

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50701/2022
(22) Anmeldetag: 13.09.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2024

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102012221664 A1
EP 3863036 A1
US 2021350994 A1
US 5272292 A
US 2022262587 A1
DE 102020212126 A1

(71) Patentanmelder:
Astotec Automotive GmbH
2552 Hirtenberg (AT)

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

(54) **Pyrotechnischer Stromtrenner**

(57) Bei einem pyrotechnischen Stromtrenner mit einer von einem einstückigen Leiter (1) durchsetzten Kammer, in der sich ein Kolben mit Trennstempel befindet, unterbricht bei Aktivierung des Stromtrenners der Kolben den Leiter (1). Im Leiter (1) ist mindestens eine Trennstelle mit einer Aussparung vorgesehen, und die Aussparung ist im Wesentlichen mittig in Bezug auf die Breite des Leiters (1) angeordnet. Die Aussparung besitzt die Form eines Langlochs (2), und die Länge des Langlochs (2) macht mindestens 30 %, bevorzugt mindestens 50 % der Breite des Leiters (1) im Bereich des Langlochs aus. Der Leiter (1) kann auf mindestens einem verbleibenden Restquerschnitt des Leiters (1) im Bereich des Langlochs (2) zusätzlich geschwächt sein. Diese Schwächung des Restquerschnitts kann durch einen zusätzlichen Einschnitt (3) von der Außenseite des Leiters (1) erfolgen, sie kann aber auch durch eine lokale Reduktion der Materialdicke (4) erfolgen.

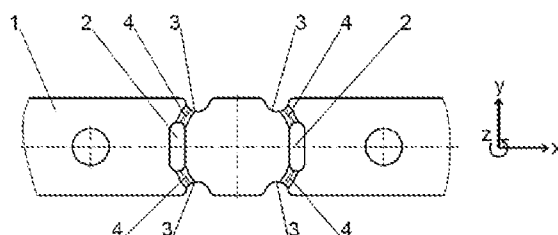


Fig. 1

Z u s a m m e n f a s s u n g

Bei einem pyrotechnischen Stromtrenner mit einer von einem Leiter (1) durchsetzten Kammer, in der sich ein Kolben mit Trennstempel befindet, unterbricht bei Aktivierung des Stromtrenners der Kolben den Leiter (1). Im Leiter (1) ist mindestens eine Trennstelle mit einer Aussparung vorgesehen, und die Aussparung ist im Wesentlichen mittig in Bezug auf die Breite des Leiters (1) angeordnet. Die Aussparung besitzt die Form eines Langlochs (2), und die Länge des Langlochs (2) macht mindestens 30 %, bevorzugt mindestens 50 % der Breite des Leiters (1) im Bereich des Langlochs aus. Der Leiter (1) kann auf mindestens einem verbleibenden Restquerschnitt des Leiters (1) im Bereich des Langlochs (2) zusätzlich geschwächt sein. Diese Schwächung des Restquerschnitts kann durch einen zusätzlichen Einschnitt (3) von der Außenseite des Leiters (1) erfolgen, sie kann aber auch durch eine lokale Reduktion der Materialdicke (4) erfolgen.

(Fig. 1)

Die vorliegende Erfindung betrifft einen pyrotechnischen Stromtrenner mit einer von einem Leiter durchsetzten Kammer, in der sich ein Kolben mit Trennstempel befindet, der bei Aktivierung des Stromtrenners den Leiter unterbricht, wobei mindestens eine Trennstelle des Leiters mit einer Aussparung vorgesehen ist und die Aussparung im Wesentlichen mittig in Bezug auf die Breite des Leiters angeordnet ist.

Pyrotechnisch aktivierte Stromtrenner kommen mittlerweile in sehr vielen Elektrofahrzeugen zum Einsatz, die Vorteile liegen gegenüber einer Sicherung im niedrigeren elektrischen Widerstand und der Trennung auf Kommando auch ohne Vorliegen eines Überstroms, beispielsweise als Sicherheitsmaßnahme bei einem schweren Unfall, ausgelöst über die zentrale Steuereinheit, englisch als ECU abgekürzt.

Zur Trennung des Strompfades wird durch Aktivierung der Pyrotechnik der Leiter an einer oder mehreren vorgesehenen Trennstellen unterbrochen. Unter "Trennstelle" wird eine Stelle verstanden, an der der Widerstand des Leiters gegen mechanisches Durchtrennen geringer ist als im übrigen Bereich. Dies kann auf verschiedene Weise erreicht werden. Üblich ist eine Verringerung des Querschnitts, beispielsweise eine V-förmige Einkerbung, sodass sich eine Sollbruchstelle ergibt. Aber auch mehrere Löcher, die in einer Reihe quer zur Längsachse des Leiters hintereinander angeordnet sind, sind bekannt, siehe US 2021/350994 A1, Fig. 5B. Der Leiter bricht dort an den (relativ dünnen) Stegen zwischen den Löchern.

In der Regel erfolgt die Übertragung der Energie des Zünders mittels eines Kolbens, der entsprechend seiner Funktion Trennkolben genannt wird. Der Trennkolben weist üblicherweise einen Trennstempel auf, mit dem der Leiter an den Trennstellen durchtrennt wird.

Nachteilig ist, dass die Herstellung der Trennstelle oder der Trennstellen - mehrere sind durch die größere Anzahl an Lichtbögen in Serie vorteilhaft - aufwändig ist.

Sofern gerade Sollbruchstellen vorgesehen sind, wie in der EP 1883091 A1 von Delphi oder der US 10068732 B2 von Autoliv beschrieben, kann die Herstellung durch Fräsen eines Bands, beispielsweise mit einem Walzenfräser, und anschließendes Abstanzen oder Abschneiden der einzelnen Leiter erfolgen. Eine zusätzliche Herausforderung ist in diesem Fall die exakte Positionierung der Trennstelle(n) im fertigen Produkt.

Alternativ kann das Herstellen der Sollbruchstelle oder der Sollbruchstellen durch Prägen, zumeist im Prozess der Herstellung des Leiters in einem Stanzprozess, erfolgen. Ein derartiger Leiter wird beispielsweise in der AT 517872 A1 von Hirtenberger verwendet. Bedingt durch die Materialverdrängung beim Prägen kommt es zu einer Streckung des Stanzstreifens und einem etwas unterschiedlichen Fließverhalten. Besonders bei dickeren Leitern, die dem Trend nach höheren Leistungen und geringeren Widerständen folgen, stößt die Herstellung der Sollbruchstellen durch Prägen des Leiters rasch an ihre Grenzen. Ein weiteres Problem ist die herabgesetzte Festigkeit im Bereich der Sollbruchstelle, die beim Übertragen von Drehmomenten vor oder während des Anschraubens der Leiterenden zu von außen nicht sichtbaren Beschädigungen führen kann.

Eine pyrotechnische Trennvorrichtung der eingangs genannten Art ist in DE 202020104502 U1 beschrieben. Diese Schrift zeigt eine pyrotechnische Trenneinrichtung mit einem Leiter, der zwei Trennstellen aufweist, die sowohl jeweils eine Aussparung in Form einer Bohrung als auch eine Sollbruchstelle in Form einer Querschnittsverjüngung zu beiden Seiten der Bohrung aufweisen können. Dieser Aufbau des Leiters hat jedoch nur eine kleine Bohrung in der Mitte, die den mechanischen Trennwiderstand nur unwesentlich reduziert. Die Reduzierung der mechanischen Festigkeit im Bereich der Trennstelle wird hauptsächlich durch die Querschnittsverjüngung erzielt, sodass die oben beschriebenen Nachteile auch hier auftreten.

Bei der Beurteilung eines Leiters sind generell folgende Merkmale zu beachten: Kosten bei der Herstellung (möglichst niedrig), Toleranz

beim Platzieren im Gehäuse (möglichst hoch), mechanischer Trennwiderstand (möglichst niedrig), Widerstandsfähigkeit gegen unerwünschtes Brechen (möglichst hoch), elektrische Leitfähigkeit vor dem Trennvorgang (möglichst hoch).

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Geometrie des Leiters zu finden, die einfach herzustellen ist, eine hohe Toleranz beim Platzieren im Gehäuse aufweist, einen möglichst geringen mechanischen Trennwiderstand aufweist, trotzdem aber noch robust gegen unerwünschtes Brechen oder unerwünschte Beschädigungen ist und eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweist. Wie oben erwähnt ist in der Praxis problematisch, dass beim Anschrauben der Leiterenden (also beim Verbinden mit der Elektrik des Fahrzeuges) zwangsläufig ein Drehmoment auf das Ende des Leiters übertragen wird, und dieses Drehmoment führt zu einer Biegebelastung des Leiters in der Ebene des Leiters. Der Leiter kann zwar seine Ebene nicht verlassen, weil er diesbezüglich im Gehäuse fixiert ist (z.B. zwischen einem Oberteil und einem Unterteil des Gehäuses, wie in der oben erwähnten AT 517872 A1 beschrieben), aber er wird durch das Anschrauben einer Biegebelastung in der Leiterebene ausgesetzt, die zum teilweisen oder vollständigen Bruch an einer Sollbruchstelle des Leiters führen kann, was von außen nicht erkennbar ist. Das Risiko für solch ein unerwünschtes Brechen soll erfindungsgemäß verringert werden.

Dies wird erfindungsgemäß mit einem pyrotechnischen Stromtrenner der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Aussparung die Form eines Langlochs besitzt und die Länge des Langlochs mindestens 30 %, bevorzugt mindestens 50 %, der Breite des Leiters im Bereich des Langlochs beträgt.

Durch diese besondere Form der Trennstelle wird ein vorteilhaftes Eigenschaftsprofil erzeugt. Die Zusammenhänge für die Eigenschaften des Leiters lauten wie folgt:

1. Die Toleranz beim Platzieren im Gehäuse (im Folgenden "Platzierungstoleranz" genannt) hängt von der Breite der Schwächung ab.
2. Die Scherfestigkeit erhöht sich mit steigendem Restquerschnitt (Bruchfläche). Daher muss für geringe Scherfestigkeit der Restquerschnitt (Bruchfläche) möglichst gering sein.
3. Die Widerstandsfähigkeit gegen unerwünschtes Brechen hängt von den Biege widerstandsmomenten in der Ebene des Leiters ab. Hierbei sind Anordnungen der Fläche weiter entfernt zur neutralen Faser (bei gleicher Fläche) vorteilhaft.
4. Die elektrische Leitfähigkeit erhöht sich mit der Fläche des Restquerschnitts und steigt, wenn die Länge (Ausdehnung in Längsrichtung des Leiters) des verringerten Restquerschnitts gering ist.

Ausgehend von diesen Zusammenhängen sieht man, dass die Platzierungstoleranz im Gegensatz zur elektrischen Leitfähigkeit steht (Breite des Langlochs bzw. Länge des verringerten Restquerschnitts) und die gewünschten Eigenschaften der Scherfestigkeit (geringe Restquerschnittsfläche) im Gegensatz zu den gewünschten Eigenschaften der elektrischen Leitfähigkeit und der Biege widerstandsmomente (hohe Restquerschnittsfläche) stehen.

Die Verwendung des Langlochs ermöglicht die optimale Anordnung von Material, um einen geringen mechanischen Trennwiderstand bei gleichzeitig hohem Widerstand gegen unerwünschtes Brechen (hohes polares Widerstandsmoment und hohe Biege widerstandsmomente) zu erzielen. Dies liegt daran, dass das Langloch in der Mitte der Breite des Leiters angeordnet ist und somit Material weiter am Rand des Leiters übrigbleibt, was ein erhöhtes mechanisches Widerstandsmoment bei gleicher Fläche zur Folge hat. Weiters lässt sich durch die Dicke des Langlochs die Platzierungstoleranz gegen die elektrische Leitfähigkeit abwägen. Hierbei sorgt ein breiteres Langloch für mehr

Platzierungstoleranz, aber auch für eine geringere Leitfähigkeit. Da die Länge des Langlochs mindestens 30 %, bevorzugt mindestens 50 %, der Breite des Leiters ausmacht, wird der mechanische Trennwiderstand des Leiters erheblich reduziert.

Es ist bevorzugt, dass die Längsachse des Langlochs im Wesentlichen rechtwinkelig zur Längsachse des Leiters steht. Dies ermöglicht insbesondere für Trennstempel mit geraden oder nur schwach gekrümmten Flächen eine einfache Trennung, sofern die Schneidkanten auch im Wesentlichen rechtwinkelig zur Längsachse des Leiters stehen.

Es kann auch weiters vorteilhaft sein, wenn die Längsachse des Langlochs gebogen ist. Dies ermöglicht eine Vielzahl von Varianten, um die Trennstelle optimal an die Trenngeometrie des Trennstempels anzupassen. Insbesondere ist es bei kreisförmigen Trennstempeln vorteilhaft, wenn die Form der Mittellinie des Langlochs ein Teilkreis ist. Es ist allgemein vorteilhaft, wenn die Form des Langlochs der Form der Trenngeometrie des Trennstempels folgt. Somit wird immer eine an die Form des Trennstempels angepasste Schwächung erreicht.

Es ist bevorzugt, wenn die maximale Breite des Langlochs zumindest 1 mm beträgt. Dies erlaubt ausreichend Spiel zwischen Trennstempel, Gehäuse und Leiter, sodass die Trennstelle des Leiters vom Trennstempel zuverlässig durchschlagen werden kann.

Wird eine weitere Reduktion des mechanischen Trennwiderstands angestrebt, ist es vorteilhaft, wenn der Leiter auf mindestens einem verbleibenden Restquerschnitt des Leiters im Bereich des Langlochs zusätzlich geschwächt ist. Diese Schwächung kann vorzugsweise ausgeführt werden, indem die Schwächung des Leiters durch einen zusätzlichen Einschnitt von der Außenseite des Leiters erfolgt. Um sicherzustellen, dass die Stabilität des Leiters nicht zu sehr beeinträchtigt wird, ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Länge des Einschnitts/der Einschnitte pro Trennstelle nicht mehr als 20 % der Leiterbreite beträgt.

Eine weitere Möglichkeit zur Umsetzung der Schwächung zur Reduzierung des mechanischen Trennwiderstands besteht vorzugsweise darin, dass die Schwächung des Leiters durch eine lokale Reduktion der Materialdicke erfolgt. Diese Reduktion kann beispielsweise durch Prägen oder Fräsen hergestellt werden. Eine Möglichkeit der Schwächung besteht darin, dass die Reduktion der Materialdicke durch eine Versetzung des Leiters aus der Leiterebene heraus erreicht wird. Dies kann in einfacher Weise gleichzeitig mit einem Prägevorgang oder einem Stanzvorgang realisiert werden.

Es ist bevorzugt, wenn der Leiter aus Kupfer oder Aluminium oder Legierungen davon besteht. Generell sind alle leitenden Werkstoffe möglich. Mögliche Materialien sind etwa ETP Kupfer oder AlMgSi0,5 mit oder ohne Beschichtung.

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

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Leiter, wobei zwei gerade Langlöcher, Einschnitte und lokale Reduktionen der Materialdicke verwendet werden, um die Trennstelle zu schwächen. Weiters ist ein Koordinatensystem eingezeichnet zur besseren Orientierung; Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Leiter ähnlich dem Leiter aus Fig. 1 mit dem Unterschied, dass anstelle der geraden Langlöcher Langlöcher mit einer teilkreisförmigen Mittenlinie verwendet werden; und

Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Leiter ähnlich dem Leiter aus Fig. 1 mit dem Unterschied, dass anstelle der geraden Langlöcher ovale Langlöcher verwendet werden.

Der pyrotechnische Stromtrenner kann einen Aufbau haben, der im Wesentlichen der oben erwähnten AT 517872 A1 entspricht, oder aber auch der oben erwähnten DE 202020104502 U1. Unterschiedlich ist nur der Leiter, daher ist in den Figuren nur dieser dargestellt.

Der in Fig. 1 gezeigte Leiter 1 weist zwei Trennstellen auf (in x-Richtung zueinander versetzt). Diese Trennstellen weisen jeweils ein Langloch 2, zwei lokale Reduktionen der Materialdicke 4 und zwei Einschnitte 3 auf. Diese Trennstellen können bevorzugt von einem runden Trennstempel durchschlagen werden. In dieser Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Trennstempel auf die Platine trifft ("Platine" ist der Teil des Leiters, der sich zwischen den Trennstellen befindet) und dadurch die Platine an den lokalen Reduktionen der Materialdicke 4 aus dem Leiter 1 herausbricht. Aufgrund der Geometrie der Trennstelle (kreisförmig) ist es in dieser Situation auch vorteilhaft, Einschnitte 3 zu verwenden, obwohl diese nachteilig in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit des Leiters 1 gegen unerwünschtes Brechen sind. Ihr Vorteil liegt darin, dass bei herausgebrochener Platine die Leiterenden einen größeren Abstand zueinander haben, sodass der erzielbare elektrische Widerstand nach der Trennung größer ist, weil ein allfälliger Lichtbogen, der sich entlang des Trennkolbens zwischen den Leiterenden ausbildet, länger sein muss. Sofern die Einschnitte 3 nicht zu tief ausgeführt sind (in y-Richtung nicht zu groß sind), ist die Verringerung der mechanischen Stabilität gering.

Die lokalen Reduktionen der Materialdicke 4 sind vorgesehen, um den mechanischen Trennwiderstand noch weiter zu reduzieren.

Fig. 2 zeigt einen ähnlichen Aufbau wie Fig. 1 mit dem Unterschied, dass ein teilkreisförmiges Langloch 2 im Gegensatz zu einem geraden Langloch 2 verwendet wird. Das teilkreisförmige Langloch 2 kann beispielsweise gefräst oder gestanzt werden und ist zwar in der Fertigung minimal komplizierter, sorgt aber dafür, dass mehr Toleranz für die Platzierung des Leiters 1 zum Trennstempel vorhanden ist, bzw. dass die Breite des Langlochs 2 geringer ist bei selber Platzierungstoleranz.

Fig. 3 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform der Erfindung. Hierbei ist ein ovales Langloch 2 vorgesehen.

Bezugszeichenliste:

- 1 Leiter
- 2 Langloch
- 3 Einschnitt
- 4 lokale Reduktion der Materialdicke

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Pyrotechnischer Stromtrenner mit einer von einem Leiter (1) durchsetzten Kammer, in der sich ein Kolben mit Trennstempel befindet, der bei Aktivierung des Stromtrenners den Leiter (1) unterbricht, wobei mindestens eine Trennstelle des Leiters (1) mit einer Aussparung vorgesehen ist und die Aussparung im Wesentlichen mittig in Bezug auf die Breite des Leiters (1) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparung die Form eines Langlochs (2) besitzt und die Länge des Langlochs (2) mindestens 30 %, bevorzugt mindestens 50 %, der Breite des Leiters (1) im Bereich des Langlochs beträgt.
2. Stromtrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse des Langlochs (2) im Wesentlichen rechtwinkelig zur Längsachse des Leiters (1) steht.
3. Stromtrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse des Langlochs (2) gebogen ist.
4. Stromtrenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form der Mittenlinie des Langlochs (2) ein Teilkreis ist.
5. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form des Langlochs (2) der Form der Trenngeometrie des Trennstempels folgt.
6. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Breite des Langlochs (2) zumindest 1 mm beträgt.
7. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (1) auf mindestens einem verbleibenden Restquerschnitt des Leiters (1) im Bereich des Langlochs (2) zusätzlich geschwächt ist.

8. Stromtrenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwächung des Leiters (1) durch einen zusätzlichen Einschnitt (3) von der Außenseite des Leiters (1) erfolgt.
9. Stromtrenner nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge des Einschnitts/der Einschnitte (3) pro Trennstelle nicht mehr als 20 % der Leiterbreite beträgt.
10. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwächung des Leiters (1) durch eine lokale Reduktion der Materialdicke (4) erfolgt.
11. Stromtrenner nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reduktion der Materialdicke (4) durch eine Versetzung des Leiters (1) aus der Leiterebene heraus erreicht wird.
12. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (1) aus Kupfer oder Aluminium oder Legierungen davon besteht.

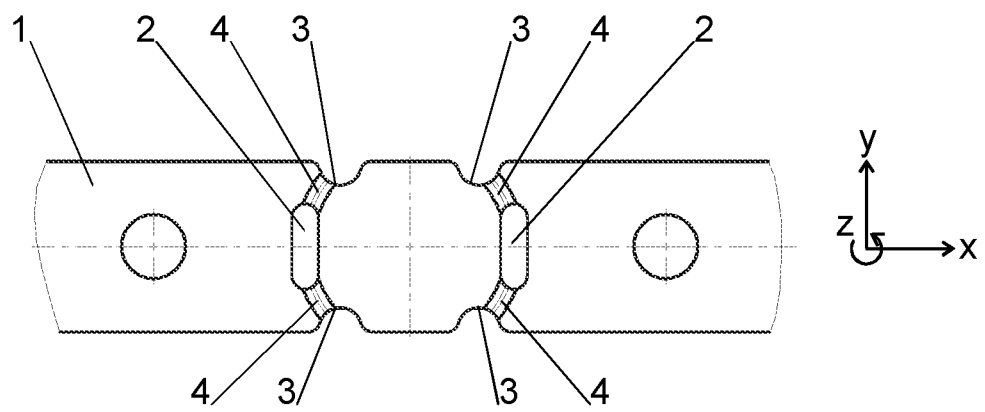


Fig. 1

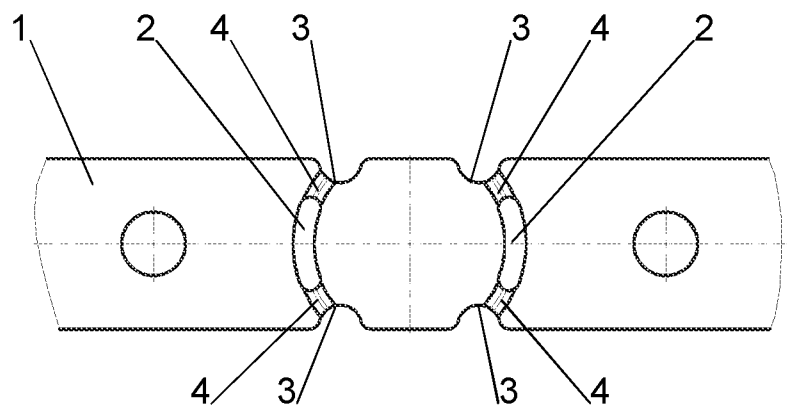


Fig. 2

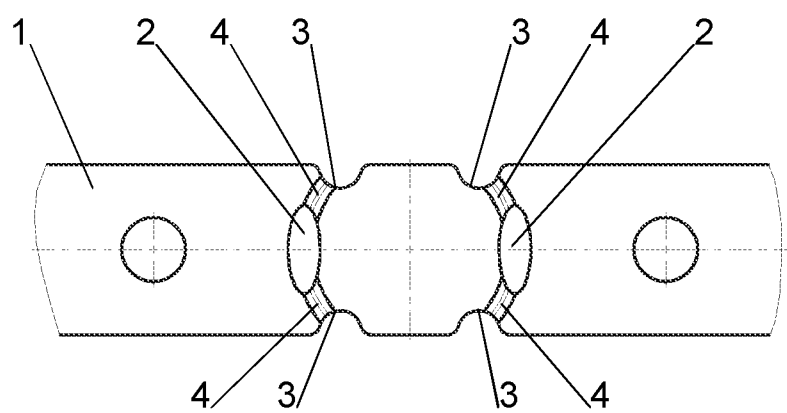


Fig. 3

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Pyrotechnischer Stromtrenner mit einer von einem einstückigen Leiter (1) durchsetzten Kammer, in der sich ein Kolben mit Trennstempel befindet, der bei Aktivierung des Stromtrenners den Leiter (1) unterbricht, wobei mindestens eine Trennstelle des Leiters (1) mit einer Aussparung vorgesehen ist und die Aussparung im Wesentlichen mittig in Bezug auf die Breite des Leiters (1) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparung die Form eines Langlochs (2) besitzt und die Länge des Langlochs (2) mindestens 30 %, bevorzugt mindestens 50 %, der Breite des Leiters (1) im Bereich des Langlochs beträgt.
2. Stromtrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse des Langlochs (2) im Wesentlichen rechtwinkelig zur Längsachse des Leiters (1) steht.
3. Stromtrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse des Langlochs (2) gebogen ist.
4. Stromtrenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form der Mittenlinie des Langlochs (2) ein Teilkreis ist.
5. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form des Langlochs (2) der Form der Trenngeometrie des Trennstempels folgt.
6. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite des Langlochs (2) an der breitesten Stelle zumindest 1 mm beträgt.
7. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (1) auf mindestens einem verbleibenden Restquerschnitt des Leiters (1) im Bereich des Langlochs (2) zusätzlich geschwächt ist.

8. Stromtrenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwächung des Leiters (1) durch einen zusätzlichen Einschnitt (3) von der Außenseite des Leiters (1) erfolgt.
9. Stromtrenner nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge des Einschnitts/der Einschnitte (3) pro Trennstelle nicht mehr als 20 % der Leiterbreite beträgt.
10. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwächung des Leiters (1) durch eine lokale Reduktion der Materialdicke (4) erfolgt.
11. Stromtrenner nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reduktion der Materialdicke (4) durch eine Versetzung des Leiters (1) aus der Leiterebene heraus erreicht wird.
12. Stromtrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (1) aus Kupfer oder Aluminium oder Legierungen davon besteht.