



(11) **EP 1 544 879 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.01.2007 Patentblatt 2007/04

(51) Int Cl.:
H01H 3/30 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03405906.3**

(22) Anmeldetag: **18.12.2003**

(54) **Schneller Leistungsschalter für Hoch-oder Mittelspannung**

Fast circuit breaker for medium and high voltage

Disjoncteur rapide pour moyenne et haute tension

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(73) Patentinhaber: **ABB RESEARCH LTD.
8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder:
• **Niayesh, Kaveh
5430 Wettingen (CH)**
• **Niemeyer, Lutz
5242 Birr (CH)**

- **Backman, Magnus
72246 Västerås (SE)**
- **Paul, Willi
8006 Zürich (CH)**
- **Salge, Gerhard
4332 Stein (CH)**

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys
c/o ABB Schweiz AG,
Intellectual Property (CH-LC/IP),
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 561 590 US-A- 2 846 622
US-A- 3 268 687 US-A- 5 777 404

EP 1 544 879 B1

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

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Primärtechnik für elektrische Leistungsschalter, insbesondere zur Leistungsschaltung in der Hoch- und Mittelspannungstechnik. Sie geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Leistungsschaltung sowie von einer Schaltanlage mit einem solchen Leistungsschalter gemäss Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche.

STAND DER TECHNIK

[0002] In der EP 1 180 776 A1 wird ein Hoch- oder Mittelspannungsschalter mit einem elektrodynamisch rotatorisch angetriebenen Brückenkontaktstück offenbart, das im kontaktgeschlossenen Zustand die Distanz zwischen den zwei feststehenden Kontakten überbrückt und beim Kontaktöffnen zwei Kontaktpalte freigibt. Die beiden resultierenden Teillichtbögen liegen in Serie und sind dadurch leichter löschar als ein einzelner Lichtbogen. Der elektrodynamische Antrieb umfasst je eine Spule zum Kontaktöffnen und Kontaktschliessen, wobei jeweils durch elektromagnetische Abstossung zwischen dem Spulenstrom und dem im Brückenkontaktstück induzierten Wirbelstrom das Brückenkontaktstück in eine kontaktöffnende oder kontaktschliessende Rotation versetzt wird. Nach einem bestimmten Drehwinkel wird das Brückenkontaktstück durch eine mechanische Abbrems- und Haltevorrichtung, beispielsweise durch mechanische Reibung, erst abgebremst und dann festgehalten. Der rotatorische Kontaktantrieb erreicht sehr schnelle Schaltzeiten und benötigt weniger Schaltenergie als ein translatorischer Kontaktantrieb. Zudem kann die Schaltstelle dielektrisch vorteilhafter ausgestaltet werden.

[0003] In der EP 1 067 569 wird ein Hoch- oder Mittelspannungsschalter mit einem elektrodynamisch translatorisch angetriebenen Ringkontaktstück offenbart.

[0004] In dem U. S. Pat. No. 3'268'687 wird ein Hochspannungs-Leistungsschalter angegeben, der einen elektrodynamischen Thomson Antrieb zum sehr schnellen Öffnen der Kontakte aufweist. Der Antrieb umfasst eine leitfähige Scheibe, die elektromagnetisch durch von Spulen induzierte Wirbelstromkräfte angetrieben wird und dabei eine schnelle kontaktöffnende oder kontaktschliessende Translationsbewegung ausführt. Die notwendige Schaltgeschwindigkeit wird durch eine Kondensatorentladung erzielt, die kurz vor einem Stromnulldurchgang gestartet wird. Andere Ausführungsbeispiele betreffen eine Translationsbewegung eines rohrförmigen, axial verschiebbaren Kontaktstücks sowie eine Biegebewegung eines einseitig eingeklemmten federnden Kontaktblechs, das aufgrund der Federrückstellkraft unterstützt durch einen Thomson Antrieb bewegt wird. Dabei schwingt die biegeelastische Feder beim Schaltvorgang durch die Neutralposition und in eine Gegenaus-

lenkung, wodurch ein Teil der Federenergie wieder zurückgewonnen und gespeichert wird.

[0005] In dem Artikel von P. Brückner, Hösel und A. Erk, "Federkraftspeicher für Schaltgeräte mit kurzen Schaltzeiten" aus A. Erk und M. Schmelzle, "Grundlagen der Schaltgerätetechnik", ETZ-A, Bd.82, H.5, 27.2.1961, S.141-147, Springer-Verlag Berlin, 1974 werden Drehstabfedern als Kraftspeicher für Schnell-Ausschaltgeräte oder für Schnell-Einschaltgeräte beschrieben. Die Antriebe mit Drehstabfedern sind zum Schalten mit hoher Geschwindigkeit nur für eine einzige Schaltrichtung geeignet. Typische Anwendungen sind daher Schnelltrenner oder Schnellerder.

[0006] Die Erfindung nimmt auf einen Stand der Technik Bezug, wie er aus der GB 561,590 bekannt ist. Dort wird ein Stromschalter zur Leistungsschaltung offenbart, der zwei beabstandete Festelektroden und ein dazwischen angeordnetes, rotatorisch bewegliches Schaltkontaktstück aufweist. Ein Rotationsantrieb dient zum Drehen des Schaltkontaktstücks in eine erste Rotationschaltrichtung zum Zwecke des Kontaktöffnens und in eine zweite Rotationschaltrichtung zum Zwecke des Kontaktschliessens der Festelektroden. Der Rotationsantrieb hat einen gemeinsamen mechanischen Torsionsfedermechanismus zum Drehen des Schaltkontaktstücks in beide Rotationschaltrichtungen zum Kontaktöffnen und zum Kontaktschliessen. Es ist kein Mechanismus zur Wiedergewinnung von Rotationschaltrnergie vorgesehen.

[0007] In dem US 5,777,404 wird ein rotierender Aktuator zum Antreiben eines Schaltstifts in einem Schaltgerät offenbart. Der Aktuatorantrieb umfasst eine Torsionsfeder und ein Schwungrad, welches Rotationschaltrnergie zwischenspeichert, nach Entspannen der Torsionsfeder den Schaltstift weiterbewegt und während des freien Auslaufens des Schwungrads die zwischengespeicherte Rotationsenergie so weit wie möglich an die Torsionsfeder zurückgibt. Die Rekuperation erfordert ein Schwungrad mit grossem Trägheitsmoment, um möglichst viel Rotationsenergie zwischenzuspeichern und beim Auslaufen an die Torsionsfeder abzugeben. Das Schaltkontaktstück selber ist leichtgewichtig und mit geringem Trägheitsmoment ausgelegt, so dass es in schnelle Rotation versetzbar ist und in seiner Endstellung unabhängig vom Schwungrad schlagartig abgebremst werden kann.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren, eine Vorrichtung und eine elektrische Schaltanlage mit einer solchen Vorrichtung zur Stromschaltung mit einem rotatorischen Kontaktantrieb anzugeben, der sich durch kurze Schaltzeit und niedrigen Schaltenergiebedarf auszeichnet. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0009] In einem ersten Aspekt besteht die Erfindung

in einem Verfahren zur Stromschaltung, insbesondere in einem Schalter für Mittel- oder Hochspannung, wobei zwischen zwei beabstandeten Festelektroden ein rotatorisch bewegliches Schaltkontaktstück angeordnet ist, das durch einen Rotationsantrieb in eine erste Rotationsschaltrichtung zum Zwecke des Kontaktöffnens und in eine zweite Rotationsschaltrichtung zum Zwecke des Kontaktschliessens der Festelektroden in eine Drehbewegung versetzt wird, wobei das Schaltkontaktstück durch mechanische Torsionsfederkraft gedreht wird und die Torsionsfederkraft zum Kontaktöffnen und die Torsionsfederkraft zum Kontaktschliessen von einem gemeinsamen mechanischen Torsionsfedermechanismus aufgebracht werden. Es wird also das rotatorisch bewegliche Kontaktstück beim Schaltvorgang nicht mehr durch einen elektrodynamischen, sondern durch einen mechanischen Torsionsantrieb in kontaktöffnende oder kontaktschliessende Rotation versetzt. Dabei werden die erste und die zweite Rotationsschaltrichtung durch den gleichen Torsionsfedermechanismus angetrieben. Insbesondere kann ein Thomson Antrieb, der wenig energieeffizient und oftmals grossvolumig ist, weggelassen oder nur als kleines Unterstützungsaggregat ausgelegt werden. Dadurch entfällt oder verringert sich auch der Bedarf an grossen Kondensatoren und Schaltern, z. B. Thyristoren, zur Ansteuerung des Thomson Antriebs. So werden mit geringem baulichen Aufwand und mit geringem Bedarf an Schaltenergie sehr schnell ein- und ausschaltende Stromschalter geschaffen.

[0010] Erfindungsgemäss wird eine Rotationsenergie des Schaltkontaktstücks beim Kontaktöffnen und/oder Kontaktschliessen teilweise wiedergewonnen. Der Rotationsantrieb umfasst also eine Vorrichtung zur Rückgewinnung und Speicherung überschüssiger Torsionsspannung aus einem vorhergehenden Schaltvorgang. Vorzugsweise lässt man hierfür den Torsionsfedermechanismus in entgegengesetzte Richtung zur ursprünglichen Vorspannrichtung überschwingen und blockiert ihn in einer möglichst weit durch Überschwingen ausgelenkten Position. Auf diese Weise wird eine deutlich bessere Energieeffizienz hinsichtlich der aufzubringenden Schaltenergie erreicht.

[0011] In einem Ausführungsbeispiel werden Rotationsenergieverluste des Schaltkontaktstücks beim Kontaktöffnen und/oder beim Kontaktschliessen durch eine Torsionsspannvorrichtung wiederaufgeladen. Die Torsionsspannvorrichtung kann ein Thomson Antrieb oder ein Schrittmotor sein. Dadurch können mit relativ kleinen elektrischen Unterstützungsantrieben hohe Schaltenergien und damit sehr schnelle Schaltzeiten erreicht werden. Die erforderlichen Kondensatoren, Thyristoren oder allgemein Schalter und/oder Schrittmotoren können viel kompakter und sparsamer ausgelegt werden.

[0012] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung einen Stromschalter zur Leistungsschaltung, insbesondere zur Ausführung des zuvor beschriebenen Verfahrens, umfassend zwei beabstandete Festelektroden, ein rotatorisch bewegliches Schaltkontaktstück und einen

Rotationsantrieb zum Drehen des Schaltkontaktstücks in eine erste Rotationsschaltrichtung zum Zwecke des Kontaktöffnens und in eine zweite Rotationsschaltrichtung zum Zwecke des Kontaktschliessens der Festelektroden, wobei der Rotationsantrieb einen gemeinsamen mechanischen Torsionsfedermechanismus zum Drehen des Schaltkontaktstücks sowohl in die erste Rotationsschaltrichtung als auch in die zweite Rotationsschaltrichtung aufweist.

[0013] Erfindungsgemäss umfasst der Rotationsantrieb eine Verklüppungsvorrichtung zum teilweisen Wiedergewinnen mechanischer Rotationsschaltenergie und eine Torsionsspannvorrichtung zum mechanischen Wiederaufladen von Rotationsschaltenergieverlusten.

[0014] Weitere Ausführungen, Vorteile und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus abhängigen Ansprüchen sowie aus der nun folgenden Beschreibung und den Figuren.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015]

Fig. 1 zeigt in Draufsicht ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Rotations-Stromschalters mit elektrodynamischem Antrieb und Rotationsfederkraftunterstützung;

Fig. 2a, 2b zeigen die Kontaktanordnung aus Fig. 1 vergrössert in Draufsicht und Seitenansicht;

Fig. 3a-3d zeigt die Verklüppungsvorrichtung in geschlossener Schalterstellung (Fig. 3a), beim Öffnen (Fig. 3b), in offener Schalterposition (Fig. 3c) und in vorgespannter offener Schalterposition (Fig. 3d); und

Fig. 4 zeigt den Torsionswinkel als Funktion der Zeit beim Kontaktöffnen des Brückenkontakts.

[0016] In den Figuren sind gleiche oder gleichwirkende Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0017] Fig. 1a, 1b zeigt schematisch in Draufsicht einen Stromschalter 1 mit zwei feststehenden Elektroden 2a, 2b und einem Schaltkontaktstück 2c, hier einem Brückenkontaktstück 2c, das um eine Rotationsachse 4, hier eine Symmetrie- oder Mittelachse 4, drehbar gelagert ist und durch einen Rotationsantrieb 3, 6-9 antreibbar ist. Der Schalter 1 ist in einem gekapselten und gegebenenfalls evakuierten oder isoliergasgefüllten Schaltergehäuse 5 angeordnet. Der Rotationsantrieb ist typischerweise, jedoch nicht notwendigerweise, ausserhalb angeordnet und über eine gasdichte Rotationsdurchführung 6, z. B. eine magnetische Rotationsdurchführung oder eine Metallfaltenbalgdurchführung, mit dem Schalt-

kontaktstück 2c mechanisch verbunden.

[0018] Erfindungsgemäss weist der Rotationsantrieb 3, 6-9 einen mechanischen Torsionsfedermechanismus 3 auf, der zum Drehen des Schaltkontaktstücks 2c sowohl in eine erste Rotationsschaltrichtung 30 zum Kontaktöffnen als auch in eine zweite Rotationsschaltrichtung 31 zum Kontaktschliessen dient.

[0019] Mit Vorteil umfasst der Rotationsantrieb 3, 6-9 eine Verklüppungsvorrichtung 7 zum teilweisen Wiedergewinnen mechanischer Rotationsschaltenenergie und/oder eine Torsionsspannvorrichtung 9 zum mechanischen Wiederaufladen von Rotationsschaltenenergieverlusten. Diese entstehen durch Reibung und anderweitige irreversible Vorgänge. Ferner ist eine Schaltersteuerung 8 zur Steuerung der Verklüppungsvorrichtung 7 mittels Schaltbefehle 8a und der Torsionsspannvorrichtung 9 mittels Torsionsspannbefehle 8b vorhanden.

[0020] Fig. 2a und Fig. 2b zeigen im Detail in Draufsicht und Seitenansicht die Funktionsweise des rotierenden Brückenkontakts 2c der Länge 1 und Breite b. Die Länge 1 ist nach Massgabe einer erforderlichen dielektrischen Festigkeit des isolierenden Mediums, der erforderlichen Durchschlagsfestigkeit (BIL=basic insulation level) des Schalters 1 und der Elektrodengeometrie 2a, 2b, 2c gewählt. Die Breite b oder genauer der Leiterquerschnitt ist gemäss der geforderten Stromtragfähigkeit des Leistungsschalters 1 gewählt. An den Festelektroden 2a, 2b sind federnde Kontakte 10, z. B. Multikontaktfedern 10, vorhanden, die ein federndes Verhalten der Festelektroden 2a, 2b, symbolisiert durch 10', bewirken und dafür sorgen, dass eine hohe Kontaktkraft, ein niedriger Kontaktwiderstand und ein niederohmiger Stromübergang zwischen den Elektroden 2a, 2b, 2c gewährleistet ist. Dadurch wird auch verhindert, dass sich die Kontakte 2a, 2b, 2c bei Nominalstrom übermässig erhitzen und bei Überströmen durch den kontaktgeschlossenen Schalter 1 miteinander verschweissen. Zudem werden durch die Federkontakte 10 die dynamischen Reaktionskräfte beim Kontaktschliessen 31 aufgefangen und kompensiert.

[0021] Fig. 2b zeigt vier Winkelpositionen des Brückenkontaktstücks 2c und damit des Torsionsfedermechanismus 3, nämlich eine kräftefreie neutrale Winkelauflenkung 11b des Torsionsfedermechanismus 3, die zwischen einer kontaktgeschlossenen Winkelauflenkung 11a und einer kontaktgeöffneten Winkelauflenkung 11c liegt, sowie eine durch die Torsionsspannvorrichtung 9 (hier nicht sichtbar) vorgespannte kontaktgeöffnete Winkelauflenkung 11d. Im Normalfall werden die erste und die zweite Rotationsschaltrichtung 30, 31 einander entgegengesetzt sein. Es sind aber auch Anordnungen denkbar und hier mitbeansprucht, bei denen die Rotationsschaltrichtungen 30, 31 gleichgerichtet sind, d. h. das Schaltkontaktstück 2c immer gleichsinnig rotiert und gegebenenfalls die Vorspann- und Drehrichtung des Torsionsfedermechanismus 3 alterniert wird. Zu Beginn des Kontaktöffnens wird typischerweise ein Lichtbogen gezogen. Wie dargestellt entstehen im Falle eines Brük-

kenkontaktstättstücks 2c in den Kontaktspalten 13a, 13b zwei Teillichtbögen 12a, 12b, die zueinander in Serie liegen. Dadurch können Ströme bei höherem Spannungsniveau und mit weniger Aufwand beim Lichtbogenlöschen ausgeschaltet und eingeschaltet werden. Mit Vorteil ist der Stromschalter 1 für beide Rotationsschaltrichtungen 30, 31 schnell schaltend und insbesondere ein schnell schaltender Synchronschalter 1.

[0022] Fig. 3a-3d zeigen schematisch ein Ausführungsbeispiel für die Funktionsweise der Verklüppungsvorrichtung 7, d. h. ihrer Verklüppungsmittel 7a, 7b, 11a, 11b, 11c, 11d, für eine kontaktöffnende Rotationsschaltrichtung 30. Die Verklüppungsmittel 7a, 7b, 11a, 11b, 11c, 11d dienen zum teilweisen Wiedergewinnen mechanischer Rotationsschaltenenergie beim Kontaktöffnen. Die Verklüppungsvorrichtung 7 weist auf: in Fig. 3a eine kontaktgeschlossene Torsionsarretierung 7a, 11a (umfassend eine drehbare Öffnungsklinke 7a zum Eingriff in ein Gegenstück 11a) zum Kontaktschliessen des Torsionsfedermechanismus 3 und zum Speichern der kontaktöffnenden Rotationsschaltenenergie; in Fig. 3b und Fig. 3c eine kontaktgeöffnete Torsionsarretierung 7b, 11c (umfassend eine drehbare Verschliessungsklinke 7b zum Eingriff in ein Gegenstück 11c) zum teilweisen Wiedergewinnen der kontaktöffnenden Rotationsschaltenenergie; und in Fig. 3d eine vorgespannte kontaktgeöffnete Torsionsarretierung 7b, 11d (umfassend die drehbare Verschliessungsklinke 7b zum Eingriff in ein Gegenstück 11d) zum Wiederaufladen von Rotationsverlusten und zum Speichern der gesamten kontaktschliessenden Rotationsschaltenenergie des Torsionsfedermechanismus 3. In Fig. 3c verhindert die Verschliessungsklinke 7b das Zurückschnellen 30' des überschwingenden Torsionsfedermechanismus 3. Die Torsionsspannvorrichtung 9 muss lediglich den Energieverlust in Höhe von beispielsweise ca. 36% der gespeicherten gesamten Rotationsschaltenenergie (entsprechend einem konstanten Reibungsdrehmoment von 10% des maximalen Drehmoments) kompensieren und wiederaufladen.

[0023] In gleicher Weise können Verklüppungsmittel für die kontaktschliessende Rotationsschaltrichtung 31 vorhanden sein (hier nicht dargestellt). Entsprechend kann die Torsionsspannvorrichtung 9 Torsionsspannmittel 9 zum mechanischen Wiederaufladen von Rotationsreibungsverlusten für beide Rotationsschaltrichtungen 30, 31 umfassen.

[0024] Fig. 4 zeigt einen berechneten Zeitverlauf des Torsionswinkels für ein Modellsystem mit folgenden Parametern: Trägheitsmoment $I=5 \cdot 10^{-5} \text{ kgm}^2$ für den Torsionsfedermechanismus 3, Torsionsfederkonstante $D=1000 \text{ Nm}$, Brückenkontaktstück mit Länge $l=567 \text{ mm}$ und Durchmesser $=16,4 \text{ mm}$. Nach $90 \mu\text{s}$ wird eine Kontakttrennung erreicht und nach $150 \mu\text{s}$ beträgt die Länge l_1 oder l_2 eines Kontaktspalts 13a oder 13b 4 mm . Nach $750 \mu\text{s}$ wird die volle Kontaktöffnung von 20 mm erreicht. Die Torsionsfederkonstante soll unter Berücksichtigung der Genauigkeit des Stromnulldurchgangs (bei Synchronschaltern 1) und der Widerstandsfähigkeit der Kon-

takte 2a, 2b, 2c gegen Lichtbogenabbrand ausgelegt werden. Dadurch kann die Torsionsfeder 3, die insbesondere eine Drehstabfeder 3 ist, in der Baugrösse reduziert werden. Eine Torsionsfederkonstante $D=100$ Nm ergäbe für ein Brückenkontaktstück mit Länge $l=263$ mm und Durchmesser $=7,6$ mm eine Öffnungszeit von $240 \mu\text{s}$ und nach $400 \mu\text{s}$ eine volle Kontaktöffnung von 4 mm. Die Reibungsverluste betragen in diesem Fall schätzungsweise 14 J für einen kontaktöffnenden Schaltvorgang.

[0025] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Stromschaltung, insbesondere in einem Schalter 1 für Mittel- oder Hochspannung der beschriebenen Art, wobei zwischen zwei beabstandeten Festelektroden 2a, 2b ein rotatorisch bewegliches Schaltkontaktstück 2c angeordnet ist, das durch einen Rotationsantrieb 3, 6-9 in eine erste Rotationsschaltrichtung 30 zum Zwecke des Kontaktöffnens und in eine zweite Rotationsschaltrichtung 31 zum Zwecke des Kontaktschliessens der Festelektroden 2a, 2b in eine Drehbewegung versetzt wird, wobei das Schaltkontaktstück 2c durch mechanische Torsionsfederkraft F_{f0} , F_{fs} gedreht wird und die Torsionsfederkraft F_{f0} zum Kontaktöffnen und die Torsionsfederkraft F_{fs} zum Kontaktschliessen von einem einzigen gemeinsamen mechanischen Torsionsfedermechanismus 3 aufgebracht werden. Hierzu einige Ausführungsbeispiele.

[0026] Bevorzugt wird die Rotationsenergie des Schaltkontaktstücks 2c beim Kontaktöffnen und/oder Kontaktschliessen teilweise wiedergewonnen. Mit Vorteil werden Rotationsenergieverluste des Schaltkontaktstücks 2c beim Kontaktöffnen und/oder Kontaktschliessen durch eine Torsionsspannvorrichtung 9, insbesondere durch einen Thomson Antrieb 9 oder einen Schrittmotor 9, wiederaufgeladen. Hier seien die EP 1 180 776 A1 und EP 1 067 569 mit ihrem gesamten Offenbarungsgehalt, insbesondere hinsichtlich der Auslegung und Ansteuerung eines elektrodynamischen Thomson Antriebs 9, in die Beschreibung aufgenommen. Die erste und die zweite Rotationsschaltrichtung 30, 31 sind typischerweise einander entgegengesetzt. Insbesondere wird vom Schaltkontaktstück 2c beim Kontaktöffnen und/oder Kontaktschliessen eine kräftefreie neutrale Winkelauslenkung 11b des Torsionsfedermechanismus 3 oder des Schaltkontaktstücks 2c durchlaufen. Das Kontaktöffnen und das Kontaktschliessen soll synchron und mit hoher Geschwindigkeit unter Vermeidung oder Reduktion von Lichtbogenbildung 12a, 12b durchgeführt werden.

[0027] Anwendungen der Vorrichtung 1 betreffen u.a. den Einsatz als Schalter 1 für mittlere oder hohe Spannungen und/oder Ströme, als Leistungsschalter 1, Trenner, Strombegrenzer oder strombegrenzender Schalter in Stromversorgungsnetzen. Die Erfindung umfasst auch eine elektrische Schaltanlage, insbesondere eine Hoch- oder Mittelspannungsschaltanlage, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung 1 wie zuvor beschrieben.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0028]

5	1	Leistungsschalter, Synchronschalter
	2a, 2b	feststehende Elektroden, Metallplatten
	2c	rotierende Elektrode, Brückenkontaktstück
	20	Strompfad, Nennstrompfad
	3	Torsionsfedermechanismus, Drehstabfeder
10	30	erste Rotationsschaltrichtung zum Kontaktöffnen
	30'	Rückschlagbewegung beim Kontaktöffnen
	31	zweite Rotationsschaltrichtung zum Kontaktschliessen
15	4	Rotationsachse
	5	gekapseltes Schaltergehäuse
	6	Durchführung für Rotationsantrieb
	7	Verklüppungsvorrichtung
20	7a	Öffnungsklinke
	7b	Verschliessungsklinke
	8	Schaltersteuerung
	8a	Schaltschaltbefehl, Öffnungssignal, Schliesssignal
25	8b	Torsionsspannbefehl, Energienachladung
	9	Torsionsspannvorrichtung, Thomson Antrieb, Schrittmotor
	10	Federkontakt, Multikontaktfedern
	10'	Federverhalten der Fixkontakte (symbolisch)
30	11a	kontaktgeschlossene Winkelauslenkung (Schalterposition) oder Winkelhalterung
	11b	neutrale (kräftefreie) Winkelauslenkung
	11c	kontaktgeöffnete Winkelauslenkung oder Winkelhalterung
35	11d	vorgespannte kontaktgeöffnete Winkelauslenkung oder Winkelhalterung
	7a, 11a	kontaktgeschlossene Torsionsarretierung
	7b, 11c	kontaktgeöffnete Torsionsarretierung
40	7b, 11d	vorgespannte kontaktgeöffnete Torsionsarretierung
	12a, 12b	Teillichtbögen
	13a, 13b	Kontaktspalte
45	b	Breite des Brückenkontakts
	l	Länge des Brückenkontakts
	l_1, l_2	Länge der Kontaktspalte
	F_{f0}	Torsionsfederkraft auf Brückenkontaktstück beim Öffnen
50	F_{fs}	Torsionsfederkraft auf Brückenkontaktstück beim Schliessen
	φ	Torsionswinkel
	t	Zeit
55		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Stromschaltung, insbesondere in ei-

nem Schalter (1) für Mittel- oder Hochspannung, wobei zwischen zwei beabstandeten Festelektroden (2a, 2b) ein rotatorisch bewegliches Schaltkontaktstück (2c) angeordnet ist, das durch einen Rotationsantrieb (3, 6-9) in eine erste Rotationsschaltrichtung (30) zum Zwecke des Kontaktöffnens und in eine zweite Rotationsschaltrichtung (31) zum Zwecke des Kontaktschliessens der Festelektroden (2a, 2b) in eine Drehbewegung versetzt wird, wobei ferner das Schaltkontaktstück (2c) durch mechanische Torsionsfederkraft (F_{f0} , F_{fS}) gedreht wird und die Torsionsfederkraft (F_{f0}) zum Kontaktöffnen und die Torsionsfederkraft (F_{fS}) zum Kontaktschliessen von einem gemeinsamen mechanischen Torsionsfedermechanismus (3) aufgebracht werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rotationsenergie des Schaltkontaktstücks (2c) beim Kontaktöffnen und/oder Kontaktschliessen teilweise wiedergewonnen wird.

2. Das Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Rotationsenergieverluste des Schaltkontaktstücks (2c) beim Kontaktöffnen und/oder Kontaktschliessen durch eine Torsionsspannvorrichtung (9), insbesondere durch einen Thomson Antrieb (9) oder einen Schrittmotor (9), wiederaufgeladen werden.

3. Das Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) die erste und die zweite Rotationsschaltrichtung (30, 31) einander entgegengesetzt sind und/oder
- b) vom Schaltkontaktstück (2c) beim Kontaktöffnen und/oder Kontaktschliessen eine kräftefreie neutrale Winkelauslenkung (11b) des Torsionsfedermechanismus (3) durchlaufen wird und/oder
- c) das Kontaktöffnen und das Kontaktschliessen synchron und mit hoher Geschwindigkeit unter Vermeidung oder Reduktion von Lichtbogenbildung (12a, 12b) durchgeführt wird.

4. Stromschalter (1) zur Leistungsschaltung, insbesondere zur Ausführung des Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend zwei beabstandete Festelektroden (2a, 2b), ein rotatorisch bewegliches Schaltkontaktstück (2c) und einen Rotationsantrieb (3, 6-9) zum Drehen des Schaltkontaktstücks (2c) in eine erste Rotationsschaltrichtung (30) zum Zwecke des Kontaktöffnens und in eine zweite Rotationsschaltrichtung (31) zum Zwecke des Kontaktschliessens der Festelektroden (2a, 2b), wobei der Rotationsantrieb (3, 6-9) einen gemeinsamen mechanischen Torsionsfedermechanismus (3) zum Drehen des Schaltkontaktstücks (2c) in die erste Rotationsschaltrichtung (30) und in die zweite Rotati-

onsschaltrichtung (31) aufweist und eine Torsionsspannvorrichtung (9) zum mechanischen Wiederaufladen von Rotationsschaltenergieverlusten umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotationsantrieb (3, 6-9) eine Verklüppungsvorrichtung (7) zum teilweisen Wiedergewinnen mechanischer Rotationsschaltenergie des Schaltkontaktstücks (2c) umfasst.

5. Stromschalter (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) eine kräftefreie neutrale Winkelauslenkung (11b) des Torsionsfedermechanismus (3) vorhanden ist, die zwischen einer kontaktgeschlossenen Winkelauslenkung (11a) und einer kontaktgeöffneten Winkelauslenkung (11c) des Torsionsfedermechanismus (3) liegt und/oder
- b) die erste und die zweite Rotationsschaltrichtung (30, 31) einander entgegengesetzt sind.

6. Stromschalter (1) nach einem der Ansprüche 4-5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) die Verklüppungsvorrichtung (7) Verklüppungsmittel (7a, 7b, 11a, 11b, 11c, 11d) zum teilweisen Wiedergewinnen mechanischer Rotationsschaltenergie für beide Rotationsschaltrichtungen (30, 31) aufweist und/oder
- b) die Torsionsspannvorrichtung (9) Torsionsspannmittel (9) zum mechanischen Wiederaufladen von Rotationsenergieverlusten für beide Rotationsschaltrichtungen (30, 31) umfasst,
- c) insbesondere dass der Rotationsantrieb (3, 6-9) eine Schaltersteuerung (8) zur Steuerung der Verklüppungsvorrichtung (7) und der Torsionsspannvorrichtung (9) umfasst.

7. Stromschalter (1) nach einem der Ansprüche 4-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verklüppungsvorrichtung (7) eine kontaktgeschlossene Torsionsarretierung (7a, 11a) zum Kontaktschliessen des Torsionsfedermechanismus (3) und zum Speichern der kontaktöffnenden Rotationsschaltenergie, eine kontaktgeöffnete Torsionsarretierung (7b, 11c) zum teilweisen Wiedergewinnen der kontaktöffnenden Rotationsschaltenergie und eine vorgespannte kontaktgeöffnete Torsionsarretierung (7b, 11d) zum Wiederaufladen von Rotationsenergieverlusten und zum Speichern der gesamten kontaktschliessenden Rotationsschaltenergie des Torsionsfedermechanismus (3) aufweist.

8. Stromschalter (1) nach einem der Ansprüche 4-7, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) der mechanische Torsionsfedermechanismus (3) eine Drehstabfeder (3) ist und/oder

- b) die Torsionsspannvorrichtung (9) ein Thomson Antrieb (9) oder ein Schrittmotor (9) ist und/oder
 c) das Schaltkontaktstück (2c) ein Brückenschaltkontaktstück (2c) ist, das um eine Mittelachse (4) rotierend gelagert ist und das beim Kontaktöffnen zu jeder Festelektrode (2a, 2b) jeweils einen Kontaktpalt (13a, 13b) freigibt und/oder
 d) der Stromschalter (1) in einem gekapselten Schaltergehäuse (5) angeordnet ist und für den Rotationsantrieb (3, 6-9) eine gasdichte Rotationsdurchführung (6) aufweist und/oder
 e) der Stromschalter (1) für beide Rotationschaltrichtungen (30, 31) schnell schaltend ist und insbesondere ein schnell schaltender Synchroschalter (1) ist.
9. Elektrische Schaltanlage, insbesondere Hoch- oder Mittelspannungsschaltanlage, **gekennzeichnet durch** einen Stromschalter (1) nach einem der Ansprüche 4-8.

Claims

1. Method for current switching, in particular in a medium-voltage or high-voltage switch (1), a switching contact piece (2c) which can move in rotary fashion being arranged between two spaced-apart fixed electrodes (2a, 2b), the switching contact piece being caused to carry out a rotary movement by means of a rotary drive (3, 6-9) in a first rotary switching direction (30) for the purpose of opening the contact and in a second rotary switching direction (31) for the purpose of closing the contact of the fixed electrodes (2a, 2b), in addition the switching contact piece (2c) being rotated by mechanical torsion spring force (F_{f0} , F_{fS}), and the torsion spring force (F_{f0}) for opening the contact and the torsion spring force (F_{fS}) for closing the contact being applied by a common mechanical torsion spring mechanism (3), **characterized in that** a rotational energy of the switching contact piece (2c) is partially recovered when the contact is opened and/or closed.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** rotational energy losses of the switching contact piece (2c) when the contact is opened and/or closed are recharged by a torsional stressing apparatus (9), in particular a Thomson drive (9) or a stepper motor (9).
3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**
- a) the first and the second rotary switching direction (30, 31) are opposite one another and/or

- b) a force-free, neutral angular deflection (11b) of the torsion spring mechanism (3) is carried out by the switching contact piece (2c) when the contact is opened and/or closed and/or
 c) opening and closing of the contact is performed synchronously and at a high speed whilst avoiding or reducing arc formation (12a, 12b).

4. Current switch (1) for power switching, in particular for carrying out the method according to one of the preceding claims, comprising two spaced-apart fixed electrodes (2a, 2b), a switching contact piece (2c) which can move in rotary fashion and a rotary drive (3, 6-9) for rotating the switching contact piece (2c) in a first rotary switching direction (30) for the purpose of opening the contact and in a second rotary switching direction (31) for the purpose of closing the contact of the fixed electrodes (2a, 2b), the rotary drive (3, 6-9) having a common mechanical torsion spring mechanism (3) for the purpose of rotating the switching contact piece (2c) in the first rotary switching direction (30) and in the second rotary switching direction (31) and comprising a torsional stressing apparatus (9) for mechanically recharging rotary switching energy losses, **characterized in that** the rotary drive (3, 6-9) comprises a latching apparatus (7) for partially recovering mechanical rotary switching energy of the switching contact piece (2c).

5. Current switch (1) according to Claim 4, **characterized in that**

- a) a force-free, neutral angular deflection (11b) of the torsion spring mechanism (3) is provided which lies between a closed-contact angular deflection (11a) and an open-contact angular deflection (11c) of the torsion spring mechanism (3) and/or
 b) the first and the second rotary switching direction (30, 31) are opposite one another.

6. Current switch (1) according to one of Claims 4-5, **characterized in that**

- a) the latching apparatus (7) has latching means (7a, 7b, 11a, 11b, 11c, 11d) for partially recovering mechanical rotary switching energy for the two rotary switching directions (30, 31) and/or
 b) the torsional stressing apparatus (9) comprises torsional stressing means (9) for mechanically recharging rotary energy losses for the two rotary switching directions (30, 31),
 c) in particular **in that** the rotary drive (3, 6-9) comprises a switch controller (8) for the purpose of controlling the latching apparatus (7) and the torsional stressing apparatus (9).

7. Current switch (1) according to one of Claims 4-6,

characterized in that the latching apparatus (7) has a closed-contact torsion locking system (7a, 11a) for the purpose of closing the contact of the torsion spring mechanism (3) and for the purpose of storing the open-contact rotary switching energy, an open-contact torsion locking system (7b, 11c) for the purpose of partially recovering the contact-opening rotary switching energy and a prestressed open-contact torsion locking system (7b, 11b) for the purpose of recharging rotary energy losses and for the purpose of storing the entire contact-closing rotary switching energy of the torsion spring mechanism (3).

8. Current switch (1) according to one of Claims 4-7, characterized in that

- a) the mechanical torsion spring mechanism (3) is a torsion bar spring (3) and/or
- b) the torsional stressing apparatus (9) is a Thomson drive (9) or a stepper motor (9) and/or
- c) the switching contact piece (2c) is a bridge switching contact piece (2c), which is mounted such that it can rotate about a central axis (4) and in each case opens up a contact gap (13a, 13b) when the contact is opened for each fixed electrode (2a, 2b) and/or
- d) the current switch (1) is arranged in an encapsulated switch housing (5) and has a gas-tight rotary bushing (6) for the rotary drive (3, 6-9) and/or
- e) the current switch (1) operates at a high speed for both rotary switching directions (30, 31) and in particular is a synchronous switch (1) operating at a high speed.

9. Electrical switchgear assembly, in particular high-voltage or medium-voltage switchgear assembly, characterized by a current switch (1) according to one of Claims 4-8.

Revendications

- 1. Procédé de commutation du courant, notamment dans un commutateur (1) pour moyenne ou haute tension, un élément de contact de commutation (2c) mobile rotatif étant disposé entre deux électrodes fixes (2a, 2b) espacées, lequel est mis dans un mouvement de rotation par un mécanisme d'entraînement de rotation (3, 6-9) dans un premier sens de commutation de rotation (30) en vue d'ouvrir le contact et dans un deuxième sens de commutation de rotation (31) en vue de fermer le contact des électrodes fixes (2a, 2b), l'élément de contact de commutation (2c) étant en plus tourné par la force de ressort de torsion mécanique (F_{f0} , F_{fs}) et la force de ressort de torsion (F_{f0}) destinée à l'ouverture du con-**

tact et la force de ressort de torsion (F_{fs}) destinée à la fermeture du contact étant appliquées par un mécanisme à ressort de torsion mécanique (3) commun, **caractérisé en ce qu'**une énergie de rotation de l'élément de contact de commutation (2c) est partiellement récupérée lors de l'ouverture du contact et/ou de la fermeture du contact.

- 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que** les pertes d'énergie liées à la rotation de l'élément de contact de commutation (2c) lors de l'ouverture du contact et/ou de la fermeture du contact sont rechargées par un dispositif à contrainte de torsion (9), notamment un mécanisme d'entraînement de Thomson (9) ou un moteur pas à pas (9).

- 3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que**

- a) le premier et le deuxième sens de commutation de rotation (30, 31) sont opposés l'un à l'autre et/ou
- b) une déviation angulaire (11b) neutre exempte de force du mécanisme à ressort de torsion (3) est parcourue par l'élément de contact de commutation (2c) lors de l'ouverture du contact et/ou de la fermeture du contact et/ou
- c) l'ouverture du contact et la fermeture du contact s'effectue de manière synchrone et à grande vitesse en évitant ou en réduisant la formation d'arcs électriques (12a, 12b).

- 4. Commutateur de courant (1) pour la commutation de puissance, notamment pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant deux électrodes fixes (2a, 2b) espacées, un élément de contact de commutation (2c) mobile rotatif et un mécanisme d'entraînement de rotation (3, 6-9) pour faire tourner l'élément de contact de commutation (2c) dans un premier sens de commutation de rotation (30) en vue d'ouvrir le contact et dans un deuxième sens de commutation de rotation (31) en vue de fermer le contact des électrodes fixes (2a, 2b), le mécanisme d'entraînement de rotation (3, 6-9) présentant un mécanisme à ressort de torsion mécanique (3) commun pour faire tourner l'élément de contact de commutation (2c) dans le premier sens de commutation de rotation (30) et dans le deuxième sens de commutation de rotation (31) et un dispositif à contrainte de torsion (9) pour recharger mécaniquement les pertes d'énergie liées à la commutation de rotation, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement de rotation (3, 6-9) comprend un dispositif d'encliquetage (7) pour la récupération partielle de l'énergie mécanique de commutation de rotation de l'élément de contact de commutation (2c).**

5. Commutateur de courant (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**

- a) il existe une déviation angulaire (11b) neutre exempte de force du mécanisme à ressort de torsion (3), laquelle se trouve entre une déviation angulaire de contact fermé (11a) et une déviation angulaire de contact ouvert (11c) du mécanisme à ressort de torsion (3) et/ou
- b) le premier et le deuxième sens de commutation de rotation (30, 31) sont opposés l'un à l'autre.

6. Commutateur de courant (1) selon l'une des revendications 4 à 5, **caractérisé en ce que**

- a) le dispositif d'encliquetage (7) présente des moyens d'encliquetage (7a, 7b, 11a, 11b, 11c, 11d) pour la récupération partielle de l'énergie mécanique de commutation de rotation dans les deux sens de commutation de rotation (30, 31) et/ou
- b) le dispositif à contrainte de torsion (9) comprend des moyens à contrainte de torsion (9) pour recharger mécaniquement les pertes d'énergie liées à la rotation dans les deux sens de commutation de rotation (30, 31) et/ou
- c) notamment **en ce que** le mécanisme d'entraînement de rotation (3, 6-9) comprend une commande de commutateur (8) pour commander le dispositif d'encliquetage (7) et le dispositif à contrainte de torsion (9).

7. Commutateur de courant (1) selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** le dispositif d'encliquetage (7) présente un blocage de torsion de contact fermé (7a, 11a) pour fermer le contact du mécanisme à ressort de torsion (3) et pour accumuler l'énergie de commutation de rotation d'ouverture du contact, un blocage de torsion de contact ouvert (7b, 11c) pour récupérer partiellement l'énergie de commutation de rotation d'ouverture du contact et un blocage de torsion de contact ouvert précontraint (7b, 11d) pour recharger les pertes d'énergie liées à la rotation et pour accumuler la totalité de l'énergie de commutation de rotation de fermeture du contact du mécanisme à ressort de torsion (3).

8. Commutateur de courant (1) selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que**

- a) le mécanisme à ressort de torsion mécanique (3) est une barre de torsion (3) et/ou
- b) le dispositif à contrainte de torsion (9) est un mécanisme d'entraînement de Thomson (9) ou un moteur pas à pas (9) et/ou
- c) l'élément de contact de commutation (2c) est un élément de contact de commutation à cava-

lier (2c) qui est logé de manière à tourner autour d'un axe central (4) et qui libère à chaque fois une fente de contact (13a, 13b) vers chaque électrode fixe (2a, 2b) lors de l'ouverture du contact et/ou

d) le commutateur de courant (1) est logé dans un boîtier de commutateur encapsulé (5) et présente pour le mécanisme d'entraînement de rotation (3, 6-9) une traversée de rotation (6) hermétique et/ou

e) le commutateur de courant (1) est à commutation rapide pour les deux sens de commutation de rotation (30, 31) et il est notamment un commutateur synchrone (1) à commutation rapide.

9. Équipement de commutation électrique, notamment équipement de commutation pour haute ou moyenne tension, **caractérisé par** un commutateur de courant (1) selon l'une des revendications 4 à 8.

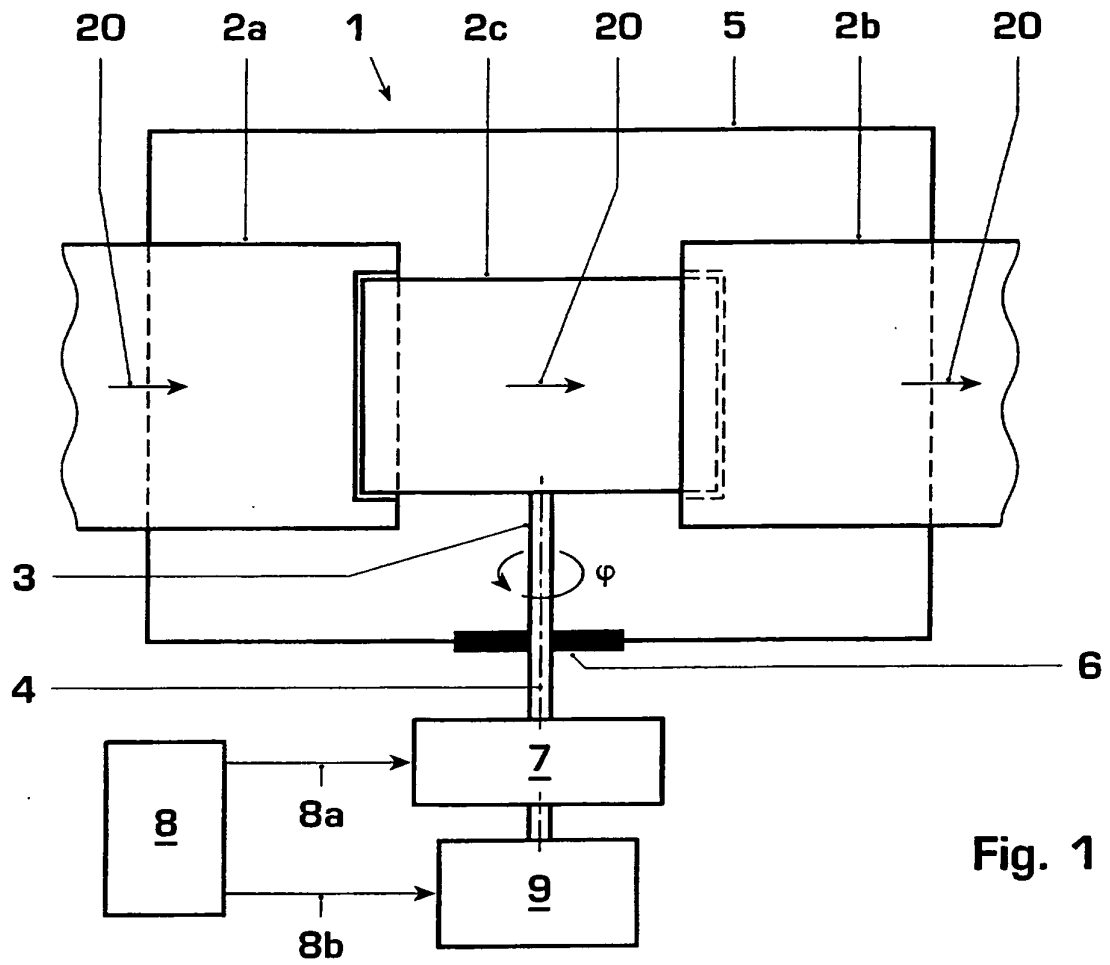


Fig. 1

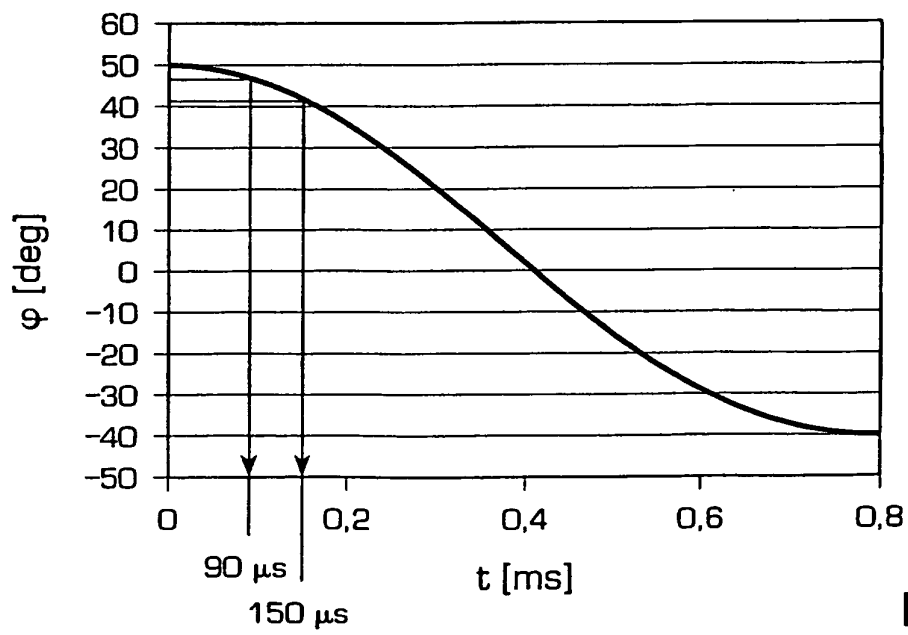
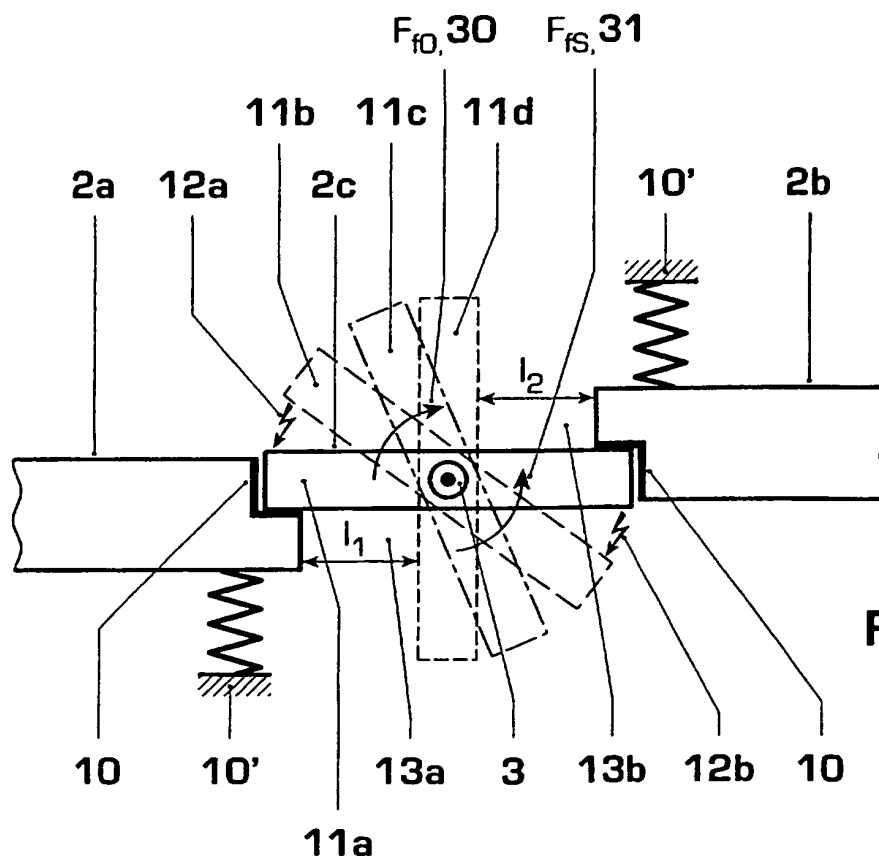
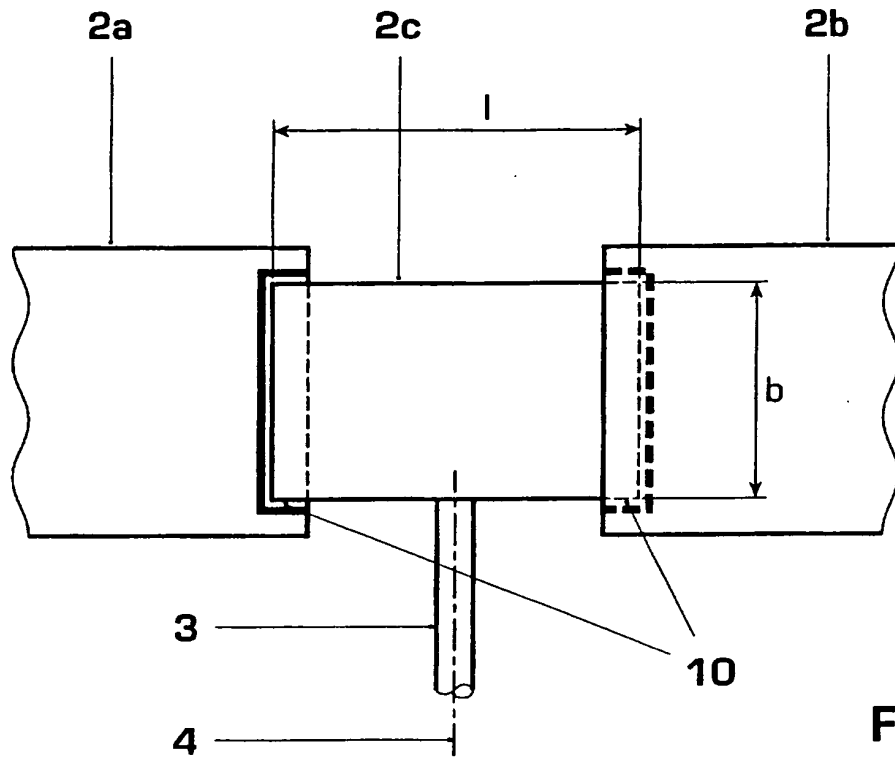


Fig. 4



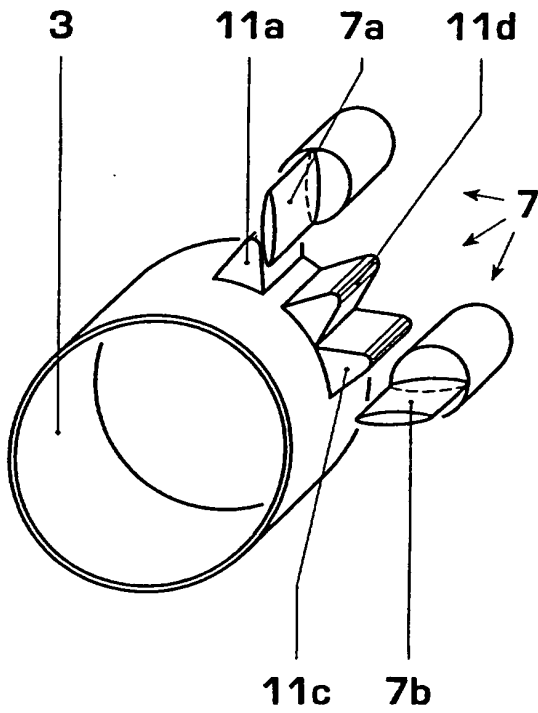


Fig. 3a

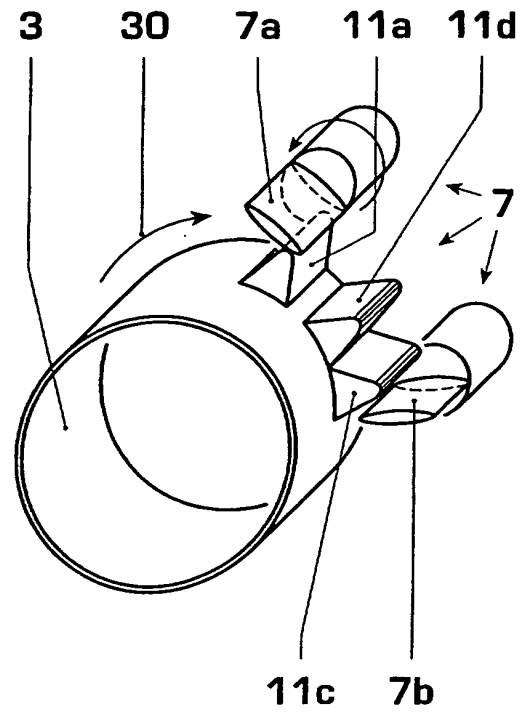


Fig. 3b

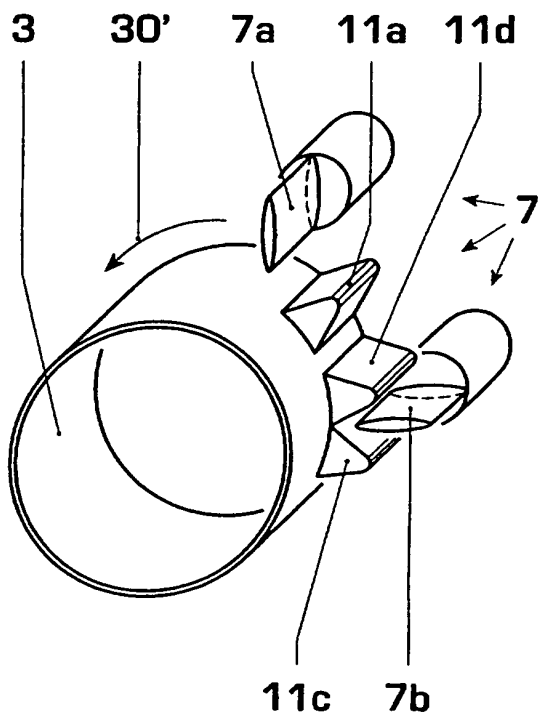


Fig. 3c

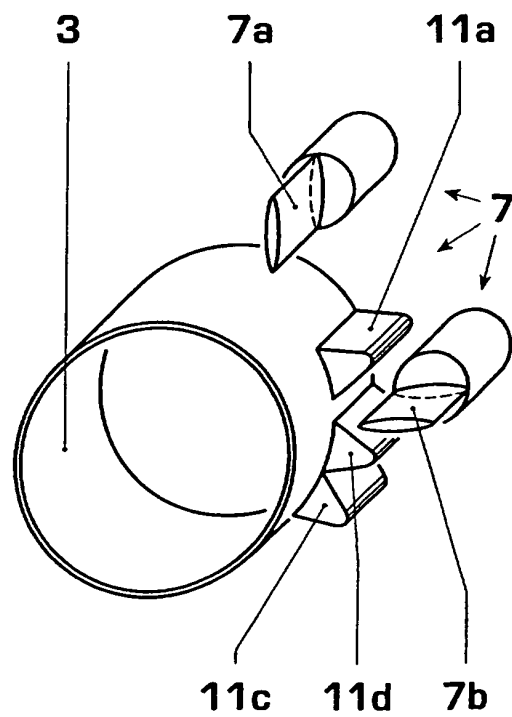


Fig. 3d