

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

**PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE**

(10) FI 944831 A7

**(12) JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **944831**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**H02H 9/02
H01C 10/10**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **14.04.1993**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **14.10.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **14.12.1994**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **14.04.1993 PCT/SE1993/000324**
Internationell ansökan - International
application

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

16.04.1992 SE 9201223

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Karlström, Per Olof, Gideonsbergsgatan 5 B 722 25 Västerås, Sverige, SVERIGE, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Karlström, Per Olof, Sverige, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Forssén & Salomaa Oy, Lautatarhankatu 8 B, 00580 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

**Ylikuorman suojajärjestelmä
Överbelastningsskyddssystem**

Tekniikan ala

- 10 Esillä olevan keksinnön kohteena on suojalaite, joka on tarkoitettu suojaksi ylivirtoja vastaan sähköpiireissä, joka laite käsittää ainakin yhden sähköäjohtavan rungon ja kaksi elektrodia, jotka toimivat virran syöttämiseksi mainitun johtavan rungon läpi ja jotka ovat vasten runkoa vastaavissa kohdissa joko suoraan tai välikappaleen välityksellä, ja joka laite edelleen käsittää puristuslaitteiston kontaktipaineen aikaansaamiseksi. Laite on ensisijaisesti tarkoitettu käytettäväksi matalajännittejärjestelmissä, joissa käyttöjännite on enimmillään 1000 V.

Tekniikan taso

- 20 Virranrajoituselementit, tai käytettäessä alan terminologiaa, oikosulkusuojat koostuvat pääasiassa sulakkeista ja virtakytkimistä, jotka useimmiten omaavat virranrajoitusominaisuuksia. Tekniikka on alalla tunnettua ja tätä koskien on perustettu useita standardeja, kuten IEC 269, joka käsittelee sulakkeita ja IEC 947-2, joka käsittelee virtakytkimiä. Oikosulkusuoja aktivoituu sen kautta kulkevien oikosulkuvirtojen vaikutuksesta. Oikosulkusuojat aktivoituvat kahden pääperiaatteen mukaisesti ja sen vuoksi ne on tässä jaettu seuraaviin ryhmiin 1 ja 2:
- 25
1. Sulakkeet, termistorit, joissa on positiiviset lämpötilakertoimet ja itsepalautuvat oikosulkusuojat, kuten on kuvattu US-patentissa 3886551, aktivoituvat oikosulkuvirtojen kulkiessa niiden läpi suojalaitteessa tapahtuvan lisääntyneen ohmisen tehonkehityksen seurauksena. Kun aikaansaatu sähköenergia on aiheuttanut suojalaitteessa lämpötilan nousun, joka vastaa suojalaitteessa olevan suoja-aineen sulamispistettä, vastus kasvaa ja oikosulkuvirta alkaa rajoittua.
- 30

2. Valokaareen perustuvat virtaa rajoittavat katkaisimet, esimerkiksi virtakytkimet aktivoituvat suoraan magneettisen energian muuttuessa mekaaniseksi energiaksi elektrodynaamisten virtavoimien vaikuttaessa virtakytkimeen sisältyvään sähköiseen kosketusjärjestelmään tai epäsuorasti erillisen laukaisulaitteen välityksellä, joka koostuu sähkömagneettisesta laukaisemisesta, ns. "painonapista" ("plunger tai schlagstiftanordnung"), joka myös aktivoituu päävirran vaikutuksesta. Magneettiin kuuluva ankkuri vaikuttaa sähköiseen kosketusjärjestelmään ja/tai jousimekaaniseen laukaisulaitteeseen, joka toteuttaa päälle/pois toiminnon. Esimerkiksi kontaktoreissa käytetään myös kauko-ohjausta kahden mekaanisen tasapainoasennon, päälle/pois, ylläpitämiseksi. Sähköiset kosketusjärjestelmät, joissa sähködynaamiset virtavoimat vaikuttavat suoraan sähköisiin kosketuskontakteihin, ovat ennestään tunnettuja esimerkiksi patenteista GB-1519559, GB-148901, GB-1405377.
- 15 Yhdistelmiä, joissa näitä kahta periaatetta käytetään, on kuvattu GB-patentissa 1472412 ja artikkelissa "*A New PTC Resistor for Power Applications*", R.S. Perkins, et al, julkaistu aikakausjulkaisussa IEEE Transactions on Components, Hybrids and Manufacturing Technology, Vol. CHMT-5, No. 2, June 1982, sivut 225—230 ja mm. julkaisuissa US-3249810 ja DE-3544647.
- 20 Yllä kuvattujen ryhmien 1 ja 2 mukaisten oikosulkusuojien eräs vakava haittapuoli, etenkin korkeiden ja jyrkkien (= nopeasti kasvavien) oikosulkuvirtojen tapauksessa, on niiden suuri sisäinen hitaus. Lämpöhitaus on rajoittava tekijä edellä kuvatun ryhmän 1 mukaisissa oikosulkusuojissa, kun taas valokaareen perustuvien virtakyt-
- 25 kinten tapauksessa se on mekaaninen hitaus, eli massahitaus, joka tulee huomattavaksi haluttaessa irrottaa sähköinen kontakti nopeasti. Massahitauksen seurauksena valokaaren kesto aika pitkittyy sähköisissä kontakteissa valokaareen perustuvissa virtakytkimissä ja sen seurauksena valokaarijännite, joka on virran rajoitukselle tärkeä, saavuttaa vasta suhteellisen pitkän viiveajan (ms) jälkeen sellaiset arvot, joilla
- 30 muutoin monotonisesti kasvava oikosulkavirta rajoittuu. Lisäksi vaaditaan erittäin korkea, laitteen lasketun tai nimellisvirran neliöön verrannollinen kontaktipaine, jotta sähköiset kosketuspinnat pystyisivät välittämään tarvittavan virran normaaliolosuh-

teissa. Myös tämä estää sähköisiä kosketuspintoja eroamasta nopeasti, koska kosketuspaine on vastakkaissuuntainen sähködynaamisille aukaiseville ja irrotusvoimille.

- 5 Mahdollisuus säätää edellä kuvattujen ryhmiin 1 ja 2 kuuluvien oikosulkusuojien herkkyyttä on hyvin rajallinen. Tämän seurauksena vaaditaan sähköpiireihin kuuluvilta pää- ja lisäsuojilta kattavaa yhteensopivuutta. Tämän johdosta on laadittu mm. standardit DIN 57636 Teil 21/VDE 0636 Teil 21 § 7,12 ja IEC 947-2, koska mm. virheellinen yhteistoiminta voi aiheuttaa suuntausongelmia, jotka on vaikea korjata (säätää) olemassa olevissa järjestelmissä.

10

- Edellä kuvattujen häiritsevien ja erityisesti hitauden johdosta edellä selostettujen ryhmien 1 ja 2 mukaisiin periaatteisiin perustuvat oikosulkusuojat ovat huonosti sopivia tyristorien tai elektroniikkalaitteiden oikosulkusuojiksi tai virtatransienttisuojuiksi, koska kyseiset laitteet ovat herkkiä sekä korkeille derivaattavirroille että 15 korkeille oikosulkuvirroille, joita voi myös esiintyä kapasitiivisissa piireissä tai induktiivisissa moottoripiireissä, joissa voidaan olettaa esiintyvän korkeita oikosulkuvirtoja. Tyypillisiä arvoja oletetuille oikosulkuvirroille ovat $I_k = 50\text{--}100\text{ kA}$ ja vastaavat virta-aikaderivaatat alkaen $22\text{--}44\text{ kA/ms}$. Tavanomainen nimellisvirraltaan 100 A oleva sulake päästää lävitseen suuruudeltaan noin 16 kA ja $\int i^2 \cdot dt \approx 20\text{ kA}^2\text{s}$ 20 olevan hetkellisen virtapiikin, mikä ylittää huomattavasti vastaavien tyristorien sallitut arvot. Tämän johdosta on tyristoripiirit usein varustettu kuristimilla rajoittamaan virtaderivaattoja, jolloin edellä kuvattuja oikosulkusuojia on mahdollista käyttää.

- 25 Itsepalautuva oikosulkusuoja koostuu yleisesti nk. termistoreista. Ilmaisu PTC-elementti on hyväksytty nimike termistoreille, joiden ominaisresistanssilla on positiivinen lämpötilakerroin (Positive Temperature Coefficient).

- 30 Sähköjohtavat polymeerikomposiitit, varsinkin PTC-komposiitit ja laitteet, joissa PTC-komposiittia käytetään, ovat ennestään tunnettuja. Tältä osin voidaan viitata esim. patenteihin US-2978665, US-3351882, US-4017715, US-4177376 ja US-4246468 sekä GB-1534715. Myöhempiä uudistuksia on kuvattu esimerkiksi patenteis-

sa DE-2948350, 2948281, 2949174 ja 3002721 sekä lukuisissa patenttihakemuksissa, kuten patenttihakemuksissa US-41071 (MPO 295), US-67207 (MPO 299) ja US-88344 (MPO 701) sekä patenttihakemuksissa US-141984 (MPO 712), US-141987 (MPO 713), US-141988 (MPO 714), US-141989 (MPO 715), US-141991 (MPO 720) ja US-142054 (MPO 725).

PTC-elementtien yhteydessä on eräänä ongelmana se, että niiden kuumentuessa läpikulkevan virran vaikutuksesta ja lämpötilan saavuttaessa tason, jossa PTC-elementit tulevat itsesääteviksi, pieni osa PTC-elementistä ottaa vastaan jännitteen ja tämä osa joutuu erittäin suurille rasituksille, mitkä voivat tuhota PTC-elementin. PTC-ratkaisut, joissa tämä ongelma on eliminoitu, ovat ennestään tunnettuja esimerkiksi EP-patentista nro 0038716. Ylikuormasuojiksi tarkoitetut PTC-elementit on usein konstruoitu polymeerimateriaalista, esim. korkeapainepolyetyleenistä, joka sisältää sähköäjohtavia materiaalihiukkasia, kuten nokea tai kimröökkiä ja jolla on suuren positiivisen lämpötilakertoimen omaava ominaisvastus.

PTC-ominaisuuksia omaavat keraamiset termistorit ovat ennestään tunnettuja patenttijulkaisusta GB-1570138. Yleisimmät keraamiset termistorit perustuvat materiaaleihin BaTiO_3 tai V_2O_3 .

Polymeeripohjaisen termistorin eräänä etuna verrattuna keraamiseen termistoriin on se, että sen vastus kasvaa monotonisesti lämpötilan mukaan. Se on lisäksi verrattain halpa valmistaa. Kaupallisesti saatavilla olevat polymeerityyppiset termistorit on kuitenkin suunniteltu suhteellisen alhaisille nimellis- tai ominaisjännitteille, eikä niitä sen vuoksi voida sellaisenaan käyttää esimerkiksi jakeluverkostoissa. Lisäksi ovat termistorien muotoilu- ja elektrodiliitännät yleensä sellaiset, että erisuuntaisten virtasuuntien seurauksena kohdistuu termistoreihin suurilla oikosulkuvirroilla voimakkaita repulsiovoimia, jotka repivät elektrodeja erilleen toisistaan. Edelleen on tunnettua, että ns. sandwich-tyyppiä olevat polymeeriperustaiset PTC-elementit eivät palaudu alkuperäisvastuksen arvoon sen jälkeen, kun ne ovat muuttuneet alhaisesta vastustilasta korkeaan vastustilaan. Vakavammissa tapauksissa, joissa PTC-elementteihin kohdistuu hyvin suuria sähköisiä rasituksia, kuten oikosulkuvirtoja, muodostuu

PTC-elementin polymeerikoostumuksen keskiosaan tai muihin osiin kuplia ja halkeamia siten, että elementti ei enää toimi, eli elementti on tuhoutunut.

5 Näistä syistä johtuen polymeeripohjaisia termistoreita ei tähän mennessä ole laajemmalti käytetty sähkövoimatekniikassa, vaan niitä on pääasiassa pelkästään käytetty suojaamaan elektroniikkalaitteita, vaikka lämpöhitaus rajoittaa mahdollisia sovel-

10 Olennainen ero termistorien ja sulakkeiden välillä on se, että termistorit itsepalautuvat oikosulun jälkeen, eli termistoreita voidaan käyttää uudelleen oikosulun jälkeen, mikä koskee myös virtakytkimiä.

15 Elastomeerit koostuvat kaikista polymeereistä, jotka omaavat samankaltaisia elastisia ominaisuuksia kuin luonnonkumi. Elastomeereja voidaan kokoonpuristaa tai venyttää suhteellisen suurella sallitulla elastisella alueella ja ne palautuvat alkuperäiseen tilaansa, kun kuormitus on poistettu. Sähköisesti johtavat elastomeerit ovat ryhmä kumia ja muoveja, jotka on tehty sähköjohtaviksi joko lisäämällä niihin metal-

20 lisekoitteita tai suuntaamalla metallikuituja sähkökenttien vaikutuksen avulla tai lisäämällä niihin erilaisia hiiliseoksia tai keraameja, esim. siten dispergoitua V2O3-materiaalia, kuin on selostettu artikkelissa "*V2O3 Composite Termistors*", D. Moffat, et al, julkaistu julkaisussa *Proceedings of the Sixth IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics*, 1986, sivut 673—676. Kumissa käytetään useita

25 tyyppejä hiilimustaa, esim. grafiittia, asetyleeninokea, lamppunokea ja nokimustaa hiukkaskoon ollessa välillä 10—300 nm. Esimerkkeinä sopivista kumimateriaaleista, jotka tulevat sähköjohtaviksi sen jälkeen, kun niihin on lisätty metallisekoitteita tai hiiliseoksia, voidaan mainita butyyli, luonnonkumi, polykloropreeni, neopreeni, EPDM ja tärkeimpänä silikonikumi. Pulverimuodossa olevia metallilisiäaineita ja metalliseoksia, jotka sopivat elastomeerin lisäaineiksi, ovat hopea, nikkeli, kupari, hopeapäälysteinen kupari, hopeapäälysteinen nikkeli ja hopeapäälysteinen alumiini.

30

Sähköjohtavia elastomeereja käytetään ilmaisintekniikassa paineilmaisina. Sähköiset ominaisuudet muuttuvat, kun sähköjohtavat elastomeerit muuttavat muotoaan

esimerkiksi puristuksen tai vetojännityksen vaikutuksesta, mikä johtaa vastuksen muuttumiseen.

Yleisimmät tyypit hiili- tai metallitäytteisiä muoveja ovat polyeteeni ja polypropeeni.

- 5 Nykyisin niitä käytetään kuumennuskaapeleissa ja ylikuormasuojissa, esimerkiksi aiemmin mainituissa polymeeripohjaisissa PTC-termistoreissa.

- Sähköäjohtavan täyteaineen lisääminen heikentää kuitenkin muovin mekaanisia ominaisuuksia. Materiaalista tulee hauras ja kova ja sitä myötä huonosti muotoaan muuttava. Nämä materiaalit ovat sen vuoksi sopimattomia paineenilmaisimiksi ja PTC-sovelluksissa ne edellyttävät suhteellisen monimutkaista kontaktitekniikkaa. Hiilitäytteisten muovien lisärajoituksena on niiden suhteellisen suuri ominaisvastus, joka on tyypillisesti 1 Ohmcm tai suurempi. Toisaalta metallitäytteisiä muoveja voidaan valmistaa olennaisesti alhaisempaan ominaisvastukseen, alle 0,5 Ohmcm, joskin jännitteen tai vedon kestävyys tulee hyvin huonoksi ja sen seurauksena nämä materiaalit eivät sovi ylikuormasuojiksi.

- Metallijauhoa sekoittamalla saadaan sähköäjohtaviin elastomeereihin hyvin pieni vastus, esim. suuruudeltaan 2 mOhmcm tai pienempi vastus. Eräs elastomeerien antama etu on se, että ne ovat hyvin pehmeitä verrattuna hiilitäytteiseen polyeteeniin ja polypropeeniin myös silloin, kun ne sisältävät suuria määriä sähköäjohtavaa täyteainetta. Tällaisilla elastomeereilla on tyypillisesti Shore-arvo välillä 20—80 amerikkalaisen standardin ASTM D2240 (Q/C) mukaan.

25 **Keksinnön selostus**

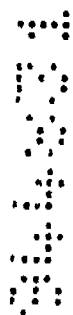
- Esillä olevan keksinnön päämääränä on saada aikaan suhteellisen yksinkertainen ja halpa ylikuormitussuoja, joka pystyy rajoittamaan matalajänniteverkossa esiintyvät korkeimmat oikosulkuvirrat myös hyvin korkeilla virtaderivaatoilla ja jonka laukaisuominaisuudet, kuten vastauserkkyys voidaan helposti sovittaa suojattavan kohteen mukaisesti. Tämä päämäärä saavutetaan keksinnön mukaisella suojalaitteella, jolla on jäljempänä seuraavan patenttivaatimuksen 1 mukaiset tunnuspiirteet.

Muuttamalla virranrajoituselementtiin sisältyvän sähköäjohtavan elastomeerirungon ainakin yhden kaarevan tai kuperan pinnan muotoa puristuslaitteiston avulla ja sisäänrakentamalla elektrodit, jotka johtavat virtaa virranrajoituselementin läpi, saavutetaan huomattavasti tehokkaampi virranrajoittuminen, kuin mitä saadaan aikaan tavanomaisilla oikosulkusuojilla, joita kuvattiin tekniikan tason yhteydessä. Tämä johtaa huomattavaan kustannusetuun erityisesti virranrajoituselementin myötävirran puolella. Laite voi korvata sekä tavanomaiset sulakkeet että nk. automaattiset virtakytkimet (MCB) ja se omaa näiden molempien virtakytkintyyppien tarjoamat edut ilman niiden haittapuolia, kuten sulakkeen rajoitettua ikää ja automaattisen virtakytkimen rajoitettua katkaisukykyä oikosulkuvirroilla.

Virranrajoitinelementtinä toimivaan laitteeseen kuuluu ainakin yksi sähköäjohtava elastomeerirunko ja kaksi elektrodia. Elastomeerirungon polymeerikoostumus voi olla mitä tahansa tunnettua tyyppiä, eikä se muodosta osaa esillä olevasta keksinnöstä. Esimerkkejä tässä suhteessa sopivista elastomeereista ovat erityisesti butyyli-, luonnon-, polykloropreeni-, neopreeni-, EPDM- ja silikonikumi. Sähköäjohtava jauhemateriaali koostuu edullisesti hopeasta, nikkelistä, koboltista, hopeapäällysteistä kuparista, hopeapäällysteisestä nikkelistä, hopeapäällysteisestä alumiinista, lamppumustasta, johtavasta noesta tai kimröökistä. Jauhemateriaalin hiukkaskoko on edullisesti 0,01—10 mikromeriä ja jauhetäyteainetta on sopivasti läsnä 40—90 % vastaava määrä jauhetäyteaineen ja elastomeerimateriaalin kokonaispainosta. Sähköäjohtavan elastomeerirungon ominaisvastus on edullisesti alueella 0,1 mohmcm - 10 Ohmcm. Siinä tapauksessa, että laitteeseen kuuluu useampia kuin yksi sähköäjohtava elastomeerirunko, voivat rungot olla valmistetut keskenään samanlaisista tai erilaisista elastomeereista ja ne voivat sisältää keskenään samanlaisia tai erilaisia täyteaineita ja omata samanlaisen tai erilaisen ominaisvastuksen. Elektrodit ovat tavanomaista tyyppiä, esimerkiksi hopeapäällysteistä kuparia. Elektrodit on edullisesti suunnattu siten, että läpikulkevat suuret virrat aiheuttavat elektrodien välille repulsiovoimia. Elektrodeihin esimerkiksi US-patentista 3914727 tunnetulla puristuslaitteella tai konventionaalisella jousimekanismilla kohdistettu puristus sähkökatkaisimen on/off toimintoa varten muuttaa elastomeerirungon kuperan kosketuspinnan muotoa silloin, kun laitteeseen sisältyy sellainen kosketuspinta. Tällaisen muodonmuutoksen tulee

edullisesti olla vähintään 5 %. Erityisen edullinen on 5—30 % oleva muodonmuutos laskettuna elastomeerirunkoa ympäröivien kappaleiden välisen etäisyyden alkukohdasta, eli jos etäisyys puristuksen ollessa 0 ja ympäröivien kappaleiden ollessa vasten elastomeerirunkoa on d ja jos etäisyys muuttuu arvoon $0,7 \times d$ sitten kun puristus on aikaansaatu, runko on muuttanut muotoaan 30 %. Erityisen edullisia ovat sellaiset elastomeerirungot, joiden kovuus on välillä 30—50 IRHD brittiläisen standardin BS903/A26 mukaan, vaikkakin voidaan käyttää myös pienemmän ja suuremman kovuuden omaavia materiaaleja.

- 10 Keksinnön erään erityisen edullisen toteutusmuodon mukaan puristuslaite on varustettu sellaisilla puristuksen aikaansaavilla välineillä, joilla on jousto-ominaisuuksia. Tämän edullisen konstruktion mukainen jousilaite edesauttaa suuresti irtautumista ja sitä myötä elastomeerirunkojen kuperan kosketuspinnan, silloin kun niihin tällainen kosketuspinta kuuluu, ja niitä ympäröivän kappaleen välisen siirtymäalueen pienemistä.



- 20 Keksinnön erään erityisen edullisen toteutusmuodon mukaan sellaisessa tapauksessa, jossa virranrajoituselementtiin kuuluu vain yksi sähköäjohtava elastomeerirunko, tämä elastomeerirunko on pistetty sähköäeristävän levyn väliin, jossa on rako. Elastomeerirunko on sijoitettu rakoon siten, että puristuksen vaikutuksesta se laajenee ja täyttää raon. Tällä tavoin saadaan aikaan sähköeristys, joka estää sähköön ylilyönnin oikosulun tapahtuessa.



- 25 Keksinnön erään toisen toteutusmuodon mukaan yksi elastomeerirunko on pinottu toisen elastomeerirungon päälle keksinnön mukaisesti samaan puristuslaitteeseen.

- 30 Keksinnön vielä erään toteutusmuodon mukaan elastomeerirunko on muodostettu ontelomaiseksi ja se voi muuttaa muotoaan paljon enemmän kuin 30 %, muodonmuutoksen suuruuden ollessa riippuvainen ontelon halkaisijasta. Tämän ratkaisun etuna on se, että voidaan käyttää suhteellisen kovaa elastomeerimateriaalia ja silti saada aikaan rungon huomattava muodonmuutos.

- Esillä olevan keksinnön avulla on havaittu mahdolliseksi se, että edellä kuvatut tekniikan tasoon liittyvät haittapuolet, kuten ylikuormitussuojan epäherkkyys voidaan vähentää tai kokonaan eliminoida. Virranrajoituselementin vastus muuttuu, kun alhaisella energian muodostuksella esiintyy suuria oikosulkuvirtoja, jolloin lämpöhi-
- 5 taus ja mekaaninen hitaus pienenevät. Lisäksi muututtuaan alhaisen vastuksen tilasta korkean vastuksen tilaan virranrajoituselementti palautuu alkuperäiseen vastukseensa ja on näin ollen uudelleenkäytettävissä oltuaan alttiina oikosulkuvirtojen vaikutukselle. Eräs mahdollinen syy esillä olevalla keksinnöllä saavutettuun tulokseen on seuraavanlainen: Normaalin virran kulkiessa pysyy siirtovastus pienenä niiden
- 10 elementtien välillä, jotka ovat kosketuksessa toisiinsa siirtymäpinnan välityksellä, joka siirtymäpinta muodostuu silloin, kun kaarevan kosketuspinnan omaava kappale, tai useamman tällaisen kappaleen kyseessä ollen kappaleet, muuttavat muotoaan ulkopuolisen puristuslaitteen vaikutuksesta. Kun korkeita oikosulkuvirtoja esiintyy, elektrodit eroavat toisistaan virtavoimien vaikutuksesta. Lisäksi esiintyy ns. striktio-
- 15 voimia elastomeerirunkojen kuperan kosketuspinnan, jos niissä sellainen kosketuspinta on, ja sitä rajoittavien kappaleiden välillä, jotka striktiovoimat johtuvat edullisen kosketuspinnan muotoilusta. Tämän seurauksena kosketuspinta pienenee osittain sen vuoksi, että kuperalla kosketuspinnalla varustettu elastomeerirunko voi muuttaa muotoaan, ja osittain se vuoksi, että elektrodit eroavat toisistaan. Tämän seurauksena
- 20 energian muodostuminen kasvaa nopeammin pienenevässä kosketuspinnassa saaden aikaan sen, että elastomeerirungon vastus kosketuspinnassa kasvaa huomattavasti ilman että elastomeerirunko muualta joutuu liian voimakkaalle rasitukselle alttiiksi. Lisäksi edullisen elastomeerirungon poikkileikkauksen muodosta johtuen virran tiheys on suurin elektrodien välisen poikkileikkauspinnan symmetrialinjalla, mikä
- 25 tarkoittaa sitä, että materiaali on tällä alueella alttiina suurimmille rasituksille, mistä syystä johtuen halkeamien ja kuplien muodostus estyy poikkileikkauspinnassa kohtisuorassa suunnassa virran suuntaan nähden.
- Kun tekniikan tasossa kuvaillut fysikaaliset ominaisuudet, kuten esimerkiksi sähköä-
- 30 johtavien elastomeerien paineherkkyys, kosketuspinnat, elektrodynaaminen repulsio-vaikutus, joka saavutetaan sähköäjohtavien elastomeerirunkojen ja elektrodien sopivalla geometrisella muotoilulla, yhdessä sopivan elektrodimateriaalivalinnan

kanssa yhdistetään, saadaan virranrajoituslaitteella aikaan mm. seuraavat edut:

- 5 a) Huomattavasti lisääntynyt herkkyys suurilla virtaderivaatoilla ja oikosulkuvirroilla johtuen joustavasta puristuslaitteesta ja edullisesta elektrodin muotoilusta, jotka yhdessä erityisesti muotoillun sähköäjohtavan elastomeerirungon kanssa pyrkivät erottamaan elektrodit toisistaan.
- 10 b) Laite voidaan muodostaa erittäin matala-ohmiseksi johtuen sähköäjohtavan elastomeerirungon ja elektrodin välisen kosketuspinnan muodonmuutoksesta.
- c) Vähäisemmät valintaongelmat sähköpiireissä, joihin kuuluu pää- ja lisäsuojat.
- 15 d) Elementti palaa alkuperäiseen vastusarvoonsa sen jälkeen, kun se on muuttunut matalasta vastustilasta korkean vastuksen tilaan.
- e) Yksinkertainen katkaisin, joka ei mahdollisesti tarvitse valokaarisuojaa, kun elektrodit on mekaanisesti kytketty tavanomaiseen virtakatkaisijan on/off mekanismiin, joka päälle-asennossa ylläpitää tarvittavaa puristusta (kontakti) elektrodin ja sähköäjohtavan elastomeerirungon välillä.
- 20 f) Hitsaantumisriksi on eliminoitu, mikäli laitteeseen kuuluu yllä esitetyn kohdan e) mukainen virrankatkaisujärjestely.
- 25 g) Tärinälle ja pomppaukselle epäherkkä päällekytkentätoiminto.
- h) Mahdollisuus laitteen herkkyydensäätöön, kun puristuslaitteen ylläpitämää puristusta voidaan säätää ja muunnella tunnettuun tapaan, mikä sallii yhden ja saman ylikuormitussuojan käyttämisen laajemmalla käyttövirta-alueella.
- 30 i) Hyvin pienet ulkomitat, koska sähköäjohtavan elastomeerimateriaalin ominaisvastus saadaan erittäin pieneksi, alle 1 mohmcm.

- j) Kalliiden rajoituspuolien käyttö tyristoripiireissä voidaan välttää.

Piirustusten lyhyt kuvaus

- 5 Esillä olevaa keksintöä selostetaan nyt yksityiskohtaisesti viittauksin keksinnön esimerkinomaisiin sovellusmuotoihin sekä oheisiin piirustuksiin, joissa

Kuviot 1a—c ovat keskeltä otettuja poikkileikkauskuvia keksinnön erään osan kolmesta edullisesta sovellusmuodosta tämän osan käsittäessä pääasiassa sähköäjohta-
10 vat elastomeerirungot ja elektrodit;

Kuvio 2 esittää vastuksen R kahden elektrodin välisen etäisyyden d funktiona, joiden välissä säteeltään r oleva puolilieriönmuotoisen poikkileikkauksen omaava sähköäjohta-
15 tava elastomeerirunko on puristuksessa;

Kuvio 3 esittää erästä sovellusmuotoa keksinnön mukaisesta sähköpiiriin kytketystä virranrajoituselementistä;

Kuvio 4 esittää virran kulkua oikosulkutilanteessa kuvion 3 mukaisen elementin tapauksessa;
20

Kuvio 5 esittää keksinnön mukaisen virranrajoituselementin ja tavanomaisen suoja-laitteen, kuten sulake ja virtakatkaisijan, MCCB:n, vertailun $\int i^2 \cdot dt$ käyrien välillä;

25 Kuviot 6—7 ovat keskeisiä poikkileikkauskuvia keksinnön mukaisesta elastomeerirun-gosta ja siihen liittyvistä elektrodeista sekä palautusvälineistä; ja

Kuviot 8—19 esittävät keksinnön mukaisten virranrajoituselementtien lisämuunnel-mia.
30

Kuvio 6 esittää virranrajoituselementtiä järjestelyn mukaisesti, joka on analoginen kuviossa 1b esitetyn järjestelyn kanssa. Virranrajoituselementtiin kuuluu keskeisesti

asennettu runko 10, joka on muodoltaan homogeeninen sylinteri, jonka halkaisija on 3 mm ja pituus 10 mm ja joka on muodostettu muotoaan muuttavasta sähköäjohtavasta elastomeerimateriaalista, joka käsittää esimerkiksi 80 p-% hopeajauhetta ja 20 p-% silikonimuovia, sekä kaksi keskenään samansuuntaista elektrodia 11,12, jotka ovat tangentialisesti runkoon 10 nähden sen vastakkaisilla puolilla. Esitetyn sovellusmuodon tapauksessa elastomeerirungon 10 kovuusluku on Shore 40 standardin BS 903/A26 mukaan. Elektrodit 11,12 käsittävät kulmaan taivutetut hopeapäällysteiset kuparilevyt, joiden paksuus on 0,7 mm. Elektrodit pidetään kosketuksessa runkoon 10 jousilaitteen 14 avulla, joka aikaansaa puristuksen elektrodeihin 11,12 tunnettuun tapaan ja näin ollen muuttaa rungon elektrodeja vasten olevien kosketuspintojen 10',10" muotoa, kyseisen muodonmuutoksen ollessa noin 30 %. Järjestelyn herkkyyttä tai vastetta voidaan parantaa liittämällä siihen esimerkiksi sen tyyppinen repulsiolaite 13, kuin on kuvattu julkaisussa GB-1519559 tai GB-1489010, tai elektrodit voi olla konstruoitu siten, että ne itsessään saavat aikaan palauttavien elektrodynaamisten virtavoimien kasvun.

Vaihtoehtoisesti repulsiolaite 13 voi olla sellainen itseaktivoituva magneettinen piiri, kuin on aikaisemmin kuvattu US-patentissa 4513270, joka on tarkoitettu vaikuttamaan ainoastaan yhteen elektrodin ja joka on suunnattu siten, että elektrodit erottuvat toisistaan magneettisten voimien tai elektrodynaamisten virtavoimien vaikutuksesta. Vastus laitteen yli on 2 mOhm. Kun laitteeseen kohdistuu suuria, etenkin yli 50 A ja erityisemmin yli 500 A olevia oikosulkuvirtoja, virrantiheys kasvaa muotoaan muuttaneissa kosketuspinnissa 10',10", jolloin elementin vastus nousee arvoon 100 mOhm tai sen yli. Tämä on riittävä rajoittamaan oikosulkuvirtoja pienjännitejärjestelmissä, jotka kuvion 6 mukaisessa edullisessa järjestelyssä ja kuviossa 3 esitettyssä piirissä rajoittavat oikosulkuvirrat ja aikaansaavat kuviossa 4 esitetyn virta-aika-diagrammin.

Kuvio 7 esittää virranrajoituselementtiä, joka on samanlainen kuin kuvioissa 6 ja 1c esitetty elementti sillä poikkeuksella, että elastomeerirunko 20 ei ole homogeeninen kappale. Täten kuvion 7 sovellusmuodon mukaiseen runkoon kuuluu ontelo 9, joka mahdollistaa sen, että elastomeerirungon muodonmuutos voi kasvaa 30 %:iin tai sen

yli riippuen ontelon dimensioista. Tämä sallii verrattain korkean Shore-luvun omaavan materiaalin käyttämisen, esimerkiksi sellaisen materiaalin, jonka kovuusluku on Shore 80. Runko 20 on edullisesti siten muodoltaan muutettavissa, että kupera kosketuspinta 9' tulee fyysiseen kosketukseen kosketuspinnan 9" kanssa.

5

Kuvio 8 esittää keksinnön sellaista sovellusmuotoa, jossa kaksi sähköäjohtavaa elastomeerirunkoa 10a,10b on pinottu päällekkäin, kun taas kuvion 9 sovellusmuodossa sähköäjohtavat elastomeerikappaleet 10a,10b on sijoitettu vierekkäin.

- 10 Kuviot 10a—b esittävät keksinnön mukaista laitetta, jossa kuvion 7 mukainen sähköäjohtava elastomeerirunko 10 on sijoitettu kahden elektrodin 11,12 väliin, jotka ulottuvat pituussuunnassa samansuuntaisesti rungon 10 kanssa. Elektrodeihin ja elastomeerirungon kosketuspintoihin 10',10" vaikuttava puristus saadaan aikaan aiemmin kuvatun joustavan puristuslaitteen avulla.

15

Kuvio 11 esittää keksinnön mukaista laitetta, jossa sähköäjohtava elastomeerirunko 10 on sijoitettu kahden elektrodin 11,12 väliin kuvioiden 10a—b mukaisesti. Ferromagneettinen repulsiopiiri 13 ympäröi pituussuunnassa ulottuvia elektrodeja 11,12 ja elastomeerirunkoa 10 ja vahvistaa elektrodin 11 työntövaikutusta ylivirtojen kulkiessa virranrajoituselementin läpi. Puristus saadaan aikaan elektrodeihin ja elastomeerirungon kosketuspintoihin 10',10" edellä kuvatun joustavan puristuslaitteen avulla.

20

Kuvio 12 esittää laitetta, joka on analoginen kuvioissa 10a—b esitetyn laitteen kanssa sillä poikkeuksella, että sähköäjohtava elastomeerirunko 10 on puolilieriönmuotoinen ja se voi olla kiinteästi liitetty elektrodiin 12 sähköäjohtavan liiman avulla tai toisaalta se voi olla vapaana.

25

- Kuvio 13 esittää keksinnön mukaista laitetta, jossa kaksi sähköäjohtavaa elastomeerirunkoa 10a,10b on sijoitettu kahden elektrodin 11,12 väliin, joiden väliin on lisäksi järjestetty kaksi elastomeerikappaletta 10c ja 10d näiden lisäkappaleiden ympäröidessä elektrodeja 11,12. Puristus saadaan aikaan elektrodeihin ja erityisesti elastomeerirunkoihin, jotka on varustettu kuperilla päätypinnoilla, yllä kuvatuin tunnetuin

30

laittein.

Kuvio 14 esittää lisäsovellusmuotoa kuvioiden 12 ja 9 mukaiselle keksinnön sovellusmuodolle, jossa elastomeerikappaleet 10c,16a ja 10e,16b vastaavalla tavalla ympäröivät elektrodeja 11,12 ja ne koostuvat vastaavasti sähköjohtavasta elastomeerimateriaalista 10c,10e ja sähköeristävästä elastomeerimateriaalista 16a,16b. Vastaavasti on elastomeerikappaleet 10c,16a ja 10e,16b edullisesti valettu kaksiosaisessa muotissa siten, että elastomeerikappaleet ovat keskenään toisiinsa liittyneet ja elektrodit on sähköisesti eristetty. Elektrodien sähköliitännöitä ei ole esitetty tässä kuvassa.

10

Kuvio 15 esittää kuvioiden 6 ja 7 mukaista keksinnön mukaista laitetta, jossa kaksi sähköeristävää polyetyleenikappaletta 15a,15b on järjestetty samansuuntaisesti sähköjohtavan elastomeerirungon 10 kanssa. Kun laite saatetaan puristuksen alaiseksi, kuten on kuvattu elektrodeihin 11,12 vaikuttavaa voimaa tarkoittavalla nuolella F, runko 10 muuttaa muotoaan ja näin ollen tulee kosketukseen sähköeristävien kappaleiden rajapintojen 15a' ja 15b' kanssa. Tällä tavoin saadaan aikaan sähköinen eristys, joka estää sähkön ylilyönnit oikosulkutilanteissa samalla kun sähköjohtava elastomeerirunko ei valu ulospäin, mikä muutoin on yleinen ongelma.

15

20 Kuvio 16 esittää keksinnön mukaista laitetta, jossa sähköjohtavaan elastomeerirunkoon 10 kuuluu useita kuperia, muotoaan muuttavia kosketuspintoja 10a', 10b', 10c',10d', käsittäen useita aikaisempien kuvioiden mukaisia elastomeerirunkoja toisiinsa liitettyinä. Elastomeerirunko 10 on yhtenäinen ja homogeeninen.

20

25 Kuvio 17 esittää keksinnön mukaista laitetta, jossa sähköjohtavassa elastomeerirungossa 10 on "uramainen" kupera, muotoaan muuttava kosketuspinta, käsittäen yhtenäisesti toisiinsa liitettyinä useita aikaisempien kuvioiden mukaisia elastomeerikappaleita.

25

30 Elastomeerirunko 10 on täten yhtenäinen ja useita kuperia pintoja voidaan aktivoida esimerkiksi kasvattamalla puristusta puristuslaitteen 14 avulla.

30

Kuviot 18a—b esittävät keksinnön mukaista laitetta, joka käsittää kaksi sähköäjohtavaa elastomeerirunkoa 20a,20b, joilla on muotoaan muuttavat kuperat kosketuspinnat 20a', 20b', sekä kaksi elektrodia 11,12. Elektrodit ovat samakeskisesti sähköäjohtavien elastomeerirunkojen 20a,20b ympäröimät, joiden kosketuspinnat 20a',20b' ovat fyysisessä kosketuksessa toistensa kanssa. Kosketuspinnat 20a',20b' muuttavat muotoaan puristuslaitteella 14 aikaansaattavalla puristuksella. Elektrodit 11,12 on varustettu sähköisin kytkentävälinein 31,32.

Kuvio 19 esittää keksinnön mukaista laitetta, jossa sähköäjohtavissa elastomeerirungoissa 10a1,10a2,10a3,10a4 on kuperanmuotoiset pinnat, jotka on suunnattu poikittain sähköäjohtavien runkojen 10b1,10b2,10b3,10b4 kuperanmuotoisiin pintoihin nähden. Laitteeseen kuuluu kaksi elektrodia 11,12 virran johtamiseksi sen läpi, joihin elektrodeihin aikaansaadaan puristus puristuslaitteella kosketuspintojen 10a1...10b1... muodonmuuttamiseksi.

15

Tulee ymmärtää, että keksintöä ei ole rajoitettu kuvattuihin sovellusmuotoihin ja että lisämuunnelmat ovat mahdollisia oheisten patenttivaatimusten suojapiirin puitteissa. Esimerkiksi kuvion 8 mukaisten päällekkäin pinottujen sähköäjohtavien elastomeerirunkojen lukumäärä voi olla huomattavasti suurempi kuin on esitetty.

20

Patenttivaatimukset

1. Laite suojaamaan ylivirtoja vastaan sähköpiireissä, käsittäen ainakin yhden sähköjohtavan rungon (10), joka koostuu elastomeerimateriaalista, ja kaksi elektro-
 5 dia (11,12), jotka on tarkoitettu syöttämään virtaa mainitun rungon läpi ja joista kumpikin on kosketuksessa runkoon (10) vastaavissa kohdin joko suoraan tai väliosan välityksellä, ja jolloin kosketuspaine on saatu aikaan puristuslaitteen (14) avulla, t u n n e t t u siitä, että elektrodit (11,12) on konstruoitu siten, että ne ylivirtojen vaikutuksesta pyrkivät erottumaan toisistaan, ja että kosketuspinta pienenee ylivirran
 10 kulkiessa rungon (10) läpi ja/tai ainakin yksi elektrodi/väliosa on puristumattomassa tilassa tunnetulla tavalla kupera, mutta vastaavissa kosketuskohdissa siihen puristuslaitteella aikaansaadun puristuksen vaikutuksesta se on muotoaan muuttanut.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että myös väliosa
 15 koostuu elastomeerimateriaalista.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että laitteeseen kuuluvien elastomeerirunkojen kovuusluku on välillä Shore 20—80.

20 4. Patenttivaatimuksen 1,2 tai 3 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että puristuslaite (14) on joustava,

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1—4 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että puristuslaite (14) on jousimekanismi, jolla on mekaanisesti kaksi vakaata tasapainoasentoa, päälle ja pois vastaavasti; ja että ainakin yksi elektrodi (11a) on mekaanisesti yhtenäinen jousimekanismin (14) kanssa elektrodien (11 ja 12) erottamiseksi toisistaan galvaanisesti.

25

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1—5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että puristuslaite (14) on säädettävä aikaansaattavan kosketuspaineen säätämiseksi.

30

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1—6 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että

elektrodit (11,12) on varustettu ferromagneettisin piirein (13) vahvistamaan mainittujen elektrodien välisiä erottavia voimia.

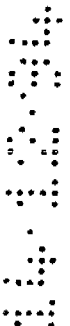
8. Jonkin patenttivaatimuksen 1—7 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että elastomeerirungot (20a,20b) on laajennettu elektrodien (11,12) päälle.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1—8 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että runko (10) on puristettu puristuslaitteella (14) kasaan ainakin 5 % rungon ollessa homogeeninen.

10

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että puristuslaite (14) on järjestetty puristamaan runkoa (10) kokoon 5—40 % rungon ollessa homogeeninen.

15 11. Jonkin patenttivaatimuksen 1—8 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että elastomeerirungossa (20) on keskeinen ontelo (9).



Patentkrav

1. Anordning för skydd mot överströmmar i elektriska kretsar, omfattande åtminstone en elektriskt ledande kropp (10), som består av elastomermaterial, och två elektroder (11,12), vilka är avsedda för matning av ström genom nämnda kropp och vilka var och en står i kontakt med kroppen (10) på motsvarande ställen antingen direkt eller via en mellandel, och varvid kontakttryck är åstadkommet med hjälp av en tryckanordning (14), k ä n n e t e c k n a d därav, att elektroderna (11,12) är konstruerade på sådant sätt, att de under inverkan av överströmmar strävar efter att repellera från varandra, och att kontaktytan minskar då överström passerar genom kroppen (10) och/eller åtminstone en elektrod/mellandel i tryckobelastat tillstånd på känt sätt är konvex, men den är deformerad genom inverkan av det med tryckanordningen åstadkomna trycket på denna vid respektive kontaktställen.
2. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att även mellandelen består av elastomermaterial.
3. Anordning enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att hårdhetstalet hos de i anordningen ingående elastomerkropparna är mellan Shore 20-80.
4. Anordning enligt patentkravet 1,2 eller 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att tryckanordningen (14) är fjädrande.
5. Anordning enligt något av patentkraven 1—4, k ä n n e t e c k n a d därav, att tryckanordningen (14) är en fjädermekanism, som har två mekaniskt stabila jämviktslägen, till resp. från; och att åtminstone en elektrod (11a) är mekaniskt sammanhängande med fjädermekanismen (14) för galvanisk avskiljning av elektroderna (11 och 12) från varandra.
6. Anordning enligt något av patentkraven 1—5, k ä n n e t e c k n a d därav, att tryckanordningen (14) är justerbar för justering av det åstadkomna kontakttrycket.

7. Anordning enligt något av patentkraven 1—6, k ä n n e t e c k n a d därav, att elektroderna (11,12) är försedda med ferromagnetiska kretsar (13) för förstärkning av de repellerande krafterna mellan nämnda elektroder.

5 8. Anordning enligt något av patentkraven 1—7, k ä n n e t e c k n a d därav, att elastomerkroppar (20a,20b) är expanderade över elektroderna (11,12).

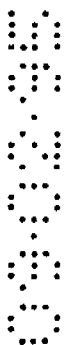
9. Anordning enligt något av patentkraven 1—8, k ä n n e t e c k n a d därav, att kroppen (10) är komprimerad med tryckanordningen (14) åtminstone 5 % då kroppen
10 är homogen.

10. Anordning enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a d därav, att tryckanordningen (14) är anordnad att komprimera kroppen (10) 5—40 % då kroppen är homogen.

15

11. Anordning enligt något av patentkraven 1—8, k ä n n e t e c k n a d därav, att elastomerkroppen (20) har en central ihållighet (9).

20



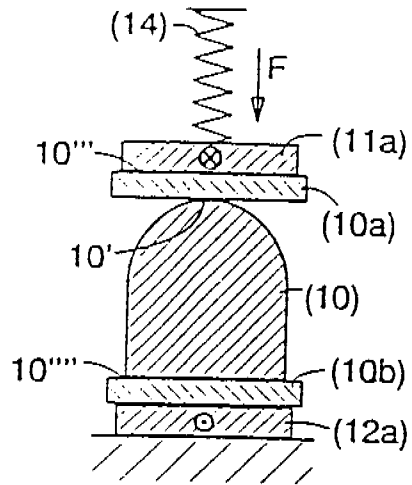


Fig. 1a

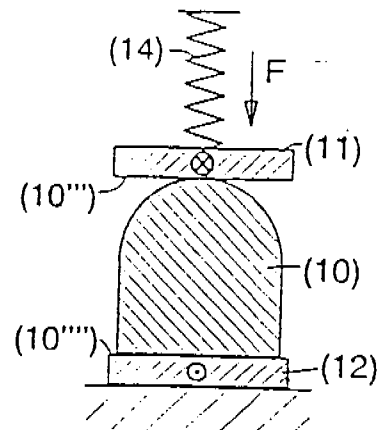


Fig. 1b

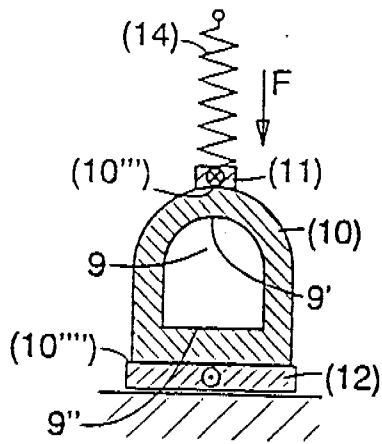


Fig. 1c

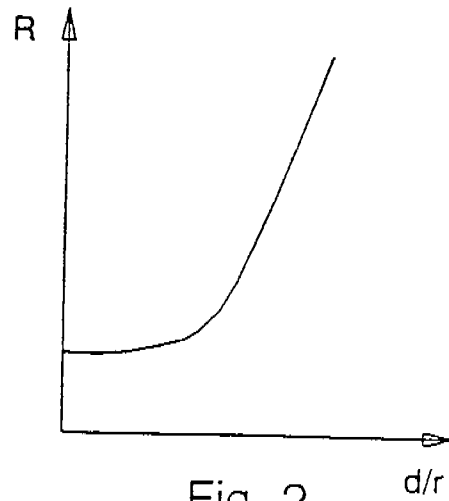


Fig. 2

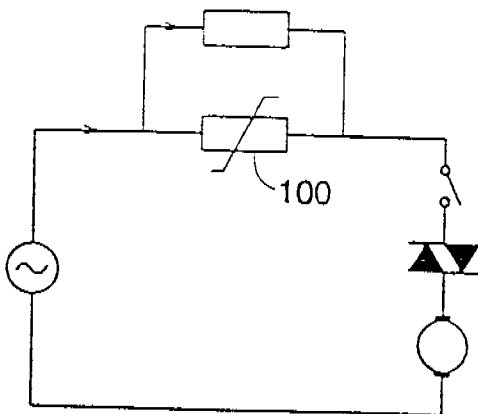


Fig. 3

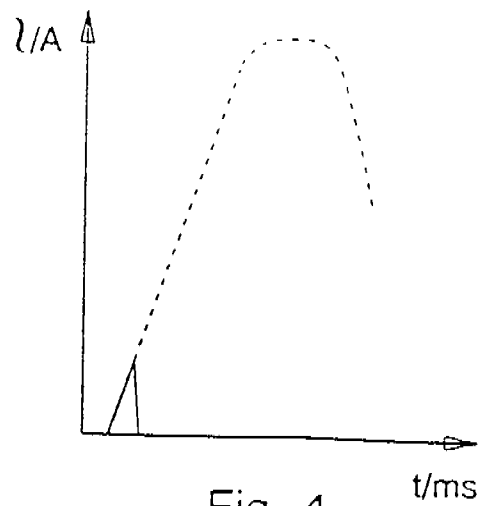


Fig. 4

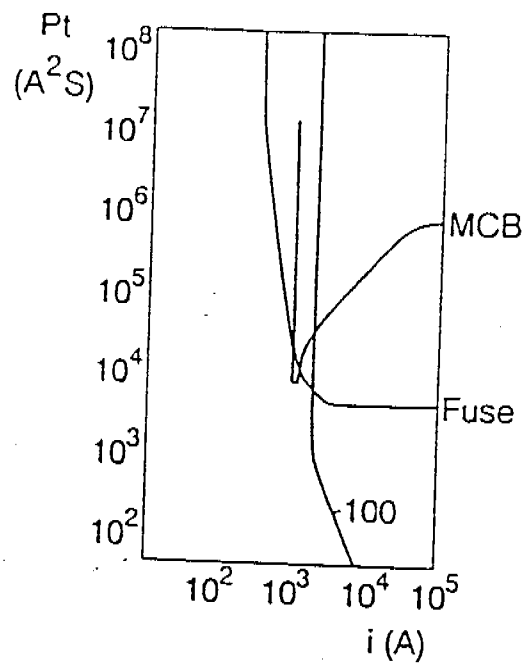


Fig. 5

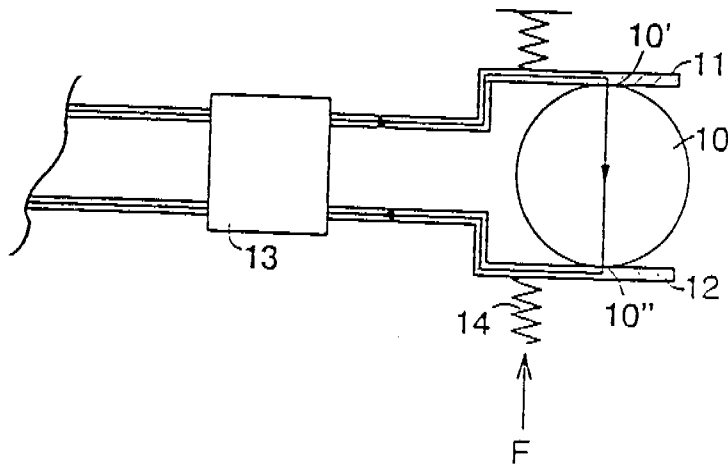


Fig. 6

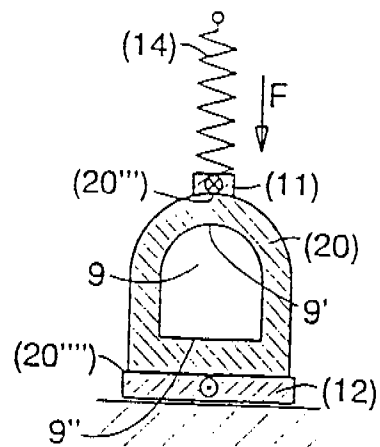


Fig. 7

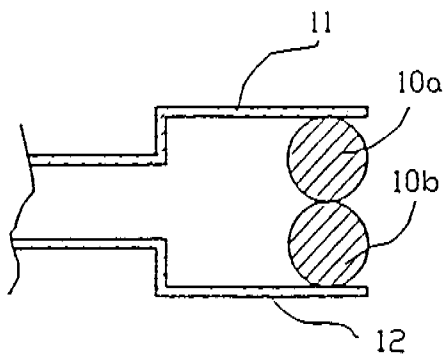


Fig. 8

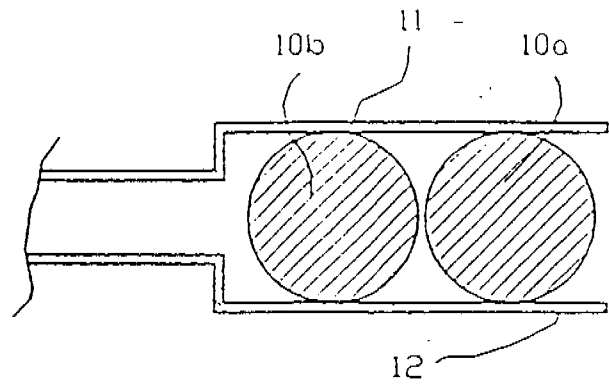


Fig. 9

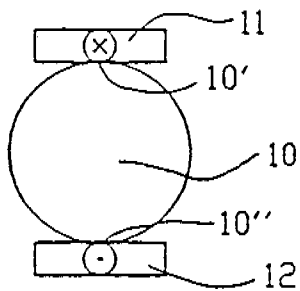


Fig. 10a

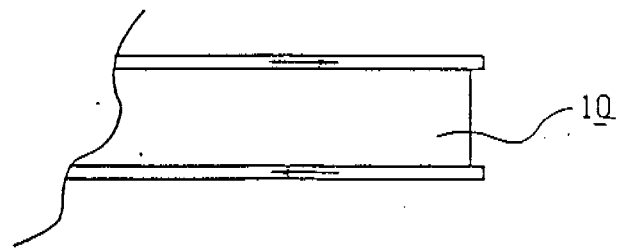


Fig. 10b

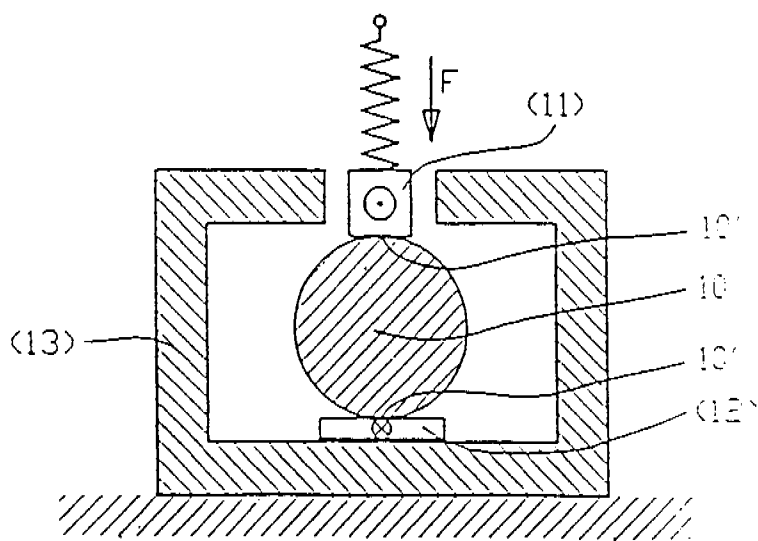


Fig. 11

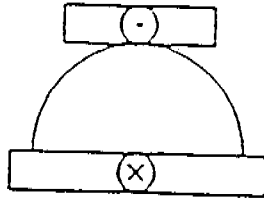


Fig. 12

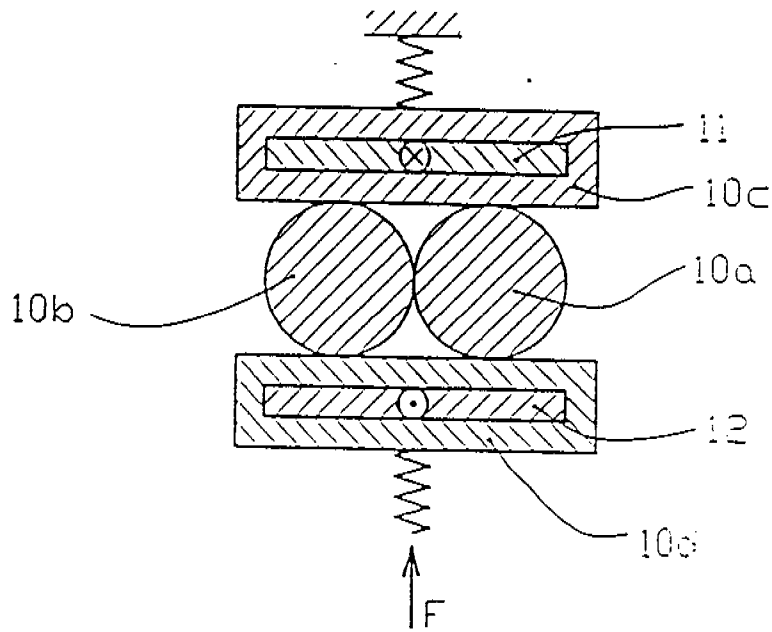


Fig. 13

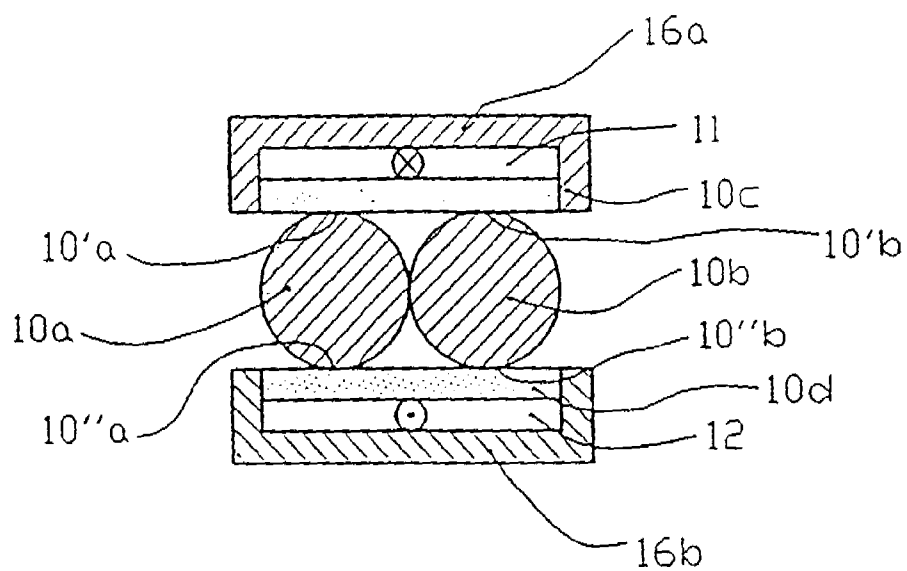


Fig. 14

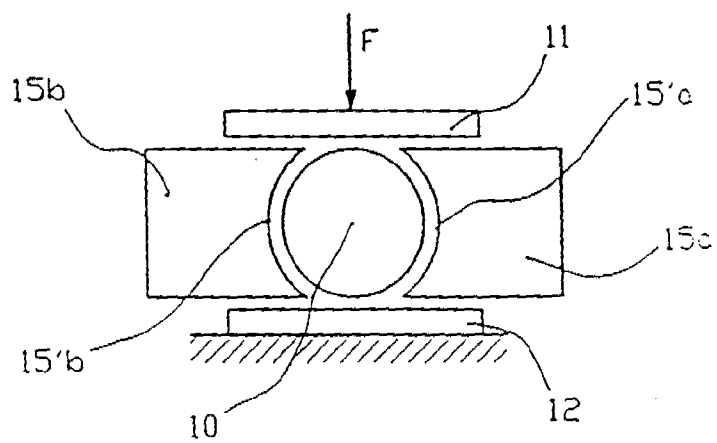


Fig. 15

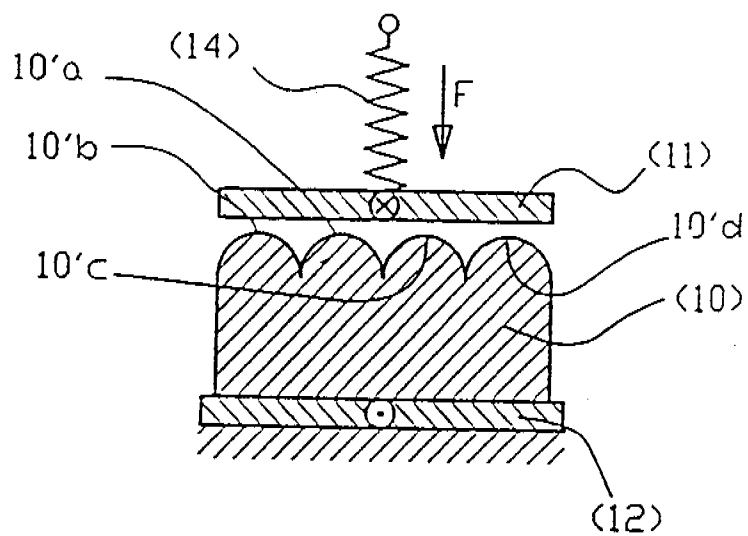


Fig. 16

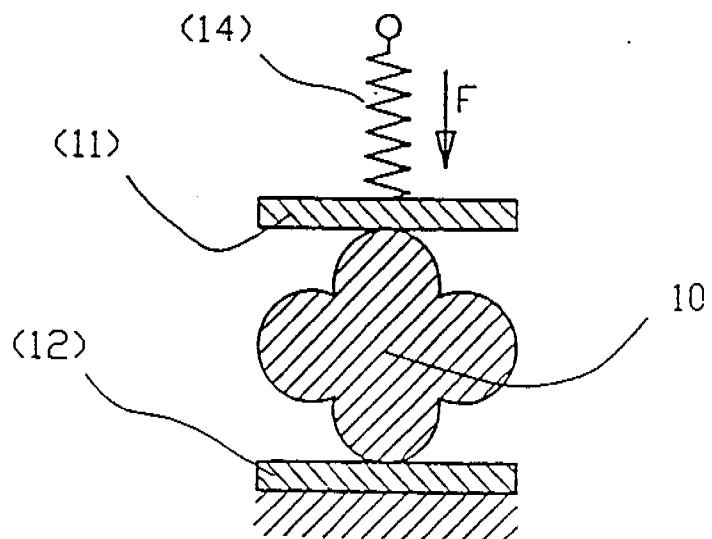


Fig. 17

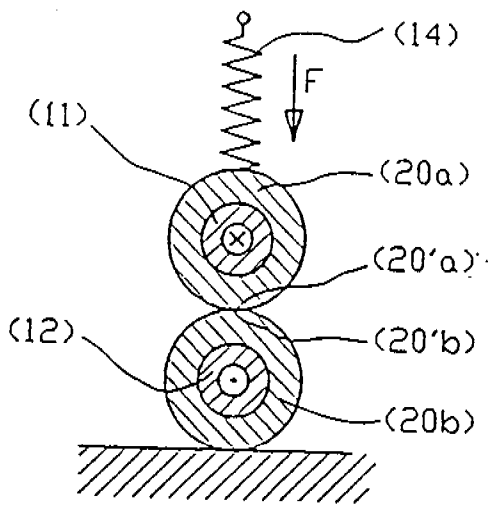


Fig. 18a

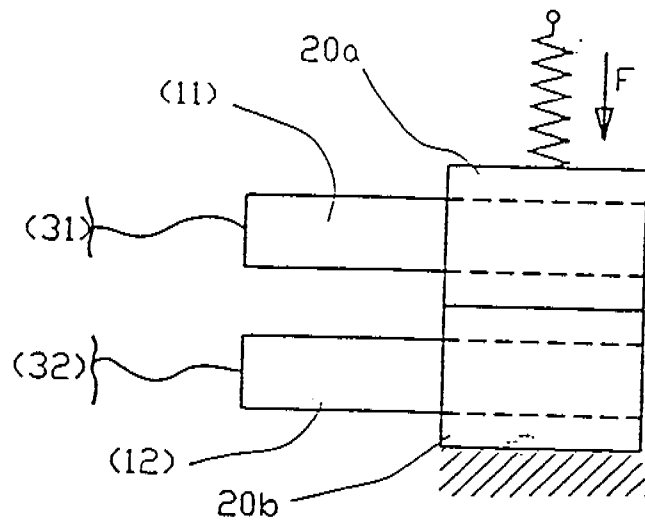


Fig. 18b

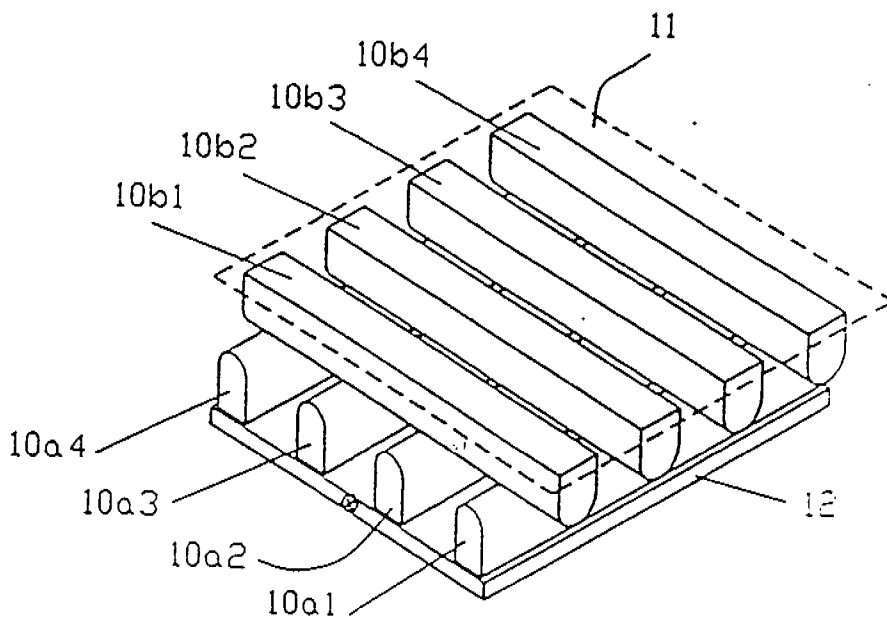


Fig. 19