



(10) **DE 10 2009 018 448 A1** 2010.10.28

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 018 448.1**

(22) Anmeldetag: **22.04.2009**

(43) Offenlegungstag: **28.10.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60Q 1/00** (2006.01)  
**F21V 23/06** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Automotive Lighting Reutlingen GmbH, 72762  
Reutlingen, DE**

(74) Vertreter:  
**Dreiss Patentanwälte, 70188 Stuttgart**

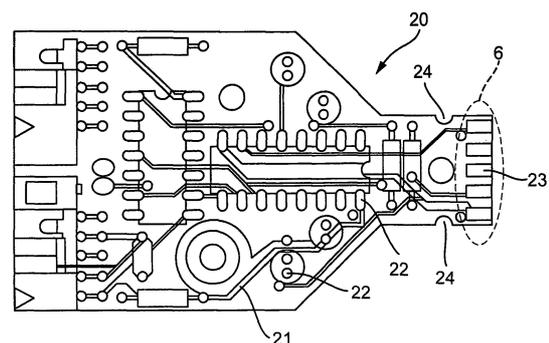
(72) Erfinder:  
**Fröhlich, Thomas, 72762 Reutlingen, DE; Mehl,  
Jochen, 71088 Holzgerlingen, DE; Johann,  
Christian, 72770 Reutlingen, DE; Roder, Matthias,  
72766 Reutlingen, DE; Marcori, Franco, Dr.,  
Moggio Udinese, IT; Bosero, Alain, San Daniele del  
Friuli, IT**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs. Diese umfasst eine Gasentladungslampe (1; 96) zum Aussenden von Licht, ein Zündgerät zum Bereitstellen einer Zündspannung zum Zünden der Gasentladungslampe (1; 96) und ein Steuergerät zum Bereitstellen einer Eingangsspannung für das Zündgerät und einer Betriebsspannung für einen Betrieb der Gasentladungslampe (1; 96). Das Steuergerät ist integraler Bestandteil des Zündgeräts. Um bei solchen Beleuchtungseinrichtungen die Platz- und die Temperaturproblematik in den Griff zu bekommen, schlägt die Erfindung vor, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) ein Steckerelement (6) zum Anschluss einer Bordnetzspannung (7) aufweist, wobei das Steckerelement (6) als ein Leiterplattenstecker ausgebildet ist, der von an einen Rand einer Leiterplatte (20) des Zünd-Steuergeräts (5; 80) geführten Leiterbahnen (21; 23) gebildet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Gasentladungslampe, ein Zündgerät und ein Steuergerät oder Vorschaltgerät. Die Gasentladungslampe sendet für das menschliche Auge sichtbares Licht aus. Das Zündgerät stellt eine Zündspannung zum Zünden der Gasentladungslampe bereit. Das Steuergerät dient zum Bereitstellen einer Eingangsspannung für das Zündgerät und einer Betriebsspannung für einen Betrieb der Gasentladungslampe. Diese Spannungen werden durch das Steuergerät aus der Bordnetzspannung des Kraftfahrzeugs generiert. Das Steuergerät ist integraler Bestandteil des Zündgeräts.

**[0002]** Eine derartige Beleuchtungseinrichtung ist aus der DE 35 19 611 A1 bekannt. Dabei ist an der Rückseite des Reflektors ein kombiniertes Zünd-Steuergerät angeordnet. Durch eine Öffnung im Reflektor wird eine im Inneren des Reflektors angeordnete Gasentladungslampe mit dem Zünd-Steuergerät kontaktiert und zumindest mittelbar daran befestigt. Als problematisch am Einsatz von kombinierten Zünd-Steuergeräten für Gasentladungslampen in Beleuchtungseinrichtungen hat sich unter anderem der für das kombinierte Zünd-Steuergerät benötigte Platz herausgestellt. Da der im Inneren des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung zur Verfügung stehende Platz begrenzt ist, fanden bisher Beleuchtungseinrichtungen der eingangs genannten Art in der Praxis keine Verbreitung. Ein weiteres Problem ist die große Hitzeentwicklung im Inneren des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung. Diese ist zum einen durch den Betrieb der Gasentladungslampe begründet und zum anderen durch die elektronischen Bauelemente des Zünd- bzw. Steuergeräts. Die hohen Temperaturen in der Nähe des Zünd- bzw. Steuergeräts können zu einer frühzeitigen Alterung und schließlich zu einem Ausfall der elektrischen Bauelemente des Zünd- bzw. Steuergeräts führen. Oder aber es müssen teurere Bauelemente eingesetzt werden, die höheren Temperaturen ohne Funktionsbeeinträchtigung über einen längeren Zeitraum standhalten.

**[0003]** Aus dem Stand der Technik sind des weiteren Gasentladungslampen neuerer Bauart mit einem Zündgerät als integraler Bestandteil der Gasentladungslampe vom Typ D1 oder D3 bekannt. Derartige Gasentladungslampen werden üblicherweise in sogenannten Projektionsmodulen in Kraftfahrzeugscheinwerfern eingesetzt. Dabei ist das Projektionsmodul entweder alleine oder zusammen mit anderen Lichtmodulen (Projektionsmodul oder Reflexionsmodul) in einem Gehäuse des Scheinwerfers angeordnet. In Lichtaustrittsrichtung weist das Gehäuse eine durch eine transparente Abdeckscheibe verschlossene Lichtaustrittsöffnung auf. Die Abdeckscheibe ist

vorzugsweise als Klarglasscheibe, das heißt ohne optisch wirksame Elemente wie bspw. Prismen oder Zylinderlinsen, ausgebildet. Selbstverständlich ist es aber auch denkbar, dass die Abdeckscheibe optisch wirksame Elemente aufweist, die eine Streuung des hindurchtretenden Lichts bewirken.

**[0004]** Ein Projektionsmodul umfasst neben der Gasentladungslampe einen Reflektor zum Bündeln der von der Lampe ausgesandten Strahlung sowie eine Projektionslinse zum Abbilden der gebündelten Strahlung auf einer Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung. Falls die Lichtverteilung eine horizontale Hell-Dunkel-Grenze aufweisen soll, ist im Strahlengang zwischen dem Reflektor und der Projektionslinse zusätzlich noch eine Blendenanordnung angeordnet, die zumindest einen Teil der reflektierten Strahlung abschirmt. Zur Erzeugung der gewünschten Lichtverteilung mit horizontaler Hell-Dunkel-Grenze wird die Oberkante der Blendenanordnung durch die Projektionslinse auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug als Hell-Dunkel-Grenze projiziert. Die Blendenanordnung kann einteilig ausgebildet sein oder aber mehrere relativ zueinander bewegbare Blendenelemente aufweisen, wobei durch Bewegen der Blendenelemente relativ zueinander Position und/oder Verlauf der Blendenoberkante variiert werden kann. Auf diese Weise kann eine adaptive Lichtverteilung erzielt werden.

**[0005]** Selbstverständlich ist der Einsatz von Gasentladungslampen mit integriertem Zündteil nicht nur in Projektionssystemen, sondern auch in Reflexionssystemen möglich. Bei diesen wird die gewünschte Lichtverteilung ohne Projektionslinse und üblicherweise auch ohne eine Blendenanordnung allein durch eine geeignete Form des Reflektors erzielt. Optisch wirksame Profile auf der im Strahlengang angeordneten Abdeckscheibe der Beleuchtungseinrichtung können – sofern vorhanden – eine Streuung der reflektierten Lichtstrahlen insbesondere in horizontaler Richtung, in geringem Umfang auch in vertikaler Richtung bewirken.

**[0006]** Eine Gasentladungslampe weist einen Glaskolben auf, in dem ein Edelgas, bspw. Xenon, als Füllung enthalten ist. Die genaue Zusammensetzung der Füllung von Gasentladungslampen variiert von Lampenhersteller zu Lampenhersteller. Zum Erzeugen von Licht wird ein Lichtbogen in dem Edelgas aufgebaut und aufrechterhalten. Integraler Bestandteil der bekannten Gasentladungslampen ist – wie gesagt – ein Zündgerät, das die zum Starten der Gasentladungslampe, also zum Auslösen des Lichtbogens in dem Edelgas, erforderliche Schaltungselektronik aufweist. Ein davon separates Steuergerät ist üblicherweise außen am Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung angeordnet. Das Steuergerät betreibt und überwacht die Lampe, es generiert aus der Bord-

netzspannung eine Zwischenspannung (etwa 1.000 Volt) als Eingangsspannung des Zündgeräts, die von diesem dann in die Zündspannung (etwa 25.000 Volt) hoch transformiert wird, und eine Betriebsspannung für den Dauerbetrieb der Lampe nach dem Zünden des Lichtbogens. Außerdem veranlasst das Steuergerät das Zündgerät, die Gasentladungslampe zu zünden, es steuert die Stromspeisung in der Anlaufphase bei kalter Lampe und bewirkt eine leistungsgeregelte Versorgung der Lampe im stationären Betrieb. Zudem kann das Steuergerät Schwankungen der Bordnetzspannung weitgehend ausregeln. Erlischt die Lampe zum Beispiel wegen eines extremen Spannungseinbruchs im Bordnetz, veranlasst das Steuergerät das Zündgerät sofort automatisch, die Lampe wieder zu zünden.

**[0007]** Es gibt verschiedene Gründe für die separate Anordnung des Steuergeräts. Ein Grund sind Platzprobleme im Inneren des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung. Durch die separate Ausgestaltung des Steuergeräts kann dieses je nach Größe und Form des im Kraftfahrzeug vorhandenen Einbauräumen für die Beleuchtungseinrichtung an nahezu beliebiger Stelle außen am Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung angeordnet werden. Man kann also flexibel auf den von Fahrzeugtyp zu Fahrzeugtyp unterschiedlichen Einbauräumen im Fahrzeug für die Beleuchtungseinrichtung reagieren und das Steuergerät an geeigneter Stelle anordnen. Ein weiterer Grund ist in den relativ hohen Betriebstemperaturen im Bereich von etwa 150°C im Inneren des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung in der Nähe der Lichtquelle zu sehen. Die Temperaturen außen am Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung sind deutlich geringer und liegen etwa im Bereich von 100°C. Somit können für das Steuergerät Bauteile verwendet werden, die weniger hitzeresistent und damit auch günstiger in der Anschaffung sind. Das Zündgerät und das separate Steuergerät stehen über eine abgeschirmte Leitung miteinander in Verbindung. Das Abschirmen der Leitung ist erforderlich, um die Erfordernisse an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) im Kraftfahrzeug einhalten zu können.

**[0008]** Insgesamt ergibt sich bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Beleuchtungseinrichtungen mit Gasentladungslampen und separat angeordnetem Steuergerät der Nachteil, dass im Kraftfahrzeug zusätzlicher Einbauräumen für das außerhalb oder am Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung angeordnete Steuergerät verfügbar sein muss. Zudem gestaltet sich die Montage der bekannten Beleuchtungseinrichtung relativ aufwendig, da neben der Montage des Lichtmoduls mit der Gasentladungslampe und dem Zündgerät im Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung zusätzlich noch in einem separaten Arbeitsschritt das Steuergerät außerhalb des Gehäuses angeordnet und mit dem Zündgerät kontaktiert werden muss.

**[0009]** Dies führt zu einer aufwendigen Montage, die relativ viel Zeit in Anspruch nimmt und zudem teuer ist. Ein weiteres Problem sind die Kosten der abgeschirmten Leitung zwischen dem Zündgerät und dem Steuergerät.

**[0010]** Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine bekannte Beleuchtungseinrichtung dahingehend auszugestalten und weiterzubilden, dass trotz einer Integration von Zündgerät und Steuergerät in ein einziges an der Rückseite des Reflektors angeordnetes Kombinationsgerät die Praxis-tauglichkeit der Gasentladungslampe mit kombinier-tem Zünd- und Steuergerät verbessert wird. Insbesondere soll die mit einer solchen Gasentladungslampe ausgestattete Beleuchtungseinrichtung möglichst kleinbauend sein und auch bei relativ hohen Temperaturen über einen langen Zeitraum mit hoher Zuverlässigkeit arbeiten.

**[0011]** Zur Lösung dieser Aufgabe wird ausgehend von der Beleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät ein Steckerelement zum Anschluss der Bordnetzspannung aufweist, wobei das Steckerelement als ein Leiterplattenstecker ausgebildet ist, der von an einen Rand einer Leiterplatte des Zünd-Steuergeräts geführten Leiterbahnen gebildet ist.

**[0012]** Die Gasentladungslampe der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung umfasst einen Lampensockel, von dem sich auf einer Seite der Glaskolben mit dem darin enthaltenen Edelgas erstreckt und auf dessen gegenüberliegender Seite ein kombiniertes Zünd-Steuergerät angeordnet ist. Das am Sockel der Gasentladungslampe befestigte Zündgerät ist um die Funktionalität des Steuergeräts erweitert. Dadurch muss das Steuergerät nicht mehr außerhalb des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung oder außen am Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung angeordnet werden, sondern ist im Inneren des Zündgerätegehäuses untergebracht. Der für das außen am Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung angeordnete Steuergerät erforderliche Einbauräumen im Kraftfahrzeug kann somit entfallen. Auch der im Kraftfahrzeug für den Einbau der Beleuchtungseinrichtung erforderliche Einbauräumen kann reduziert werden. Ebenfalls entfallen kann bei der Beleuchtungseinrichtung mit kombiniertem Zünd-Steuergerät die abgeschirmte elektrische Leitung zwischen dem Steuergerät und dem Zündgerät zur Übertragung der Eingangsspannung des Zündgeräts von dem Steuergerät.

**[0013]** Das kombinierte Zünd-Steuergerät kann die Bordnetzspannung (12 Volt, 24 Volt oder 42 Volt) entweder auf einmal oder in mehreren Stufen (z. B. zunächst auf 1.000 Volt und dann auf 25.000 Volt) auf die zum zünden des Lichtbogens erforderliche Zünd-

spannung hoch transformieren. Im stationären Betrieb der Gasentladungslampe schaltet das kombinierte Zünd-Steuergerät die an der Lichtquelle anliegende Spannung dann auf die Betriebsspannung um, die deutlich niedriger als die Zündspannung ist.

**[0014]** Durch die vorgeschlagene Ausgestaltung des Steckelements des kombinierten Zünd-Steuergeräts der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung kann im Inneren des Gehäuses des kombinierten Zünd-Steuergeräts Platz eingespart werden, da ein separater, auf der Leiterplatte zu befestigender und zur kontaktierender Leiterplattenstecker nicht mehr erforderlich ist. Statt dessen wird ein Randbereich der Leiterplatte zur Realisierung der Steckelementfunktion ausgebildet, ohne dass dazu zusätzliche Bauteile erforderlich wären. Der als integraler Bestandteil der Leiterplatte ausgebildete Stecker weist mindestens zwei Kontakte für die beiden Pole der Bordnetzspannung auf. Wahlweise kann der Stecker auch einen oder mehrere Kontakte zum Anschluss von Ansteuer- und/oder Signalleitungen auf. Über eine Ansteuer-/Signalleitung kann beispielsweise ein übergeordnetes Kraftfahrzeugsteuergerät mit dem kombinierten Zünd-Steuergerät kommunizieren und Informationen austauschen. Einerseits können Ansteuerinformationen von dem Kraftfahrzeugsteuergerät an das Zünd-Steuergerät übermittelt werden (zum Beispiel ein Signal „Licht an“ oder „Licht aus“), und andererseits können Rückmeldungen von dem Zünd-Steuergerät an das übergeordnete Steuergerät übermittelt werden (zum Beispiel ein Signal „Lampe funktionsfähig“ oder „Lampe defekt“). Gemäß der Erfindung ist also der Steckverbinder zu den Zünd-Steuergeräteeingängen und -ausgängen als Leiterplattenstecker ausgebildet, wobei die Kontakte des Steckers („männlicher Teil“) durch Leiterbahnen auf der Leiterplatte gebildet sind. Die mechanische Verbindung zum Buchsenteil („weiblicher Teil“) kann durch passende Einfräsungen an der Leiterplattenkontur gewährleistet werden.

**[0015]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das kombinierte Zünd-Steuergerät integraler Bestandteil der Gasentladungslampe und mit dieser unlösbar verbunden. Ähnlich wie bei den aus dem Stand der Technik bekannten D1- und D3-Lampen das Zündgerät ist bei der Lichtquelle der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung also das Zünd-Steuergerät fest auf der dem Glaskolben gegenüberliegenden Seite des Lampensockels befestigt.

**[0016]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät ein Gehäuse aus Metall aufweist, in dem sämtliche elektrischen Bauelemente zur Realisierung der Zündgerätfunktion und der Steuergerätfunktion untergebracht sind. Das Gehäuse besteht zur besseren EMV-Abschirmung aus

Metall, beispielsweise aus Aluminium.

**[0017]** Vorteilhafterweise weist das kombinierte Zünd-Steuergerät eine mehrlagige Leiterplatte auf und sind elektronische Bauelemente der Zünd-Steuergeräteschaltung in Zwischenlagen der Leiterplatte untergebracht. Durch diese Integration von elektronischen Bauelementen in eine oder mehrere Zwischenlagen der Leiterplatte können bezogen auf eine gegebene Leiterplattenfläche mehr Bauelemente pro Fläche untergebracht werden als bei herkömmlichen einseitigen Leiterplatten, wie sie bisher für Steuergeräte bzw. Zündgeräte für Gasentladungslampen eingesetzt wurden. Die elektronischen Bauelemente sind vorzugsweise als integrierte Schaltungen (ohne eigenes Gehäuse, nur der Siliziumchip), Kondensatoren und/oder Widerstände ausgebildet. Die elektronischen Bauelemente können auch andere aktive elektronische Bauteile, wie Transistoren und Dioden sein.

**[0018]** Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät eine Leiterplatte aufweist und Übertrager- und Induktivitätswicklungen spiralförmig auf der Leiterplatte aufliegend montiert oder als Leiterbahnen auf der Leiterplatte ausgeführt sind. Gemäß dieser Ausführungsform werden also die Übertrager- und Induktivitätswicklungen in die Platine bzw. deren Leiterbahnschicht integriert und sind nicht als separate elektronische Bauelemente ausgebildet, mit denen die Leiterplatte bestückt (Anordnen des Bauelements auf der Leiterplatte, mechanische Befestigung des Bauelements auf der Leiterplatte und elektrisch Kontaktierung des Bauelements) werden muss. Die Wicklungen werden auf der Leiterplatte aufliegend spiralförmig in der Ebene der Leiterplatte montiert oder in Form von entsprechend verlaufenden Leiterbahnen realisiert. Bei einer Ausgestaltung der spiralförmigen Wicklungen als Leiterbahnen, können die Wicklungen im gleichen Schritt hergestellt werden wie die Bildung der übrigen Leiterbahnen der Schaltung des Zünd-Steuergeräts. Derartig ausgebildete Wicklungen bilden eine Flachspiralspule, bei der die Windungen beispielsweise aus einer leitenden Schicht der Platine herausgeätzt werden können. Kerne der Übertrager- und Induktivitätswicklungen sind vorzugsweise als Planartypen ausgebildet und durch Aussparungen in der Leiterplatte realisiert. In den Aussparungen können separate Kerne angeordnet werden. Wärmetechnisch besonders interessant ist es, wenn der oder die Kerne in Kontakt mit dem Gehäuse des kombinierten Zünd-Steuergeräts stehen. So kann die sich im Bereich der Kerne bildende Wärme effektiv über das aus Metall bestehenden Gehäuse, insbesondere Aluminium, nach außen abgeleitet werden. Dabei wirkt das Gehäuse gewissermaßen als Kühlkörper für die Kerne der Übertrager- und Induktivitätswicklungen. Auf diese Weise kann die Betriebstemperatur im In-

neren des Gehäuses des kombinierten Zünd-Steuergeräts reduziert werden.

**[0019]** Die Größe des kombinierten Zünd-Steuergeräts kann dadurch weiter verringert werden, dass die elektronische Schaltung des Zünd-Steuergeräts in Mikrotechnologie oder Dickschichthybridtechnologie aufgebaut ist. Der für das kombinierte Zünd-Steuergerät erforderliche Platz lässt sich dadurch weiter reduzieren. Das Ziel ist dabei die Erweiterung des zulässigen Umgebungstemperaturbereiches bei gleichzeitiger Systemminiaturisierung und dadurch optimaler Nutzung des verfügbaren Bauraums.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung kann als beliebige Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung ausgebildet sein, beispielsweise als Scheinwerfer, Heckleuchte oder sonstige Signalleuchte. Besonders bevorzugt ist allerdings, dass die Beleuchtungseinrichtung als ein Scheinwerfer ausgebildet ist.

**[0021]** Vorteilhafte Ausführungsformen und besondere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

**[0022]** [Fig. 1](#) eine Gasentladungslampe einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung;

**[0023]** [Fig. 2](#) eine aus dem Stand der Technik bekannte Beleuchtungseinrichtung;

**[0024]** [Fig. 3](#) eine Draufsicht auf eine Leiterplatte eines kombinierten Zünd-Steuergeräts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung;

**[0025]** [Fig. 4](#) eine Explosionsdarstellung einer Leiterplatte eines kombinierten Zünd-Steuergeräts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung;

**[0026]** [Fig. 5](#) eine Schnittansicht durch eine Leiterplatte eines kombinierten Zünd-Steuergeräts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung;

**[0027]** [Fig. 6](#) eine Draufsicht auf einen Teil einer Leiterplatte eines kombinierten Zünd-Steuergeräts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung;

**[0028]** [Fig. 7](#) eine Schnittansicht durch den Leiterplattenausschnitt aus [Fig. 6](#) entlang der Linie VII-VII aus [Fig. 6](#);

**[0029]** [Fig. 8](#) ein weiteres Beispiel für eine Leiterplatte eines kombinierten Zünd-Steuergeräts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung vor dem Fräsen einer Nut in die Leiterplatte;

**[0030]** [Fig. 9](#) die Leiterplatte aus [Fig. 8](#) nach dem Fräsen der Nut;

**[0031]** [Fig. 10](#) eine Gasentladungslampe mit kombiniertem Zünd-Steuergerät mit einer darin angeordneten Leiterplatte gemäß [Fig. 9](#);

**[0032]** [Fig. 11](#) eine Seitenansicht eines Ausschnitts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung, umfassend eine Gasentladungslampe mit integriertem kombiniertem Zünd-Steuergerät und einem Teil eines Reflektors;

**[0033]** [Fig. 12](#) eine Seitenansicht einer Gasentladungslampe mit integriertem, kombiniertem Zünd-Steuergerät einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung;

**[0034]** [Fig. 13](#) eine Seitenansicht eines Teils einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung, umfassend eine Gasentladungslampe mit integriertem, kombiniertem Zünd-Steuergerät und einen Reflektor;

**[0035]** [Fig. 14](#) eine Ansicht in Lichtaustrittsrichtung auf die Rückseite eines Reflektors einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung; und

**[0036]** [Fig. 15](#) eine Ansicht entgegen Lichtaustrittsrichtung auf eine Gasentladungslampe mit integriertem kombiniertem Zünd-Steuergerät.

**[0037]** In [Fig. 2](#) ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Beleuchtungseinrichtung in Form eines Kraftfahrzeugscheinwerfers in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen **100** bezeichnet.

**[0038]** Die Beleuchtungseinrichtung **100** umfasst ein Gehäuse **101**, das vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt ist. In Lichtaustrittsrichtung **102** weist das Gehäuse **101** eine Lichtaustrittsöffnung **103** auf, die durch eine lichtdurchlässige Abdeckscheibe **104** verschlossen ist. Die Abdeckscheibe **104** ist vorzugsweise als eine klare Scheibe ausgebildet. Es ist jedoch auch denkbar, dass die Abdeckscheibe **104** optisch wirksame Profile (nicht dargestellt), beispielsweise in Form von Linsen, Prismen oder ähnlichem, insbesondere zum Streuen des hindurchtretenden Lichts aufweist.

**[0039]** Im Inneren des Gehäuses **101** ist ein Lichtmodul **105** angeordnet, das eine Lichtquelle **106** und einen Reflektor **107** aufweist. Das Lichtmodul **105** kann in einem oder mehreren Tragrahmen in horizontaler und/oder vertikaler Richtung verschwenkbar im Scheinwerfergehäuse **101** gelagert sein. Die Lichtquelle **106** ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als eine Gasentladungslampe mit einem Glaskolben **108** ausgebildet, der mit einem Edelgas (zum Beispiel Xenon) gefüllt ist und in dem ein Lichtbogen ausgebildet wird, sowie mit einem integrierten Zündgerät **109**, welches die zum Zünden des Lichtbogens in dem Glaskolben **108** erforderliche Hochspannung erzeugt, die bspw. im Bereich von etwa 25.000 V

liegt. Das Zündgerät **109** kann entweder unlösbar (z. B. D1- oder D3-Lampe) oder lösbar (z. B. D2- oder D4-Lampe) am Lampensockel befestigt sein. Zwischen dem Zündgerät **109** und dem Glaskolben **108** ist ein tellerförmiger Lampensockel **110** ausgebildet, über den die Lichtquelle **106** an dem Reflektor **107** befestigt ist. Die Befestigung des Lampensockels **110** am Reflektor **107** ist in [Fig. 2](#) vereinfacht dargestellt. Sie erfolgt üblicherweise über einen im wesentlichen hohlzylinderförmigen Reflektorhals, der an der Rückseite des Reflektors **107** ausgebildet ist und in den der Sockel **110** eingeführt wird. An der Innenumfangsseite des Reflektorhalses sind üblicherweise Befestigungsmittel zur Befestigung der Lichtquelle **106** in einer vorgegebenen Position relativ zu einer Reflexionsfläche des Reflektors **107** ausgebildet, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen wird.

**[0040]** Das in [Fig. 2](#) dargestellte Lichtmodul **105** wird als Reflexionsmodul bezeichnet, da die gewünschte Lichtverteilung allein durch das von der Lichtquelle **106** ausgesandte und von dem Reflektor **107** reflektierte Licht, gegebenenfalls unter Einfluss von optisch wirksamen Profilen auf der Abdeckscheibe **104** erzeugt wird. Dabei ist der Reflektor **107** vorzugsweise als ein Freiformreflektor ausgebildet, durch den ohne zusätzliche Abdeckblenden und optisch wirksame Profile auf der Abdeckscheibe **104** die gewünschte Lichtverteilung mit und ohne Hell-Dunkel-Grenze erzeugt werden kann.

**[0041]** Das Lichtmodul **105** kann außer den in [Fig. 2](#) dargestellten Komponenten, Lichtquelle **106** und Reflektor **107**, auch noch eine Projektionslinse (nicht dargestellt) aufweisen, welche die von der Lichtquelle **106** ausgesandten und von dem Reflektor **107** reflektierten und gebündelten Lichtstrahlen zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung vor das Kraftfahrzeug auf die Fahrbahn projiziert. Falls die gewünschte Lichtverteilung eine horizontale Hell-Dunkel-Grenze aufweisen soll, kann zwischen dem Reflektor **107** und der Projektionslinse eine Blendenanordnung mit einer in etwa horizontal verlaufenden Oberkante etwa in Höhe der optischen Achse **117** des Reflektors **107** oder unmittelbar darunter vorgesehen sein. Derartige Lichtmodule werden als Projektionsmodule bezeichnet.

**[0042]** An der Unterseite des Zündgeräts **109** ist ein elektrisches Steckelement **111** in Form eines Steckers vorgesehen. Mit dem Steckelement **111** steht ein entsprechendes Steckelement **112** in Form einer Buchse in Eingriff. Über die Steckelemente **111** und **112** wird ein elektrischer Kontakt zwischen den elektrischen Bauelementen des Zündgeräts **109** und einem abgeschirmten Kabel **113** hergestellt, das zu einem außerhalb des Scheinwerfergehäuses **101** angeordneten Steuergerät **114** führt. Das Steuergerät **114** ist seinerseits über Kabel **115** an eine Energiequelle **116** des Kraftfahrzeugbordnetzes angeschlos-

sen. Das Steuergerät **114** steuert das Zündgerät **109** und bildet aus der Bordnetzspannung (z. B. 6 V, 12 V, 24 V) eine Eingangsspannung für das Zündgerät **109**, die etwa im Bereich von z. B. 1.000 V liegt. Aus dieser Spannung erzeugt das Zündgerät **109** die zum Zünden des Lichtbogens in dem Glaskolben **108** erforderliche Hochspannung (z. B. 25.000 V). Außerdem stellt das Steuergerät **114** die ebenfalls aus der Bordnetzspannung gebildete Betriebsspannung für den stationären Betrieb der Lichtquelle **106** zur Verfügung. Im normalen stationären Betrieb der Lichtquelle **106**, d. h. nach einem erfolgreichen Zünden des Lichtbogens, ist das Zündgerät **109** einfach durchgeschaltet.

**[0043]** Die Beleuchtungseinrichtung **100** mit dem externen Steuergerät **114** wird in einen dafür vorgesehenen Einbauraum im Kraftfahrzeug eingesetzt und dort an der Kraftfahrzeugkarosserie befestigt. Nachteilig ist es bei den bekannten Beleuchtungseinrichtungen **100**, dass der Einbauraum nicht nur das Scheinwerfergehäuse **101**, sondern auch das daran befestigte Steuergerät **114** aufnehmen muss und entsprechend groß ausgebildet sein muss. Außerdem ist die Montage der bekannten Beleuchtungseinrichtungen **100** aufwendig, da das Steuergerät **114** an der Außenseite des Scheinwerfergehäuses **101** angeordnet und daran befestigt werden muss. Außerdem muss das abgeschirmte Kabel **113** durch eine Öffnung im Gehäuse **101** hindurchgeführt und mittels der Steckerelemente **111** und **112** an das Zündgerät **109** angeschlossen werden. Schließlich ist das aus Gründen einer besseren EMV-Verträglichkeit abgeschirmte Kabel **113** relativ teuer.

**[0044]** Das Zündgerät **109** weist im Inneren (gestrichelt dargestellt) eine herkömmliche starre Leiterplatte **118** auf, auf der in herkömmlicher Weise Leiterbahnen aufgebracht und elektrische Bauelemente, wie die beispielhaft dargestellten elektrischen Bauelemente **119** (Spulen, Kondensatoren, Widerstände, etc.), aufgebracht und kontaktiert sind. Das Zündgerät **109** umfasst üblicherweise ein Stanzgitter (gestanzte Leiter, eingebettet in ein Isoliermaterial, z. B. Kunststoff) als Bauteilträger. Darauf sind die Bauelemente **119** befestigt und kontaktiert. Außerdem ist die Leiterplatte **118** mit einem als herkömmliches Stecksystem ausgebildeten Steckerelement **111** bestückt. Die Leiterplatte **118** besteht üblicherweise aus einem starren elektrisch isolierenden Substrat, auf das durch Masken-Ätzen die Leiterbahnen und die Kontaktierungsstellen für die elektrischen Bauelemente **119**, **111** aufgebracht werden. Bei den Zündgeräten **109** der bekannten Beleuchtungseinrichtungen **100** werden ausschließlich einlagige Stanzgitter-Bauteilträger eingesetzt, bei denen lediglich auf einer Oberflächenseite Leiterbahnen aufgebracht und Bauelemente **119**, **111** angeordnet sind. Bei den bekannten Zündgeräten **109** wird der im Inneren des Zündgeräts zur Verfügung stehende Bauraum nicht

optimal genutzt.

**[0045]** Im Betrieb der Beleuchtungseinrichtung **100** geht die größte Hitze von der Lichtquelle **106** beziehungsweise von dem in dem Glaskolben **108** gebildeten Lichtbogen aus. Die abgestrahlte Wärme führt zu einer starken Erhitzung des Reflektors **107**, der entweder aus Metall, zum Beispiel Aluminiumdruckguss, oder aus einem hitzebeständigen Kunststoff mit einer reflektierenden Beschichtung, bspw. einem Metallüberzug, besteht. Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften des Zündgeräts **109** weist dieses eine Abschirmung aus Metall, vorzugsweise aus Aluminiumblech auf, die mit der Rückseite des Reflektors in elektrisch leitendem und damit auch in einem wärmeleitenden Kontakt steht. Über diese Kontaktierungsverbindung wird in nachteilhafter Weise ein Großteil der Hitze vom Reflektor **107** auf die Abschirmung des Zündgeräts **109** und damit mittelbar auf die darin angeordnete Leiterplatte **118** und die elektrischen Bauelemente **119**, **111** übertragen. Dadurch kann es zu sehr hohen thermischen Belastungen der Leiterplatte **118** und der elektrischen Bauelemente **119**, **111** im Inneren des Zündgeräts **109** kommen. Dies führt in der Folge entweder zu einer frühen Alterung, Funktionsstörung und letzten Endes einem Defekt der Leiterplatte **118** und der Bauelemente **119**, **111** oder aber es müssen besonders wärmeresistente Leiterplatten und elektrische Bauelemente verwendet werden, die jedoch relativ teuer sind.

**[0046]** Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Beleuchtungseinrichtungen **100** weist das Zündgerät **109** üblicherweise eine rechteckige Form auf. Die Außenwände des Zündgeräts **109** sind alle im Wesentlichen eben, wobei benachbarte Wandungen in einem rechten Winkel zueinander stehen, von kleineren Rundungen im Bereich von Kanten und Ecken des Zündgerätegehäuses abgesehen. Von einer optimalen Nutzung des im Inneren des Scheinwerfergehäuses **101** zur Verfügung stehenden Raums durch das Lichtmodul **105**, insbesondere durch das Zündgerät **109** der Lichtquelle **106** des Lichtmoduls **105**, kann dabei nicht gesprochen werden. Beim Stand der Technik ist eher das Gegenteil der Fall. So führt bspw. die streng eckige Form des Zündgeräts **109** dazu, dass beim Verschwenken des Lichtmoduls **105** zur Leuchtweitenregulierung und/oder zur Realisierung einer Kurvenlichtfunktion der vom Zündgerät **109** überstrichene Bereich (in [Fig. 2](#) ist die bei vertikaler Verstellung des Lichtmoduls **105** überstrichene Bahn mit dem Bezugszeichen **120** bezeichnet) größer ist als eigentlich erforderlich. An der Rückseite des Gehäuses des Zündgeräts **109** befindet sich zwischen der Rückwand des Gehäuses und der Bewegungsbahn **120** ein ungenutzter Bereich **121**.

**[0047]** Dadurch weist aber zwangsläufig auch das Gehäuse **101** der Beleuchtungseinrichtung **100** größere Abmessungen als eigentlich erforderlich auf.

Durch eine geeignete Ausgestaltung der Form des Zündgeräts **109** könnte die im Inneren des Scheinwerfergehäuses **101** für das Lichtmodul **105** erforderliche Bauraum verringert und dadurch die gesamte Beleuchtungseinrichtung **100** kleinbauender ausgebildet werden. Im Kraftfahrzeug müsste dann ein kleinerer Einbauraum vorgesehen werden, so dass für die übrigen Aggregate im Frontbereich des Kraftfahrzeugs, insbesondere im Motorraum, mehr Platz zur Verfügung stünde. Dies ist insbesondere im Hinblick darauf von Bedeutung, dass Kraftfahrzeuge immer mehr Funktionen aufweisen, für die oft zusätzliche Aggregate oder Komponenten im Motorraum angeordnet werden müssen. Eine optimale Nutzung des im Motorraum zur Verfügung stehenden Raums wird immer mehr zur Herausforderung.

**[0048]** [Fig. 1](#) zeigt eine Gasentladungslampe **1** einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung, vorzugsweise eines Scheinwerfers. Die Gasentladungslampe **1** ist ähnlich wie die Gasentladungslampe **106** der bekannten Beleuchtungseinrichtung **100** an einem Reflektor befestigt und in dem Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung angeordnet. Die Gasentladungslampe **1** umfasst einen mit Edelgas gefüllten Glaskolben **2**, in dessen Inneren **3** ein Lichtbogen zum Aussenden von für das menschliche Auge sichtbarem Licht gezündet und aufrechterhalten wird. Über einen Lampensockel **4** kann die Gasentladungslampe **1** am Reflektorhals eines Reflektors der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung angeordnet und daran befestigt werden. Dabei umgibt der Reflektor ähnlich wie in [Fig. 2](#) dargestellt den Glaskolben **2**. Auf der dem Glaskolben **2** gegenüberliegenden Seite des Lampensockels **4** ist ein kombiniertes Zünd-Steuergerät **5** angeordnet, das integraler Bestandteil der Lichtquelle **1** ist, also unlösbar mit dem Sockel **4** verbunden ist.

**[0049]** Bei der Gasentladungslampe **1** ist also die Steuergerätefunktionalität, die im Stand der Technik von dem externen Steuergerät **114** erfüllt wurde, in das Zündgerät integriert worden. Vorzugsweise sind sämtliche elektronischen Bauteile zur Realisierung sowohl der Steuergerätefunktionalität als auch der Zündgerätefunktionalität innerhalb eines einzigen Gehäuses des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** untergebracht. Das hat den Vorteil, dass auf die Anordnung eines separaten Steuergeräts außerhalb des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung verzichtet werden kann. Somit ist auch die Verwendung eines abgeschirmten Kabels zur elektrischen Verbindung des Steuergeräts mit dem Zündgerät nicht mehr erforderlich. Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung kann einfacher und schneller als die bisher bekannten Beleuchtungseinrichtungen montiert werden. Zudem benötigt die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung weniger Platz im Kraftfahrzeug, so dass der für die Beleuchtungseinrichtung erforderliche Einbauraum im Kraftfahrzeug kleiner be-

messen werden kann. Es steht also mehr Platz für andere Komponenten und Aggregate im Frontbereich des Kraftfahrzeugs zur Verfügung.

**[0050]** Das kombinierte Zünd-Steuergerät **5** weist ein Steckererelement **6** in Form eines Steckers auf. Eine Energiequelle **7** des Kraftfahrzeugbordnetzes ist über Kabel **8** und ein weiteres Steckererelement **9** in Form einer Buchse über das Steckererelement **6** an das kombinierte Zünd-Steuergerät **5** angeschlossen. Über die Steckererelemente **6**, **9** können nicht nur Energieversorgungsleitungen **8**, sondern auch Ansteuer- und/oder Signalleitungen **10** an das kombinierte Zünd-Steuergerät **5** angeschlossen werden. Über eine Ansteuerleitung **10** können beispielsweise Ansteuersignale von einem übergeordneten Kraftfahrzeugsteuergerät **11** an das Zünd-Steuergerät **5** der Lichtquelle **1** übertragen werden. Ebenso können über Leitung **10** oder eine andere Signalleitung Rückmeldungen über die Funktion und den Betrieb der Gasentladungslampe **1** an das übergeordnete Steuergerät **11** übermittelt werden.

**[0051]** Es sind verschiedene Maßnahmen denkbar, wie die Integration der Steuergerätefunktionalität in das Zündgerät der Gasentladungslampe **1** besonders vorteilhaft ausgestaltet werden kann. Ein Aspekt ist beispielsweise eine besonders effiziente Nutzung des im Gehäuse des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** zur Verfügung stehenden Raums für die zur Realisierung der Zünd- und Steuergerätfunktionalität erforderlichen elektrischen Bauelemente. Außerdem können thermische Aspekte berücksichtigt werden, um eine frühzeitige Alterung der elektrischen Bauelemente des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** zu verhindern und/oder den Einsatz billigerer, d. h. weniger hitzebeständiger Bauelemente zu ermöglichen. Schließlich kann durch besondere Maßnahmen auch der im Inneren des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung für das Lichtmodul zur Verfügung stehende Bauraum besonders effizient genutzt werden, damit das Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung trotz Integration der Steuergerätefunktionalität in das Zündgerät nicht größer ist als bisher, vorzugsweise sogar kleiner ausgebildet werden kann.

**[0052]** In [Fig. 3](#) ist ein Beispiel für eine Leiterplatte **20** gezeigt, wie sie in dem kombinierten Zünd-Steuergerät **5** der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung eingesetzt wird. Die Leiterplatte **20** weist eine Vielzahl von Leiterbahnen **21** und Kontaktierungspunkte **22** für elektrische Bauelemente auf. Als elektrische Bauelemente können beispielsweise integrierte Schaltungen (IC1, IC2), Widerstände (R1, R2, R3, R4), Kondensatoren (C5, C6, C7, C8) sowie Spulen angeordnet werden. An der rechten Seite der in [Fig. 3](#) gezeigten Leiterplatte **20** sind mehrere, nebeneinander angeordnete Kontaktstellen **23** ausgebildet, wobei einige der Leiterbahnen **21** an einige der Kontaktstellen **23** geführt sind. Die Kontaktstellen **23** bil-

den die elektrischen Kontakte des Steckererelements **6**. Bei dem beschriebenen Steckverbindertyp sind die Kontakte **23** des Steckers also gewissermaßen durch die Leiterbahnen der Leiterplatte **20** ausgeführt. Zur Realisierung des Steckererelements **6** sind also keine zusätzlichen platzbeanspruchenden elektronischen Bauelemente auf der Leiterplatte **20** anzuordnen und zu kontaktieren. Das Steckererelement **6** ist gewissermaßen integraler Bestandteil der Leiterplatte **20**. Der für das Steckererelement **6** erforderliche Bauraum sowie der Raum zum Anschluss des Steckererelements **6** auf der Leiterplatte **20** kann durch die anhand der [Fig. 3](#) beschriebene Realisierung deutlich verringert werden.

**[0053]** Die Kontaktstellen **23** können auf die gleiche Weise auf die Leiterplatte **20** aufgebracht werden wie die Leiterbahnen **21** und die Kontaktierungspunkte **22**. Dazu eignet sich beispielsweise ein Masken-Ätzverfahren. Die mechanische Verbindung zum Steckverbindererelement **9** (Buchsenteil) wird durch passende Einfräsungen an der Kontur der Leiterplatte **20** gewährleistet. So ist es beispielsweise denkbar, dass in Aussparungen **24** in der Leiterplattenkontur federnder Rastnasen des auf das Steckerteil **6** aufgesteckten Buchsentails **9** eingreifen und das Buchsenteil **9** auf diese Weise lösbar an dem Steckverbindererelement **6** halten, so dass sich die Steckverbindung selbst bei Vibrationen während des Betriebs des Kraftfahrzeugs nicht unbeabsichtigt löst.

**[0054]** Eine weitere Maßnahme zur effizienten Nutzung des im Gehäuse des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** vorhandenen Bauraums lässt sich beispielsweise dadurch erreichen, dass statt einer einlagigen Leiterplatte, auf der lediglich auf einer Seite Leiterbahnen ausgebildet und elektrische Bauelemente angeordnet sind, eine mehrlagige Leiterplatte verwendet wird. [Fig. 4](#) zeigt beispielhaft eine zweilagige Leiterplatte **30**, die eine Trägerschicht **31** aus isolierendem Material, bspw. ein Keramik- oder Siliziumsubstrat, aufweist. Auf beiden Seiten der Trägerschicht **31** können zusätzliche dünne isolierende Schichten **32** aufgebracht sein. Selbstverständlich ist es denkbar, bei entsprechend geeigneten isolierenden Eigenschaften des Trägermaterials **31** die Funktion der isolierenden Schichten **32** in das Trägermaterial **31** zu integrieren, das heißt auf die separaten isolierenden Schichten **32** zu verzichten. Auf beiden Seiten der Trägerschicht **31** ist schließlich eine dünne Schicht **33** leitfähigen Materials aufgebracht, wobei ein Teil des leitfähigen Materials zur Bildung der Leiterbahnen **34** beispielsweise mittels eines Masken-Ätzverfahrens entfernt wird. Von der Schicht **33** verbleiben dann nur noch die in [Fig. 4](#) gezeigten Leiterbahnen und Kontaktierungsstellen. Die Verwendung einer mehrlagigen Leiterplatte, wie beispielsweise der doppelseitigen Leiterplatte **30** aus [Fig. 4](#), hat den Vorteil, dass auf der gleichen Leiterplattenfläche praktisch ein Vielfaches an Leiterbahnen und

elektrische Bauelemente angeordnet werden kann. Dadurch lassen sich erhebliche Einsparungen hinsichtlich des erforderlichen Bauraums realisieren.

**[0055]** In [Fig. 5](#) ist eine mehrlagige Leiterplatte **40** (sogenannte Multilayer-PCB) mit insgesamt acht Lagen gezeigt. Die verschiedenen Lagen der Leiterplatte **40** sind mit den Bezugszeichen **41** bis **48** bezeichnet. Zwischen den verschiedenen Lagen **41** bis **48** können die Leiterbahnen **49** ausgebildet werden, wobei die Leiterbahnen **49** verschiedener Lagen selbstverständlich durch geeignete isolierende Schichten (in [Fig. 5](#) nicht dargestellt) voneinander getrennt werden müssen. Außerdem lassen sich die elektronischen Bauelemente des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5**, wie beispielsweise integrierte Schaltungen (ICs ohne eigenes Gehäuse und nur als Siliziumchip), Kondensatoren und Widerstände, in die Zwischenlagen **42** bis **47** der Leiterplatte **40** integrieren. Dadurch können bezogen auf eine gegebene Leiterplattenfläche deutlich mehr Bauelemente untergebracht werden als bisher.

**[0056]** Weiteres Potenzial zur Reduzierung des für die Realisierung der Zünd- und Steuergerätefunktionalität notwendigen Baugruppen erforderlichen Bauraums ergibt sich dadurch, dass für die Schaltung erforderliche Übertrager- und Induktivitätswicklungen spiralförmig auf der Leiterplatte aufliegend montiert oder als Leiterbahnen auf der Leiterplatte ausgeführt sind. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel einer Übertrager- und Induktivitätswicklung ist in [Fig. 6](#) dargestellt. Die Leiterplatte ist mit dem Bezugszeichen **50** bezeichnet. Die als Leiterbahn spiralförmig auf die Leiterplatte **50** aufgebrachte Übertrager- oder Induktivitätswicklung ist mit dem Bezugszeichen **51** bezeichnet. Die Wicklung **51** weist zwei Anschlüsse **52** und **53** am Anfang und am Ende der Leiterbahn **51** auf. Der Anschluss **53** ist durch die Leiterplatte **50** hindurch auf die Rückseite der Leiterplatte **50** geführt, wo er dann über eine dort verlaufende Leiterbahn kontaktiert wird (vgl. [Fig. 7](#)). Der Anschluss **52** kann auf der in [Fig. 6](#) gezeigten Seite der Leiterplatte **50** kontaktiert werden.

**[0057]** [Fig. 7](#) zeigt einen Querschnitt durch die Leiterplatte **50** entlang der Linie VII-VII in [Fig. 6](#). Im Zentrum der spiralförmigen Wicklung **51** ist eine Aussparung **54** in der Leiterplatte **50** ausgebildet, in der ein Kern **55** angeordnet ist. Der Kern **55** steht mit dem Gehäuse **56** des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** in Verbindung. Auf diese Weise kann Wärme, die beim Betrieb des Zünd-Steuergeräts **5** in dem Kern **55** auftritt effizient an das Metallgehäuse **56** abgegeben werden, das als eine Art Kühlkörper fungiert. Alternativ kann der Kern auch als Planartyp ausgebildet und durch Aussparungen in der Leiterplatte **50** realisiert sein. Auch in dieser Ausführungsform kann das den Kern bildende weichmagnetische Material (z. B. Ferrit, Eisenpulver, etc.) zur besseren Wärmeablei-

tung mit dem Gehäuse **56** in Verbindung stehen. Zwischen den Kern **55** und dem Gehäuse **56** des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** können Mittel **57** zur Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen Kern **55** und Gehäuse **56** ausgebildet sein. Solche Mittel **57** sind bspw. eine besonders gut Wärme leitende Paste oder Beschichtung. Vorteilhaft ist es also, wenn die gesamte Schaltung des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** in Mikrotechnologie oder Dickschichthybridtechnologie ausgebildet ist, wobei aufgrund der hohen Wärmeentwicklung Maßnahmen für einen optimierten Wärmehaushalt in dem Gehäuse **56** des Zünd-Steuergeräts **5** getroffen werden müssen.

**[0058]** Es ist denkbar, Primär- und Sekundärwicklungen eines Übertragers in unterschiedlichen Schichten des Bauteilträgers auszubilden. Durch mehrere Wicklungen übereinander in verschiedenen Lagen oder als Drahtwicklung auf der Leiterplattenoberfläche kann ein Übertrager oder eine gekoppelte Induktivität realisiert werden.

**[0059]** Andere als die bereits genannten Maßnahmen zur wärmetechnischen Optimierung der Schaltung des Zünd-Steuergeräts **5** sind bspw. eine Anordnung von wärmeempfindlichen elektrischen Bauelementen in Bereichen der Schaltung, die weniger stark wärmebelastet sind. Wärmeempfindliche Bauelemente werden gezielt in kühlere Bereiche des Zünd-Steuergeräts **5** gesetzt. Bauelemente mit hoher Wärmeabgabe werden weit entfernt von den empfindlichen Bauelementen in Bereichen angeordnet, die eine gute Abführung der Wärme bieten. Kühlere Bereiche können entweder Bereiche sein, in denen Bauelemente mit geringer Verlustleistung platziert sind oder Bereiche mit Zustrom von Kühlluft. Die Platzierung der einzelnen Bauelemente der Schaltung des Zünd-Steuergeräts **5** in dem Gehäuse **56** erfolgt also in Abhängigkeit von der Temperaturempfindlichkeit der Bauelemente und von der lokalen Betriebstemperatur an den verschiedenen Positionen in dem Gehäuse **56**. Die lokale Betriebstemperatur in dem Gehäuse **56** kann entweder durch Praxismessungen ermittelt oder simuliert werden. Nach einem entsprechenden Platzieren der Bauelemente kann der Verlauf der Leiterbahnen zur ordnungsgemäßen Kontaktierung der platzierten Bauelemente ermittelt werden, nach Möglichkeit ohne jedoch die bewusst gewählte Position der Bauelemente zu verändern.

**[0060]** Außerdem können die elektrischen Bauelemente der Schaltung gezielt derart im Gehäuse **56** angeordnet werden, dass unter Ausnutzung von Temperaturgradienten im Gehäuse **56** eine Luftströmung erzielt wird, die insbesondere an thermisch kritischen Bauelementen vorbeistreicht und diese kühlt. Außerdem kann die Topologie des Gehäuses **56** des Zünd-Steuergeräts **5** in einer Weise ausgebildet werden, dass der freie Kühlluftstrom möglichst nicht be-

einträchtig oder behindert wird. Dies kann bspw. durch Topologien mit geringem Luftwiderstand und wenig Luftverwirbelungen erreicht werden.

**[0061]** Die Nutzung des in dem Gehäuse **56** des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** zur Verfügung stehenden Raums kann dadurch weiter optimiert werden, dass nicht eine oder mehrere ebenen Leiterplatten, sondern eine besondere biegbare Leiterplatte verwendet wird. Anhand der [Fig. 8](#) und der [Fig. 9](#) wird ein Beispiel für eine solche Leiterplatte näher beschrieben. Es wird von einer herkömmlichen vorzugsweise starren Leiterplatte **60** ausgegangen, die ein Substrat **61** als Trägermaterial aufweist. Auf dem Trägermaterial **61** ist eine leitfähige Schicht **62** ausgebildet, aus der bspw. mittels eines Masken-Ätzverfahrens die Leiterbahnen gebildet werden. Nun wird in das Trägermaterial **61** der Leiterplatte **60** eine Nut **63** eingebracht, bspw. gefräst. Das dadurch entfernte Material des Substrats **61** ist in [Fig. 8](#) schraffiert dargestellt. Es muss beim Einbringen der Nut **63** in das Trägermaterial **61** darauf geachtet werden, dass zumindest die leitfähige Schicht **62**, falls aus Stabilitätsgründen erforderlich auch ein Teil des Trägermaterials **61**, stehen bleibt, um ein Auseinanderbrechen der Leiterplatte **60** bei der Bestückung, dem Einbau in des Gehäuse **56** oder während des Betriebs des Kraftfahrzeugs aufgrund von Erschütterungen oder Vibrationen zu verhindern.

**[0062]** Anschließend kann die Leiterplatte **60** entlang einer durch die Nut **63** gebildeten Biegekante umgebogen werden, wie bspw. in [Fig. 9](#) dargestellt. Dabei übernimmt die leitfähige Schicht **62** bzw. übernehmen die daraus gebildeten Leiterbahnen und ggf. auch der stehen gebliebene Teil des Trägermaterials **61** die Funktion eines Scharniers um das die Leiterplatte gebogen werden kann. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel erkennt man, dass das vormals einstückige Trägermaterial **61** der Leiterplatte **60** nunmehr durch die Nut **63** in zwei relativ zueinander um die Nut **63** verschwenkbare Stücke **61'** und **61''** aufgeteilt ist.

**[0063]** Selbstverständlich ist es möglich, in eine starre Leiterplatte mehr als eine Nut **63** einzubringen, die parallel oder schräg zueinander verlaufen können. Auf diese Weise wird die Leiterplatte **60** in mehrere Teile unterteilt, die relativ zueinander in einer zweidimensionalen Ebene (bei parallelen Nuten) bzw. sogar im dreidimensionalen Raum (Nuten schräg bzw. windschief zueinander) verschwenkt werden können. Auf diese Weise lassen sich nahezu beliebige dreidimensionale Strukturen mit der Leiterplatte **60** erzielen. Dadurch kann die Leiterplatte **60** optimal in das Innere des Gehäuses **56** des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** eingepasst werden. Entscheidend für die Stabilität der Leiterplatte **60** ist, dass es sich um eine starre, also besonders formstabile, Leiterplatte handelt, die durch besondere Maß-

nahmen (Einbringen einer Nut **63** in das Substrat **61** der Leiterplatte **60**) an bestimmten Punkten in ihrer Form veränderbar ist.

**[0064]** [Fig. 10](#) zeigt eine Gasentladungslampe **1** entsprechend der in [Fig. 1](#) gezeigten. Dabei ist das kombinierte Zünd-Steuergerät **5** teilweise im Schnitt dargestellt, so dass die biegsame Leiterplatte **60** in dem Gehäuse **56** besser zu erkennen ist. Es ist unmittelbar ersichtlich, dass durch die an sich starre aber dennoch im Bereich der Nuten **63** biegsame Leiterplatte **60** ein guter Kompromiss gefunden wurde bezüglich der in Kraftfahrzeugen besonders hohen Anforderung an die Stabilität der Leiterplatte **60** einerseits und einer optimalen Ausnutzung des Innenraums des Gehäuses **56** des Zünd-Steuergeräts **5** andererseits. Dies gilt insbesondere für mehrfach biegbare Leiterplatten **60**, insbesondere für im dreidimensionalen Raum verformbare Leiterplatten **60**.

**[0065]** Selbstverständlich kann die biegsame Leiterplatte **60** außer in kombinierten Zünd-Steuergeräten **5** auch in beliebig anderen Kraftfahrzeugsteuergeräten eingesetzt werden. So ist insbesondere an den Einsatz der erfindungsgemäßen Leiterplatte **60** in einem Steuergerät für Halbleiterlichtquellen (LEDs) von Beleuchtungseinrichtungen gedacht.

**[0066]** Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Beleuchtungseinrichtungen **100** mit Gasentladungslampe **106** ist das Zündgerät **109** in einem Abstand zur Rückseite des Reflektors **107** angeordnet. Außerdem erstreckt es sich lediglich über einen Teilbereich der Rückseite des Reflektors **107**. Dadurch wird im Inneren des Scheinwerfergehäuses **101** viel Raum verschwendet, der besser anderweitig genutzt werden könnte. Hier bietet die Ausführungsform aus [Fig. 11](#) eine gute Lösung. Dort ist ein Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung in einer Seitenansicht gezeigt. Insbesondere ist ein Teil eines Reflektors **70** dargestellt, an dem die Gasentladungslampe **1** über ihren Sockel **4** befestigt ist. Das Gehäuse **71** des kombinierten Zünd-Steuergeräts **5** ist in besonderer Weise ausgestaltet. Zum einen ist die zum Reflektor **70** gerichtete Seite des Gehäuses **71** derart ausgestaltet, dass sie bei am Reflektor **70** befestigter Gasentladungslampe **1** möglichst vollflächig auf der Rückseite des Reflektors **70** aufliegt. Insbesondere im inneren Bereich um die optische Achse herum ist der Reflektor **70** nahezu rotationssymmetrisch ausgebildet, so dass eine vollflächige Auflage des Gehäuses **71** an der Rückseite des Reflektors **70** möglich ist, wobei aufgrund der Rotationssymmetrie sogar noch ein Wechseln der Lampe **1** durch Drehen der Lampe **1** um ihre Lampenachse und Entnahme der Lampe nach hinten (entgegen der Lichtaustrittsrichtung) möglich ist. Auf diese Weise wird der Platz zwischen Gehäuse **71** des Zünd-Steuergeräts **5** und dem Reflektor **70** optimal genutzt. Um eine zu starke Aufheizung des Gehäuses **71** durch den Reflektor

**70**, der den von der Gasentladungslampe **1** ausgesandten Wärmestrahlen direkt ausgesetzt ist, zu vermeiden, ist zwischen dem Gehäuse **71** und der Rückseite des Reflektors **70** eine wärmeisolierende Schicht **72** bestehend aus einem thermisch schlecht leitenden Werkstoff, z. B. Keramik oder einem anderen Füllmaterial von Kondensatoren, zur thermischen Isolation des Zünd-Steuergeräts **5** vom heißeren Reflektor **70**. Auf diese Weise kann der Raum zwischen Gehäuse **71** des Zünd-Steuergeräts **5** und dem Reflektor **70** optimal genutzt werden, ohne dass es zu Beeinträchtigungen der Funktionsfähigkeit der Schaltung aufgrund hoher Temperaturen kommt.

**[0067]** Zur EMV-Abschirmung der vom kombinierten Zünd-Steuergerät **71** und der Gasentladungslampe **1** erzeugten elektromagnetischen Strahlung zur Außenwelt hin kann eine für hochfrequente Signale elektrisch leitfähige kapazitive Kopplung zwischen Zünd-Steuergerät **71** und Reflektor **70** vorgesehen sein. Es handelt sich dabei also um eine hochohmige Verbindung zwischen Zünd-Steuergerät **71** und Reflektor **70**. Diese kann bspw. mit einem Material mit hohem  $\epsilon_r$ -Wert (relative Permittivität) erzielt werden. Ein solches Material ist bspw. Luft oder das üblicherweise für Kondensatoren verwendete Isolationsmaterial (z. B. PEN (Polyethylenaphthalat) oder Keramik). Dabei werden die Vorderseite des Zünd-Steuergeräts **71** und die Rückseite des Reflektors **70** in geringem Abstand mit großer Überdeckungsfläche angeordnet, wobei zwischen den beiden Flächen das isolierende Material angeordnet wird. Das Temperatur isolierende Material zur thermischen Entkopplung von Zünd-Steuergerät **71** und Reflektor **70** kann gleichzeitig als elektrisches Isolationsmaterial zur kapazitiven Kopplung des Zünd-Steuergeräts **71** und des Reflektors **70** verwendet werden.

**[0068]** Ein weiterer Aspekt des Gehäuses **71** des Zünd-Steuergeräts der Gasentladungslampe **1** der Beleuchtungseinrichtung aus [Fig. 11](#) ist in der zylindersegmentförmig abgerundeten Rückwand des Gehäuses **71** zu sehen. Bei einer vertikalen Verstellung des Lichtmoduls bewegt sich die Rückwand des Gehäuses **71** auf einer Kreisbahn **73**. Die Rückwand ist derart abgerundet, dass sie exakt auf bzw. geringfügig innerhalb der Bahn **73** verläuft. Das bedeutet, dass eine Zylinderachse der zylindersegmentförmig abgerundeten Rückwand in etwa horizontal ausgerichtet ist und durch einen Drehpunkt der Verstellbewegung des Lichtmoduls verläuft. Auf diese Weise kann der Raum hinter dem Zünd-Steuergerät der Gasentladungslampe **1**, das heißt der Raum zwischen der Rückwand des Gehäuses **71** und der Rückwand des Scheinwerfergehäuses (nicht dargestellt), besonders effizient genutzt werden. Die Rückwand des Scheinwerfergehäuses kann entsprechend der Rückwand des Gehäuses **71** ausgeformt und besonders dicht an die Rückwand des Gehäuses **71** herangeführt werden. Auf diese Weise kann der für den

Einbau der Beleuchtungseinrichtung in das Kraftfahrzeug erforderliche Einbauraum besonders klein ausgebildet werden, so dass im Frontbereich des Fahrzeugs zusätzlicher Platz für andere Aggregate und Komponenten geschaffen werden kann.

**[0069]** Die in [Fig. 11](#) gezeigte Ausführungsform hat besondere Vorteile bei einer Beleuchtungseinrichtung mit Leuchtweitenregulierung, d. h. bei der das Lichtmodul in vertikaler Richtung verstellbar ist. Wenn zusätzlich noch eine horizontale Verstellung des Lichtmoduls zur Realisierung einer Kurvenlichtfunktion möglich ist, bringt eine kugelsegmentförmig gewölbte Rückwand des Gehäuses **71** des kombinierten Zünd-Steuergeräts besondere Vorteile, wie sie bspw. in [Fig. 12](#) gezeigt ist. Die Kreisbahn, auf der sich die Rückwand des Zünd-Steuergeräts **71** bei einer vertikalen Verstellung  $v$  des Lichtmoduls bewegt, ist mit dem Bezugszeichen **73** bezeichnet. Eine Kreisbahn, auf der sich die Rückwand des Zünd-Steuergeräts **71** bei einer horizontalen Verstellung  $h$  des Lichtmoduls bewegt, ist mit dem Bezugszeichen **74** bezeichnet. Die Drehachsen der vertikalen Verstellung  $v$  und der horizontalen Verstellung  $h$  schneiden sich vorzugsweise in einem Schnittpunkt, der gleichzeitig Drehpunkt des Lichtmoduls ist. Ein Mittelpunkt des Kugelsegments der Rückwand des Gehäuses **71** des Zünd-Steuergeräts liegt vorzugsweise genau im Schnittpunkt der beiden Drehachsen, bspw. in der Mitte des Lichtbogens der Gasentladungslampe. Auf diese Weise wird der für das Zünd-Steuergerät im Inneren des Scheinwerfergehäuses erforderliche Raum besonders klein und kann die gesamte Beleuchtungseinrichtung besonders kompakt ausgebildet werden. Dadurch kann der für den Einbau der Beleuchtungseinrichtung in das Kraftfahrzeug erforderliche Einbauraum besonders klein ausgebildet werden, so dass im Frontbereich des Fahrzeugs zusätzlicher Platz für andere Aggregate und Komponenten geschaffen werden kann.

**[0070]** Durch eine besonders durchdachte geometrische Ausgestaltung der Form des Gehäuses **71** des kombinierten Zünd-Steuergeräts kann also der im Inneren des Scheinwerfergehäuses für das Zünd-Steuergerät zur Verfügung stehende Raum besonders effizient genutzt werden. Die gewölbten Gehäuseformen des Zünd-Steuergeräts der Ausführungsbeispiele gemäß der [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) kann durch die Verwendung von Leiterplatten gemäß den Ausführungsbeispielen der [Fig. 8](#) bis [Fig. 10](#) besonders effizient ausgenutzt werden. Die Leiterplatte kann an die Form der Rückwand des Gehäuses **71** angepasst werden.

**[0071]** Ein weiteres Beispiel für eine besonders effiziente Nutzung des im Scheinwerfergehäuse für das kombinierte Zünd-Steuergerät **80** zur Verfügung stehenden Raums ist in [Fig. 13](#) dargestellt. Die Gasentladungslampe **1** wird – wie bereits erläutert – über ih-

ren Sockel **4** in einem an der Rückseite des Reflektors **81** ausgebildeten Reflektorhals **82** in einer definierten Position relativ zur Reflexionsfläche an dem Reflektor **81** befestigt. Das führt bei herkömmlichen Beleuchtungseinrichtungen (vgl. [Fig. 2](#)) zu einem relativ großen ungenutzten Raum zwischen der Vorderwand des Gehäuses des Zünd-Steuergeräts **80** und der Rückwand des Reflektors **81**. Dieser Raum kann durch die in [Fig. 13](#) dargestellte Ausführungsform dadurch genutzt werden, dass das Gehäuse des Zünd-Steuergeräts **80** im Bereich der Vorderwand zumindest teilweise um den Reflektorhals **82** herum nach vorne in Richtung Reflektor **81** verlängert wird. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Vorderwand des Zünd-Steuergeräts **80** unterhalb des Reflektorhalses **82** in Richtung des Reflektors **81** verschoben, so dass das Gehäuse des Zünd-Steuergeräts **80** unterhalb des Reflektorhalses **82** einen zusätzlichen Raum **83** aufweist, der zur Anordnung von Leiterplatten und/oder elektrischer Bauelemente des Zünd-Steuergeräts **80** genutzt werden kann. Auf diese Weise steht im Inneren des Gehäuses des Zünd-Steuergeräts **80** mehr Raum für die Elektronik zur Verfügung ohne dass sich die Abmessungen des Lichtmoduls **84** vergrößern. Es wird lediglich der im Lichtmodul **84** zur Verfügung stehende Bauraum besonders effizient genutzt.

**[0072]** Vorzugsweise ist mindestens eine zur Rückseite des Reflektors **81** gerichtete Wand des zusätzlich geschaffenen Raums **83** des Zünd-Steuergeräts **80** zumindest näherungsweise an die Form der Rückwand angepasst. Dies gilt insbesondere für die in Lichtaustrittsrichtung **85** vordere Wand **86** des Raums **83** und die zum Reflektorhals **82** gerichtete Wand, in dem Ausführungsbeispiel die obere Wand **87**, des Raums **83**. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Verbindung zwischen der vorderen Wand **86** und der oberen Wand **87** schräg ausgebildet, wobei der Winkel der Schräge in etwa dem Verlauf der Rückwand des Reflektors **81** an dem entsprechenden Bereich entspricht. Selbstverständlich ist es denkbar, die Verbindungswand zwischen der vorderen Wand **86** und der oberen Wand **87** nicht gerade oder eben, sondern gewölbt auszubilden, so dass sie äquidistant zur Rückwand des Reflektors **81** verläuft.

**[0073]** Selbstverständlich kann diese Ausführungsform mit einer der vorangegangenen Ausführungsformen kombiniert werden, insbesondere mit der gewölbten Rückwand des Gehäuses des Zünd-Steuergeräts gemäß der in den [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) gezeigten Ausführungsformen.

**[0074]** [Fig. 11](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Vorderwand des kombinierten Zünd-Steuergeräts vollflächig auf der Rückwand des Reflektors aufliegt. Kritisch ist dabei die Wärmeübertragung vom Reflektor auf das Gehäuse des Zünd-Steuergeräts

und die damit verbundenen hohen Betriebstemperaturen in dem Zünd-Steuergerät. Aus diesem Grund ist in dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 11](#) an der Berührungsfläche zwischen der Vorderwand des Gehäuses des Zünd-Steuergeräts und der Rückwand des Reflektors eine wärmeisolierende Schicht vorgesehen.

**[0075]** Um die Kühlung kritischer Bauteile des Lichtmoduls, insbesondere des Gehäuses des Zünd-Steuergeräts zu verbessern, können gezielt Temperaturgradienten zur Erzielung einer kühlenden Luftströmung entlang des Gehäuses des Zünd-Steuergeräts ausgenutzt werden. In diesem Zusammenhang kann die Topologie von Bauteilen des Lichtmoduls gezielt in der Weise ausgebildet werden, dass der Kühlluftstrom nicht behindert wird. Dies sind Topologien mit geringem Luftwiderstand und wenig Luftverwirbelungen. Nach Möglichkeit soll der Luftstrom sogar gefördert werden, indem in einem bestimmten Bereich mehr Luft pro Zeiteinheit strömt und/oder der Strömungsgeschwindigkeit des Luftstroms beschleunigt wird.

**[0076]** In [Fig. 14](#) ist eine Rückseite eines Reflektors **90** dargestellt. Der Reflektor **90** weist eine zentrale Öffnung **91** auf, durch die der Glaskolben der Gasentladungslampe in das Reflektorinnere eingeführt wird. Die Öffnung **91** ist durch einen von der Rückseite des Reflektors **90** nach hinten hervorstehenden Reflektorhals **92** umgeben. Dieser dient zur Aufnahme und Befestigung des Lampensockels der Gasentladungslampe. Außerdem verfügt der Reflektor **90** an seinem vorderen Rand über Befestigungselemente in Form von Öffnungen **93** zur Befestigung eines Trägers für eine Projektionslinse (nicht dargestellt) des Lichtmoduls, so dass diese in Lichtaustrittsrichtung betrachtet nach dem Reflektor **90** angeordnet ist.

**[0077]** Ein Teilbereich der Rückseite des Reflektors **90** weist Luft leitende Mittel **94** auf, die bspw. als mehrere nebeneinander angeordnete von der Rückwand des Reflektors **90** hervorstehende Rippen und/oder in die Rückwand eingelassene Vertiefungen ausgebildet sein können. Der Bereich mit den Luft leitenden Mitteln **94** entspricht dem Bereich, auf dem bei montierter Gasentladungslampe die Vorderseite des Gehäuses des Zünd-Steuergeräts aufliegt (vgl. [Fig. 11](#)). Durch die Luft leitenden Mittel **94** bilden sich also Luftkanäle zwischen der Rückseite des Reflektors **90** und der Vorderseite des aufliegenden Zünd-Steuergeräts **95**. Über diese Kanäle kann Kühlluft strömen und transportiert Wärme vom Reflektor **90** bzw. von dem Gehäuse des Zünd-Steuergeräts ab.

**[0078]** Selbstverständlich müssen die Luft leitenden Mittel **94** nicht unbedingt auf der Rückseite des Reflektors **90** ausgebildet werden. [Fig. 15](#) zeigt eine Gasentladungslampe **96** in einer Ansicht von vorne,

d. h. entgegen der Lichtaustrittsrichtung. Die Lampe **96** umfasst einen mit Edelgas gefüllten Glaskolben **97** und einen Lampensockel **98**. Die in [Fig. 15](#) sichtbare Vorderseite des kombinierten Zünd-Steuergeräts **95** ist so ausgebildet, dass sie bei am Reflektor montierter Lampe **96** auf der Rückseite des Reflektors möglichst vollflächig aufliegt oder sich in einem geringen Abstand zu dieser erstreckt. Alternativ oder zusätzlich zu den Luft leitenden Mitteln **94** auf der Rückseite des Reflektors **90** sind Luft leitende Mittel **99** auf der Vorderseite des Gehäuses **95** des Zünd-Steuergeräts angeordnet. Diese sind bspw. als mehrere nebeneinander angeordnete von der Vorderseite des Gehäuses **95** hervorstehende Rippen und/oder in die Vorderseite eingelassene Vertiefungen ausgebildet.

**[0079]** Des weiteren wäre es denkbar zusätzlich oder alternativ zu den Luft leitenden Mitteln **94** und **99** in einer Temperatur isolierenden Schicht (z. B. die Schicht **72** in [Fig. 11](#)) zwischen der Vorderseite des Gehäuses **95** und der Rückwand des Reflektors **90** Luft leitende Mittel vorzusehen. Diese können bspw. als mehrere nebeneinander angeordnete von der Vorderseite des Gehäuses **95** hervorstehende Rippen und/oder in die Vorderseite eingelassene Vertiefungen ausgebildet sein. Bei dieser Ausführungsform wäre es denkbar, dass die Vorderseite des Gehäuses **95** und/oder die Rückwand des Reflektors **90** glatt, d. h. ohne die Luft leitenden Mittel **94** und **99**, ausgebildet sind. In diesem Fall könnten die Luft leitenden Mittel allein in der Temperatur isolierenden Schicht ausgebildet sein. Eine glatte Ausgestaltung der Rückwand des Reflektors **90** hätte den Vorteil, dass Standard-Reflektoren verwendet werden könnten.

**[0080]** Die Form der Luftkanäle kann auch so gewählt werden, dass sich der Querschnitt der Kanäle in Strömungsrichtung verringert. Dadurch wird die Strömungsgeschwindigkeit erhöht und es kann mehr Wärme abtransportiert werden. Eine entsprechende Ausgestaltung der Rippen bzw. Vertiefungen ist ohne weiteres möglich.

**[0081]** Selbstverständlich ist eine beliebige Kombination der genannten Ausführungsbeispiele möglich. Ziel ist es dabei immer eine praxisgerechte Integration der Steuergerätefunktionalität in das Zündgerät einer Gasentladungslampe zu erzielen. Berücksichtigt wird dabei insbesondere die Platz- und die Temperaturproblematik. Diese stehen jedoch in einer Wechselwirkung zueinander, d. h. bei zunehmend kompakterer Ausgestaltung des Zünd-Steuergeräts **5**; **80** nimmt die Temperaturproblematik zu.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 3519611 A1 [\[0002\]](#)

**Patentansprüche**

1. Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Gasentladungslampe (1; 96) zum Aussenden von Licht, ein Zündgerät zum Bereitstellen einer Zündspannung zum Zünden der Gasentladungslampe (1; 96) und ein Steuergerät zum Bereitstellen einer Eingangsspannung für das Zündgerät und einer Betriebsspannung für einen Betrieb der Gasentladungslampe (1; 96), wobei das Steuergerät integraler Bestandteil des Zündgeräts ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) ein Steckerelement (6) zum Anschluss einer Bordnetzspannung (7) aufweist, wobei das Steckerelement (6) als ein Leiterplattenstecker ausgebildet ist, der von an einen Rand einer Leiterplatte (20) des Zünd-Steuergeräts (5; 80) geführten Leiterbahnen (21; 23) gebildet ist.

2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) integraler Bestandteil der Gasentladungslampe (1; 96) ist und mit einem Glaskolben (2; 97) und einem Lampensockel (4; 98) der Gasentladungslampe (1; 96) unlösbar verbunden ist.

3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) ein Gehäuse (56; 95) aus Metall aufweist, in dem sämtliche elektrischen Bauelemente zur Realisierung der Zündgerätfunktion und der Steuergerätfunktion untergebracht sind.

4. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) eine mehrlagige Leiterplatte (40) aufweist und elektronische Bauelemente der Zünd-Steuergeräteschaltung in Zwischenschichten (42, ..., 47) der Leiterplatte (40) untergebracht sind.

5. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronischen Bauelemente als integrierte Schaltungen ohne eigenes Gehäuse, als Kondensatoren, Widerstände, Transistoren und/oder Dioden ausgebildet sind.

6. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) eine Leiterplatte (50) aufweist und Übertrager- und Induktivitätswicklungen (51) spiralförmig auf der Leiterplatte (50) aufliegend montiert oder als Leiterbahnen auf der Leiterplatte (50) ausgeführt sind.

7. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass Kerne (55) der Übertrager- und Induktivitätswicklungen (51) als Planartypen ausgebildet und durch Aussparungen (54) in der Leiterplatte (50) realisiert sind.

8. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kerne (55) in Kontakt mit einem Gehäuse (56; 95) des kombinierten Zünd-Steuergeräts (5; 80) stehen.

9. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) in Mikrotechnologie oder Dickschichthybridtechnologie aufgebaut ist.

10. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungseinrichtung als ein Scheinwerfer ausgebildet ist.

11. Gasentladungslampe (1; 96) für eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, umfassend ein Zündgerät zum Bereitstellen einer Zündspannung zum Zünden der Gasentladungslampe (1; 96) und ein Steuergerät zum Bereitstellen einer Eingangsspannung für das Zündgerät und einer Betriebsspannung für einen Betrieb der Gasentladungslampe (1; 96), wobei das Steuergerät integraler Bestandteil des Zündgeräts ist, dadurch gekennzeichnet, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) ein Steckerelement (6) zum Anschluss einer Bordnetzspannung (7) aufweist, wobei das Steckerelement (6) als ein Leiterplattenstecker ausgebildet ist, der von an einen Rand einer Leiterplatte (20) des Zünd-Steuergeräts (5; 80) geführten Leiterbahnen (21; 23) gebildet ist.

12. Gasentladungslampe (1; 96) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das kombinierte Zünd-Steuergerät (5; 80) integraler Bestandteil der Gasentladungslampe (1; 96) ist und mit dieser unlösbar verbunden ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

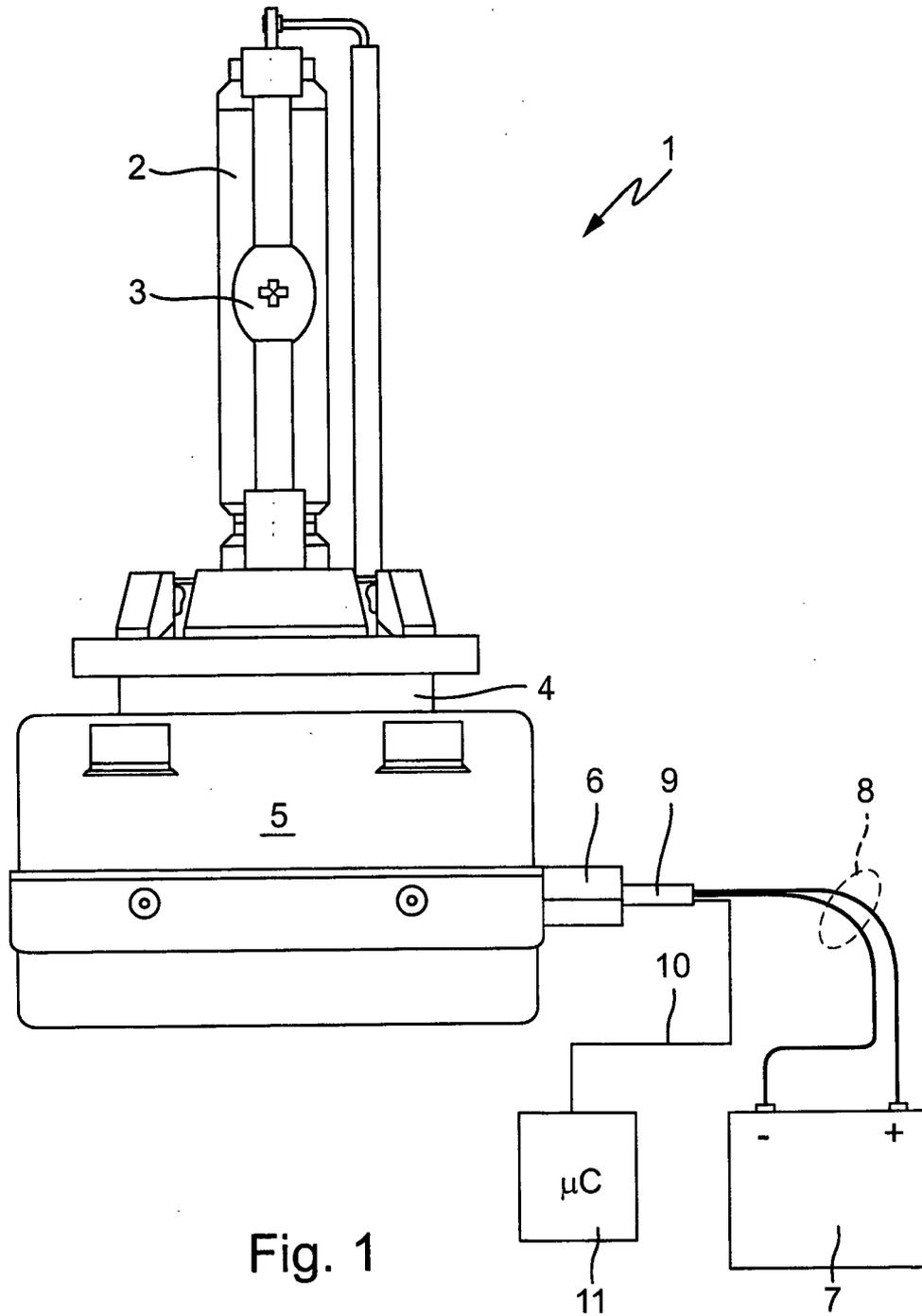


Fig. 1

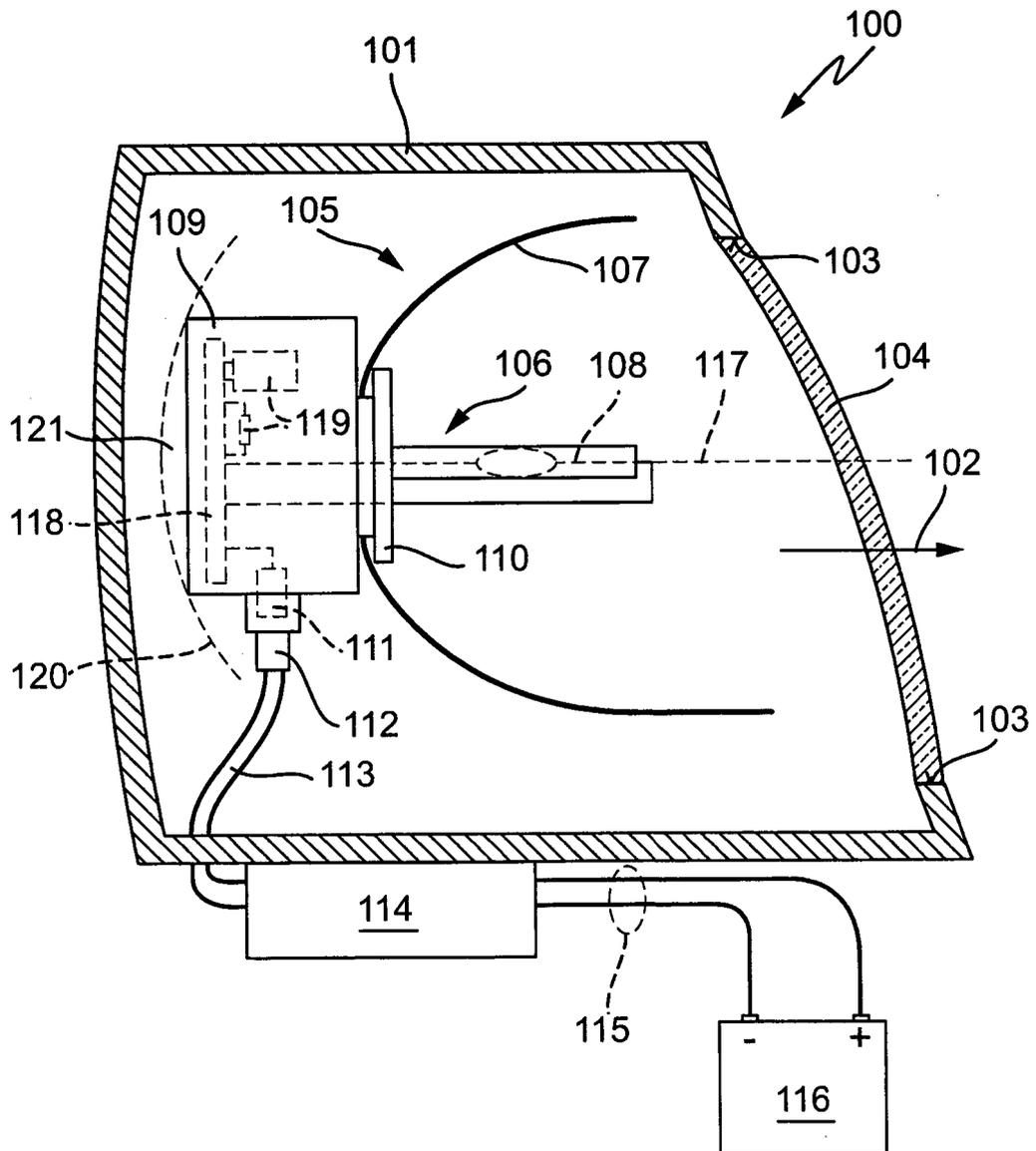


Fig. 2

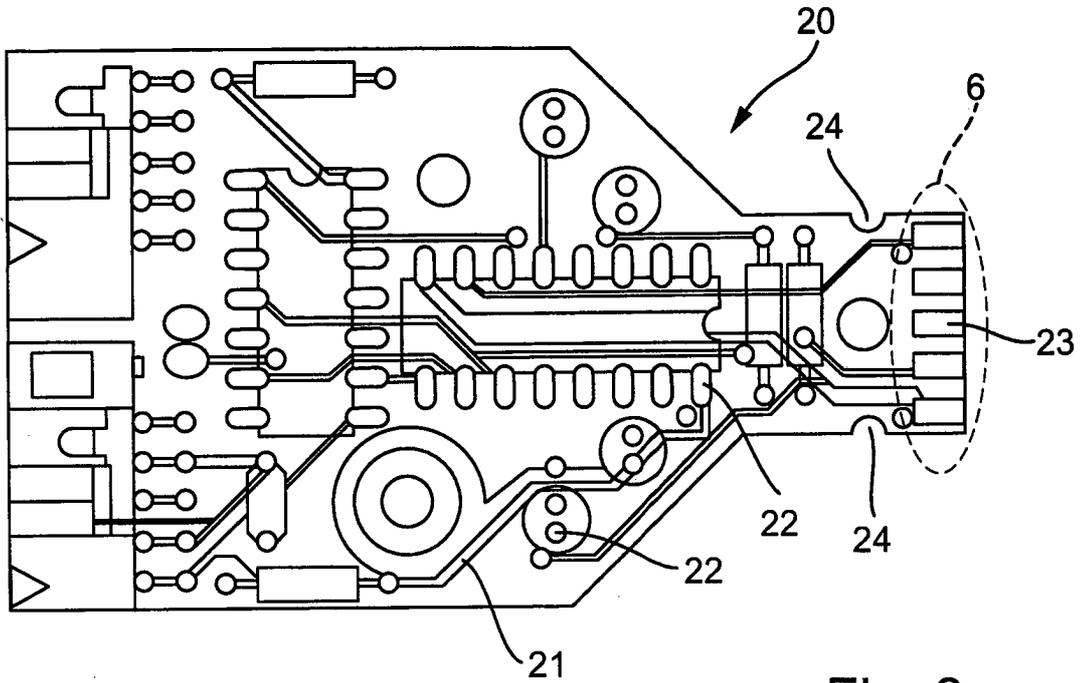


Fig. 3

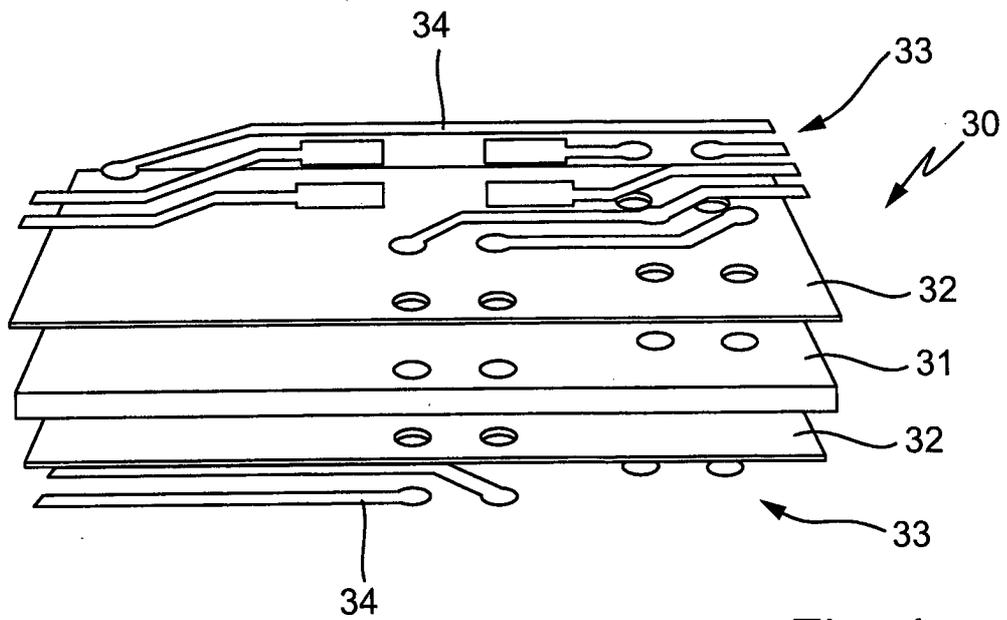


Fig. 4

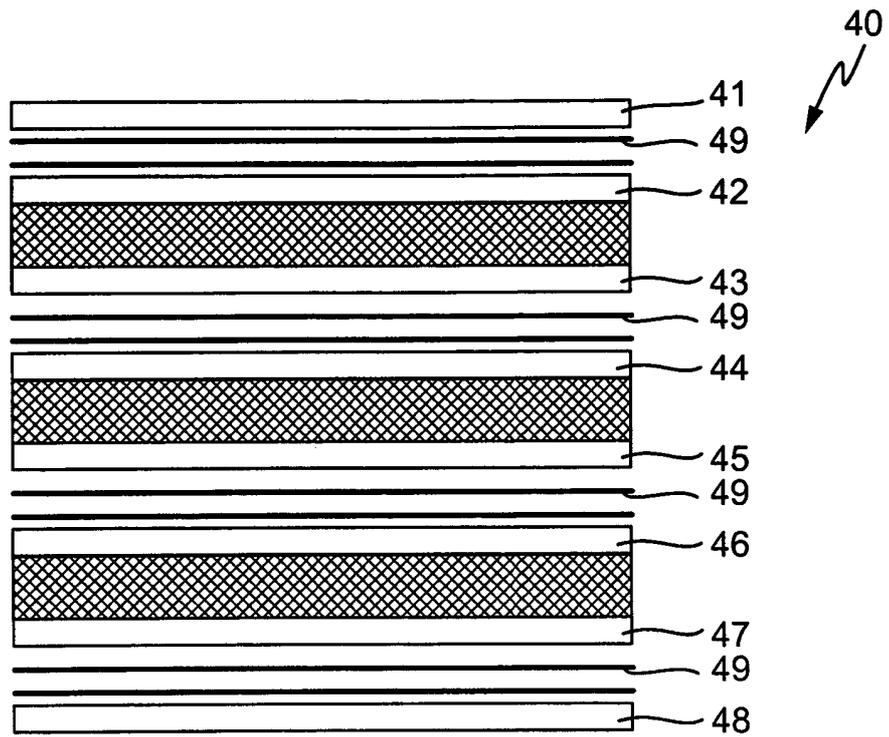


Fig. 5

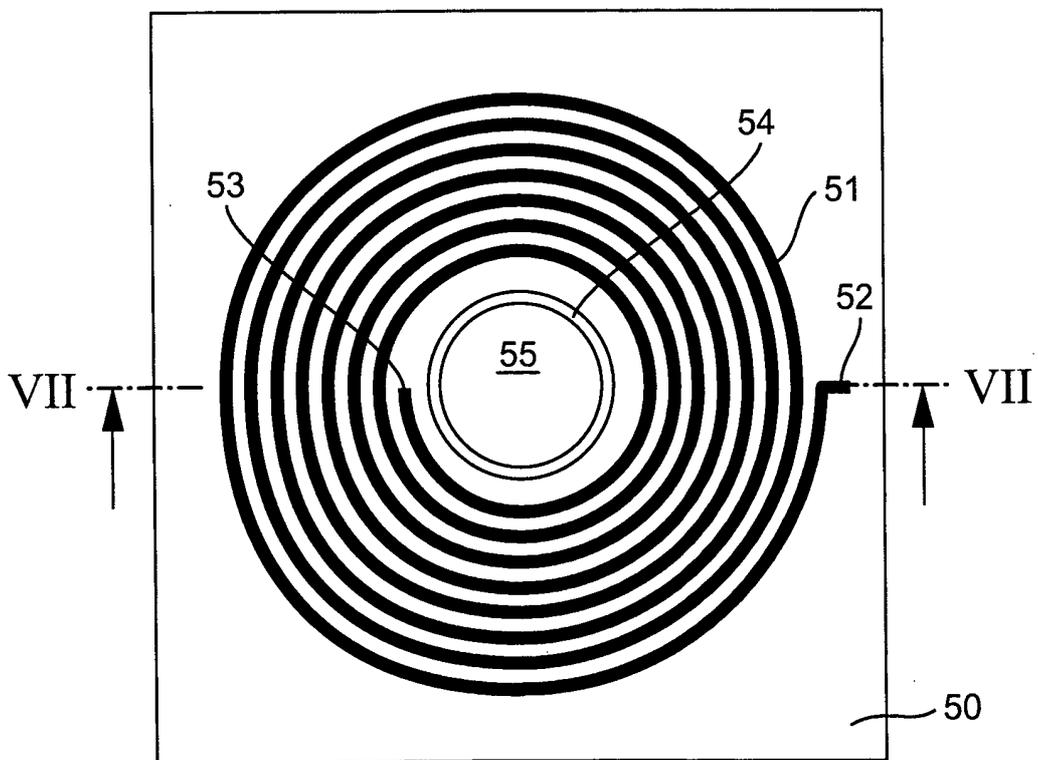
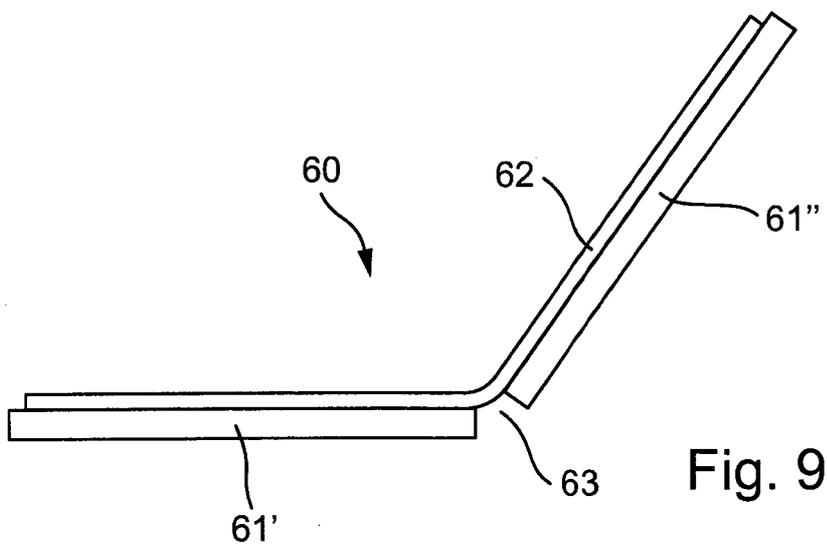
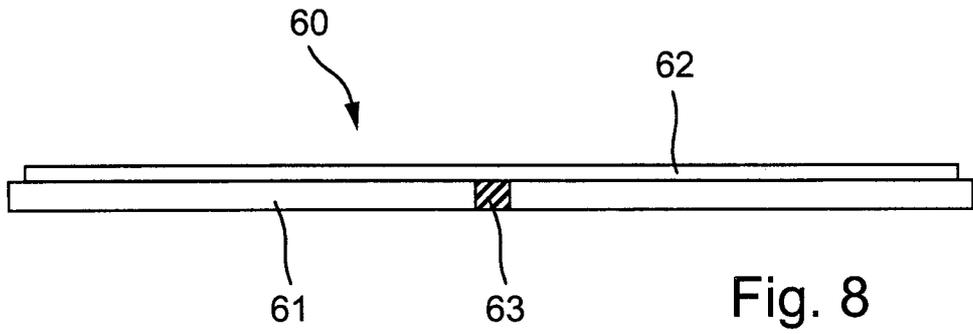
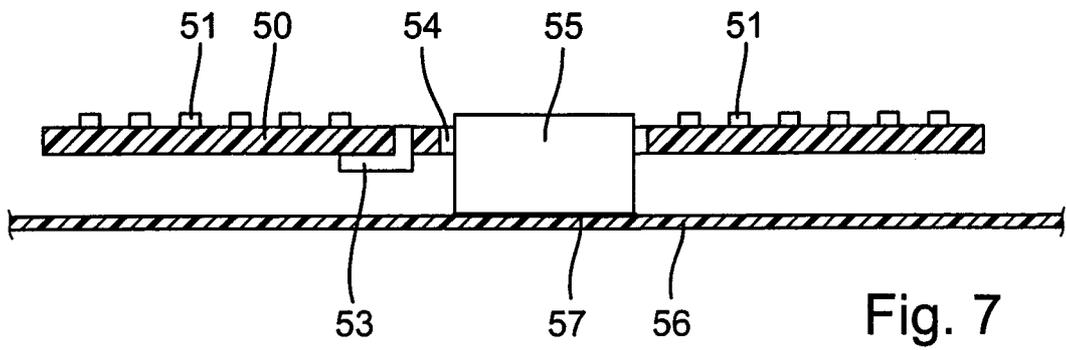


Fig. 6



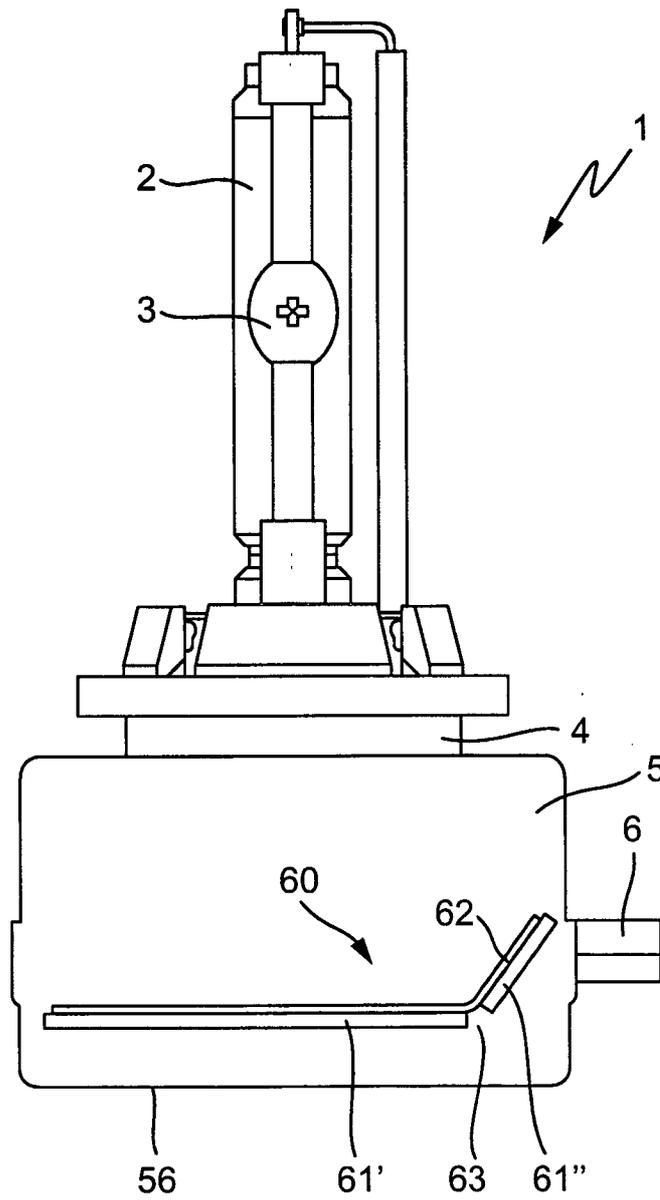
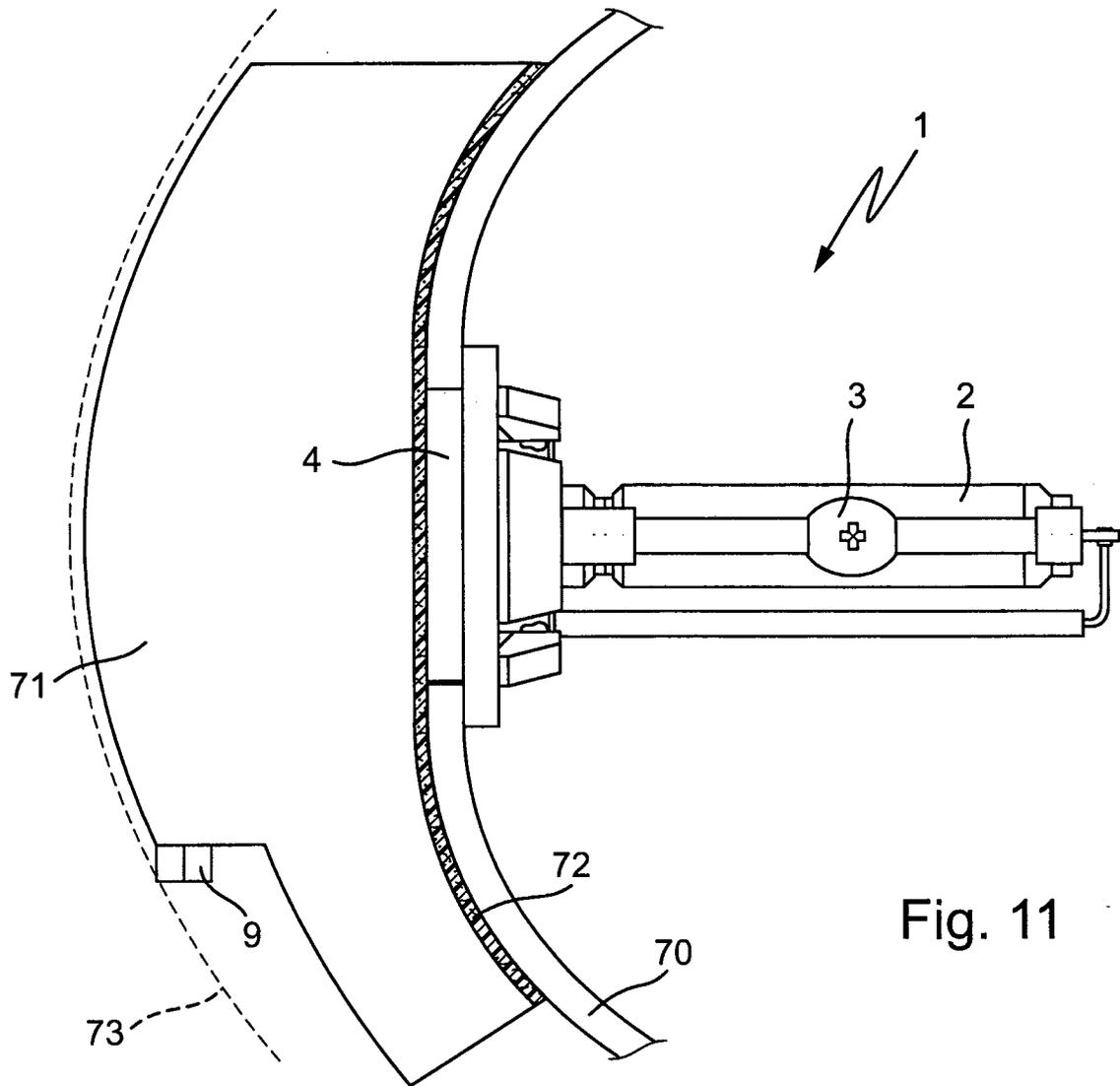


Fig. 10



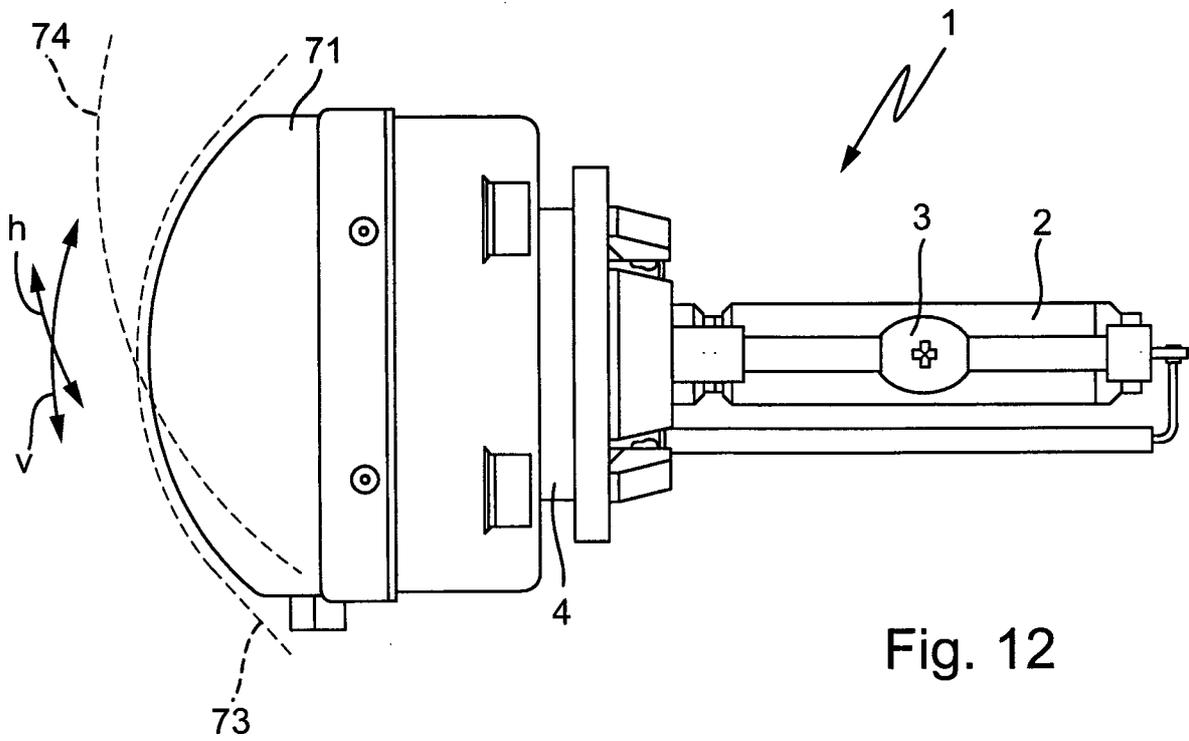
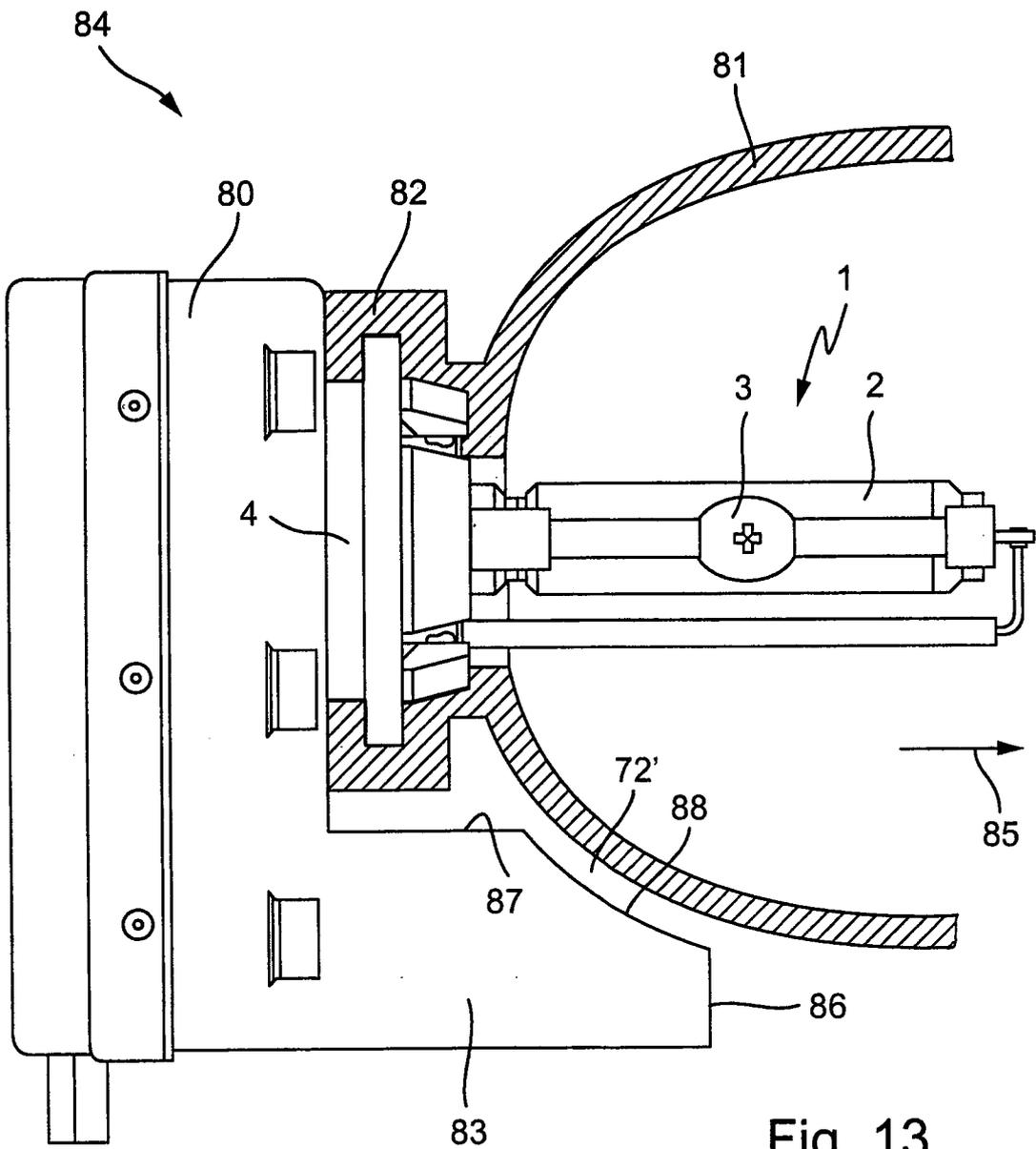


Fig. 12



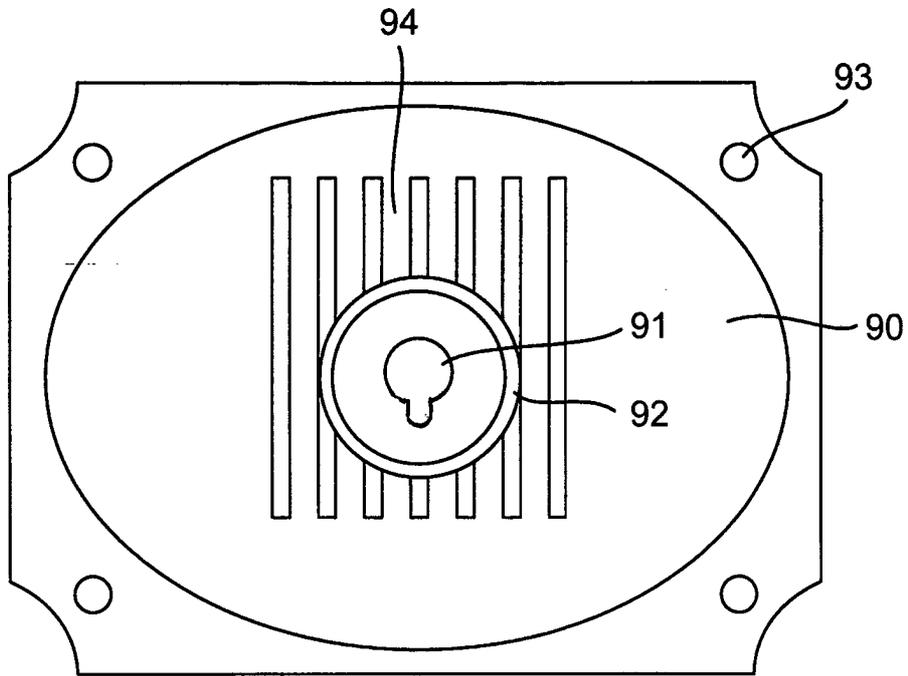


Fig. 14

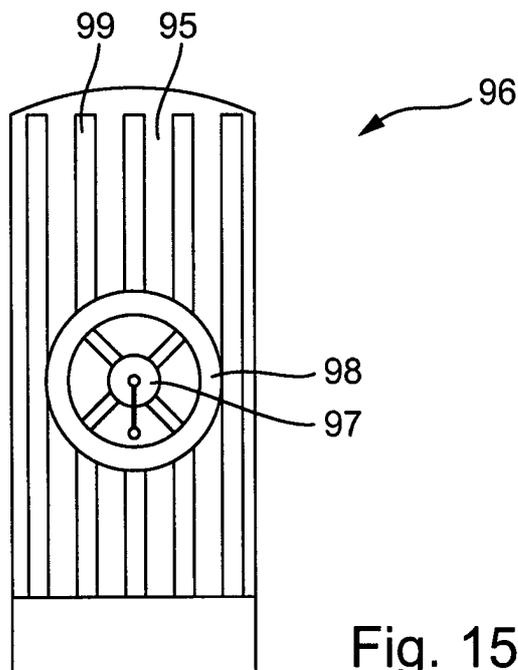


Fig. 15