



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②1 Gesuchsnummer: 7663/80

⑦3 Inhaber:
Patent-Treuhand- Gesellschaft für elektrische
Glühlampen mbH, München 90 (DE)

②2 Anmeldungsdatum: 14.10.1980

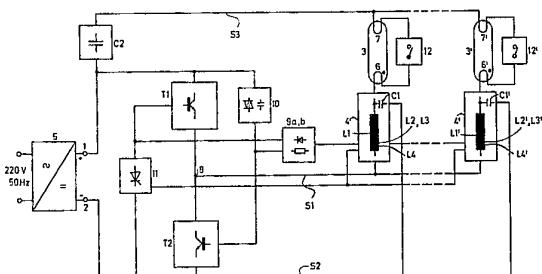
⑦2 Erfinder:
Zuchtriegel, Anton, Taufkirchen (DE)

④4 Patent erteilt: 31.07.1986

⑦4 Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

⑥4 Vorschaltanordnung zum Betreiben von mindestens einer Niederdruckentladungslampe.

⑤7 Die Vorschaltanordnung enthält einen selbsterregten Transistor-Gegentaktschalter (T1, T2) zum Betreiben einer oder mehrerer Niederdruckentladungslampen (3, 3'); der Lampenbetrieb erfolgt mit Ton- bzw. Hochfrequenz. Jeder Lampenbetriebskreis ist mit einem eigenen Serienresonanzkreis (4, 4') gekoppelt, der aus der jeweiligen Vorschaltinduktivität (L1, L1') und einem Kondensator (C1, C1') besteht. Bei Mehrlampenbetrieb sind die einzelnen Lampenbetriebskreise - mit den entsprechenden Serienresonanzkreisen - in Parallelschaltung angeordnet. Die spezielle Anschwingschaltung (10) und Steuerschaltung (9a, 9b; L2, L2'; L3, L3') für die Schalttransistoren (T1, T2) ermöglicht einen verlustarmen Betrieb. Eine Schutzschaltung (11; L4, L4') mit einem Thyristor sorgt für ein sicheres Betriebsverhalten; in einem Störfall, z.B. bei Nichtzünden einer Lampe, erfolgt die automatische Abschaltung des Gegentaktschalters (T1, T2).



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorschaltanordnung zum Betreiben von mindestens einer Niederdruckentladungslampe (3, 3' ... 3ⁿ), wobei diese folgende Merkmale aufweist:

- a) Anschlüsse (1, 2) zum Verbinden mit einer Gleichspannungsversorgung (5);
- b) einen selbsterregten Gegentaktschalter mit zwei in Serie geschalteten Transistoren (T1, T2), die gleichsinnig gepolt sind, und die die Anschlüsse (1, 2) der Gleichspannungsversorgung (5) überbrücken, wobei zwischen den Transistoren (T1, T2) ein gemeinsamer Verbindungspunkt (8) vorgesehen ist;
- c) mindestens einen Serienresonanzkreis (4, 4' ...), jeweils bestehend aus einer Vorschaltinduktivität (L1, L1' ...) und einem dazu in Reihe liegenden Kondensator (C1, C1' ...), wobei der Lampe ein eigener Serienresonanzkreis zugeordnet ist und dabei die einzelne Vorschaltinduktivität mit der Lampe in Reihe geschaltet ist, und der einzelne Kondensator zu der Lampe parallelgeschaltet ist, letzteres direkt (Fig. 3) oder indirekt über eine Leitung (S2) (Fig. 2);
- d) eine Leitung (S1), über die der Verbindungspunkt (8) zwischen den beiden Transistoren (T1, T2) über die Vorschaltinduktivität (L1, L1' ...) mit den ersten Elektroden (6, 6' ...) der Lampe (3, 3' ...) verbunden ist, sowie eine Leitung (S3), über die einer der beiden Anschlüsse (1, 2) der Gleichspannungsversorgung (5) mit der zweiten Elektrode (7, 7' ...) der Lampe (3, 3' ...) verbunden ist, sowie eine Kondensatorvorrichtung (C2), die in einer der Leitungen (S1, S3) angeordnet ist;
- e) einen Anschwingkreis (10), der mit der Basis des einen Transistors (T2) verbunden ist, und über die der Transistor zu Beginn eines jeden Lampenbetriebs leitend gesteuert wird;
- f) einen Steuercircus zum Ansteuern der beiden Transistoren (T1, T2), bei dem jeweils zwischen dem Emitter und der Basis der einzelnen Transistoren (T1 bzw. T2) erste Steuerwicklungen (L2 ...) bzw. zweite Steuerwicklungen (L3 ...) geschaltet sind, die die Sekundärwicklungen eines Übertragers sind, und über die die beiden Transistoren (T1, T2) abwechselnd leitend oder nichtleitend gesteuert werden, wodurch die Lampen mit hochfrequentem Wechselstrom versorgt werden;
- g) einen Schutzschaltkreis (11), der ein Schaltelement enthält, dadurch gekennzeichnet, dass
- h) der Lampe (3, 3' ...) ein besagter Übertrager zugeordnet ist, wobei die Vorschaltinduktivität (L1, L1' ...) des Serienresonanzkreises (4, 4' ...) die Primärwicklung des Übertragers darstellt und mit den Steuerwicklungen (L2, L2' ...; L3, L3' ...) für die Transistoren (T1, T2) auf einen gemeinsamen Kern gewickelt ist.

2. Vorschaltanordnung zum Betreiben von mindestens zwei Niederdruckentladungslampen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Lampen (3, 3' ...) mit den jeweils in Reihe liegenden Vorschaltinduktivitäten (L1, L1' ...) zueinander parallel geschaltet sind.

3. Vorschaltanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerwicklungen (L2, L2' ...; L3, L3' ...) mit den Basen der Transistoren (T1, T2) über Steuernetzwerke (9a, 9b) verbunden sind, die jeweils ein Paar von gleichsinnig gepolten Dioden (16a, 17a; 16b, 17b) enthalten, wobei die in Flussrichtung zur Basis des Transistors (T1 bzw. T2) gepolte Diode (16a, 16b) mit einer niedrigeren Steuerspannung beaufschlagt ist als die in Sperrichtung dazu liegende Diode (17a, 17b).

4. Vorschaltanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass den Dioden (16a, 17a; 16b, 17b) Strombegrenzungswiderstände (18a, 18b bzw. 37a, 38a; 37b, 38b) in Reihe geschaltet sind.

5. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerwicklungen (L2, L2' ...; L3, L3' ...) auf die einzelnen Übertrager aufgeteilt sind, wobei jeweils die ersten Steuerwicklungen (L2, L2' ...) und die

zweiten Steuerwicklungen (L3, L3' ...) in Reihe geschaltet sind und die einzelnen Reihenschaltungen über das Steuernetzwerk (9a) bzw. (9b) die Basis-Emitterstrecke des jeweiligen Transistors (T1) bzw. (T2) überbrücken.

6. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerwicklungen (L2, L2' ...; L3, L3' ...) von einem Spannungsteiler (36a, 37a; 36b, 37b) überbrückt sind, wobei die in Flussrichtung zur Basis des Transistors (T1 bzw. T2) gepolte Diode (16a, 16b) am Mittelabgriff des Spannungsteilers und die in Sperrichtung dazu liegende Diode (17a, 17b) am Ende der letzten Teilsteuerwicklung (z.B. L2' bzw. L3') angeschlossen ist.

7. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die in Flussrichtung zur Basis des Transistors (T1 bzw. T2) gepolte Diode (16a, 16b) an den Potentialpunkt zwischen den beiden letzten Teil-Steuerentwicklungen (z.B. L2', L2'' bzw. L3', L3'') gelegt ist und die in Sperrichtung dazu liegende Diode (17a, 17b) am Ende der letzten Teil-Steuerwicklung (z.B. L2'' bzw. L3'') angeschlossen ist.

8. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Transistor (T2), der mit dem Emitter am Minuspol (2) der Gleichspannungsversorgung (5) angeschlossen ist, die Basis über eine Serienschaltung eines Kondensators (19) mit einem Diac (20) und der Kollektor über einen Widerstand (40) an den Pluspol (1) gelegt sind.

9. Vorschaltanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schutzschaltkreis (11) als Schaltelement einen Thyristor (21) enthält, dessen Anode an die Basis des einen Transistors (T1) gelegt ist, und dessen Kathode mit dem Anschluss (2) der Gleichspannungsversorgung (5) verbunden ist.

10. Vorschaltanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerelektrode des Thyristors (21) an ein Steuernetzwerk angeschlossen ist, das mindestens eine Steuerwicklung (L4, L4' ...) enthält, wobei das Steuernetzwerk bei Überschreitung eines bestimmten Spannungspiegels an der Steuerwicklung den Thyristor (21) leitend steuert, wodurch der Transistor (T1) gesperrt wird.

11. Vorschaltanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Steuerwicklung (L4, L4' ...) mit der besagten Vorschaltinduktivität (L1, L1' ...) induktiv gekoppelt ist.

12. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Anode des Thyristors (21) über eine Diode (22) mit in Reihe liegenden Strombegrenzungswiderständen (23, 24) an die Basis des Transistors (T1) gelegt ist und an die Steuerelektrode des Thyristors (21) ein Diac (25) angeschlossen ist, wobei letzterer seine Zündenergie aus einem Kondensator (26) bezieht, dem ein Ladewiderstand (28) vorgeschalet ist.

13. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass dem Kondensator (26) über den Ladewiderstand (28) die Steuerwicklungen (L4, L4' ...) jeweils in Reihe mit einer Diode parallel geschaltet sind.

14. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerelektrode des Thyristors (21) über einen Kondensator (32) mit der Kathode des Thyristors (21) verbunden ist.

15. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis des Transistors (T1) über die Diode (22) und einen Widerstand (29) mit dem Pluspol (1) der Gleichspannungsversorgung verbunden ist.

16. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis des Transistors (T1) ausserdem über die Diode (22) und den Widerstand (23) sowie einen Kondensator (30) mit dem Minuspol (2) der Gleichspannungsversorgung verbunden ist.

17. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die eingangsseitige Gleich-

spannungsversorgung durch ein an 220 V/50 Hz oder 110 V/60 Hz Wechselspannung betriebenes Wandlerteil (5) gebildet ist.

18. Vorschaltanordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlerteil (5) bei 220 V/50 Hz im wesentlichen aus einem Brückengleichrichter (13) besteht, dem ein Siebkondensator (14) nachgeschaltet ist.

19. Vorschaltanordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlerteil bei 110 V/60 Hz im wesentlichen aus einer symmetrischen Verdopplerschaltung besteht.

20. Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlerteil (5) ein Netzfilter (15) enthält oder dass ihm ein Netzfilter vorgeschaltet ist.

21. Gerät mit einer Vorschaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Bauelemente (42) einschließlich der Netz- und Lampenanschlussklemmen auf einer einseitig beschichteten Leiterplatte (43) eingelötet sind und die Leiterplatte (43) in einem Gehäuse (44) aus gut wärmeleitendem Material befestigt ist, wobei die beiden Transistoren (T1, T2) auf der Lötseite der Leiterplatte (43) angeordnet sind und ihre Kühlflächen (45) über eine elektrische Isolationszwischenlage (46) mit dem Gehäuseboden (47) guten Wärmekontakt haben.

Die Erfindung betrifft eine Vorschaltanordnung zum Betreiben mindestens einer Niederdruckentladungslampe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Über eine Vorschaltanordnung mit einem derartigen Gegenaktenschalter ist das Betreiben einer Entladungslampe mit Wechselspannung höherer Frequenz (im kHz-Bereich) möglich. Der Lampenbetrieb bei höheren Frequenzen hat gegenüber dem üblichen 50 Hz-Netzbetrieb bekanntlich den Vorteil, dass sich eine höhere Lichtausbeute erreichen lässt. Daneben ergeben sich bei den elektronischen Vorschaltgeräten im Vergleich zu den herkömmlichen Vorschaltdrosseln noch weitere Vorteile, wie eine geringere Verlustleistung sowie Gewichts- und Volumeneinsparungen.

Nach der GB-PS 898 580 ist eine Vorschaltanordnung bekannt, bei der die beiden im Gegenakt arbeitenden Transistoren gleichsinnig gepolt in Reihe angeordnet sind. Der Gegenaktenschalter ist über einen Spannungsteiler aus zwei in Reihe liegenden Kondensatoren an eine 50 V-Gleichspannungsquelle angeschlossen. Es ist der Betrieb einer Niederdruckentladungslampe mit vorheizbaren Elektroden vorgesehen. Die für die Lampe notwendige Zünd- und Betriebsspannung wird über einen Transformator erzeugt, der auf der Sekundärseite noch Hilfswicklungen für die Elektrodenheizung aufweist. Die Ansteuerung der beiden Transistoren erfolgt über primärseitige Wicklungen des Transformators, die jeweils über die Parallelschaltung eines Kondensators mit einem Widerstand mit den Transistorbasen verbunden sind. Die Frequenz des selbstschwingenden Oszillators ist durch einen Parallelresonanzkreis festgelegt, der aus der sekundärseitigen Arbeitswicklung und einem Kondensator besteht. Im Betriebszustand der Lampe beträgt die Oszillatorkreisfrequenz etwa 1360 Hz.

In der DE-PS 1 105 517 ist eine Vorschaltanordnung beschrieben, bei der der Oszillatorkreis, über den eine einzelne Niederdruckentladungslampe betrieben wird, mit einem Serienresonanzkreis gekoppelt ist, der aus einer mit der Lampe in Reihe liegenden Vorschaltinduktivität und einem der Lampe parallel geschalteten Kondensator besteht. Bei diesem sog. klassischen Transistor-Oszillator sind die Emitter der beiden Transistoren jeweils an denselben Potentialpunkt gelegt, während die Kollektoren an den jeweiligen Enden eines Transformators angeschlossen sind, dessen eine Teilwicklung sich im Lampenbetriebskreis befindet. Der Oszillatorkreis wird von einer Gleichspannungsquelle versorgt.

Die bekannten elektronischen Schaltungsanordnungen zum Speisen von Entladungslampen mit höherfrequenter Wechselspannung haben einen nur mässigen Wirkungsgrad — bedingt durch relativ langzeitige Schaltvorgänge — und sind meist recht aufwendig in ihrem Aufbau.

Aus der US-PS 3 753 071 ist ebenfalls ein Gegenaktenschalter mit zwei gleichsinnig gepolten Transistoren bekannt, über den mehrere Lampen in einer Art Parallelschaltung betrieben werden. Nach Fig. 2 dieser Druckschrift ist der einen Lampe eine Ballast-Induktivität und der anderen Lampe ein Ballast-Kondensator zugeordnet. Daneben wird allerdings ein air-core transformer mit zusätzlicher Primärwicklung verwendet, die nicht Bestandteil eines der Serienresonanzkreise ist. Hier ist die an den Steuerwicklungen liegende Spannung unabhängig vom jeweiligen Betriebszustand (Zündung, Betrieb) der Lampen. Während der einzelnen Betriebszustände bleibt die Steuerspannung und damit auch der Steuerstrom der beiden Transistoren praktisch konstant. Dies bedeutet, dass für die Höhe der Steuerspannung und des Steuerstromes ein Kompromiss eingesangen werden muss, der einerseits ein sicheres Schalten im Zündzustand gewährleistet (höhere Steuerströme notwendig) und andererseits die Verluste beim Normalbetrieb nicht allzu gross werden lässt (Steuerströme möglichst klein). Bei der Oszillatorschaltung gemäß der US-PS 3 753 071 muss im Vergleich zu einer erfundungsgemässen Vorrichtung im Lampenbetrieb mit höheren Transistor-Steuerströmen gearbeitet werden. Dies bedeutet aber höhere Verluste.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektronische Vorschaltanordnung für den Ton- bzw. Hochfrequenzbetrieb von Niederdruckentladungslampen zu schaffen, die verlustarm arbeitet und deren Aufbau verhältnismässig einfach ist. Dabei soll insbesondere das Betreiben an normaler Netzwechselspannung durchführbar sein, und es sollte sich der Multi-Betrieb auch von leistungsstärkeren Lampen mit relativ hoher Zünd- und Brennspannung vornehmen lassen.

Dies wird erfundungsgemäss durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 erzielt. Als Vorschaltinduktivitäten sind vorteilhaft Ferritkern-Übertrager verwendet.

Durch die vorstehende Schaltungsmassnahme ist erreicht, dass mit einem einzigen, auf der Basis eines Transistor-Gegenaktenschalters arbeitenden Vorschaltgerät der Betrieb von mehreren Lampen (Multi-Betrieb) — in Parallelschaltung — durchführbar ist. Insbesondere lassen sich auch leistungsstärkere Lampen mit relativ hoher Zünd- und Brennspannung auf diese Weise betreiben. Der Betrieb der Lampen mit Tonfrequenz bzw. Hochfrequenz erlaubt extrem kleine Baumasse für die Ferritkern-Übertrager, die die einzelnen Vorschaltinduktivitäten der Lampenkreise bilden. Gegenüber den bei Netzfrequenzbetrieb eingesetzten herkömmlichen Vorschaltdrosseln ist eine erhebliche Verringerung in Volumen und Gewicht und — damit verbunden — eine beachtliche Materialeinsparung erreicht. Weitere erfundungsgemäss Schaltungsmassnahmen sorgen für eine optimale Ansteuertechnik bei den Schalttransistoren T1 und T2 des Gegenaktenschalters, die einen verlustarmen Betrieb sichert. Die durch die einzelnen Serienresonanzkreise auftretende Problematik hinsichtlich eines sicheren Betriebsverhaltens, z.B. bei nichtzündenden Lampen, ist durch den Einbau einer entsprechend wirksamen Schutzschaltung gelöst. Bei der angegebenen Geräteausführung wird für eine gute Wärmeableitung von den Schalttransistoren T1, T2 gesorgt, die Voraussetzung für ein optimales Schaltverhalten ist.

Bei der Vorschaltanordnung gemäß der Erfindung sind die Steuerwicklungen L2, ...; L3 ... für die Transistoren auf einem gemeinsamen Kern mit der jeweiligen Vorschaltinduktivität L1, ... angeordnet, die ihrerseits mit dem Kondensator C1, ... den — einer Lampe zugeordneten — Serienresonanzkreis 4 ... bildet. Dadurch ergibt sich, dass die Höhe des Steuerstromes im Leerlauf eine andere ist als bei Betrieb der Lampen. Bei Zün-

dung der Lampen geht die Spannung der Resonanzkreise und damit auch der Strom — sowohl in den Resonanzkreisen als auch in den Transistoren — hoch. Hierdurch werden im Leerlauf auch höhere Basis-Ströme zum Schalten der Transistoren benötigt. Die Vorschaltanordnung gemäss der Erfindung kann diese im Leerlauf benötigten höheren Steuerströme liefern. Bei Lampenbetrieb ist dagegen der Basis-Strom der Transistoren gerade so hoch, wie dies für eine einwandfreie Steuerung erforderlich ist, wodurch sich die Transistor-Verlustleistungen äusserst klein halten lassen. Die Schaltungsmassnahmen gemäss der Erfindung haben gegenüber dem Gegenstand der US-PS 3 753 071 insbesondere den Vorteil einer geringeren Verlustleistung. Dabei lassen sich mit der Vorschaltanordnung gemäss der Erfindung deutlich höhere Zündspannungen erzeugen, da sich der Transistorsteuerstrom dem jeweiligen Betriebszustand optimal anpassen kann. Der erfindungsgemässen Vorschaltanordnung ist auch ein Rapid-Start-Betrieb möglich, also ohne Elektrodenvorheizung (siehe Fig. 3). Die Lampen zünden hierdurch extrem schnell.

Die Erfindung ist anhand der folgenden Figuren, die neben dem Prinzipaufbau auch vorteilhafte Ausführungsbeispiele wiedergeben, näher erläutert.

Figur 1 ist ein Blockschaltbild der Vorschaltanordnung;

Figur 2 zeigt das Schaltbild eines Ausführungsbeispiels;

Figur 3 ist das Schaltbild eines modifizierten Ausführungsbeispiels;

Figuren 4a und 4b sind schematisierte Ansichten einer Geräteausführung.

Das Blockschaltbild der Figur 1 gibt den Prinzipaufbau der erfindungsgemässen Vorschaltanordnung wieder. Eine Gleichspannungsversorgung mit den Anschlüssen 1, 2 ist von zwei mit den Kollektor-Emitter-Strecken in Reihe liegenden, gleichsinnig gepolten Hochvolt-Schalttransistoren T1, T2 überbrückt. Die Transistor-Anordnung arbeitet als selbstschwingender Gegenaktenschalter, über den eine oder mehrere Niederdruckentladungslampen 3, 3' gespeist werden. Bei Mehrlampenbetrieb — es lassen sich bei entsprechender Dimensionierung der Vorschaltgerätebauteile beliebig viele Lampenbetriebskreise anfügen — enthält jeder Lampenbetriebskreis eine eigene Vorschaltinduktivität L1 bzw. L1' und ist mit einem eigenen Serienresonanzkreis 4, 4' gekoppelt, der aus der jeweiligen Vorschaltinduktivität L1 bzw. L1' und einem Kondensator C1 bzw. C1' besteht. Die einzelnen Lampenbetriebskreise — mit den entsprechenden Serienresonanzkreisen — sind in Parallelschaltung angeordnet. Bei Einlampenbetrieb ist dementsprechend dem einen Lampenbetriebskreis ein Serienresonanzkreis 4 zugeordnet.

Die Schaltungsanordnung ist optimal funktionsfähig, wenn die mit Gleichspannung geringer Welligkeit $\leq 20\%$ gespeist wird. Mittels eines vorgeschalteten Wanderteils 5, das die für den Transistor-Gegentaktschalter T1, T2 notwendige Gleichspannung liefert, ist die Schaltungsanordnung an üblicher Netzwechselspannung z.B. 220 V/50 Hz (bzw. 110 V/60 Hz) anschliessbar. Das Wanderteil 5, das vorteilhaft aus einem Brückengleichrichter mit nachgeschaltetem Siebkondensator besteht sowie ein Netzfilter enthält, liefert bei Versorgung mit 220 V-Netzwechselspannung an den Anschlüssen 1, 2 eine Gleichspannung von ca. $\frac{1}{2} \cdot 220$ V. Über den Transistor-Gegentaktschalter T1, T2 wird dann den jeweiligen Lampenbetriebskreisen in wechselnder Polung nur die halbe Spannung zugeführt. Die Serienresonanzkreise 4, 4' bewirken, dass an den einzelnen Lampen 3, 3' — insbesondere während des Zündvorgangs — eine wesentlich höhere Spannung anliegt; auch während des laufenden Betriebs ist für eine ausreichend hohe Spannung an den Lampen 3, 3' gesorgt.

Daneben ist mit dieser Schaltungsanordnung auch der direkte Betrieb an einem Gleichstrom-Netz (nicht dargestellt) möglich. Das Wanderteil entfällt dann.

Der schaltungsmässige Aufbau ist dergestalt, dass die ersten

Elektroden 6, 6' der Lampen 3, 3' über die entsprechenden Vorschaltinduktivitäten L1, L1' — bzw. Schwingkreisinduktivitäten — an eine Sammelleitung S1 angeschlossen sind, die an den Mittelabgriff 8 zwischen den beiden Transistoren T1, T2 des Gegentaktschalters gelegt ist. Des weiteren sind die Elektroden 6, 6' über die Schwingkreiskondensatoren C1, C1' an eine Sammelleitung S2 angeschlossen, die an den einen (Minus-)Pol 2 der Gleichspannungsversorgung geht. Eine modifizierte Anordnung der Schwingkreiskondensatoren ist in Figur 3 gezeigt. Die zweiten Elektroden 7, 7' der Lampen 3, 3' sind mit einer Sammelleitung S3 verbunden, die über einen Kondensator C2 relativ grosser Kapazität an den anderen (Plus-)Pol 1 der Gleichspannungsversorgung angeschlossen ist. Der Kondensator C2, der mindestens 10fachen Kapazitätswert eines Schwingkreiskondensators C1 hat, bewirkt, dass die Sammelleitung S3 praktisch auf Mittelpotential der Gleichspannungsversorgung gelegt ist. Über eine derartige Schaltungsanordnung werden die Lampen 3, 3' mit Wechselspannung höherer Frequenz (im Ton- oder Hochfrequenzbereich) gespeist. Die Impedanz des Kondensators C2 ist bei der hohen Frequenz der Lampenströme sehr niedrig; der Kondensator C2 wirkt nur als Blindleistungsverbraucher. Die Taktfrequenz des Transistor-Oszillators ist durch die Serienresonanzschwingkreise 4, 4' bestimmt, wobei die einzelnen Lampen 3, 3' für eine Dämpfung der jeweiligen Schwingkreise sorgen.

Die Schwingkreisinduktivitäten liefern über eigene Wicklungen die Steuerenergie für die Schalttransistoren T1, T2 des Gegentaktschalters. — Mit den Vorschaltinduktivitäten L1, L1' sind Steuerwicklungen L2, L2' bzw. L3, L3' gekoppelt, die über ein Netzwerk 9a, 9b aus schnellen Schaltdioden und Widerständen mit der Basis des entsprechenden Schalttransistors T1 bzw. T2 verbunden sind.

Das Anlaufen des Transistor-Oszillators wird durch eine Anschwingschaltung 10 bewirkt, die den mit dem Minus-Pol 2 verbundenen Transistor T2 über dessen Basis triggert. Der leitend gesteuerte Schalttransistor T2 stösst die Schwingkreise 4, 4' an, deren rückgekoppelte Steuerströme die Oszillation des Gegentaktschalters T1, T2 aufrechterhalten.

Die Serienresonanz-Schwingschaltungen 4, 4' arbeiten so lange stabil — mit geringen Eigenverlusten — wie die jeweilige Lampe 3 bzw. 3' als Last angeschlossen ist und Energie nimmt. Die Schwingkreise 4, 4' müssen so bedämpft sein, dass gute Ansteuerbedingungen der Schalttransistoren T1, T2 eingehalten werden. Bei Lastunterbrechung, z.B. bei einem Lampenwechsel, tritt eine starke Spannungsüberhöhung und dadurch eine erhebliche Geräteverlustleistung auf, die bei Fehlen geeigneter Schaltungsmassnahmen zur Zerstörung des Gerätes führen würde. — Eine Schutzschaltung 11 verhindert eine Zerstörung des Gerätes durch Ausschalten der Schalttransistoren T1, T2 innerhalb von ca. 1 sec nach dem Auftreten der Störung. Zugleich wird verhindert, dass bei einseitiger Entnahme einer Lampe 3 bzw. 3' aus einer Lampenfassung an den freien Anschlussstiften eine gefährliche Berührungsspannung auftritt. Die Schutzschaltung 11 enthält ein steuerbares Schaltelement, das in der Verbindungsleitung zwischen der Basis des — mit dem Pluspol 1 der Gleichspannungsversorgung verbundenen — Schalttransistors T1 und dem Minuspol 2 der Gleichspannungsversorgung angeordnet ist. Die Ansteuerung des Schaltelementes erfolgt über Steuerwicklungen L4, L4', die mit den Vorschaltinduktivitäten L1, L1' gekoppelt sind.

Wegen der hohen Spannung des Resonanzkondensators C1, C1' bei nicht brennender Lampe 3, 3' — die gleichzeitig Leerlaufspannung für die Lampe ist — zünden die Niederdruckentladungslampen 3, 3' auch ohne Vorheizung der Elektroden, was eine Kaltzündung der Lampen bedeutet. Zur Sicherstellung einer grossen Schaltfestigkeit können die Schalter 12, 12' vorgesehen sein, die die Lampen 3, 3' beim Einschalten der Netzspannung überbrücken, um die Elektroden 6, 7; 6', 7' vorzuheizen.

Die Schalter 12, 12' geben durch Öffnen die Lampenzündung nach ausreichender Vorheizzeit frei. — Als Schalter 12, 12' eignen sich schnellschaltende Vierschicht-Dioden oder Schalter mit einem Glimmzünder, die einen hohen Glimmstrom erlauben und die Lampenzündung bei nicht vorgeheizten Elektroden 6, 7, 6', 7' verhindern. Eine Schaltungsanordnung, bei der auf den Startschalter verzichtet ist, ist in Figur 3 gezeigt.

In Figur 2 ist eine konkrete Schaltungsausführung für ein Vorschaltgerät beschrieben, über die drei 45 W/1,5 m-Leuchstofflampen 3, 3', 3'' gespeist werden, deren Zündspannung über 400 V liegt. Die Lampenbetriebsfrequenz ist ca. 20 kHz. Die Netzaufnahmleistung des Gerätes incl. Netzfilter beträgt ca. 150 W. Die Prinzipschaltung ist die gleiche wie in Figur 1, so dass nur auf die noch nicht behandelten Schaltungsdetails eingegangen wird. Das die Gleichspannung liefernde Wandlerteil 5 ist im Aufbau gezeigt. Einem Brückengleichrichter 13 ist ein Siebkondensator 14 nachgeschaltet; ein Filter 15 schirmt das Netz gegen Hochfrequenzwellen ab.

Wie weiter aus dem Schaltbild ersichtlich, sind die Steuerwicklungen L2, L2', L2'' bzw. L3, L3', L3'' bei Betrieb mehrerer Lampenkreise (Multi-Parallelbetrieb) auf die einzelnen Lampenbetriebskreise aufgeteilt, so dass jeder Kreis nur den n-ten Teil der Steuerenergie zu liefern hat. Die Summation der Spannungsanteile soll optimal so hoch sein, dass die Schalttransistoren T1, T2 in die «Quasi-Sättigung» gesteuert werden. Die den beiden Schalttransistoren T1, T2 jeweils zugeordneten Gruppen von Steuerwicklungen L2, L2', L2'' und L3, L3', L3'' sind galvanisch voneinander getrennt, wobei die einzelnen Wicklungen einer Gruppe in einer Reihenschaltung angeordnet sind, die die Basis-Emitter-Strecke des jeweiligen Schalttransistors T1 bzw. T2 überbrückt.

Das über die Steuerwicklungen L2, L2', L2'' bzw. L3, L3', L3'' mit Energie versorgte Steuernetzwerk 9a bzw. 9b besteht jeweils aus zwei gegensinnig gepolten Dioden 16a, 17a bzw. 16b, 17b, die mit je einem Strombegrenzungswiderstand 18a bzw. 18b in Reihe liegen. Die Verbindung mit den Steuerwicklungen ist derart, dass die in Flussrichtung zur Basis des Transistors T1 bzw. T2 hin gepolte Diode 16a bzw. 16b mit einer niedrigeren Steuerspannung beaufschlagt ist als die in der Sperrrichtung dazu liegende Diode 17a bzw. 17b.

Die Diode 16a bzw. 16b ist an den Potentialpunkt zwischen den beiden letzten Teil-Steuerwicklungen L2', L2'' bzw. L3', L3'' gelegt und die Dioden 17a bzw. 17b ist am Ende der letzten Teil-Steuerwicklung L2'' bzw. L3'' angeschlossen. — Diese Schaltungsaart gewährleistet ein optimales Schaltverhalten der Transistoren T1, T2, da dabei die Minoritätsträger im Halbleiter-Kristall besser aus der Sperrzone abgesaugt werden. Somit kommt es bei den Schaltübergangszuständen zu keinen gefährlichen Überlappungen der Sperr- und Leitphasen in den Transistoren T1, T2.

Die den Transistor T2 triggernde Anschwingschaltung 10 besteht aus der Serienschaltung eines Kondensators 19 mit einem am Pluspol 2 liegenden Diac 20. Des weiteren ist der Kollektor des Transistors T2 über einen Widerstand 40 mit dem Pluspol 2 verbunden. Nach dem Einschalten der Gleichstromversorgung und Erreichen der Diac-Zündspannung wird die Basis des Transistors T2 mittels eines Stromstosses angesteuert, wodurch dieser leitend wird. Der Triggervorgang läuft zu Beginn eines jeweiligen Lampenbetriebes einmalig ab.

Das in der Schutzschaltung 11 vorteilhaft verwendete steuerbare Schaltelement ist ein in Flussrichtung zum Minuspol 2 hin gepolter Thyristor 21. Die Anode ist über eine Diode 22 — mit in Reihe liegenden Strombegrenzungswiderständen 23, 24 — an die Basis des Transistors T1 gelegt. Die Steuerelektrode des Thyristors 21 wird über die Reihenschaltung eines Diacs 25 mit einem Kondensator 26 getriggert. Die Steuerenergie liefern Steuerwicklungen L4, L4', L4'', die auf die einzelnen Schwingkreise 4, 4', 4'' aufgeteilt sind. Die Spannung aus den Steuer-

wicklungen L4, L4', L4'' wird jeweils über Dioden 27, 27', 27'' auf ein RC-Glied gegeben, das aus dem Kondensator 26 und einem Ladewiderstand 28 besteht. Dieses RC-Glied bildet die Zeitkonstante für das Ansprechen des Schutzschalters. Die Dimensionierung der Bauelemente 26, 28 ist so gewählt, dass ein Ansprechen des Thyristors 21 in der Zündphase der Lampen sicher verhindert wird. Der Diac 25 ist das Schaltkriterium zwischen Normalbetrieb und lastfreiem bzw. Überspannungsbetrieb. Beim Erreichen seiner Durchbruchspannung startet der Diac 25 den Thyristor 21. Bei dem Schaltvorgang wird der Basis des Transistors T1 die Steuerenergie durch Ableitung zum negativen Pol 2 der Gleichspannungsversorgung entzogen. Der Transistor T1 wird gesperrt und die Schwingkreise 4, 4', 4'' entregt. Über den Widerstand 29 ist der Thyristor 21 mit dem Pluspol 1 der Gleichspannungsversorgung verbunden. Durch die gleichzeitige Gleichstromspeisung des Thyristors 21 bleibt dieser im Leitend-Zustand, dadurch ist jeder erneute Schwingungseinsatz unterbunden. Die Diode 22 sperrt die Wechselspannung vom Anodenkreis des Thyristors 21. Das RC-Glied, bestehend aus dem Widerstand 23 und dem Kondensator 30 im Netzwerk, dient als Schutz gegen das sog. Überkopfzünden des Thyristors 21 beim Starten der Schaltung. Der Widerstand 31 dient als Entladewiderstand für den Kondensator 14, wenn die Vorschaltanordnung abgeschaltet ist. Des weiteren ist die Steuerelektrode des Thyristors 21 über einen Kondensator 32, dem ein Widerstand 33 parallel geschaltet ist, mit der Kathode des Thyristors 21 verbunden. Der Kondensator 32 unterbindet unbeabsichtigtes Triggern des Thyristors 21 bei Einwirkung von Störspannungsspitzen auf dessen Steuerelektrode. Der Widerstand 33 verhindert das Ansprechen der Schutzschaltung 11 bei zu hohen Leckströmen des Diacs 25, z.B. bei hohen Umgebungstemperaturen. Dem RC-Glied 28, 26 ist ein Entladewiderstand 34 parallel geschaltet. Ein dazu parallel angeordneter Kondensator 35 wirkt als Siebkondensator für im Steuernetzwerk des Thyristors 21 auftretende Spannungsspitzen. — Bei Ansprechen des Schutzschalters 11 wird die Vorschaltanordnung erst nach Abschalten der Versorgung — der Thyristors 21 geht dann in den Sperrzustand — weiter betriebsbereit.

Das in Figur 3 gezeigte Schaltbild unterscheidet sich von dem der Figur 2 nur in der Ausführung der den Schalttransistoren T1, T2 zugeordneten Steuernetzwerke 9a, 9b und in der Schaltungsanordnung der Kondensatoren C1, C1', C1'' der Serienresonanzkreise 4, 4', 4''. — Bei den hier ausgeführten Steuernetzwerken 9a, 9b sind die Dioden 16a, 17a bzw. 16b, 17b an einen aus den Widerständen 36a, 37a bzw. 36b, 37b bestehenden Spannungsteiler angeschlossen, der die Reihenschaltung der Steuerwicklungen L2, L2', L2'' bzw. L3, L3', L3'' überbrückt. Die Widerstände 37a bzw. 37b sowie die zusätzlichen Widerstände 38a bzw. 38b wirken als Strombegrenzungswiderstände für die Dioden. Auch bei dieser Schaltungsausführung ist erreicht, dass die in Flussrichtung zur Basis des Transistors T1 bzw. T2 hin gepolte Diode 16a bzw. 16b mit einer niedrigeren Steuerspannung beaufschlagt ist als die in der Sperrrichtung dazu liegende Diode 17a bzw. 17b. Diese Schaltungsanordnung wird insbesondere beim Einlampenbetrieb angewandt.

Bei der hier vorliegenden Anordnung der Resonanzkondensatoren C1, C1', C1'' kann auf ein zusätzliches Startelement im Brückenzweig 39, 39', 39'' der jeweiligen Lampen 3, 3', 3'' verzichtet werden. Die Kondensatoren C1, C1', C1'' der jeweiligen Resonanzkreise 4, 4', 4'' überbrücken die einzelnen Lampen über deren Elektroden 6, 7 bzw. 6', 7' bzw. 6'', 7'' und sind somit über die Heizwendeln der Elektroden 6, 6', 6'' mit den zugehörigen Vorschaltinduktivitäten L1, L1', L1'' verbunden. Diese Schaltungsanordnung hat den Vorteil, dass bei Entnahme einer der Lampen 3, 3', 3'' der jeweilige Serienresonanzkreis 4, 4', 4'' unterbrochen und ausser Wirkung gesetzt ist. Der Betrieb der übrigen Lampen ist hierdurch nicht beeinflusst. Die

Schutzabschaltung des Thyristors 21 setzt dann nur bei sonstigen Störungen ein.

In den Figuren 4a und 4b ist eine vorteilhafte Geräteausführung 41 gezeigt, bei der eine gute Wärmeableitung von den Schalttransistoren T1, T2 sichergestellt ist. Sämtliche Bauelemente 42 der Vorschaltanordnung incl. der Netz- und Lampenanschlussklemmen sind auf einer einseitig (unten) beschichteten Leiterplatte 43 eingelötet. Diese ist in einem Gehäuse 44 aus gut

wärmeleitendem Material, z.B. einem U-förmigen Alu-Gehäuse, befestigt. Die beiden Schalttransistoren T1, T2, die wegen optimaler Schaltverhältnisse nur mit ca. 1 W je Transistor belastet werden sollen, sind jeweils auf der Lötseite der Leiterplatte 43 angeordnet. Ihre Kühlflächen 45 haben über eine elektrische Isolationszwischenlage 46 mit dem Gehäuseboden 47 guten Wärmekontakt. Das Alu-Gehäuse hat etwa die Masse $40 \times 40 \times 220$ mm.

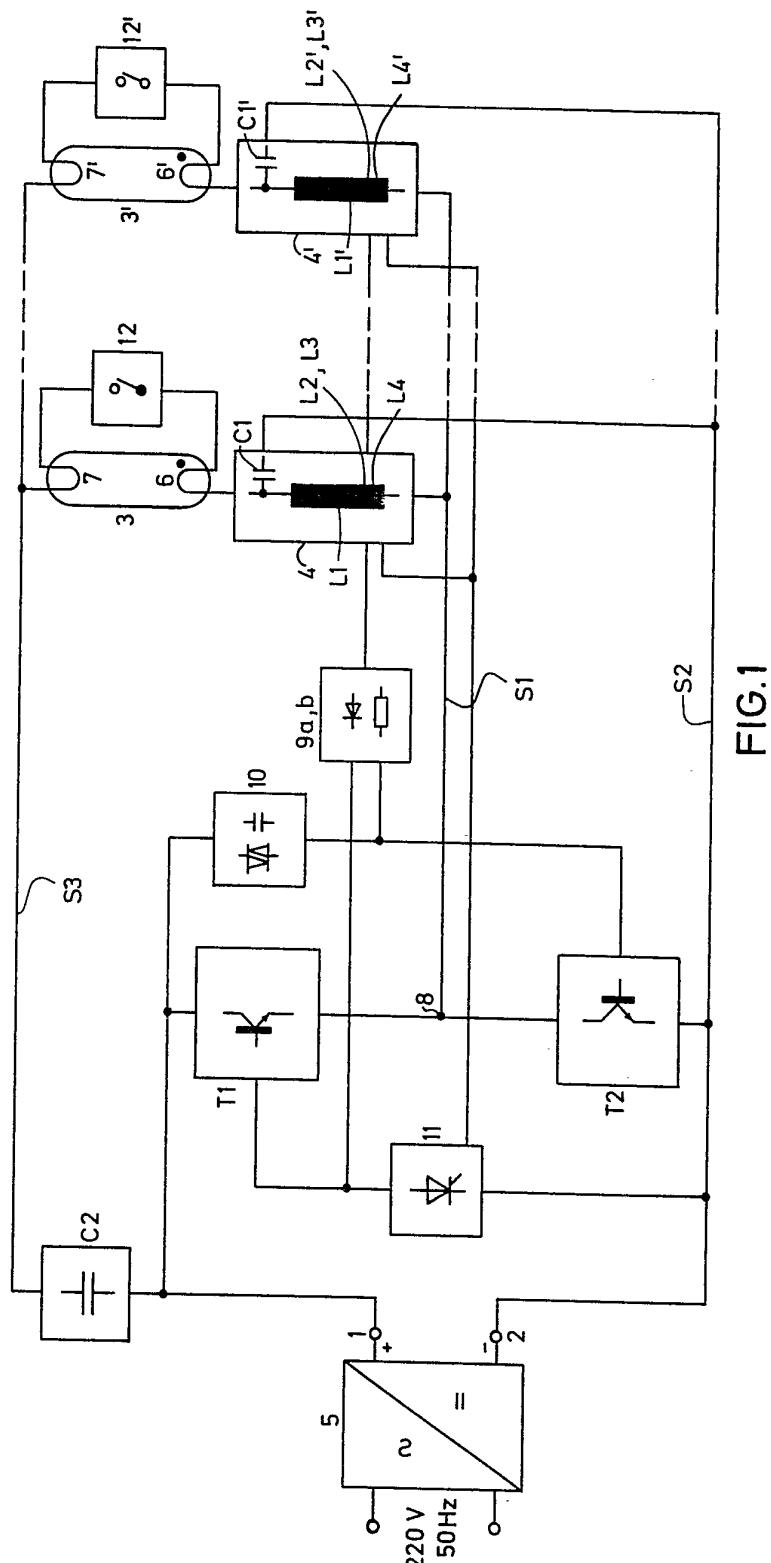


FIG.1

FIG. 2

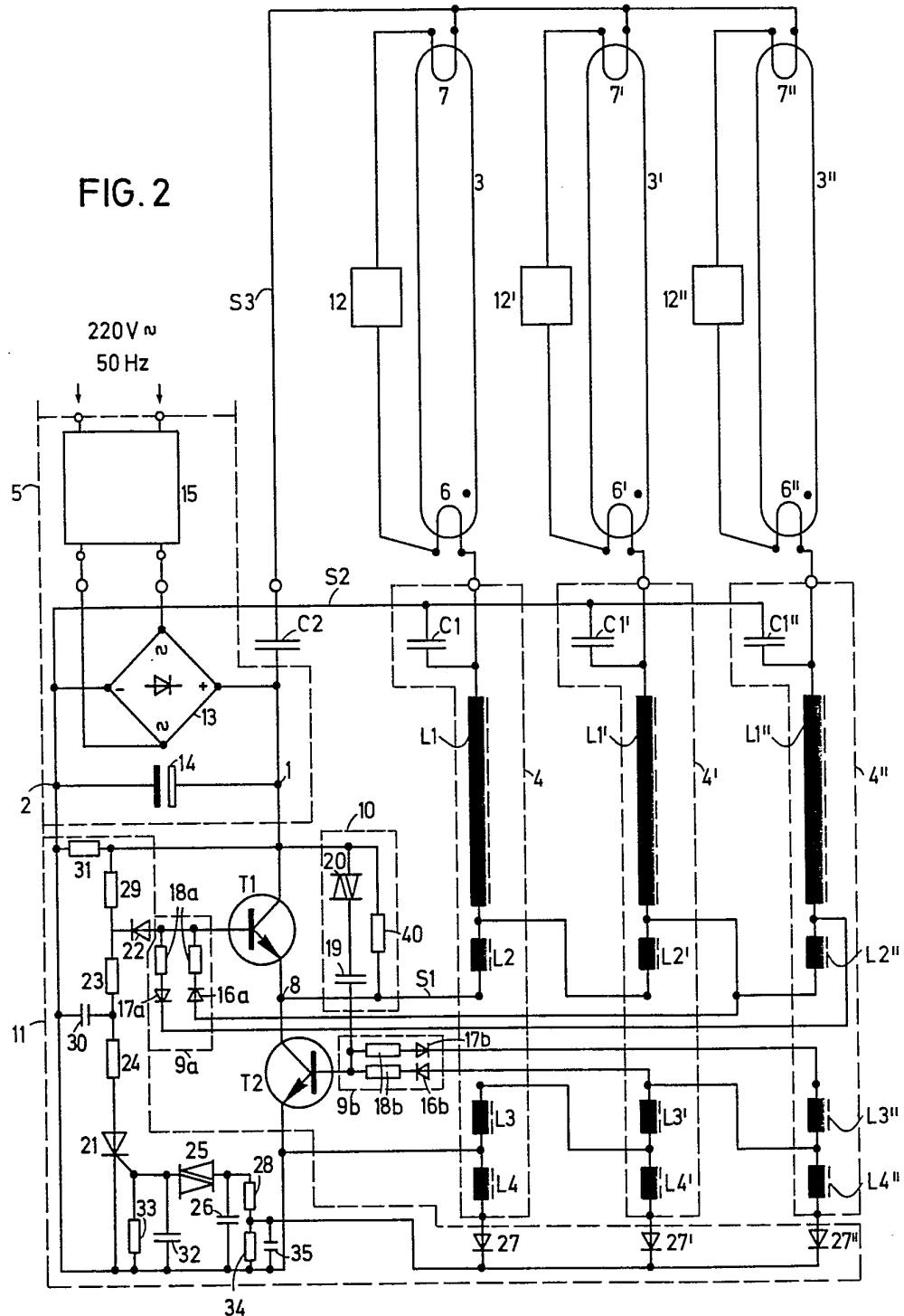
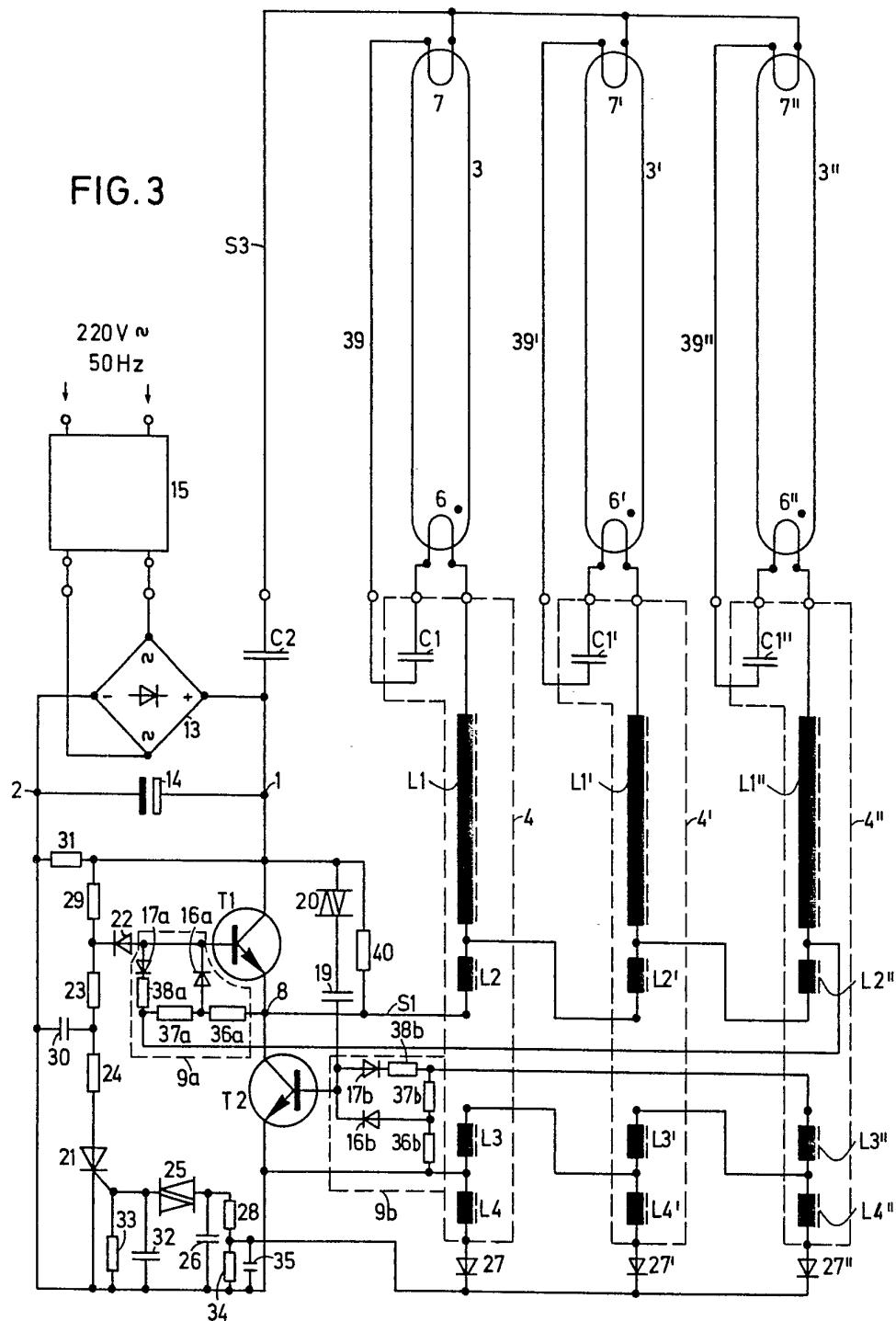


FIG. 3



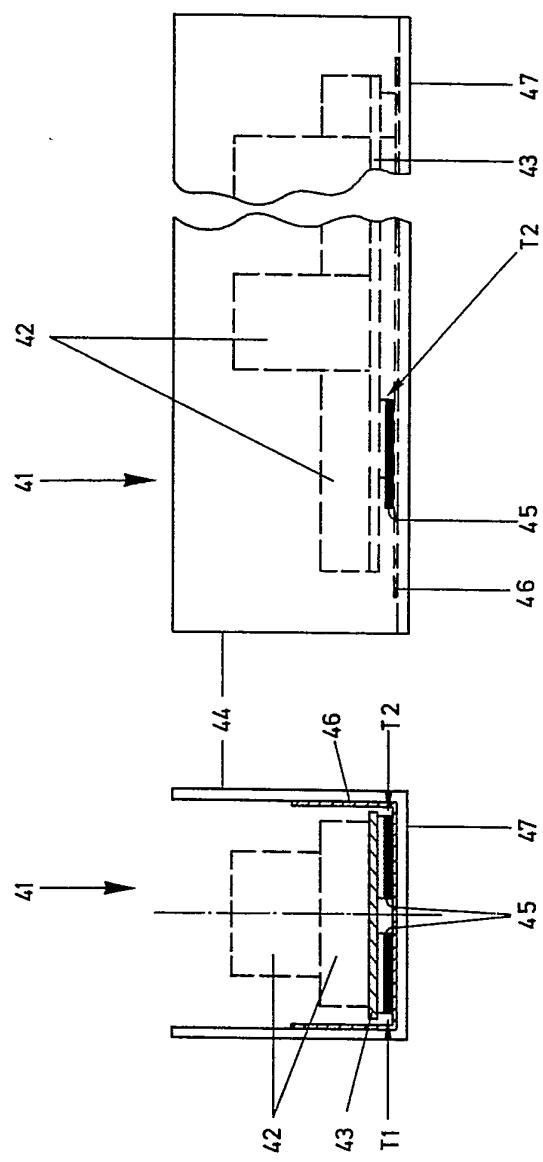


FIG.4b

FIG.4a