



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.11.2002 Patentblatt 2002/45

(51) Int Cl.7: **H01H 59/00, H01H 9/54**

(21) Anmeldenummer: **01810423.2**

(22) Anmeldetag: **30.04.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Strümpler, Ralf, Dr.**
5412 Gebenstorf (CH)
- **Nordborg, Henrik, Dr.**
8037 Zürich (CH)

(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Schweiz AG
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
 • **Wiesmann, Hans-Jürg, Dr.**
8607 Seegräben (CH)

(54) **Mikrorelaisschaltung zum Ausschalten oder Einschalten von Wechselströmen**

(57) Die Wechselstromschaltung weist einen ersten Mikrorelaisschalter (1) und eine Diode (10) auf sowie einen zweiten Mikrorelaisschalter (2), welcher zum ersten Mikrorelaisschalter (1) parallel und zur Diode (10) in Reihe liegt. Die Schaltung enthält ferner eine Messeinrichtung (5), welche die Polarität des Stroms und/

oder der Spannung (U) durch die Parallelschaltung aus erstem Mikrorelaisschalter (2) und der Reihenschaltung aus Diode (10) und zweitem Mikrorelaisschalter (2) erfasst. Auf ein Ausschalt- oder Einschaltsignal (13) hin werden dann in Abhängigkeit von der erfaßten Polarität die beiden Mikrorelaisschalter (1, 2) im wesentlichen lastfrei aus- oder eingeschaltet.

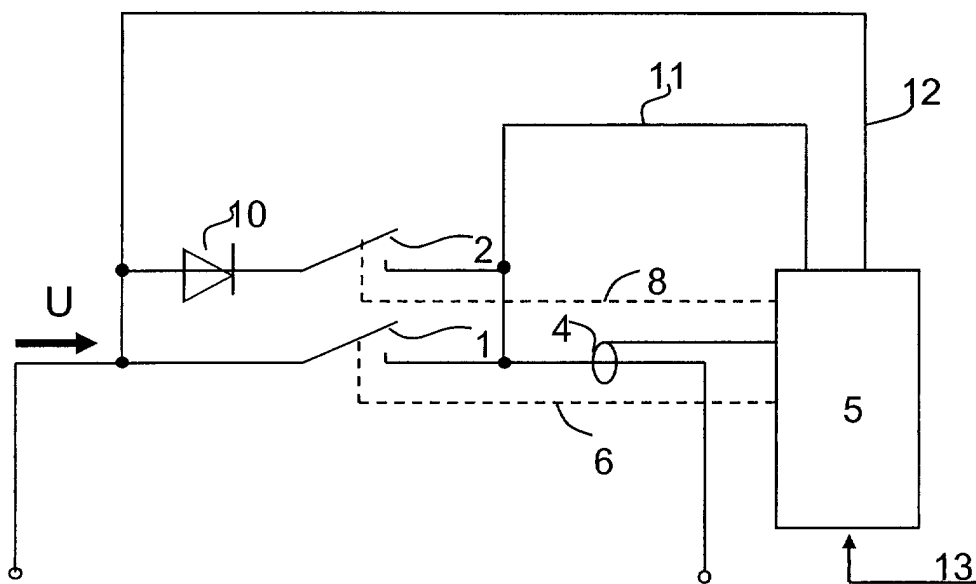


Fig. 3

Beschreibung**Technisches Gebiet**

5 **[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine für Wechselstromanwendungen ausgelegte Schaltung, die zum Ausschalten oder Einschalten von Strömen oder Spannungen verwendet wird. Diese Wechselstromschaltung enthält zumindest zwei Mikrorelaisschalter.

Stand der Technik

10 **[0002]** Zum Ausschalten oder Einschalten von Strömen oder Spannungen werden im Niederspannungsbereich im wesentlichen konventionelle Relais oder Schütze verwendet. Dabei handelt es sich in der Regel um konventionelle (makroskopische) Schalter, die elektromagnetisch betätigt werden.

15 **[0003]** Wegen der erheblichen Baugröße und des großen Gewichts solcher Relais oder Schütze werden in jüngster Zeit zunehmend Mikrorelais als Schalter für solche oder andere Schaltaufgaben untersucht. Bei Mikrorelais handelt es sich um mit Verfahren der Halbleitertechnologie und/oder Mikrostrukturtechnik hergestellte mikroskopische Schalter, die häufig, jedoch nicht notwendigerweise auf Siliziumwafern und unter Verwendung von Siliziumtechnologie realisiert werden. Sie versprechen eine Vielzahl von Vorteilen, die je nach Anwendungsfall mehr oder weniger im Vordergrund stehen können. So sind sie naturgemäß sehr viel kleiner und leichter als konventionelle Relais und zudem schneller in der Schaltgeschwindigkeit. Außerdem können sie mit kleineren Leistungen, Strömen oder Spannungen betrieben werden.

20 **[0004]** Probleme bestehen jedoch insbesondere im Hinblick auf die maximal zulässigen Spannungs- und Strombelastungen während des Schaltens bzw. bei den Schaltvorgängen selbst. Das liegt an den geringen geometrischen Abmessungen und demzufolge relativ geringen Öffnungsabständen, Kontaktflächen und Kontaktkräften.

Darstellung der Erfindung

[0005] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine verbesserte Wechselstromschaltung mit Mikrorelais zum Ausschalten oder Einschalten von Wechselströmen oder Wechselspannungen anzugeben.

30 **[0006]** Erfindungsgemäß ist hierzu einerseits vorgesehen eine Wechselstromschaltung mit einem ersten Mikrorelaisschalter, einem zu dem ersten Mikrorelaisschalter parallel und zu der ersten Diode in Reihe liegendem zweiten Mikrorelaisschalter, einer zumindest die Polarität des Stroms durch die Parallelschaltung aus dem ersten Mikrorelaisschalter einerseits und der Reihenschaltung aus dem zweiten Mikrorelaisschalter und der ersten Diode andererseits erfassenden Meßeinrichtung, welche Schaltung dazu ausgelegt ist, bei einem Ausschaltvorgang: ein Ausschaltsignal zu empfangen, daraufhin die Polarität des Stroms zu erfassen, bei einer der Durchlaßrichtung der ersten Diode entsprechenden Strompolarität den ersten Mikrorelaisschalter zu öffnen und dann bei einer der Sperrichtung der ersten Diode entsprechenden Strompolarität den zweiten Mikrorelaisschalter zu öffnen, sowie eine Wechselstromschaltung mit einem ersten Mikrorelaisschalter, einem zu dem ersten Mikrorelaisschalter parallel und zu der ersten Diode in Reihe liegendem zweiten Mikrorelaisschalter, einer zumindest die Polarität der an der Parallelschaltung aus dem ersten Mikrorelaisschalter einerseits und der Reihenschaltung aus dem zweiten Mikrorelaisschalter und der ersten Diode andererseits anliegenden Spannung erfassenden Meßeinrichtung, welche Schaltung dazu ausgelegt ist, bei einem Einschaltvorgang: ein Einschaltsignal zu empfangen, daraufhin die Polarität der Spannung zu erfassen, bei einer der Sperrichtung der ersten Diode entsprechenden Spannungspolarität den zweiten Mikrorelaisschalter zu schließen und dann bei einer der Durchlaßrichtung der ersten Diode entsprechenden Spannungspolarität den ersten Mikrorelaisschalter zu schließen.

45 **[0007]** Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

50 **[0008]** Die Erfindung bezieht sich also auf eine Parallelschaltung, in deren einem Ast zumindest ein erster Mikrorelaisschalter enthalten ist und in deren anderem Ast zumindest ein zweiter Mikrorelaisschalter und eine dazu in Reihe geschaltete erste Diode enthalten ist. Ferner soll eine Meßeinrichtung die Polarität des Stroms durch die Spannung an der gesamten Parallelschaltung zumindest dann erfassen, wenn ein einen Schaltvorgang instruierendes Signal empfangen wird. Eine auf Ausschaltvorgänge ausgelegte erfindungsgemäße Schaltung öffnet dann zunächst den ersten Mikrorelaisschalter, und zwar nur bzw. erst dann, wenn die erfaßte Polarität der Durchlaßrichtung der ersten Diode entspricht. Wenn nun der erste Mikrorelaisschalter geöffnet wird, fließt der Strom durch den zweiten Mikrorelaisschalter enthaltenden Schaltungsast, so daß der Ausschaltvorgang des ersten Mikrorelaisschalters, weitgehend entlastet ist. Statt der Systemspannung fällt dann an dem ersten Mikrorelaisschalter im wesentlichen die Summe aus der Durchlaßspannung der ersten Diode und eventuellen weiteren nennenswerten Spannungen in dem noch leitenden Schaltungsast ab. Daraufhin kann bei umgekehrter Polarität der zweite Mikrorelaisschalter geöffnet werden, was vorzugsweise in der nächsten Halbperiode oder nach Wunsch auch zu einem späteren Zeitpunkt mit geeigneter Polarität

erfolgen kann. Auch dieser Ausschaltvorgang ist praktisch lastfrei, weil nun die erste Diode sperrt und somit auch den wesentlichen Teil des Spannungsabfalls trägt.

[0009] Bei einer anderen Steuerung kann mit derselben Parallelschaltung aus den beiden Mikrorelaisschaltern und der Diode ein günstiger Einschaltvorgang realisiert werden. Dazu wird zumindest nach Empfang des Einschaltsignals die Polarität der Spannung erfaßt, um bei sperrender erster Diode den zweiten Mikrorelaisschalter zu schließen. Dann kann bei umgekehrter Polarität der erste Mikrorelaisschalter geschlossen werden. Wegen der beim Schließen des zweiten Mikrorelaisschalters sperrenden Diode wird der zweite Mikrorelaisschalter praktisch spannungs- und stromfrei geschlossen. Beim Schließen des ersten Mikrorelaisschalters wiederum leitet der die erste Diode und den zweiten Mikrorelaisschalter enthaltende Schaltungsast, so daß auch der erste Mikrorelaisschalter weitgehend spannungs- und stromfrei geschlossen wird. Hinsichtlich der einzelnen Schaltvorgänge handelt es sich also um die zeitliche Umkehr des zuvor geschilderten Ausschaltvorgangs.

[0010] Die beiden Schaltkonzepte können natürlich auch gleichzeitig realisiert sein, indem ein und dieselbe Wechselstromschaltung sowohl den beschriebenen Ausschaltvorgang als auch den beschriebenen Einschaltvorgang durchführen kann und dazu dieselben Mikrorelaisschalter und dieselbe Diode verwendet werden. Es kann außerdem dieselbe Meßeinrichtung eingesetzt werden. Insbesondere ist zu beachten, daß eine die Spannungspolarität erfassende Meßeinrichtung über diese Polarität letztlich auch die Polarität des durch die Schaltung fließenden Stroms erfassen kann. Umgekehrt kann natürlich auch durch einen Meßwiderstand über eine tatsächliche Strommessung die Spannungspolarität bestimmt werden.

[0011] Geht man von einer gewöhnlichen Wechselstromanwendung aus, beispielsweise bei Haushaltsspannung in der Phase oder bei einer Dreiphasenanwendung in einer Phase, so sind die Strom- und Spannungsverläufe periodisch und entsprechen die Zeitspannen einer bestimmten Polarität jeweils einer Halbperiode. Im schlechtesten denkbaren Fall erfolgt das Schaltsignal zu Anfang einer "unpassenden" Halbperiode, so daß also zumindest eine knappe Halbperiode lang auf einen für den ersten Teilschaltvorgang passenden Zeitpunkt gewartet werden muß und einschließlich der für den zweiten Teilschaltvorgang erforderlichen umkehrten Polarität der Gesamtschaltvorgang also mindestens eine knappe Periodenlänge beansprucht. Bei vielen Anwendungen stellt dies kein Problem dar, weil die Ausschaltvorgänge ohnehin nicht besonders schnell erfolgen müssen.

[0012] Die erfindungsgemäßen Schaltungen können jedoch weiter verbessert werden, indem der bereits beschriebenen Parallelschaltung ein weiterer Schaltungsast hinzugefügt wird, der eine Reihenschaltung aus einer zweiten Diode und einem dritten Mikrorelaisschalter enthält. Dabei liegen die erste und die zweite Diode antiparallel zueinander. Deswegen kann die Schaltung nach dem Empfang des Schaltsignals zunächst einen Schaltvorgang in einem eine momentan sperrende Diode aufweisenden Schaltungsast in Gang setzen und dann bei umgekehrter Polarität den Mikrorelaisschalter in dem Schaltungsast mit der anderen der beiden Dioden schalten lassen. Der erste Mikrorelaisschalter kann dabei zu jedem Zeitpunkt geschaltet werden, zu dem durch eine der beiden Dioden infolge der Polarität und des Schaltungszustands des zweiten und des dritten Mikrorelaisschalters Strom fließen kann (einschließlich der Strom- und Spannungsnullstellen). Der erste Mikrorelaisschalter kann also insbesondere beim Ausschalten zuerst ausgeschaltet werden bzw. in derselben Periode, in der der erste der beiden diodenseriellen Mikrorelaisschalter ausgeschaltet wird. Umgekehrt kann beim Einschalten der erste Mikrorelaisschalter als allerletzter eingeschaltet werden oder beispielsweise in derselben Halbperiode wie der zuletzt eingeschaltete der beiden diodenseriellen Mikrorelaisschalter.

[0013] Jedenfalls können durch die beschriebenen verbesserten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Schaltungen die gesamten Schaltvorgänge selbst bei ungünstigem Zeitpunkt des Schaltsignals je nach Geschwindigkeit der Arbeitsweise der Schaltung in etwas mehr als einer Halbperiode abgeschlossen werden.

[0014] Die erfindungsgemäßen Schaltungen können die Strom- bzw. Spannungserfassung in den verschiedenen bevorzugten Varianten durchführen. Der einfachste und wegen dieser Einfachheit auch bevorzugte Fall ist eine Erfassung nur der Polarität, wobei ggfs. eine Erfassungsschwelle eingeführt werden kann, damit nicht am Ende einer Halbperiode noch eine Polarität festgestellt wird, die jedoch für den für die einzelnen Schaltvorgänge erforderlichen Zeitumfang gar nicht mehr anhält. Jedenfalls wird bei dieser Ausführungsform auf eine echte Amplituden- oder Phasenerfassung verzichtet und nur die minimal notwendige Information zur Auswahl der geeigneten Schaltungsäste erfaßt.

[0015] Bei einer anderen bevorzugten Möglichkeit werden hingegen die Amplitude oder die Phase von Strom oder Spannung erfaßt und dahingehend genutzt, daß die strom- oder spannungsbelasteten Ein- bzw. Ausschaltvorgänge möglichst in der Nähe der Nullstellen durchgeführt werden. Bei den Ein- und Ausschaltvorgängen können nämlich die Mikrorelaisschalter infolge der nicht verschwindenden Durchlaßspannung der Dioden immer noch geringfügig belastet werden. Einzelschaltvorgänge in der Nähe der Nullstellen können diese Belastung weiter verringern. Darüber hinaus könnten die einzelnen Schaltvorgänge in der Nähe ein- und derselben Nullstelle ablaufen, so daß zwischen den einzelnen Schaltvorgängen keine hohen Strom- oder Spannungswerte mehr auftreten. Dies kann insbesondere dann von Interesse sein, wenn die Belastung der Dioden mit den in der Anwendung auftretenden Strom- oder Spannungswerten problematisch ist. Die Dioden müssen dann nämlich den vollständigen Strom bzw. die vollständige Spannung nur in der Umgebung der Nullstellen tragen. In diesem Zusammenhang kann natürlich auch vorgesehen sein, die Dioden im

leitenden Normalbetrieb durch Schutzwiderstände vor zu großen Stromwerten zu schützen, so daß dann durch die Spannungsabfälle an diesen Schutzwiderständen die Schaltvorgänge für die Mikrorelaisschalter in den parallelen Ästen stärker belastet werden. Dabei kann es von besonderem Interesse sein, die Schaltvorgänge in die Bereiche kleiner Amplituden zu legen.

[0016] Zur Verbesserung der Strom- oder Spannungsfestigkeit der erfindungsgemäßen Schaltungen kann ferner vorgesehen sein, die in dieser Anmeldung mit dem Begriff "Mikrorelaisschalter" bezeichneten Schalter nicht aus einem einzigen Mikrorelais aufzubauen sondern aus einer Reihenschaltung oder Parallelschaltung mehrerer Mikrorelais. Gleichmaßen können die bislang einfach als "Dioden" bezeichneten Bauteile tatsächlich einer Parallel- oder Reihenschaltung einer Mehrzahl von Dioden entsprechen, um die Stromtragfähigkeit und/oder Spannungsfestigkeit zu verbessern.

[0017] Eingangs wurde bereits ausgeführt, daß Mikrorelais häufig große technologische Parallelen zu klassischen Halbleiterbauelementen aufweisen und insbesondere häufig zumindest teilweise aus Halbleitermaterialien, vorzugsweise Silizium, bestehen. Daher können die Dioden in entsprechende Teile der Mikrorelaisschalter integriert sein, also etwa auf demselben Chip aufgebracht sein wie eine der erwähnten Reihen- oder Parallelschaltungen von mehreren einzelnen Mikrorelais. Sie können auch in ein Bauteil eines einzelnen Mikrorelais integriert sein. Insbesondere können die Reihen- oder Parallelschaltungen der Mikrorelais und der Dioden auch miteinander verschränkt sein, so daß es sich tatsächlich um Reihen- bzw. Parallelschaltungen jeweiliger Sätze aus Dioden und Mikrorelais handelt.

[0018] Außerdem kann die erwähnte Meßeinrichtung in integrierter Weise ausgeführt sein.

[0019] Schließlich ist es auch möglich, die erfindungsgemäße Schaltung mehrfach zu verschalten, wobei Parallelschaltungen und Reihenschaltungen der erfindungsgemäßen Schaltung von Vorteil sind. Bei Parallelschaltungen von Mikrorelais stellt die Zeitgleichheit der Ein- und Ausschaltvorgänge nämlich ein grundsätzliches Problem dar. Wenn nur eines der Mikrorelais etwas zeitversetzt öffnet oder schließt, wird es mit einem überproportionalen Anteil der Strom- oder Spannungswerte belastet. Wenn jedoch die erfindungsgemäße Schaltung mehrfach parallel oder seriell verschaltet wird, so kommt es auf die präzise Zeitgleichheit nicht mehr wesentlich an. Die Erfindung sorgt dann nämlich dafür, daß die einzelnen Mikrorelais besser geschützt sind.

[0020] Wenn es bei einem bestimmten Anwendungsfall nicht tolerabel ist, daß mit den erfindungsgemäßen Schaltungen nur mit einer bestimmten Zeitverzögerung auf ein Ausschaltsignal reagiert werden kann, etwa weil ein sehr großer Fehlerstrom oder Kurzschlußstrom auftritt, der sofort unterbrochen werden muß, so kann eine erfindungsgemäße Schaltung auch mit einer zusätzlichen Sicherung kombiniert sein, die in solchen Fällen auslöst. Für weniger kritische Ausschaltvorgänge kann dann die erfindungsgemäße Schaltung verwendet werden, so wie auch konventionell beispielsweise Lastschalter mit Kurzschlußsicherungen kombiniert werden. Die Sicherung kann in vorteilhafter Weise auch durch die in der erfindungsgemäßen Schaltung ohnehin vorgesehene Meßeinrichtung angesteuert werden.

[0021] Im folgenden werden verschiedene Ausführungsbeispiele erläutert, um die Erfindung konkreter zu illustrieren. Dabei offenbarte Merkmale können auch in anderen als den dargestellten Kombinationen erfindungswesentlich sein. Es wird darauf hingewiesen, daß die vorstehende und die nachfolgende Gesamtoffenbarung der Anmeldung auch im Hinblick auf entsprechende Arbeitsverfahren zu verstehen ist.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0022] Im einzelnen zeigt:

Figur 1 ein schematisches Schaltdiagramm für eine erfindungsgemäße Schaltung zum Ausschalten eines Stroms;

Figur 2 eine vereinfachte Variante zu Figur 1 als zweites Ausführungsbeispiel;

Figur 3 eine verbesserte Variante zu Figur 2 als drittes Ausführungsbeispiel;

Figur 4 ein schematisches Schaltdiagramm eines verbesserten Details aus Figur 1 als viertes Ausführungsbeispiel;

Figur 5 eine schematische Darstellung einer konkreten Ausführungsform eines Schaltungsastes aus einer der Figuren 1-3;

Figur 6 eine schematische Darstellung einer Variante zu Figur 5; und

Figur 7 eine schematische Darstellung einer Variante zu den Figuren 5 und 6.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0023] Die Figuren 1 und 2 zeigen eine schematische Darstellung der beiden erläuterten Varianten der Erfindung mit drei bzw. zwei parallelen Ästen. 1 bezeichnet dabei den ersten Mikrorelaisschalter, 2 den zweiten Mikrorelaisschalter und 3 den dritten Mikrorelaisschalter. 10 bezeichnet die erste Diode, 9 die zweite Diode. Mit 5 ist die Meßeinrichtung bezeichnet, die hier auch die Steuerung für die Mikrorelaisschalter 1-3 enthält, wie durch die gestrichelten Schaltleitungen 6, 7 und 8 angedeutet. Der mit I bezeichnete Pfeil deutet die Stromrichtung zu einem bestimmten Zeitpunkt an.

[0024] Wenn man sich nun vorstellt, daß die Mikrorelaisschalter 1, 2 und 3 alle geschlossen sind und der eingezeichnete Strom I fließt, und sich weiterhin vorstellt, daß, wie mit der Signalleitung 13 angedeutet, ein Ausschaltsignal die in der Meßeinrichtung 5 integrierte Steuerung erreicht, so wird deutlich, daß in beiden Varianten (Figur 1 und Figur 2) der erste Mikrorelaisschalter 1 geöffnet werden kann. Der Strom I kann weiter durch die in Durchlaßrichtung gepolte erste Diode 10 und den zweiten Mikrorelaisschalter 2 fließen, so daß der erste Mikrorelaisschalter 1, von der Durchlaßspannung der ersten Diode abgesehen, unbelastet geöffnet wird. Nach Polaritätswechsel des Stroms I kann dann der zweite Mikrorelaisschalter 2 geöffnet werden, was wegen der dann sperrenden Polung der ersten Diode 10 ebenfalls praktisch lastfrei erfolgt. Denn die erste Diode hat bei Sperrpolung einen so hohen Widerstand, daß sie so gut wie keinen Strom leitet und praktisch die gesamte an der Schaltung anliegende Spannung an der ersten Diode 10 abfällt. Bei der Variante in Figur 1 ist dazu allerdings Voraussetzung, daß der dritte Mikrorelaisschalter 3 schon geöffnet ist. Um auch diesen praktisch unbelastet öffnen zu können, wird er vorzugsweise in derselben Halbperiode wie der erste Mikrorelaisschalter 1 geöffnet, d.h. am einfachsten praktisch gleichzeitig. Dieser Öffnungsvorgang entfällt bei der zweiten Variante aus Figur 2. Diese hat allerdings den Nachteil, daß bei einer zu der dargestellten Stromrichtung umgekehrten Polung der erste Mikrorelaisschalter 1 nicht lastfrei geöffnet werden kann, sondern zunächst ein Polaritätswechsel abgewartet werden muß. In diesem Fall benötigt die zweite Variante aus Figur 2 also nicht nur die dem Ausschaltsignal auf der Leitung 13 zeitlich folgende Halbperiode, sondern auch noch einen Teil der übernächsten Halbperiode.

[0025] Um abhängig von der Strompolarität entscheiden zu können, ob bei der ersten Variante zeitgleich mit dem ersten Mikrorelaisschalter 1 der zweite 2 oder der dritte 3 geöffnet wird und dann der dritte 3 bzw. der zweite 2 nach einem Polaritätswechsel geöffnet wird, oder um bei der zweiten Variante entscheiden zu können, ob der erste Mikrorelaisschalter 1 sofort oder erst nach einem Polaritätswechsel geöffnet werden kann und der zweite Mikrorelaisschalter 2 in der nächsten oder der übernächsten Halbperiode geöffnet werden kann, benötigt die in der Schaltung 5 enthaltene Steuerung also eine Information über die momentane Polarität, die bei diesen beiden Ausführungsbeispielen über eine sich auf eine Vorzeichenerfassung begrenzende, in den Figuren mit 4 angedeutete Stromerfassung erfolgt.

[0026] Figur 3 zeigt demgegenüber eine ansonsten dem zweiten Ausführungsbeispiel aus Figur 2 entsprechende verbesserte dritte Variante, bei der die Meßeinrichtung 5 zusätzlich über die Leitungen 11 und 12 die Polarität der Spannung an der Parallelschaltung aus den beiden Mikrorelaisschaltern 1 und 2 und der ersten Diode 10 abgreift. Eine ähnliche Ergänzung läßt sich leicht auch für das erste Ausführungsbeispiel aus Figur 1 vorstellen.

[0027] Bei diesem dritten Ausführungsbeispiel kann damit die Polarität der Spannung an der Parallelschaltung auch bei geöffneten Mikrorelaisschaltern 1 und 2 bestimmt werden.

[0028] Mit diesem dritten Ausführungsbeispiel läßt sich also auch ein verbesserter Einschaltvorgang realisieren. Dazu stellt man sich vor, daß in einer Situation, in der die mit U bezeichnete Spannungspolarität anliegt, die der Durchlaßrichtung der ersten Diode 10 entspricht, über die Leitung 13 ein Einschaltsignal in die Steuerung in der Schaltung 5 eingegeben wird. Daraufhin stellt die Steuerung mithilfe der Meßeinrichtung und der Leitungen 11 und 12 fest, daß die erste Diode 10 in Durchlaßrichtung gepolt ist und wartet den nächsten Polaritätswechsel ab. Dann schließt sie den zweiten Mikrorelaisschalter 2, was infolge der Isolation durch die erste Diode 10 praktisch unbelastet erfolgt. Nach einem weiteren Polaritätswechsel kann auch der erste Mikrorelaisschalter 1 unbelastet eingeschaltet werden, weil er dann von dem parallelen Schaltungsast überbrückt wird. Es ist klar, daß bei einer dreiästigen Variante wie in Figur 1 (jedoch mit Spannungsmessung) bei der in Figur 3 dargestellten Polarität sofort der dritte Mikrorelaisschalter 3 eingeschaltet werden könnte, und nach dem nächsten Polaritätswechsel dann die beiden verbleibenden Mikrorelaisschalter 1 und 2. Im übrigen gelten die Erläuterungen zu den Ausschaltvorgängen bei den Beispielen aus den Figuren 1 und 2 sinngemäß.

[0029] Wenn man nur Einschaltvorgänge betrachtet oder der Spannungsabfall an der Parallelschaltung auch im leitenden Zustand für eine Erfassung ausreicht, ist hier die Strompolaritätserfassung 4 überflüssig, weil sich aus der Spannungspolarität im leitenden Zustand der Schaltung auch die Strompolarität ergibt.

[0030] Von besonderem Interesse sind die erfindungsgemäßen Einschaltvorgänge dann, wenn die von dem betroffenen Stromkreis versorgte Einrichtung beim Einschalten unerwünscht hohe Anlaufströme zeigt. Dies betrifft vor allem technische Geräte mit kerndurchsetzten Spulen, etwa Transformatoren, die bis zur Kernsättigung eine relativ niedrige Impedanz aufweisen. Durch den erfindungsgemäßen Einschaltvorgang steigt der Strom mit dem Anlaufen der betreffenden Halbwelle, wenn die zu dem eingeschalteten Mikrorelaisschalter in Reihe liegende Diode leitfähig wird, sanft an. Während des physikalischen Einschaltens können wegen der Sperrwirkung der Diode praktisch keine Anlaufströme

fließen.

[0031] Figur 4 zeigt eine Variante zu Figur 1 mit einem vierten Ausführungsbeispiel. Dort sind die Mikrorelaisschalter 1, 2 und 3 jeweils realisiert durch Parallelschaltungen einzelner Mikrorelais, die mit 1', 2' und 3' bezeichnet sind. Da durch die erfindungsgemäße Schaltung die effektiv schaltbaren Ströme (mithilfe der Dioden 9 und 10) stark erhöht sind, ist es sinnvoll, auch die Stromtragfähigkeit im leitenden Zustand zu erhöhen. Dies kann in einfacher Weise durch die dargestellten Parallelschaltungen 1', 2', 3' geschehen. Für die Stromtragfähigkeit im leitenden Zustand kommt es nämlich nicht auf die zuvor bereits erwähnte zeitliche Abstimmung zwischen den Schaltvorgängen an. Die Parallelschaltungen sind im übrigen auf einem gemeinsamen Siliziumchip 11 integriert. Die folgenden Ausführungsbeispiele zeigen, daß dabei auch die Dioden 9 und 10 berücksichtigt sein können. Die Meßeinrichtung 5 mit ihren Meßleitungen ist in Figur 4 weggelassen, so daß Figur 4 nur einen Ausschnitt zu den vorherigen Figuren 1-4 darstellt.

[0032] Figur 5 zeigt einen Mikrorelaisschalter 2" als konkrete Ausführungsform für (beispielhaft) den zweiten Mikrorelaisschalter aus den Figuren 1-3. Dieser Mikrorelaisschalter 2" ist auf einem Siliziumchip 11" aufgebaut, der eine erste Diode 10" enthält. Diese Diode 10" ist eine an sich konventionelle, durch Dotierstoffdiffusion in den Siliziumwafer 11" und nachfolgende Kontaktierung hergestellte Diode, deren P-Kontakt 14 mit dem festen Kontaktstück 15 des Mikrorelaisschalter 2" verbunden ist.

[0033] Dem festen Kontaktstück 15 liegt ein bewegbares Kontaktstück 16 gegenüber, zu dem eine vertikal (bezüglich der Lage in Figur 5) elastisch bewegbare Federzunge gehört, die durch einen elektrostatischen Kondensator 17 betätigt werden kann, um die Kontaktstücke 15 und 16 in und außer Kontakt miteinander zu bringen.

[0034] Die technologischen Einzelheiten des dargestellten Mikrorelaisschalters 2" sind abgesehen von der Kombination mit der Diode konventionell und werden insoweit nicht im Detail erläutert. Es könnte sich hierbei übrigens auch um eine Parallelschaltung in der Art des Mikrorelaisschalter 2' aus Figur 4 handeln, wobei die einzelnen Mikrorelais in zu der Zeichenebene orthogonaler Richtung gestaffelt sind.

[0035] Figur 6 zeigt eine weitere technologische Variante zu einem Mikrorelaisschalter, der hier mit 2''' bezeichnet ist. In diesem Fall ist die Blickrichtung der Figur senkrecht zum nicht näher dargestellten Wafer ausgerichtet, auf dem die mit 18 bezeichnete Basis fest aufgebracht ist. An zwei schmalen langen elastisch verformbaren Trägern 19 ist ein bewegbares Kontaktstück 20 gehalten, das durch einen elektrostatischen Kondensator 21 mit einer verzahnt kammartigen Struktur im wesentlichen horizontal (in bezug auf Figur 6) bewegbar ist. Diese horizontale Beweglichkeit ergibt sich aus der im Vergleich zur vertikalen (bezüglich Figur 6) Elastizität erheblich höheren Querelastizität der schmalen Träger 19.

[0036] Das bewegbare Kontaktstück 20 überbrückt damit zwei feste Kontaktstücke 22 und 23 auf der rechten Seite der Figur 6. Dem festen Kontaktstück 23 ist wiederum eine Diode 10''' nachgeschaltet, die im übrigen der Diode 10" aus Figur 5 entspricht, jedoch in Figur 6 in um 90° verdrehter Perspektive dargestellt ist.

[0037] Zu den Einzelheiten der in Figur 6 illustrierten Ausführungsform des Mikrorelais 2''' wird verwiesen auf die europäische Parallelanmeldung 018110322.6 derselben Anmelderin.

[0038] Figur 7 zeigt eine letzte Ausführungsvariante für das Mikrorelais, die hier mit 2'''' bezeichnet ist. Zu dieser Ausführungsform wird auf die deutsche Patentanmeldung 100 40 867.2 vom 21.08.2000 verwiesen, die die technischen Einzelheiten des Mikrorelais 2'''' offenbart. Hier ist wiederum eine Diode 10'''' hinzugefügt, die technisch der Diode 10" aus Figur 5 und der Diode 10''' aus Figur 6 entspricht.

[0039] Der Mikrorelaisschalter 2'''' zeichnet sich durch ein an seinen beiden äußersten Enden festgelegtes flexibles bewegliches Kontaktstück 24 aus, das in seiner unteren Lage gestrichelt und in seiner oberen Lage (ausgeschaltet) durchgezogen dargestellt ist. Es trägt in seinem linken Bereich eine elektrisch leitfähige Schicht 25, die mit der Diode 10'''' verbunden ist. Die leitfähige Schicht kann mit einem Kontakt 26 in Verbindung gebracht werden, wozu das bewegliche Kontaktstück 24 von einer über einen bezüglich Figur 7 vertikal beweglichen Aktivierungsmechanismus 27 mit einem elektrostatischen Kondensator 28 betätigt wird. Die obere Lage des bewegbaren Kontaktstücks 24 ist aus sich selbst heraus stabil, während die untere Lage nur durch den Aktivierungsmechanismus 27 aufrecht erhalten werden kann.

[0040] Der Aktivierungsmechanismus 27 weist im wesentlichen einen sich vertikal erstreckenden, in einem Siliziumfachwerkmuster aufgebauten und spitz zulaufenden Dorn auf, der substratparallel beweglich ist (in Figur 7 vertikal, Blickrichtung also substratorthogonal). Dazu ist er an einer über dem elektrostatischen Kondensator schematisch angedeuteten elastischen Struktur aufgehängt. Der elektrostatische Kondensator hat eine kammartig verzahnte Struktur. Das Mikrorelais 2'''' aus Figur 7 zeichnet sich wie das vorherige Mikrorelais 2''' aus Figur 6 durch einen relativ großen Hub zwischen offenem und geschlossenem Zustand und damit relativ große Spannungsfestigkeit in geöffnetem Zustand aus. Ferner sind die Kontaktkräfte im geschlossenen Zustand günstig. Zu Einzelheiten wird auf die in bezug genommene Anmeldung verwiesen.

Bezugszeichenliste

[0041]

5	1, 1', 2, 2', 2'', 2''', 3, 3'	Mikrorelaisschalter
	4	Strompolaritätserfassung
	5	Meßeinrichtung mit integrierter Steuerung
	6, 7, 8	Ansteuerleitungen für Mikrorelaisschalter
	9	zweite Diode
10	10	erste Diode
	11	Siliziumchip mit drei Parallelschaltungen von Mikrorelais
	12	Spannungspolaritätserfassung
	13	Signalleitung für Schaltsignal
	14	Kontakt (zwischen Diode und festem Kontaktstück)
15	15	festes Kontaktstück
	16	bewegliches Kontaktstück
	17	elektrostatischer Antriebskondensator
	18	feste Basis für bewegliches Kontaktstück
	19	elastische Träger
20	20	bewegliches Kontaktstück
	21	elektrostatischer Antriebskondensator
	22, 23	feste Kontaktstücke
	24	bewegliches Kontaktstück (flexibel biegsam)
	25	leitfähige Schicht darauf
25	26	festes Kontaktstück
	27	Aktivierungsmechanismus
	28	elektrostatischer Antriebskondensator

30 Patentansprüche

1. Wechselstromschaltung mit

einem ersten Mikrorelaisschalter (1, 1'),
 einem zu dem ersten Mikrorelaisschalter (1, 1') parallel und zu einer ersten Diode (10) in Reihe liegenden
 35 zweiten Mikrorelaisschalter (2-2'''),
 einer zumindest die Polarität des Stroms (I) durch die Parallelschaltung aus dem ersten Mikrorelaisschalter
 (1, 1') einerseits und der Reihenschaltung aus dem zweiten Mikrorelaisschalter (2-2''') und der ersten Diode (10)
 andererseits erfassenden Meßeinrichtung (5),
 welche Schaltung dazu ausgelegt ist, bei einem Ausschaltvorgang:

- 40
- ein Ausschaltsignal (13) zu empfangen,
 - daraufhin die Polarität des Stroms (I) zu erfassen,
 - bei einer der Durchlaßrichtung der ersten Diode (10) entsprechenden Strompolarität den ersten Mikrorelais-
 schalter (1, 1') zu öffnen
 - 45 - und dann bei einer der Sperrichtung der ersten Diode (10) entsprechenden Strompolarität den zweiten Mikro-
 relaisschalter (2-2''') zu öffnen.

2. Wechselstromschaltung nach Anspruch 1

mit einer zu dem ersten Mikrorelaisschalter (1, 1') einerseits sowie zu der Reihenschaltung aus dem zweiten
 50 Mikrorelaisschalter (2-2''') und der ersten Diode (10) andererseits parallel liegenden Reihenschaltung aus einer
 zweiten Diode (9), die in umgekehrtem Richtungssinn wie die erste Diode (10) geschaltet ist, und einem dritten
 Mikrorelaisschalter (3, 3'),
 wobei die Schaltung dazu ausgelegt ist:

- 55
- nach Empfang des Ausschaltsignals (13) den zu einer momentan sperrenden der Dioden (9, 10) in Reihe
 liegenden Mikrorelaisschalter (2-2''', 3, 3') zu öffnen,
 - bei umgekehrter Strompolarität den zu der dann sperrenden anderen Diode (10, 9) in Reihe liegenden Mikro-
 relaisschalter (3, 3', 2-2''') zu öffnen

- und dabei bei Stromfluß durch eine der Dioden (9, 10) den ersten Mikrorelaisschalter (1, 1') zu öffnen.

3. Wechselstromschaltung, auch nach Anspruch 1 oder 2, mit

einem ersten Mikrorelaisschalter (1, 1'),
 einem zu dem ersten Mikrorelaisschalter (1, 1') parallel und zu einer ersten Diode (10) in Reihe liegenden zweiten Mikrorelaisschalter (2-2'''),
 einer zumindest die Polarität der an der Parallelschaltung aus dem ersten Mikrorelaisschalter (1, 1') einerseits und der Reihenschaltung aus dem zweiten Mikrorelaisschalter (2-2''') und der ersten Diode (10) andererseits anliegenden Spannung erfassenden Meßeinrichtung (5),
 welche Schaltung dazu ausgelegt ist, bei einem Einschaltvorgang:

- ein Einschaltsignal (13) zu empfangen,
- daraufhin die Polarität der Spannung (U) zu erfassen,
- bei einer der Sperrichtung der ersten Diode (10) entsprechenden Spannungspolarität den zweiten Mikrorelaisschalter (2-2''') zu schließen
- und dann bei einer der Durchlaßrichtung der ersten Diode (10) entsprechenden Spannungspolarität den ersten Mikrorelaisschalter (1, 1') zu schließen.

4. Wechselstromschaltung nach Anspruch 3

mit einer zu dem ersten Mikrorelaisschalter (1, 1') einerseits sowie zu der Reihenschaltung aus dem zweiten Mikrorelaisschalter (2-2''') und der ersten Diode (10) andererseits parallel liegenden Reihenschaltung aus einer zweiten Diode (9), die in umgekehrtem Richtungssinn wie die erste Diode (10) geschaltet ist, und einem dritten Mikrorelaisschalter (3, 3'),
 wobei die Schaltung dazu ausgelegt ist:

- nach Empfang des Einschaltsignals (13) den zu der momentan sperrenden Diode (9, 10) in Reihe liegenden Mikrorelaisschalter (2-2''', 3, 3') zu schließen,
- bei umgekehrter Spannungspolarität den zu der dann sperrenden anderen Diode (10, 9) in Reihe liegenden Mikrorelaisschalter (3, 3', 2-2''') zu schließen
- und dabei bei Stromfluß durch eine der Dioden (9, 10) den ersten Mikrorelaisschalter (1, 1') zu schließen.

5. Wechselstromschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Meßeinrichtung (5) dazu ausgelegt ist, nur die Polarität zu erfassen.

6. Wechselstromschaltung nach einem der Ansprüche 1 - 4, die dazu ausgelegt ist, strom- oder spannungsbelastete Ein- oder Ausschaltvorgänge der Mikrorelaisschalter (1, 1', 2-2''', 3, 3') durch Erfassung der Amplitude oder der Phase des Stroms (I) oder der Spannung (U) der Meßeinrichtung (5) in der Nähe der Nullstellen durchzuführen.

7. Wechselstromschaltung nach Anspruch 1, auch in Verbindung mit einem weiteren der vorstehenden Ansprüche, bei der die Meßeinrichtung (5) dazu ausgelegt ist, den Strom (I) durch die Parallelschaltung über die an der Parallelschaltung anliegende Spannung (U) zu erfassen.

8. Wechselstromschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der zumindest einer der Mikrorelaisschalter (1, 1', 2-2''', 3, 3') eine Parallelschaltung aus einzelnen Mikrorelais aufweist.

9. Wechselstromschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der zumindest einer der Mikrorelaisschalter (1, 1', 2-2''', 3, 3') eine Reihenschaltung aus einzelnen Mikrorelais aufweist.

10. Wechselstromschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der zumindest eine der Dioden (9, 10) eine Parallelschaltung aus einzelnen Dioden aufweist.

11. Wechselstromschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der zumindest eine der Dioden (9, 10) eine Reihenschaltung aus einzelnen Dioden aufweist.

12. Wechselstromschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der zumindest eine der Dioden (9, 10) mit zumindest einem Teil des in Reihe liegenden Mikrorelaisschalters (2-2''', 3, 3') integriert ist.

13. Wechselstromschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Meßeinrichtung (5) mit den Mikro-

relaisschaltern (1, 1', 2-2''', 3, 3') integriert ist.

14. Wechselstromschaltung, die eine parallelgeschaltete Mehrzahl von Wechselstromschaltungen aufweist, die jeweils einem der vorstehenden Ansprüche entsprechen.

5 15. Wechselstromschaltung, die eine in Reihe geschaltete Mehrzahl von Wechselstromschaltungen aufweist, die jeweils einem der vorstehenden Ansprüche entsprechen.

10 16. Wechselstromschaltung mit einer Wechselstromschaltung nach Anspruch 1, auch in Verbindung mit einem weiteren der vorstehenden Ansprüche, und einer zusätzlichen Sicherungseinrichtung zum Schutz vor sehr großen Überströmen.

15 17. Wechselstromschaltung nach Anspruch 16, bei der die Meßeinrichtung auch zur Ansteuerung der Sicherungseinrichtung dient.

20

25

30

35

40

45

50

55

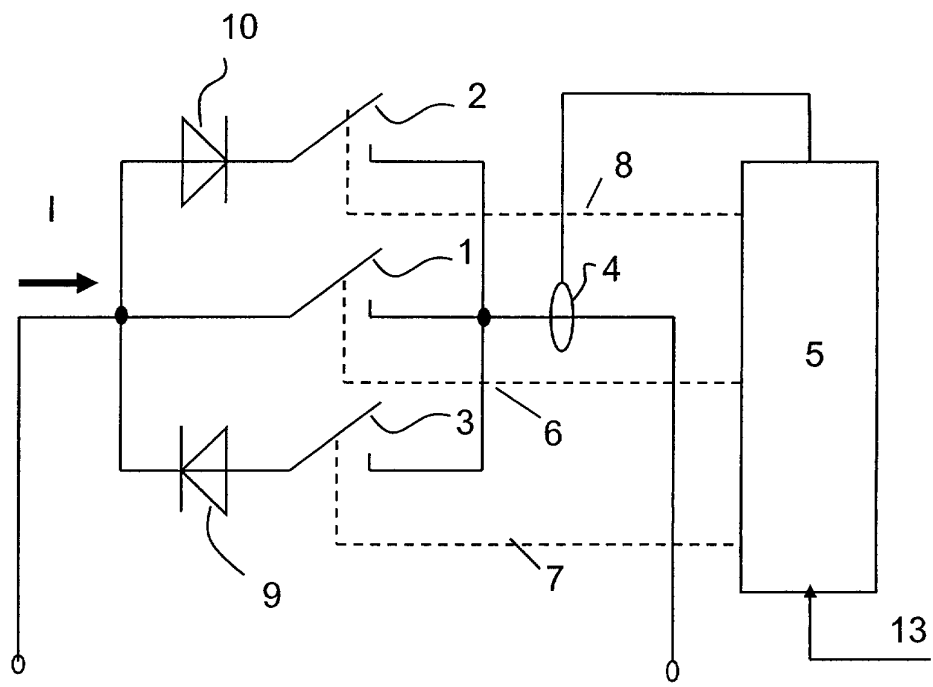


Fig. 1

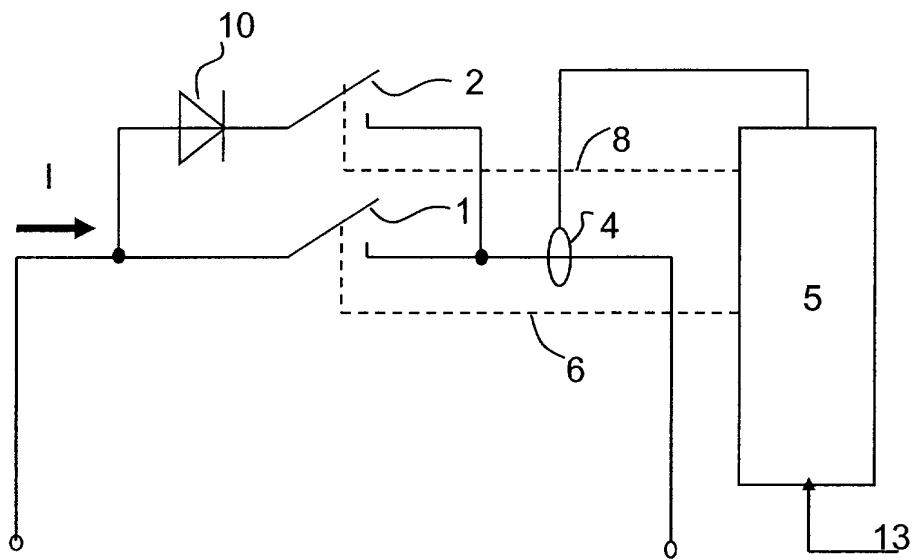


Fig. 2

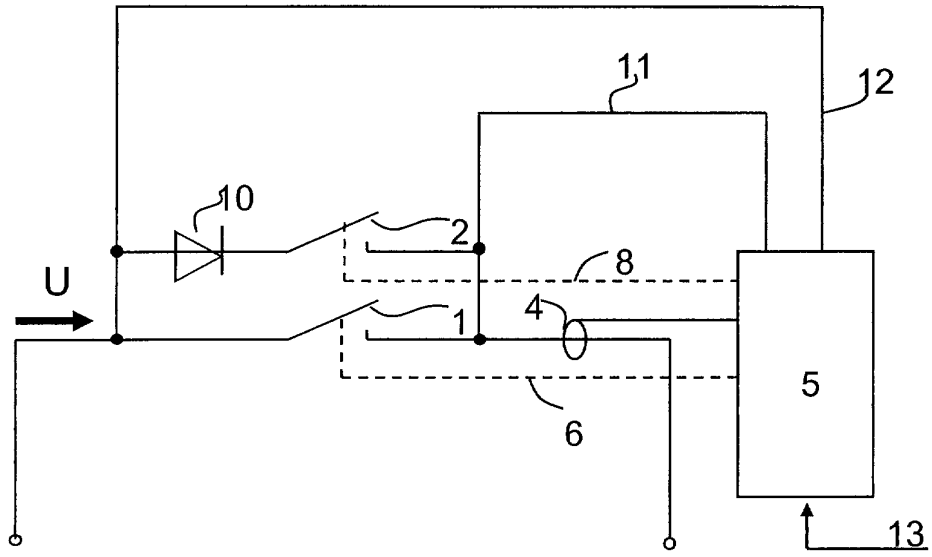


Fig. 3

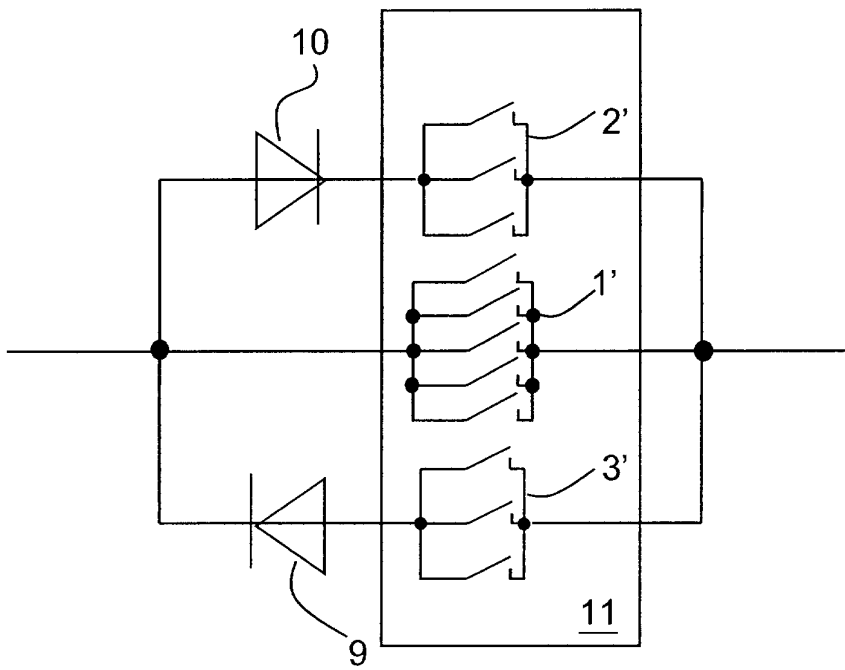


Fig. 4

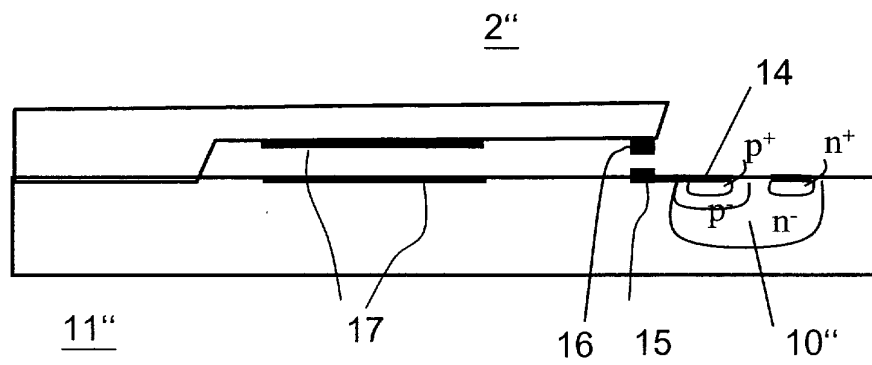


Fig. 5

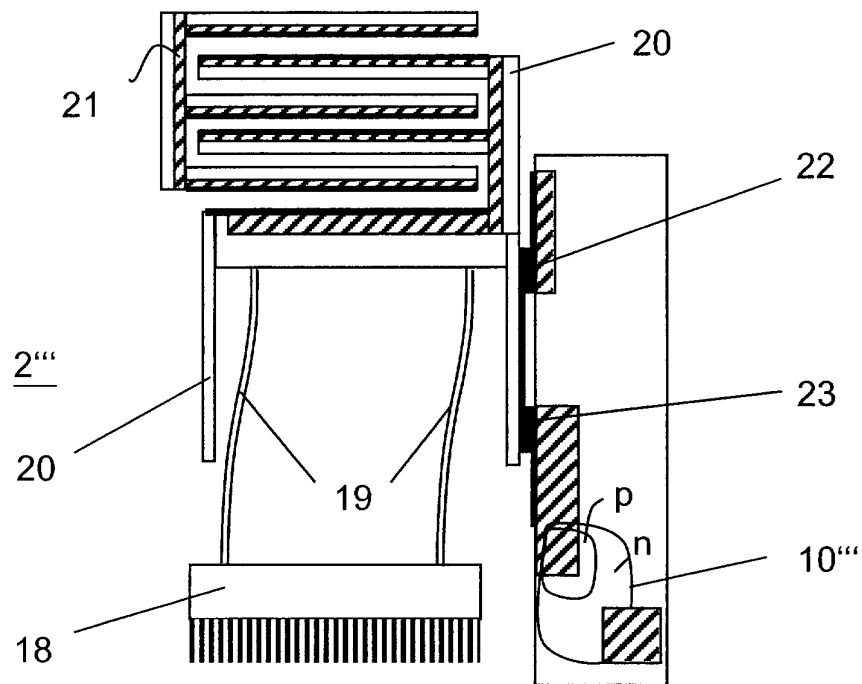


Fig. 6

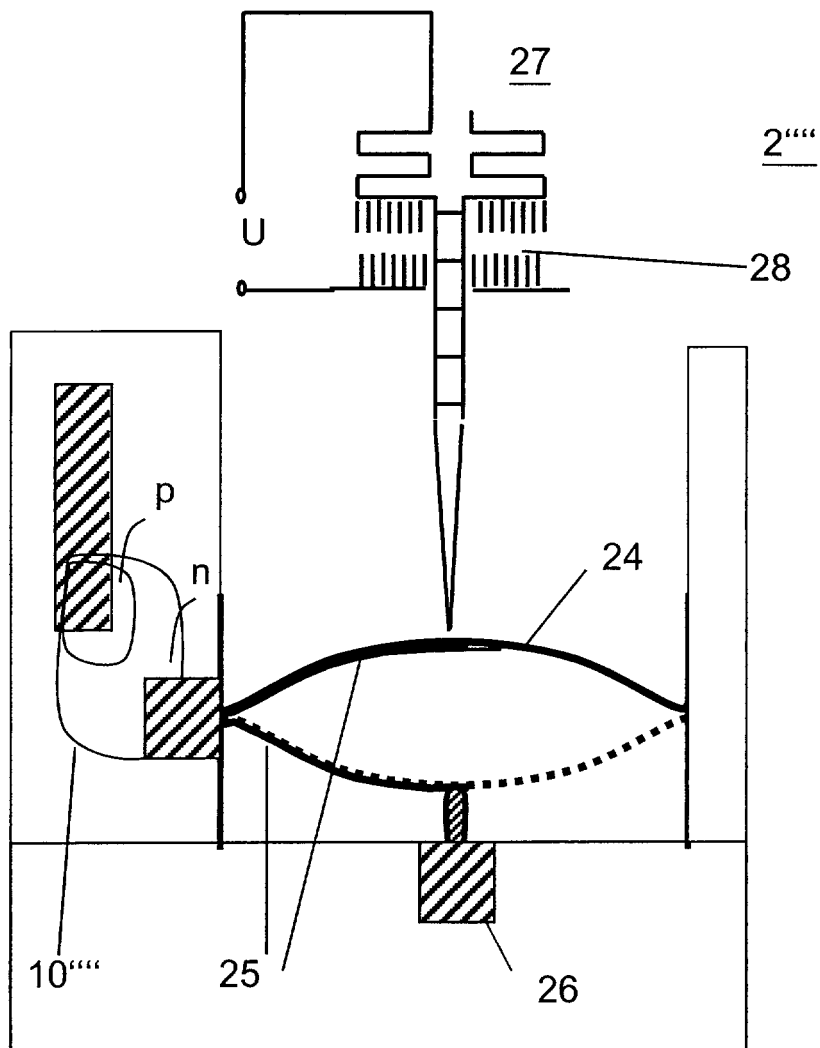


Fig. 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 81 0423

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	US 6 054 659 A (HICKS DAVID BYRUM ET AL) 25. April 2000 (2000-04-25) * Zusammenfassung * * Spalte 10, Zeile 59 - Spalte 14, Zeile 29; Abbildungen 9,10 *	1,5-7,12	H01H59/00 H01H9/54
Y	FR 78 480 E (COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE) 10. Dezember 1962 (1962-12-10) * das ganze Dokument *	1,5-7,12	
A	JP 61 138419 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 25. Juni 1986 (1986-06-25) * das ganze Dokument *	1-17	
A	US 5 463 233 A (NORLING BRIAN L) 31. Oktober 1995 (1995-10-31) * Zusammenfassung *	1	
A	US 5 430 597 A (BAGEPALLI BHARAT S ET AL) 4. Juli 1995 (1995-07-04) * Abbildungen 1-3 *	2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	WO 00 24021 A (UNIV NORTHEASTERN) 27. April 2000 (2000-04-27) * Abbildungen 10A-C *	2	H01H B81B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11. Oktober 2001	Prüfer Overdijk, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EP FORM 1503-03-92 (P/4003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 81 0423

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-10-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6054659	A	25-04-2000	KEINE		
FR 78480	E	10-12-1962	KEINE		
JP 61138419	A	25-06-1986	KEINE		
US 5463233	A	31-10-1995	KEINE		
US 5430597	A	04-07-1995	KEINE		
WO 0024021	A	27-04-2000	US WO	6153839 A 0024021 A1	28-11-2000 27-04-2000

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82