

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Februar 2019 (14.02.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/029929 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01T 2/02 (2006.01) H03K 3/55 (2006.01)
H03K 3/537 (2006.01) H01T 1/20 (2006.01)
H03K 3/543 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/068658

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Juli 2018 (10.07.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 118 231.4
10. August 2017 (10.08.2017) DE

(71) Anmelder: TDK ELECTRONICS AG [DE/DE]; Rosen-
heimer Str. 141 e, 81671 München (DE).

(72) Erfinder: DAEUMER, Wolfgang; Lindenallee 1, 15738
Zeuthen (DE). WERNER, Frank; Phöbener Steig 12A,
13591 Berlin (DE).

(74) Anwalt: ZUSAMMENSCHLUSS NR. 175 - EPPING
HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESEL-

LSCHAFT MBH; Schloßschmidstr. 5, 80639 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: TRIGGERABLE SPARK GAP WITH FLAT DESIGN AND USE OF A SPARK GAP

(54) Bezeichnung: TRIGGERBARE FUNKENSTRECKE MIT FLACHER BAUFORM UND VERWENDUNG EINER
FUNKENSTRECKE

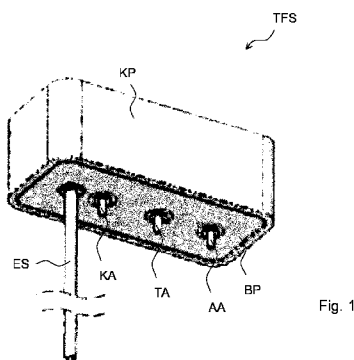


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a reliably operating triggerable spark gap TFS with small dimensions. The spark gap has a base BP and a cap KP. A cathode K, an anode A, and a trigger electrode TE in the form of conductive coatings are formed on the base.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine zuverlässig arbeitende triggerbare Funkenstrecke TFS mit kleinen Abmessungen angegeben. Die Funkenstrecke hat eine Bodenplatte BP und eine Kappe KP. Auf der Bodenplatte sind eine Kathode K, eine Anode A und eine Triggerelektrode TE als leitfähige Beschichtungen ausgeführt.

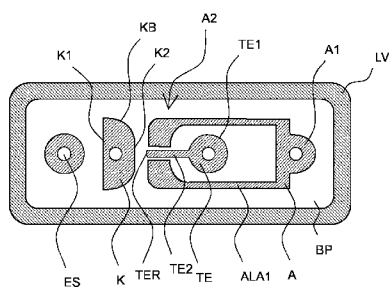


Fig. 3



WO 2019/029929 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

Triggerbare Funkenstrecke mit flacher Bauform und Verwendung einer Funkenstrecke

5

Die Erfindung betrifft triggerbare Funkenstrecken, insbesondere solche mit flacher Bauform, und mögliche Verwendungen solcher Funkenstrecken.

10 Triggerbare Funkenstrecken (auch getriggerte Funkenstrecken genannt) stellen eine Möglichkeit dar, kurzzeitige elektrische Ströme hoher elektrischer Leistung zu schalten. Damit bieten sie technische Alternativlösungen zu Halbleiterschaltern und mechanischen Schaltern.

15

Es gibt Funkenstrecken für hohe Ströme im Kiloampere-Bereich für Spannungen im Kilovolt-Bereich, die dazu einen zylindrischen Aufbau aufweisen. Funkenstrecken sind z. B. aus dem Beitrag „A planar micro spark gap switch with a triggering
20 electrode“ von H. Shen, Z. Yang, G. Ding, Z. Zhou und X. Zhao (Micro and Nano-Systems, 2011, 3, Seiten 354 – 359) bekannt. Ferner sind Funkenstrecken aus der Veröffentlichungsschrift CN 101814701 A bekannt.

25 Allerdings besteht der Wunsch, Funkenstrecken mit kleinerer Bauform zu haben, die dennoch notwendigerweise hohe elektrische Leistungen, z. B. hohe elektrische Ströme bei hohen elektrischen Spannungen, in kurzer Zeit schalten können. Dabei sollen Funkenstrecken eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen
30 und eine Vielzahl an Schaltvorgängen ermöglichen. Insbesondere für den transportablen Betrieb elektrischer Vorrichtungen werden sehr kleine und raumsparende Funkenstrecken benötigt.

Dafür wird eine Funkenstrecke gemäß Anspruch 1 angegeben. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen an.

Die triggerbare Funkenstrecke umfasst eine Bodenplatte, eine
5 Kappe, eine Kathode, eine Anode und eine Triggerelektrode.
Die Bodenplatte und die Kappe umschließen einen Hohlraum. Die
Kathode, die Anode und die Triggerelektrode sind im Hohlraum
auf der Bodenplatte angeordnet. Die Kathode, die Anode und
die Triggerelektrode sind als leitfähige Beschichtung auf der
10 Bodenplatte ausgeführt.

Im Gegensatz zu bekannten triggerbaren Funkenstrecken, die
für hohe elektrische Leistungen große Bauformen benötigen,
wird somit eine flächenhaft ausgestaltete, zweidimensionale
15 Konstruktion mit flächenhaft ausgestalteten, im Wesentlichen
zweidimensional strukturierten Elektroden angegeben, so dass
eine deutlich reduzierte Bauhöhe der Funkenstrecke erhalten
werden kann, ohne elektrische Eigenschaften und die Zuverläss-
igkeit zu verschlechtern. Durch die im Wesentlichen zweidi-
20 mensionale Konstruktion der Elektroden, die dadurch erhalten
wird, dass die Elektroden als leitfähige Beschichtung ausge-
führt sind, sind Entladungen möglich, die sowohl einen
Gasentladungsanteil als auch einen Gleitentladungsanteil auf-
weisen können.

25
Vorteilhafte Geometrien für die zweidimensionalen Elektroden-
strukturen sind weiter unten aufgeführt.

Es ist möglich, dass die Bodenplatte und/oder die Kappe aus
30 Materialien bestehen, die ausgewählt sind aus: Einer Keramik,
einer ein Aluminiumoxid umfassenden Keramik, einer Al_2O_3 um-
fassenden Keramik, Al_2O_3 .

Die Verwendung von Aluminiumoxid als Material für die Bodenplatte oder die Kappe ermöglicht eine hermetische Abdichtung des Hohlraums. Die Bodenplatte und die Kappe können durch eine Lotverbindung mechanisch fest und hermetisch dicht miteinander verbunden sein. Aluminiumoxid ist ein guter Isolator und chemisch inert, so dass eine hohe Zuverlässigkeit und gute elektrische Eigenschaften erhalten werden können. Es ist somit möglich, dass die triggerbare Funkenstrecke einige hunderttausend Schaltvorgänge bei im Wesentlichen gleichbleibender Schaltqualität ermöglicht.

Durch die hermetische Abkapselung wird, z.B. im Vergleich zu Funkenstrecken aus dem o.g. Beitrag, ein verbessertes Bauelement erhalten.

Ein Lotmaterial zwischen Bodenplatte und Kappe kann eine eutektische Legierung, z. B. mit Silber (Ag) und Kupfer (Cu) sein. Die Legierung kann einen Silberanteil von 72 At.% Silber und 18 At.% Kupfer haben.

Andere Materialien für das Lot, die Bodenplatte und die Kappe sind ebenfalls möglich. Vorzugsweise besteht die Bodenplatte dabei aus einem isolierenden Material. Bodenplatte und Kappe sind vorzugsweise gasdicht.

Die leitfähige Beschichtung kann aus einer einzigen Lage bestehen oder mehrere Lagen umfassen.

Entsprechend ist es möglich, dass die leitfähige Beschichtung eine erste Lage hat, die Molybdän (Mo), Mangan (Mn), eine Molybdän-Mangan-Legierung und/oder Nickel (Ni) umfasst.

Alternativ oder zusätzlich dazu kann die leitfähige Beschichtung eine zweite Lage haben, die Nickel umfasst oder aus Nickel besteht.

- 5 Insbesondere ist es möglich, dass die leitfähige Beschichtung ein Lagensystem aus zwei Lagen ist, wobei die untere Lage die oben genannte erste Lage sein kann und die obere Lage die oben genannte zweite Lage sein kann. Damit hat die leitfähige Beschichtung eine nickelenthaltende Schicht auf einer Molyb-
10 dän-Mangan-haltigen Metallisierung.

Die erste Lage der leitfähigen Beschichtung kann eine Dicke zwischen 5 und 25 μm aufweisen. Die zweite Lage der leitfähigen Beschichtung kann eine Dicke zwischen 3 μm und 8 μm ha-
15 ben. Eine bevorzugte Dicke der ersten Lage liegt zwischen 10 und 20 μm . Eine bevorzugte Dicke der zweiten Lage liegt bei etwa 5 μm .

Es ist ferner möglich, dass die Funkenstrecke einen Pumpstutzen umfasst. Der Pumpstutzen ist durch eine Quetschung ver-
20 schlossen.

Über den Pumpstutzen, der während der Herstellung der Funkenstrecke den Hohlraum mit seiner Umgebung verbinden kann, kann
25 der Hohlraum evakuiert und/oder mit einer gewünschten Atmosphäre gefüllt werden. Die Atmosphäre kann dabei N_2 (Stickstoff), H_2 (Wasserstoff) und/oder ein Edelgas umfassen. Das Edelgas kann dabei ausgewählt sein aus Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon. Das Gas im Hohlraum kann auch verschiedene
30 Edelgase oder Mischungen aus verschiedenen Edelgasen, Stickstoff und Wasserstoff umfassen.

Ein mögliches Gemisch enthält H_2 , N_2 und Argon.

Die Zusammensetzung des Gases im Hohlraum und der Druck des Gases im Hohlraum sind dabei so gewählt, dass gewünschte Zündspannungen bei einer vorgegebenen Elektrodengeometrie erhalten werden.

So kann der Befülldruck im Hohlraum z.B. 0,5 bar bis 3 bar betragen. Ein möglicher Druck beträgt beispielsweise 2 bar.

10 Es ist möglich, dass die zweidimensionale Konstruktion der Kathode zwei parallele, geradlinige Kanten umfasst. Die beiden Kanten sind jeweils auf beiden Seiten durch Bögen, z. B. durch runde Bögen verbunden.

15 Es ist möglich, dass die zweidimensionale Konstruktion der Triggerelektrode einen ersten, runden Abschnitt und einen zweiten, länglichen Abschnitt umfasst. Der längliche Abschnitt ist durch eine Rundung auf der dem runden Abschnitt gegenüberliegenden Ende abgeschlossen.

20 Es ist möglich, dass die zweidimensionale Konstruktion der Anode einen halbkreisförmigen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt mit zwei Teilbereichen umfasst. Jeder der beiden Teilbereiche des zweiten Abschnitts ist jeweils über
25 einen länglichen Abschnitt mit dem ersten Abschnitt der Anode verbunden.

Es ist möglich, dass der längliche Abschnitt der Triggerelektrode zwischen den beiden Teilbereichen des zweiten Abschnitts der Anode angeordnet ist. Die Anode umschließt den
30 halbkreisförmigen ersten Abschnitt der Triggerelektrode im

Wesentlichen beinahe vollständig, wobei sich die Trigger-elektrode und die Anode nicht berühren dürfen, um einen elektrischen Kurzschluss zu vermeiden.

- 5 Es ist möglich, dass der Abstand zwischen Kathode und Anode zwischen 1 mm und 3 mm beträgt. Der Abstand zwischen Anode und Triggerelektrode kann 0,5 mm betragen. Der Abstand zwischen Kathode und Triggerelektrode ist vorzugsweise kleiner als der Abstand zwischen Kathode und Anode.

10

Derartig geformte zweidimensionale Strukturen der Elektroden ermöglichen den oben genannten Gleitladungsanteil, so dass eine Funkenstrecke mit niedriger Bauhöhe erhalten werden kann, obwohl die Funkenstrecke gute elektrische Eigenschaften
15 und eine hohe Zuverlässigkeit bietet. So kann die Funkenstrecke dazu vorgesehen und geeignet sein, bei einem Schaltvorgang eine elektrische Energie zwischen 2 J und 20 J ohne Defekt einige hunderttausend Male zu übertragen.

- 20 Ferner ist es möglich, dass die Funkenstrecke einen im Wesentlichen quaderförmigen Körper aufweist, der eine Länge zwischen 50 und 70 mm, eine Breite zwischen 25 und 35 mm und eine Höhe zwischen 15 und 25 mm hat. Kanten und/oder Ecken des im Wesentlichen quaderförmigen Körpers können eine Fase
25 aufweisen oder abgerundet sein.

- Verglichen mit konventionellen Funkenstrecken wird somit eine Funkenstrecke angegeben, die Ströme im Ampere-Bereich bei Spannungen im Kilovolt-Bereich zuverlässig verarbeiten kann
30 und dabei eine kleine Bauform, besonders eine niedrige Bauform, ermöglicht.

Insbesondere ist es möglich, dass die Funkenstrecke eine Höhe von 20 mm oder weniger aufweist.

Eine bevorzugte Breite beträgt 30 mm und eine bevorzugte
5 Länge beträgt 60 mm.

Die Arbeitsspannung der triggerbaren Funkenstrecke, d.h. die Spannung zwischen Kathode und Anode vor dem Auslösen, kann bei einigen kV, z.B. bei 1 kV, 5 kV, 10 kV, 15 kV, 20 kV, 25
10 kV oder höher liegen. Bevorzugte Spannungen liegen bei oder in der Nähe von 5 kV, 10 kV und 15 kV. Die Schaltspannung, d.h. die Spannung zwischen Kathode und Triggerelektrode kann im Bereich um 50% bis 75% der Schaltspannung liegen.

15 Es ist möglich, eine solche triggerbare Funkenstrecke zum Entladen der elektrischen Energie eines geladenen Kondensators in einen elektrischen Schwingkreis zu verwenden.

Es ist ferner möglich, eine solche Funkenstrecke in einer
20 tragbaren elektrischen Vorrichtung zu verwenden.

Eine Kombination aus Kondensator mit hoher Kapazität und der Funkenstrecke ergibt eine geeignete Energiequelle für elektrische Vorrichtungen zur Erzeugung von Ultraschallwellen.
25 Entsprechende Ultraschallwellen können dazu verwendet werden, Nierensteine zu verkleinern (z.B. im Rahmen einer Lithotripsie). Das Funktionsprinzip der Funkenstrecke und Details möglicher Ausführungsformen sind in den schematischen Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Funkenstrecke.

5 Fig. 2 einen Querschnitt durch eine Funkenstrecke.

Fig. 3 eine Draufsicht auf die Elektrodenstrukturen auf der Bodenplatte.

10 Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der Bodenplatte mit Elektrodenstrukturen.

Fig. 5 typische charakteristische Abmessungen der Funkenstrecke.

15

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht der triggerbaren Funkenstrecke TFS, wobei der Begriff „Funkenstrecke“ synonym zum Begriff Funkenstrecken-Bauelement verwendet wird. Die Funkenstrecke TFS hat eine Bodenplatte BP und eine Kappe KP.

20 An der Unterseite der Bodenplatte sind ein Einfüllstutzen ES, ein Kathodenanschluss KA, ein Triggeranschluss TA und ein Anodenanschluss AA angeordnet. Über den Kathodenanschluss KA, den Triggeranschluss TA und den Anodenanschluss AA kann die Funkenstrecke mit einer externen Schaltungsumgebung verschaltet werden.

25 Über den Einfüllstutzen ES kann der Hohlraum zwischen Kappe KP und Bodenplatte BP evakuiert, d.h. ein darin befindliches Gas abgepumpt, und gegebenenfalls anschließend mit einer gewünschten atmosphärischen Zusammensetzung gefüllt werden. Anschließend kann durch Umknicken und Quetschen des Einfüllstutzens ES der Hohlraum im Inneren von der Umgebung

30 der Funkenstrecke hermetisch isoliert werden. Das Material der Kappe KP, der Bodenplatte BP und einer Lotverbindung zwischen Kappe und Bodenplatte sind vorzugsweise so gewählt,

dass eine hermetisch dichte Abkapselung des Hohlraums erhalten wird.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch die triggerbare Funken-
5 strecke TFS. Die Lotverbindung LV verbinden die Bodenplatte BP mit der Kappe KP luftdicht und mechanisch fest. Der Einfüllstutzen ES ragt durch die Bodenplatte BP, so dass ein Gasaustausch möglich ist, so lange der Einfüllstutzen ES noch nicht durch Abknicken oder Quetschen verschlossen ist. Der
10 Kathodenanschluss KA ist mit der flächig ausgestalteten Elektrodenbeschichtung an der Oberseite der Bodenplatte BP verbunden. Der Triggeranschluss ist mit der ebenfalls flächig ausgestalteten Metallisierung der Triggerelektrode verbunden. Der Anodenanschluss AA ist mit der ebenfalls flächig ausge-
15 stalteten Metallisierung der Anode verbunden.

Während des Betriebs der Funkenstrecke TFS können der Kathodenanschluss KA und der Anodenanschluss AA mit Elektroden eines Kondensators verschaltet sein. An den Elektroden des Kon-
20 densators kann im geladenen Zustand eine Spannung von einigen Kilovolt anliegen. Je nach elektrischem Potential, das am Triggeranschluss TA anliegt, findet kein Ladungstransport von der Kathode zur Anode statt bzw. wird eine elektrische Funkenentladung von der Kathode zur Anode getriggert. Diese Ak-
25 tivierung der Funkenstrecke geschieht dabei bei einem elektrischen Potential, mit dem die Triggerelektrode beaufschlagt ist, wobei der Wert des Potentials von der Elektrodengeometrie, insbesondere den Elektrodenabständen und der Form der zweidimensionalen Elektrodenstruktur sowie vom Druck
30 und von der Zusammensetzung der Atmosphäre im Hohlraum H abhängt.

Figur 3 zeigt eine mögliche Geometrie der Kathode K, der Anode A und der Triggerelektrode TE. Die Kathode K kann eine erste Kante K1 und eine zweite Kante K2 aufweisen. Die erste Kante K1 und die zweite Kante K2 sind dabei an ihren jeweils
5 in die gleiche Richtung weisenden Enden durch Bögen KB verbunden. Die zweite Kante K2 zeigt in Richtung der Anode A und in Richtung der Triggerelektrode TE. Die erste Kante K1 ist an der Seite, die von der Anode A wegweist, angeordnet.

10 Die Triggerelektrode TE hat einen ersten, runden Abschnitt TE1 und einen zweiten, länglichen Abschnitt TE2. Der längliche Abschnitt ist durch eine Rundung TER auf dem dem runden Abschnitt TE1 gegenüberliegenden Ende abgeschlossen.

15 Die Anode hat einen halbkreisförmigen ersten Abschnitt A1 und einen zweiten Abschnitt A2 mit zwei Teilbereichen TB1, TB2 (vgl. Fig. 5). Jeder der beiden Teilbereiche ist durch einen länglichen Abschnitt ALA1, ALA2 mit dem ersten runden Abschnitt A1 der Anode verbunden. Die beiden Teilbereiche TB1,
20 TB2 weisen ebenfalls geradlinige Kanten an dem zur Kathode K gerichteten Ende der Anode A auf.

Figur 4 zeigt eine perspektivische Ansicht der Bodenplatte BP mit darauf angeordneten Metallisierungen, die die lötfähige
25 Verbindung LV und die Elektrodenstrukturen beinhalten.

Figur 5 illustriert charakteristische Abstände, die die Schaltspannung der Funkenstrecke beeinflussen. Der Abstand d1 zwischen Kathode K und Anode A liegt vorzugsweise zwischen
30 1 mm und 3 mm und kann beispielsweise 2 mm betragen. Der Abstand d2 zwischen der Triggerelektrode TE und der Anode A kann etwa 0,5 mm betragen. Der Abstand zwischen Kathode und

der Triggerelektrode d3 ist vorzugsweise kleiner als der Abstand zwischen Kathode und Anode.

Die triggerbare Funkenstrecke ist dabei nicht auf die gezeigten technischen Details und Ausführungsformen beschränkt.
5 Funkenstrecken mit zusätzlichen Anschlüssen, z. B. Masseanschlüssen und dergleichen, werden ebenfalls umfasst.

Bezugszeichenliste

	A	Anode
	A1	halbkreisförmiger erster Abschnitt der Anode
5	A2	zweiter Abschnitt der Anode
	AA	Anodenanschluss
	ALA1, ALA2	längliche Abschnitte, die Teilbereiche des zweiten Abschnitts der Anode mit dem ersten Abschnitt der Anode verbinden
10	BP	Bodenplatte
	d1	Abstand zwischen Kathode und Anode
	d2	Abstand zwischen Triggerelektrode und Anode
	d3	Abstand zwischen Kathode und Triggerelektrode
	ES	Einfüllstutzen/Pumpstutzen
15	H	Hohlraum
	KP	Kappe
	K	Kathode
	K1	erste Kante der Kathode
	K2	zweite Kante der Kathode
20	KA	Kathodenanschluss
	KB	Kathodenbogen
	LV	Lotverbindung
	TA	Triggeranschluss
	TB1, TB2	erster, zweiter Teilbereich des zweiten Abschnitts der Anode
25	TE	Triggerelektrode
	TE1	erster, runder Abschnitt der Triggerelektrode
	TE2	zweiter, länglicher Abschnitt der Trigger- elektrode
30	TER	Rundung der Triggerelektrode, die den länglichen Abschnitt abschließt
	TFS	triggerbare Funkenstrecke

Patentansprüche

1. Triggerbare Funkenstrecke (TFS), umfassend
- eine Bodenplatte (BP),
 - 5 - eine Kappe (KP),
 - eine Kathode (K), eine Anode (A) und eine Triggererelektrode (TE),
- wobei
- die Bodenplatte (BP) und die Kappe (KP) einen Hohlraum (H)
 - 10 umschließen und
 - die Kathode (K), die Anode (A) und die Triggererelektrode (TE) im Hohlraum (H) auf der Bodenplatte (BP) angeordnet und als leitfähige Beschichtung ausgeführt sind.
- 15 2. Funkenstrecke nach dem vorherigen Anspruch, wobei die Bodenplatte (BP) und/oder die Kappe (KP) aus Materialien bestehen, die ausgewählt sind aus: einer Keramik, einer ein Aluminiumoxid umfassenden Keramik, einer Al_2O_3 umfassenden Keramik, Al_2O_3 .
- 20 3. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die leitfähige Beschichtung eine erste Lage hat, die Mo, Mn, eine MoMn-Legierung und/oder Ni umfasst.
- 25 4. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die leitfähige Beschichtung eine zweite Lage hat, die Ni umfasst.
- 30 5. Funkenstrecke nach einem der beiden vorherigen Ansprüche, wobei die leitfähige Beschichtung eine erste Lage mit einer Dicke zwischen 5 μm und 25 μm und eine zweite Lage mit einer Dicke zwischen 3 μm und 8 μm umfasst.

6. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend einen Pumpstutzen oder Einfüllstutzen (ES), der durch eine Quetschung verschlossen ist.

5 7. Funkenstrecken nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Hohlraum (H) entweder leer oder mit einem Gas gefüllt ist, das N₂, H₂ und/oder ein Edelgas umfasst.

10 8. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Kathode (K) zwei parallele, geradlinige Kanten (K1, K2) umfasst, die auf beiden Seiten durch Bögen (KB) verbunden sind.

15 9. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Trigger Elektrode (TE)
- einen ersten, runden Abschnitt (TE1) und
- einen zweiten, länglichen Abschnitt (TE2) umfasst und
- der längliche Abschnitt durch eine Rundung (TER) auf dem dem runden Abschnitt (TE1) gegenüberliegenden Ende
20 abgeschlossen ist.

10. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Anode (A)
- einen halbkreisförmigen ersten Abschnitt (A1) und
25 - einen zweiten Abschnitt (A2) mit zwei Teilbereichen umfasst und
- jeder der beiden Teilbereiche des zweiten Abschnitts (A2) jeweils mit einem länglichen Abschnitt (ALA1, ALA2) mit dem ersten Abschnitt (A1) verbunden ist.

30

11. Funkenstrecke nach einem der beiden vorherigen Ansprüche, wobei

- der längliche Abschnitt (TE2) der Triggerelektrode (TE) zwischen den beiden Teilbereichen des zweiten Abschnitts (A2) der Anode (A) angeordnet ist und
- die Anode (A) den halbkreisförmigen ersten Abschnitt (TE1) der Triggerelektrode (TE) umschließt.

12. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei

- der Abstand zwischen Kathode (K) und Anode (A) zwischen 1 mm und 3 mm beträgt,

10 - der Abstand zwischen Anode (A) und Triggerelektrode (TE) 0,5 mm beträgt und

- der Abstand zwischen Kathode (K) und Triggerelektrode (TE) kleiner als der Abstand zwischen Kathode (K) und Anode (A) ist.

15

13. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche, die dazu vorgesehen und geeignet ist, bei einem Schaltvorgang eine elektrische Energie zwischen 2 J und 20 J zu übertragen.

20 14. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche mit einem im Wesentlichen Quaderförmigen Körper mit einer Länge zwischen 50 und 70 mm, einer Breite zwischen 25 und 35 mm und einer Höhe zwischen 15 mm und 25 mm.

25 15. Funkenstrecke nach einem der vorherigen Ansprüche mit einer Höhe von 20 mm oder weniger.

16. Verwendung einer triggerbaren Funkenstrecke (TFS) nach einem der vorherigen Ansprüche zum Entladen der elektrischen
30 Energie eines geladenen Kondensators in einen elektrischen Schwingkreis.

17. Verwendung nach dem vorherigen Anspruch in einer tragbaren elektrischen Vorrichtung.

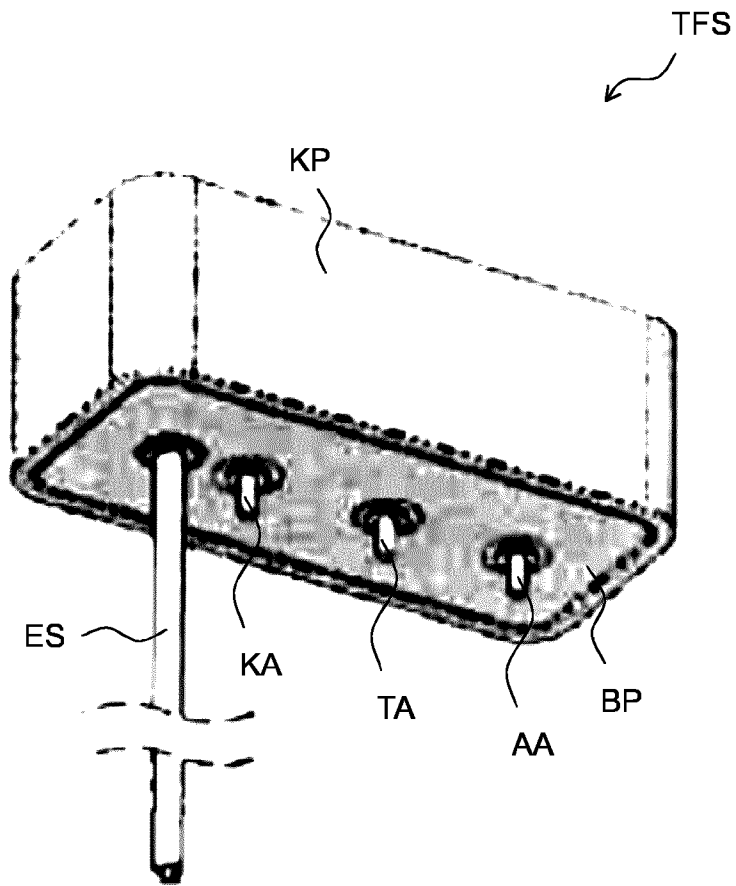


Fig. 1

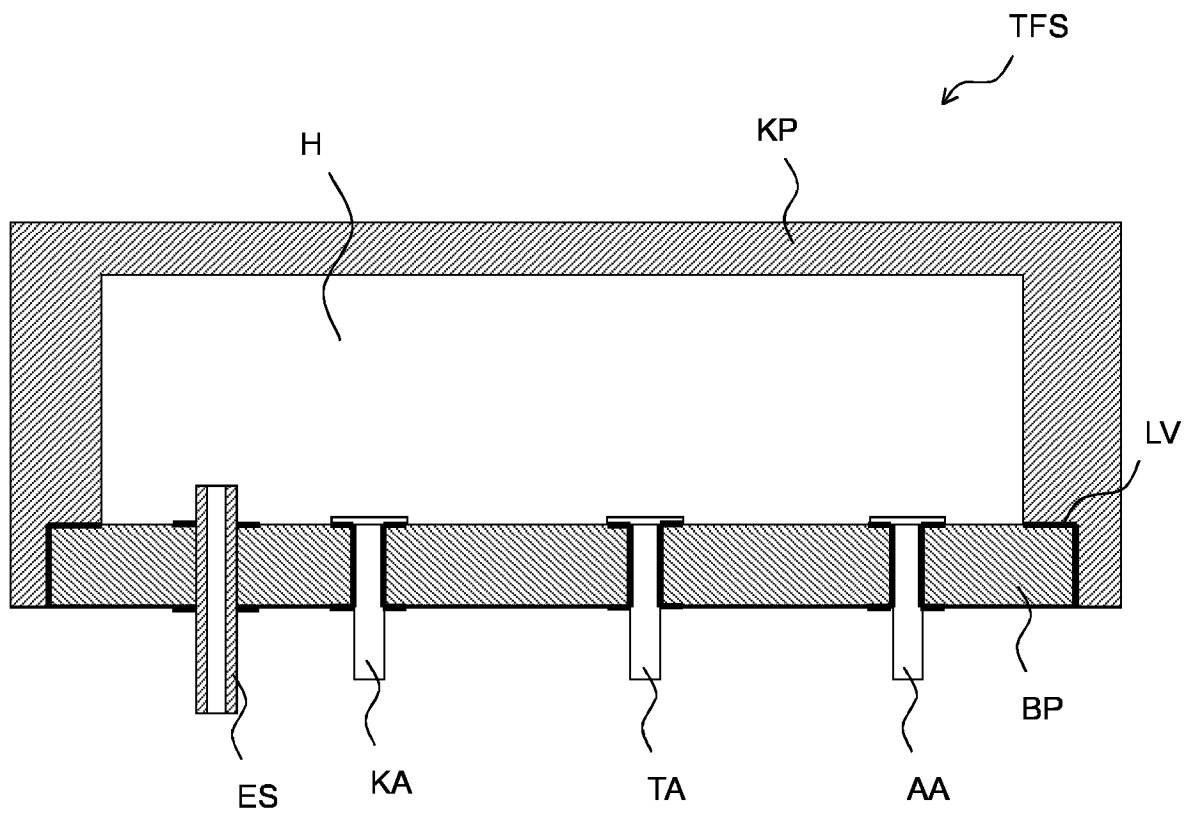


Fig. 2

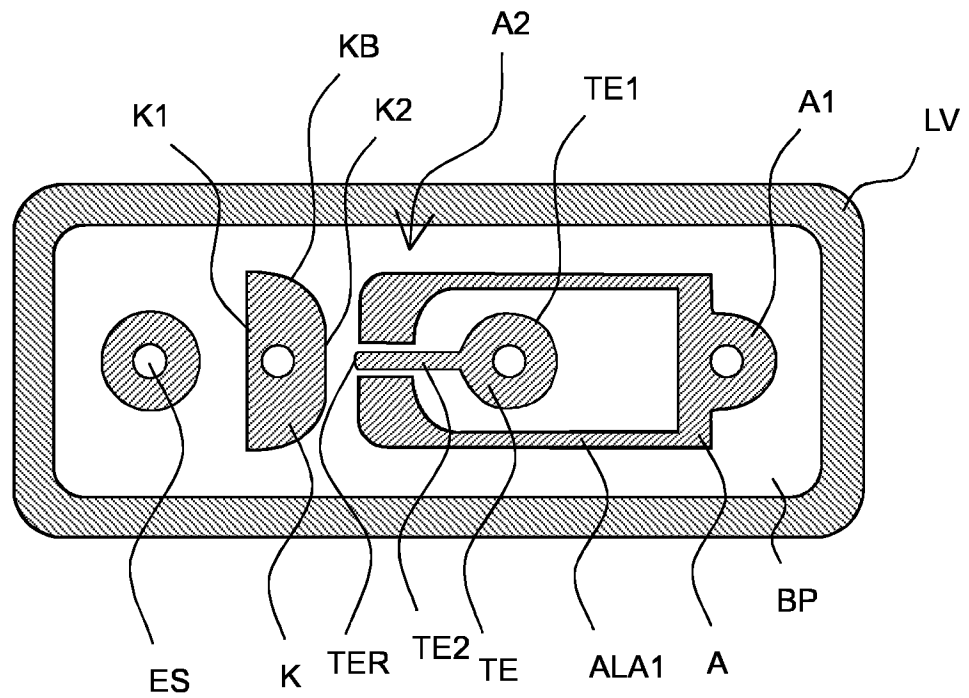


Fig. 3

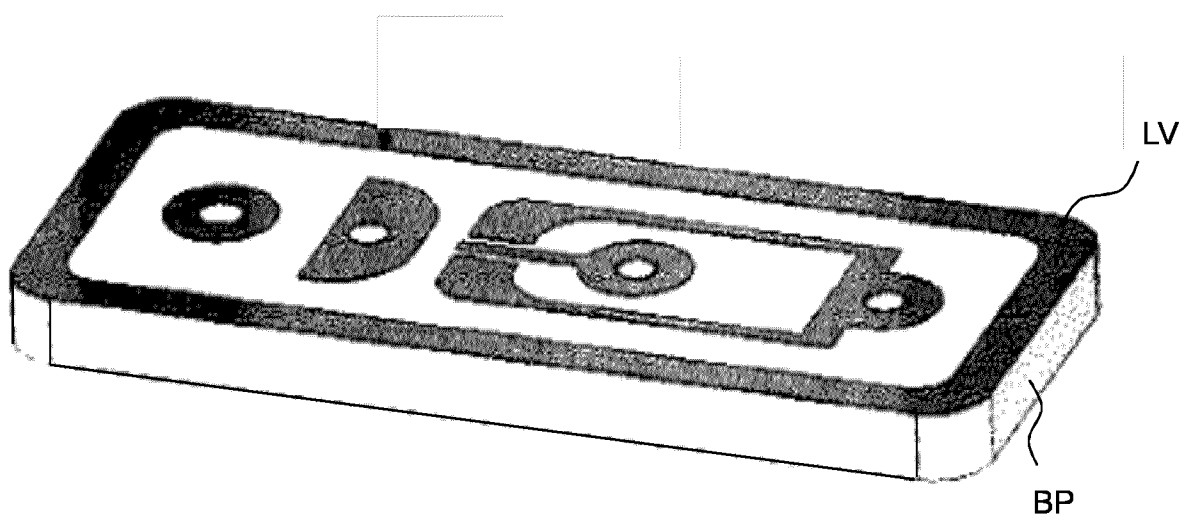


Fig. 4

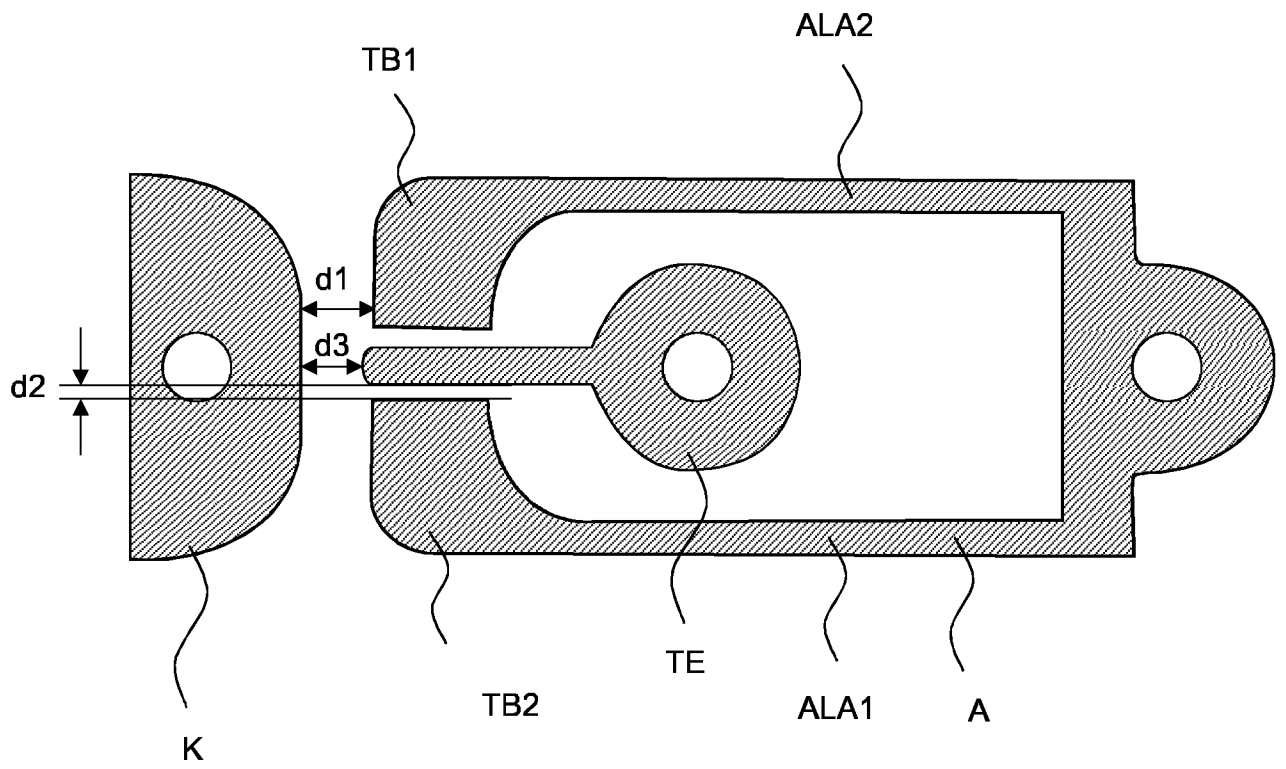


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/068658

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01T 2/02**(2006.01)i; **H03K 3/537**(2006.01)i; **H03K 3/543**(2006.01)i; **H03K 3/55**(2006.01)i; **H01T 1/20**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01T; H03K; H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 7714240 B1 (ROESLER ALEXANDER W [US] ET AL) 11 May 2010 (2010-05-11) claims 1,3,5 column 5, line 38 - line 42 column 6, line 50 - line 58 column 7, line 50 - line 56 figures 1,2,7,8	1-5,12-17 6-11
X Y	US 2004160726 A1 (LERCHE NOLAN C [US] ET AL) 19 August 2004 (2004-08-19) paragraph [0059] figures 11,13,14	1-4,12-17 6-11
Y	SUBHASH N ET AL. "DESIGN NOTE; A simple spark gap driven circuit for electro-optic Q-switches" <i>JOURNAL OF PHYSICS E. SCIENTIFIC INSTRUMENTS</i> , IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, Vol. 17, No. 10, 01 October 1984 (1984-10-01), pages 832-833 DOI: 10.1088/0022-3735/17/10/002 ISSN: 0022-3735, XP020017198	6,7
A	figure 1(b)	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 October 2018

Date of mailing of the international search report

15 October 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Stichauer, Libor

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/068658

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101814701 A (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 25 August 2010 (2010-08-25)	8-11
A	cited in the application figure 4	1,12,13
Y	H. Shen, Z. Yang, G. Ding, Z. Zhou, X. Zhao. "A Planar Micro Spark Gap Switch with a Triggering Electrode" <i>Micro and Nanosystems</i> , Vol. 3, No. 4, 31 December 2011 (2011-12-31), pages 354-359, Retrieved from the Internet: http://www.eurekaselect.com/96094/article [retrieved on 2018-09-28] DOI: 10.2174/1876402911103040354 XP002785231	9-11
A	cited in the application page 358; figure 7; table 2	1,8,12,13
A	US 3379928 A (SPARTACUS BARBINI) 23 April 1968 (1968-04-23) the whole document	1,16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/068658

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	7714240	B1	11 May 2010	NONE			
US	2004160726	A1	19 August 2004	CA	2496860	A1	13 August 2005
				CN	1677597	A	05 October 2005
				FR	2874754	A1	03 March 2006
				GB	2411295	A	24 August 2005
				GB	2425891	A	08 November 2006
				NO	338384	B1	15 August 2016
				RU	2296403	C2	27 March 2007
				US	2004160726	A1	19 August 2004
CN	101814701	A	25 August 2010	NONE			
US	3379928	A	23 April 1968	BE	677354	A	05 September 1966
				CH	447309	A	30 November 1967
				DE	1265856	B	11 April 1968
				FR	1436675	A	29 April 1966
				GB	1109469	A	10 April 1968
				LU	50584	A1	08 September 1967
				NL	6603241	A	13 September 1966
				US	3379928	A	23 April 1968

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01T2/02 H03K3/537 H03K3/543 H03K3/55
 ADD. H01T1/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01T H03K H01H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 7 714 240 B1 (ROESLER ALEXANDER W [US] ET AL) 11. Mai 2010 (2010-05-11)	1-5, 12-17
Y	Ansprüche 1,3,5 Spalte 5, Zeile 38 - Zeile 42 Spalte 6, Zeile 50 - Zeile 58 Spalte 7, Zeile 50 - Zeile 56 Abbildungen 1,2,7,8	6-11
X	US 2004/160726 A1 (LERCHE NOLAN C [US] ET AL) 19. August 2004 (2004-08-19)	1-4, 12-17
Y	Absatz [0059] Abbildungen 11,13,14	6-11
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Oktober 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/10/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stichauer, Libor

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	SUBHASH N ET AL: "DESIGN NOTE; A simple spark gap driven circuit for electro-optic Q-switches", JOURNAL OF PHYSICS E. SCIENTIFIC INSTRUMENTS, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, Bd. 17, Nr. 10, 1. Oktober 1984 (1984-10-01), Seiten 832-833, XP020017198, ISSN: 0022-3735, DOI: 10.1088/0022-3735/17/10/002	6,7
A	Abbildung 1(b)	1
Y	----- CN 101 814 701 A (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 25. August 2010 (2010-08-25) in der Anmeldung erwähnt	8-11
A	Abbildung 4	1,12,13
Y	----- H. Shen, Z. Yang, G. Ding, Z. Zhou, X. Zhao: "A Planar Micro Spark Gap Switch with a Triggering Electrode", Micro and Nanosystems, Bd. 3, Nr. 4 31. Dezember 2011 (2011-12-31), Seiten 354-359, XP002785231, DOI: 10.2174/1876402911103040354 Gefunden im Internet: URL: http://www.eurekaselect.com/96094/article [gefunden am 2018-09-28] in der Anmeldung erwähnt	9-11
A	Seite 358; Abbildung 7; Tabelle 2	1,8,12,13
A	----- US 3 379 928 A (SPARTACUS BARBINI) 23. April 1968 (1968-04-23) das ganze Dokument -----	1,16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/068658

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 7714240	B1	11-05-2010	KEINE
US 2004160726	A1	19-08-2004	CA 2496860 A1 13-08-2005
			CN 1677597 A 05-10-2005
			FR 2874754 A1 03-03-2006
			GB 2411295 A 24-08-2005
			GB 2425891 A 08-11-2006
			NO 338384 B1 15-08-2016
			RU 2296403 C2 27-03-2007
			US 2004160726 A1 19-08-2004
CN 101814701	A	25-08-2010	KEINE
US 3379928	A	23-04-1968	BE 677354 A 05-09-1966
			CH 447309 A 30-11-1967
			DE 1265856 B 11-04-1968
			FR 1436675 A 29-04-1966
			GB 1109469 A 10-04-1968
			LU 50584 A1 08-09-1967
			NL 6603241 A 13-09-1966
			US 3379928 A 23-04-1968