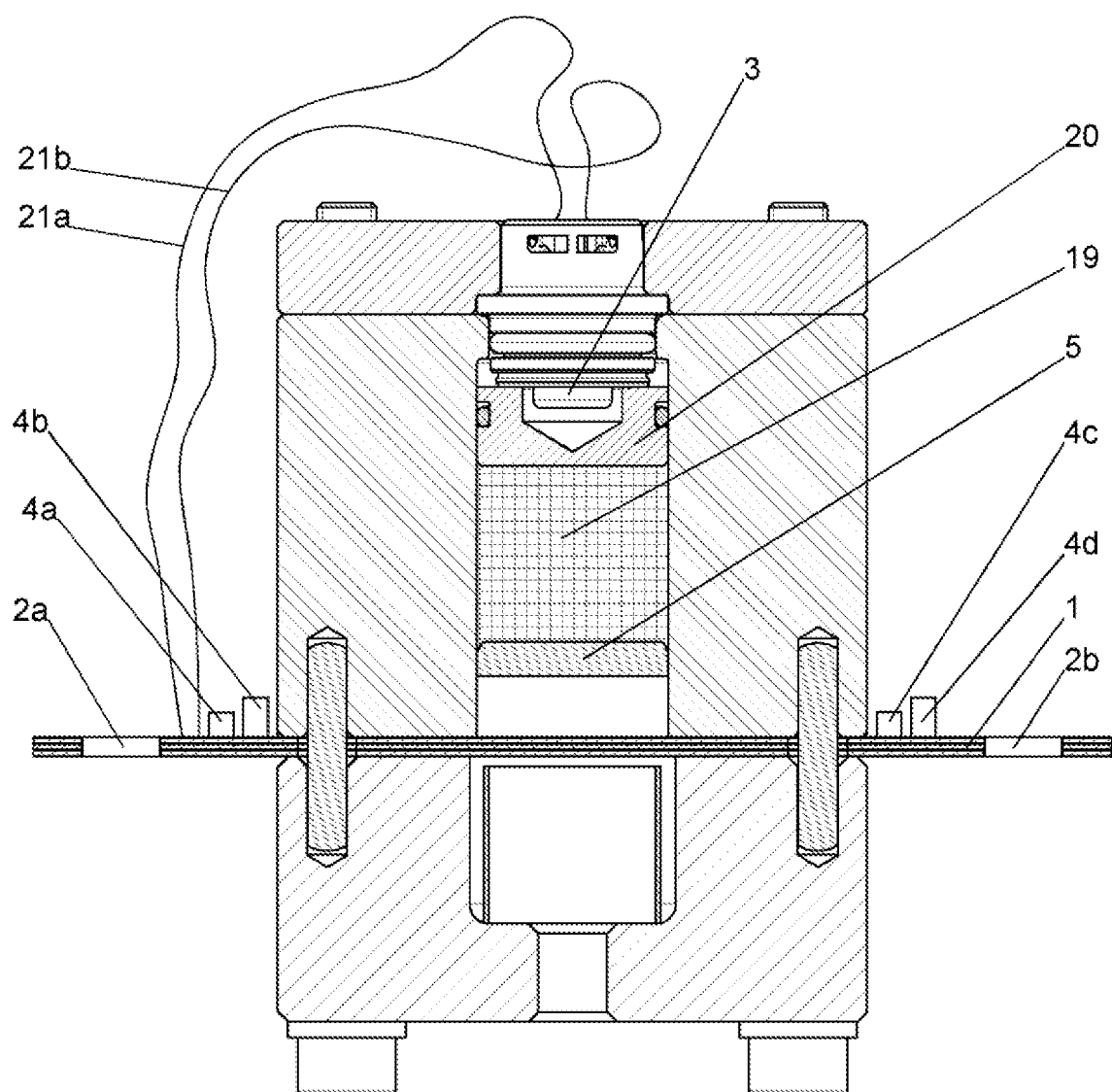


Fig. 10

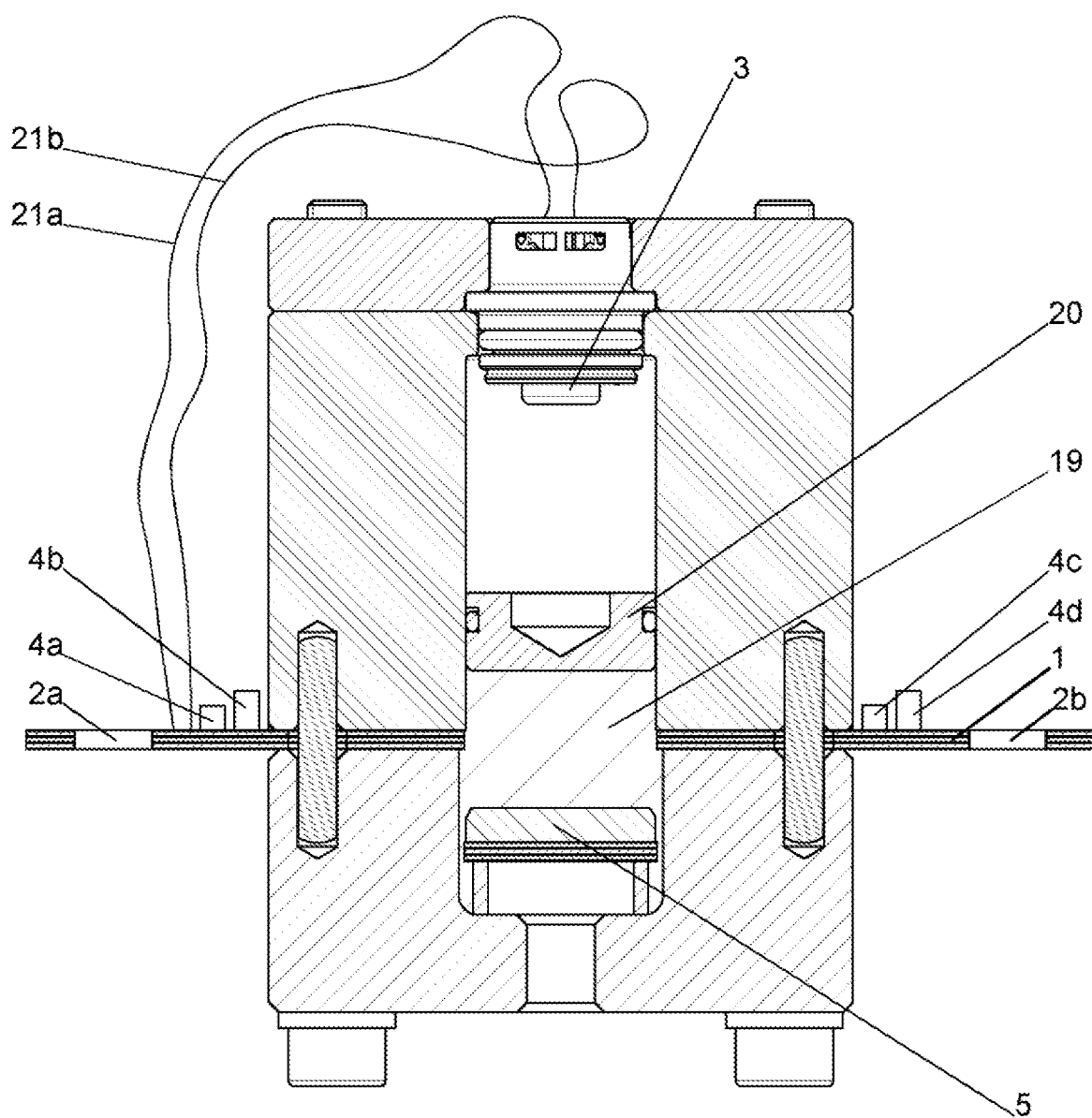


Fig. 11