

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 984 480 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.03.2004 Patentblatt 2004/12

(51) Int Cl.7: **H01J 9/24**, H05B 41/16,
G09F 13/26

(21) Anmeldenummer: **99117139.8**

(22) Anmeldetag: **31.08.1999**

(54) **Verfahren zum Herstellen einer Anzeigeröhre**

Process for the fabrication of a display tube

Procédé pour la fabrication d'un tube d'affichage

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(30) Priorität: **02.09.1998 DE 19839965**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.2000 Patentblatt 2000/10

(73) Patentinhaber: **Neon-Müller Dresden GmbH**
Lichtwerbung
01159 Dresden (DE)

(72) Erfinder: **Müller, Frank R., Dipl.-Ing.**
01326 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Schurack, Eduard F. et al**
Hofstetter, Schurack & Skora
Balanstrasse 57
81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A- 2 393 414 **US-A- 4 303 290**

EP 0 984 480 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Anzeigeröhre für Anzeigezwecke, insbesondere für die Lichtanzeigetechnik und die Ausleuchtung von werbetechnischen Formen.

[0002] Die Ausleuchtung von ausgeformten Schriften zum Zwecke lichtwerblicher oder lichtgestalterischer Präsentation erfolgt nach dem Stand der Technik im wesentlichen mit verformten Hochspannungs-Leuchtröhren. Diese Technologie wurde in den 20er Jahren in Deutschland entwickelt und ist seitdem nahezu unverändert geblieben.

[0003] Die Anordnung von Hochspannungs-Leuchtröhren für derartige Einsatzzwecke erfolgt meist in Reihenschaltung an einem Streufeldtransformator, der die Zünd- und Brennspeisung für Zündung und stabilen Betrieb liefert. Die allgemein verwendete, maximale Leerlaufspannung beträgt 8.000 Volt, nach der neuen europäischen CENELEC-Norm nunmehr 10.000 Volt. Die Installation der Komponenten ist aufwendig, da die Sicherheitsbestimmungen für Hochspannungsanlagen, vorgeschrieben in der VDE 0128 (bzw. europäische Nachfolgevorschrift), gelten. Die Leitungen erfordern einen entsprechenden Isolationsgrad und die Befolgung relativ komplizierter Verlegevorschriften.

[0004] Die Lichtausbeute von Hochspannungs-Leuchtröhren ist sehr gering, sie liegt zwischen 6 und 15 lm/W. Um ausreichende und effektvolle Ausleuchtungsergebnisse, insbesondere bei Anordnung hinter transluzenten Materialien, zu erzielen, sind in der Praxis Parallel-Mehrfachanordnungen von Hochspannungs-Leuchtröhren üblich. Dies führt zu hohen Kosten für Materialkomponenten und Lohnleistungen.

[0005] Die Lebensdauer derartiger Leuchtsysteme liegt in der Praxis bei 10.000 bis 15.000 Brennstunden. Infolge in den letzten Jahren zunehmend festzustellender technologischer Verkürzungen durch Kostendruck, ist die Qualität und damit die wirtschaftliche Betriebsdauer eher rückläufig.

[0006] Figur 1a zeigt beispielhaft die Verwendung einer Hochspannungsröhre nach dem Stand der Technik, um einen Blockbuchstaben L darzustellen. Die Hochspannungsröhre 10, die hierzu in einer auszuleuchtenden lichtdurchlässigen Form 12 angeordnet ist, ist an die Sekundärseite eines Hochspannungstransformators 11 angeschlossen. Während die Spannung U_1 an der Primärseite des Transformators 11 der Netzspannung entspricht, berechnet sich die Spannung U_2 an der Sekundärseite aus dem Kathodenfall (ca. 300 V pro Röhre) plus dem Brennspeisungsbedarf von ca. 400 V pro Meter Rohrlänge.

[0007] Figur 1b zeigt als alternativen Stand der Technik die Verwendung von Standard-Leuchtstofflampen zur Ausleuchtung lichtwerblicher Anzeigen als Ersatz von Hochspannungs-Leuchtröhren. Niederspannungs-Standard-Leuchtstofflampen sind in länglicher, d. h. gestreckter, kreisförmiger, U-förmiger oder Kompaktform

erhältlich. Figur 1b zeigt die Verwendung zweier Niederspannungs-Standard-Leuchtstofflampen 14 und 16 zur Ausleuchtung einer lichtdurchlässigen Form 18, um einen Block-Buchstaben L darzustellen. Bei Verzicht auf die lichtdurchlässige Form 18 ergäbe sich ein ästhetisches Problem, da die gewünschte Form nur sehr vereinfacht darstellbar ist und außerdem die Anschluß- und Halterungstechnik störend sichtbar würde.

[0008] Soll der Buchstabe L jedoch in einer charakteristischeren, ästhetisch ansprechenderen Form, wie beispielsweise in Figur-1c dargestellt, ausgeleuchtet werden, ist hierbei wie folgt vorzugehen: Hinter einer Form 20, die größtenteils abgedunkelte Bereiche 22 aufweist und lediglich im Bereich 24 des darzustellenden L lichtdurchlässig ist, ist eine Niederspannungs-Standard-Leuchtstofflampe 26 angeordnet. Dadurch daß lediglich der Bereich 24 lichtdurchlässig ausgebildet ist, kann ein Betrachter Licht lediglich in der Form des Bereichs 24 erkennen. Durch Färbung des lichtdurchlässigen Bereichs 24 lassen sich die gewünschten Farbwirkungen erzielen. Die Form 20 kann nicht luftdicht ausgebildet werden, da eine Luftzirkulation zur Abführung der von der Lampe 26 erzeugten Wärme nötig ist. Durch diese Luftzuführöffnungen dringen jedoch - vom Licht angezogen - Insekten ein, die bei Berührung der heißen Lampe absterben bzw. auf der Innenseite der Form 20 Flecken hinterlassen. Auch kann durch die Öffnungen Staub eindringen. Dies führt insgesamt zu einer fleckigen, unschönen Anzeige. Für die Bildung eines Schriftzuges müssen mehrere derartige Formen 20 aneinandergereiht werden, was zu einem ästhetisch wenig ansprechenden Eindruck führt. Insbesondere sind hiermit keine Schriftzüge, wie noch im Hinblick auf Figur 15 ausgeführt werden wird, erzeugbar. Insofern ist diese des öfteren angewendete Vorgehensweise auch kein ausreichender Ersatz für die Hochspannungs-Ausleuchtungsröhre.

[0009] Aus der FR 2393414 ist ein Verfahren zum Herstellen einer Anzeigeröhre bekannt, bei dem ein Teil der klassisch durchgeführten Herstellungsweise für floreszierende Lampen angewandt wird. Besonders in einem derartigen klassischen Herstellungsverfahren für floreszierende gebogene Lampen wird ein länglicher Lampenkörper verwendet und in eine geeignete Wärmezone eingebracht, um ihn dort zu erhitzen bis er eine ausreichende Temperatur aufweist, um gebogen zu werden. Anschließend werden die entgegengesetzten Endstücke des besagten Lampenkörpers verbunden um sie so biegen zu können, daß der Lampenkörper eine gebogene Form einnimmt. Danach wird der Lampenkörper entleert und wieder verschlossen, nachdem er mit ionisierendem Gas gefüllt wurde. Schließlich werden elektrische Stecker angebracht.

[0010] Aus der DE 31 12 878 ist eine Niederdrucklampe bekannt, die zur Formgebung in eine Form eingeführt wird. Damit lassen sich Standardformen herstellen.

[0011] Bei einem aus der DE 22 12 536 bekannten Verfahren zur Herstellung von Lampen wird auf das her-

kömmliche Abschmelzen des Stiels an die Lampe, das Evakuieren des Lampenkolbens durch ein Absaugrohr im Stiel sowie das Anbringen von Kontaktstiften an die Stiele nach Bearbeitung des Lampeninneren verzichtet.

[0012] Die DE 34 39 874 betrifft wiederum die Herstellung von Leuchtstofflampen in Standardformen.

[0013] Ebenso beschreibt die DE 27 24 528 eine Leuchtstofflampe, die unter Verwendung einer aufwendigen Biegevorrichtung hergestellt wird.

[0014] Auch die DE-PS 892 505 beschreibt eine Leuchtstofflampe, die durch maschinelles Biegen hergestellt wird.

[0015] Aus der EP 203 194 ist eine Leuchtstofflampe bekannt, die aus standardisierten U-Typen zusammengesetzt ist, wobei im Ergebnis nur W-Typen und WW-Typen hergestellt werden.

[0016] Die DD 267 349 beschreibt ein Verfahren zum Spülen und Füllen einer Niederdruckgasentladungslampe, wobei beim Pumpen die Gase auf der einen Seite in das Glas hinein-, auf der anderen Seite aus dem Glas herausgeleitet werden.

[0017] Aus der DE 30 03 700 und der damit korrespondierenden US 4,303,290 ist ein Verfahren zum Evakuieren einer Leuchtstoffröhre beziehungsweise -lampe bekannt.

[0018] Die DE 34 39 326 betrifft eine Auspumpvorrichtung für Kolben elektrischer Lampen, insbesondere ringförmige Leuchtstofflampen. Sie beschreibt die Verwendung einer Biegemaschine zur maschinellen Fertigung von Standardlampen.

[0019] Die DD 133 381 betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Entladegefäßes für Hochdrucklampen.

[0020] Die DD 52 494 beschreibt ein Verfahren zum Verschmelzen von Pumpproben, insbesondere bei Leuchtstofflampen.

[0021] Schließlich ist aus der DE 32 12 276 eine U-förmige Leuchtstofflampe bekannt, bei der eine Zündhilfe in der Nähe der Elektroden aufgebracht ist.

[0022] Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer Anzeigeröhre vorzuschlagen, dessen danach hergestellte Anzeigeröhre für lichtwerbliche oder lichtgestalterische Präsentation geeignet ist, ein wesentlich besseres Verhältnis aus Lichtstrom und aufgewendeter elektrischer Leistung als im Stand der Technik bereitstellt, und hinsichtlich des Installationsaufwands unkompliziert ist.

[0023] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 1.

[0024] Als Gas bzw. Gasgemisch kommen bevorzugt reines Neon, für sogenannte Rotentladungssysteme, die nur rot leuchten können, oder eine Mischung aus Neon-Argon-Stickstoff in Verbindung mit Quecksilber, für sogenannte Blauentladungssysteme, die alle Leuchtfarben ermöglichen, in Betracht.

[0025] Eine nach diesem Verfahren hergestellte Anzeigeröhre, die keinesfalls Beleuchtungszwecken, sondern nur Anzeigezwecken dient, hat darüber hinaus eine Vielzahl von gewichtigen Vorteilen.

[0026] In Ausführungsbeispielen konnten Anzeigeröhren mit einem Verhältnis von Lichtstrom zu elektrischer Leistung von 30 bis 70 lm/W (Lichtausbeute) realisiert werden. Damit ist die Energiebilanz um ein Vielfaches besser als bei den Hochspannungs-Leuchtröhren gemäß dem Stand der Technik.

[0027] Eine derart hergestellte Anzeigeröhre wird lediglich mit Niederspannung betrieben, weshalb die maximale auftretende Spannung im Bereich der Netzspannung liegt. Daraus ergeben sich wesentlich geringere Anforderungen an den Montageaufwand, die Sicherheitsanforderungen sowie hinsichtlich des Materialeinsatzes. Während beim Stand der Technik gemäß den Hochspannungs-Leuchtröhren für die Montage ein Neonfachmann mit Zulassung des zuständigen örtlichen Energieversorgungsunternehmens (Hochspannung!) nötig war, kann gemäß der vorliegenden Erfindung ein beliebiger Elektriker eine derartige Röhre anschließen, insbesondere können nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Anzeigeröhren nach den Niederspannungs-Installationsvorschriften installiert werden und sind damit sicherheitstechnisch unproblematisch. Dies alles resultiert in wesentlich geringeren Montagekosten.

[0028] Eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Anzeigeröhre läßt sich überdies durch Einsatz eines Lichtfühlers oder Beleuchtungsstärkemessers in Verbindung mit einem mehrstufigen Vorschaltgerät und der Wendelheizung der Elektroden an die Umgebungshelligkeit in einer geeigneten, weiter unten dargestellten Anschaltung anpassen.

[0029] Während die Hochspannungs-Anzeigeröhren aus dem Stand der Technik bei niedrigen Umgebungstemperaturen eine schlechte Ausleuchtungsqualität liefern, d. h. das Bild ist fleckig und inhomogen, ergeben sich beim Kältebetrieb der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Anzeigeröhre durch den höheren Betriebsstrom deutlich günstigere Verhältnisse. Derartige hohe Betriebsströme, die für die hohe Lichtausbeute der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre ursächlich sind, lassen sich bei den aus dem Stand der Technik bekannten Hochspannungsrohren nicht erzielen. Hochspannungsrohren für Werbezwecke, wie sie im Stand der Technik bekannt sind, werden mit ca. 15 bis 100 mA betrieben. Sog. Slimlineröhren, für die sehr große Transformatoren benötigt werden, und die deshalb für die Verwendung in der Lichtanzeigetechnik ungeeignet sind, werden mit Betriebsströmen bis zu 300 mA betrieben. Im Gegensatz dazu beträgt der Betriebsstrom in einer bevorzugten Ausführungsform der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre 170 bis 600 mA.

[0030] Durch das Dauerheizen der Elektrodenwendel wird ein flackerfreies Einschalten mit definiertem Einschaltzeitpunkt erzielt, wodurch diese Ausführungsform der Anzeigeröhre zum Aufbau von Darstellungen mit hohen Schaltfrequenzen, z.B. für digitale oder analoge Betriebswertdarstellungen (Zählanzeige, Uhren, Spiel-

standsanzeigen für Sportstadien, usw.) eingesetzt werden kann.

[0031] Aufgrund der Verwendung von Niederspannung ist auch der Wartungsaufwand deutlich geringer als bei den Anzeigeröhren nach dem Stand der Technik, während die Lebensdauer zumindest gleich hoch, wenn nicht höher liegt.

[0032] Das Verfahren erfordert zum reibungslosen Betrieb eine zusätzliche Ionisierungshilfe, die in Form von Zündhilfen wie Zündstreifen, Glühstarter, Kondensatorschaltungen ausgebildet sein kann. Beim Betrieb der Röhre mit elektronischem anstelle eines induktiven oder kapazitiven Vorschaltgeräts wird diese Funktion vom Vorschaltgerät übernommen, da hier das Verhältnis von Widerstand der Entladungssäule zu erforderlicher Zündenergie günstiger ist.

[0033] Zum Dimmen der Anzeigeröhre kann in Verbindung mit dem Vorschaltgerät eine Dimmvorrichtung vorgesehen sein, im Fall eines induktiven Vorschaltgeräts beispielsweise eine Drossel mit mehreren Abgriffen bzw. eine Serienschaltung mehrerer Drosseln mit dazwischenliegenden Abgriffen oder ein für eine entsprechende Funktion ausgebildetes elektronisches Vorschaltgerät. Der für die Heizung der Wendelelektroden verwendete Heiztransformator kann ebenfalls bereits im Vorschaltgerät vorgesehen sein.

[0034] In besonders vorteilhafter Weise kann mit der Anzeigeröhre ein Lichtfühler (Leuchtdichtemesser mit Schaltfunktion) verbunden sein. Im Zusammenwirken mit der Dimmvorrichtung kann somit beispielsweise in der Dämmerung die Lichtleistung erhöht werden und dann stufenweise bei zunehmender Dunkelheit wieder zurückgeschaltet werden. Beim Dimmen ist zu beachten, daß durch die Absenkung der Anzeigeröhrenspannung der Wendelstrom verringert wird. Bei Unterschreiten einer vorbestimmten Anzeigeröhrenspannung kann dies eine Dauerheizung der Wendeln erfordern, damit der reduzierte Energiefluß durch den Heizstrom kompensiert wird. Andernfalls würde die Gefahr einer Zerstörung der Anzeigeröhre oder zumindest der Unmöglichkeit des Wiederzündens bestehen.

[0035] Je nach Wahl des Leuchtstoffs bzw. des Leuchtgasgemisches lassen sich unterschiedliche Farben realisieren.

[0036] Die Zünd- und Lampenspannung der unterschiedlichen hergestellten Rohrlängen der Anzeigeröhre, die sich aus dem Gestaltungs- und Einsatzzweck ergeben, werden durch die Wahl des geeigneten Vorschaltgeräts dem Bedarf angepaßt.

[0037] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Anzeigeröhre kann auf verschiedene Weise betrieben werden: Bei Dauerbetrieb der Anzeigeröhre werden die Wendelelektroden bis zum Zünden vorgeheizt, dann wird die Heizung abgeschaltet. Diese Betriebsart findet vorzugsweise dann Anwendung, wenn keine hohe Schalzhäufigkeit erforderlich wird, also z.B. in einer Werbeanlage, die abends eingeschaltet und morgens ausgeschaltet wird.

[0038] Bei hoher Schalzhäufigkeit mit definiertem Einschaltzeitpunkt oder in Effektschaltungen mit beabsichtigten stetigen Betriebswerteveränderungen, wie z.B. mittels Phasenanschnittsteuerung, muß die Dauerheizung angewendet werden, d.h. die Wendeln liegen nach Inbetriebsetzung der Gesamtanlage dauernd an der Heizspannung und werden durch den jeweiligen Schaltimpuls des Impulsgebers, z.B. in Form eines elektronischen Uhrenbausteins, gezündet.

[0039] Für die Anwendung mit einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre ist insbesondere ein Vorschaltgerät vorteilhaft, dessen äußere Form derart gestaltet ist, daß es in die Anzeigeröhre einbaubar ist. Dies wird ermöglicht bei einem System aus Anzeigeröhre und Vorschaltgerät aufgrund der niedrigen verwendeten Spannungen, weshalb die Vorschaltgeräte kleiner als im Stand der Technik gehalten werden können. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0040] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es stellen dar:

- | | | |
|----|----------|---|
| 25 | Figur 1 | Lichtwerbeanzeigen beleuchtet mit einer Hochspannungs-Leuchtstofflampe bzw. Niederspannungs-Leuchtstofflampen nach dem Stand der Technik; |
| 30 | Figur 2 | eine Lichtwerbeanzeige beleuchtet mit einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre; |
| 35 | Figur 3 | eine Detaildarstellung einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre; |
| 40 | Figur 4a | eine Beschaltung der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre für Vorheizung bei Gegenschaltung; |
| | Figur 4b | eine Beschaltung der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre für Vorheizung bei Zuschaltung; |
| 45 | Figur 5 | eine Beschaltung einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre für Dauerheizung; |
| 50 | Figur 6 | eine Beschaltung zweier nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren für Dauerheizung; |
| 55 | Figur 7 | eine Beschaltung für Dauerheizung von fünf nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren; |
| | Figur 8 | den Einsatz dreier nach dem erfindungsge- |

- mäßigen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren in einem elektronischen Farbmischer bei Dauerheizung;
- Figur 9 eine Beschaltung einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre für Dauerheizung mit Spannungsüberhöhung;
- Figur 10 eine Beschaltung einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre für Dauerheizung mit Spannungsüberhöhung für elektronische Steuerung;
- Figur 11 eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Anzeigeröhre in einer Ausbildung als Segment einer 7-segmentigen Anzeige;
- Figur 12 eine 7-Segment-Anzeige unter Verwendung von sieben nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren;
- Figur 13 vier Vorheiztransformatoren für unterschiedliche Einsatzzwecke;
- Figur 14 ein Vorschaltgerät, das ein stufiges Dimmen ermöglicht;
- Figur 15 schematisch die Verwendung des Anschlußsystems bei der Darstellung eines Buchstabens "S";
- Figur 16 Ausführungsformen eines Adapters, den das Anschlußsystem umfaßt, und Beispiele der Verwendung unterschiedlicher Adapterausführungsformen; und
- Figur 17 ein Beispiel unter Verwendung mehrerer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren.

[0041] Figur 2 zeigt eine Anzeigeröhre 30, die eine wunschgemäße Form, hier ein geschwungenes L, hat und nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurde. Strichliert ist eine lichtdurchlässige optionale Form 32 eingezeichnet. Weiterhin sind die Lampenenden 34 eingezeichnet, die in vergrößerter Darstellung in Figur 3 abgebildet sind.

[0042] Bei dem Verfahren zur Herstellung einer Anzeigeröhre für Anzeigezwecke, beispielsweise zum Einsatz in Lichtwerbeanlagen, als Ausleuchtungslichtquelle sowie für geformte, linienförmige architektonische Lichtgestaltungen, wird in einem ersten Schritt ein mit einem Leuchtstoff beschlämmtes Glasrohr manuell in eine beliebige Form gebogen. Hierzu wird das Glasrohr

30 an den jeweils zu biegenden Stellen bis zu einer Temperatur erhitzt, so daß sie anschließend von einem Glasbläser in die gewünschte Form gebogen werden kann. In einem nächsten Schritt werden an jedem Ende des nunmehr verformten Glasrohrs Wendelelektroden 36, siehe Figur 3, eingeschmolzen, wobei zumindest eine Wendelelektrode mit einem Pumpstutzen 38 versehen ist. Durch externe Energiezuführung, beispielsweise durch ein Hochfrequenzgerät oder einen Heizofen, wird das Glasrohr erhitzt, um zum einen die Oxidation störender Bestandteile des Rohlings zu bewirken und um andererseits die Formierung der Wendelelektroden herbeizuführen. Dabei handelt es sich um den Umwandlungsprozeß der auf den Metallelektroden aufgetragenen Aktivierungspaste in ein Wolframoxid, welches für die Ladungsträgeremission benötigt wird. Weiterhin werden Spülgase in das Glasrohr eingebracht und zusammen mit den entstandenen Gasen in einer Pumpvorrichtung über den mindestens einen Pumpstutzen 38 aus dem Glasrohr entfernt. Diese Schrittfolge des Erhitzens und Spülens wiederholt sich sooft, bis sich die unerwünschten chemischen Bestandteile unter einer bestimmten Grenze befinden. Anschließend wird die Röhre bis zu einem bestimmten Unterdruck über den Pumpstutzen 38 leergepumpt, mit dem erforderlichen Gas bzw. Gasgemisch und, soweit erforderlich, unter Zugabe von Quecksilber gefüllt, vom Pumpstutzen 38 abgeschmolzen und sodann eingebrannt.

[0043] Die Ausheiztemperatur liegt in Glasrohrmitte etwa in einem Bereich zwischen 350 und 550 °C, vorzugsweise 400 °C, und an den Elektroden in einem Bereich von 1.000 bis 1.200 °C, vorzugsweise 1.100 °C.

[0044] Während bei einer Hochspannungsröhre diese Temperatur durch Strombelastung der dort vorhandenen Becherelektroden durch einen angeschlossenen Bombarder erzielt würde, wären die in der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre verwendeten Wendelelektroden dafür nicht geeignet. Die empfindlichen Glühwendeln würden, wollte man die Ausheiztemperatur nach dem Stand der Technik gemäß der Hochspannungsröhre durch Elektrodenglühen erzielen, durchbrennen.

[0045] Deshalb muß der erforderliche Wärmeeintrag extern, z.B. unter Verwendung eines Ausheizofens, erfolgen. Dieser wird neben dem Pumpstand so platziert, daß sowohl Pumpstengel, als auch die hitzegeschützte elektrische Zuleitung durch die Wandung des Ofens durchgeführt wird. Die Röhrenrohlinge werden in den Ofen in geeigneter Weise eingebracht, an den Pumpstengel angeschmolzen und die Elektroden an die elektrische Zuleitung angeschlossen. Dann wird der Ofen auf eine Temperatur von ca. 350 - 550 °C hochgefahren, wobei die gesamte Anzeigeröhre möglichst gleichmäßig auf diese Temperatur zu bringen ist, über Pumpstand und Pumpstengel das bekannte Pumpverfahren durchgeführt und die Elektroden durch einen Stromeintrag von ca. 500 bis 1000 mA formiert. Durch diesen kurzzeitigen Stromfluß über die Elektrodenwendeln für

eine Dauer von 1 bis 2 Minuten mittels eines außerhalb des Ofens befindlichen Netzgeräts werden hierbei Temperaturen von 1000 bis 1200 °C an den Elektroden erzeugt. Danach werden die Röhren zwischengekühlt, gespült, entleert, gasgefüllt, heruntergetempert, abgeschmolzen und anschließend eingebrannt.

[0046] In einem weiteren Schritt kann als Ionisierungshilfe ein Zündstreifen auf der Anzeigeröhre aufgebracht werden. Dafür geeignet ist beispielsweise ein Metallfolienstreifen, der einen Masseanschluß erhält. Andere Arten der Aufbringung eines Zündstreifens sind dem Fachmann bekannt.

[0047] Um die Wendelelektroden für den Betrieb der Anzeigeröhre zur Vermeidung des schädlichen Kaltstarts auf Emissionstemperatur zu bringen, wird ein Heiztransformator verwendet, dessen Heizspannung die Elektrodenwendel zugeführt wird. Die Heizspannung, die benötigt wird, um die Zündbereitschaft der Elektrodenwendel herbeizuführen, ist vom Widerstand der Drahtwendel abhängig. Dieser ist je nach Konstruktion des Herstellers unterschiedlich und die Heizspannung muß entsprechend angepaßt werden. Die Heizspannung liegt jedenfalls in den Grenzen zwischen 5 V und 9 V. Insbesondere in Verbindung mit der beschriebenen Ionisierungshilfe wird somit ein schonendes Zündverfahren der Anzeigeröhre sichergestellt. Zu beachten ist bei der Dimensionierung, daß über eine Wendel die Summe aus Anzeigeröhren- und Heizstrom fließt.

[0048] Versuche haben einen günstigen Einfluß der Dauerheizung auf die Lebensdauer von nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren ergeben, weil vermutlich durch die gleichmäßige Wendelheizung kein ausgeprägter Brennfleck auf der Wendel entsteht und so eine punktförmige Abnutzung vermieden wird.

[0049] Figur 4a und 4b zeigen Schaltungsvarianten, die eingesetzt werden können, wenn die Anzeigeröhre im Kältebetrieb arbeiten soll und der Anzeigeröhrenstart durch ausreichende Wendelvorheizung gesichert werden muß. Die Transformatordimensionierung hat so zu erfolgen, daß die Wendel bei Unterspannung des Netzes noch die notwendige Emissionstemperatur erreicht, bei Überspannung jedoch ein Verdampfen des Emitters vermieden wird. Bei der in Figur 4a gezeigten Variante der Vorheizung, bei der die Sekundärwicklungen 40, 42 des Heiztransformators in Gegenschaltung betrieben werden, liegt bei ungezündeter Röhre am Heiztransformator und an der Anzeigeröhre die Netzspannung, minus die doppelte Heizspannung an. Am Vorschaltgerät 48 fällt bei der geringen Leerlaufast wenig Spannung ab.

[0050] Bei der in Figur 4b dargestellten Vorheizungsvariante, bei der entsprechende Bauteile mit entsprechenden Bezugszeichen gekennzeichnet sind, sind die Sekundärwicklungen in Zuschaltung betrieben, weshalb an Heiztransformator und Anzeigeröhre ungefähr die Summe aus Netzspannung plus doppelter Heiz-

spannung anliegen.

[0051] Im Moment des Einschaltens heizen die Heizwicklungen des Transformators die beiden Wendeln bis zur Emissionstemperatur auf. Der aufgetragene Zündstreifen 50 verringert den Längswiderstand des Anzeigerohres, so daß ein Durchzünden des Rohres ohne zusätzlichen Startimpuls erfolgt.

[0052] Selbstverständlich kann die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Anzeigeröhre als Ersatz für den beschriebenen Zündstreifen auch mit anderen Zündhilfen, z.B. einer Kondensatorkaskade (für schnelle Schaltfolgen) oder einem Glimmstarter (bei geringer Schalthäufigkeit) betrieben werden.

[0053] Bei der Vorheizschaltung bricht nach erfolgter Zündung die Spannung am Transformator auf die Anzeigeröhrenspannung zusammen und der Heiztransformator ist damit praktisch abgeschaltet. Bei Neigung des Netzes zu Unterspannung ist die in Figur 4b dargestellte Schaltungsvariante mit Zuschaltung, bei häufigen Überspannungen die in Figur 4a dargestellte Variante mit Gegenschaltung der Heizwicklungen zur 220 Volt-Wicklung zu bevorzugen.

[0054] Der Zündstreifen 50 muß in ein definiertes Verhältnis zur Netzspannung gebracht werden. Entweder erhält er Schutzleiterpotential oder er wird über einen Widerstand von 1 M Ω an einen Leiter angeschlossen.

[0055] Figur 5 zeigt eine Schaltungsvariante mit Dauerheizung der Wendeln.

[0056] Figur 6 zeigt eine Schaltungsvariante für Dauerheizung zum Betrieb von zwei nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren. Sie umfaßt zwei Vorschaltgeräte 50, 52, zwei Anzeigeröhren 54, 56, zwei Zündstreifen 58, 60, eine Primärseite des Heiztransformators 62, eine Wicklung 64 für die Rückführung für beide Röhren sowie pro Röhre eine Wicklung 66 bzw. 68 zur Zuführung des Anzeigeröhrenstroms.

[0057] Figur 7 zeigt eine erweiterte Schaltungsvariante für Dauerheizung, die für den Betrieb von fünf Anzeigeröhren ausgelegt ist.

[0058] Figur 8 zeigt einen unter Verwendung von drei nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren aufgebauten elektronischen Farbmischer, wobei die Anzeigeröhren in Dauerheizung betrieben werden. Dieser Farbmischer umfaßt eine erste rote Anzeigeröhre 70, eine zweite blaue Anzeigeröhre 72 sowie eine dritte grüne Anzeigeröhre 74. Jede Anzeigeröhre hat ein Vorschaltgerät 76, 78, 80 zugeordnet. Weiterhin ist eine Steuerelektronik 84 vorgesehen, die über eine Wicklung 86 mit der Primärwicklung des Heiztransformators 88 in Verbindung steht.

[0059] Bei der in Figur 9 dargestellten Schaltungsvariante kann unter Dauerheizung eine Spannungsüberhöhung erzielt werden. Eine Anzeigeröhre 90, die mit einem Zündstreifen 100 gekoppelt ist, steht über ihre Wendeln mit den Sekundärseiten 94 und 96 des Heiztransformators in Verbindung. Weiterhin ist ein Vorschaltgerät 98 vorgesehen, das sich in Serienschaltung

zu einer Wicklung 102 befindet, mit der die Spannungsüberhöhung erzielt wird. Die Primärwicklung 92 des Heiztransformators liegt an Netzspannung an.

[0060] Die in Figur 10 gezeigte Abwandlung verfügt überdies über eine elektronische Steuerung 104, die beispielsweise der Steuerung der Ein- und Ausschaltzeitdauer zur Ausführung von Lichteffekten dienen kann.

[0061] Die in Figur 9 und Figur 10 gezeigten Varianten bieten Lösungen für Anzeigeröhren, die aufgrund ihrer konstruktiven Daten auf der Basis der Netzspannung nicht betrieben werden können. Durch die Reihenschaltung der Wicklung 102 mit der Primärwicklung 92 kann eine überhöhte Speisespannung erzielt werden. Beispielsweise wenn die Netzspannung 220 Volt beträgt, kann die Wicklung 102 so dimensioniert werden, daß an ihr 40 Volt abfallen, wobei somit eine überhöhte Speisespannung von 260 Volt zur Verfügung steht (bei zugeschalteten Heizwicklungen) bzw. 245 Volt (bei gegenschalteten Heizwicklungen).

[0062] Der große Vorteil dieser Schaltungsanordnung besteht darin, daß unter Beibehaltung eines technologisch und lichttechnisch sehr günstigen Glasrohrdurchmessers Rohrlängen von nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren realisiert werden können, die über 1 m Länge liegen und sehr gut die Forderung nach Ausleuchtung kleiner Flächen, aber auch nach kleinen kältefesten Ausleuchtungskörpern erfüllen.

[0063] Figur 11 zeigt eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Anzeigeröhre 100, die derart geformt ist, daß sie in einer in Figur 12 dargestellten 7-Segment-Anzeige 110 eingesetzt werden kann. Insbesondere bei Betrieb in Dauerheizung können äußerst kurze Einschaltzeiten erzielt werden, so daß die in Figur 12 dargestellte 7-Segment-Anzeige 110 beispielsweise als Anzeigestelle einer Digitaluhr verwendet werden kann.

[0064] Figur 13 zeigt verschiedene Ausführungsformen für einen Vorheiztransformator. In Figur 13a ist die Wicklung 120 an Netzspannung angeschlossen, während die Wicklungen 122 bzw. 124 mit der einen bzw. der anderen Seite der Anzeigeröhre verbunden werden. In einem Dimensionierungsbeispiel sind die Wicklungen 122 und 124 für eine Spannung von 6,8 Volt und einen Strom von ungefähr 0,4 A jeweils ausgelegt. Figur 13b zeigt einen Vorheiztransformator, der für den Betrieb von zwei Anzeigeröhren ausgelegt ist. Die Wicklung 126 ist an die Netzspannung angeschlossen. Die Wicklungen 128 und 130 stellen die Stromzufuhr zur jeweiligen Anzeigeröhre bereit, während die Wicklung 132 als gemeinsame Stromrückleitung beider Röhren dient und deshalb für einen Stromfluß ausgelegt ist, der doppelt so hoch ist, wie der durch die Wicklungen 128 und 130. In Figur 13c ist die Wicklung 140 am Netz angeschlossen, während die Wicklungen 142 bzw. 144 mit dem Anzeigeröhreneingang bzw. dem Anzeigeröhrenaussgang verbunden sind. Die Wicklung 146 dient der Erzeugung

einer erhöhten Anzeigeröhrenspannung, wie sie im Zusammenhang mit Figur 9 beschrieben wurde.

[0065] Figur 13d zeigt einen Vorheiztransformator zum Betrieb einer 7-Segment-Anzeige. Die Wicklung 150 ist mit Netzanschluß verbunden, während die Wicklungen 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164 mit den jeweiligen Anzeigeröhreneingängen verbunden sind und die Wicklung 166 die gemeinsame Stromrückführung für alle Anzeigeröhren darstellt. Es ist offensichtlich, daß die Wicklung 166 für den siebenfachen Strom der Wicklungen 152 bis 164 ausgelegt sein muß.

[0066] Figur 14 zeigt ein Vorschaltgerät, das ein stufes Dimmen der Anzeigeröhre ermöglicht. Hierfür ist eine Drossel 130 mit zwei Abgriffen 132 und 134 vorgesehen. Ein Ausgang 136 wird mit der Anzeigeröhre verbunden, während drei Eingänge 138, 140, 142 bereitgestellt sind, die drei Leistungsbereichen entsprechen, wobei der Leistungsbereich des Eingangs 138 der größte und der Leistungsbereich des Eingangs 142 der niedrigste ist. Die Umschaltung zwischen den einzelnen Leistungsbereichen kann elektronisch erfolgen. Das Vorschaltgerät kann überdies mit einem Beleuchtungsstärkemesser zur Bestimmung der Umgebungshelligkeit verbunden werden, der beispielsweise eine Photozelle umfaßt und der zur Steuerung des Vorschaltgerätes verwendet werden kann. So kann beispielsweise bei einsetzender Dämmerung der Eingang mit der höchsten Leistung gewählt werden, während bei voller Dunkelheit dem Eingang mit der niedrigsten Leistung der Vorzug gegeben werden kann. Das jeweilige Vorschaltgerät kann hinsichtlich seiner Ausgangsspannung an die Länge der Anzeigeröhre angepaßt sein.

[0067] Besonders vorteilhaft ist es, den Heiztransformator in das Vorschaltgerät aufzunehmen und das Vorschaltgerät derart auszubilden, daß es in der Anzeigeröhrenkaschierung untergebracht werden kann. Dies führt zu einer weiteren Vereinfachung der Montage. Bei dieser Variante hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die mindestens eine Drossel und der mindestens eine Heiztransformator auf einem gemeinsamen Kern angeordnet sind.

[0068] Bei Verwendung eines elektronischen Vorschaltgeräts anstelle des soeben beschriebenen induktiven Vorschaltgeräts wird anstatt einer Drossel 130 elektronisch zwischen verschiedenen Leistungsbereichen umgeschaltet. Auch hierdurch ergibt sich die Dimmfähigkeit der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhre.

[0069] Die Figuren 15 und 16 zeigen ein Anschlußsystem umfassend standardisierte Steckverbindungen, mit denen die den Anzeigeröhren zugeordneten Vorschaltgeräte auf unkomplizierte Art verbunden werden können. Dabei wird die Zuführung der Netzspannung so mitgeführt, daß sie an jeder Anschlußstelle abgegriffen und auf eine Mehrfachzuleitung verzichtet werden kann. Mit diesem Steckverbindingssystem ist es auch in besonders vorteilhafter Weise möglich, die Anordnung der einzelnen Vorschaltgeräte in den mitunter gestaltungs-

gemäß kompliziert geformten Röhrenkaschierungen formangepaßt einzubauen, so daß besondere Unterbringungsmöglichkeiten, z.B. in Form von extra angeordneten Gerätegehäusen, nicht erforderlich werden. Dies führt zu weiterer Kostenersparnis und Verbesserung der ästhetischen Wirkung der Gesamtanordnung.

[0070] Fig. 15 zeigt beispielhaft einen Buchstaben "S" mit einer abgewickelten Länge von 6 m. Die Technologie der erfindungsgemäßen Herstellung der Anzeigeröhren läßt nur eine Maximallänge von ca. 1,5 m für eine Anzeigeröhre zu. Werden beispielsweise daher 4 Anzeigeröhren AZ1 bis AZ4 verwendet, um das "S" zu bestücken, so werden hierfür auch 4 Vorschaltgeräte VG1 bis VG4 benötigt. Der Übersichtlichkeit halber sind die Anschlüsse der Anzeigeröhren an die Vorschaltgeräte nicht eingezeichnet. Lediglich VG4 ist mit dem Netzanschluß verbunden. An das Vorschaltgerät VG4 schließt sich in serieller Verknüpfung das Vorschaltgerät VG3, daran wiederum das Vorschaltgerät VG2 und daran schließlich das Vorschaltgerät VG1 an. Die Netzspannung wird seriell durch alle Vorschaltgeräte durchgeschleift, weshalb sich separate Anschlüsse der Vorschaltgeräte an die Netzspannung erübrigen.

[0071] Das Stecksystem für die Vorschaltgeräte, die beispielsweise bei induktiver Ausführung eine Drossel und den Heiztransformator umfassen, ist detaillierter in der Fig. 16 dargestellt. Fig. 16a zeigt zwei Beispiele für die grundsätzliche Verknüpfung. Ein Stecker 150a, der auf seiner einen Seite an eine Leitung 158a angeschlossen ist, die die Netzspannung und ggf. Steuersignale führt, weist auf seiner anderen Seite Anschlußpins zum Anschluß an eine Drossel 154 auf. Die Drossel 154 weist an ihrer anderen Seite Anschlüsse zur Verbindung mit einem Adapter 156 auf. Die andere Seite des Adapters 156 weist ebenfalls Anschlußpins zum Anschluß an die erste Seite eines Heizungstransformators 152 auf, während an der anderen Seite des Heizungstransformators 152 wiederum ein Stecker 150 b zum Weiterführen der Netzspannung und ggf. der Steuersignale an ein nächstes Vorschaltgerät anschließbar ist. Fig. 16a zeigt beispielhaft die Verbindung unter Verwendung eines 0°-Adapters (links) und eines 45°-Adapters (rechts).

[0072] Fig. 16b zeigt verschiedene Adapter 16 zum Einsatz in dem Anschlußsystem, die sich durch unterschiedliche Abwinkelungen auszeichnen. Bevorzugt kommen Adapter mit Winkeln von 0°, 30°, 45°, 60°, und 90° zur Anwendung. Eine Realisierung beliebiger Winkel und Adapterlängen ist selbstverständlich möglich.

[0073] Für den Fachmann ist offensichtlich, daß die Prinzipien des Stecksystems bei jeglicher Art von Vorschaltgerät, z.B. elektronisches oder kapazitives Vorschaltgerät, anwendbar sind. Bei elektronischen Vorschaltgeräten schließt sich beispielsweise an einen ersten Stecker, über den die Netzspannung eingeschleift wird, das eigentliche Vorschaltgerät an. Daran folgt der winklige Adapter und darauf folgt bereits der zweite Stecker, der die Verbindung zum nächsten Vorschaltgerät herstellt.

[0074] Figur 17 zeigt ein System aus mehreren der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Anzeigeröhren, bei dem das mit Bezug auf die Fign. 15 und 16 näher beschriebene Anschlußsystem zum Einsatz kommt. Diese Darstellung unterstreicht, daß die Montage von einem Niederspannungstechniker, d. h. einem herkömmlichen Elektriker, ausgeführt werden kann, während bei den Hochspannungs-Leuchtröhren des Standes der Technik ein Neonfachmann nötig ist. Dieses Beispiel zeigt ferner, wie die einzelnen Buchstaben durch individuell geformte Anzeigeröhren ausgeleuchtet werden. Die einzelnen Buchstaben werden, wie aus Figur 17 hervorgeht, in Parallelschaltung betrieben, während die Anzeigeröhren innerhalb der einzelnen Buchstaben in Serienschaltung betrieben werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Anzeigeröhre für Anzeigezwecke, insbesondere zum Einsatz in Lichtwerbeanlagen, folgende Schritte umfassend:
 - a. Manuelles Biegen eines mit einem Leuchtstoff beschlammten Glasrohrs (30) in eine beliebige Form;
 - b. Einschmelzen von Wendelelektroden (36) an den Enden des verformten Glasrohrs (30), wobei eine Wendelelektrode (36) mit einem Pumpstutzen (38) versehen ist und wobei die Temperaturen in Glasrohrmitte in einem Bereich von 350 bis 550 °C und an den Wendelelektroden (36) in einem Bereich von 1000 bis 1200 °C liegen;
 - c. Abwechselndes Erhitzen des Glasrohrs (30) durch externe Energiezuführung zur Oxidation störender Bestandteile der Anzeigeröhre und zur Unterstützung der Formierung der Wendelelektroden und Spülen des Glasrohrs mit Spülgasen über den Pumpstutzen (38);
 - d. Füllen des Glasrohrs (30) mit zumindest einem Gas oder einem Gasgemisch;
 - e. Abschmelzen des Pumpstutzens (38) vom Glasrohr (30);
 - f. Einbrennen des Glasrohrs (30).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein weiterer Schritt des Aufbringens einer Zündhilfe (50) vorgesehen ist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die externe Energiezuführung im Schritt b. durch ein Hochfrequenzgerät oder einen Heizofen erfolgt.

Claims

1. Method for manufacturing a display tube for display purposes, in particular for being employed in luminous advertising facilities, comprising the following steps:
 - a. manual bending of a glass tube (30) washed with luminescent material to form a desired shape;
 - b. melting helical electrodes (36) in at the ends of the bent glass tube (30) with a helical electrode (36) comprising a pump socket (38) and the temperatures in the centre of said glass tube ranging around 350 to 550°C and around 1000 to 1200 °C at said helical electrodes (36);
 - c. alternate heating of said glass tube (30) through external energy supply for the oxidation of irritating components of said display tube and for supporting the activation of said helical electrodes and the rinsing of said glass tube with rinsing gases via said pump socket (38);
 - d. filling said glass tube (30) with at least one gas or one gas compound;
 - e. melting said pump socket (38) off said glass tube (30);
 - f. firing said glass tube (30);
2. Method according to claim 1, **characterized in that** a further step of applying an ignition aid (50) is provided.
3. Method according to one of claims 1 or 2, **characterized in that** the external energy supply in step b. is effected via a high frequency device or a heater.

en vue de l'oxydation des composants gênants du tube d'affichage et pour soutenir la constitution des électrodes hélicoïdales et rinçage du tube de verre à l'aide de gaz de lavage, via la tubulure de pompage (38);
 d. Remplissage du tube de verre (30) avec au moins un gaz ou un mélange gazeux;
 e. Séparation par fusion de la tubulure de pompage (38) du tube de verre (30);
 f. Cuisson du tube de verre (30).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** étape supplémentaire de mise en place d'un dispositif de support d'amorçage (50) est prévue.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'alimentation extérieure en énergie intervient dans l'étape b. à l'aide d'un appareil haute fréquence ou d'un four de chauffage.

Revendications

1. Procédé de réalisation d'un tube indicateur destiné à des fins d'affichage, notamment à une utilisation dans des installations de publicité lumineuse, comprenant les étapes suivantes:
 - a. Pliage manuel en une quelconque forme d'un tube de verre (30) recouvert d'une couche de substance fluorescente;
 - b. Scellement d'électrodes hélicoïdales (36) sur les extrémités du tube de verre déformé (30), une électrode hélicoïdale (36) étant munie d'une tubulure de pompage et les températures au milieu du tube de verre étant comprises entre 350 et 550°C et au niveau des électrodes hélicoïdales (36) entre 1000° et 1200°C;
 - c. Réchauffement alterné du tube de verre (30) par alimentation en énergie depuis l'extérieur

Fig. 1
Stand der Technik

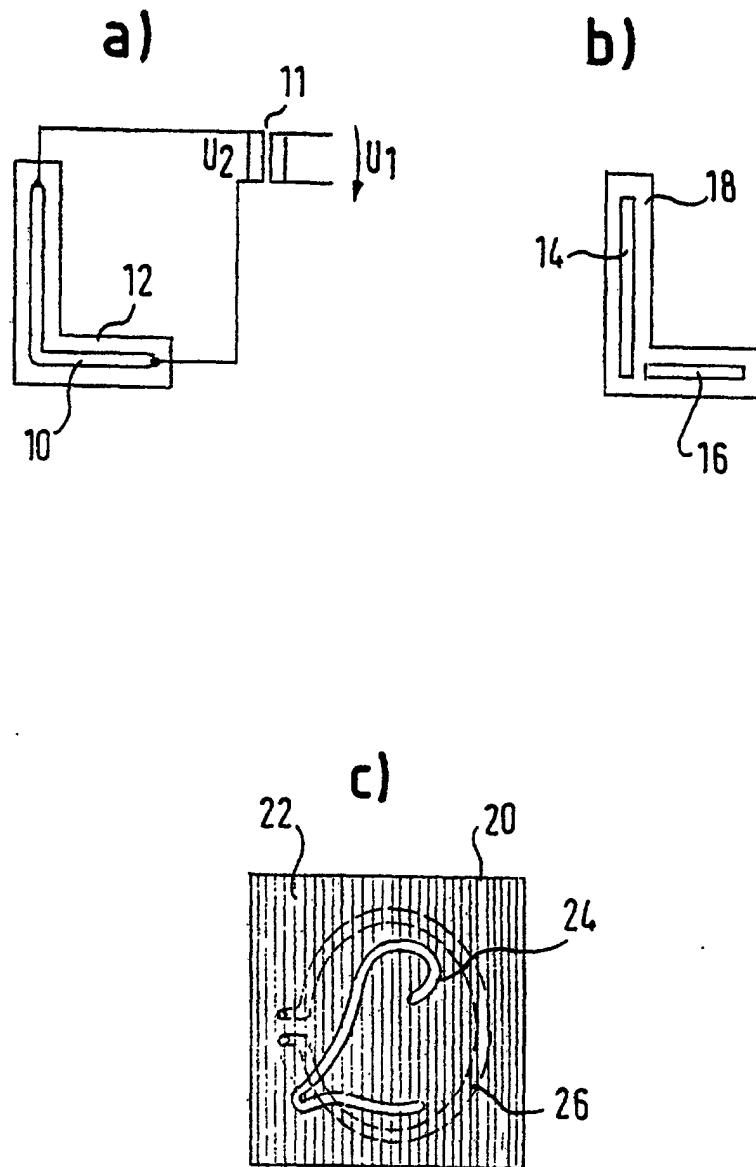


Fig. 2

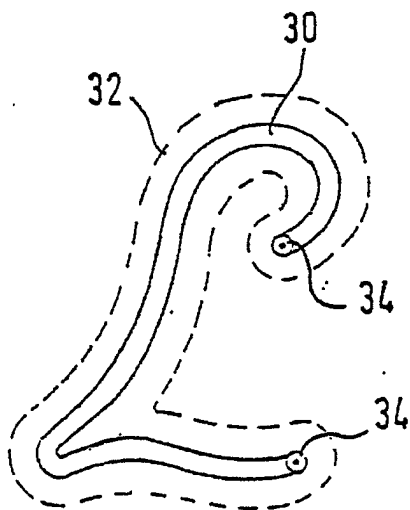


Fig. 3

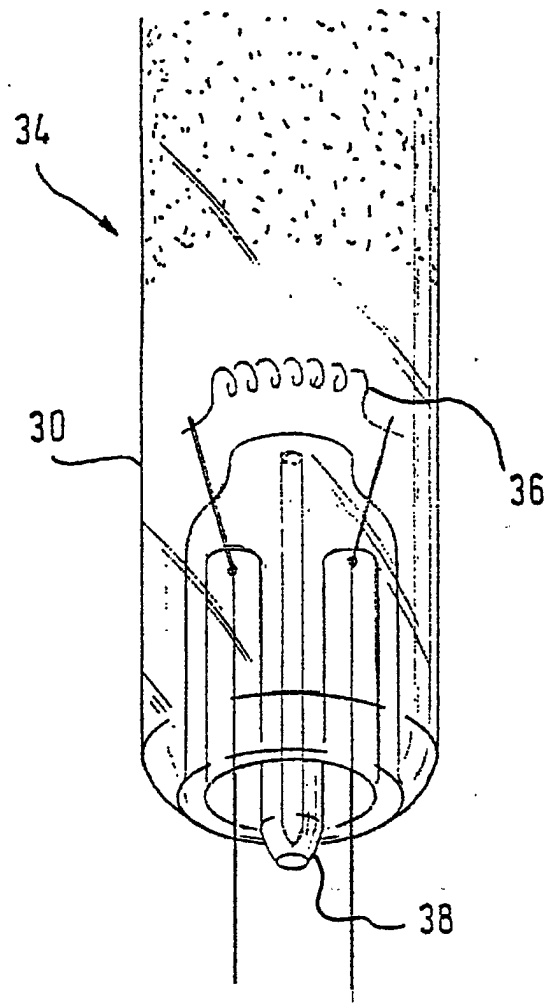


Fig. 4a

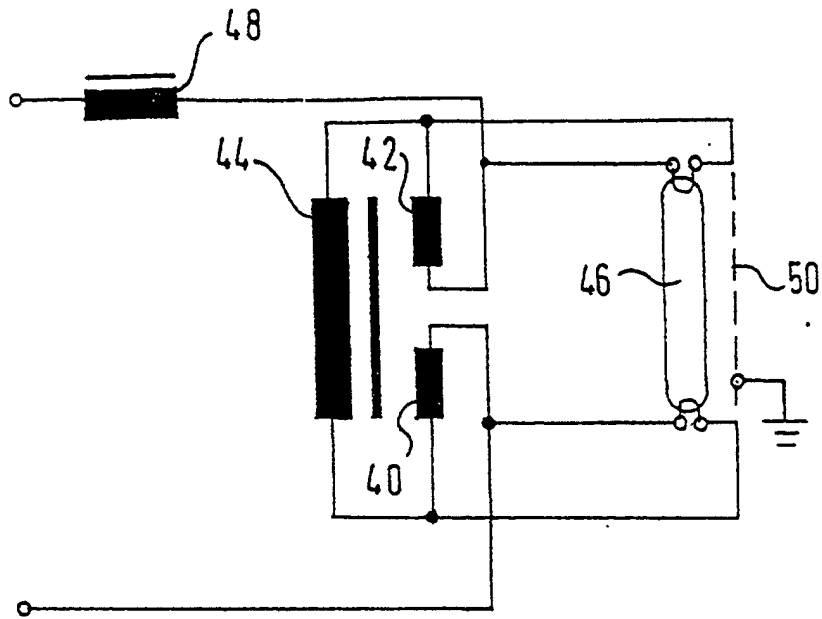


Fig. 4b

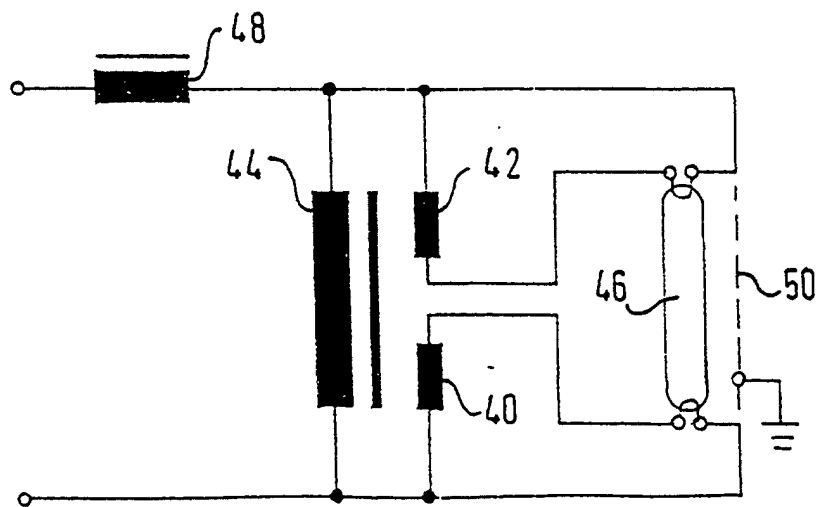


Fig. 5

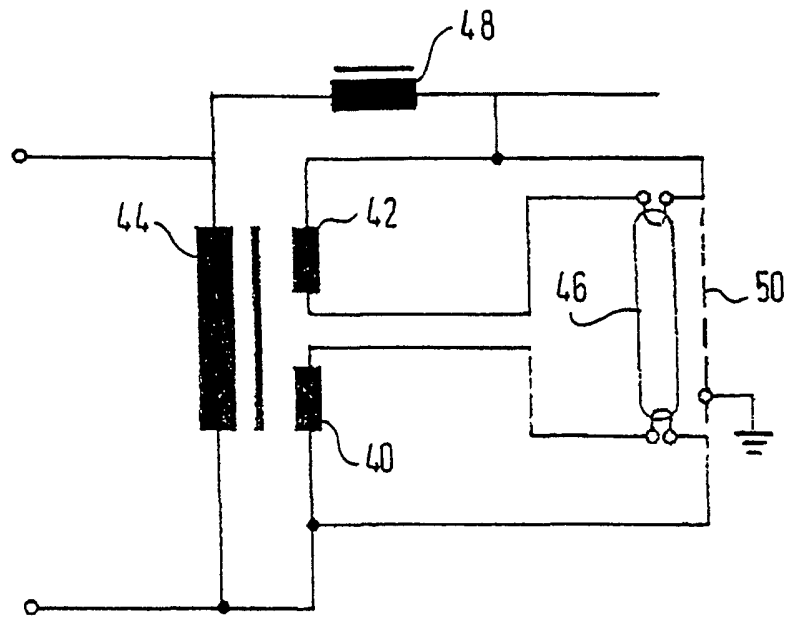


Fig. 6

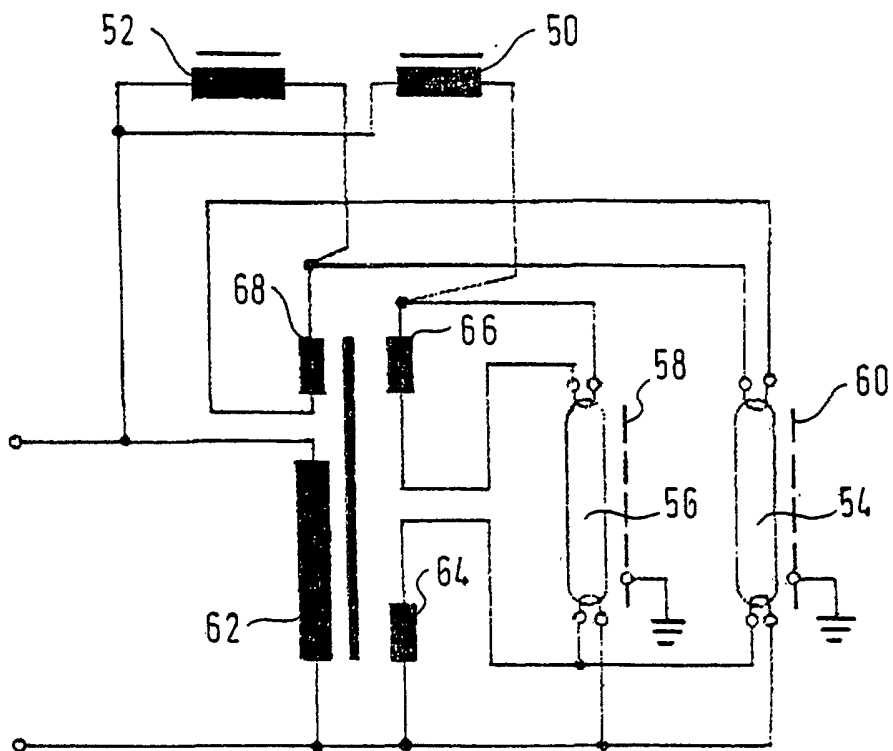


Fig. 7

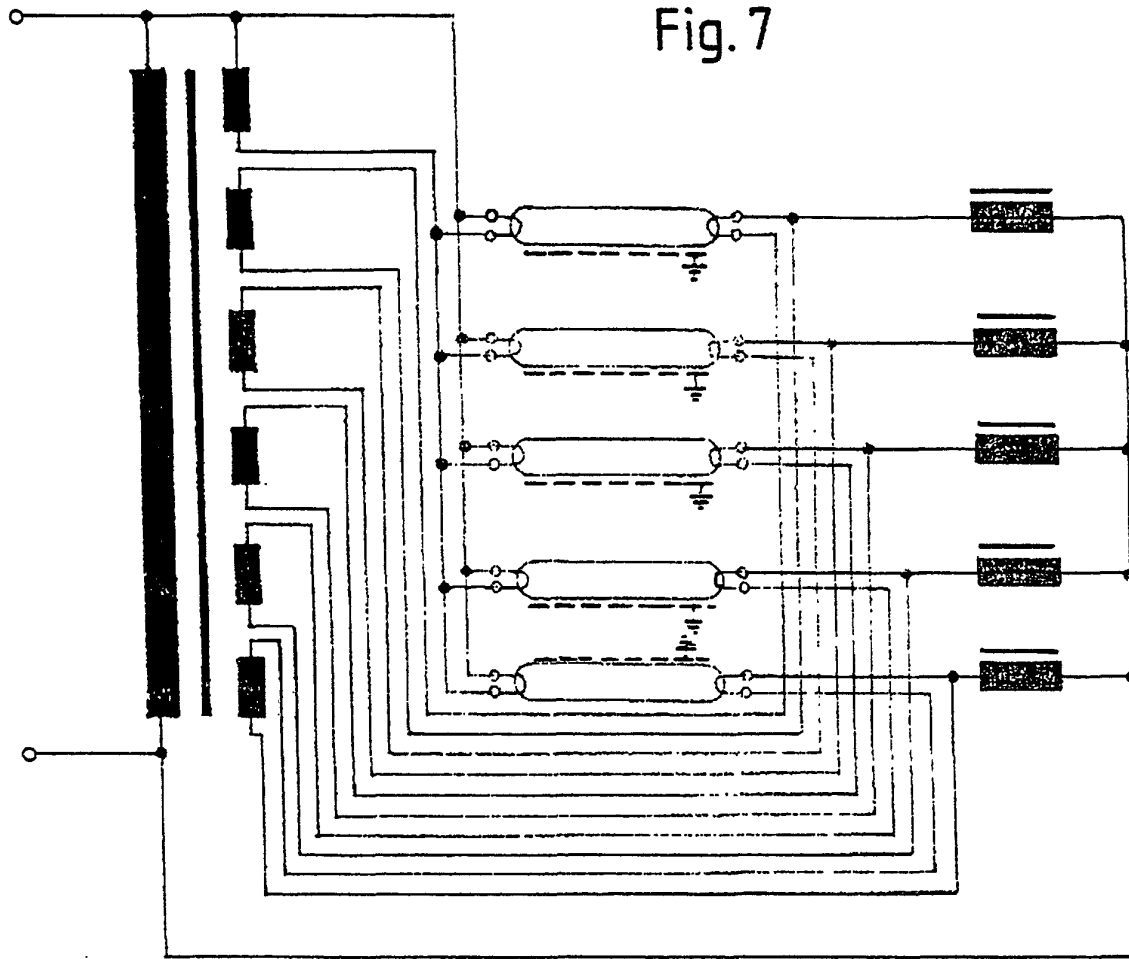


Fig. 8

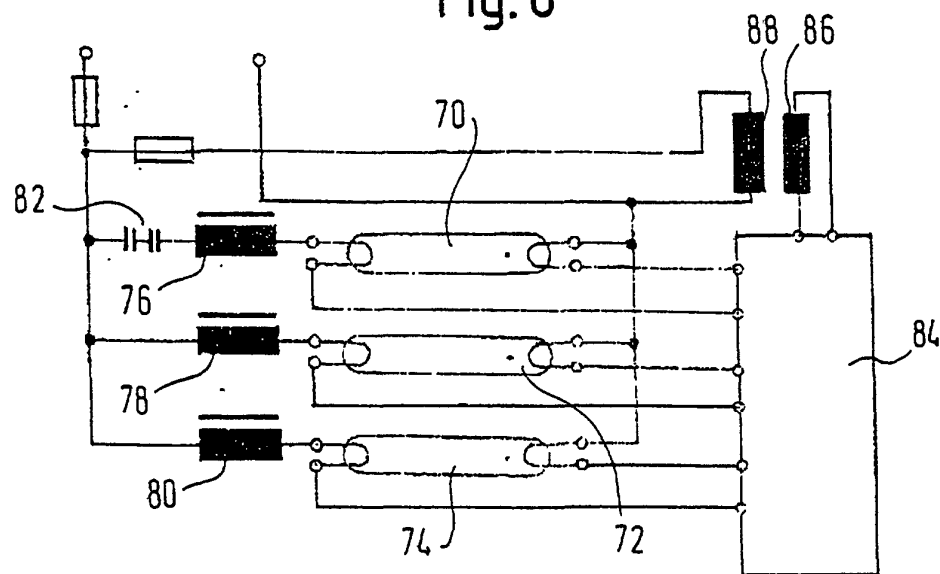


Fig. 9

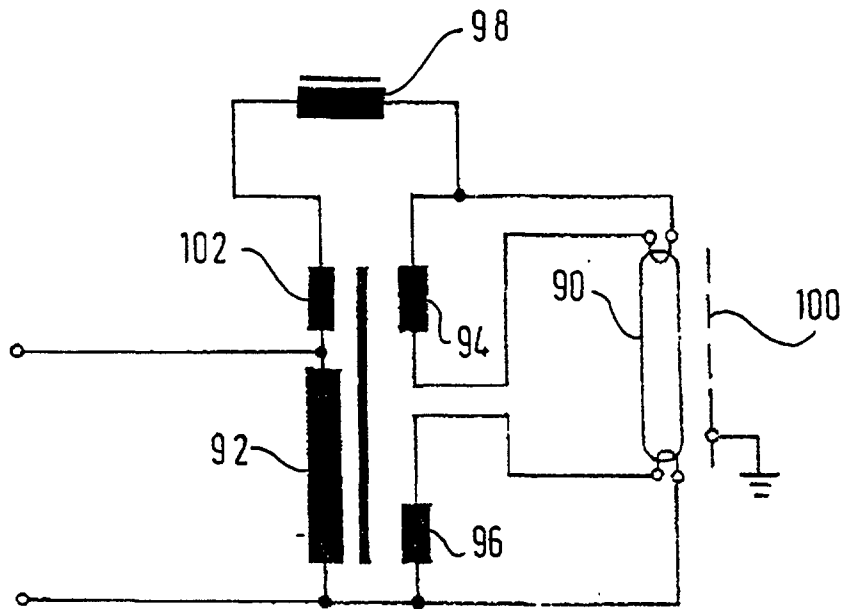


Fig.10

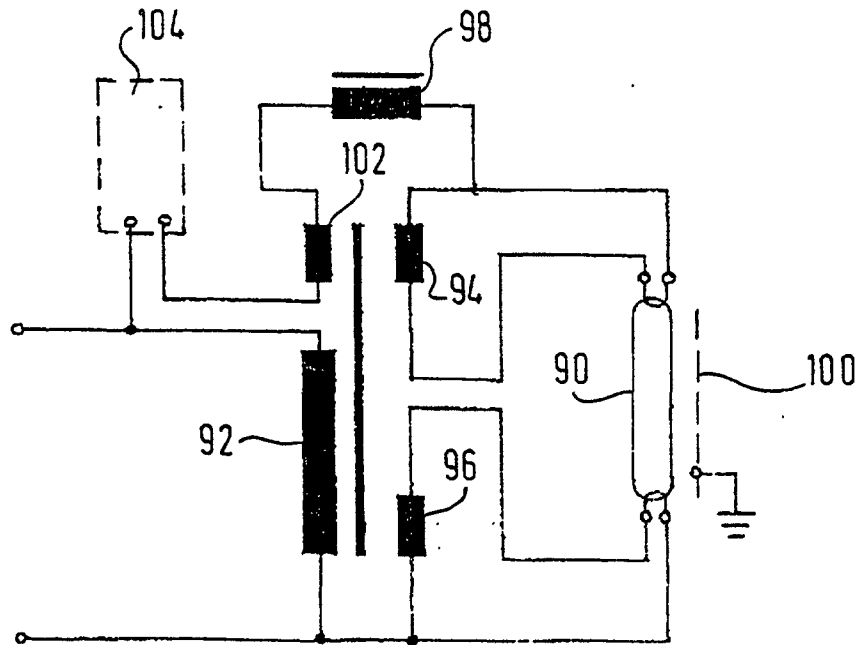


Fig. 11

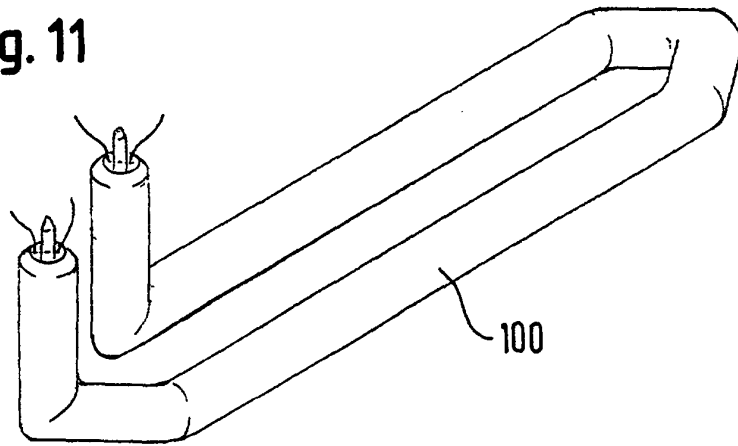


Fig. 12

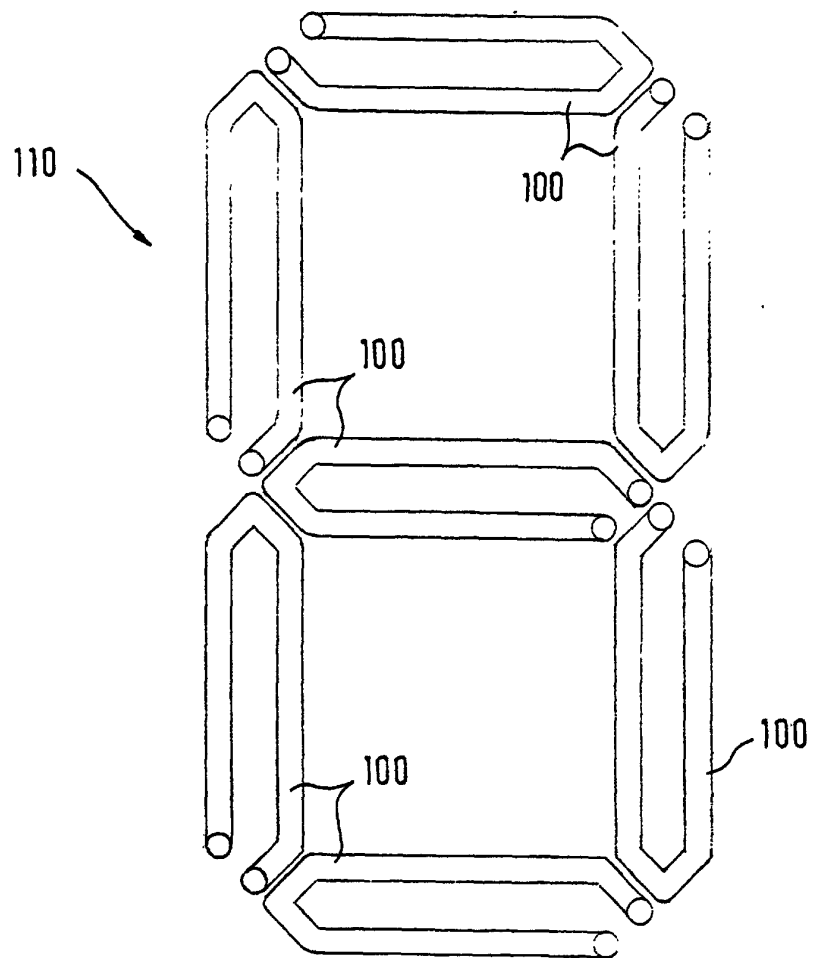


Fig. 13

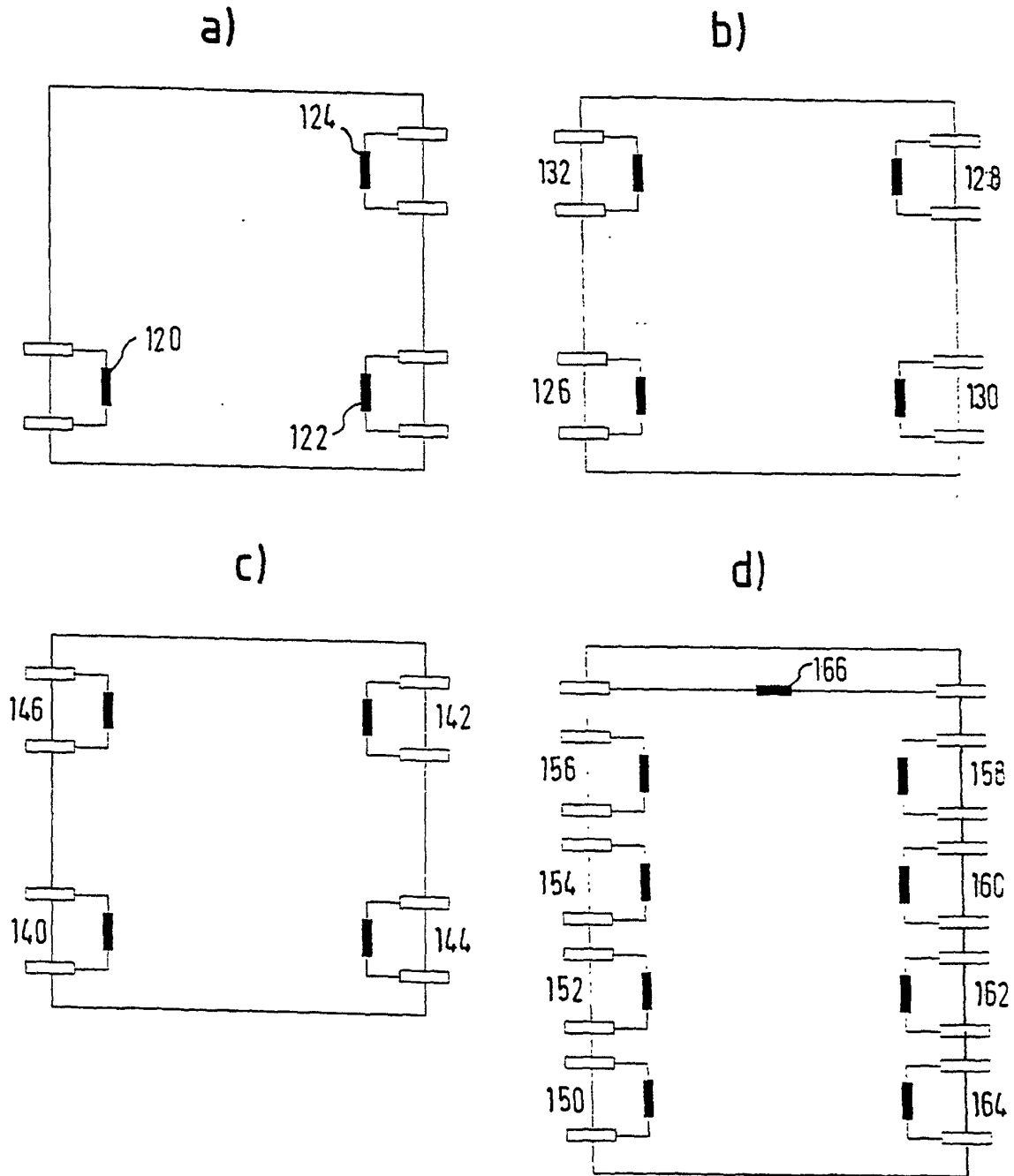


Fig. 14

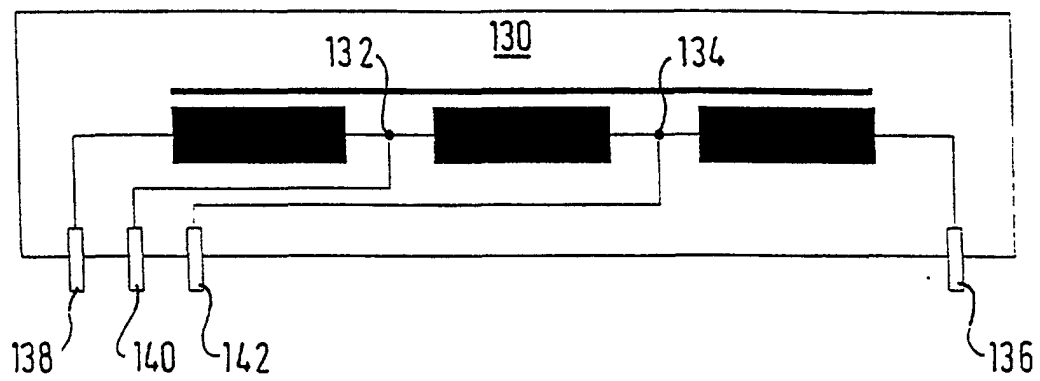


Fig. 15

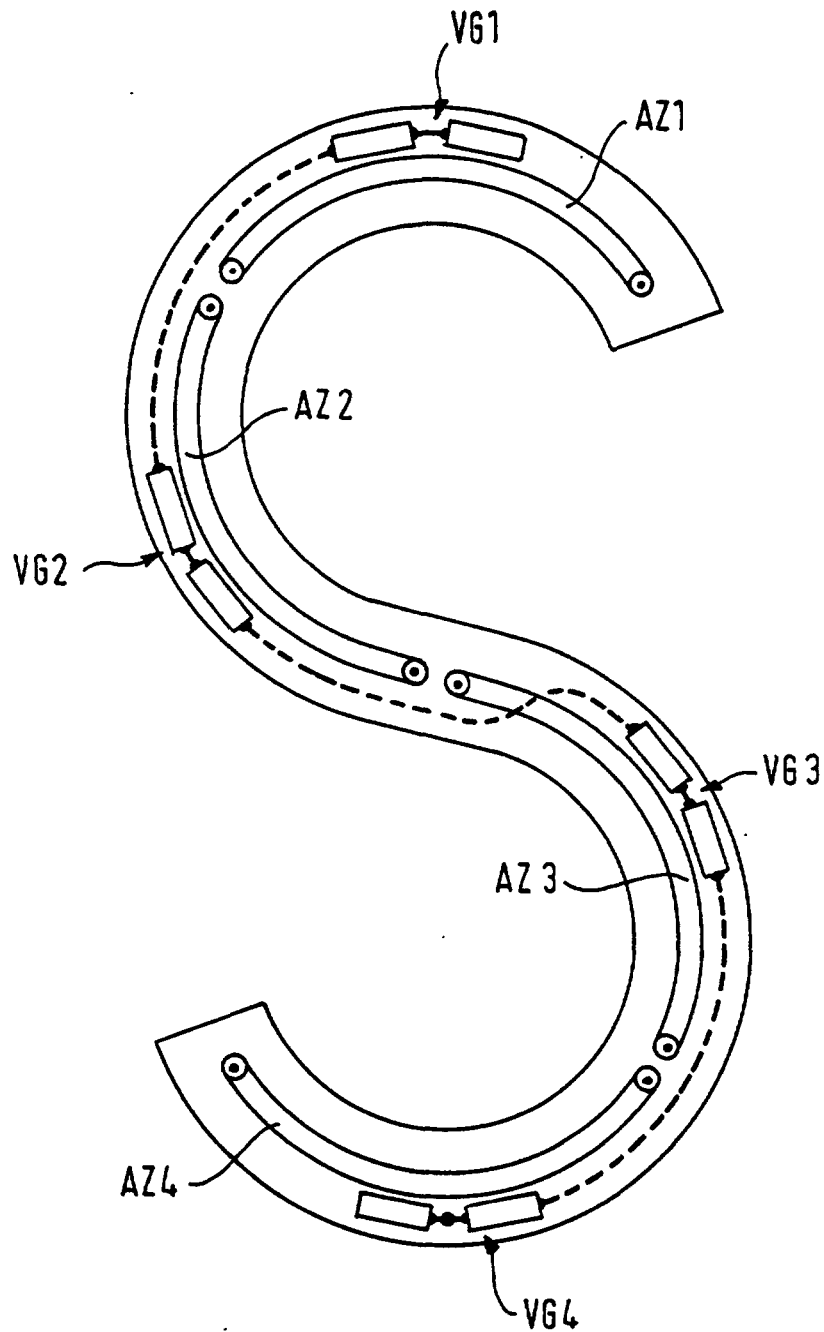
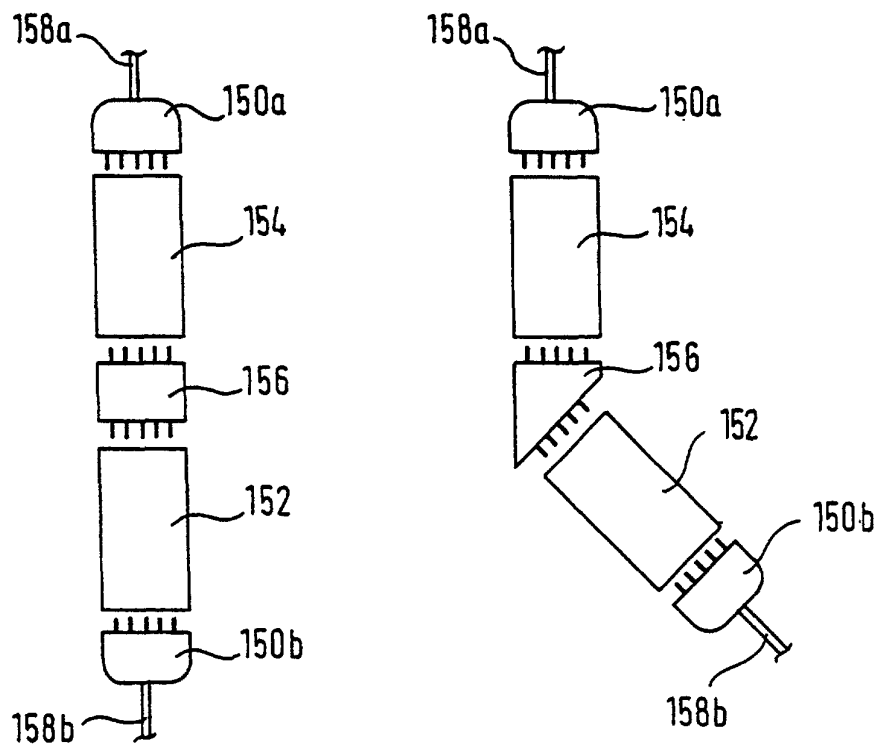


Fig. 16

a)



b)

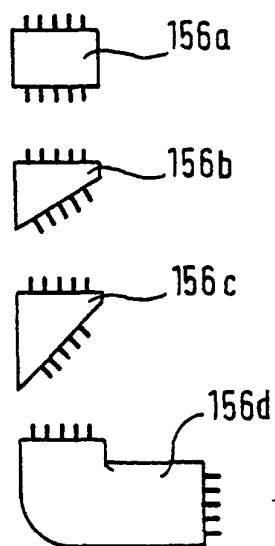


Fig. 17

