

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50298/2023
(22) Anmeldetag: 21.04.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2025

(51) Int. Cl.: **H01H 39/00** (2006.01)
H01H 9/30 (2006.01)

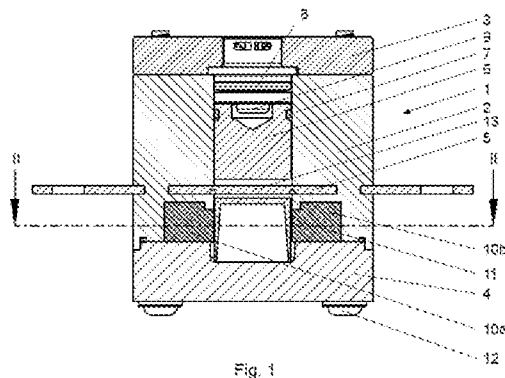
(56) Entgegenhaltungen:
US 2023066646 A1
WO 2020204154 A1
AT 522735 B1
EP 4040461 A1

(73) Patentinhaber:
Astotec Automotive GmbH
2552 Hirtenberg (AT)

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

(54) Pyrotechnischer Stromtrenner

(57) Ein Stromtrenner (1) weist eine Stromschiene (5) und einen Trennkolben (6) auf, der durch Zündung einer pyrotechnischen Ladung in einem von der Stromschiene (5) durchsetzten Hohlraum bewegbar ist, um eine Platine (13) aus der Stromschiene (5) herauszubrechen. Seitlich von dem Hohlraum ist zumindest eine Kammer (10a-d) vorgesehen, und zwar auf der dem Trennkolben (6) abgewandten Seite der Stromschiene (5). Erfindungsgemäß ist diese Kammer (10a-d) mit stückigem Material gefüllt, das ausgewählt ist aus Metall- oder Halbmetailcarbiden, Metall- oder Halbmetailnitriden, Metall- oder Halbmetailoxiden sowie deren Mischungen und Verbindungen. Die Stücke des stückigen Materials weisen eine kugelförmige Gestalt auf und alle Kugeln besitzen im Wesentlichen denselben Durchmesser. Das bedeutet, dass die Abweichung des Durchmessers der Kugeln maximal 20 % des Mittelwerts beträgt. Die Abmessungen der Stücke des stückigen Materials sollen relativ gering sein, bevorzugt unter 1 mm.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stromtrenner mit einer Stromschiene und einem Trennkolben, der durch Zündung einer pyrotechnischen Ladung in einem von der Stromschiene durchsetzten Hohlraum bewegbar ist, zum Herausbrechen einer Platine aus der Stromschiene, wobei seitlich von dem Hohlraum zumindest eine Kammer vorgesehen ist, die auf der dem Trennkolben abgewandten Seite der Stromschiene liegt.

[0002] Ein Stromtrenner dieser Bauart ist in AT 522735 A1 von Hirtenberger geoffenbart. Bei diesem Stromtrenner ist die zumindest eine Kammer mit einem Metallgewirk gefüllt. Dieses Metallgewirk aus Draht dient zur Unterdrückung/Löschung des bei der Durchtrennung der Stromschiene entstehenden Lichtbogens. Diese Metallgewirk-Elemente sind jedoch teuer in der Produktion.

[0003] Die US 2023066646 A1 beschreibt einen pyrotechnischen Stromtrenner mit einer Stromschiene und einem Trennkolben, wobei eine Kammer vorgesehen ist, die mit stückigem Material gefüllt ist. Das Material kann beispielsweise Quarzsand sein.

[0004] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die Produktion effizienter und kostengünstiger zu gestalten und auch das Löschverhalten des bei der Durchtrennung der Stromschiene entstehenden Lichtbogens zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Stromtrenner der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass diese Kammer mit stückigem Material gefüllt ist, wobei das Material ausgewählt ist aus Metall- oder Halbmetailcarbiden, Metall- oder Halbmetailnitriden, Metall- oder Halbmetailoxiden sowie deren Mischungen und Verbindungen, dass die Stücke des stückigen Materials eine kugelförmige Gestalt aufweisen, und dass alle Kugeln im Wesentlichen denselben Durchmesser besitzen und die Abweichung des Durchmessers der Kugeln maximal 20 % des Mittelwerts beträgt.

[0006] Überraschenderweise hat sich in Versuchen gezeigt, dass das Ersetzen des Metallgewirks unter der Stromschiene durch das genannte stückige Material in Bezug auf Trennzeit und Widerstand zumindest gleichwertige Resultate liefert. Das ist insofern überraschend, als das Metallgewirk eine wesentlich bessere Wärmeleitfähigkeit besitzt. Die Erfinder glauben, dass durch das Lückenvolumen, das durch die kugelförmige Gestalt und den im Wesentlichen gleich großen Kugeln entsteht, eine wesentlich bessere Ausnützung der Oberfläche ermöglicht wird.

[0007] Die mittlere Größe der Kugeln soll relativ gering sein, nämlich weniger als 4 mm, bevorzugt weniger als 2 mm, besonders bevorzugt weniger als 1 mm betragen.

[0008] Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass zwei einander gegenüberliegende Kammern vorgesehen sind, die beide mit dem stückigen Material gefüllt sind. Es können aber auch weitere Kammern vorgesehen sein, die auch mit derartigem Material gefüllt sind, z.B. insgesamt vier Kammern.

[0009] Besonders günstig ist es, wenn auch zwischen dem Trennkolben und der Stromschiene stückiges Material aus einem der in Anspruch 1 genannten Materialien vorgesehen ist.

[0010] Es ist zweckmäßig, wenn das Material einen Schmelzpunkt von über 1000°C, besonders bevorzugt von über 1500°C besitzt. Dadurch kann es auch durch die Hitze des Lichtbogens nicht seine Form verlieren.

[0011] Als Material kommen primär hochschmelzende Oxide, etwa von Aluminium, Silizium, Zirkonium oder Calcium sowie deren Verbindungen und Kombinationen, beispielsweise ZrSiO_4 , CaSiO_3 oder $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ in Frage. Anders als bei Sicherungen ist auch die Verwendung von Alkali- oder Erdalkalisilikaten möglich, weil eine temporäre Leitfähigkeit des stückigen Materials in den Kammern nicht zu einem Stromfluss zwischen den Enden der Stromschiene führt. Neben den zuvor genannten Oxiden sind auch Carbide (SiC , TiC) oder Nitride (TiN ,...) als Materialien möglich, sowie alle Kombinationen und Mischungen.

[0012] Es ist bevorzugt, dass das Material ausgewählt ist aus Aluminiumoxid, Siliziumoxid, Zirkoniumoxid, Alkali- und Erdalkalimetalloxid, einem Carbid, insbesondere SiC, TiC, und ZrC sowie deren Mischungen und Verbindungen.

[0013] Damit die Bewegung des Trennkolbens und der herausgetrennten Platine nicht durch das stückige Material behindert wird, ist nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass das stückige Material vor der Auslösung des Stromtrenners durch ein Deformationselement, das im Hohlraum auf der dem Trennkolben abgewandten Seite der Stromschiene angeordnet ist, in seiner Position festgehalten ist. Vor der Auslösung liegt dieses Deformationselement am Rand des Hohlraums an und verschließt somit die Kammern. Es wird aber bei der Auslösung zusammengedrückt, sodass das stückige Material dann direkt mit dem Lichtbogen in direkter Verbindung stehen kann.

[0014] Damit das Deformationselement leicht zusammengedrückt werden kann, ist es zweckmäßig, wenn das Deformationselement aus Kunststoff, besonders bevorzugt aus thermoplastischem Kunststoff, besteht.

[0015] Bei der kugelförmigen Gestalt zeigen die Durchmesserbereiche von unter 1 mm, insbesondere 0,4-0,6 mm, besonders gute Ergebnisse. Werden die Kugeln zu groß, müssen Abstriche in Bezug auf Trennfähigkeit und Widerstand nach der Trennung in Kauf genommen werden. Eine Eingrenzung der Durchmesserverteilung hilft bei der Erzielung von konstanten Trennergebnissen, wobei festgehalten wird, dass sich Kugeln generell zur Klassierung nach Größe gut eignen.

[0016] Die Herstellung des stückigen Materials ist besonders einfach, wenn das stückige Material organischen Binder enthält. In diesem Fall kann die Form der einzelnen Stücke durch ein Verfahren mit zumindest einer flüssigen Phase wie folgt erzeugt werden:

[0017] Kugelförmige Stücke werden bevorzugt durch Eintropfen einer Flüssigkeit, die anorganische Stoffe und Binder enthält, in eine zweite nicht mischbare Flüssigkeit erzeugt. Durch die Oberflächenspannung ergibt sich die Kugelform, die die Kugeln auch bei der nachfolgenden Aushärtung und Sinterung beibehalten.

[0018] Eine andere Art der Herstellung ist die Verwendung von organischen Bindern, um anorganische Granulatkörner zu verbinden, beispielsweise in entsprechenden Formen. Besonders bevorzugt beinhalten diese Binder Polymere.

[0019] Die endgültige Aushärtung der geformten Stücke kann durch einen Sinterprozess erfolgen.

[0020] Weiters ist bevorzugt, dass sich am Trennkolben oder zwischen Trennkolben und Platine Silikon oder ein silikonhaltiger Stoff befindet. Dieses Silikon oder dieser silikonhaltige Stoff dient als Löschmittel.

[0021] An Hand der beiliegenden Zeichnungen wird die vorliegende Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

[0022] Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Stromtrenner;

[0023] Fig. 2 einen Querschnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1;

[0024] Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stromtrenners;

[0025] Fig. 4 einen Querschnitt entlang der Linie IV-IV von Fig. 3;

[0026] Fig. 5 eine noch andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stromtrenners; und

[0027] Fig. 6 einen Querschnitt entlang der Linie VI-VI von Fig. 5.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 1:

[0028] Der Stromtrenner 1 (siehe Fig. 1) hat ein Gehäuse, welches aus drei Teilen zusammen-

gesetzt ist: aus einem Gehäuseoberteil 3, einem Gehäuseunterteil 4 und einem mittleren Teil, welcher als Leiterumspritzung 2 ausgebildet ist, d. h. eine Stromschiene 5 wurde in eine Spritzgussform eingelegt und dann die Leiterumspritzung 2 durch Spritzguss hergestellt. Dies hat den Vorteil, dass zwischen der Stromschiene 5 und dem Gehäuse keinerlei Spalt vorhanden sein kann. Gehäuseoberteil 3, Leiterumspritzung 2 und Gehäuseunterteil 4 sind mittels vier Schrauben 12 miteinander verschraubt und somit sicher fixiert. In Fig. 1 scheint die Stromschiene 5 an zwei Stellen unterbrochen zu sein; dies liegt daran, dass sie an diesen Stellen Löcher aufweist, die durch das Material der Leiterumspritzung 2 ausgefüllt sind, sodass die Stromschiene 5 gegen axiale Verschiebung formschlüssig gesichert ist.

[0029] Im Gehäuse gibt es einen zentralen Hohlraum, der von der Stromschiene 5 durchsetzt ist. In diesem Hohlraum ist ein Trennkolben 6 axial verschiebbar. Er ist gegen die Leiterumspritzung 2 mittels eines O-Rings 7 abgedichtet. Auf der der Stromschiene 5 gegenüberliegenden Seite des Trennkolbens 6 befindet sich eine Zündeinheit 8 mit einem elektrischen Interface und einem Zünder 9. Durch Zündung des Zünders 9 entsteht ein Überdruck, der den Trennkolben 6 gegen die Stromschiene 5 bewegt, sodass aus dieser eine Platine 13 herausgebrochen wird. Um diesen Vorgang zu erleichtern, weist die Stromschiene 5 am Rand des Hohlraums Kerben auf.

[0030] Angrenzend an den Hohlraum sind unterhalb der Stromschiene 5, d.h. auf der dem Trennkolben 6 gegenüberliegenden Seite, vier Kammern 10a, 10b, 10c und 10d (siehe Fig. 2) vorgesehen.

[0031] Soweit entspricht der Aufbau der oben erwähnten AT 522735 A1. Im Vergleich zu dem bekannten Aufbau wurden allerdings die Metallgewirke entfernt und die Kammern 10a-d mit ZrO_2 Kugeln der Körnung 0,8-1 mm (SiLibeads ®) befüllt. Zur Freihaltung des Hohlraums wurde ein Deformationselement 11 aus Kunststoff eingesetzt. Dieses Deformationselement 11 besitzt einen in Richtung Zünder 9 ausgerichteten Boden und eine relativ dünne Wand (ca. 0,5 mm).

[0032] Bei Auslösung des Zünders 9 erzeugt dieser einen Druck auf den Trennkolben 6 im Hohlraum der Leiterumspritzung 2. Der Trennkolben 6 drückt auf die Stromschiene 5 und bricht aus dieser ein Platine 13 genanntes Mittelstück heraus. Im weiteren Verlauf der Trennung drücken Platine 13 und Trennkolben 6 das darunter befindliche Deformationselement 11 zusammen und geben somit die Öffnungen zu den vier mit Kugeln gefüllten Kammern 10a-d frei. Die Kugeln entziehen dem Lichtbogen Wärme und nehmen die Abbrandprodukte auf der Oberfläche auf. Nach dem Auslösen ist die zuvor weiße Oberfläche durch Abbrandprodukte eingefärbt. Die Trennung ist ordnungsgemäß bei den Versuchsbedingungen 500 V Quellspannung, 8 kA Strom und 12,5 μH Induktivität.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 2:

[0033] Wie sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung herausgestellt hat, sind für das Löschen des Lichtbogens insbesondere die Kammern 10c und 10d, die sich normal zur Längsachse der Stromschiene 5 erstrecken, verantwortlich. Bei der Ausführungsform gemäß den Fig. 3 und 4 sind daher nur diese beiden Kammern 10c und 10d mit stückigem Material (Kugeln) gefüllt, die beiden Kammern 10a und 10b sind leer. Auch hier wird eine ordnungsgemäße Trennung bei den Versuchsbedingungen 500 V Quellspannung, 8 kA Strom und 12,5 μH Induktivität erreicht.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 3:

[0034] Bei der Ausführungsform gemäß den Fig. 5 und 6 ist der Trennkolben 6 etwas kürzer ausgeführt, und der dadurch entstandene Raum 14 zwischen dem Trennkolben 6 und der Platine 13 ist auch mit stückigem Material gefüllt. In diesem Aufbau wird ein bei der Trennung entstehender Lichtbogen von beiden Seiten gekühlt. Dadurch können höhere Energien aufgenommen werden.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 Stromtrenner
- 2 Leiterumspritzung
- 3 Gehäuseoberteil
- 4 Gehäuseunterteil
- 5 Stromschiene
- 6 Trennkolben
- 7 O-Ring
- 8 Zündeinheit mit elektrischem Interface
- 9 Zünder
- 10a-d Kammern, teilweise mit stückigem Material gefüllt
- 11 Deformationselement
- 12 Schrauben (4x)
- 13 Platine
- 14 Raum zwischen Platine und Trennkolben

Patentansprüche

1. Stromtrenner (1) mit einer Stromschiene (5) und einem Trennkolben (6), der durch Zündung einer pyrotechnischen Ladung in einem von der Stromschiene (5) durchsetzten Hohlraum bewegbar ist, zum Herausbrechen einer Platine (13) aus der Stromschiene (5), wobei seitlich von dem Hohlraum zumindest eine Kammer (10a-d) vorgesehen ist, die auf der dem Trennkolben (6) abgewandten Seite der Stromschiene (5) liegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Kammer (10a-d) mit stückigem Material gefüllt ist, wobei das Material ausgewählt ist aus Metall- oder Halbmetailcarbiden, Metall- oder Halbmetailnitriden, Metall- oder Halbmetailoxiden sowie deren Mischungen und Verbindungen, **dass** die Stücke des stückigen Materials eine kugelförmige Gestalt aufweisen, **und dass** alle Kugeln im Wesentlichen denselben Durchmesser besitzen und die Abweichung des Durchmessers der Kugeln maximal 20 % des Mittelwerts beträgt.
2. Stromtrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere Größe der Kugeln weniger als 4 mm, bevorzugt weniger als 2 mm, besonders bevorzugt weniger als 1 mm beträgt.
3. Stromtrenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei einander gegenüberliegende Kammern (10a-10d) vorgesehen sind, die beide mit dem stückigen Material gefüllt sind.
4. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch zwischen dem Trennkolben (6) und der Stromschiene (5) stückiges Material aus einem der in Anspruch 1 genannten Materialien vorgesehen ist.
5. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material einen Schmelzpunkt von über 1000°C, besonders bevorzugt von über 1500°C besitzt.
6. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material ausgewählt ist aus Aluminiumoxid, Siliziumoxid, Zirkoniumoxid, Alkali- und Erdalkalimetalloxid, einem Carbid, insbesondere SiC, TiC, und ZrC sowie deren Mischungen und Verbindungen.
7. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das stückige Material vor der Auslösung des Stromtrenners (1) durch ein Deformationselement (11), das im Hohlraum auf der dem Trennkolben (6) abgewandten Seite der Stromschiene (5) angeordnet ist, in seiner Position festgehalten ist.
8. Stromtrenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Deformationselement (11) aus Kunststoff, besonders bevorzugt aus thermoplastischem Kunststoff, besteht.
9. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das stückige Material organischen Binder enthält.
10. Stromtrenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der organische Binder Polymere enthält.
11. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich am Trennkolben (6) oder zwischen Trennkolben (6) und Platine (13) Silikon oder ein silikonhaltiger Stoff befindet.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

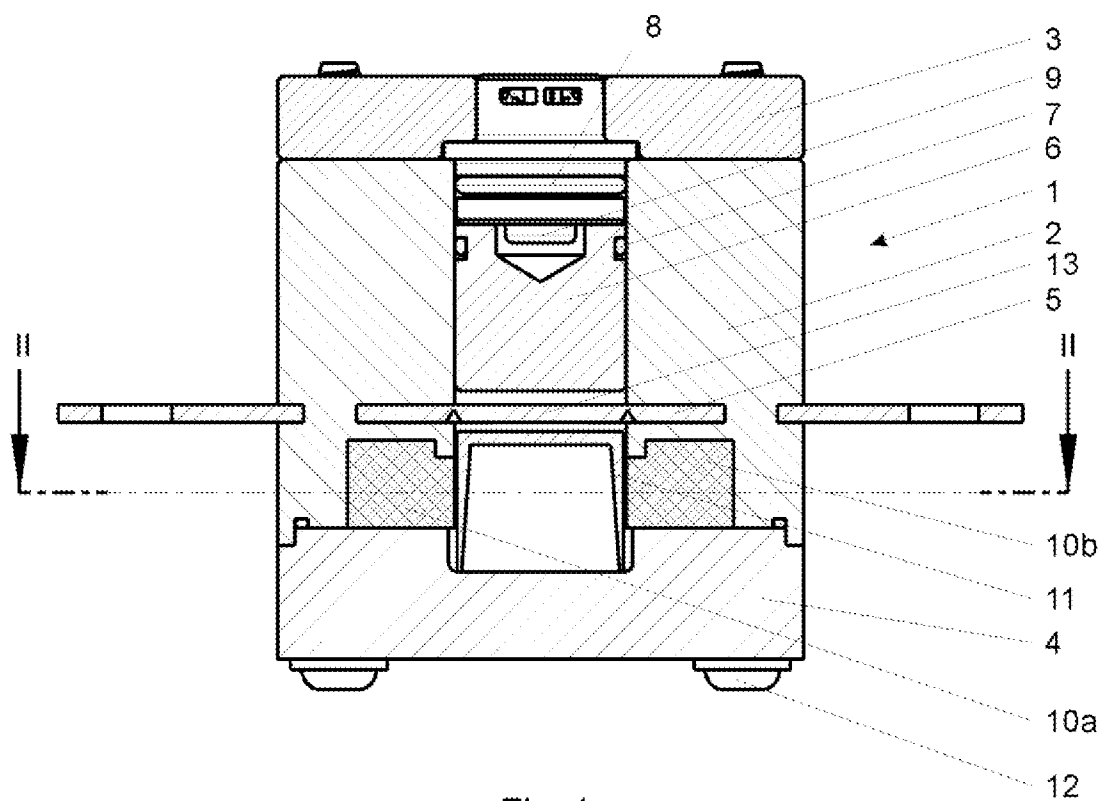


Fig. 1

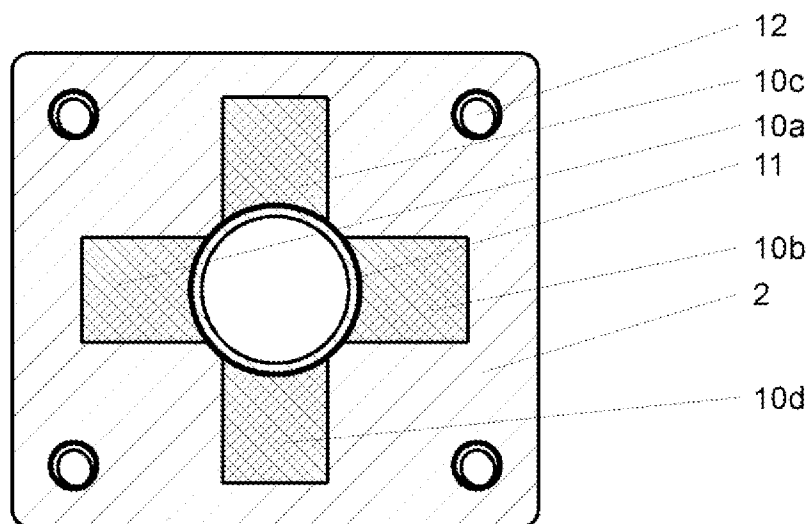
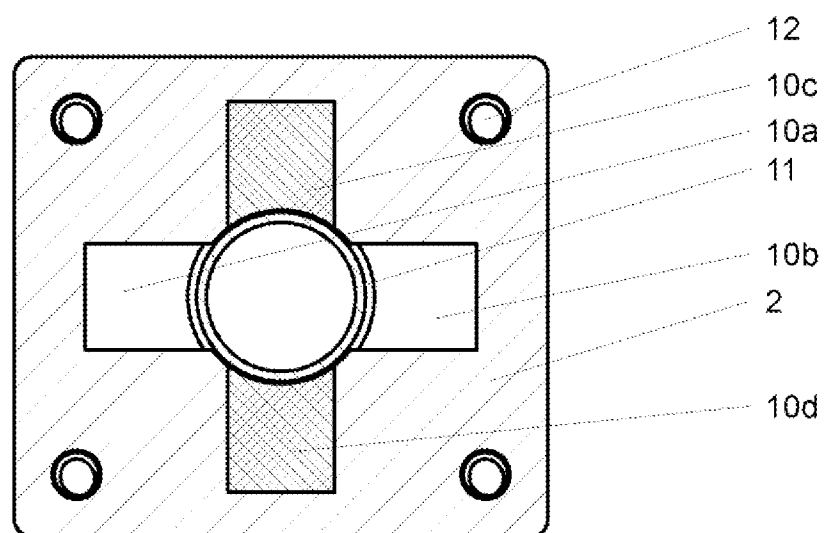
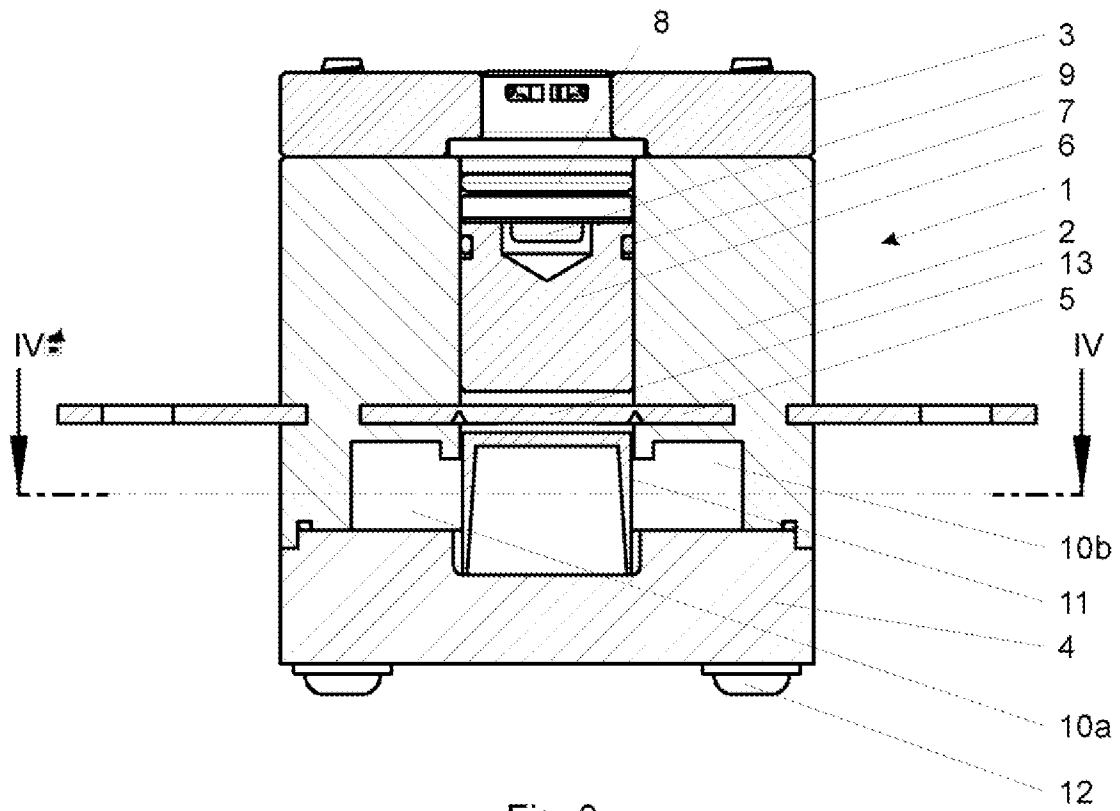


Fig. 2



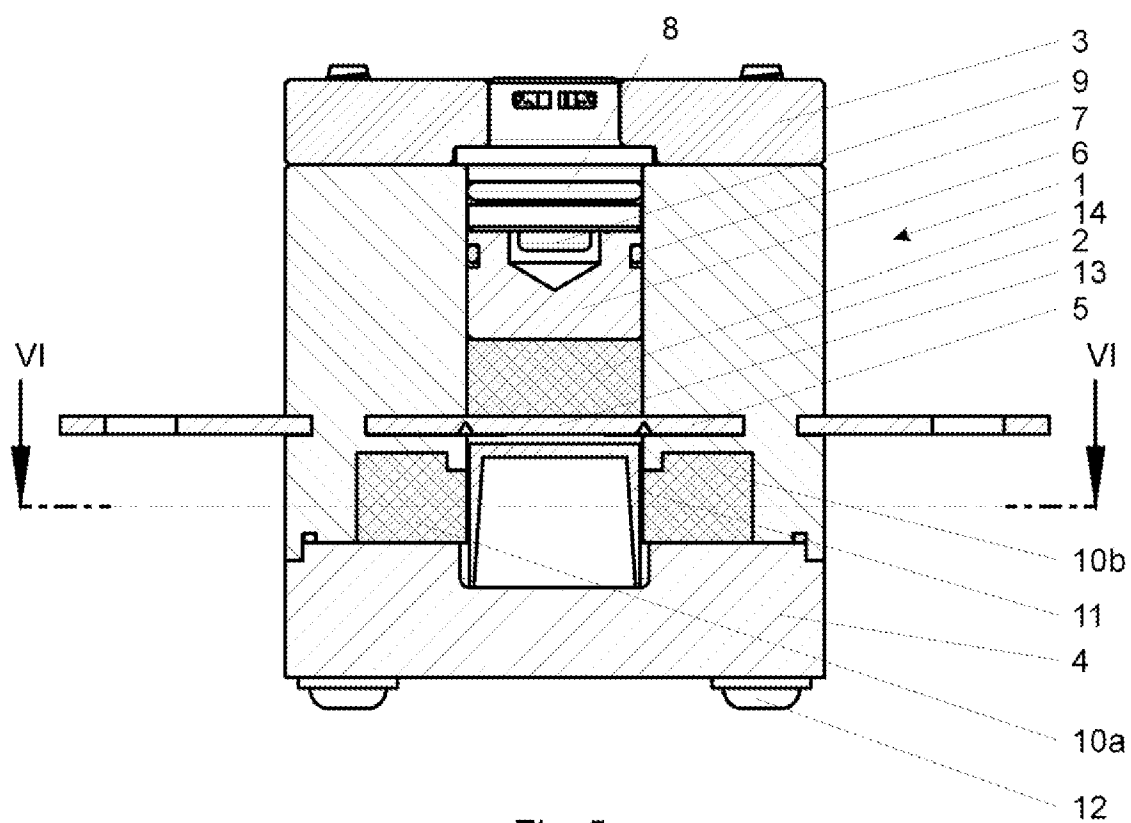


Fig. 5

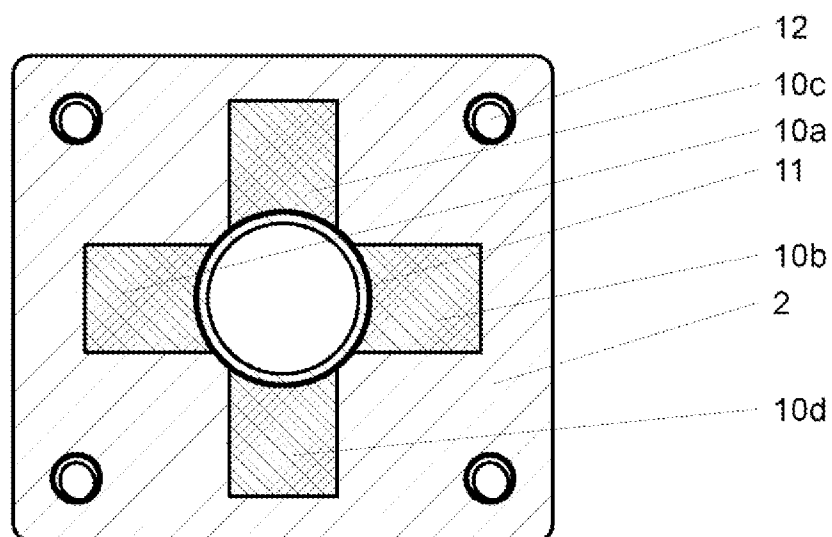


Fig. 6