

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50993/2020
(22) Anmeldetag: 13.11.2020
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2022

(51) Int. Cl.: **H01H 19/04** (2006.01)
H01H 19/36 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102011118713 A1
EP 2853012 B1

(73) Patentinhaber:
BENEDICT Alexander
1220 Wien (AT)

(72) Erfinder:
BENEDICT Alexander
1220 Wien (AT)

(74) Vertreter:
SONN Patentanwälte OG
1010 Wien (AT)

(54) Elektronisches Schaltmodul und Schalter

(57) Die Erfindung betrifft ein elektrisches Schaltmodul (1) für einen Schalter (20), vorzugsweise einen Trennschalter oder Lasttrennschalter, aufweisend:

- zumindest zwei feststehende Anschlusskontakte (3) und
- einen beweglichen, insbesondere drehbaren, Schaltkontakt (4), welcher zwischen einer Offenstellung, in der die Anschlusskontakte (3) elektrisch voneinander getrennt sind, und einer Kontaktstellung, in der die Anschlusskontakte (3) elektrisch durch den Schaltkontakt (4) miteinander verbunden sind, überführbar ist,

wobei zumindest einer der Anschlusskontakte (3) und/oder zumindest ein in der Kontaktstellung einem Anschlusskontakt (3) zugewandter Kontaktabschnitt (8') des Schaltkontaktes (4) einen ersten Leitbereich (9) mit einer ersten elektrischen Leitfähigkeit (γ_1) und einen zweiten Leitbereich (10) mit einer zweiten, im Vergleich zur ersten Leitfähigkeit (γ_1) geringeren elektrischen Leitfähigkeit (γ_2) aufweist. Des Weiteren betrifft die Erfindung einen Schalter, vorzugsweise einen Trennschalter oder Lasttrennschalter, mit einem solchen Schaltmodul.

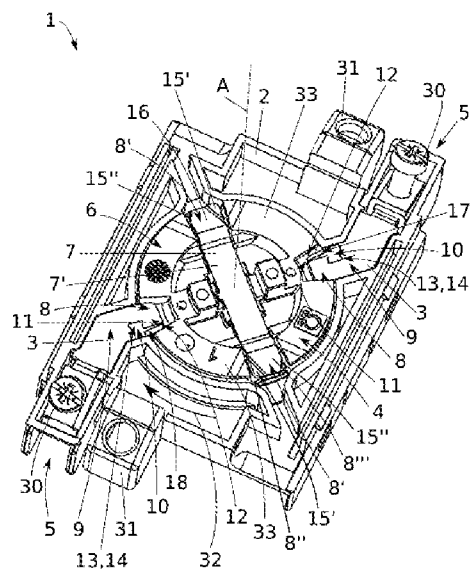


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schaltmodul für einen Schalter, vorzugsweise einen Trennschalter oder einen Lasttrennschalter, wobei das Schaltmodul zumindest Folgendes aufweist:

- zumindest zwei feststehende Anschlusskontakte und
- einen beweglichen, insbesondere drehbaren, Schaltkontakt,

welcher zwischen einer Offenstellung, in der die Anschlusskontakte elektrisch voneinander getrennt sind, und einer Kontaktstellung, in der die Anschlusskontakte elektrisch durch den Schaltkontakt miteinander verbunden sind, überführbar ist.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung einen Schalter, vorzugsweise einen Trennschalter oder einen Lasttrennschalter, mit zumindest einem Schaltmodul.

[0003] Lasttrennschalter sind dazu eingerichtet, unter Last stehende elektrische Anlagen zuverlässig zu schalten und zu trennen. Anwendung finden Lasttrennschalter beispielsweise bei Photovoltaikanlagen, um diese mit dem Netz verbinden oder von diesem trennen zu können. Bei Photovoltaikanlagen sind Lasttrennschalter üblicherweise als Gleichstromlasttrennschalter (DC-Lasttrennschalter) ausgebildet und typischerweise zwischen den Photovoltaikmodulen und einem Wechselrichter angeordnet. Ein derartiger Aufbau ist beispielsweise in der Norm IEC 60364-7-712:2017 vorgeschrieben.

[0004] Ein Lasttrennschalter mit Schaltmodulen der eingangs erwähnten Art ist beispielsweise aus WO 2018/085873 A1 bekannt. Des Weiteren sind Lasttrennschalter bzw. elektrische Schaltwerke aus DE 10 2013 202 811 A1 und AT 11 441 U1 bekannt.

[0005] Lasttrennschalter sollen auch bzw. gerade im Fehlerfall einer elektrischen Anlage eine rasche und zuverlässige Trennung der Anlage vom Netz ermöglichen. Wenn die elektrische Anlage unter Last steht, können mitunter sehr hohe Ströme und Spannungen auftreten, denen ein Lasttrennschalter standhalten muss. Die bei einem Schaltvorgang oftmals auftretenden Schaltlichtbögen zwischen den zu trennenden Kontakten verzögern eine vollständige Trennung der Anlage vom Netz und können große Mengen an Wärme erzeugen. Ist die erzeugte Wärmemenge zu groß oder kann diese nicht abgeleitet werden, kann ein Schaltlichtbogen im schlimmsten Fall die Kontakte eines Lasttrennschalters verschmelzen, sodass kein Schalten des Lasttrennschalters mehr möglich ist. Dabei können auch Brände entstehen. Um mögliche Brände und Beschädigungen an Lasttrennschaltern zu vermeiden und ein sicheres und schnelles Trennen einer elektrischen Anlage vom Netz zu gewährleisten, sollen Schaltlichtbögen daher rasch gelöscht werden.

[0006] Demnach liegt die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Nachteile des Standes der Technik zu lindern oder gar gänzlich zu beseitigen. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Schaltmodul bzw. einen Lasttrennschalter mit zumindest einem Schaltmodul zur Verfügung zu stellen, welches ein rasches Löschen oder ein Unterdrücken von Schaltlichtbögen ermöglicht.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Schaltmodul nach Anspruch 1 und durch einen Lasttrennschalter nach Anspruch 13.

[0008] Erfindungsgemäß ist daher bei einem Schaltmodul der eingangs erwähnten Art vorgesehen, dass zumindest einer der Anschlusskontakte und/oder zumindest ein in der Kontaktstellung einem Anschlusskontakt zugewandter Kontaktabschnitt des Schaltkontaktes einen ersten Leitbereich mit einer ersten elektrischen Leitfähigkeit und einen zweiten Leitbereich mit einer zweiten, im Vergleich zur ersten Leitfähigkeit geringeren elektrischen Leitfähigkeit aufweist. Indem der elektrische Strom während des Überführens des Schaltkontaktes in die Offenstellung zumindest teilweise oder auch vollständig über den zweiten Leitbereich geführt wird, kann die Dauer von allfällig bei einem Schaltvorgang auftretenden Schaltlichtbögen reduziert werden. In Versuchen konnte gezeigt werden, dass die Lichtbogendauer durch diese Maßnahme beispielsweise bis auf ein Drittel jener Zeit reduziert werden kann, die ein Schaltlichtbogen bei einem gleichartigen Schaltmodul ohne zweiten Leitbereich andauern würde. In einem konkreten Testfall konnte die

Dauer eines Schaltlichtbogens von 18 ms auf 6 ms reduziert werden. Durch die im Vergleich zur ersten Leitfähigkeit geringere zweite Leitfähigkeit und den damit verbundenen erhöhten spezifischen elektrischen Widerstand ρ des zweiten Leitbereichs wird zudem vorteilhafterweise die vom Lichtbogen in Wärme umgesetzte elektrische Energie reduziert. Durch die Reduktion der umgesetzten Wärme können Schäden am Schaltmodul vermieden werden. Die während des Ausschaltens entstehende Lichtbogen-Energie und die Lichtbogendauer werden durch die Erfindung drastisch reduziert. Vorteilhafterweise kann dadurch das Schaltmodul kleiner konstruiert werden oder höhere Ströme und Spannungen und damit größere Lasten bei gleichem Bauvolumen des Schaltmoduls geschaltet werden. In der Offenstellung des Schaltkontaktes sind die Anschlusskontakte elektrisch nicht miteinander verbunden, sodass beispielsweise durch Überführen des Schaltkontaktes in die Offenstellung eine an das Schaltmodul angeschlossene elektrische Anlage vom Netz getrennt werden kann („Ausschalten“, spannungsfrei Schalten). In der Kontaktstellung sind die Anschlusskontakte elektrisch miteinander verbunden, sodass beispielsweise durch Überführen des Schaltkontaktes in die Kontaktstellung eine angeschlossene elektrische Anlage über das Schaltmodul mit dem Netz verbunden werden kann („Einschalten“). In der Kontaktstellung sind die Anschlusskontakte und der Schaltkontakt über jeweilige am Schaltkontakt und an den Anschlusskontakten befindliche Kontaktabschnitte miteinander verbunden, d.h. die Kontaktabschnitte der Anschlusskontakte und die Kontaktabschnitte des Schaltkontaktes stehen in physischem und elektrischem Kontakt. Demnach können die Anschlusskontakte mit dem Schaltkontakt über die Kontaktabschnitte in elektrischer Verbindung stehen. Der erste und der zweite Leitbereich können im Kontaktabschnitt des zumindest einen Anschlusskontaktes und/oder im zumindest einen Kontaktabschnitt des Schaltkontaktes angeordnet sein. Die Anschlusskontakte können gleichartig ausgebildet sein. Demnach können beispielsweise sämtliche Anschlusskontakte Kontaktabschnitte mit ersten und zweiten Leitbereichen aufweisen. Der erste und der zweite Leitbereich können dabei auch über den Kontaktabschnitt hinausgehen. Eine vollständige Anordnung des ersten und zweiten Leitbereichs im Kontaktabschnitt ist nicht zwingend. Auch der Schaltkontakt kann mehrere, beispielsweise zwei gegenüberliegende, gleichartige Kontaktabschnitte aufweisen, welche jeweils einen ersten und einen zweiten Leitbereich aufweisen können. In einer bevorzugten Ausführungsform stehen die Anschlusskontakte und der Schaltkontakt in der Kontaktstellung mit ihren jeweiligen Kontaktabschnitten in überlappender Verbindung. Zum Beispiel kann jeweils eine Oberseite der Anschlusskontakte in elektrischem Kontakt mit einer Unterseite des Schaltkontaktes stehen. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Kontaktabschnitt, vorzugsweise alle Kontaktabschnitte, des Schaltkontaktes als Gabelkontakt ausgebildet und dazu eingerichtet ist, einen Anschlusskontakt sowohl an dessen Oberseite, als auch an dessen Unterseite elektrisch zu kontaktieren. Der Kontaktabschnitt des Schaltkontaktes kann insbesondere einen U-förmigen Querschnitt aufweisen. Der Kontaktabschnitt des Schaltkontaktes kann dabei einen oberen Kontaktabschnitt zur elektrischen Kontaktierung einer Oberseite des Anschlusskontaktes und einen unteren Kontaktabschnitt zur Kontaktierung einer Unterseite Anschlusskontaktes aufweisen. Der obere und der untere Kontaktabschnitt können vom übrigen Schaltkontakt abstehen. Diese Ausführungsform ist insbesondere bei drehbaren Schaltkontakten vorteilhaft. Vorzugsweise findet in der Kontaktstellung ein Stromfluss ausschließlich über den bzw. die ersten Leitbereiche, nicht aber über den bzw. die zweiten Leitbereiche statt. Der erste und der zweite Leitbereich können jeweils insbesondere vollständig aus einem Metall bestehen. Vorzugsweise bestehen der erste und der zweite Leitbereich jeweils aus einem unterschiedlichen Metall oder unterschiedlichen Metalllegierungen. Beispielsweise kann der erste Leitbereich aus Kupfer bestehen, während der zweite Leitbereich aus Stahl besteht. Die Leitfähigkeit des ersten Leitbereichs ist vorzugsweise um zumindest 50 %, noch mehr bevorzugt um zumindest 70 % oder um zumindest 90 % höher als die Leitfähigkeit des zweiten Leitbereichs. Der erste Leitbereich besitzt vorzugsweise eine Leitfähigkeit von zumindest $40 \cdot 10^6$ S/m, vorzugsweise von zumindest $50 \cdot 10^6$ S/m oder von zumindest $60 \cdot 10^6$ S/m. Der zweite Leitbereich besitzt vorzugsweise eine Leitfähigkeit von maximal $30 \cdot 10^6$ S/m, noch mehr bevorzugt von maximal $15 \cdot 10^6$ S/m oder maximal $10 \cdot 10^6$ S/m. Aus konstruktionstechnischen Gründen ist es bevorzugt, aber nicht zwingend erforderlich, wenn nicht die Kontaktabschnitte des beweglichen Schaltkontaktes, sondern zumindest einer der feststehenden Anschlusskontakte, vorzugsweise alle feststehenden Anschlusskontakte, einen ersten und einen zweiten Leitbereich aufweisen. Vorzugs-

weise liegen die Anschlusskontakte im Wesentlichen diametral am Schaltmodul gegenüber. Die Anschlusskontakte können Anschlussbereiche, vorzugsweise mit Klemmen, insbesondere Schraubklemmen, aufweisen, an welche Anschlussleitungen, beispielsweise Anschlussleitungen eines Wechselrichters oder einer Photovoltaikanlage, angeschlossen werden können. Zur Überführung in die Offenstellung ist der Schaltkontakt beweglich, vorzugsweise drehbar, ausgeführt. Durch Überführen von der Kontaktstellung in die Offenstellung wird der elektrische Kontakt zwischen dem Schaltkontakt und den Anschlusskontakten vollständig gelöst. Die Kontaktstellung und die Offenstellung können jeweils eine Endlage des beweglichen Schaltkontaktes darstellen, über welche hinaus der Schaltkontakt nicht bewegbar, insbesondere drehbar, ist. Vorzugsweise sind die Anschlusskontakte und der Schaltkontakt in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet. Das Modulgehäuse kann mit einem weiteren, gleichartigen Modulgehäuse lösbar verbindbar und/oder auf das weitere Modulgehäuse aufsteckbar sein. Zu diesem Zweck kann das Modulgehäuse beispielsweise Schnappnasen und/oder Ausnehmungen für Schnappnasen von weiteren Modulgehäusen aufweisen. Das Schaltmodul ist vorzugsweise als DC-Schaltmodul (DC, engl. Direct Current = Gleichstrom) bzw. Gleichstromschaltmodul ausgebildet.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Schaltkontakt in der Kontaktstellung durch eine Feder in Richtung der Offenstellung vorgespannt ist. Auf diese Weise kann der Schaltkontakt zum Trennen der Anschlusskontakte besonders schnell in die Offenstellung überführt werden. Der Schaltkontakt kann, um der Federvorspannung in der Kontaktstellung entgegenzuwirken und dadurch den Schaltkontakt in der Kontaktstellung zu halten, mittels eines Rastmechanismus verrastbar sein, beispielsweise mit Hilfe einer Einhakvorrichtung. Durch Lösen des Rastmechanismus wird der Schaltkontakt auf Grund der Vorspannung durch die Feder von der Kontaktstellung selbsttätig in die Offenstellung überführt. Durch die Federvorspannung können hohe Schaltgeschwindigkeiten erzielt werden.

[0010] Vorzugsweise sind der erste Leitbereich und der zweite Leitbereich derart angeordnet, dass sie während der Überführung des Schaltkontaktes von der Kontaktstellung in die Offenstellung in einer ersten Zwischenstellung des Schaltkontaktes eine elektrische Parallelschaltung für einen durch das Schaltmodul fließenden elektrischen Strom bilden. Durch diese Maßnahme fließt der elektrische Strom beim Überführen des Schaltmoduls in die Offenstellung zumindest teilweise über den zweiten Leitbereich mit der zweiten Leitfähigkeit, wodurch Schaltlichtbögen rascher gelöscht werden können. In der ersten Zwischenstellung kontaktiert der Kontaktabschnitt des Schaltkontaktes demnach sowohl den ersten, als auch den zweiten Leitbereich.

[0011] Bevorzugt ist, wenn während der Überführung des Schaltkontaktes von der Kontaktstellung in die Offenstellung eine zweite Zwischenstellung des Schaltkontaktes existiert, in welcher der durch das Schaltmodul fließende Strom im Wesentlichen vollständig durch den zweiten Leitbereich fließt. Wenn das Schaltmodul mehrere zweite Leitbereiche an den Anschlusskontakten und/oder am Schaltkontakt aufweist, fließt der Strom in der zweiten Zwischenstellung vollständig durch sämtliche zweite Leitbereiche.

[0012] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass zumindest einer der Anschlusskontakte einen ersten und einen zweiten Leitbereich aufweist, vorzugsweise wobei der zweite Leitbereich an einem vorderen seitlichen, dem Schaltkontakt in der Kontaktstellung zugewandten Randbereich des Anschlusskontaktes angeordnet ist. Dadurch kann ein durch das Schaltmodul fließender Strom während der Überführung in die Offenstellung zumindest teilweise - in bevorzugter Weise zur Gänze - über den zweiten Leitbereich fließen. Die Anschlusskontakte des Schaltmoduls können alle gleichartig ausgebildet sein. Vorzugsweise weisen daher alle Anschlusskontakte jeweils einen ersten und einen zweiten Leitbereich auf, wobei die zweiten Leitbereiche jeweils an einem seitlichen vorderen, dem Schaltkontakt in der Kontaktstellung zugewandten Randbereich des jeweiligen Anschlusskontaktes angeordnet sind. Wenn der Schaltkontakt drehbar ausgeführt ist, überstreicht der Schaltkontakt bei der Überführung von der Kontaktstellung in die Offenstellung den/die zweiten Leitbereich/e.

[0013] Es kann vorgesehen sein, dass der zweite Leitbereich an einem den Schaltkontakt während der Überführung von der Kontaktstellung in die Offenstellung kontaktierenden Eckbereich

[0014] des Anschlusskontakts angeordnet ist. Diese Ausführungsform ist wiederum insbesondere bei einem drehbaren Schaltkontakt von Vorteil. Vorzugsweise sind alle Anschlusskontakte des Schaltmoduls ident. Wenn der drehbare Schaltkontakt von der Kontaktstellung in die Offenstellung gedreht wird, überstreicht/en der/die Kontaktabschnitt/e des Schaltkontakts den/die zweiten Leitbereich/e, wobei, wie oben beschrieben, während der Überführung des Schaltkontaktes in die Offenstellung ein durch das Schaltmodul fließender Strom zumindest teilweise durch den/die zweiten Leitbereiche fließt.

[0015] Um Schaltfehler durch Verkeilungen und Verspreizungen bei der Überführung zwischen der Offenstellung und der Kontaktstellung zu vermeiden, kann der zweite Leitbereich eine zu einem Rand, insbesondere einem seitlichen Rand, des Anschlusskontaktes abfallende Auflaufflanke aufweisen. Sämtliche Anschlusskontakte am Schaltmodul können wiederum auf diese Weise ausgebildet sein. Diese Ausführungsform ist insbesondere vorteilhaft bei drehbaren Schaltkontakten. Bei der Auflaufflanke kann es sich um eine im Vergleich zur Oberseite des übrigen Anschlusskontaktes schräg nach unten geneigte Oberfläche handeln. Die Auflaufflanke kann auch abgerundet oder gewölbt sein. Vorzugsweise erstreckt sich die Auflaufflanke entlang des Randes des Anschlusskontaktes von einer dem Schaltkontakt zugewandten Stirnseite bis zumindest zu einem maximalen Überlappungspunkt, bis zu dem der Schaltkontakt den Anschlusskontakt während der Überführung zwischen der Kontaktstellung und der Offenstellung kontaktiert bzw. berührt. Mit anderen Worten reicht die Auflaufflanke am Anschlusskontakt so weit von einer Stirnseite des Anschlusskontaktes zurück, wie ein maximaler Überlappungsbereich des Anschlusskontaktes und des Schaltkontaktes von der Stirnseite des Anschlusskontaktes zurückreicht.

[0016] Der erste und der zweite Leitbereich bestehen vorzugsweise aus unterschiedlichen elektrisch leitenden Materialien, insbesondere Metallen. Beispielsweise kann der erste Leitbereich aus Kupfer bestehen. Der zweite Leitbereich kann aus Stahl bestehen. Die Leitbereiche werden aus fertigungstechnischen Gründen getrennt voneinander hergestellt. In einer Ausführungsform kann zur mechanischen Verbindung der beiden Leitbereiche daher vorgesehen sein, dass der erste Leitbereich eine vorzugsweise in Draufsicht trapezförmige Halteaussparung aufweist, in welche zur Befestigung ein korrespondierender Halteabschnitt des zweiten Leitbereichs form- und/oder reibschlüssig aufgenommen ist. Es kann auch vorgesehen sein, dass der erste und der zweite Leitbereich durch Löten verbunden sind. Die Form des Halteabschnitts kann dabei im Wesentlichen der Form der Halteaussparung entsprechen. Die Halteaussparung und der Halteabschnitt können aber auch andere Formen aufweisen. Beispielsweise können die Halteaussparung und der Halteabschnitt in Draufsicht rund oder rechteckig ausgebildet sein. Bevorzugt ist, wenn der erste Leitbereich und der zweite Leitbereich an der Oberseite bündig ineinander übergehen.

[0017] Neben der bereits erwähnten Auflaufflanke kann es zur Vermeidung von Verkeilungen und Verspreizungen während der Überführung des Schaltkontaktes zwischen der Offenstellung und der Kontaktstellung weiters günstig sein, wenn der Schaltkontakt an zumindest einem in der Kontaktstellung einem Anschlusskontakt zugewandten Kontaktabschnitt, vorzugsweise an allen Kontaktabschnitten, zumindest einen nach oben geneigten Eckbereich aufweist, der vorzugsweise in einem stumpfen Winkel zur Oberseite des Schaltkontaktes angeordnet ist. Der Eckbereich kann beispielsweise nach oben gebogen sein. Alle Kontaktabschnitte des Schaltkontaktes können auf diese Weise ausgebildet sein. Vorzugsweise ist der Eckbereich dem Anschlusskontakt bei der Überführung von der Offenstellung in die Kontaktstellung zugewandt. Wenn auch, wie oben beschrieben, der Anschlusskontakt eine entsprechende Auflaufflanke aufweist, wird ein besonders sicheres Überführen des Schaltkontaktes von der Offenstellung in die Kontaktstellung und vice versa ermöglicht.

[0018] Um den Schaltkontakt auf besonders schnelle und effiziente Weise zwischen der Kontaktstellung und der Offenstellung zu überführen, ist es günstig, wenn der bewegliche Schaltkontakt eine Drehscheibe und einen Verbindungsleiter, insbesondere ein längliches Metallstück, zur elektrischen Verbindung zumindest zweier Anschlusskontakte in der Kontaktstellung, aufweist. Das Metallstück kann beispielsweise ein streifenförmiges Metallstück sein. Die Drehscheibe kann

beispielsweise zwei um einen Winkel, vorzugsweise im Wesentlichen um 90° , zueinander verdrehte Endlagen aufweisen, über welche hinaus die Drehscheibe nicht drehbar ist. Die erste Endlage kann der Kontaktstellung und die zweite Endlage der Offenstellung entsprechen. Die Endlagen können auch jeweils verrastbar sein.

[0019] Um die Anschlusskontakte in der Offenstellung sicher trennen zu können, kann vorgesehen sein, dass der Schaltkontakt um zumindest 20° , vorzugsweise um zumindest 40° , insbesondere im Wesentlichen um 90° , verdrehbar ist.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform kann die erste elektrische Leitfähigkeit zwischen $40 \cdot 10^6$ S/m und $65 \cdot 10^6$ S/m und die zweite Leitfähigkeit zwischen $5 \cdot 10^6$ S/m und $30 \cdot 10^6$ S/m liegen.

[0021] Bevorzugt ist, wenn die zweite Leitfähigkeit um zumindest 50 %, um zumindest 60 % oder um zumindest 70 %, noch mehr bevorzugt um zumindest 80 % geringer ist als die erste Leitfähigkeit.

[0022] Der erste Leitbereich kann aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, insbesondere einer Kupfer-Gold-Legierung, und/oder der zweite Leitbereich aus einem Stahl oder einer Stahllegierung bestehen.

[0023] Die eingangs erwähnte Aufgabe wird auch durch einen Schalter, vorzugsweise einen Trennschalter oder einen Lasttrennschalter, gelöst. Der Schalter ist vorzugsweise zum Schalten einer Photovoltaikanlage eingerichtet und weist auf:

- ein Schaltergehäuse,
- ein Schaltmodul, vorzugsweise zumindest zwei Schaltmodule, welche/s wie oben beschrieben ausgebildet und in dem Schaltergehäuse angeordnet ist/sind, und
- ein Rastwerk, welches eine Antriebswelle zum Überführen des/der Schaltmoduls/e zwischen der Offenstellung und der Kontaktstellung aufweist.

[0024] Die Merkmale und Vorteile des Schaltmoduls sind auf den Lasttrennschalter entsprechend übertragbar. Eine konstruktiv einfache Variante ergibt sich, wenn die Schaltmodule übereinander angeordnet und miteinander verbunden sind. Die Schaltmodule können derart miteinander verbunden sein, dass die Drehung der Antriebswelle des Rastwerks eine gleichzeitige Überführung aller im Schaltergehäuse angeordneter Schaltmodule zwischen der Kontaktstellung und der Offenstellung bewirkt. Es kann vorgesehen sein, dass die Antriebswelle mit nur einem Schaltmodul verbunden ist, dieses Schaltmodul jedoch mit einem weiteren Schaltmodul derart verbunden ist, dass eine Drehung des Schaltkontaktes des Schaltmoduls eine Drehung des Schaltkontaktes des weiteren Schaltmoduls bewirkt. Das weitere Schaltmodul kann auf gleiche Weise mit einem noch weiteren Schaltmodul verbunden sein. Das Schaltergehäuse kann einen oberseitiges Gehäuseteil und ein unterseitiges Gehäuseteil aufweisen, welche lösbar miteinander verbindbar sein können. Das Rastwerk kann beispielsweise am oberseitigen Gehäuseteil angeordnet sein und einen Drehschalter zur Betätigung mit der Hand aufweisen. Der Lasttrennschalter ist vorzugsweise als DC-Lasttrennschalter (DC, engl. Direct Current = Gleichstrom) bzw. Gleichstromlasttrennschalter ausgebildet. Der Schalter ist vorzugsweise zwischen zumindest einem oder mehreren miteinander verbundenen Photovoltaikmodul und einem Wechselrichter angeordnet. Der Schalter kann einen Teil der Photovoltaikanlage bilden. Der Schalter kann aber auch zum Schalten anderer Lasten eingerichtet sein.

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung an Hand von Figuren näher erläutert, auf die sie allerdings nicht beschränkt sein soll.

[0026] Es zeigen:

- [0027]** Fig. 1 ein elektrisches Schaltmodul in einer Offenstellung in einer Schrägansicht von oben;
- [0028]** Fig. 2 ein elektrisches Schaltmodul in einer Kontaktstellung in einer Schrägansicht von oben;
- [0029]** Fig. 3 zeigt eine Detailansicht von überlappenden Kontaktabschnitten in der Kontaktstellung;

[0030] Fig. 4 zeigt eine Detailansicht von Kontaktabschnitten während der Überführung des Schaltkontaktes zwischen der Offenstellung und der Kontaktstellung; und

[0031] Fig. 5 einen Schalter.

[0032] Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Schaltmodul 1 für einen elektrischen Lasttrennschalter (z.B. Schalter 20 in Fig. 5) mit einem Modulgehäuse 2, in welchem zwei einander diametral gegenüberliegende Anschlusskontakte 3 aus Metall und ein drehbarer Schaltkontakt 4 zur elektrischen Verbindung der Anschlusskontakte 3 angeordnet sind. Die beiden Anschlusskontakte 3 sind in der gezeigten Ausführungsform im Wesentlichen gleichartig ausgebildet, allerdings zueinander um die Drehachse A des Schaltkontakts verdreht. Jeder Anschlusskontakt 3 weist einen Anschlussbereich 5 mit einer Schraubklemme 30 auf, an welche beispielsweise eine Anschlussleitung eines Photovoltaikmoduls oder eines Wechselrichters (nicht gezeigt) lösbar befestigt werden kann. Die Anschlussbereiche 5 der Anschlusskontakte 3 sind jeweils an seitlichen, leicht zugänglichen Bereichen des Modulgehäuses 2 angeordnet. Neben den Anschlussbereichen 5 des Schaltmoduls 1 befindet sich jeweils eine Schutzabdeckung 31 für einen Anschlussbereich 5 eines weiteren, gleichartigen Schaltmoduls 1, mit dem das Schaltmodul 1 verbindbar ist.

[0033] Die Anschlusskontakte 3 des Schaltmoduls 1 können über den Schaltkontakt 4 elektrisch miteinander verbunden werden, indem der Schaltkontakt 4 durch eine Drehung um dessen Drehachse A in eine Kontaktstellung gebracht wird (siehe Fig. 2). In Fig. 1 liegt der Schaltkontakt 4 in einer Offenstellung vor, in welcher die Anschlusskontakte 3 des Schaltmoduls 1 elektrisch nicht miteinander verbunden sind. Wie in den Figuren zu erkennen ist, weist der Schaltkontakt 4 eine Drehscheibe 6 aus einem isolierenden Material, beispielsweise Kunststoff, auf, an welcher ein längliches Metallstück 7^ˆ als Verbindungsleiter 7 befestigt ist. Der Verbindungsleiter 7 kann zwei gegenüberliegende Seiten der Drehscheibe 6 verbinden. Im Wesentlichen entspricht die Länge des Verbindungsleiters 7 dem Durchmesser der Drehscheibe 6. Vorzugsweise ist die Drehscheibe 6 um zumindest 20°, vorzugsweise zumindest 40°, in der gezeigten Ausführungsform im Wesentlichen um 90° drehbar. Durch Drehung der Drehscheibe 6 um im Wesentlichen 90° kann der Schaltkontakt 4 von der Offenstellung (Fig. 1) in die Kontaktstellung (Fig. 2) gebracht werden und so eine elektrische Verbindung zwischen den Anschlusskontakten 3 des Schaltmoduls 1 über den Verbindungsleiter 7 hergestellt werden. Die Offenstellung und die Kontaktstellung können jeweils eine Endlage des Schaltkontaktes 4 bilden, über welche hinaus die Drehscheibe 6 nicht drehbar ist. In der gezeigten Ausführungsform muss die Drehscheibe 6 im Uhrzeigersinn entlang des Richtungspfeils 32 gedreht werden, um den Schaltkontakt 4 von der Offenstellung in die Kontaktstellung zu bringen. Um den Schaltkontakt 4 von der Kontaktstellung in die Offenstellung zu bringen, ist eine Drehung der Drehscheibe 6 entgegen dem Uhrzeigersinn notwendig. Zur elektrischen Isolation kann vorgesehen sein, dass die Drehscheibe 6 an den Randbereichen Abdeckflächen 33 aufweist, welche die Anschlusskontakte 3 während der Überführung des Schaltkontaktes 4 zwischen der Kontaktstellung und der Offenstellung oberseitig zumindest teilweise abdecken.

[0034] In der Kontaktstellung (siehe Fig. 2) liegt ein elektrischer Kontakt zwischen entsprechenden Kontaktabschnitten 8, 8^ˆ der Anschlusskontakte 3 und dem Schaltkontakt 4 vor, sodass eine elektrische Verbindung zwischen den Anschlusskontakten 3 über den Verbindungsleiter 7 hergestellt ist. 8 bezeichnen die Kontaktabschnitte der Anschlusskontakte, 8^ˆ die Kontaktabschnitte des Schaltkontaktes 4. In der Kontaktstellung überlappen sich die Kontaktabschnitte 8, 8^ˆ der Anschlusskontakte 3 und des Schaltkontaktes 4. Die Kontaktabschnitte 8 der Anschlusskontakte 3 befinden sich an den dem Schaltkontakt 4 zugewandten Enden der Anschlusskontakte 3. Die Kontaktabschnitte 8^ˆ des Schaltkontaktes 4 befinden sich an den Anschlusskontakten 3 zugewandten Enden des Verbindungsleiters 7 und sind gabelförmig, d.h. im Querschnitt U-förmig, ausgebildet und jeweils dazu eingerichtet ist, einen Anschlusskontakt 3 am Kontaktabschnitt 8 sowohl an dessen Oberseite, als auch an dessen Unterseite elektrisch zu kontaktieren. Die Kontaktabschnitte 8^ˆ des Schaltkontaktes 4 besitzen somit einen unteren Kontaktabschnitt 8^{ˆˆ} zur elektrischen Kontaktierung einer Unterseite eines Anschlusskontaktes 3 und einen oberen Kontaktabschnitt 8^{ˆˆˆ} zur elektrischen Kontaktierung einer Oberseite eines Anschlusskontaktes 3. Die unteren 8^{ˆˆ} und oberen Kontaktabschnitte 8^{ˆˆˆ} stehen laschenartig vom restlichen Verbindungs-

leiter 7 ab und bilden eine Klammer.

[0035] Um allfällig auftretende Schaltlichtbögen, wie sie bei der Überführung von der Kontaktstellung in die Offenstellung unter Last auftreten können, zu löschen bzw. zu unterdrücken, weisen die Anschlusskontakte 3 des Schaltmoduls 1 jeweils einen ersten Leitbereich 9 mit einer ersten elektrischen Leitfähigkeit γ_1 und einen zweiten Leitbereich 10 mit einer zweiten, im Vergleich zur ersten Leitfähigkeit γ_1 geringeren elektrischen Leitfähigkeit γ_2 auf. Vorzugsweise ist die zweite Leitfähigkeit γ_2 um zumindest 60 n% geringer als die erste Leitfähigkeit γ_1 . Dabei ist vorgesehen, dass der erste Leitbereich 9 und der zweite Leitbereich 10 derart angeordnet sind, dass sie während der Überführung des Schaltkontaktes 4 von der Kontaktstellung in die Offenstellung in einer ersten Zwischenstellung zumindest vorübergehend eine elektrische Parallelschaltung für einen durch das Schaltmodul 1 fließenden elektrischen Strom I bilden. Die zweiten Leitbereiche reichen von den Unterseiten der Anschlusskontakte bis zu deren Oberseiten.

[0036] Versuche haben gezeigt, dass durch diese Maßnahme die Dauer von Schaltlichtbögen auf bis zu einem Drittel reduziert werden kann. Außerdem wird durch diese Maßnahme die in Wärme umgewandelte elektrische Energie reduziert. Der zweite Leitbereich 10 stellt für einen durch das Schaltmodul 1 in der Kontaktstellung fließenden elektrischen Strom I einen erhöhten elektrischen spezifischen Widerstand dar. Die zweiten Leitbereiche 10 sind in der dargestellten Ausführungsform in den Kontaktabschnitten 8 der Anschlusskontakte 3 angeordnet. Es wäre jedoch auch denkbar, zusätzlich oder alternativ erste 9 und zweite Leitbereiche 10 in den Kontaktabschnitten 8' des Schaltkontaktes 4 vorzusehen.

[0037] Um den Stromfluss in der Kontaktstellung nicht negativ zu beeinflussen, stehen die Anschlusskontakte 3 in der Kontaktstellung im Wesentlichen ausschließlich über den ersten Leitbereich 9 mit dem Schaltkontakt 4 in elektrischer Verbindung, sodass kein oder nur ein vernachlässigbar kleiner Teil des Stromes I in der Kontaktstellung über die zweiten Leitbereiche 10 fließt. Während der Überführung von der Kontaktstellung in die Offenstellung ist jedoch ein Stromfluss über den zweiten Leitbereich 10 erwünscht. In einer ersten Zwischenstellung des Schaltkontaktes 4 liegt eine Parallelschaltung des ersten 9 und des zweiten Leitbereichs 10 für den durch das Schaltmodul 1 fließenden Strom I vor. Es kann sogar eine zweite Zwischenstellung des Schaltkontaktes 4 während der Überführung in die Offenstellung existieren, in welcher der durch das Schaltmodul 1 fließende Strom I vollständig jeweils über die zweiten Leitbereiche 10 fließt.

[0038] In Fig. 1 ist erkennbar, dass die zweiten Leitbereiche 10 jeweils an einem seitlichen vorderen, dem Schaltkontakt 4 in der Kontaktstellung zugewandten Randbereich 11 der Anschlusskontakte 3 angeordnet ist. Zudem ist erkennbar, dass die zweiten Leitbereiche 10 jeweils an einem den Schaltkontakt 4 während der Überführung von der Kontaktstellung in die Offenstellung kontaktierenden Eckbereich 12 der Anschlusskontakte 3 angeordnet sind. Dadurch wird eine zuverlässige Kontaktierung zwischen den Anschlusskontakten 3 und dem Schaltkontakt 4 gewährleistet.

[0039] Um den ersten Leitbereich 9 mit dem zweiten Leitbereich 10 zu verbinden, weisen die ersten Leitbereiche 9 eine in Draufsicht trapezförmige Halteausschnittung 13 auf, in welche zur Befestigung korrespondierender Halteabschnitte 14 der zweiten Leitbereiche 10 eingefügt sind. Dadurch ist es möglich, die ersten 9 und zweiten Leitbereiche 10 getrennt voneinander zu fertigen und erst bei der Fertigstellung des Schaltmoduls 1 zu verbinden. Vorzugsweise schließen die Oberseiten der ersten 9 und zweiten Leitbereiche 10 bündig miteinander ab.

[0040] Um beim Überführen von der Offenstellung in die Kontaktstellung Verspreizungen oder Verkeilungen der Kontaktabschnitte 8, 8' zu vermeiden, ist es günstig, wenn der Schaltkontakt 4 an den Kontaktabschnitten 8' zumindest einen nach oben geneigten Eckbereich 15 aufweist, der vorzugsweise in einem stumpfen Winkel zur Oberseite 16 des Verbindungsleiters 7 angeordnet ist. In der gezeigten Ausführungsform weist der Schaltkontakt 4 an beiden Kontaktabschnitten 8' jeweils zwei nach oben geneigte Eckbereiche 15', 15'' auf. Die nach oben geneigten Eckbereiche 15', 15'' sind an den oberen Kontaktabschnitten 8''' vorgesehen. Durch die nach oben geneigten Eckbereiche 15', 15'' kann der Schaltkontakt 4 leichter und zuverlässig mit den Anschlusskontakten 3 in elektrische Verbindung gebracht und wieder gelöst werden. Jene nach oben geneigten

Eckbereiche 15[`], die den Anschlusskontakten 3 bei der Überführung in die Kontaktstellung zugewandt sind, weisen eine größere Fläche auf und/oder sind stärker nach oben geneigt als die Eckbereiche 15^{``</sup>, die den Anschlusskontakten 3 bei der Überführung in die Kontaktstellung abgewandt sind. In Fig. 4 ist erkennbar, dass an den unteren Kontaktabschnitten 8<sup>``} nach unten geneigte Eckbereiche 34[`], 34^{``} angeordnet sind, die jeweils in einem stumpfen Winkel zur Unterseite des Verbindungsleiters 7 angeordnet sind. Jene nach unten geneigten Eckbereiche 34[`], die den Anschlusskontakten 3 bei der Überführung in die Kontaktstellung zugewandt sind, weisen eine größere Fläche auf und/oder sind stärker nach unten geneigt als die Eckbereiche 34^{``}, die den Anschlusskontakten 3 bei der Überführung in die Kontaktstellung abgewandt sind. Die nach oben 15^{`</sup> und nach unten geneigten Eckbereiche 34<sup>`} bilden einen aufgeweiteten Bereich, durch den der Schaltkontakt 4 leichter in die Kontaktstellung gebracht werden kann. In Fig. 1 ist zudem erkennbar, dass die zweiten Leitbereiche 10 jeweils eine zu einem Rand, insbesondere einem seitlichen Rand 17, des jeweiligen Anschlusskontaktes 3 abfallende Auflaufflanke 18 aufweisen. Die Auflaufflanken 18 sind durch eine zur Oberseite des restlichen Anschlusskontaktes 3 nach unten geneigte Fläche 19 gebildet. Die seitlichen Ränder 17 der Anschlusskontakte 3 sind dem Schaltkontakt 4 während dessen Überführung in die Kontaktstellung zugewandt, sodass der Schaltkontakt 4 leicht mit den Anschlusskontakten 3 in Kontakt gebracht werden kann.

[0041] Fig. 3 zeigt eine Detailansicht der Kontaktabschnitte 8, 8[`] in der Kontaktstellung des Schaltkontaktes 4, wobei eine Überlappung stattfindet.

[0042] Fig. 4 zeigt das Schaltmodul 1 in einer Zwischenstellung, in welcher der Schaltkontakt 4 kurz vor dem Einlaufen in die Kontaktstellung steht. Die geneigten Eckbereiche 15[`], 15^{``</sup>, 34<sup>`</sup> und 34<sup>``} des Schaltkontaktes 4 und die Auflaufflanken 18 verhindern mögliche Verkeilungen oder Verspreizungen beim Überführen des Schaltkontaktes 4 in die Kontaktstellung.

[0043] Fig. 5 zeigt einen beispielhaften Schalter 20 mit mehreren Schaltmodulen 1 in einem Schaltergehäuse 21. Die Schaltmodule 1 sind miteinander verbunden und werden über ein Rastwerk 22 betätigt. Das Rastwerk 22 weist eine Antriebswelle 23 auf, die bewegt werden kann. Durch Betätigung des Rastwerks 22 können alle Schaltmodule 1 des Schalters 20 gleichzeitig zwischen der Offenstellung und der Kontaktstellung überführt werden.

Patentansprüche

1. Elektrisches Schaltmodul (1) für einen Schalter (20), vorzugsweise einen Trennschalter oder einen Lasttrennschalter, aufweisend:
 - zumindest zwei feststehende Anschlusskontakte (3) und
 - einen beweglichen, insbesondere drehbaren, Schaltkontakt (4), welcher zwischen einer Offenstellung, in der die Anschlusskontakte (3) elektrisch voneinander getrennt sind, und einer Kontaktstellung, in der die Anschlusskontakte (3) elektrisch durch den Schaltkontakt (4) miteinander verbunden sind, überführbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Anschlusskontakte (3) und/oder zumindest ein in der Kontaktstellung einem Anschlusskontakt (3) zugewandter Kontaktabschnitt (8') des Schaltkontaktes (4) einen ersten Leitbereich (9) mit einer ersten elektrischen Leitfähigkeit (γ_1) und einen zweiten Leitbereich (10) mit einer zweiten, im Vergleich zur ersten Leitfähigkeit (γ_1) geringeren elektrischen Leitfähigkeit (γ_2) aufweist.
2. Elektrisches Schaltmodul (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Leitbereich (9) und der zweite Leitbereich (10) derart angeordnet sind, dass sie während der Überführung des Schaltkontaktes (4) von der Kontaktstellung in die Offenstellung in einer ersten Zwischenstellung des Schaltkontaktes (4) zumindest vorübergehend eine elektrische Parallelschaltung für einen durch das Schaltmodul (1) fließenden elektrischen Strom (I) bilden.
3. Elektrisches Schaltmodul (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der Anschlusskontakte (3), vorzugsweise jeweils alle Anschlusskontakte (3) des Schaltmoduls (1), einen ersten (9) und einen zweiten Leitbereich (10) aufweist, vorzugsweise wobei der zweite Leitbereich (10) an einem vorderen seitlichen, dem Schaltkontakt (4) in der Kontaktstellung zugewandten Randbereich (11) des Anschlusskontaktes (3) angeordnet ist.
4. Elektrisches Schaltmodul (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Leitbereich (10) an einem den Schaltkontakt (4) während der Überführung von der Kontaktstellung in die Offenstellung kontaktierenden Eckbereich (12) des Anschlusskontaktes (3) angeordnet ist.
5. Elektrisches Schaltmodul (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Leitbereich (10) eine zu einem Rand, insbesondere einem seitlichen Rand (17), des Anschlusskontaktes (3) abfallende Auflaufflanke (18) aufweist.
6. Elektrisches Schaltmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Leitbereich (9) eine vorzugsweise in Draufsicht trapezförmige Halteaushnung (13) aufweist, in welche zur Befestigung ein korrespondierender Halteabschnitt (14) des zweiten Leitbereichs (10) form- und/oder reibschlüssig aufgenommen ist.
7. Elektrisches Schaltmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltkontakt (4) an zumindest einem in der Kontaktstellung einem Anschlusskontakt (3) zugewandten Kontaktabschnitt (8'), vorzugsweise an allen Kontaktabschnitten (8'), zumindest einen nach oben geneigte Eckbereich (15) aufweist, der vorzugsweise in einem stumpfen Winkel zur Oberseite des Kontaktabschnitts (8') des Schaltkontaktes (4) angeordnet ist.
8. Elektrisches Schaltmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der bewegliche Schaltkontakt (4) eine Drehscheibe (6) und einen an der Drehscheibe befestigten Verbindungsleiter (7), insbesondere ein Metallstück (7'), zur elektrischen Verbindung zumindest zweier Anschlusskontakte (3) in der Kontaktstellung aufweist.
9. Elektrisches Schaltmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltkontakt (4) um zumindest 20°, vorzugsweise um zumindest 40°, insbesondere im Wesentlichen um 90°, verdrehbar ist.

10. Elektrisches Schaltmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste elektrische Leitfähigkeit (γ_1) zwischen $40 \cdot 10^6$ S/m und $65 \cdot 10^6$ S/m und die zweite Leitfähigkeit (γ_2) zwischen $5 \cdot 10^6$ S/m und $30 \cdot 10^6$ S/m liegt.
11. Elektrisches Schaltmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Leitfähigkeit (γ_2) um zumindest 50 %, vorzugsweise um zumindest 60 % oder um zumindest 70 %, besonders bevorzugt um zumindest 80 %, geringer ist als die erste Leitfähigkeit (γ_1).
12. Elektrisches Schaltmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass erste Leitbereich (9) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, insbesondere einer Kupfer-Gold-Legierung, und/oder der zweite Leitbereich (10) aus einem Stahl oder einer Stahllegierung besteht.
13. Schalter (20), vorzugsweise Trennschalter oder Lasttrennschalter, wobei der Schalter (20) vorzugsweise zum Schalten einer Photovoltaikanlage eingerichtet ist, aufweisend:
 - ein Schaltergehäuse (21),
 - ein Schaltmodul (1), vorzugsweise zumindest zwei Schaltmodule (1), welche/s nach einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet und in dem Schaltergehäuse (21) angeordnet ist/sind, und
 - ein Rastwerk (22), welches eine Antriebswelle (23) zum Überführen des/der Schaltmoduls/e (1) zwischen der Offenstellung und der Kontaktstellung aufweist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

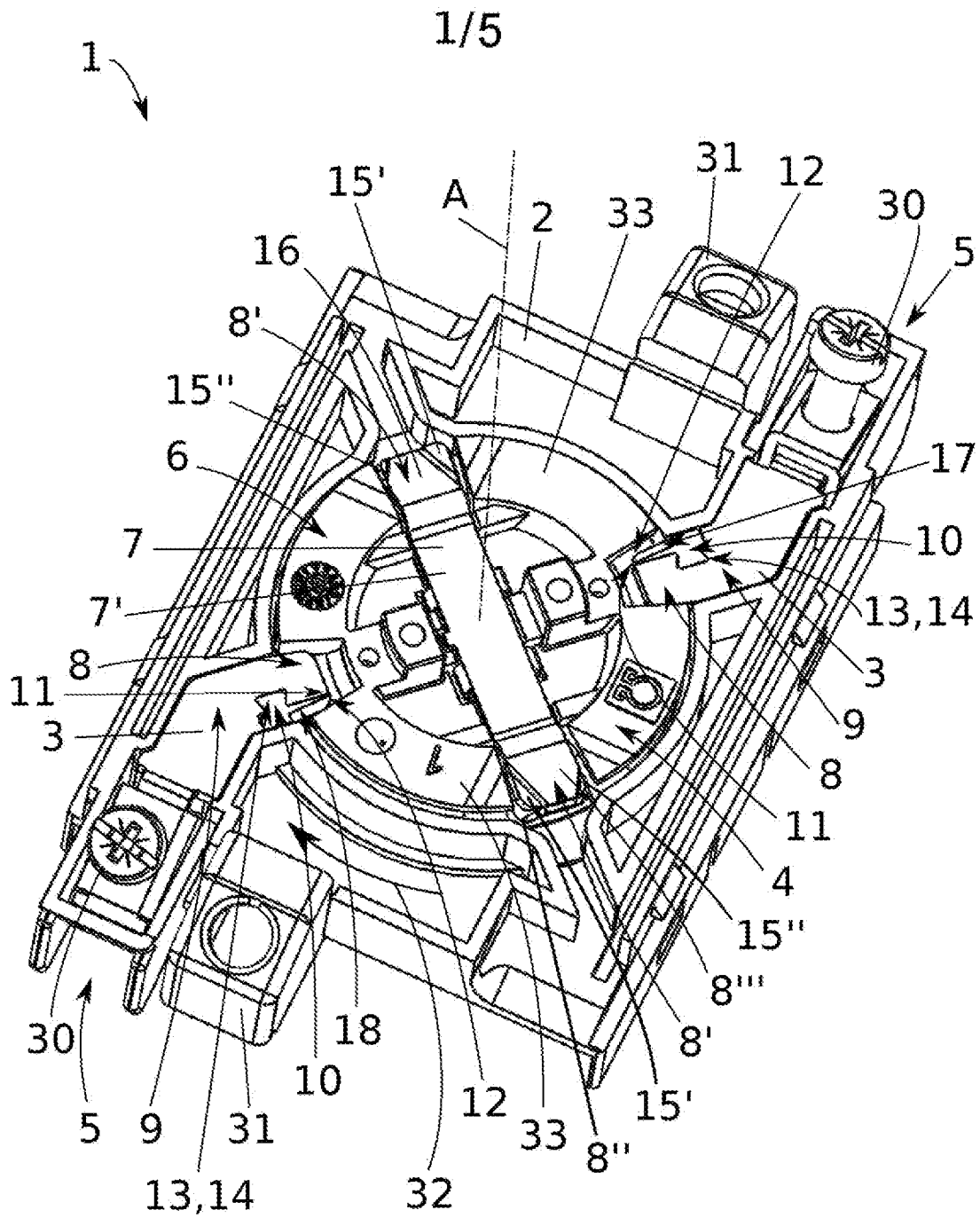


Fig. 1

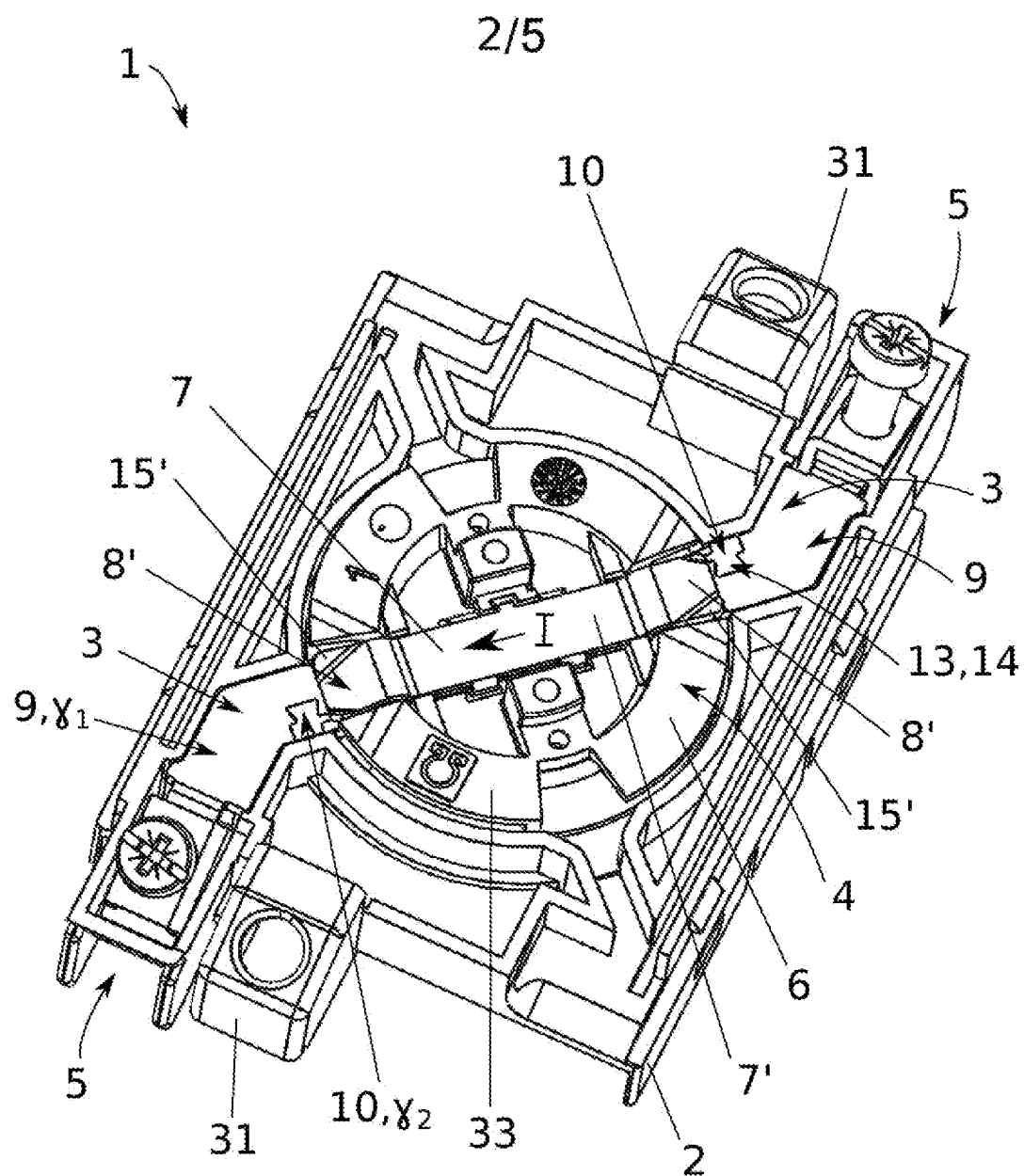
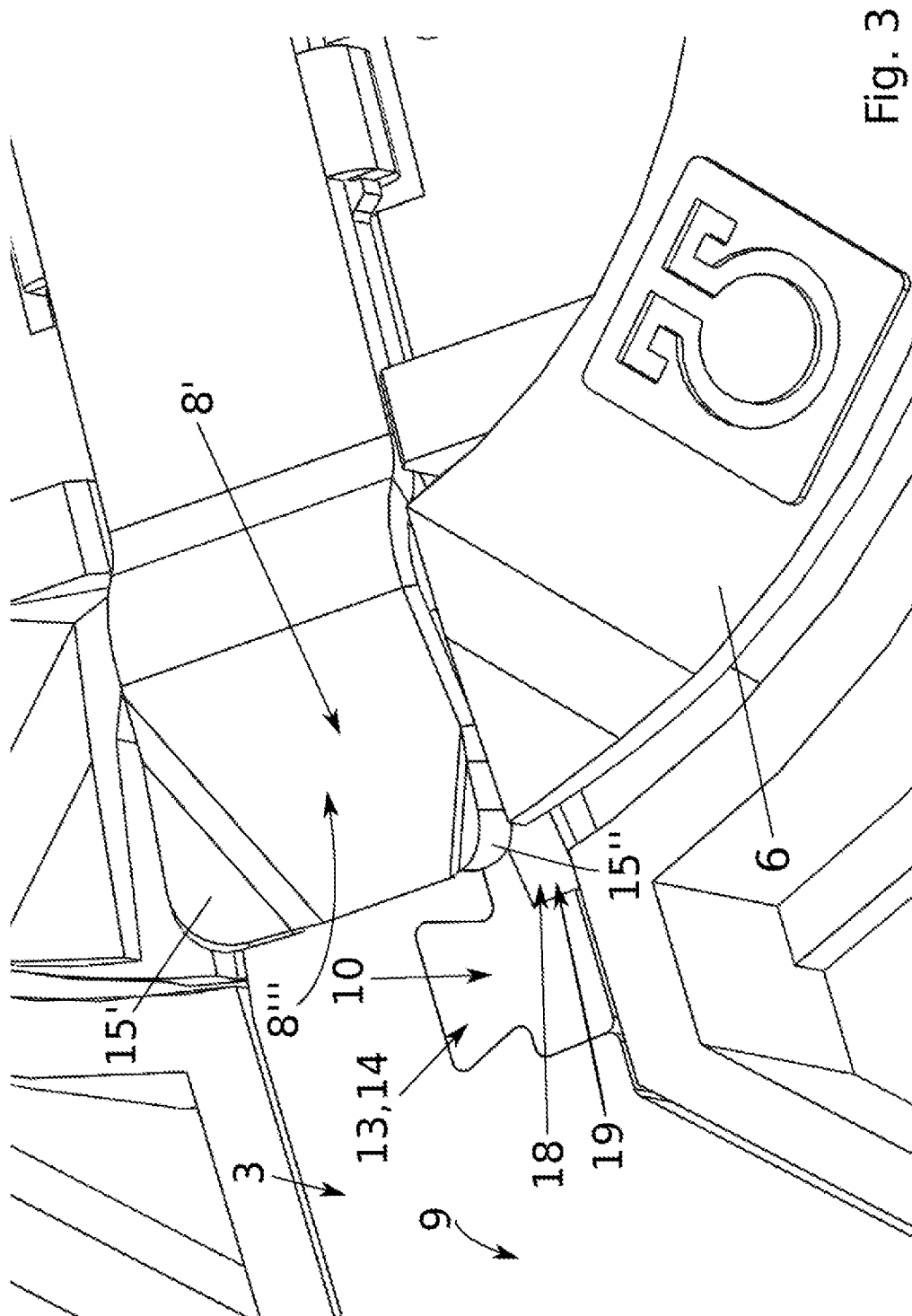
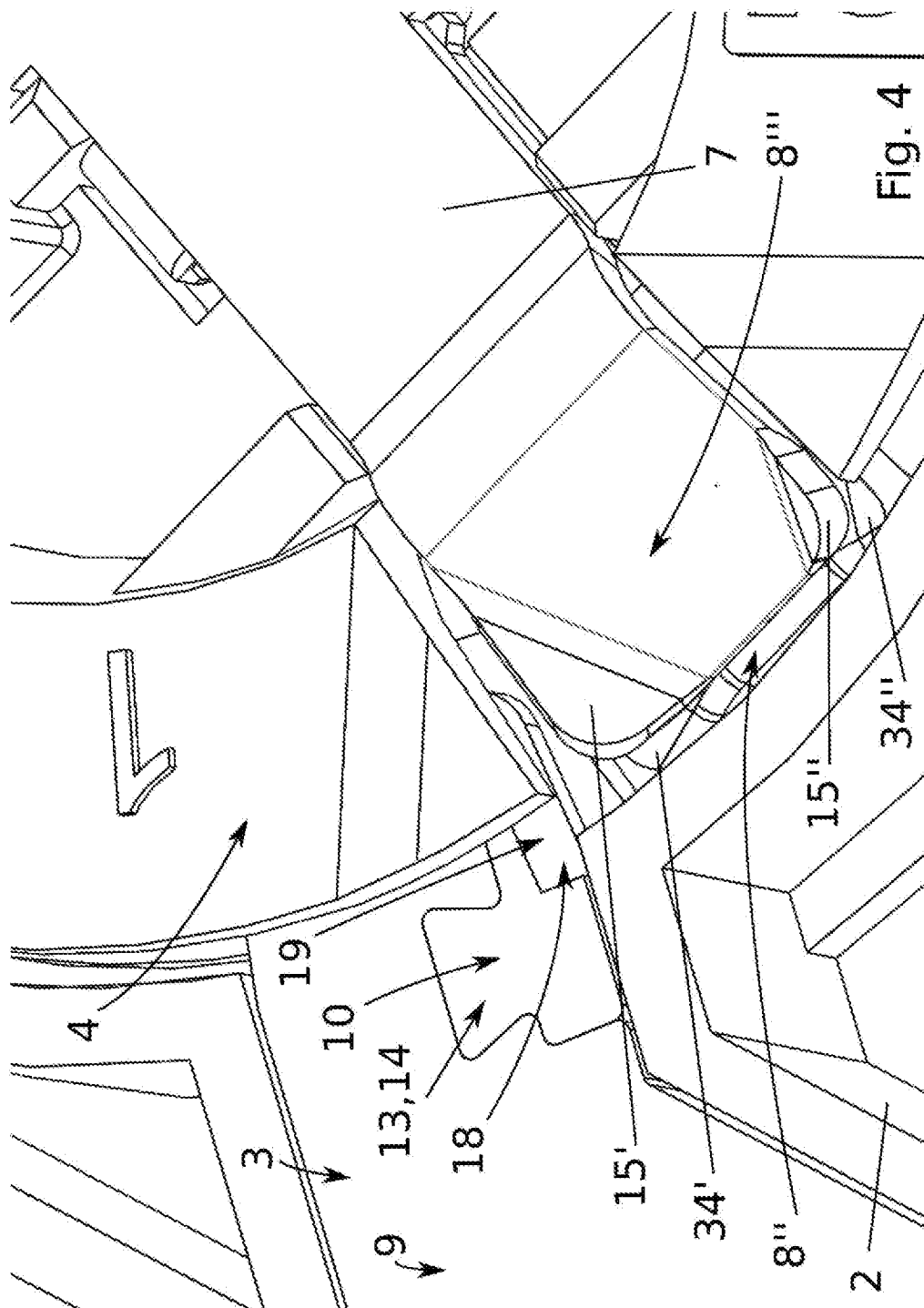


Fig. 2

3/5



4/5



5/5

Fig. 5

