



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.01.2023 Patentblatt 2023/01

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01J 61/073 ^(2006.01) **H01J 61/54** ^(2006.01)
H01J 61/82 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22177024.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01J 61/547; H01J 61/0732; H01J 61/825

(22) Anmeldetag: **02.06.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Baum, Thorsten**
85643 Steinhöring (DE)
• **Piotrowski, Marcin**
05-870 Blonie (PL)

(74) Vertreter: **Tomerius, Isabel**
Lang & Tomerius
Patentanwaltspartnerschaft mbB
Rosa-Bavarese-Strasse 5
80639 München (DE)

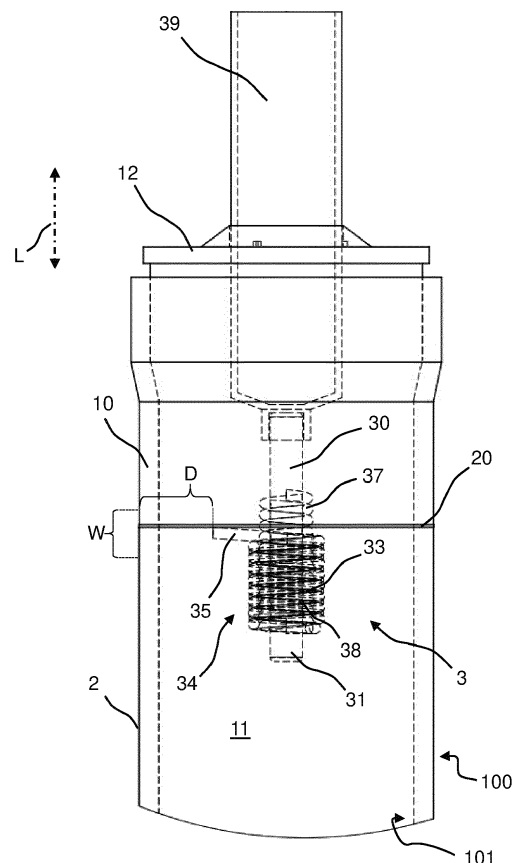
(30) Priorität: **28.06.2021 DE 102021206702**

(71) Anmelder: **Ushio Germany GmbH**
85643 Steinhöring (DE)

(54) **HOCHDRUCKENTLADUNGSLAMPE, INSBESONDERE NATRIUMDAMPF-HOCH-DRUCKLAMPE, MIT VERBESSERTER ZÜNDFÄHIGKEIT**

(57) Die Erfindung betrifft eine Hochdruckentladungslampe (5) mit einer Brenneinheit (1), die einen Entladungsraum (11) einschließendes Entladungsgefäß (10) aufweist, in dem zwei Elektroden (3, 4) einander gegenüberliegend angeordnet sind, wobei die Elektroden jeweils einen Elektrodenträger (30, 40) sowie eine Elektrodenspitze (31, 41) aufweisen, wobei die Elektrodenspitzen (31, 41) sich zur Ausbildung eines Lichtbogens während des Betriebs der Hochdruckentladungslampe (5) gegenüberliegen, wobei wenigstens eine erste der Elektroden (3, 4) als Wendelektrode ausgebildet ist, die einen Elektrodenträger (30, 40) sowie eine aus Draht (33) um den Elektrodenträger gewickelte Elektrodenwendel (34, 44) aufweist, wobei ein freiliegendes Ende des Elektrodenträgers (30, 40) die Elektrodenspitze (31, 41) bildet und wobei die Elektrodenwendel (34, 44) in einem der Elektrodenspitze (31, 41) benachbarten Spitzenbereich (32) des Elektrodenträgers (30, 40) im Entladungsraum angeordnet ist, und wobei eine mit Spannung beaufschlagbare Antenne (2) entlang einer Außenseite (100) des Entladungsgefäßes (10) geführt ist. Die Elektrodenwendel (34) der ersten Elektrode (3) weist einen Vorsprung (35) auf, der über den Außenumfang der Elektrodenwendel (34) in Richtung auf die Antenne (2) vorsteht.

Fig. 9



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochdruckentladungslampe, insbesondere eine Natriumdampf-Hochdruckentladungslampe, mit verbesserter Zündfähigkeit.

[0002] Gattungsgemäße Hochdruckentladungslampen (HID, aus dem Englischen: *high intensity discharge lamps*) werden für unterschiedlichste Anwendungen genutzt, beispielsweise zur Beleuchtung von Außenbereichen oder in Projektoren. Darüber hinaus werden sie ebenfalls im Gartenbau zur Pflanzenbeleuchtung eingesetzt, beispielsweise zur Beleuchtung von Gewächshäusern. Sie weisen typischerweise eine Brenneinheit mit einem einen Entladungsraum einschließenden Entladungsgefäß auf. In diesem Entladungsgefäß sind zwei Elektroden einander gegenüberliegend angeordnet, wobei die Elektroden jeweils einen Elektrodenträger mit einer Elektroden spitze aufweisen. Wenigstens eine der Elektroden, beispielsweise eine erste Elektrode, weist in einem der Elektroden spitze benachbarten Spitzenbereich im Entladungsraum eine Elektrodenwendel auf, die einen um den Elektrodenträger gewickelten Draht umfasst.

[0003] Im Entladungsraum des Entladungsgefäßes ist eine verschiedene Füllstoffe enthaltende ionisierbare Lampenfüllung eingeschlossen, die bei Anregung Strahlung mit bestimmten Wellenlängen erzeugt. Typische Füllstoffe sind ausgewählt aus Quecksilber, Verbindungen anderer Metalle, insbesondere Metallhalogeniden, und Edelgasen. Durch geeignete Wahl von Art und Menge der Füllstoffe emittieren die Hochdruckentladungslampen Strahlung mit einer gewünschten Wellenlänge oder mit gewünschten Wellenlängenbereichen. Auf diese Weise können die Lampen auf verschiedene Anwendungen hin optimiert werden. So werden beispielsweise im Gartenbau von Vorteil Natriumdampf-Hochdruckentladungslampen verwendet, die als Füllstoffe Natrium, Quecksilber und Edelgas wie Xenon sowie gegebenenfalls weitere Metalle wie Thallium, Indium, Scandium, seltene Erden bzw. deren Verbindungen enthalten. Derartige Lampen strahlen besonders intensiv in Wellenlängenbereichen, die für die Photosynthese von Pflanzen nutzbar sind, also insbesondere in einem Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm. Die Anzahl der pro Zeiteinheit abgestrahlten Photonen, die in diesem photosynthetisch nutzbaren Wellenlängenbereich liegen, wird über den sogenannten PAR-Wert (aus dem Englischen: *photosynthetically active radiation*) angegeben.

[0004] Gerade im Gartenbau werden hohe PAR-Werte angestrebt, da mit einer stärkeren Beleuchtung der Pflanzen ein höherer Ertrag einhergeht. Es besteht daher ein Bestreben, Hochdruckentladungslampen mit möglichst hohem PAR-Wert bereitzustellen. Problematisch ist allerdings, dass es hierfür notwendig ist, den im Entladungsgefäß herrschenden Gasfülldruck zu erhöhen. Ein erhöhter Gasfülldruck im Entladungsgefäß erschwert allerdings die Zündung der Lampe, also die Ausbildung des für eine kontinuierliche Bogenentladung notwendi-

gen Lichtbogens zwischen den Elektroden. Damit Hochdruckentladungslampen trotz höherem Gasfülldruck zünden, sind höhere Zündspannungen notwendig. Hierbei ist von Nachteil, dass höhere Zündspannungen nicht mehr von standardmäßig verwendeten Lampenfassungen und Vorschaltgeräten zur Verfügung gestellt werden können. Diese sind typischerweise für eine Zündspannung von ca. 3,5 kV ausgelegt. Sind für den Einsatz der Hochdruckentladungslampe spezielle Geräte oder Sonderanfertigungen nötig, um über diese 3,5 kV hinaus zu gehen, so treibt dies die Kosten des Einsatzes einer derartigen Lampe in die Höhe und macht sie für den Kunden unattraktiv. Es besteht daher ein technisches Bedürfnis, die Zündfähigkeit von Hochdruckentladungslampen zu verbessern, sodass diese mit herkömmlichen Lampenfassungen und Vorschaltgeräten mit der üblichen Zündspannung einsetzbar sind.

[0005] Eine herkömmliche Generation der gattungsgemäßen Hochdruckentladungslampen wies beispielsweise einen PAR-Wert von 1950 $\mu\text{mol/s}$ auf, bei einem Gasfülldruck von 350 mbar. Diese Lampen besaßen ohne unterstützende Maßnahmen bereits eine hervorragende Zündfähigkeit und zündeten einwandfrei. In einer weiteren Generation von Hochdruckentladungslampen wurden PAR-Werte von 2100 $\mu\text{mol/s}$ oder sogar 2150 $\mu\text{mol/s}$ erreicht. Hierfür musste der Gasfülldruck auf in etwa 520 mbar erhöht werden, was dazu führte, dass diese Lampen nicht mehr ohne weiteres zündeten. Es wurden daher verschiedene Techniken entwickelt, um die Zündfähigkeit der Lampen zu verbessern. Beispielsweise können gattungsgemäße Hochdruckentladungslampen eine entlang einer Außenseite des Entladungsgefäßes geführte, mit Spannung beaufschlagbare Antenne aufweisen, die typischerweise aus einem leitfähigen Material gefertigt ist und die die notwendige Zündspannung der Lampe verringert. Die Antenne kann in Form eines Drahtes oder als auf das Entladungsgefäß aufgebracht Zündstreifen ausgebildet sein. Es kann sich um eine aktive oder eine passive Antenne handeln. Eine aktive Antenne ist elektrisch mit einer Elektrode der Lampe verbunden, während keine direkte elektrische Verbindung zwischen einer passiven Antenne und den Elektroden besteht. Eine passive Antenne kann beispielsweise kapazitiv mit der Zündspannung verbunden sein, wie dies in der EP 2 301 063 B1 für eine sogenannte Hybridantenne beschrieben ist. Eine weitere Möglichkeit zur Verringerung der Zündspannung liegt in der Verwendung einer Kondensatoreinheit, beispielsweise eines Dreifachkondensators wie dem von der Anmelderin entwickelten "Triple Capacitor".

[0006] Für eine weitere Erhöhung des PAR-Wertes auf über 2150 $\mu\text{mol/s}$ wie auf 2180 $\mu\text{mol/s}$ oder mehr wäre ein noch höherer Gasfülldruck notwendig, beispielsweise von mindestens 800 mbar. Untersuchungen der Anmelderin haben jedoch gezeigt, dass bislang bekannte Konstruktionen von Hochdruckentladungslampen dann nicht mehr zuverlässig oder überhaupt nicht zünden. Mit herkömmlichen Hochdruckentladungslampen schienen

eine noch weitere Steigerung des PAR-Wertes und eine durch deren Einsatz bewirkte Ertragssteigerung im Gartenbau somit ausgeschlossen, obwohl dies wünschenswert wäre.

[0007] Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Hochdruckentladungslampe mit einer verbesserten Zündfähigkeit anzugeben. Insbesondere soll die Hochdruckentladungslampe ohne größere konstruktive Änderungen und insbesondere mit konventionellen Fassungen und Vorschaltgeräten betreibbar sein. Darüber hinaus soll die Hochdruckentladungslampe bei einem möglichst hohen PAR-Wert zuverlässig funktionieren und insbesondere zuverlässig zünden.

[0008] Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit einer Hochdruckentladungslampe gemäß Anspruch 1. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Konkret gelingt die Lösung bei einer eingangs genannten gattungsgemäßen Hochdruckentladungslampe (nachfolgend auch einfach nur als "Lampe" bezeichnet) dadurch, dass die erste Elektrode einen Vorsprung aufweist, der über den Außenumfang der Elektrodenwendel in Richtung auf die Antenne vorsteht. Der erfindungsgemäße Vorsprung steht also über die Elektrode und damit auch über die Elektrodenwendel der Elektrode über. Dies bedeutet nicht zwingend, dass der Vorsprung vom Außenumfang der Elektrodenwendel ausgehen muss. Die Erfindung umfasst vielmehr auch, dass sich der Vorsprung in Längserstreckungsrichtung des Elektrodenträgers benachbart zur Elektrodenwendel befindet und dabei eine größere Länge besitzt als die Ausdehnung der Elektrodenwendel in radialer Richtung, sodass er über den Außenumfang der Elektrodenwendel vorsteht. Der Vorsprung erstreckt sich zumindest teilweise in seitlicher Richtung (d. h. von einem innenliegenden Bereich des Entladungsgefäßes der Brenneinheit nach außen zur Innenwand desselben hin). Der erfindungsgemäße Vorsprung verkleinert den Abstand zwischen der Elektrode und der Antenne beziehungsweise überbrückt diesen teilweise. Um eine Wirkung zu erzielen, muss der Vorsprung eine nennenswerte Länge aufweisen. Nicht unter einem Vorsprung im Sinne der Erfindung sind daher Oberflächenunebenheiten der Elektrode und speziell der Elektrodenwendel zu verstehen. Entsprechend beträgt die Länge, mit der der Vorsprung über den Außenumfang der Elektrodenwendel vorsteht, zweckmäßig mindestens die halbe Dicke der Elektrodenwendel in einer von der Längsachse des Elektrodenträgers ausgehenden Radialrichtung, bevorzugt mindestens die Dicke der Elektrodenwendel. Alternativ steht der Vorsprung zweckmäßig mindestens um den halben Durchmesser, vorzugsweise mindestens den Durchmesser des Drahtes vor, aus dem die Elektrodenwendel geformt ist. Durch die Verringerung des Abstandes zwischen der Elektrode und der Antenne können Elektronen leichter überspringen, was den Spannungsdurchschlag zwischen den Elektroden erleichtert und die Zündfähigkeit

der Hochdruckentladungslampe deutlich verbessert. Somit kann die bei hohem Gasfülldruck notwendige hohe Zündspannung reduziert werden, sodass diese in einem Bereich liegt, der mit konventionellen Fassungen und Vorschaltgeräten zur Verfügung gestellt werden kann. Auf diese Weise ermöglicht die Erfindung eine Erhöhung des Gasfülldruckes, was wiederum den PAR-Wert der Lampe erhöht. Abgesehen von dem Vorsprung der ersten Elektrode entspricht die erfindungsgemäße Hochdruckentladungslampe dabei vollständig den entsprechenden Lampen des Standes der Technik. Dies bedeutet, dass bei Fertigung und Einsatz der erfindungsgemäßen Lampe ganz überwiegend auf Komponenten und Verfahren des Standes der Technik zurückgegriffen werden kann und somit minimale zusätzliche Kosten und praktisch kein zusätzlicher Aufwand entstehen. Konkret bedeutet dies für die Hochdruckentladungslampen dieser Erfindung, dass sie - abgesehen von dem Vorsprung der ersten Elektrode - grundsätzlich in sämtlichen Merkmalen, zum Beispiel ihrem Grundaufbau, der Lampenfüllung, in Form, Anordnung und Material der Elektroden usw., dem Stand der Technik entsprechen. Auf diese Eigenschaften der erfindungsgemäßen Hochdruckentladungslampe muss daher hier nicht mehr im Detail eingegangen werden. Geschieht dies doch, ist die Beschreibung nur beispielhaft und dient der Erläuterung der Ausgestaltung und Funktion des Elektrodenvorsprungs.

[0010] Die Erfindung kann grundsätzlich bei allen Hochdruckentladungslampen mit Antenne eingesetzt werden, auch bei niedrigerem Gasfülldruck als dem eingangs genannten, problematischen Bereich, und kann zur Verbesserung von deren Zündfähigkeit beitragen. Beispiele von Hochdruckentladungslampen sind ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus einer Halogen-Metallampfenlampe und einer Natriumdampf-Hochdrucklampe, insbesondere einer Natriumdampf-Hochdrucklampe mit einem Gasfülldruck von mehr als 360 mbar, einer Natriumdampf-Hochdrucklampe mit einem Gasfülldruck von mehr als 470 mbar, einer Natriumdampf-Hochdrucklampe mit einem Gasfülldruck von mehr als 580 mbar, einer Natriumdampf-Hochdrucklampe mit einem Gasfülldruck von mehr als 700 mbar und einer Natriumdampf-Hochdrucklampe mit einem Gasfülldruck von 580 mbar bis 850 mbar. Besonders bevorzugt handelt es sich um eine Natrium-Hochdruckentladungslampe zur Pflanzenbeleuchtung.

[0011] Der erfindungsgemäße Vorsprung wird gemäß dem unabhängigen Anspruch an der ersten Elektrode eingesetzt. Um die Fertigung zu vereinfachen und die Handhabung zu vereinfachen, können aber auch beide Elektroden den Vorsprung aufweisen. Zweckmäßig ist die erste Elektrode diejenige, die mit dem Neutralleiter des Vorschaltgerätes verbunden wird, die zweite Elektrode bevorzugt entsprechend diejenige, an der die Zündspannung anliegt. Der erfindungsgemäße Vorsprung dient, wie erwähnt, der Verkürzung des Abstandes zwischen erster Elektrode und Antenne, um die Zündspannung zu senken. Zweckmäßig ist der Vor-

sprung daher elektrisch leitfähig, enthält also ein elektrisch leitfähiges Material oder ist insgesamt aus einem solchen gefertigt. Bevorzugt handelt es sich um das gleiche Material, aus dem die Elektrode und/oder die Elektrodenwendel bestehen. Ein typisches Material ist ein hochschmelzendes Metall wie Wolfram oder thoriertes Wolfram.

[0012] Erfindungsgemäß weist die Hochdruckentladungslampe zwei Elektroden auf, die jeweils einen Elektrodenträger mit einer Elektroden spitze besitzen. Die Elektroden spitzen liegen sich im Entladungsraum gegenüber, sodass sich zwischen ihnen während des Betriebs der Hochdruckentladungslampe ein Lichtbogen ausbilden kann. Wenigstens eine erste der Elektroden ist in an sich bekannter Weise als Wendelelektrode ausgebildet. Es ist also in einem zur Elektroden spitze benachbarten Spitzenbereich eine Elektrodenwendel angebracht, die aus einem Draht um den Elektrodenträger gewickelt ist. "Um den Elektrodenträger gewickelt" bedeutet dabei nicht zwangsläufig, dass die Elektrodenwendel bei ihrer Herstellung um den Elektrodenträger gewickelt werden muss. Vielmehr kann die Elektrodenwendel auch unabhängig von dem Elektrodenträger gewickelt und anschließend auf den Elektrodenträger aufgeschoben werden. Bevorzugt besteht die Wendelelektrode nur aus Elektrodenträger und Elektrodenwendel. Die Elektroden spitze - an der im Leuchtbetrieb der Lampe der Lichtbogen ansetzt - wird bei der wenigstens einen Wendelelektrode von dem in den Entladungsraum ragenden freiliegenden Ende des Elektrodenträgers gebildet. Die Elektroden spitze ist also Teil des Elektrodenträgers und einstückig mit diesem. Die Wendelelektrode weist demnach keinen an die Spitze des Elektrodenträgers angesetzten separaten Elektrodenkörper auf, der von der Spitze des Elektrodenträgers in Richtung auf die gegenüberliegende Elektrode vorsteht. Bei der Wendelelektrode weist das vordere, zur Elektroden spitze hin liegende Ende der Elektrodenwendel üblicherweise einen Abstand zur Elektroden spitze auf, ist also etwas von der Spitze zurückversetzt. Dieser Endbereich des Elektrodenträgers, in dem dieser freiliegt und nicht von einer Elektrodenwendel umgeben ist, wird als "freier Spitzenbereich" bezeichnet. Der "freie Spitzenbereich" ist ein Teilbereich des Spitzenbereichs, in dem die Elektrodenwendel angebracht ist. Der Spitzenbereich des Elektrodenträgers reicht von der Elektroden spitze bis zu einem mittleren Bereich des Elektrodenträgers und endet mit einem Abstand zu dem hinteren Endbereich des Elektrodenträgers, mit dem letzterer in einem Siegelbereich des Entladungsgefäßes gehalten wird. Die Halterung des Elektrodenträgers am Entladungsgefäß erfolgt in im Stand der Technik bekannter Weise, beispielsweise durch Befestigen des hinteren Endes des Elektrodenträgers an einer Niob-Kappe und Verlöten der Kappe mit dem Rohr des Entladungsgefäßes. Die Länge des Spitzenbereichs kann beispielsweise 10 bis 80 %, bevorzugt 20 bis 75 %, besonders bevorzugt 25 bis 70 % und insbesondere 30 bis 60 % der Gesamtlänge des Elektro-

denträgers betragen. In diesem Spitzenbereich sind die Elektrodenwendel und der Vorsprung der ersten Elektrode angeordnet.

[0013] Die Form des Vorsprungs ist grundsätzlich nicht besonders festgelegt, solange sie geeignet ist, zu einer Senkung der Zündspannung der Lampe zu führen und insbesondere das Überspringen von Elektronen zwischen Vorsprung und Antenne sicherzustellen. Dies gelingt besonders gut, wenn der Vorsprung in Richtung auf die Antenne hin konzentriert verläuft. Bevorzugt ist der Vorsprung daher stab- oder streifenförmig und/oder in Richtung auf die Antenne hin zugespitzt ausgebildet. Prinzipiell kann sich der Vorsprung an jeder beliebigen Stelle entlang des Spitzenbereiches des Elektrodenträgerstabs befinden. Liegt der Vorsprung jedoch zu nahe an der Spitze des Elektrodenträgers, kann es passieren, dass der Vorsprung die Ausbildung eines stabilen Lichtbogens behindert, was wiederum zu einem Flackern der Lampe im Betrieb führen kann. Aus diesem Grund ist es erfindungsgemäß bevorzugt, den Vorsprung in einem Bereich anzuordnen, in dem er die Ausbildung einer stabilen Bogenentladung während des Lampenbetriebs nicht behindert. Somit übt der erfindungsgemäße Vorsprung seine Funktion lediglich während der Zündung der Lampe aus, während er im normalen Leuchtbetrieb keine Funktion mehr hat und insbesondere nicht als Ansatzpunkt für den Lichtbogen dient. Besonders bevorzugt ist der Vorsprung daher von der Elektroden spitze aus gesehen zurückversetzt und insbesondere in einem von der Elektroden spitze weg gerichteten hinteren Endbereich der Elektrodenwendel oder von der Elektroden spitze aus gesehen in unmittelbarer Nachbarschaft hinter der Elektrodenwendel angeordnet. Bezogen auf die Gesamtlänge der Elektrodenwendel in der Längserstreckungsrichtung des Elektrodenträgers, befindet sich der Vorsprung bevorzugt in der von der Elektroden spitze aus gesehen hinteren Hälfte der Elektrodenwendel und besonders bevorzugt in deren hinterem Drittel. Konkret beträgt ein Abstand zwischen dem Vorsprung und der Elektroden spitze in Richtung des Elektrodenträgers beispielsweise mindestens 2 mm und bevorzugt mindestens 4 mm. Gemessen wird dabei die Länge entlang des Elektrodenträgers zwischen der Elektroden spitze und einer Projektion des der Elektroden spitze am nächsten liegenden Punktes des Vorsprungs auf den Elektrodenträger.

[0014] Wie bereits erwähnt, muss der Vorsprung nicht zwingend von der Elektrodenwendel ausgehen, sondern kann benachbart, zweckmäßig unmittelbar benachbart, zur Elektrodenwendel angeordnet sein. Entsprechend kann der Vorsprung in einer Variante der Erfindung als zur Elektrodenwendel separates Teil ausgebildet sein. Dieses wird zweckmäßig am Elektrodenträger befestigt, beispielsweise durch Löten oder Schweißen. Möglich ist auch, den Vorsprung bereits bei der Herstellung des Elektrodenträgers an diesen anzuformen, sodass der Vorsprung bevorzugt einstückig mit dem Elektrodenträger ausgebildet ist. Vorzugsweise ist der

Vorsprung stab- oder streifenförmigen ausgebildet und steht radial vom Elektrodenträger ab.

[0015] In einer anderen Variante der Erfindung, welche derzeit die erfindungsgemäß bevorzugte ist, ist der Vorsprung als Teil der Elektrodenwendel ausgebildet. Besonders bevorzugt ist es dabei, dass der Vorsprung aus einem Abschnitt des Drahtes der Elektrodenwendel gebildet und somit insbesondere einstückig mit der Elektrodenwendel ist. Dabei gibt es grundsätzlich die Möglichkeit, den Vorsprung aus einem Endabschnitt des Wendeldrahtes zu bilden oder aus einem innerhalb der Endabschnitte liegenden mittleren Abschnitt des Wendeldrahtes. In beiden Fällen wird das Drahtstück, aus dem der Vorsprung gebildet wird, nicht um den Elektrodenträger gewunden wie die übrigen Abschnitte des Wendeldrahtes, sondern so nach außen gebogen, dass es über den Außenumfang der Elektrodenwendel heraussteht. In ersterem Fall wird zweckmäßig ein Endabschnitt des Drahtes zur Bildung des Vorsprungs verwendet, der im hinteren, von der Elektroden spitze entfernt gelegenen Bereich der Elektrodenwendel liegt. Damit steht entsprechend der Vorsprung im hinteren Bereich der Elektrodenwendel über deren Außenumfang vor, was den bereits erwähnten Vorteil hat, dass der Vorsprung die Ausbildung eines stabilen Lichtbogens im Leuchtbetrieb nicht behindert.

[0016] Im Stand der Technik ist es üblich, Elektrodenwendeln zumindest bereichsweise mehrlagig zu wickeln, sodass die Elektrodenwendel eine innere Wendelage und eine äußere Wendelage und in Ausnahmefällen auch mehr als zwei Wendelagen aufweist. Bevorzugt sind sämtliche Wendelagen aus einem durchgehenden Draht gewickelt, also einstückig ausgebildet. Unmittelbar übereinanderliegende Wendelagen sind bevorzugt mit unterschiedlicher, also gegenläufiger, Drehrichtung gewickelt. Üblicherweise ist die innere Wendelage vom hinteren Ende der Wendel aus in Richtung auf die Elektroden spitze hin gewickelt, die äußere Wendelage dann von der Elektroden spitzen seite aus zurück auf die innere Wendelage. Die Endabschnitte des Wendeldrahtes liegen in der fertigen Elektrodenwendel dann also beide im von der Elektroden spitze wegweisenden hinteren Bereich der Elektrodenwendel und damit auf der für die Ausbildung des Vorsprungs bevorzugten Seite. Grundsätzlich kann jeder dieser Endabschnitte für die Ausbildung des Vorsprungs verwendet werden, theoretisch könnten es auch beide Endabschnitte gemeinsam sein, wenn gleich dies nicht bevorzugt ist. Am einfachsten lässt sich der Vorsprung durch Umbiegen des Endabschnitts der äußeren Wendelage in Richtung auf die Antenne herstellen. Statt aus einem Endabschnitt des Drahtes kann der Vorsprung auch aus einem Mittelbereich des Wendeldrahtes gebildet sein. In diesem Fall ist der Vorsprung bevorzugt als Drahtschleife ausgebildet. Dafür ist ein Teil des Drahtes der Elektrodenwendel nicht unmittelbar an dem Elektrodenträger oder einer tieferliegenden Wendelage entlang geführt, sondern zuerst von dem Elektrodenträger weg geführt, dann umgebogen und

wieder zum Elektrodenträger zurückgeführt. Anschließend an die Drahtschleife kann der Draht dann weiter als Elektrodenwendel gewickelt sein.

[0017] Wie bereits beschrieben, ist es der Zweck des Vorsprungs, den Abstand zwischen der Elektrode beziehungsweise der Elektrodenwendel und der Antenne möglichst zu verkleinern, um so das Austreten von Elektronen zu erleichtern und die Zündspannung herabzusetzen. Dies gelingt umso leichter, je mehr das freie Ende des Vorsprungs der Antenne angenähert ist. Da sich die Antenne auf der Außenseite des Entladungsgefäßes befindet, der Vorsprung jedoch im Inneren des Entladungsgefäßes, wird ein minimaler Abstand zwischen Vorsprung und Antenne dadurch erreicht, dass das freie Ende des Vorsprungs der Innenseite des Entladungsgefäßes in einem der Antenne gegenüberliegenden Bereich möglichst angenähert wird. Um eine Beschädigung des Entladungsgefäßes zu vermeiden, sollte der Vorsprung das Entladungsgefäßes nicht berühren und zumindest einen geringen Abstand zur Innenseite des Entladungsgefäßes einhalten. Der Abstand zwischen Antenne und dem freien Ende des Vorsprungs wird somit im Wesentlichen durch die Wandstärke des Entladungsgefäßes bestimmt und ist bei größtmöglicher Annäherung nur geringfügig größer als diese. Wie lang der Vorsprung sein muss, um diese Anforderungen zu erfüllen, hängt maßgeblich von der Art der Hochdruckentladungslampe und deren Abmessungen ab. Für die Brennereinheit einer üblichen Natriumdampf-Hochdruckentladungslampe liegen beispielhafte Längen, mit denen der Vorsprung über den Außenumfang der Elektrodenwendel vorsteht, in einem Bereich von 0,5 mm bis 1,8 mm, bevorzugt 0,8 mm bis 1,5 mm, insbesondere 1 mm bis 1,3 mm.

[0018] Die Antenne ist grundsätzlich wie im Stand der Technik üblich ausgebildet und besteht aus einem leitfähigen Material, beispielsweise einem Metalldraht. Alternativ kann auf die Außenseite des Entladungsgefäßes der Brennereinheit ein Zündstreifen aus leitfähigem Material aufgebracht sein. In letzterem Fall ist die Antenne also in das Entladungsgefäß integriert ausgebildet. Die Antenne verläuft zumindest über einen Teilbereich entlang der Außenseite des Entladungsgefäßes, insbesondere in Längsrichtung der Lampe von der ersten bis zur zweiten Elektrode und bevorzugt im Wesentlichen vollständig entlang der Längsrichtung des lichtemittierenden Teils des Entladungsgefäßes. Die Antenne kann als aktive oder als passive Antenne ausgebildet sein. Besonders bevorzugt handelt es sich um eine passive Antenne, was bedeutet, dass diese nicht direkt elektrisch an eine der Elektroden angeschlossen ist. Vielmehr ist die Antenne kapazitiv oder resistiv mit den Elektroden gekoppelt, wie dies grundsätzlich bereits in der eingangs erwähnten EP 2 301 063 B1 beschrieben ist. Erfindungsgemäß bevorzugt erfolgt die Kopplung zwischen Antenne und Elektrode über eine Kondensatoreinheit. Insbesondere wird die Antenne auf der Seite der ersten Elektrode über eine Kondensatoreinheit, insbesondere einen Dreifachkondensator wie den "Triple Capacitor" der An-

melderin, kapazitiv an die Lampen-Zündspannung gekoppelt. Die Kondensatoreinheit umfasst beispielsweise einen inneren Leiter, insbesondere einen Niob-Stift, der von einem Dielektrikum, insbesondere einem Keramikröhrchen, umgeben ist. Um die Außenseite des Dielektrikums wird ein äußerer Leiter als Wendel angeordnet, beispielsweise eine Wendel aus Wolfram-Draht. Der innere Leiter wird elektrisch leitend mit der Elektrode, insbesondere der ersten Elektrode, verbunden. Der äußere Leiter wiederum wird elektrisch leitend mit der Antenne verbunden. Bei einem Dreifachkondensator wird dieser Aufbau aus innerem Leiter, Dielektrikum und äußerem Leiter dreifach und zueinander parallel geschaltet ausgeführt. Die Kondensatoreinheit führt dazu, dass der hochfrequente Zündimpuls nur abgeschwächt durchgelassen wird. Die Kapazität des Kondensators und damit der gewünschte Zündimpuls können durch geeignete Abstimmung der Dimensionierung des Dielektrikums, spezifisch der Dicke des Materials, der Wendel und des Stiftes aufeinander eingestellt werden. Auf diese Weise wird die Zündspannung zum Starten der Lampe herabgesetzt und die Ausbildung des Lichtbogens unterstützt, ohne dass ein Stromfluss durch die Antenne entstehen kann, der den Lichtbogen umgehen würde und der sogar zu einer Beschädigung oder Zerstörung des Materials des Entladungsgefäßes führen könnte.

[0019] Für die Befestigung der Antenne am Entladungsgefäß und/oder für die Ankopplung der Antenne an die Zündspannung weist die Antenne wenigstens auf der Seite der ersten Elektrode und bevorzugt an ihren beiden Seiten einen sogenannten Antennenring auf. Dieser schließt sich jeweils nahtlos an den in Längsrichtung des Entladungsgefäßes verlaufenden Hauptkörper der Antenne an und besteht bevorzugt aus demselben Material wie der Hauptkörper, insbesondere ist er einstückig mit diesem ausgebildet. Der Antennenring umläuft das Entladungsgefäß in dessen Umfangsrichtung bevorzugt vollständig. Ein erster Antennenring ist von Vorteil im Bereich der ersten Elektrode angeordnet und umläuft somit ebenfalls die erste Elektrode in Umfangsrichtung, und zwar bevorzugt in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung der Lampe. Um den Vorsprung möglichst nah an der Antenne zu platzieren, reicht es daher aus, die Elektrode in der korrekten Axialposition entlang der Längsrichtung der Lampe zu positionieren. Aufgrund des Antennenrings ändert sich der Abstand des Vorsprungs zur Antenne beispielsweise durch eine Drehung der Elektrode mitsamt des Vorsprungs um eine Längsmittelachse der Lampe nicht. Der entsprechende Antennenring sorgt daher für eine Vereinfachung der Montage und einen zuverlässigen Betrieb der erfindungsgemäßen Hochdruckentladungslampe. Wie bereits erwähnt, entspricht bei einer möglichst großen Annäherung des freien Endes des Vorsprungs an die Antenne und hier konkret des auf der Außenwand des Entladungsgefäßes angeordneten Antennenrings der Abstand zwischen beiden im Wesentlichen der Wandstärke des Entladungsgefäßes. Unter Berücksichtigung üblicher Wandstärken ei-

nes Entladungsgefäßes der Brenneinheit einer herkömmlichen Hochdruck-Entladungslampe und insbesondere ein Natriumdampf-Hochdruckentladungslampe ergeben sich typische Abstände in Radialrichtung, senkrecht zur Längserstreckungsrichtung des Elektrodenträgers, zwischen dem Antennenring und dem freien Ende des Vorsprungs der ersten Elektrode in einem Bereich von 0,65 mm bis 0,9 mm, bevorzugt von 0,65 mm bis 0,75 mm.

[0020] Um den Abstand zwischen dem freien Ende des Vorsprungs und dem Antennenring möglichst klein zu halten, muss der Vorsprung nicht nur in einer Radialrichtung in Bezug auf den Elektrodenträger dem Antennenring angenähert werden, sondern auch die Axialpositionen des Antennenrings und des Vorsprungs entlang der Längsrichtung des Elektrodenträgers müssen aufeinander abgestimmt sein. In der Regel ist es allerdings nicht erforderlich, dass die Axialpositionen exakt übereinstimmen, um eine Verbesserung der Zündfähigkeit der Lampe zu erreichen. Untersuchungen haben ergeben, dass es ausreicht, wenn der der ersten Elektrode benachbarte erste Antennenring in einem Bereich angeordnet ist, dessen Breite in einer die Elektrodenträger durchlaufenden Längsrichtung der Lampe in Bezug auf das freie Ende des Vorsprungs in einem Bereich von bis zu ± 4 mm liegt. Die Abweichung des Antennenrings in axialer Richtung in Bezug auf das freie Ende des Vorsprungs kann also sowohl in Richtung auf die Elektroden spitze hin als auch in Richtung von dieser weg jeweils bis zu 4 mm betragen, womit sich ein Streifen von 8 mm Breite ergibt, in dem der Vorsprung der ersten Elektrode positioniert werden kann. Dieser Toleranzbereich erleichtert die Montage der erfindungsgemäßen Lampe erheblich. Bevorzugt liegt der Bereich bei bis zu ± 3 mm und insbesondere bei höchstens ± 2 mm.

[0021] Die vorstehende Beschreibung betraf bislang im Wesentlichen die Ausgestaltung der ersten Elektrode. Um die durch die Erfindung beabsichtigte Verbesserung der Zündfähigkeit zu erreichen, reicht es aus, wenn lediglich eine der Elektroden, hier als erste Elektrode bezeichnet, den über die Elektrodenwendel vorstehenden Vorsprung aufweist. Grundsätzlich wäre es also möglich, als zweite Elektrode eine konventionelle Elektrode einzusetzen, also eine Elektrode ohne Vorsprung. Bevorzugt ist es allerdings, dass die zweite Elektrode wie die erste Elektrode ausgebildet ist. Auf diese Weise werden Fertigung und Montage vereinfacht, da keine Unterscheidung zwischen den beiden Elektroden erforderlich ist. Auch die zweite Elektrode weist in diesem Fall also einen Vorsprung auf, der jedoch nicht unbedingt einen Beitrag zur Verbesserung der Zündfähigkeit leisten muss.

[0022] Darüber hinaus kann ein zweiter Antennenring vorgesehen sein, der einteilig mit den restlichen Abschnitten der Antenne und durch Herumführen der Antenne um den Außenumfang des Entladungsgefäßes in einem Abstand zum ersten Antennenring gebildet ist. Der zweite Antennenring ist insbesondere wie der erste Antennenring ausgebildet. Zur Vermeidung von Wiederho-

lungen wird auf die Ausführungen zum ersten Antennenring Bezug genommen. Der zweite Antennenring kann im Bereich der zweiten Elektrode angeordnet sein. Die Relativpositionierung des zweiten Antennenrings bezüglich der zweiten Elektrode und insbesondere eines Vorsprungs an der zweiten Elektrode kann wie zwischen dem ersten Antennenring und der ersten Elektrode erfolgen. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der zweite Antennenring entlang der Längsrichtung der Lampe im Wesentlichen auf der gleichen Höhe mit einem Vorsprung an der zweiten Elektrode angeordnet ist. In diesem Fall ist der Abstand zwischen dem Vorsprung der zweiten Elektrode und der Antenne im Wesentlichen genauso klein wie derjenige zwischen der ersten Elektrode und der ersten Antenne.

[0023] Wie eingangs bereits erwähnt wurde, wird an der zweiten Elektrode bevorzugt die Zündspannung angelegt, während die erste Elektrode bevorzugt mit dem Neutralleiter verbunden wird. Um einen Kurzschluss zu verhindern, der die Zündhilfe wirkungslos machen würde, ist es sinnvoll, dafür zu sorgen, dass der Spannungsdurchschlag nur auf der Seite der ersten Elektrode stattfindet. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Abstand zwischen dem Vorsprung der zweiten Elektrode und der Antenne in ausreichendem Maß vergrößert wird, sodass dort keine Kopplung mehr erfolgt. Der Abstand zwischen der zweiten Elektrode und insbesondere dem Vorsprung der zweiten Elektrode und der Antenne ist demnach größer als der entsprechende Abstand zwischen dem Vorsprung der ersten Elektrode und der Antenne. Konkret kann dies so erfolgen, dass der zweite Antennenring in einem vergleichsweise großen Abstand zur Elektrodenwendel und insbesondere zum Vorsprung der zweiten Elektrode angeordnet ist. Insbesondere ist der zweite Antennenring dafür im Vergleich zum ersten Antennenring weiter nach außen versetzt und im Bereich des der zweiten Elektrode benachbarten äußeren Endes des Entladungsgefäßes angeordnet. Es ist bevorzugt, dass der zweite Antennenring entlang der Längsrichtung der Lampe um wenigstens 2 mm, bevorzugt um wenigstens 4 mm und besonders bevorzugt um wenigstens 6 mm gegenüber dem Vorsprung der zweiten Elektrode versetzt angeordnet ist, insbesondere in Richtung des Endes des Entladungsgefäßes versetzt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Zündung korrekt und ohne Kurzschluss erfolgt und ein Lichtbogen zwischen den beiden Elektroden entsteht.

[0024] Wie bereits mehrfach erwähnt, entspricht der Aufbau der erfindungsgemäßen Hochdruckentladungslampe, abgesehen von dem erfindungsgemäßen Elektrodendesign, dem aus dem Stand der Technik Bekannten. Dies betrifft insbesondere den Grundaufbau der Lampe und die dabei verwendeten Materialien. So besteht das Entladungsgefäß der Brenneinheit der Hochdruckentladungslampe bevorzugt aus Keramik, kann aber auch aus Quarzglas gefertigt sein. Es weist typischerweise einen Innendurchmesser zwischen 5 und 15 mm, bevorzugt zwischen 8 mm und 10 mm, auf. Die Bren-

neinheit ist wiederum in einem Außenkolben angeordnet, der bevorzugt aus Quarzglas besteht. Der der Außenkolben kann ein- oder zweiseitig gesockelt sein. Die erfindungsgemäße Hochdruckentladungslampe ist bevorzugt zum Einsatz in konventionellen Lampenfassungen und insbesondere auch mit konventionellen Vorschaltgeräten ausgelegt. Sie ist bevorzugt für die Pflanzenbeleuchtung, insbesondere für den Gartenbau, beispielsweise den Einsatz in Gewächshäusern, ausgebildet.

[0025] Die Erfindung wird nachstehend anhand von in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert, ohne dass die Erfindung auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt wäre. Gleiche beziehungsweise gleich wirkende Bauteile sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Sich wiederholende Bauteile sind nicht in jeder Figur gesondert bezeichnet. Es zeigen schematisch:

Figur 1: eine seitliche Ansicht einer erfindungsgemäßen Hochdruckentladungslampe;

Figur 2: eine Seitenansicht des Entladungsgefäßes der Hochdruckentladungslampe der Fig. 1;

Figur 3: das Entladungsgefäß gemäß Figur 2 um 90° gedreht;

Figur 4: eine seitliche Detailansicht der ersten Elektrode;

Figur 5: ein Blick auf die erste Elektrode in axialer Richtung, wobei ein Drahtende den Vorsprung bildet;

Figur 6: ein Blick auf die erste Elektrode in axialer Richtung, wobei eine Drahtschleife den Vorsprung bildet;

Figur 7: eine Seitenansicht der Brenneinheit einer Hochdruckentladungslampe;

Figur 8: die Brenneinheit gemäß Figur 4 um 90° gedreht und

Figur 9: eine seitliche Detailansicht eines Endabschnittes der Brenneinheit mit der ersten Elektrode.

[0026] Figur 1 zeigt eine Hochdruckentladungslampe 5, konkret eine Natriumdampf-Hochdruckentladungslampe zur Pflanzenbeleuchtung. Die Hochdruckentladungslampe 5 umfasst einen Außenkolben 50, der beispielsweise aus Quarzglas besteht und in dem eine Brenneinheit 1 aufgenommen ist. Wie bei Hochdruckentladungslampen 5 üblich, umfasst der Außenkolben 50 an beiden Enden entlang der Längsrichtung L der Lampe jeweils eine Abdichtung 52, beispielsweise eine

Quetschung, die den Außenkolben 50 gasdicht abdichtet und durch die hindurch Außenanschlüsse 53 zur elektrischen Kontaktierung der Hochdruckentladungslampe 5 nach außen geführt sind. Darüber hinaus ist im Außenkolben 50 ein Getter 51 angeordnet, um Verunreinigungen im Außenkolben 50 zu entfernen.

[0027] Die Brenneinheit 1 umfasst ein beispielsweise aus Keramik gefertigtes Entladungsgefäß 10, welches in Vergrößerung in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist. Die Ansicht gemäß Figur 2 ist dabei gegenüber der Ansicht aus Figur 3 um 90° nach links gedreht. Das Entladungsgefäß 10 ist im Wesentlichen als Hohlzylinder ausgebildet und umschließt einen Entladungsraum 11, der an seinen stirnseitigen Enden mit jeweils einer Abdichtung 12 gasdicht verschlossen ist, die wiederum jeweils eine Durchführung für einen Elektrodenanschluss aufweisen. Die beispielsweise aus einer Keramik gefertigte Wandung des Entladungsgefäßes 10 weist eine Außenseite 100 und eine Innenseite 101 auf, die entsprechend der Wandstärke des Entladungsgefäßes 10 voneinander beabstandet sind. Auf der Außenseite 100 des Entladungsgefäßes 10 ist eine Antenne 2 angeordnet. Die Antenne 2 ist aus einem leitfähigen Material gefertigt, das auf die Außenseite 100 des Entladungsgefäßes 10 aufgetragen ist, und ihr Hauptkörper erstreckt sich in Längsrichtung L der Hochdruckentladungslampe 5. Im Bereich der Enden des Entladungsgefäßes 10 weist die Antenne einen ersten Antennenring 20 und einen zweiten Antennenring 21 aus leitfähigem Material auf. Die Antenne 2 inklusive der Antennenringe 20, 21 ist einstückig ausgebildet, sodass die Antennenringe 20, 21 elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Derartige Antennen 2 sind im Stand der Technik grundsätzlich bekannt. Wie nachstehend noch näher erläutert wird, ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel allerdings vorgesehen, dass der erste Antennenring 20 weiter vom benachbarten Ende des Entladungsgefäßes 10 entfernt angeordnet und in Richtung auf die Mitte des Entladungsgefäßes gerückt ist als der zweite Antennenring 21 von dem diesem zugeordneten Ende des Entladungsgefäßes 10. Dies wird nachstehend noch näher erläutert.

[0028] Figur 4 zeigt eine Elektrode am Beispiel der ersten Elektrode 3. Die zweite Elektrode 4 (siehe Figuren 7 und 8) kann genauso ausgebildet sein wie die erste Elektrode 3. Die erste Elektrode 3 umfasst einen Elektrodenträger 30 mit einer Elektroden spitze 31. Konkret handelt es sich bei dem Elektrodenträger 30 um einen einteiligen Stab, dessen eines Ende die Elektroden spitze 31 bildet. Auf den Elektrodenträger 30 ist in einem Spitzenbereich 32 ein Draht 33 als Elektrodenwendel 34 gewickelt. Sowohl der Elektrodenträger 30 als auch der die Elektrodenwendel 34 bildende Draht 33 sind beispielsweise aus Wolfram gefertigt. Die Elektrodenwendel 34 besteht dabei aus einem durchgehenden, einstückigen Draht 33, der im gezeigten Ausführungsbeispiel in zwei Wendellagen 37, 38 um den Elektrodenträger 30 gewickelt ist. Konkret bildet der Draht 33 eine innere Wendellage 37, die im gezeigten Ausführungsbeispiel aus zwölf von ei-

nem Mittelbereich des Elektrodenträgers 30 in Richtung auf die Elektroden spitze 31 gewickelten Windungen mit rechtsseitiger Drehrichtung besteht, und eine auf die innere Wendellage 37 von der Elektroden spitze zurück gegenläufig aufgewickelte äußere Wendellage 38, die im gezeigten Ausführungsbeispiel aus neun Windungen mit linksseitiger Drehrichtung besteht. Die Drehrichtungen könnten allerdings auch vertauscht sein. Der Spitzenbereich 32, in dem sich die Elektrodenwendel 34 befindet, erstreckt sich von der Elektroden spitze 31 in Richtung auf das rückwärtige Ende des Elektrodenträgers 30 und nimmt hier etwa zwei Drittel der Gesamtlänge des Elektrodenträgers ein. Gegenüber der Elektroden spitze 31 ist die Elektrodenwendel 34 zurückversetzt, sodass in einem freien Spitzenbereich 32-1 ein Endbereich des Elektrodenträgers 30 frei liegt und nicht mit der Elektrodenwendel umwickelt ist.

[0029] Um eine gleichmäßige Bogenentladung innerhalb der Brenneinheit 1 zu gewährleisten, wird angestrebt, dass der Lichtbogen im Betrieb der Hochdruckentladungslampe 5 durchgehend an der Elektroden spitze 31 ansetzt. Ist dies nicht der Fall, flackert die Lampe im Betrieb. Aus diesem Grund ist die Elektrodenwendel üblicherweise gegenüber der Elektroden spitze auf dem Elektrodenträger etwas zurückversetzt. Es wird außerdem im Stand der Technik vermieden, dass Vorsprünge vorhanden sind, die über die Elektrodenwendel 34 vorstehen, da sie dazu führen können, dass der Lichtbogen an ihnen statt an der Elektroden spitze 31 ansetzt. Entgegen dieser bisherigen Bestrebung ist bei der Elektrode 3 ein Vorsprung 35 vorgesehen, der um eine Länge E über die Elektrodenwendel 34 vorsteht. Die Länge E bemisst sich dabei als die Entfernung des äußersten Punktes des Vorsprungs 35 vom durch die Strichlinie angezeigten Außenumfang der Elektrodenwendel 34, gemessen in Radialrichtung, ausgehend von der Mittelachse des Elektrodenträgers 30 (vgl. auch Fig. 5). Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Vorsprung 35 durch den Endabschnitt 351 des Drahtes 33 der äußeren Wendellage 38 gebildet. Mit anderen Worten wird ein Stück des Drahtes 33, nachdem aus diesem die äußere Wendellage 38 der Elektrodenwendel 34 erstellt wurde, nach außen vorspringend stehen gelassen. Dieses Stück des Drahtes 33 wird nicht um den Elektrodenträger 30 und auf die innere Wendellage 37 gewickelt und steht daher mit seinem freien Ende 352 von der Elektrodenwendel 34 ab.

[0030] Der Vorsprung 35 verringert die Distanz von der Elektrode 3 bis zur Antenne 2 um die Länge E des Vorsprungs 35, gemessen in Radialrichtung R, ausgehend von der Mittelachse M des Elektrodenträgers 30 zwischen dem Außenumfang der Elektrodenwendel 34 und dem äußersten Punkt des Vorsprungs 35. Die Länge E ist dabei größer als der Durchmesser C der Elektrodenwendel 34 in der Radialrichtung R. Durch die größere Nähe der Elektrode 3 zur Antenne wird der Austritt von Elektronen erleichtert, wodurch wiederum die Zündfähigkeit der Hochdruckentladungslampe 5 verbessert wird. Um zu verhindern, dass der Lichtbogen während des Be-

triebs der Hochdruckentladungslampe 5 am Vorsprung 35 ansetzt, ist der Vorsprung 35 in einem Abstand A in Längsrichtung L der Hochdruckentladungslampe 5 von der Elektroden spitze 31 entfernt angeordnet. Zwar befindet sich der Vorsprung 35 noch im Spitzenbereich 32, im Bereich der Elektrodenwendel 34, jedoch in einem Mittelbereich des Elektroden trägers 30, hier etwa bei dessen halber Länge. In Bezug auf die Elektrodenwendel 34 befindet sich der Vorsprung 35 in einem hinteren Endbereich 36 derselben, bei etwa einem Drittel der Gesamtlänge der Elektrodenwendel in Längsrichtung L, und am von der Elektroden spitze 31 abgewandten Ende der äußeren Wendellage 38. Durch eine derartige Anordnung des Vorsprungs 35 wird ein Ansetzen des Lichtbogens an diesem sicher vermieden.

[0031] Die Figuren 5 und 6 zeigen zwei verschiedene Ausführungsformen des Vorsprungs 35 in einer Axialansicht der Elektrode 3. Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 ist der Vorsprung 35 durch einen Endabschnitt 351 des Drahtes 33 gebildet, der mit seinem freien Ende 352 von der Elektrodenwendel 34 und dem Elektroden träger 30 weg ragt. Bezogen auf den Elektroden träger 30 oder die innere Wendellage 37 ragt der Vorsprung 35 tangential ab. In Radialrichtung verkürzt er den Abstand der Elektrode 3 zur Antenne 2 um die Länge E, wie schon mit Bezug auf Figur 4 beschrieben. Figur 6 zeigt eine alternative Ausführungsform, in der der Vorsprung 35 von einer Drahtschleife 350 des Drahtes 33 gebildet wird. Konkret wird ein Mittelstück des Drahtes 33 zu einer Drahtschleife 350 von der inneren Wendellage 37 weg geformt und wieder zu dieser zurückgeführt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel endet der Draht 33 dann nach der Zurückführung an die innere Wendellage 37. Er könnte allerdings ebenfalls in weiteren Windungen um die innere Wendellage 37 weitergewickelt sein. Außerdem ist es möglich, die Drahtschleife zusammenzudrücken, so dass die beiden Schlaufenhälften näher aneinander liegen oder sich sogar berühren. Ebenfalls möglich ist es, die beiden Schlaufenhälften miteinander zu verdrehen, um die Schleife im Bereich des freien Endes schmaler zu machen und zuzuspitzen. Auch der schlaufenförmige Vorsprung 35 ragt um die Länge E in Radialrichtung über die Elektrode 3 vor und verkürzt dadurch den Abstand der Elektrode 3 zur Antenne 2.

[0032] Die Figuren 7 und 8 zeigen die Brenneinheit 1 mit in das Entladungsgefäß 10 eingebauten Elektroden 3, 4. Analog zu den Figuren 2 und 3 ist das Entladungsgefäß 10 zwischen den Figuren 7 und 8 um 90° gedreht dargestellt. Die Elektroden 3, 4 sind identisch zueinander ausgebildet, im Entladungsraum 11 der Brenneinheit 1 angeordnet und jeweils mit einem Kontaktstift 39, 49, der durch die Abdichtung 12 aus dem Entladungsgefäß 10 herausgeführt ist, elektrisch kontaktierbar. Wie aus den Figuren 7 und 8 hervorgeht, ist der erste Antennenring 20 der Antenne 2 entlang der Längsrichtung L der Hochdruckentladungslampe 5 auf Höhe des Vorsprungs 35 der ersten Elektrode 3 angeordnet. Im Gegensatz dazu ist der zweite Antennenring 21 der Antenne 2 entlang

der Längsrichtung L der Hochdruckentladungslampe 5 vom Vorsprung 45 der zweiten Elektrode 4 entfernt angeordnet und zum der zweiten Elektrode 4 benachbarten Ende des Entladungsgefäßes 10 hin nach außen versetzt angeordnet. Auf diese Weise wird eine Kopplung zwischen zweitem Antennenring 21 und zweiter Elektrode 4 vermieden, und Kurzschlüsse werden verhindert.

[0033] Die erste Elektrode 3 ist dazu ausgebildet, mit dem Neutralleiter eines Vorschaltgerätes verbunden zu werden. Darüber hinaus ist auf der Seite der Elektrode 3 eine Kondensatoreinheit 390, im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Dreifachkondensator wie ein "Triple Capacitor" der Anmelderin, vorhanden. Die Antenne 2 ist auf der Seite der ersten Elektrode 3 über die Kondensatoreinheit 390 kapazitiv an die Zündspannung gekoppelt. Die Kondensatoreinheit ist als Dreifachkondensator ausgebildet und umfasst drei zueinander parallel geschaltete Kondensatorelemente mit jeweils einem inneren Leiter, einem Dielektrikum und einem äußeren Leiter. Der innere Leiter ist zum Beispiel ein Niob-Stift, der von einem Keramikröhrchen, welches das Dielektrikum bildet, umgeben ist. Um die Außenseite des Dielektrikums ist der äußere Leiter als Wendel, zum Beispiel aus Wolframdraht, angeordnet. Der innere Leiter ist elektrisch leitend mit der ersten Elektrode verbunden. Der äußere Leiter wiederum ist elektrisch leitend mit der Antenne verbunden. Die Kondensatoreinheit führt dazu, dass der hochfrequente Zündimpuls nur abgeschwächt durchgelassen wird. Die Kapazität des Kondensators und damit der gewünschte Zündimpuls können durch geeignete Abstimmung der Dimensionierung des Dielektrikums, hier konkret der Wandstärke des Keramikröhrchens, der Wendel und des Stiftes aufeinander eingestellt werden. Auf diese Weise wird die Zündspannung zum Starten der Lampe herabgesetzt und die Ausbildung des Lichtbogens unterstützt, ohne dass ein Stromfluss durch die Antenne entstehen kann, der den Lichtbogen umgehen würde und zu einer Beschädigung oder Zerstörung des Materials des Entladungsgefäßes führen könnte.

[0034] Die Verwendung der Kondensatoreinheit 390 in Verbindung mit der Antenne 2 und dem Vorsprung 35 führt insgesamt zu einer maßgeblichen Verbesserung der Zündfähigkeit der Hochdruckentladungslampe 5, die deren Betrieb bei erhöhtem Gasfülldruck ermöglicht.

[0035] In Figur 9 ist eine vergrößerte Detailansicht desjenigen Endes der Brenneinheit 1 gezeigt, in der die erste Elektrode 3 angeordnet ist. Insbesondere geht aus der Darstellung hervor, dass der erste Antennenring 20 innerhalb einer Breite W in Längsrichtung L der Lampe um den Vorsprung 35 angeordnet ist. Die Breite W beträgt beispielsweise 2 mm zu jeder Seite des Vorsprungs 35 in Längsrichtung L. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass der Vorsprung 35 möglichst nah an der Antenne 2, und hier konkret dem ersten Antennenring 20, liegt. Der Abstand D von der Elektrode 3 zur Antenne 2 verkürzt sich daher um die Länge E des Vorsprungs 35. Aufgrund dieses verringerten Abstandes D zündet die Hochdruckentladungslampe 5 mit einer Zündspannung, die durch

konventionelle Lampenfassungen und Vorschaltgeräte bereitgestellt werden kann, selbst wenn im Entladungsgefäß ein sehr hoher Gasfülldruck herrscht, um einen hohen PAR-Wert zu erzielen.

Patentansprüche

1. Hochdruckentladungslampe (5) mit einer Brenner-
einheit (1), die ein einen Entladungsraum (11) ein-
schließendes Entladungsgefäß (10) aufweist, in
dem zwei Elektroden (3, 4) einander gegenüberlie-
gend angeordnet sind, wobei die Elektroden jeweils
einen Elektrodenträger (30, 40) sowie eine Elektro-
denspitze (31, 41) aufweisen, wobei die Elektroden-
spitzen (31, 41) sich zur Ausbildung eines Lichtbo-
gens während des Betriebs der Hochdruckentla-
dungslampe (5) gegenüberliegen, wobei wenigstens
eine erste der Elektroden (3, 4) als Wendele-
ktrode ausgebildet ist, die einen Elektrodenträger
(30, 40) sowie eine aus Draht (33) um den Elektro-
denträger gewickelte Elektrodenwendel (34, 44) auf-
weist, wobei ein freiliegendes Ende des Elektrodenträgers
(30, 40) die Elektrodenspitze (31, 41) bildet
und wobei die Elektrodenwendel (34, 44) in einem
der Elektrodenspitze (31, 41) benachbarten Spitzen-
bereich (32) des Elektrodenträgers (30, 40) im Ent-
ladungsraum angeordnet ist, und wobei eine mit
Spannung beaufschlagbare Antenne (2) entlang ei-
ner Außenseite (100) des Entladungsgefäßes (10)
geführt ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Elektrode (3) einen Vorsprung (35)
aufweist, der über den Außenumfang der Elektro-
denwendel (34) in Richtung auf die Antenne (2) vor-
steht.
2. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend
aus einer Halogen-Metalldampf- und einer Natrium-
dampf-Hochdrucklampe, insbesondere einer
Natriumdampf-Hochdrucklampe mit einem Gasfüll-
druck von mehr als 360 mbar, einer Natriumdampf-
Hochdrucklampe mit einem Gasfülldruck von mehr
als 470 mbar, einer Natriumdampf-Hochdrucklampe
mit einem Gasfülldruck von mehr als 580 mbar, einer
Natriumdampf-Hochdrucklampe mit einem Gasfüll-
druck von mehr als 700 mbar und einer Natrium-
dampf-Hochdrucklampe mit einem Gasfülldruck von
580 mbar bis 850 mbar.
3. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß einem der
vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Vorsprung (35) wenigstens eine der fol-
genden Eigenschaften aufweist:

- er ist an einem von der Elektrodenspitze (31)
weg gerichteten hinteren Endbereich (36) der
Elektrodenwendel (34) angeordnet,
- er ist aus einem Abschnitt des Drahtes (33) der
Elektrodenwendel (34) gebildet,
- er ist als Drahtschleife (350) ausgebildet,
- er wird durch einen Endabschnitt (351) des
Drahtes (33) gebildet, der nicht um den Elektro-
denträger (30) gewickelt ist,
- er steht von einer äußeren Wendellage (38)
vor, die zumindest bereichsweise auf eine inne-
re Wendellage (37) gewickelt ist,
- er steht um eine Länge (E) im Bereich von 0,5
mm bis 1,8 mm, bevorzugt 0,8 mm bis 1,5 mm,
insbesondere 1 mm bis 1,3 mm, über den Au-
ßenumfang der Elektrodenwendel (34) über,
- das freie Ende (352) des Vorsprungs (35) ist
der Innenseite (101) des Entladungsgefäßes
(10) angenähert, hält aber einen Abstand zu die-
ser ein.

4. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß einem der
vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Antenne (2) wenigstens eine der folgenden
Eigenschaften aufweist:

- sie ist als passive, nicht direkt elektrisch an die
Elektroden angeschlossene Antenne ausgebil-
det,
- sie ist kapazitiv oder resistiv mit den Elektroden
(3, 4) gekoppelt,
- sie ist auf der Seite der ersten Elektrode (3)
über eine Kondensatoreinheit (390), insbeson-
dere einen Dreifachkondensator, kapazitiv an
eine Lampen-Zündspannung gekoppelt,
- sie weist einen ersten Antennenring (20) auf,
der einteilig mit den restlichen Abschnitten der
Antenne (2) und durch Herumführen der Anten-
ne um den Außenumfang des Entladungsgefä-
ßes (10) im Bereich der ersten Elektrode (3) ge-
bildet ist.

5. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Antennenring (20) in einem Bereich
angeordnet ist, dessen Breite (W) in einer die Elek-
trodenträger (30, 40) durchlaufenden Längsrichtung
(L) der Lampe (5) in Bezug auf das freie Ende (352)
des Vorsprungs (35) in einem Bereich von maximal
 ± 4 mm, bevorzugt bis zu ± 3 mm und insbesondere
von höchstens ± 2 mm, liegt.
6. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß Anspruch 4
oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abstand (D) in Radialrichtung zwischen
dem ersten Antennenring (20) und dem freien Ende

(352) des Vorsprungs (35) im Wesentlichen der Wandstärke des Entladungsgefäßes (10) entspricht und insbesondere in einem Bereich von 0,65 mm bis 0,9 mm, bevorzugt von 0,65 mm bis 0,75 mm, liegt.

5

7. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Elektrode (4) wie die erste Elektrode (3) ausgebildet ist. 10

8. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein zweiter Antennenring (21) vorgesehen ist, der einteilig mit den restlichen Abschnitten der Antenne (2) und durch Herumführen der Antenne (2) um den Außenumfang des Entladungsgefäßes (10) in einem Abstand zum ersten Antennenring (20) gebildet ist. 15
20

9. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zweite Antennenring (21) in einem Abstand zur Elektrodenwendel (44) der zweiten Elektrode (4) und insbesondere im Bereich des der zweiten Elektrode (4) benachbarten äußeren Endes des Entladungsgefäßes (10) angeordnet ist. 25

10. Hochdruckentladungslampe (5) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie wenigstens eine der folgenden Eigenschaften aufweist: 30
35
 - das Entladungsgefäß (10) besteht aus Keramik,
 - das Entladungsgefäß (10) ist in einem Außenkolben (50), insbesondere aus Quarzglas, angeordnet, wobei der Außenkolben (50) ein- oder zweiseitig gesockelt ist, 40
 - sie ist für die Pflanzenbeleuchtung, insbesondere für den Gartenbau, ausgebildet.

45

50

55

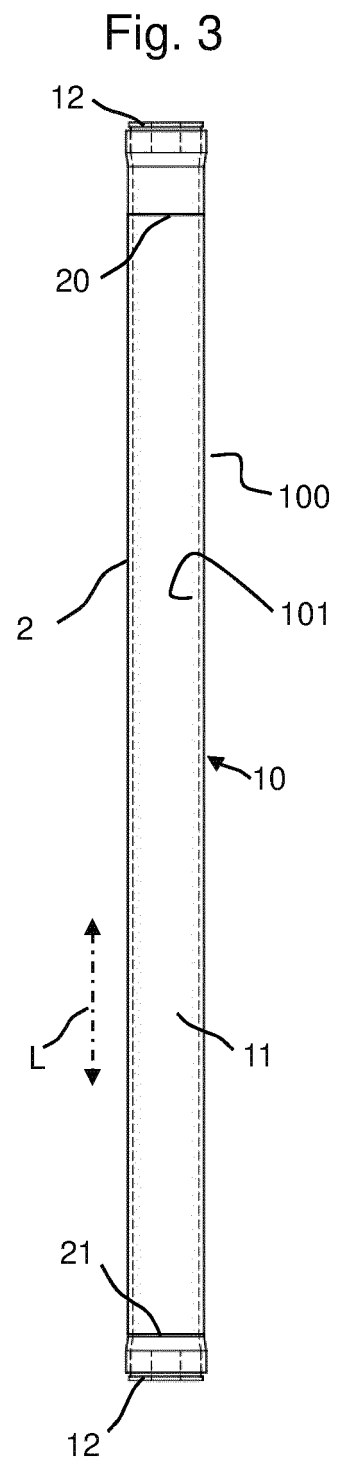
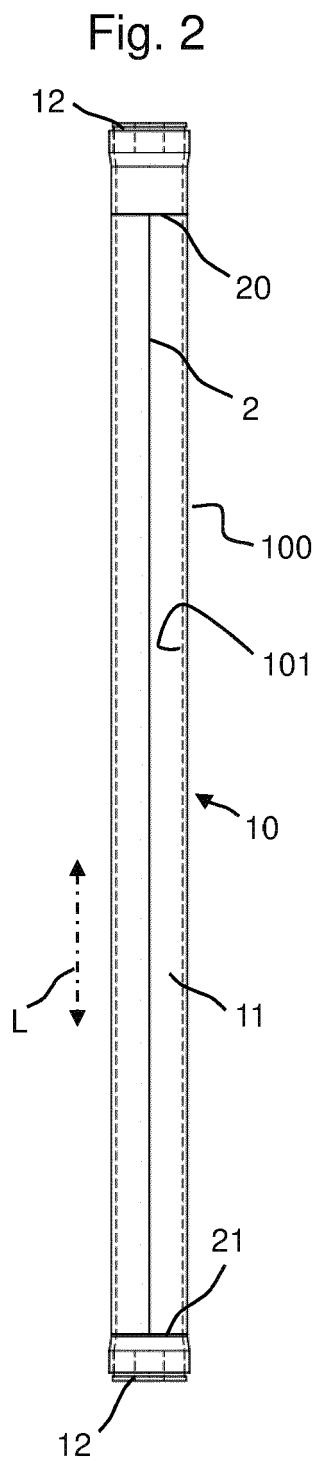
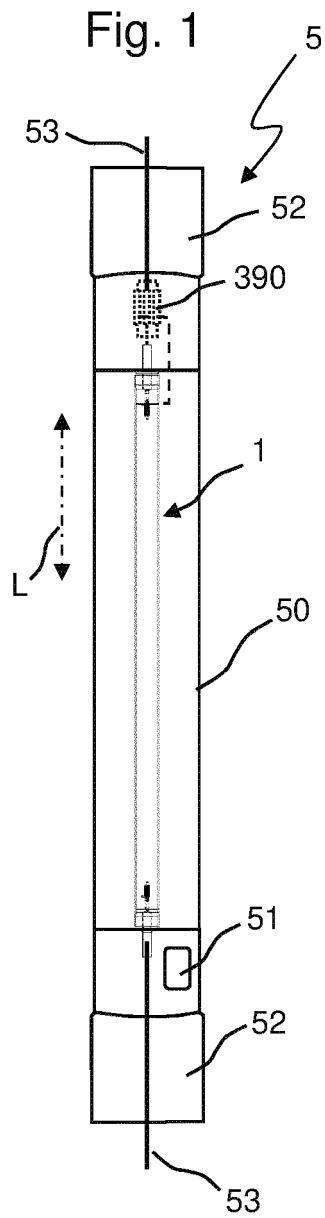


Fig. 4

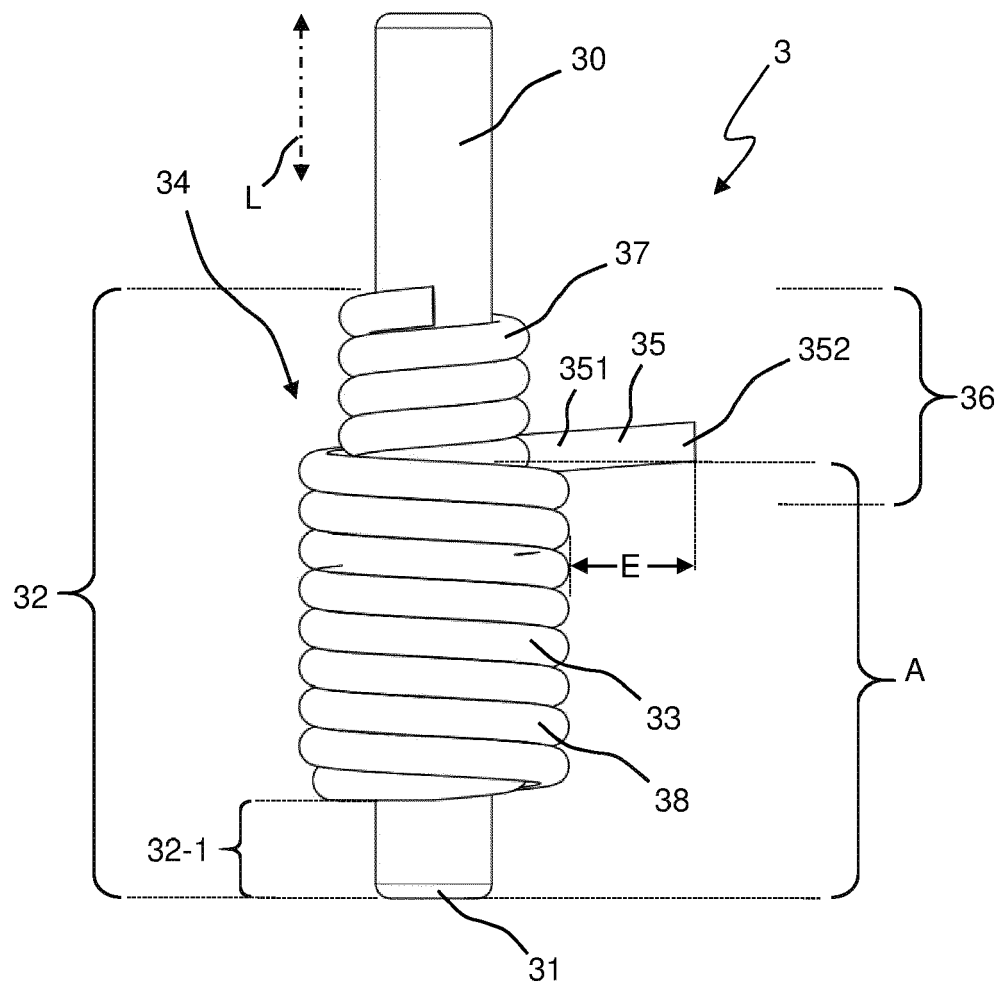


Fig. 5

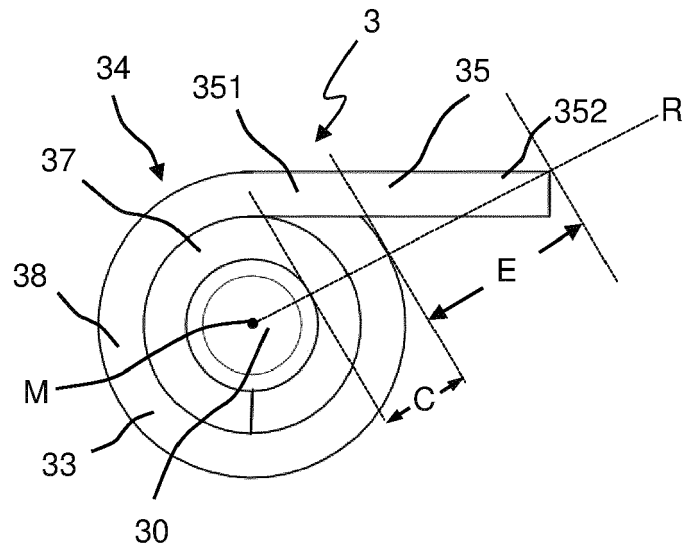


Fig. 6

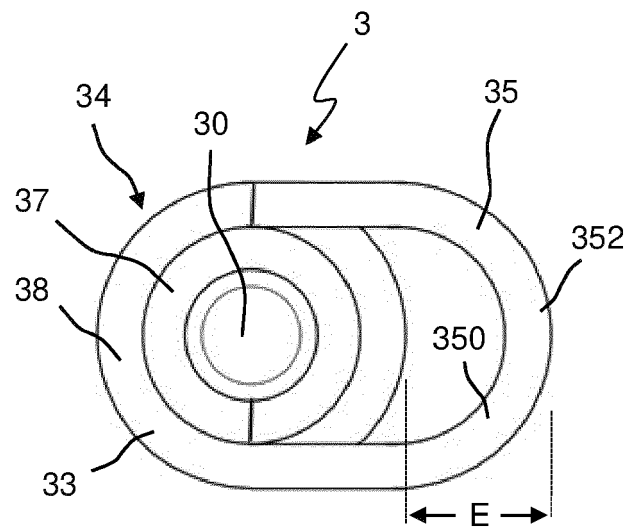


Fig. 7

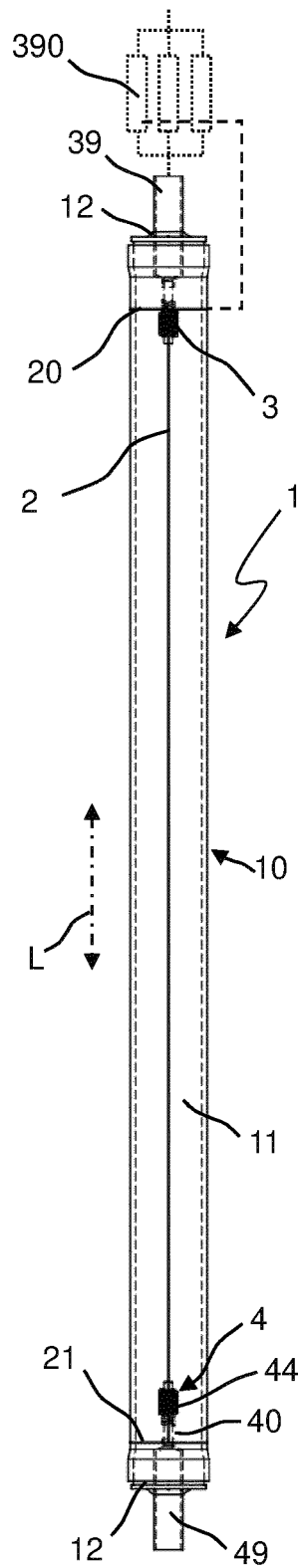


Fig. 8

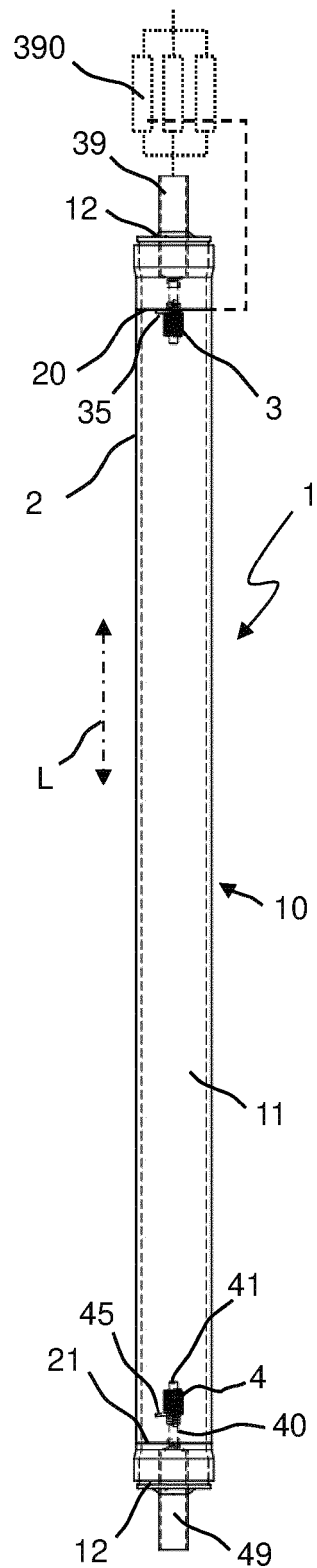
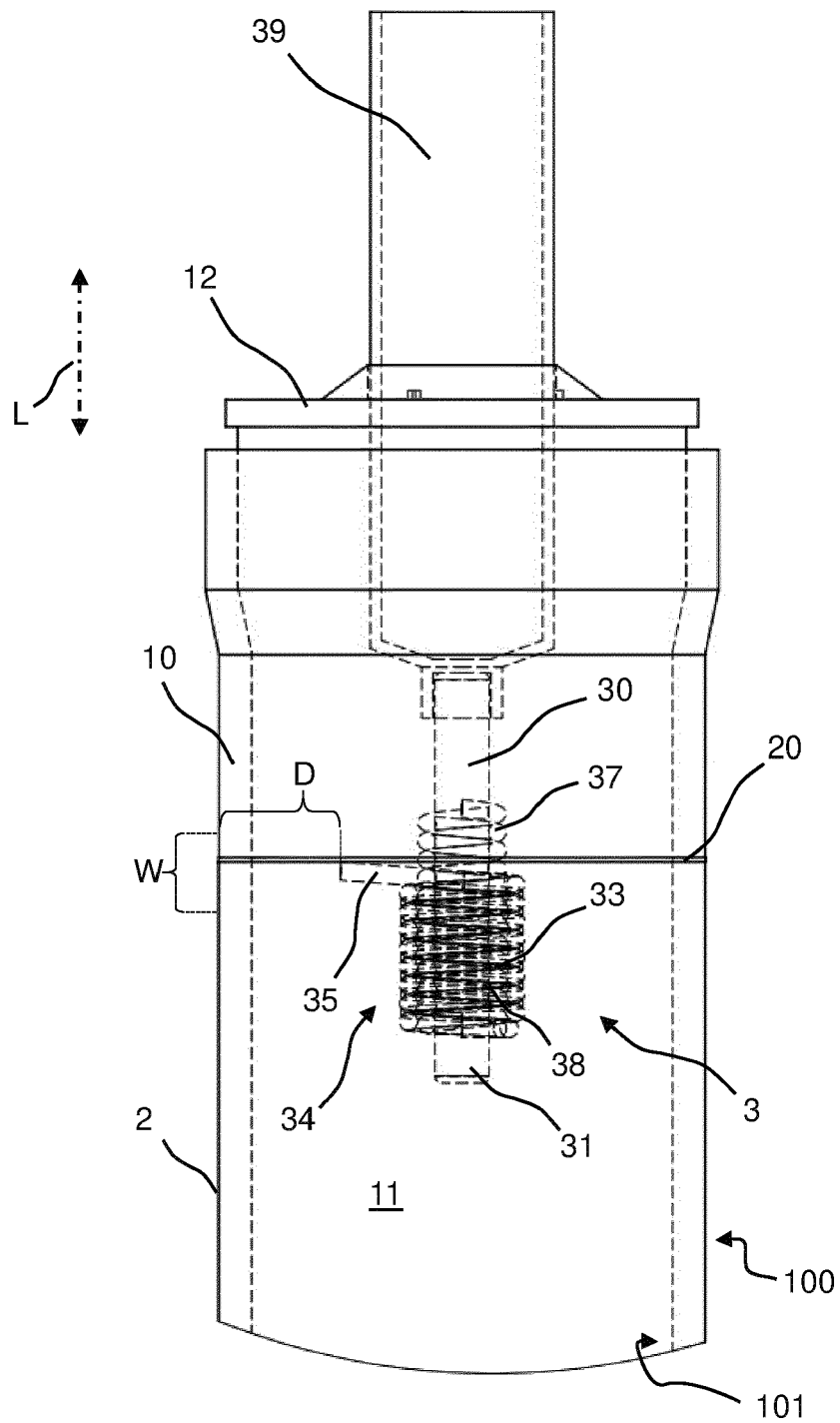


Fig. 9



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2301063 B1 [0005] [0018]