(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
5. Juli 2007 (05.07.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/074032 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/069364

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Dezember 2006 (06.12.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 061 831.6
23. Dezember 2005 (23.12.2005) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **PATENT-TREUHAND-GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE GLÜHLAMPEN MBH** [DE/DE]; Hellabrunner Str. 1, 81543 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KLOSS, Andreas** [DE/DE]; Universitätsstr. 7, 85579 Neubiberg (DE).

(74) Anwalt: **RAISER, Franz**; OSRAM GmbH, Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

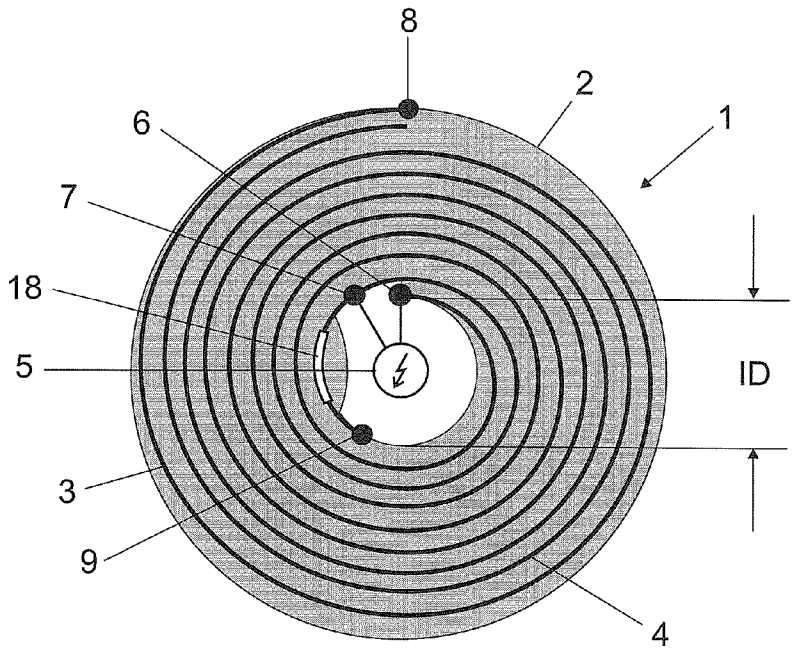
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-PRESSURE DISCHARGE LAMP FEATURING AN IMPROVED IGNITION QUALITY

(54) Bezeichnung: HOCHDRUCKENTLADUNGSLAMPE MIT VERBESSERTER ZÜNDFÄHIGKEIT



(57) Abstract: Disclosed is a high-pressure discharge lamp in which an ignition device that generates high-voltage pulses in the lamp is integrated into the lamp. The ignition device is composed at least of a spiral pulse generator and a charging resistor, said charging resistor being made of an LTCC material.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/074032 A2

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Hochdruckentladungslampe ist eine Zündvorrichtung in der Lampe integriert, die Hochspannungspulse in der Lampe erzeugt, wobei die Zündvorrichtung zumindest aus einem Spiral-Puls-Generator und einem Ladewiderstand besteht, wobei der Ladewiderstand aus einem LTCC-Material gefertigt ist.

Hochdruckentladungslampe mit verbesserter Zündfähigkeit

Technisches Gebiet

Die Erfindung geht aus von einer Hochdruckentladungslampe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Lampen sind insbesondere Hochdruckentladungslampen für Allgemeinbeleuchtung oder für fotooptische Zwecke.

Stand der Technik

Das Problem der Zündung von Hochdruckentladungslampen wird derzeit dadurch gelöst, dass das Zündgerät in das Vorschaltgerät integriert ist. Nachteilig daran ist, dass die Zuleitungen hochspannungsfest ausgelegt sein müssen.

In der Vergangenheit hat es immer wieder Versuche gegeben, die Zündeinheit in die Lampe zu integrieren. Dabei wurde versucht, sie in den Sockel zu integrieren. Eine besonders effektive und hohe Pulse versprechende Zündung gelingt mittels sog. Spiral-Puls-Generatoren, siehe US-A 3 289 015. Vor längerer Zeit wurden derartige Geräte bei verschiedenen Hochdruckentladungslampen wie Metallhalogenidlampen oder Natriumhochdrucklampen vorgeschlagen, siehe beispielsweise US-A 4 325 004, US-A 4 353 012. Sie konnten sich jedoch nicht durchsetzen, weil sie zum einen zu teuer sind. Zum andern ist der Vorteil, sie in den Sockel einzubauen, nicht ausreichend, da das Problem des Zuführens der Hochspannung in den Kolben bleibt. Daher die Wahrscheinlichkeit für Schädigungen der Lampe, seien es Isolationsprobleme oder ein Durchbruch im Sockel, steigt stark an. Bisher übiche Zündgeräte konnten im allgemeinen nicht über 100 °C erwärmt werden. Die

erzeugte Spannung musste dann der Lampe zugeführt werden, was Leitungen und Lampenfassungen mit entsprechender Hochspannungsfestigkeit erfordert, typisch etwa 5 kV.

Darstellung der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Hochdruckentladungslampe bereitzustellen, deren Zündverhalten gegenüber bisherigen Lampen deutlich verbessert ist und bei der keine Schädigung infolge der Hochspannung zu befürchten ist. Dies gilt insbesondere für Metallhalogenidlampen, wobei das Material des Entladungsgefäßes entweder Quarzglas oder Keramik sein kann.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Weiterhin ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen kompakten Hochspannungspulsgenerator anzugeben. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 14 gelöst.

Erfindungsgemäß wird jetzt ein Hochspannungspuls mit mindestens 1,5 kV, der zur Zündung der Lampe notwendig ist, mittels eines speziellen temperaturresistenten Spiral-Puls-Generators erzeugt, der in unmittelbarer Nähe des Entladungsgefäßes im Außenkolben integriert wird. Nicht nur eine Kaltzündung sondern auch ein Heißwiederzündung ist damit möglich.

Der jetzt verwendete Spiral-Puls-Generator ist insbesondere ein sog. LTCC-Bauteil. Diese Material ist eine spezielle Keramik, die bis 600 °C Temperaturfest gemacht werden kann. Zwar wurde LTCC schon in Zusammenhang mit Lampen verwendet, siehe US 2003/0001519 und US-B 6 853 151. Jedoch wurde es für ganz andere Zwecke bei praktisch kaum Temperaturbelasteten Lampen, mit typischen Temperaturen unter 100 °C, eingesetzt. Der besondere Wert der hohen Temperaturstabilität von LTCC in Zusammenhang mit der Zündung von Hochdruckentladungslampen, wie vor allem Metallhalogenidlampen mit Zündproblemen, zu erkennen.

Der Spiral-Puls-Generator ist ein Bauteil, das Eigenschaften eines Kondensators mit denen eines Wellenleiters zur Erzeugung von Zündpulsen mit einer Spannung von mindestens 1,5 kV vereint, Für die Herstellung werden zwei keramische "Grün-Folien" mit metallischer Leitpaste bedruckt und anschließend versetzt zu einer Spirale aufgewickelt und schließlich isostatisch zu einem Formkörper gepresst. Die folgende Co-Sinterung von Metallpaste und keramischer Folie erfolgt an Luft im Temperaturbereich zwischen 800 und 900 °C. Diese Verarbeitung erlaubt einen Einsatzbereich des Spiral-Puls-Generators bis 700 °C Temperaturbelastung. Dadurch kann der Spiral-Puls-Generator in direkter Nähe des Entladungsgefäßes im Außenkolben, aber auch im Sockel oder in unmittelbarer Nähe der Lampe untergebracht werden.

Bevorzugt ist dabei die Unterbringung im Außenkolben. Denn dadurch entfällt die Notwendigkeit einer hochspannungsfesten Spannungszuleitung.

Zudem lässt sich ein Spiral-Puls-Generator so dimensionieren, dass der Hochspannungspuls sogar eine Heißwiederzündung der Lampe ermöglicht. Das Dielektrikum aus Keramik zeichnet sich durch eine außergewöhnlich hohe Dielektrizitätskonstante ε von $\varepsilon > 10$ aus, wobei je nach Material und Bauweise ein ε von typisch 70, bis zu $\varepsilon=100$ erreicht werden kann. Das schafft eine sehr hohe Kapazität des Spiral-Puls-Generators und ermöglicht eine vergleichsweise große zeitliche Breite der erzeugten Impulse. Dadurch wird eine sehr kompakte Bauweise des Spiral-Puls-Generators möglich, so dass ein Einbau in handelsübliche Außenkolben von Hochdruckentladungslampen gelingt.

Zudem lässt sich auf Basis dieses Hochspannungspulsgenerators eine Zündeinheit angeben, die weiterhin zumindest einen Ladewiderstand und einen Schalter umfasst. Der Schalter kann eine Funkenstrecke oder auch ein Diac in SiC-Technologie sein. Dabei ist die Zündeinheit extrem kompakt, da ja der Ladewiderstand im Hochspannungspulsgenerator integriert ist.

Dadurch wird eine sehr kompakte Bauweise des Spiral-Puls-Generators möglich, so dass ein Einbau in handelsübliche Außenkolben von Hochdruckentladungslampen gelingt. Eine besondere Kompaktifizierung gelingt, weil der Ladewiderstand kein separates Bauteil ist, das lediglich mit dem Spiral-Puls-Generator verbunden ist. Da der Ladewiderstand ohnehin denselben Bedingungen wie der Spiral-Puls-Generator genügen muss, was seine Temperaturbeständigkeit betrifft, empfiehlt es sich, ihn ähnlich wie den Spiral-Puls-Generator aus LTCC-Material herzustellen.

Bevorzugt kann der Ladewiderstand dabei am inneren Rand in den Spiral-Puls-Generator integriert sein, so dass beide zusammen als ein LTCC-Keramik-Bauteil ausgeführt sind. Dieses Bauteil ist bis ca. 600 °C Temperatur fest. Dadurch wird eine Kontaktstelle vermieden, die ebenfalls ansonsten Temperaturfest ausgeführt sein müsste. Somit werden außer dem Hochspannungsschalter, meist eine Funkenstrecke oder Diac, keine anderen Bauteile benötigt.

Als Material des Außenkolbens kann jedes übliche Glas verwendet werden, also insbesondere Hartglas, Vycor oder Quarzglas. Auch die Wahl der Füllung unterliegt keiner besonderen Einschränkung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Die Figuren zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines Spiral-Puls-Generators;

Fig. 2 Kenngrößen eines LTCC- Spiral-Puls-Generators;

Fig. 3 den Prinzipaufbau einer Natriumhochdrucklampe mit Spiral-Puls-Generator im Außenkolben.

Fig. 4 den Prinzipaufbau einer Metallhalogenidlampe mit Spiral-Puls-Generator im Außenkolben.

Fig. 5 eine Metallhalogenidlampe mit Spiral-Puls-Generator im Außenkolben;

Fig. 6 eine Metallhalogenidlampe mit Spiral-Puls-Generator im Sockel.

Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

Figur 1 zeigt den Aufbau eines Spiral-Puls-Generators 1 in Draufsicht. Er besteht aus einem keramischen Zylinder 2, in den zwei verschiedene metallische Leiter 3 und 4 als Folienband spiralförmig eingewickelt sind. Der Zylinder 2 ist innen hohl und besitzt einen gegebenen Innendurchmesser ID. Die beiden inneren Kontakte 6 und 7 der beiden Leiter 3 und 4 sind über eine Funkenstrecke 5 miteinander verbunden.

Nur der äußere der beiden Leiter besitzt am äußeren Rand des Zylinders einen weiteren Kontakt 8. Der andere Leiter endet offen. Die beiden Leiter bilden dadurch zusammen einen Wellenleiter in einem dielektrischen Medium, der Keramik. An den inneren Kontakt 7 des einen Leiters schließt sich eine Leitungstrecke aus anderem Material an, die als Ladewiderstand 18 wirkt.

Der Spiral-Puls-Generator wird entweder aus zwei mit Metallpaste beschichteten keramischen Folien gewickelt oder aus zwei Metallfolien und zwei keramischen Folien aufgebaut. Eine wichtige Kenngröße ist dabei die Zahl n der Windungen, die bevorzugt in der Größenordnung 5 bis 100 liegen soll. Diese Wickelanordnung wird dann laminiert und anschließend gesintert, wodurch ein LTCC-Bauteil entsteht. Die so geschaffenen Spiral-Puls-Generatoren mit Kondensatoreigenschaft werden dann mit einer Funkenstrecke beschaltet.

Die Funkenstrecke kann sich an den inneren oder den äußeren Anschlüssen oder auch innerhalb der Wicklung des Generators befinden. Als Hochspannungsschalter, der den Puls initiiert, kann bevorzugt eine Funkenstrecke verwendet werden, die auf SiC basiert und sehr temperaturstabil ist. Beispielsweise kann das Schaltelement MESFET der Fa. Cree verwendet werden. Dieser ist für Temperaturen oberhalb 350 °C geeignet.

In einem konkreten Ausführungsbeispiel wird ein Keramikmaterial mit ε = 60 bis 70 verwendet. Dabei wird bevorzugt als Dielektrikum eine Keramikfolie, insbesondere ein Keramikband wie Heratape CT 707 oder bevorzugt CT 765 oder auch eine Mischung bieder, jeweils von Heraeus verwendet. Es hat eine Dicke der grünen Folie von typisch 50 bis 150 µm. Als Leiter wird insbesondere Ag-Leitpaste wie "Cofirable Silver," ebenfalls von Heraeus, verwendet. Ein konkretes Beispiel ist CT 700 von Heraeus. Gute Ergebnisse liefert auch die Metallpaste 6142 von DuPont. Diese Teile lassen sich gut laminieren und danach ausheizen ("burnout") und zusammen sintern ("co-firing").

Der Innendurchmesser ID des Spiral-Puls-Generator ist 10 mm. Die Breite der einzelnen Streifen ist ebenfalls 10 mm. Die Foliendicke ist 50 µm und auch die Dicke der beiden Leiter ist jeweils 50 µm. Die Ladespannung beträgt 300 V. Unter diesen Voraussetzungen erreicht der Spiral-Puls-Generator ein Optimum seiner Eigenschaften bei einer Windungszahl von n = 20 bis 70.

In Figur 2 sind die zugehörige Halbwertsbreite des Hochspannungspulses in µs (Kurve a), die Gesamtkapazität des Bauteils in µF (Kurve b), der resultierende Außendurch-

messer in mm (Kurve c), sowie die Effizienz (Kurve d), die maximale Pulsspannung (Kurve e) in kV und der Leiterwiderstand in Ω (Kurve f) dargestellt.

Figur 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Natriumhochdrucklampe 10 mit keramischem Entladungsgefäß 11 und Außenkolben 12 mit darin integriertem Spiral-Puls-Generator 13, wobei eine Zünd-Elektrode 14 außen am keramischen Entladungsgefäß 11 angebracht ist. Der Spiral-Puls-Generator 13 mit dem integrierten Ladewiderstand ist zusammen mit der Funkenstrecke 15 im Außenkolben untergebracht.

Figur 4 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Metallhalogenidlampe 20 mit integriertem Spiral-Puls-Generator 21, wobei keine Zünd-Elektrode außen am Entladungsgefäß 22, das aus Quarzglas oder Keramik gefertigt sein kann, angebracht ist. Der Spiral-Puls-Generator 21 mit dem integrierten Ladewiderstand ist zusammen mit der Funkenstrecke 23 im Außenkolben 25 untergebracht.

Figur 5 zeigt eine Metallhalogenidlampe 20 mit einem Entladungsgefäß 22, das von zwei Zuleitungen 26, 27 in einem Außenkolben gehaltert wird. Die erste Zuleitung 26 ist ein kurz abgewinkelter Draht. Die zweite 27 ist im wesentlichen ein Stab, der zur sockelfernen Durchführung 28 führt. Zwischen der Zuleitung 29 aus dem Sockel 30 und dem Stab 27 ist eine Zündeinheit 31 angeordnet, die den Spiral-Puls-Generator, die Funkenstrecke und den Ladewiderstand enthält, wie in Figur 4 angedeutet.

Figur 6 zeigt eine Metallhalogenidlampe 20 ähnlich wie Figur 5 mit einem Entladungsgefäß 22, das von zwei Zuleitungen 26, 27 in einem Außenkolben 25 gehaltert wird. Die

erste Zuleitung 26 ist ein kurz abgewinkelter Draht. Die zweite 27 ist im wesentlichen ein Stab, der zur sockelfernen Durchführung 28 führt. Hier ist die Zündeinheit im Sockel 30 angeordnet, und zwar sowohl der Spiral-Puls-Generator 21 mit dem integrierten Ladewiderstand als auch die Funkenstrecke 23.

Diese Technik kann auch für elektrodenlose Lampen angewendet werden, wobei der Spiral-Puls-Generator als Zündhilfe dienen kann.

Weitere Anwendungen dieses kompakten Hochspannungspulsgenerators liegen in der Zündung anderer Geräte. Die Anwendung ist vor allem bei sog. magischen Kugeln, bei der Erzeugung von Röntgenpulsen und der Erzeugung von Elektronenstrahl-Pulsen vorteilhaft. Auch ein Einsatz in Kfz als Ersatz für die üblichen Zündspulen ist möglich.

Dabei werden Windungszahlen von n bis 500 verwendet, so dass die Ausgangsspannung bis in die Größenordnung von 100 kV erreicht. Denn die Ausgangsspannung U_A ist als Funktion der Ladespannung U_L gegeben durch $U_A = 2 \times n \times U_L \times \eta$, wobei die Effizienz η durch $\eta = (AD-ID)/AD$ gegeben ist.

Die Erfindung entfaltet besondere Vorteile im Zusammenwirken mit Hochdruckentladungslampen für Autoscheinwerfer, die mit Xenon unter hohem Druck von bevorzugt mindestens 3 bar und Metallhalogeniden gefüllt sind. Diese sind besonders schwer zu zünden, da wegen des hohen Xenondrucks die Zündspannung mehr als 10 kV beträgt. Derzeit wird versucht, die Komponenten der Zündeinheit im Sockel unterzubringen. Ein Spiral-Puls-Generator mit integriertem Ladewiderstand kann entweder in den Sockel der

Kfz-Lampe oder in einen Außenkolben der Lampe untergebracht sein.

Die Erfindung entfaltet ganz besondere Vorteile im Zusammenwirken mit Hochdruckentladungslampen, die kein Quecksilber enthalten. Derartige Lampen sind aus Umweltschutzgründen besonders erstrebenswert. Sei enthalten eine geeignete Metallhalogenid-Füllung und insbesondere ein Edelgas wie Xenon unter hohem Druck. Wegen des fehlenden Quecksilbers ist die Zündspannung besonders hoch. Sie beträgt mehr als 20 kV. Derzeit wird versucht, die Komponenten der Zündeinheit im Sockel unterzubringen. Ein Spiral-Puls-Generator mit integriertem Ladewiderstand kann entweder in den Sockel der Quecksilberfreien Lampe oder in einen Außenkolben der Lampe untergebracht sein.

Ansprüche

1. Hochdruckentladungslampe mit einem Entladungsgefäß, das insbesondere in einem Außenkolben untergebracht ist und dort durch ein Gestell gehaltert ist, wobei eine Zündvorrichtung in der Lampe integriert ist, die Hochspannungspulse in der Lampe erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündvorrichtung zumindest aus einem Spiral-Puls-Generator und einem Ladewiderstand besteht, wobei der Ladewiderstand aus einem LTCC-Material gefertigt ist.

2. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladewiderstand im Außenkolben untergebracht ist.

3. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündvorrichtung Teil des Gestells ist.

4. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiral-Puls-Generator aus einem temperaturbeständigen Material, insbesondere aus LTCC, hergestellt ist.

5. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiral-Puls-Generator und Ladewiderstand zusammen als integriertes LTCC-Bauteil aufgebaut sind.

6. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladewiderstand am LTCC-Bauteil

in der innersten keramischen Isolierschicht integriert ist.

7. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladewiderstand mit demjenigen Leiter elektrisch verbunden ist, der am äußeren Ende des Spiral-Puls-Generator offen bleibt.

8. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiral-Puls-Generator aus mehreren Schichten aufgebaut ist, wobei die Anzahl n der Schichten mindestens n = 5 beträgt.

9. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl n der Schichten höchstens n = 500 beträgt.

10. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiral-Puls-Generator in etwa zylindrische Gestalt hat, mit einem Innendurchmesser ID von mindestens 10 mm.

11. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dielektrizitätskonstante ε des Spiral-Puls-Generators bei mindestens $\varepsilon = 10$ liegt.

12. Hochdruckentladungslampe mit einem Entladungsgefäß und mit einer zugeordneten Zündvorrichtung, wobei die Zündvorrichtung Hochspannungspulse erzeugt und einen Spiral-Puls-Generator enthält, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiral-Puls-Generator aus einem LTCC-

Material gefertigt ist, wobei der Ladewiderstand im Spiral-Puls-Generator integriert ist.

13. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiral-Puls-Generator in der Lampe, bevorzugt im Sockel oder in einem Außenkolben der Lampe, untergebracht ist.

14. Kompakter Hochspannungspulsgenerator auf der Basis eines Spiral-Puls-Generators, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiral-Puls-Generator als LTCC-Bauteil ausgeführt ist aus Keramikfolien und metallischer Leitpaste, wobei ein Ladewiderstand im Spiral-Puls-Generator integriert ist, insbesondere indem dafür eine widerstandsbehaftete Paste verwendet wird.

15. Hochspannungspulsgenerator nach Anspruch 14 dadurch gekennzeichnet, dass die Spirale mindestens 5 Windungen umfasst.

16. Zündeinheit auf Basis eines Hochspannungspulsgenerators nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie weiterhin zumindest einen Schalter umfasst.

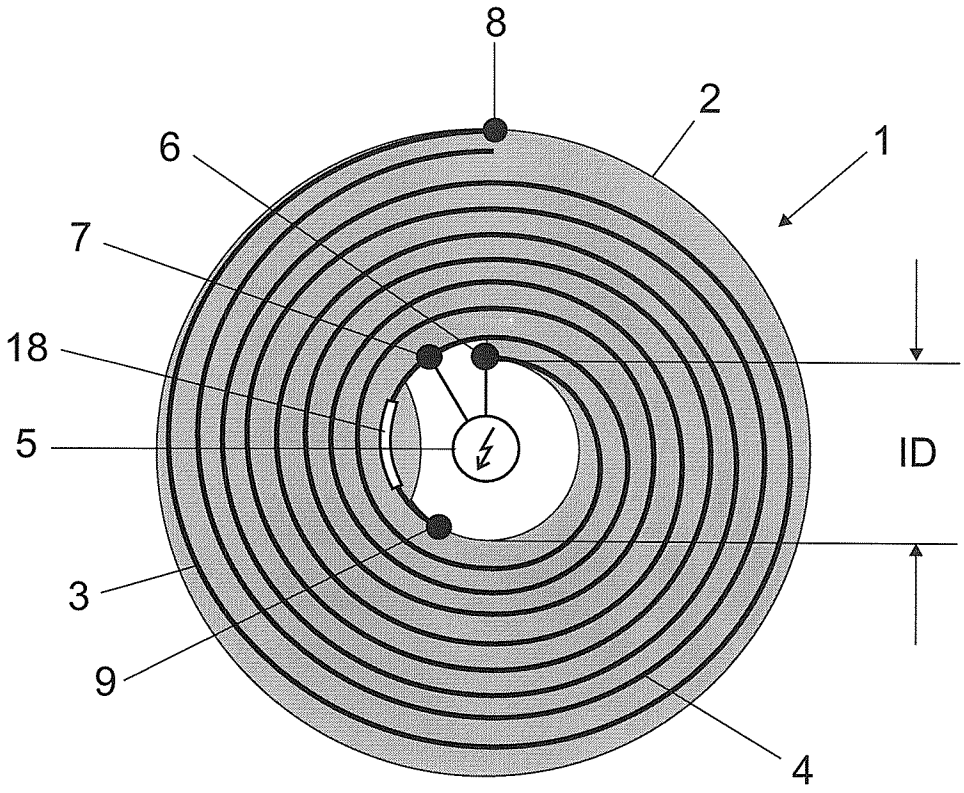


FIG 1

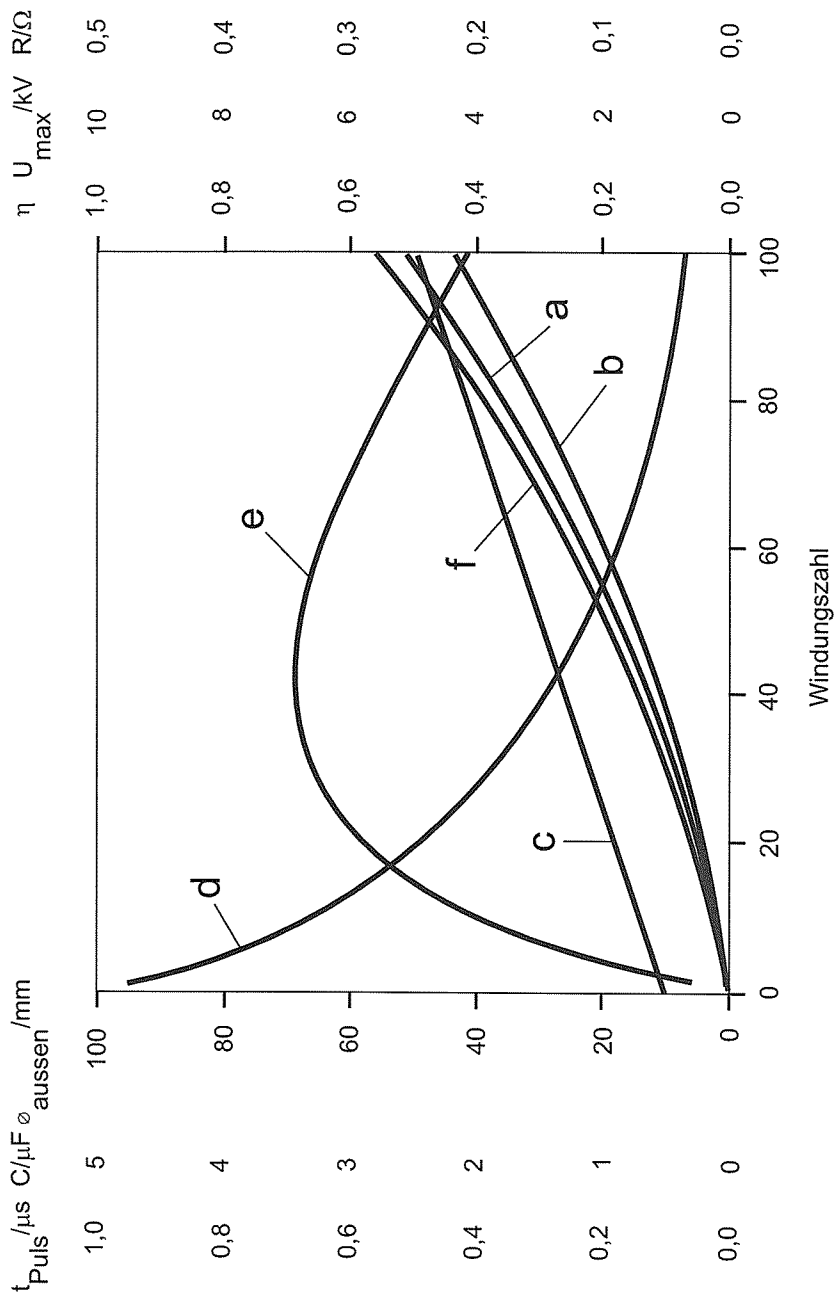


FIG 2

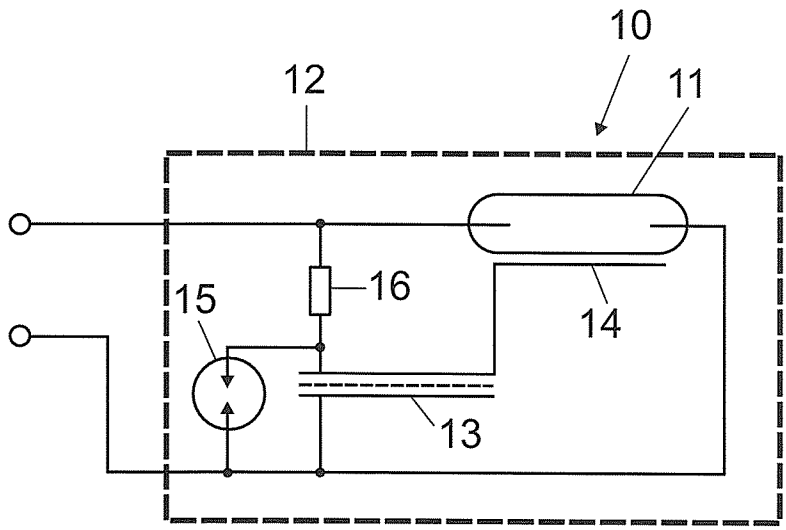


FIG 3

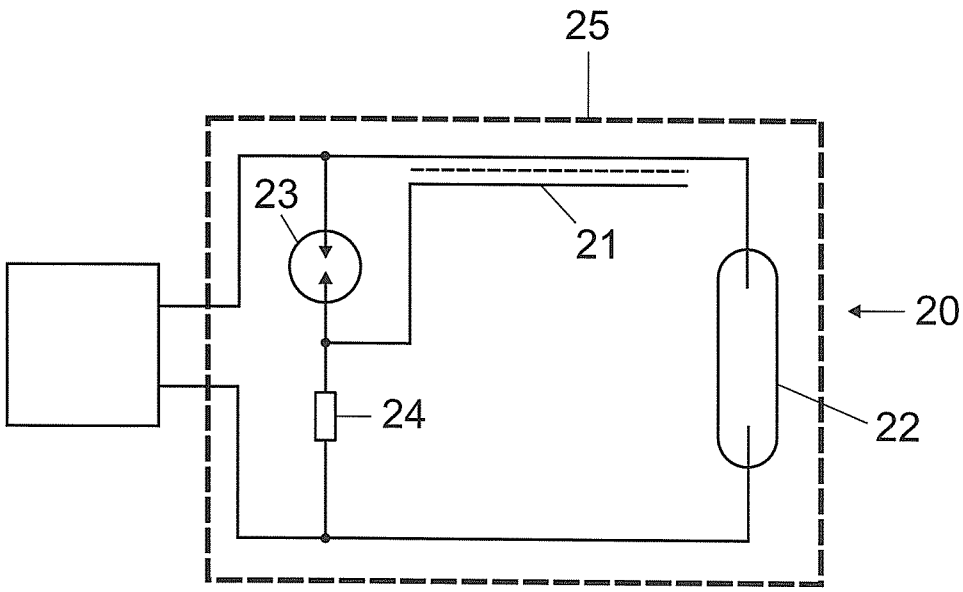


FIG 4

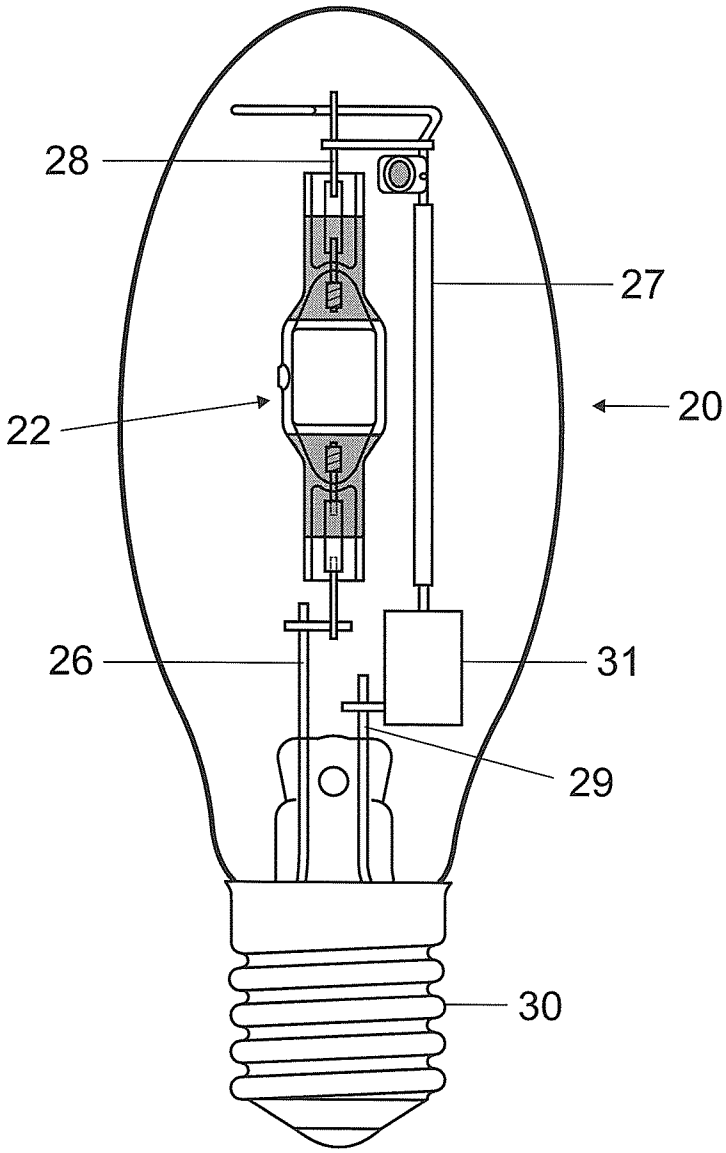


FIG 5

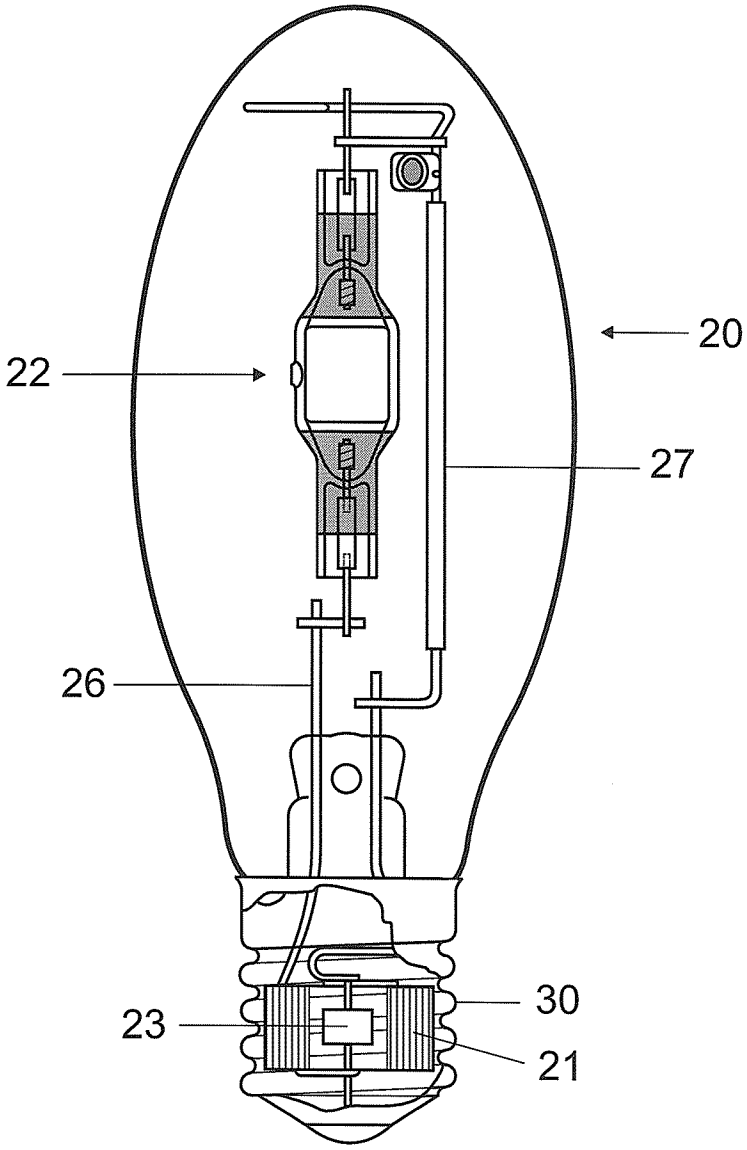


FIG 6